NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA LOCALISATION ET LE PEUPLEMENT DE CERTAINS ATTERRISSEMENTS SABLO-VASEUX ET VASEUX INTERTIDAUX DE LA RÉGION DE TULÉAR (MADAGASCAR)

par

R. DERIJARD

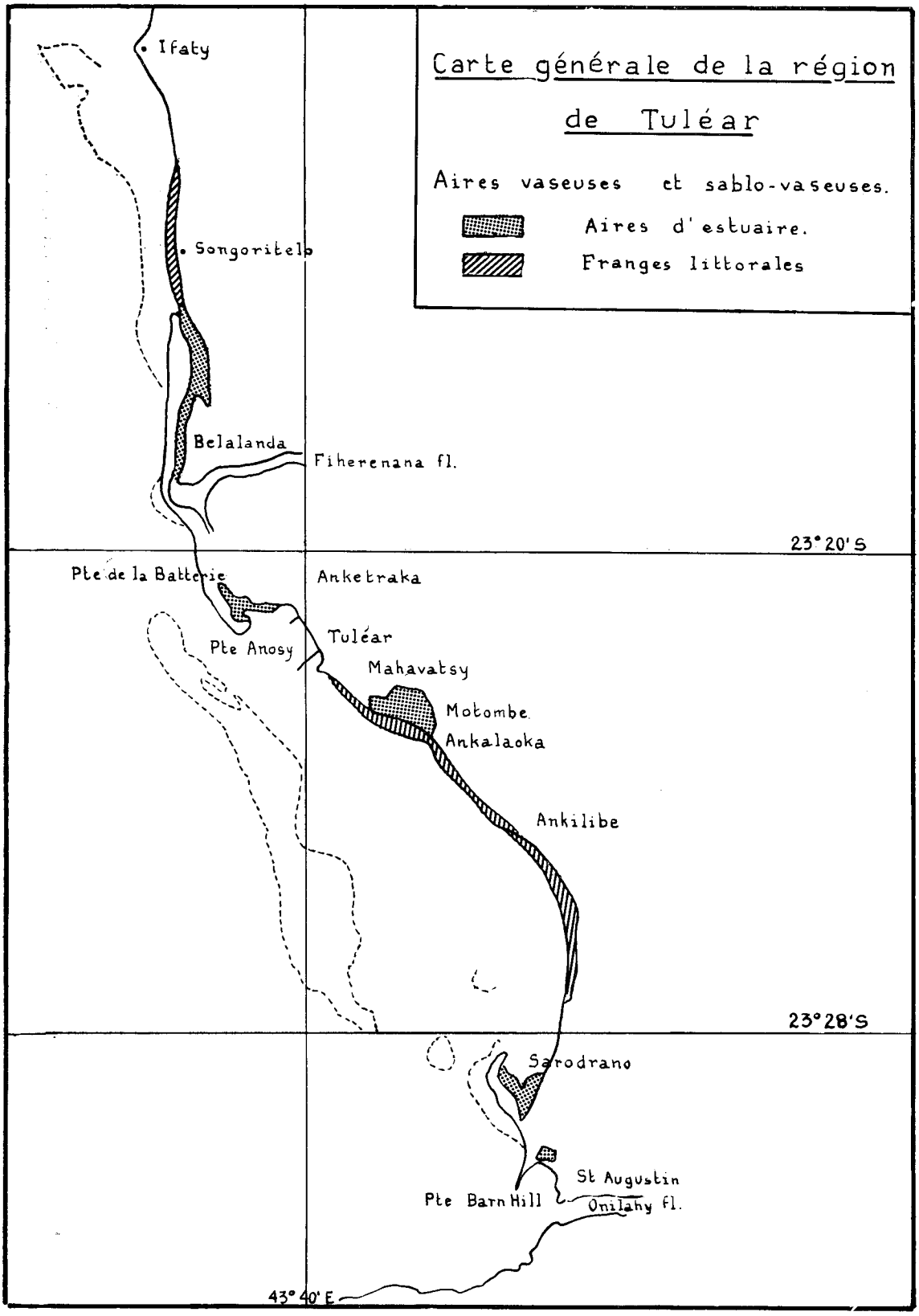
1. **Localisation** (cf. carte générale de la région de Tuléar).

Entre les deux limites extrêmes fixées lors de la prospection préliminaire conduite par M. J. Picard, à savoir Ifaty au Nord et Saint-Augustin au Sud, il est possible de distinguer, sur près de 70 km. de côtes, basses pour la plupart, cinq grandes aires d'atterrissements sablo-vaseux et vaseux :

1.1. La région Nord de l'estuaire du Fiherenana, protégée par la flèche sableuse Nord du fleuve jusqu'au niveau du goulet rétréci du chenal d'évacuation des eaux de cette zone basse. Au delà et vers le Nord, parallèlement au rivage, une frange littorale d'atterrissements sablo-vaseux et vaseux se prolonge jusqu'au Sud d'Ifaty (cf. fig. 1, 1 *bis*, 2, 2*bis*).

1.2. La région Sud de l'estuaire du Fiherenana, qui s'étend entre la flèche Sud du fleuve (plage et dunes de la Batterie jusqu'à la Pointe Anosy) et la ville de Tuléar. La frange littorale de cette aire sablo-vaseuse et vaseuse a perdu sa structure originelle (parallèle à la côte et dirigée vers le Sud Est) depuis la construction de deux jetées perpendiculaires au littoral qui ont été successivement ensablées.

1.3. La région d'estuaire qui s'étend au Sud de Tuléar, entre les villages de Mahavatsy et d'Ankilibé le long de la côte, et qui pénètre profondément jusqu'à Motombé et Ankalaoka ; cette région d'es-


Carte générale de la région de Tuléar
Aires vaseuses et sablo-vaseuses.
Aires d'estuaire.
Franges littorales
Ifaty
Songoritelo
Belalanda
Fiherenana fl.
23°20'S
Pte de la Batterie
Anketraka
Tuléar
Pte Anosy
Mahavatsy
Motombe
Ankalaoka
Ankilibe
23°28'S
Sarodrano
St Augustin
Pte Barn Hill
Onilahy fl.
43°40'E

tuaire est prolongée vers le Sud par une frange littorale limitée, au Sud d'Ankilibé, par l'affleurement du banc de grès quaternaire, puis par la falaise massive qui borde le littoral peu au Nord du Tropique du Capricorne.

1.4. La zone basse et abritée de la baie de Sarodrano, protégée de la houle de Sud Ouest par le récif frangeant et la flèche sableuse, tous deux accolés à la falaise de Barn-Hill.

1.5. La zone basse marécageuse voisine du village de Saint-Augustin, accolée à la face Sud Est de la falaise de Barn-Hill, apparemment isolée de toute influence marine ; cette zone basse semble correspondre au fond d'une lagune, protégée de la houle de Sud Ouest par la plage et les dunes de Saint-Augustin, actuellement coupée du reste de la lagune par l'avancée des dunes.

La première, la seconde, la quatrième et, la cinquième de ces aires sablo-vaseuses et vaseuses se sont développées à l'abri de flèches sableuses, parallèles au littoral, et sensiblement perpendiculaires à la direction des houles et des vents dominants de Sud Ouest.

