

THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE PARIS VII
UFR DE BIOLOGIE
Discipline Biologie Végétale Tropicale

**ETUDE DE L'ECOSYSTEME MANGROVE DE LA BAIE DE
PARANAGUA (PARANA, BRESIL): ANALYSE DES IMPACTS ET
PROPOSITIONS DE GESTION RATIONNELLE.**

Florence Martin

Sous la direction de M. le Professeur Vieira da Silva.



Marée haute dans une mangrove de berge (baie das Laranjeiras)

MEMBRES DU JURY:

Président: M. Le Professeur VIEIRA DA SILVA, Université Paris VII,
Mlle le Professeur DEWOLF, Université Paris VII,
M. le Professeur TURENNE, O.R.S.T.O.M.,
Invitée: Mme ZANONI, maître de conférences Université Paris VII (responsable
scientifique des recherches sur le développement durable dans le littoral du Paraná).

Soutenue le 25 Novembre 1992.

THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE PARIS VII
UFR DE BIOLOGIE
Discipline Biologie Végétale Tropicale

**ETUDE DE L'ECOSYSTEME MANGROVE DE LA BAIE DE
PARANAGUA (PARANA, BRESIL): ANALYSE DES IMPACTS ET
PROPOSITIONS DE GESTION RATIONNELLE.**

Florence Martin

Sous la direction de M. le Professeur Vieira da Silva.

MEMBRES DU JURY:

Président: M. Le Professeur VIEIRA DA SILVA, Université Paris VII,

Mlle le Professeur DEWOLF, Université Paris VII,

M. le Professeur TURENNE, O.R.S.T.O.M.,

Invitée: Mme ZANONI, maître de conférences Université Paris VII (responsable scientifique des recherches sur le développement durable dans le littoral du Paraná).

Soutenue le 25 Novembre 1992.

Les fouillis de concepts sont plus impénétrables que les mangroves...

E. Orsenna, L'exposition Universelle.

AVANT PROPOS

Le travail présenté a pu être réalisé et mené à son terme grâce à l'appui, l'aide et les encouragements de mes professeurs, collègues doctorants et amis. Je leur exprime ici toute ma reconnaissance.

En premier lieu, ma gratitude va à M. le Professeur P. da Cunha Lana, Directeur du Centre de Biologie Marine de l'Université Fédérale du Paraná au Brésil qui m'a accueillie pendant près d'un an et demi dans son laboratoire. Son aide efficace dans les moments difficiles, le soutien et l'intérêt constants qu'il a montré tout au long de ce travail m'ont permis de mener cette recherche à son terme. Je lui suis gré d'avoir consenti d'en être le rapporteur.

La préparation et le travail de terrain n'auraient pu être menés à bien sans l'équipe de chercheurs et stagiaires du Centre de Biologie Marine. J'adresse mes remerciements à Rheda Kolm pour le prêt du matériel électronique, à Erminda Couto pour les nombreuses "conversations scientifiques", à Arno Blankeistein, Sibelle Disaró, Carlos Soares et ses stagiaires pour leur aide constante sur le terrain, à Sergio Netto et Marcelino Suzuki pour les déterminations d'espèces, à Teresinha Absher pour les informations sur les marées dans la baie de Paranaguá et à Giselle Sessegolo pour ses travaux ponctuels effectués sur les mangroves de la baie ainsi qu'à tous les autres.

Magda Zanoni n'est pas seulement l'invitée de ce jury. C'est l'initiatrice du programme de recherches sur la gestion des ressources naturelles dans le cadre d'un développement durable, dans lequel s'inscrit la présente recherche. Elle a apporté l'orientation nécessaire à l'approche des relations société-nature et les corrections après lecture. C'est très sincèrement que je lui adresse mes remerciements.

Ce projet regroupe plusieurs travaux. Mes remerciements et encouragements vont à T. Naizot, géographe thématique, M. D. Rougeulle, géographe de la mer, L. Miguel de Andrade, agronome, tous trois en phase finale de thèse.

M. le Professeur Turenne a manifesté un intérêt bienveillant au cours de mes recherches, et a permis l'obtention d'un certain nombre de résultats relatifs à la sédimentologie et à la minéralogie des argiles. Je lui suis très reconnaissante d'avoir accepté d'être le rapporteur de ce travail, ainsi que de le juger.

Mlle le Professeur Dewolf a souvent porté son regard de géographe à tous mes travaux et m'a toujours soutenue au cours de mes études. Je lui suis très reconnaissante de m'avoir accueillie dans son laboratoire pour y effectuer la majeure partie de mes études granulométriques. Je la remercie infiniment d'avoir corrigé ce travail ainsi que de le juger.