La première, la seconde et la troisième de ces aires sablo-vaseuses et vaseuses sont prolongées par une frange littorale d'atterrissements vaseux et sablo-vaseux soumise à un mode plus agité.

La répartition et la succession des peuplements sur les franges littorales est différente de celles observées dans les zones d'estuaire.

2. **Facteurs de la localisation** : Les facteurs conditionnant la localisation des atterrissements sablo-vaseux et vaseux sont au nombre de quatre.

2.1. *Les influences hydrodynamiques liées à la houle et aux vents dominants de Sud Ouest.*

2.1.1. Influences hydrodynamiques faibles à nulles. Dans les zones abritées du littoral, l'intensité des mouvements est considérablement réduite par frottement, du fait des flèches sableuses qui sont approximativement perpendiculaires à la direction des vents dominants de Sud Ouest (Loi de Schorr), Flèches de Sarodrano, flèches Nord et Sud de l'estuaire du Fiherenana).

Dans ces conditions, les atterrissements présentent une gamme plus complète et plus variée en dimensions, depuis les graviers vaseux jusqu'aux vases colloïdales ; la pente de ces aires vaseuses et sablo-vaseuses d'estuaire est très faible et la zone intertidale y est très étendue. Sur ces successions, généralement complètes, d'atterrissements de mode très calme, il est possible d'observer la zonation des différents niveaux de peuplements animaux et végétaux et ceci jusqu'à la végétation terrestre halophile.

2.1.2. Influences hydrodynamiques modérées à faibles. Dans les zones plus littorales, l'intensité des mouvements de la mer est atténuée par la présence de récifs plus ou moins éloignés et séparés du littoral par un chenal de largeur et de profondeur variable. A ces récifs font suite des herbiers de *Thalassia* implantés sur les sables récifaux, puis de diverses *Cymodocea* sur les sables plus ou moins purs qui précèdent les banquettes sablo-vaseuses et vaseuses.

Dans ces conditions, se développent des franges littorales d'atterrissements vaseux et sablo-vaseux (Songoritelo, Ankilibé), caractérisées par une discontinuité marquée entre les sables relativement purs des herbiers et la vase colloïdale des banquettes, ces dernières étant elles-mêmes surimposées au sable que l'on retrouve sur la haute plage (cf. diagramme et coupe n° 1). La succession granulométrique des franges littorales d'atterrissements est discontinue, et incomplète également vers les horizons médio- et supralittoraux, car la haute plage medio- et supralittorale, qui fait suite aux banquettes de vase, est constituée d'un sable presque pur. De plus la pente y est très forte et la zone intertidale beaucoup moins étendue.

2.2. *Les influences hydrodynamiques liées aux courants de marée.*

L'existence et l'intensité relative des courants de marée, particulièrement ceux de jusant, ont pu être observées au goulet du chenal qui draine les eaux de la région basse de l'estuaire Nord du Fiherenana.

2.2.1. Faibles à nulles :

Leur intensité est alors trop faible pour entraîner les sables coralliens, apportés par les vagues, au delà des herbiers et contre le littoral. Ainsi se constitue des flèches sableuses, d'abord marines puis terrestres, qui limitent, vers le large, la progression des aires sablo-vaseuses et vaseuses. Le matériel sableux, ainsi accumulé, est ultérieurement transporté par le vent et envahit les aires vaseuses (Dunes de l'estuaire Nord du Fiherenana, Sud Fiherenana, de Mahavatsy, de Sarodrano et de Saint-Augustin).

2.2.2. Fortes :

Les courants de jusant observés, au goulet du chenal de la mangrove occupant l'estuaire Nord du Fiherenana, sont orientés parallèlement à la côte et dirigés vers le Nord. Dans cette région ils contribuent à étendre vers le Nord (Songoritelo), la frange littorale d'atterrissements vaseux et sablo-vaseux, par engraissement de la partie frontale des banquettes vaseuses et ceci au détriment de la région proche du goulet du chenal, soumise à l'action du courant.

2.3. *La déflation liée aux vents dominants de Sud Ouest* :

Le transport par le vent des sables marins et alluviaux entraîne l'ensablement superficiel des aires sablo-vaseuses et vaseuses selon deux modalités différentes : d'une part, les translations de dunes, ensablement important qui aboutit à la surélévation du niveau altitudinal ; d'autre part, un ensablement plus faible et périodique des zones vaseuses où se situent les « évaporites ». L'alternance d'une couche de vase fine, d'évaporites, puis d'une mince épaisseur de sable détermine une structure micro-stratifiée.

2.4. *La présence et le rôle de la nappe phréatique* :

Pour la région étudiée, il semble exister un rapport entre certains types de peuplement des aires vaseuses et sablo-vaseuses, et la présence d'une nappe phréatique en charge. Ceci est particulièrement remarquable pour les mangroves, qui présentent leur développement maximum en nombre d'individus et en variété d'espèces de palétuviers dans les régions saumâtres d'estuaires. De plus, sur les franges sablo-vaseuses et vaseuses littorales, les palétuviers ne sont présents que dans les zones où les arrivées d'eaux douces ou légèrement saumâtres sont importantes. Au fond de la baie de Sarodrano, à la base de la falaise karstique, débouchent de nombreuses résurgences d'eaux qui ont percolé dans le réseau karstique ; les prélèvements d'eaux faits dans cette région ont permis la mesure des chlorinités suivantes :

— A marée basse Cl $^{o}/_{oo}$ = 4,94.
— A marée haute Cl $^{o}/_{oo}$ = 16,61.

Sur la frange littorale de Songoritelo, de part et d'autre du village même de Songoritelo, les prélèvements d'eaux ont été faits durant l'étale de basse mer, en creusant une « souille » au niveau du sable de la haute plage située en arrière des banquettes de vase colloïdale sur lesquelles s'implantent les palétuviers. La mesure des chlorinités a vérifié l'hypothèse de la corrélation entre présence d'eau saumâtre et implantation de palétuviers. En effet, on peut signaler les observations suivantes :

— Au Nord du village même de Songoritelo, où la mangrove ne colonise pas les banquettes de vase colloïdale Cl $^{o}/_{oo}$ = 19,61.
— Peu au Nord du village, au niveau où s'implantent les premiers palétuviers Cl $^{o}/_{oo}$ = 6,32.
— Au Sud du village, où la mangrove est bien développée Cl $^{o}/_{oo}$ = 2,11.

Ainsi, la présence ou l'absence de la nappe phréatique, liées aux variations de niveau du banc de grès quaternaire qui longe le littoral étudié, conditionnent le développement de la mangrove. En effet, selon le niveau altitudinal du banc de grès, la nappe phréa-

tique est libérée ou non sur la plage située en arrière des banquettes de vase colloïdale en mesure d'être colonisées par les palétuviers de la mangrove.

3. **Aperçu bionomique sommaire** :

L'ensemble du matériel récolté n'étant pas encore totalement dépouillé et déterminé de façon définitive, il subsiste de nombreuses lacunes dans la qualification précise des différents peuplements.

3.1. *Les aires vaseuses et sablo-vaseuse littorales* :

La plus représentative des aires vaseuses et sablo-vaseuses littorales est celle qui s'étend de part et d'autre du village de Songoritelo (cf. diagramme et coupe n° 1 et n° 1 *bis*).

En arrière des herbiers de l'étage infralittoral, (de *Cymodocea rotundata*, *Diplanthera uninervis*, *Syringodium isoetifolium*), les banquettes de vase colloïdale sont précédées d'un chenal, peu profond aux basses mers de grande vive eau (25 à 30 cm.) et de largeur variable (5 à 15 m.) ; sur le fin gravier vaseux qui constitue

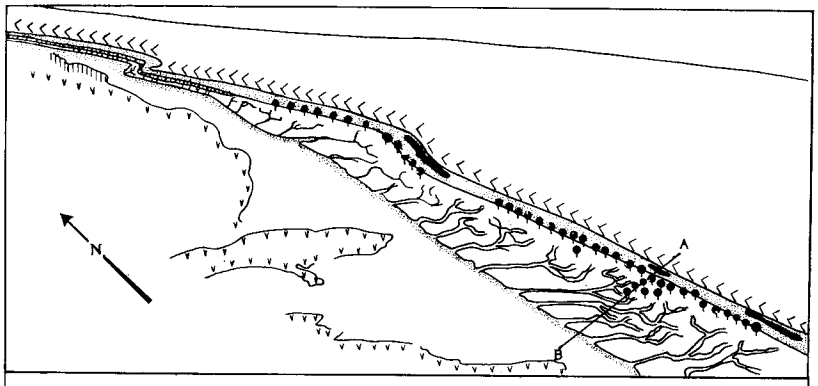


Fig. 1 : Diagramme de la région littorale au Nord de Songoritelo

< "Bush" à Xérophytes
Sable ± pur
vvv Cymodocea
Bancs de grès IVres.
Banquettes de vase à chenaux méandriformes.
Syringodium
Palétuviers

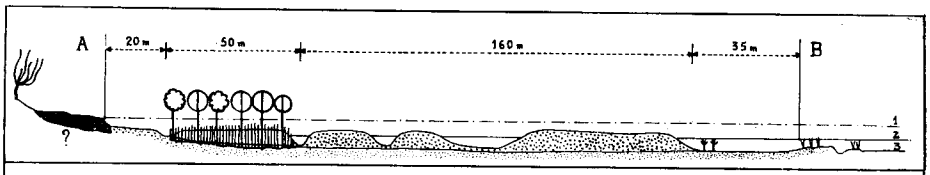


Fig. 1 bis : Coupe suivant AB

"Bush" à Xérophytes
Sonneratia
vvv Cymodocea
Sable
Avicennia
Grès IVre
Avrainvillea
Vase colloïdale

le fond du chenal, s'implantent des *Avrainvillea erecta* plus ou moins éparses. Le peuplement endogé du chenal est sensiblement analogue à celui des chenaux d'écoulement et des dépressions creusées dans les banquettes vaseuses, il comporte notamment : *Callianassa sp.*, *Marphysa sanguinea*, *Loimia medusa*, et *Loripes clausus*.

La pente de la banquette vaseuse est précédée d'un replat sur lequel se développent les algues filamenteuses *Lyngbia sp.* comme d'ailleurs dans les dépressions. Sur la pente elle-même, s'étalent d'autres algues filamenteuses en particulier *Vaucheria sp.* dont l'activité accumulatrice de sédiments colloïdaux détermine : d'une part, l'extension de la banquette sur le gravier vaseux du chenal ; d'autre part, son élévation progressive jusqu'à un niveau trop longtemps exondable pour les *Vaucheria sp.* qui disparaissent alors.

Sur les replats supérieurs des banquettes suffisamment surélevées par l'activité des *Vaucheria sp.*, s'installent des *Uca* de différentes espèces : *Uca marionis*, *Uca annulipes*, *Uca chlorophtalmus*, dont l'activité fouisseuse contribue au compactage du sédiment et à la rétention de particules plus grossières (sables et graviers) dans leurs terriers.

Sur la frange terrestre des banquettes de vase, s'implantent les palétuviers de la mangrove, dont les racines sont au contact du sable sous-jacent des banquettes de vase, tandis que les pneumatophores émis par le système radiculaire émergent de la vase. Deux espèces de palétuviers colonisent les banquettes de vase et de sable vaseux littorales : *Avicennia officinalis* et *Sonneratia alba*.

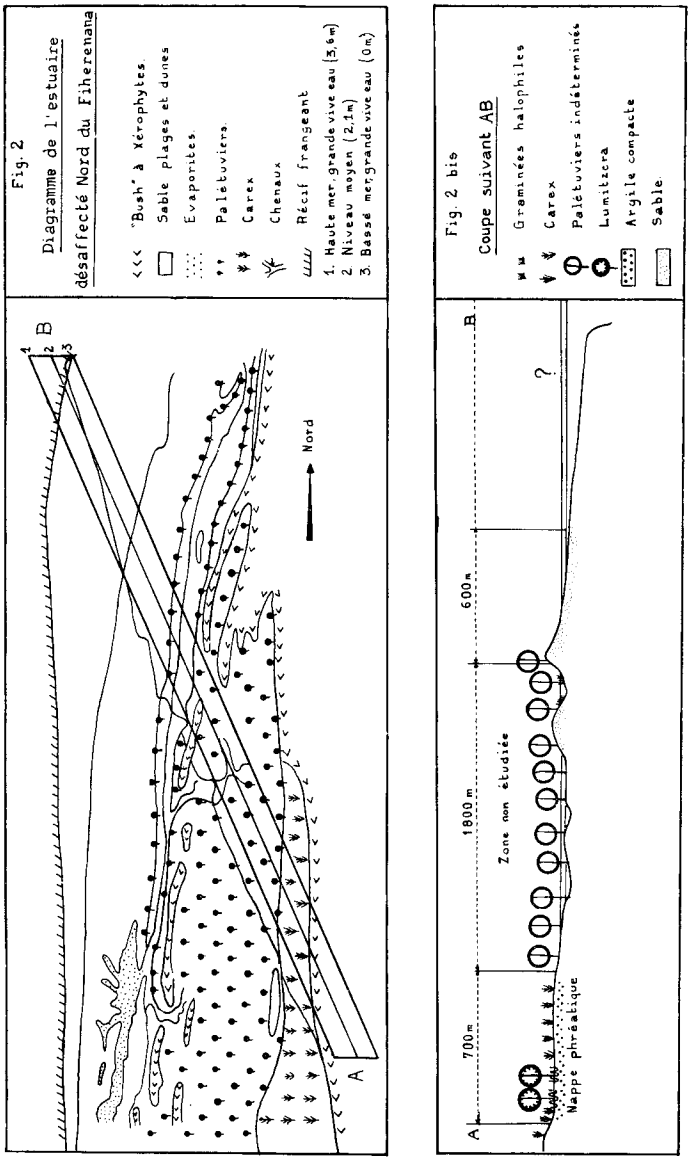
En arrière des banquettes, un chenal inconstant, parallèle au rivage, draine durant l'étale de basse mer, les arrivées d'eau douce vers les chenaux d'abord perpendiculaires au rivage puis méandriformes.