M. Le Professeur Vieira da Silva a accepté de diriger cette recherche et de présider mon jury. Il m'a prodigué des conseils à des moments difficiles. Pour cela, je lui témoigne toute ma gratitude.

Sans le soutien financier du **Ministère des Affaires Etrangères**, à travers l'obtention de deux bourses successives LAVOISIER, cette étude n'aurait probablement pas eu lieu. Je remercie notamment MM. S. François et D. Saigneur.

M. le Professeur Angulo, dirigeant le service environnement de l'IPARDES, a rendu possible une partie de ce travail par le prêt des photos aériennes, mission 1980. Je l'en remercie vivement ainsi que lui suis gré de m'avoir permis de l'accompagner au cours de sa recherche de terrain sur la géologie du quaternaire dans la baie de Paranaguá.

Je remercie M. le Professeur Marius de l'ORSTOM pour nous avoir prêté pendant six mois une pelle à vase qui nous a permis de retirer des carottes de sédiment et pour m'avoir prodigué ses conseils.

Mmes Hotyat et Blanc-Pamard ont montré un grand intérêt à la lecture du plan précédant la phase de rédaction. Je les remercie de m'avoir apporté leurs vues et approches méthodologiques.

Cette recherche a été grandement facilitée par les services de l'IBAMA, au travers de Mlle Vivekananda pour les conseils et prêts de photos, M. Domit pour le prêt des bateaux, M. Von Bergh pour l'accueil à l'antenne de Guaraqueçaba. Qu'ils soient ici remerciés.

Un certain nombre d'informations ont été recueillies auprès des services cartographie (prêt de photos aériennes) et juridique (dons de livres) de l'ITCF.

Les données météorologiques ont été fournies en grande partie par le service curitibanais de l'INMET.

L'aide sur le terrain et en laboratoire a été apportée par trois stagiaires successives, notamment Celma Baggio et Izabella Swierczinski à qui je souhaite bonne continuation dans leurs études.

Je dis merci à MM. Assinard et Kadiri du laboratoire de géographie physique de Paris VII pour m'avoir aidée pendant la phase des analyses sédimentologiques.

Que Mmes Delaune et Millot du centre ORSTOM à Bondy soient ici remerciées pour m'avoir énormément aidée en traitant une partie du matériel sédimentaire et réalisé la minéralogie des argiles.

Je dis un grand merci à Bizunest Tamru pour avoir effectué les analyses statistiques du zonage des photos aériennes.

Je remercie toute l'équipe administrative et technique du Centre de Biologie Marine, les conducteurs de bateaux de l'IBAMA, sans qui les sorties de terrain n'auraient pas eu lieu de façon aussi efficace et agréable.

Je suis enfin gré à Pamela Caillens pour avoir traduit le résumé en langue anglaise.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
1. UN HUMIDE ANNEAU DE JUNGLES ET DE MARAIS	7
1.1 Le contexte physique du littoral du Paraná.	10
1.2 La baie: théâtre d'une confrontation entre terres et eaux.	16
1.3 Occupation du territoire de la baie.	27
2. PERCEPTION GLOBALE DE LA MANGROVE.	36
2.1 Une unité végétale parmi d'autres.	37
2.2 La mangrove: une unité fonctionnelle.	41
2.3 Produits tirés de la mangrove dans la baie.	51
2.4 Panorama des recherches sur les mangroves au Brésil et dans la baie.	55
2.5 Une apparente homogénéité dans les représentations spatiales actuelles de la mangrove.	61
2.6 La mangrove dans la baie: une unité de conservation.	63
3. OU IL EST DIT QUE LA MANGROVE EST COMPOSITE.	69
3.1 Matériels et méthodes.	70
3.2 Résultats et classification des facteurs physico-chimiques	81
3.3 Résultats granulométriques, minéralogiques et classification des sédiments.	84
3.4 Résultats concernant la végétation.	102
3.5 Résultats de la photointerprétation.	138
4. DES RESSOURCES DIFFERENCIEES	144
4.1 Des mangroves exceptionnelles.	145
4.2 Une diversification liée aux facteurs régionaux et locaux dans la baie.	151
4.3 Une diversification au niveau des espèces de mangrove.	155
4.4 Une diversification des peuplements de mangrove.	163
4.5 Une diversification dans le mode de représentation spatiale.	172
5. ANALYSE DES IMPACTS DES ACTIVITES HUMAINES SUBIS PAR LES MANGROVES DE LA BAIE.	184
5.1 Matériel et méthode d'études.	185
5.2 Etudes de cas: progression urbaine dans la mangrove.	186
5.3 Autres activités humaines constituant des impacts pour la mangrove.	200
6. LES ANTAGONISMES AUTOUR DE LA MANGROVE DANS LA BAIE.	207
6.1 Exploitation et inexploitation des ressources offertes par les mangroves	208
6.2 Les inconséquences des activités autour de la mangrove de la baie.	212
6.3 Les lacunes de la protection juridique sur la mangrove de la baie.	216
7. LES PRINCIPES GENERAUX D'UNE GESTION RATIONNELLE DES MANGROVES DE LA BAIE.	225
7.1 Un rééquilibrage des forces.	226
7.2 Planning écologique des ressources naturelles.	229
7.3 Nouvelles données juridiques.	238
CONCLUSION GENERALE	242
TABLE DES MATIERES	262