Sous le couvert ombreux et humide (même à marée basse) des palétuviers, se rencontrent parmi les pneumatophores : *Sesarma guttata*, et des « foules » de Gastéropodes microphages comme les *Pyrazus palustris* qui remontent parfois sur la haute plage humectée d'eau douce à basse mer.

Au chenal d'arrière-mangrove, fait suite la haute plage sableuse, dont le peuplement est référable aux étages médiolittoral et supralittoral. Le sable de la haute plage se raccorde d'ailleurs sous les banquettes de vase colloïdale au fin gravier vaseux du chenal à *Avrainvillea erecta* ; ceci prouve que les banquettes de vase colloïdale se surimposent au sable de l'étage infralittoral des plages de mode calme.

3.2. *Les aires vaseuses et sablo-vaseuses d'estuaires* :

Les aires vaseuses et sablo-vaseuses sous influence d'estuaire représentent un type plus varié que le précédent, aussi m'a-t-il semblé bon d'en décrire trois exemples :



3.2.1. Aire vaseuse et sablo-vaseuse de l'estuaire Nord Fiherenana (cf. diagramme et coupe n° 2 et n° 2 *bis*).

Cette zone basse communique avec la mer par un chenal rétréci en un étroit goulet de moins de 50 mètres de large au niveau de son embouchure ; ce chenal n'assure vraisemblablement pas l'évacuation complète des eaux baignant toute la zone basse, lesquelles ne sont

qu'imparfaitement renouvelées. Ainsi, les eaux baignant cette zone basse sont saumâtres, non seulement à marée basse comme sur la frange littorale de Songoritelo, mais également à marée haute. Du goulet du chenal jusqu'aux régions les plus internes, il doit être possible d'observer un gradient de salinité.

Malheureusement, l'intérêt de cette zone très étendue ne nous est apparu qu'à l'examen des photographies aériennes reçues à notre retour ; ainsi, entre la région même de l'embouchure du chenal et les régions les plus terrestres, directement accessibles par la route d'Ifaty de vastes étendues intermédiaires restent-elles à étudier.

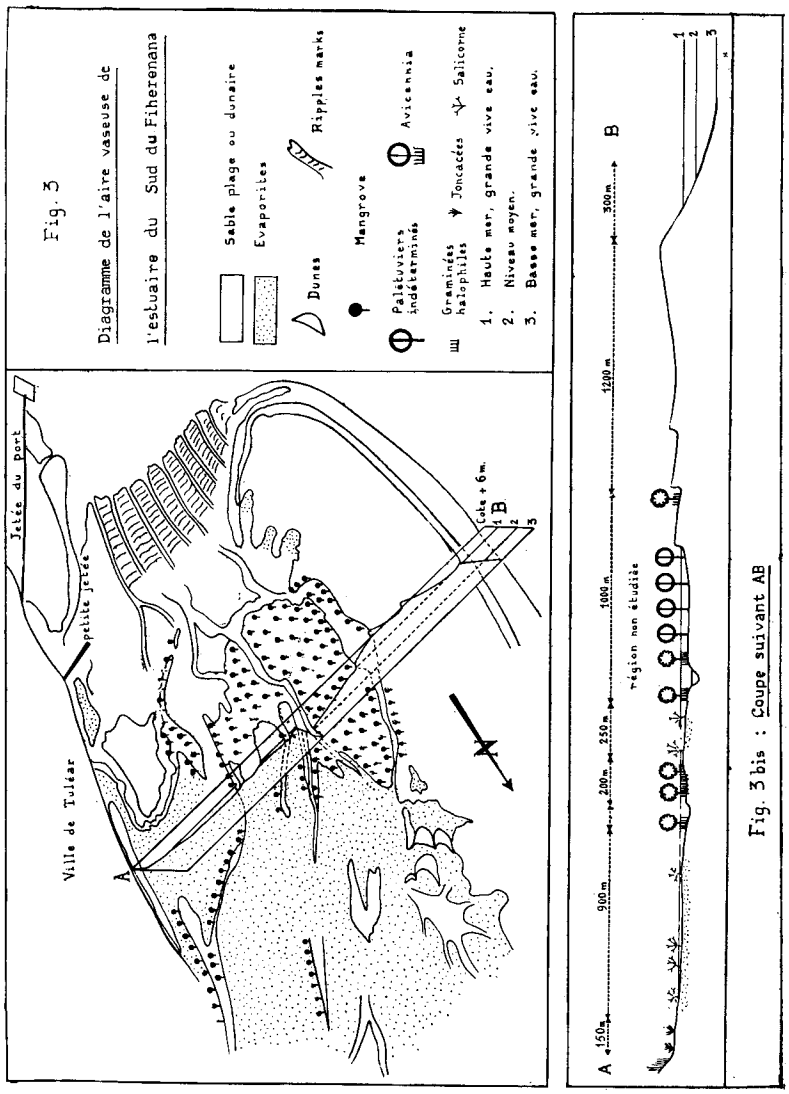
La région voisine de l'embouchure du chenal est intéressante à plusieurs titres ; elle constitue une zone de transition entre les aires vaseuses typiquement littorales et les aires vaseuses d'estuaire. On y observe que, en l'absence de *Lyngbya sp.* et de *Vaucheria sp.* (du fait vraisemblablement de la rhéologie trop intense), l'herbier de *Cymodocea ciliata* et de *Cymodocea serrulata* vient se mêler aux pneumatophores des *Avicennia officinalis* et des *Sonneratia alba* qui constituent ici la frange externe de cette mangrove de transition ; dans la zone la plus interne des banquettes de vase, le mode plus calme permet l'installation de jeunes *Rhizophora mucronata*, tandis que la lisière terrestre est peuplée de grands *Avicennia officinalis*.

La région la plus terrestre de la zone basse, accessible par la route d'Ifaty est constituée par une étendue de vase compacte superficiellement desséchée et crevassée, mais reposant cependant sur la nappe phréatique très proche (25 à 30 cm.) ; cette vase est criblée par les terriers du *Cardisoma carnifex*, il y pousse une Cypéracée indéterminée et l'espèce la plus terrestre de palétuviers : *Lumnitzera racemosa*. Sur un petit talus qui borde la route, on observe le passage aux Graminées de l'étage supra-littoral.

3.2.2. Aire vaseuse et sablo-vaseuse de l'estuaire Sud Fiherenana (cf. diagramme et coupe n° 3 et n° 3 *bis*).

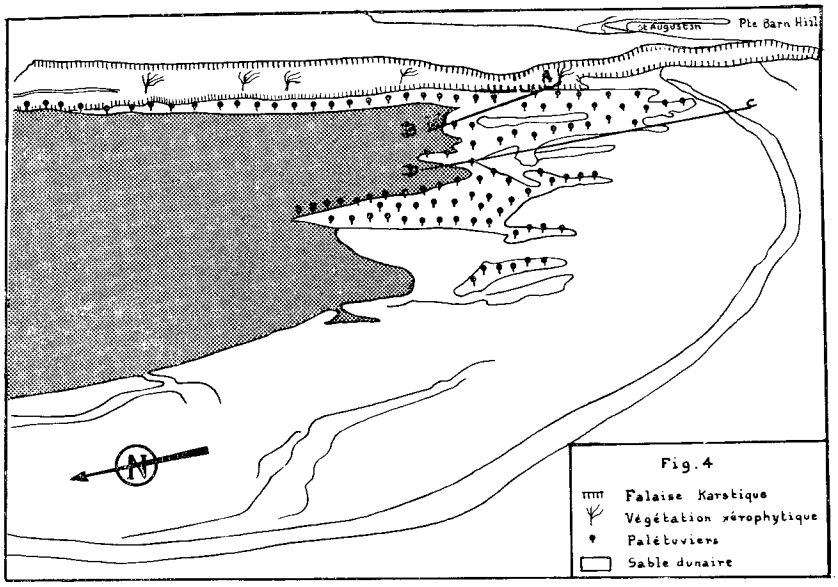
Dans cette région, il est possible d'observer le passage de l'étage infralittoral à deux types de peuplements de l'étage médiolittoral : l'aspect de sursalure avec Salicornes et évaporites où les couches de vase fine, de sels et de sable éolien alternent en varves d'une dizaine de cm. d'épaisseur ; l'aspect d'arrivées d'eau douce polluée, avec des Cypéracées indéterminées et deux Gastéropodes *Assiminea sp.* et *Cerithidea decollata* ainsi qu'un *Sesarma sp.*

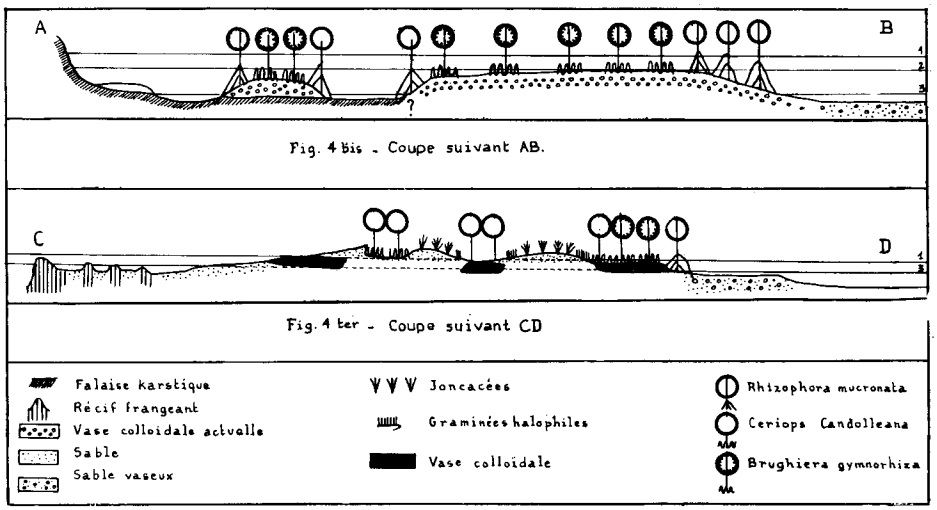
La région Ouest de cette aire, située le long de la flèche sableuse Sud du Fiherenana, montre le recouvrement, par les dunes en croissant, des aires vaseuses et sablo-vaseuses couvertes de mangroves et dont les palétuviers sont ainsi éliminés pour la plupart ; seul *Avicennia officinalis* se maintient, même lorsque ses pneumatophores ont été recouverts par le sable.



3.2.3. Aire sablo-vaseuse et vaseuse de Sarodrano (cf. diagramme et coupe n° 4, 4 *bis* et n° 4 *ter*).

La flèche sableuse et le récif frangeant de Sarodrano protègent des houles et des vents dominants de Sud-Ouest, la vaste baie, largement ouverte au Nord-Ouest, de Sarodrano. La succession des peuplements de la zone intertidale y montre, depuis la partie la plus marine jusqu'à la zone terrestre : Des herbiers de *Cymodocea* diverses, suivis par des sables vaseux dont le peuplement est encore





mal connu et où l'on trouve : *Callianassa sp.*, *Alpheus sp.* et *Loripes clausus* ; le fond de la baie est occupé par des banquettes de vase colloïdale recouvertes par une mangrove dense. Ces banquettes très épaisses (1 m. à 1,5 m.), malgré l'absence d'algues filamenteuses (*Lyngbya* et *Vaucheria*), sont parcourues par un réseau de chenaux qui évacuent à marée basse les importantes arrivées d'eaux douces et saumâtres provenant des résurgences situées à la base de la

falaise karstique. La mesure des chlorinités des prélèvements d'eau (cf. p. 205) établit de façon certaine que ces banquettes sont baignées, même à marée haute, par des eaux saumâtres. Le peuplement de la frange marine des banquettes couvertes par la mangrove est surtout le fait du *Rhizophora mucronata* ; entre les racines des palétuviers, le peuplement endogé est le même que celui de la pente à *Vaucheria sp.*, cependant on y trouve de plus, en grand nombre *Periophtalmus koelreuteri*, et sur les pentes de vases fluides, *Uca urvillei* ; les replats des banquettes sont couverts par le palétuvier *Bruguiera gymnorhiza* et la vase molle est criblée des terriers d'*Uca chlorophtalmus* et d'*Uca marionis*. La frange terrestre des banquettes est généralement envahie par un sable pur grossier sur lequel poussent les *Ceriops Boiviniana* et dont le peuplement endogé est constitué par *Sesarma meinerti*.