SIGLES ET ABREVIATIONS

AEIT	Area de Especial Interesse Turístico, interesse toute la région littorale.
APA	Area de Proteção ambiental de Guaraqueçaba.
ARIE	Area de Relevante Interesse Ecológico.
CBM/UFPR	Centro de Biologia Marinha da Universidade Federal do Paraná.
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente.
EIA	Estudo de Impacto Ambiental.
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão rural.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Economico e Social.
ITCF	Instituto de Terras, Cartografia e Florestas.
IPAMA	Instituto PARanaense de Meio Ambiente, nouveau (regroupe ITCF et une partie de la SUREHMA).
RIMA	Relatorio do Impacto sobre o Meio Ambiente
SUREHMA	Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente, Secretaria do estado do Meio Ambiente, Paraná.
SPU	Servicio do Patrimonio da União.
UFPR	Universidade Federal do Paraná.

INTRODUCTION

La mangrove, écosystème typique des littoraux intertropicaux humides, s'étend au Brésil sur près de 3300 km, depuis l'embouchure de l'Oiapoque (2° lat. N) jusqu'à l'Etat du Santa Catarina (28° 30' lat. S). On assiste depuis peu dans ces contrées amphibies à l'émergence d'une nouvelle problématique alliant la protection de la nature au développement.

Dans le complexe estuarino-lagunaire formé par la baie de Paranaguá (Etat du Paraná, Sud du Brésil), l'étude de la mangrove s'ouvre dans un cadre plus large de conservation face à l'intensification des activités économiques. Les mesures de protection de cet écosystème, fruits d'une politique au coup par coup, y interdisent toute activité sous le seul prétexte de son extrême fragilité et excluent totalement les populations qui y habitent et qui l'exploitent.

Le souci de conservation et de développement de cette région littorale encore délaissée passe par un plan de gestion des ressources naturelles qui permette le maintien des conditions de renouvellement des écosystèmes et la survie et le développement des populations locales. Le projet mis en place dans le cadre d'un développement durable privilégie des études complémentaires: l'analyse des écosystèmes littoraux par télédétection (T. Naizot), celle des agrosystèmes (L. Miguel de Andrade) et celle socio-économique des activités des communautés littorales de pêcheurs (M.D. Rougeulle).

Dans ce contexte, notre étude sur la mangrove doit permettre d'énoncer les modalités de son exploitation dans le sens de l'harmonisation de la conservation et du développement de cette partie du littoral.

L'utilisation des ressources naturelles de la mangrove dans la baie de Paranaguá est induite par la connaissance, apportée après une année d'études sur le terrain, de son ou plutôt de ses fonctionnements. Notre objectif majeur est donc d'étudier les caractéristiques structurales de la mangrove en tenant compte de sa différenciation régionale. Le contexte physique du littoral est détaillé dans le chapitre 1. Après avoir observé, dans le chapitre 2 que la mangrove est perçue à divers points de vue comme une unité élémentaire, nous nous attachons à montrer qu'elle est plurale.

L'analyse du compartimentage de la mangrove à partir de descripteurs biotiques, abiotiques et du zonage de photos aériennes fait l'objet du chapitre 3. Le chapitre 4 offre une typologie des peuplements dont la source provient des croisements successifs et échelonnés des données obtenues. A l'issue de cette discussion la classification des mangroves de la baie est proposée en fonction de leurs potentialités et la cartographie des peuplements au 1: 25 000 est présentée.

Les différents conflits qui causent des dommages à la mangrove dans la baie sont analysés dans le chapitre 5 puis sont comparés dans le chapitre 6 à ceux qui dominent dans le contexte des mangroves de "l'ancien Monde". Les débordements des montages juridiques, ainsi que leurs incompatibilités d'usage y sont aussi expliqués dans le contexte du littoral du Paraná. Nous donnons ensuite une nouvelle option qui allie l'utilisation et le renouvellement des ressources de l'écosystème mangrove dans la baie à un système plus adapté de protection et de conservation (chapitre 7).

Nous espérons ainsi offrir, au moins dans les limites que nous nous sommes fixées, c'est à dire à partir de l'apport des connaissances écologiques, géographiques et humaines, une nouvelle perception des mangroves dans la baie de Paranaguá.

1. UN HUMIDE ANNEAU DE JUNGLE ET DE MARAIS

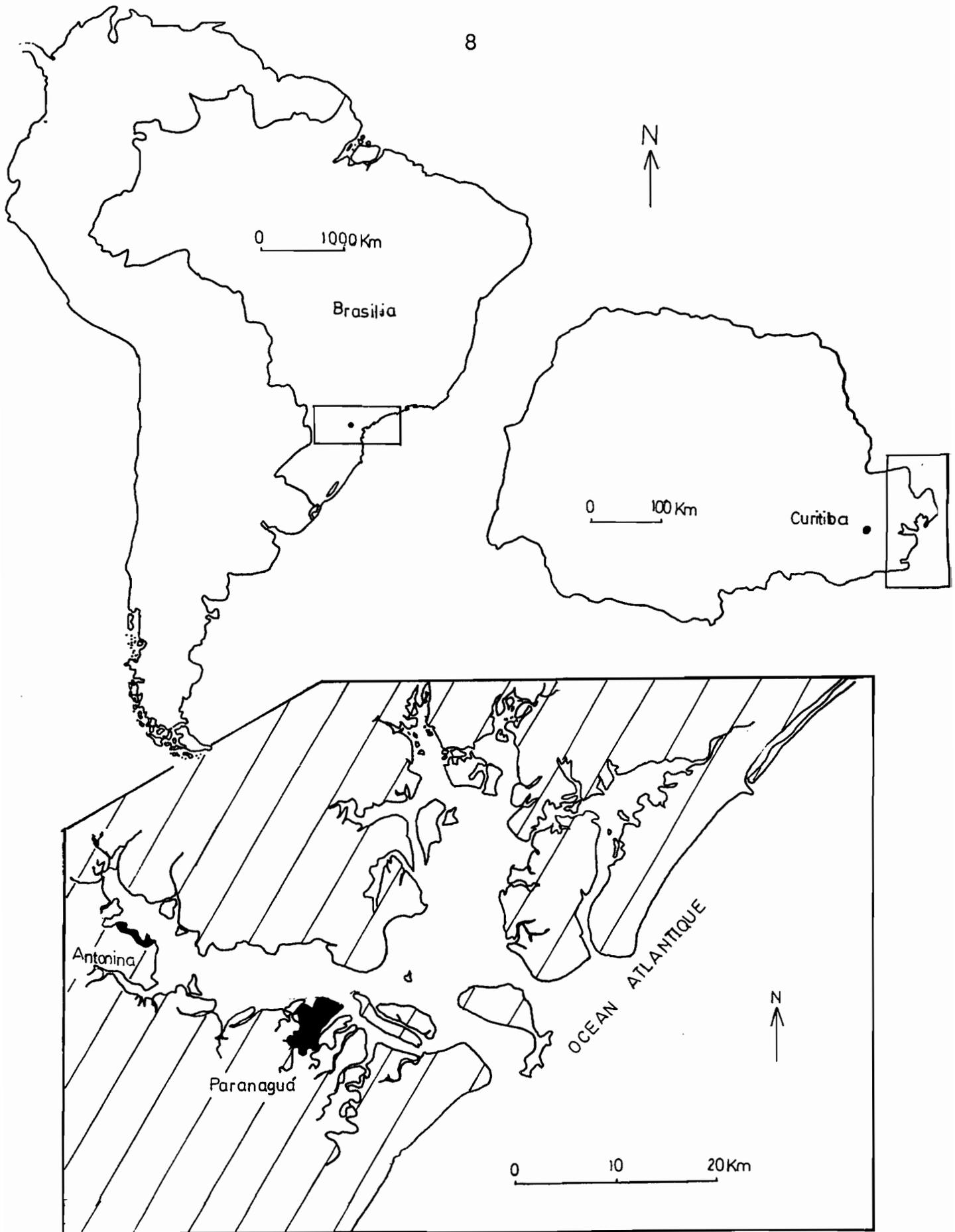


Fig. 1: Le Brésil au 1:50 000 000, l'Etat du Paraná au 1:7 000 000 et la baie de Paranaguá au 1:500 000.