Zonation sommaire et schématique

4. Aperçu sommaire des peuplements végétaux

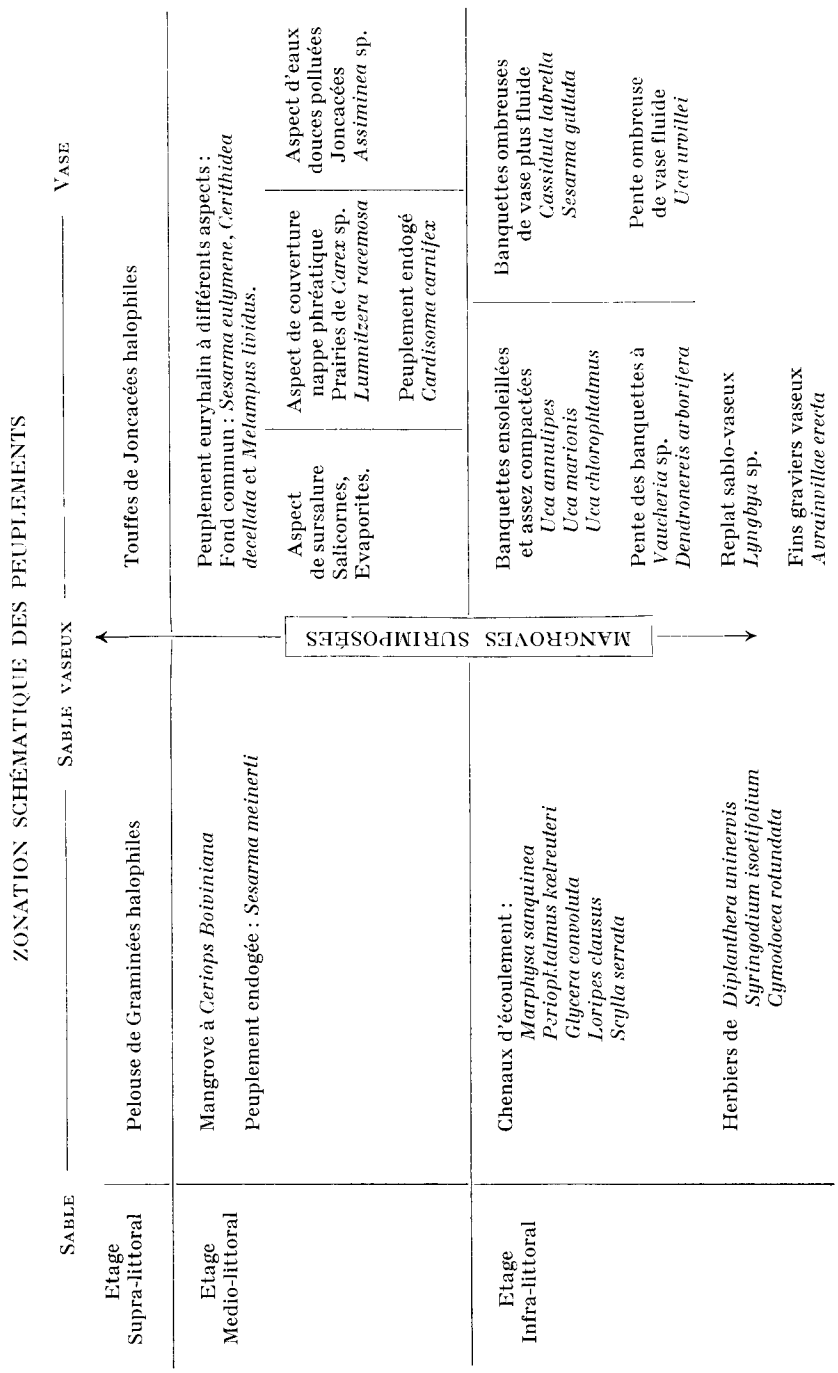
L'étude même sommaire et préliminaire du peuplement des aires sablo-vaseuses et vaseuses intertidales des régions tropicales ne saurait négliger l'importance des formations végétales qui les recouvrent depuis l'étage infralittoral jusqu'à l'étage supralittoral.

Le peuplement végétal dominant est constitué par la mangrove (forêt de « Palétuviers »). Il faut y ajouter les prairies de Salicornes, de Cypéracées et de Graminées.

La Mangrove : Pour A. Guillaumin (*Bulletin d'études malgaches*, 1928, p. 127-135), qui reprend d'ailleurs les travaux plus anciens de Perrier de la Bathie, « on donne le nom de mangrove à la formation végétale qui couvre les vases salées des embouchures et des côtes basses. Elle se divise en deux : la mangrove proprement dite qui s'étend sur les vases molles couvertes par l'eau salée à marée haute, l'autre qui se trouve à la limite de la terre ferme mais non recouverte par elle. La mangrove est essentiellement une formation d'eau salée et de boue bleuâtre à odeur bitumineuse ; on ne la rencontre jamais dans les lagunes car l'eau y est seulement saumâtre... etc. ».

En fait, il semble que l'on doive attribuer le nom de mangrove à la formation végétale arborescente ou arbustive, couvrant les zones basses d'estuaires ou du littoral où se déposent des sédiments vaseux et colloïdaux. De plus, la mangrove semble localisée dans les zones où les arrivées d'eaux douces imprègnent le sédiment d'une eau interstitielle saumâtre.

La mangrove se surimpose au peuplement animal épigé et endogé


ZONATION SCHÉMATIQUE DES PEUPLEMENTS
SABLE
SABLE VASEUX
VASE
Etage Supra-littoral
Pelouse de Graminées halophiles
Etage Medio-littoral
Mangrove à Ceriops Boivinianа
Peuplement endogée : Sesarma meinerti
Etage Infra-littoral
Chenaux d'écoulement :
Marphysa sanguinea
Periophtalmus kœlreuteri
Glycera convoluta
Loripes clausus
Scylla serrata
Herbiers de Diplanthera uninervis
Syringodium isoetifolium
Cymodocea rotundata
MANGROVES SURIMPOSÉES
Touffes de Joncacées halophiles
Peuplement euryhalin à différents aspects :
Fond commun : Sesarma eulymene, Cerithidea decellata et Metampus lividus.
Aspect de sursalure
Salicornes,
Evaporites.
Aspect de couverture nappe phréatique
Prairies de Carex sp.
Lumnitzera racemosa
Peuplement endogé
Cardisoma carnifex
Aspect d'eaux douces polluées
Joncacées
Assiminea sp.
Banquettes ensoleillées et assez compactées
Uca annulipes
Uca marionis
Uca chlorophtalmus
Banquettes ombreuses de vase plus fluide
Cassidula labrella
Sesarma gallata
Pente des banquettes à
Vaucheria sp.
Dendronereis arborifera
Pente ombreuse de vase fluide
Uca urvillei
Replat sablo-vaseux
Lyngbya sp.
Fins graviers vaseux
Avrainvillae erecta

des vases et des sables vaseux des étages infralittoral, médiolittoral, supralittoral et même adlittoral (mangroves envahies par les dunes). De toute manière, il semble bien que le système radiculaire des palétuviers soit toujours implanté au niveau de l'étage infralittoral, au sein d'un sable plus ou moins vaseux imbibé par la nappe phréatique saumâtre.

Comme Perrier de la Bathie l'avait remarqué, il existe deux types de mangroves qui diffèrent par leur localisation, par les conditions hydrodynamiques auxquelles elles sont soumises, par leur morphologie et enfin par la nature des peuplements végétaux qui les constituent.

4.1. *Les mangroves et les formations végétales des régions d'estuaire et de fond de baie* (Nord Fiherenana, Sud Fiherenana, Mahavatsy Ankalaoka, Sarodrano et Saint-Augustin).

Comme il a été dit précédemment, ces régions présentent une succession plus complète et plus variée d'atterrissements vaseux et sablo-vaseux ; la zone intertidale y est plus étendue et les peuplements végétaux, en particulier, s'y succèdent depuis l'étage infralittoral jusqu'à la végétation terrestre halophile.

4.1.1. La mangrove :

Les palétuviers des régions d'estuaires appartiennent presque exclusivement à la famille des Rhizophoracées. Ils sont caractérisés par leur fruit à graine unique embryonnée dont l'hypocotyle est très developpé (fruits en dague) ; à maturité, la graine se fiche dans le sable vaseux ou dans la vase au pied même de l'adulte, ou, si elle est transportée par flottation, sur un sédiment vaseux de mode calme (zones centrales des mangroves de transition entre les mangroves d'estuaires et les mangroves littorales). Le système radiculaire des Rhizophoracées ne comporte pas de pneumatophores.