1.1 Le contexte physique du littoral du Paraná.

Située entre la Serra do Mar et la mer, la baie de Paranaguá (Lat: 25°,16-34'S; Long: 48°, 17-42'W) est la composante essentielle du littoral du Paraná (Fig. 1). Son fonctionnement étroitement lié aux cadres physiques et naturels offre un décor favorable au développement des mangroves.

La baie de Paranaguá (Fig.2) est un système estuarino-lagunaire s'étendant sur près de 500 km². Elle se présente en forme de double Y avec de nombreuses ramifications, chaque partie portant un nom: baie de Paranaguá, baie d'Antonina, baie de Laranjeiras, baie de Guaraqueçaba, Anse do Benito... Pour plus de commodités nous appellerons le tout baie de Paranaguá. Elle est contenue selon Schaeffer-Novelli et alii (1986) et Diegues (1988) dans le vaste complexe estuarino-lagunaire Iguape-Cananeia-Paranaguá. L'extension de ce système, les différences structurales et morphologiques rencontrées entre cette baie et celle d'Iguape-Cananeia (São Paulo) et enfin la séparation physique entre les deux par l'île Comprida vont à l'encontre de cette fusion.

1.1.1 "La première et la plus dure marche" (Levi-Strauss).

La Serra do Mar agit comme une barrière séparant le littoral des hauts-plateaux à divers points de vue (Fig. 3).

Elle représente selon Maack (1968) une serra marginale, bordant sur une longueur de près de 3000 km le littoral Sud et Sud-Est du Brésil, et qui circonscrit en partie la table en pente des trois hauts-plateaux intérieurs du pays. Ce rempart côtier doit son existence au relèvement du socle pré-Cambrien, bouleversé ensuite en partie par d'importantes intrusions granitiques au Cambrien, puis par deux phases tectoniques (Crétacé et Tertiaire). Ce long bourrelet côtier constitue en fait le premier gradin des hautes terres brésiliennes qui s'abaissent insensiblement jusqu'au bassin de l'Amazonie. Dans la baie de Paranaguá, elle culmine au lieu du Pic du Paraná à 1922 m (Maack, 1942), et forme la ligne de partage des eaux de deux bassins-versants de tailles inégales.

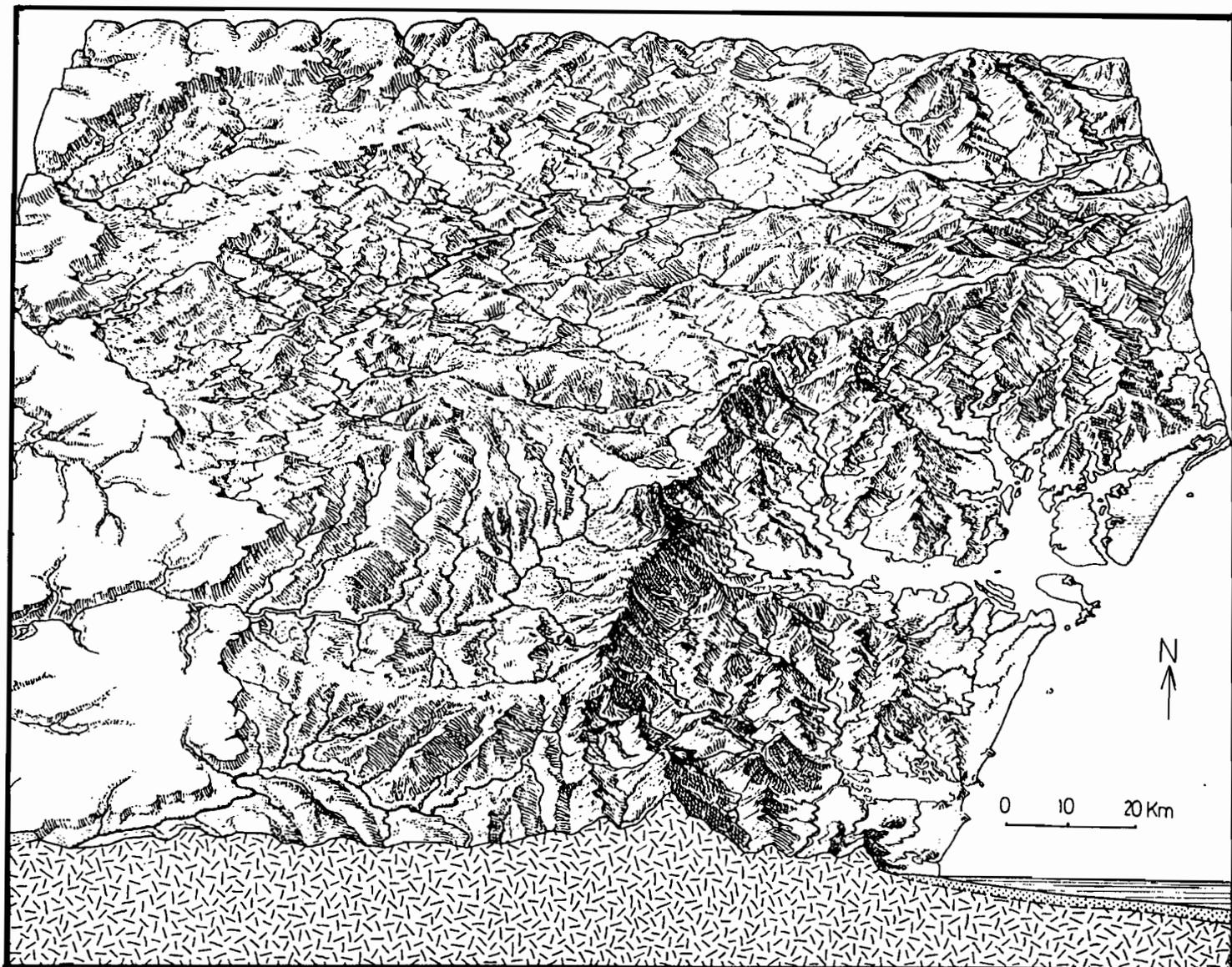


Fig. 3: Bloc diagramme représentant, de l'Ouest vers l'Est, l'escarpement de failles de la serrinha, le premier "planalto", la serra do Mar et la plaine côtière du Paraná (Bigarella, 1978, e: 1/100000).

1.1.2 Le climat subtropical et les vents dans la baie.

La barrière orographique de la Serra do Mar s'exprime au niveau climatique. Elle bloque au-dessus de la baie de Paranaguá les masses d'air chaud atlantique. La fluctuation du climat tropical continental, avec la remontée des masses polaires empruntant le couloir andin jusqu'à l'Etat de Rio de Janeiro, affecte également cette partie du littoral.

L'altitude permet de différencier le climat dans la baie. Jusqu'à 700m d'altitude, le climat est subtropical mésothermique à été chaud, selon la classification de Koeppen (moyenne annuelle: 21,1°C, estivale: 24,3°C, d'après Bigarella, 1978); au delà, jusque sur les cimes, l'été y est frais (IPARDES, 1988). L'air humide provenant de l'Atlantique se réchauffe et se condense au contact du continent favorisant la formation de brouillards et brumes dans la baie.

L'amplitude thermique ne varie pas notablement au cours de l'année. Il est possible cependant de distinguer deux "saisons" dans la baie (Tab.1).

- La période qui s'étale de novembre à mars est la saison chaude (température moyenne du mois le plus chaud, janvier: 25°C). La température moyenne atteint 24,5°C avec des maxima absolus de 41°C, et des minima absolus de 9,4°C (de 1931 à 1988, données INMET). C'est aussi la saison humide, il y pleut en moyenne 227,4 mm par mois (maximum journalier en mars : 224,6mm).

- La saison froide, des mois d'avril à septembre (température moyenne du mois le plus froid, juillet: 17,1°C). La moyenne des températures mensuelles y est de 18,8°C, soit 5°C de moins environ que celle de la saison chaude. Le minimum absolu atteint 2,3°C (juillet). Le maximum absolu est de 37,5°C (septembre). L'on ne peut dire de cette période qu'elle est sèche car la pluviométrie est toujours supérieure à 2T (Fig. 4), cependant l'on note une baisse notable des chutes de pluie (en fréquence et en quantité) avec une moyenne mensuelle de 111,4mm.