Dans la région de Tuléar, il n'a été récolté que trois espèces de Rhizophoracées :

Rhizophora mucronata Lamk., arbrisseau haut de 4-5 m., à de nombreuses racines adventives cintrées. Des peuplements très denses de *Rhizophora mucronata* occupent la lisière marine de la mangrove du fond de la baie de Sarodrano et bordent sur toute leur longueur les chenaux assez larges qui parcourent la mangrove. Au voisinage du prolongement littoral des mangroves d'estuaires, les *Rhizophora mucronata* n'occupent plus qu'une position centrale proche de la lisière terrestre, ceci vraisemblablement en raison du mode calme qui leur est nécessaire pour se développer.

Bruguiera gymnorhiza (L.) Lamk., au port arbustif, haut de 4,5 m. et dont la base du tronc est renflée en une masse anguleuse. Cette espèce occupe essentiellement les banquettes vaseuses surélevées situées en arrière de la frange de *Rhizophora mucronata.*

Ceriops Boiviniana Tul., au port arbustif atteignant 4,5 m., dont le tronc est renflé à la base en masse anguleuse et dont les racines coudées émergent du substrat. Cette espèce occupe principalement la lisière terrestre sableuse des mangroves (Sarodrano) et constitue l'espèce la plus résistante à l'ensablement de la famille des Rhizophoracées, puisqu'elle se maintient sur les dunes qui envahissent la mangrove d'Ankibé.

A ces Rhizophoracées, il faut joindre une Combrétacée, *Lumnitzera racemosa* Willd., isolée des autres palétuviers par une prairie d'une Cypéracée indéterminée et formant des bosquets sur la lisière terrestre de la mangrove Nord Fiherenana, (route d'Ifaty).

4.1.2. Les peuplements végétaux herbacés :

On y range quatre types de formations :

— Les prairies plus ou moins denses de Salicornes qui occupent les zones sursalées de l'étage médiolittoral et voisinent avec les évaporites.

— Les prairies très étendues de Cypéracées, indéterminées encore pour la plupart. L'une (vraisemblablement un *Carex sp.*) occupant, au niveau de l'étage médiolittoral, l'horizon des vases compactées superposées à la nappe phréatique. L'autre, Cypéracée, occupant, au niveau de l'étage médiolittoral, l'horizon des sables vaseux soumis à une dessalure et à un enrichissement en matières organiques, en raison des arrivées d'eaux douces polluées (Lisière Est de l'estuaire Sud du Fiherenana, devant la ville de Tuléar).

— La frange de faible largeur, peuplée par des graminées indéterminées, qui occupe l'horizon des hautes plages sableuses de l'étage supralittoral.

— Les peuplements de Joncacées indéterminées qui occupent l'horizon de la base des dunes sableuses intercalées au sein de la mangrove de Sarodrano, et qui sont référables à l'étage supralittoral.

Il convient également de mentionner les peuplements moins denses et plus limités d'*Arthrocnemum pachystachyum* (Bunge), de *Sesuvium sp.*, de *Chenolea sp.*, ainsi que le peuplement à *Ipomea sp.* des dunes sableuses référable à l'étage adlittoral.

4.2. *Les mangroves littorales* (d'Ifaty à l'estuaire Nord du Fiherenana, du Sud d'Ankibe à Ankilibe).

Ces mangroves se distinguent des précédentes par une succession incomplète des atterrissements sablo-vaseux et vaseux ; la zone intertidale y est plus étroite et les peuplements végétaux y sont limités à l'étage infralittoral par la haute plage sableuse qui constitue la marge terrestre des atterrissements vaseux littoraux.

4.2.1. La mangrove :

Les palétuviers des mangroves littorales se réduisent à deux espèces :

Sonneratia alba Sm., (Sonneratiacées, Punicacées) au port de petit arbre de 5-8 m. de haut, dont le système radiculaire émet des pneumatophores cylindroconiques et longs de 25 à 30 cm. Le fruit est une baie globuleuse à nombreuses graines qui à maturité se détache avec la coupe calicinale et flotte, assurant ainsi une grande dispersion à l'espèce. Lorsque la coupe calicinale se détache, le fruit coule. Cette espèce est caractéristique des zones frontales et centrales des mangroves littorales.

Avicennia officinalis L., (Avicenniées, Verbénacées) au port arborescent, haut de 5-8 m., dont le système radiculaire émet des pneumatophores cylindriques, grèles et longs (45 cm.). Le fruit, vert jaunâtre, de 3 cm. de diamètre, flotte aussi lorsqu'il se détache. Cette espèce occupe la zone centrale et surtout la frange terrestre des mangroves littorales.

Les mangroves littorales s'implantent sur des banquettes de vase colloïdale dont la formation, l'extension et l'élévation sont dues aux algues filamenteuses (*Lyngbya* et *Vaucheria*). Ces algues ne se retrouvent pas sur les banquettes de vase des mangroves d'estuaire. De plus, la banquette de vase repose sur le sable plus ou moins pur qui fait suite à l'herbier de *Cymodocea* diverses de l'étage infralittoral ; ainsi, ce sable se raccorde au sable pur de la haute plage. Le système radiculaire des palétuviers se trouve au contact du sable, tandis que les pneumatophores qui en sont émis émergent de la vase colloïdale.

Lors de l'ensablement des mangroves littorales par les sables dunaires, ou par les transferts latéraux de sables marins ; c'est *Avicennia officinalis* qui domine presque exclusivement ; c'est ce que l'on observe sur la frange terrestre des mangroves littorales de Songoritelo et d'Ankilibé, de même d'ailleurs que dans la région Nord-Ouest de la baie de Sarodrano. Dans ce dernier cas précisément, les *Avicennia officinalis* forment un peuplement dense dont sont exclues toutes les autres espèces de palétuviers ; on observe que, sur le substrat sablo-vaseux, les aires d'implantations des différents systèmes radiculaires ne s'interpénètrent pas, mais s'affrontent en ménageant entre elles un espace absolument dépourvu de pneumatophores et de racines, alors que sur les banquettes de base colloïdale, les systèmes radiculaires sont enchevêtrés. Il se pourrait qu'il s'agisse là d'un phénomène d'antibiose ou plutôt d'exclusion mutuelle.

4.3. *Conditions d'établissement des mangroves* :

Les mangroves s'implantent sur les aires vaseuses et sablo-vaseuses intertidales des régions du littoral soumises à un mode très calme. Le développement des mangroves est lié de façon assez constante à la présence d'importantes arrivées d'eaux douces et saumâtres de chlorinité variant entre 2,11 et 6,22 pour mille, sous forme de résurgences ou d'une nappe phréatique en charge. Le mélange de ces eaux peu salées et des eaux marines (baignant les mangroves à marée haute, de chlorinité supérieure à 19,61 pour mille) aboutit à l'imbibition du sédiment par une eau interstitielle nettement saumâtre. De plus, pour l'ensemble des palétuviers, le bilan d'humectation continu du sédiment abritant les racines permet de rattacher ce niveau à l'étage infralittoral.