MOIS	mov. temp. max. (°C)	mov. temp. min. (°C)	temp. max. abs. (°C)	temp. min. abs. (°C)	temp. mov. compensée (°C)	Pluvio.tot. (mm)	max. pluvio./24h	ETP (mm)
Jan.	29,8	21,9	41,0	15,8	25,0	291,8	193,7	84,9
Fév.	29,9	21,9	40,2	16,0	24,9	295,5	190,5	69,9
Mars.	29,0	21,0	37,5	12,7	24,5	271,4	224,6	70,9
Avril.	26,7	18,4	36,6	5,0	22,0	150,0	157,8	61,2
Mai	24,7	16,2	35,8	2,6	19,7	129,4	88,2	53,9
Juin.	22,8	13,8	33,2	2,6	18,1	93,7	80,2	50,0
Juil.	21,3	13,8	34,8	2,3	17,1	83,3	72,4	50,3
Aout.	22,4	14,2	36,6	3,8	17,7	84,0	61,0	57,2
Sept.	22,6	15,2	37,5	6,4	18,3	128,4	94,4	54,7
Oct.	24,3	16,3	35,8	8,3	20,2	149,8	73,4	69,1
Nov.	26,0	18,0	38,4	8,0	22,0	153,6	152,3	80,9
Dec.	28,3	20,2	39,2	9,4	23,8	202,5	101,8	83,7
ANNEE	25,6	17,6	41,0	2,3	21,1	2033,3	224,6	786,8

Tab. 1A: Climat de la baie de Paranaguá (source: INMET, Port de Paranaguá, 1931-1988).

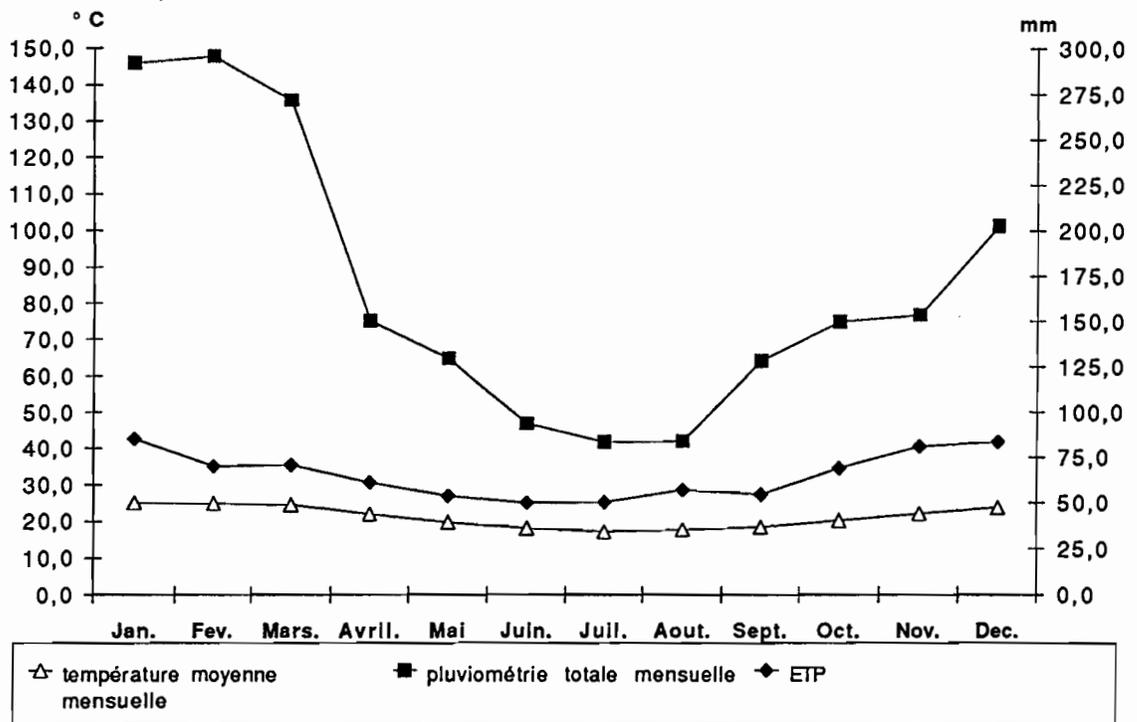


Fig. 4: Diagramme ombrothermique de la baie de Paranaguá (source: INMET, Port de Paranaguá, 1931-1988).

Nous avons recueilli dans la bibliographie, des chiffres comparables sur la pluviométrie des différentes stations météorologiques de la baie¹. Ils concernent la période 1975-1984 et montrent une variation de la pluviométrie en fonction de l'altitude et de la position géographique (plaine littorale (a), ou parties internes de la baie (b)).

Stations	altitudes en m	total pluie annuel (mm)	nombre de jours annuels de pluies
IPANEMA (a)	2	2068	168
Riv. GUARAGUASSU (a)	7	2378	135
PARANAGUA (PORT) (a)	5	2038	185
ANTONINA (b)	74	2220	181
GUARAQUECABA (b)	10	2668	186
Riv. GUARAQUECABA (b)	9	2808	174
Riv. TAGACABA (b)	73	2837	216

Tab. 1B: caractéristiques pluviométriques des stations météorologiques disséminées dans la baie de Paranaguá (source IPARDES, 1988).