4.4. *Evolution des mangroves* :

Il n'a pas été possible d'évaluer l'âge des palétuviers des deux types de mangroves, mais il semble qu'il soit du même ordre dans les deux cas. L'évolution dynamique et l'extension des deux types de mangroves semblent actuellement limitées et toutes les régions vaseuses et sablo-vaseuses soumises à une imbibition d'eau saumâtre sont colonisées par la mangrove.

4.4.1. Evolution des mangroves d'estuaires et de fond de baie :

Les Rhizophoracées à fruit en dague s'implantant de proche en proche autour d'un pied adulte, cette progression n'a donc qu'un caractère limité. Les graines de Rhizophoracées semblent cependant susceptibles d'être transportées par les courants, mais ce sont les exigences des Rhizophoracées du point de vue hydrodynamique qui en limitent l'extension.

En ce qui concerne l'extension des mangroves d'estuaires sur les aires vaseuses, les *Rhizophora mucronata* qui occupent la lisière marine jouent le rôle de pionniers en progressant vers le milieu de la baie sur les banquettes de vase. Sur ces banquettes, et en arrière des *Rhizophora mucronata*, s'implantent les *Bruguiera gymnorhiza*, tandis que les bordures des chenaux qui s'enfoncent profondément dans les banquettes sont aussi colonisées par les *Rhirophora mucronata*. La lisière terrestre sablo-vaseuse est peuplée par les *Ceriops Boiviniana*.

Les mangroves d'estuaires sont soumises à l'envahissement des sables marins ou dunaires. Si le transport, par le vent, de sable dunaire ou l'accumulation de sable marin tendent à élever le niveau du substrat, les *Bruguiera gymnorhiza* se maintiennent sous forme d'arbustes rabougris, bien que n'étant plus baignés par les hautes mers de grande vive eau ; dans ce dernier cas, les *Avicennia officinalis*, pourtant caractéristiques des mangroves littorales, mais cependant tolérants à l'ensablement, s'installent.

Le front des mangroves d'estuaire peut être soumis à l'érosion des courants de marée qui dégagent les racines de la banquette sur les berges concaves des chenaux, tandis que les berges convexes, engraissées en sédiments vaseux et sablo-vaseux, deviennent autant de nouvelles petites aires aptes à être colonisées par les jeunes *Sonneratia* et *Avicennia* (débouché du chenal principal de la mangrove de l'estuaire Nord du Fiherenana).

4.4.2. Evolution des mangroves littorales :

L'implantation des *Sonneratia* et des *Avicennia* sur les banquettes de sable et de sable-vaseux est limitée à la frange terrestre de ces banquettes (cf. coupe n° 1). D'autre part, la chlorinité de l'eau interstitielle du sable sous-jacent est le facteur limitant de l'implantation des mangroves, même si le niveau altitudinal et la granulométrie des banquettes les rendent aptes à être colonisées par les palétuviers. En effet, sur la frange littorale d'atterrissements vaseux située au Nord de Songoritelo, l'absence d'arrivées d'eaux douces se traduit par la raréfaction progressive puis par la disparition complète des palétuviers.

Le cantonnement des palétuviers sur la frange terrestre des banquettes vaseuses est dû à l'existence d'un gradient de chlorinité perpendiculaire au littoral. Un autre fait vient à l'appui de cette hypothèse : c'est le développement de jeunes *Avicennia officinalis* sur les berges convexes des chenaux méandriformes qui drainent vers la mer les arrivées d'eaux douces de la haute plage à marée basse. Ces berges convexes sont constituées d'un sable grossier plus apte à retenir l'eau douce des écoulements que la vase colloïdale des banquettes. Le développement parallèle au rivage des mangroves littorales est en quelque sorte vérifié expérimentalement devant la ville de Tuléar ; en effet, on observe que les deux jetées construites pour l'aménagement du port, perpendiculairement au littoral ont été envasées. Sur ces atterrissements vaseux et sablo-vaseux de jeunes *Avicennia* et de jeunes *Sonneratia* se sont implantés parallèlement aux jetées.

L'envahissement de la lisière terrestre des banquettes de vase littorales par suite des transferts latéraux de sable marin à coquille de *Mesodesma glabratum* n'empêche pas les *Avicennia* de s'y maintenir et d'atteindre là leur plus belle taille (Sud de Songoritelo).

En conclusion de cet aperçu, aussi succint que préliminaire, sur les peuplements végétaux des vases et des sables-vaseux intertidaux de la région de Tuléar, il est possible de formuler quelques hypothèses dont la vérification contribuera à améliorer notre connaissance de ce type caractéristique de biotope tropical.

Tout d'abord, il est possible de distinguer, comme Perrier de la Bathie l'avait déjà fait, deux types de mangroves : les mangroves d'estuaire ou de fond de baie et les mangroves littorales.

Les mangroves d'estuaire sont presque exclusivement peuplées des diverses espèces de Rhizophoracées, dont l'implantation sur les vases et les sables-vaseux est conditionnée par : 1° d'importantes arrivées d'eaux douces ; 2° le mode très calme des régions d'estuaire et de fond de baie.

Les mangroves littorales sont presque exclusivement peuplées par *Sonneratia alba* et *Avicennia officinalis* dont l'implantation, sur les banquettes de vase colloïdale dues à l'activité des algues filamenteuses (*Lyngbya* et *Vaucheria*), est conditionnée par : 1° les écoulements d'eaux douces sur la haute plage ; 2° le mode moins calme des zones littorales.

Cependant, *Avicennia officinalis* et *Rhizophora mucronata* se rencontrent dans certaines conditions, mélés aux palétuviers du type de mangrove auquel ils n'appartiennent pas en général : 1° au contact des mangroves littorales et des mangroves d'estuaires (Nord Fiherenana), on rencontre, sur l'arrière de la mangrove littorale, mélés aux *Avicennia officinalis*, quelques *Rhizophora mucronata*, généralement jeunes, que le mode suffisamment atténué laisse s'installer ; 2° les zones sablo-vaseuses des mangroves d'estuaires (Sud Fiherenana et région Nord-Ouest de la mangrove de Sarodrano) sont peuplées d'*Avicennia officinalis* ; leur extension est limitée par le facteur salinité.

Ainsi le facteur commun limitant l'extension des deux types de mangroves est le facteur salinité. Les mangroves constituent une formation végétale occupant les vases et les sables vaseux saumâtres de la zone intertidale.

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

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

ARENES (J.). — 1954, 150e Famille : Rhizophoracées, *Flore de Madagascar et des Comores*.

CAVACO (A.). — 1954, 66e Famille : Chénopodiacées, *Flore de Madagascar et des Comores*.

GUILLAUMIN (A.). — 1928, « La mangrove Malgache et ses produits », *Bulletin d'Etudes malgaches*, pp. 127-132.

PERRIER DE LA BATHIE (H.). — 1912, « La mangrove et les plantes maritimes », *Bulletin économique de Madagascar*, XVIII, pp. 137-139.

— 1954, 148e Famille : Sonneratiacées, *Flore de Madagascar et des Comores*.

— 1954, 151e Famille : Combrétacées, *Flore de Madagascar et des Comores*.