* Les vents.

La fréquence et la vitesse moyenne des vents varient en fonction de leur secteur tout le long de l'année (fig. 5). De septembre à février, on note une prédominance en fréquence des vents de secteur Est (12,4% sur cette période) ayant une vitesse moyenne de 4,8 m/s. Les vents du Sud sont en général les plus rapides (vitesse moyenne annuelle: 4,9m/s). De septembre à novembre, ils sont plus fréquents et plus puissants (5,6m/s), c'est donc pendant cette période que les mangroves sont susceptibles de subir des dommages. En mars, avril, juin et juillet, les vents de secteur Ouest, peu rapides font leur apparition. Une rose des vents régulière où les vents ne sont pas rapides est enfin observée au mois d'Août.

¹ Le réseau météorologique appartenant à plusieurs organismes (INMET-Instituto Nacional de Meteorologia-, Port de Paranaguá, SURHEMA -Superintendencia de Recursos Hidricos e Meio Ambiente-, UFPR-Universidade Federal do Paraná) a de nombreuses stations disséminées dans la baie; le recueil des informations météo s'en trouve souvent malaisé.

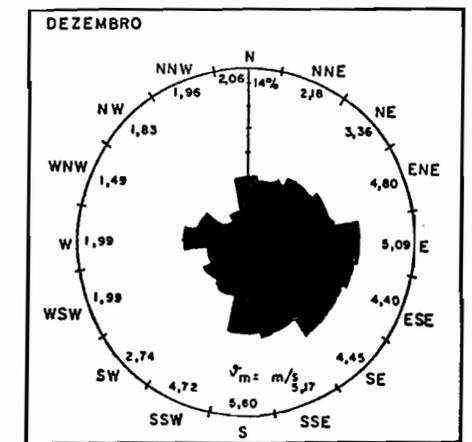
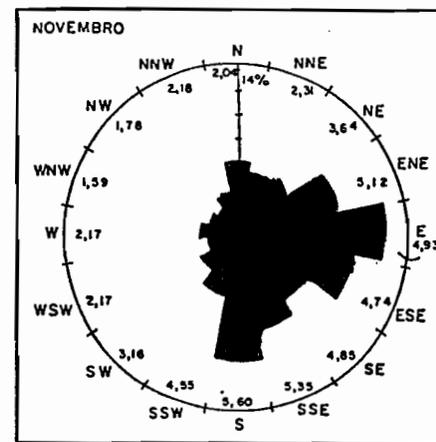
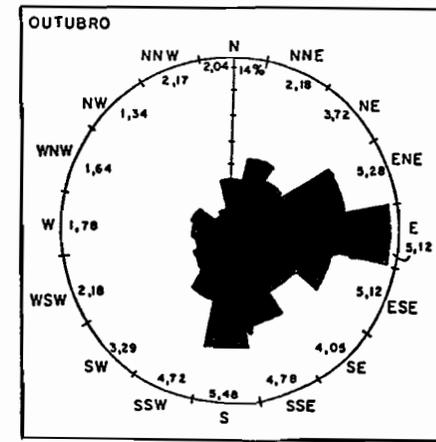
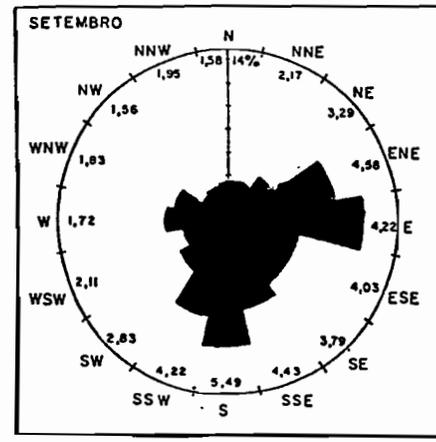
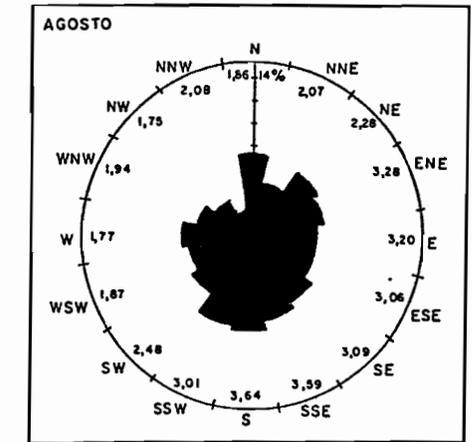
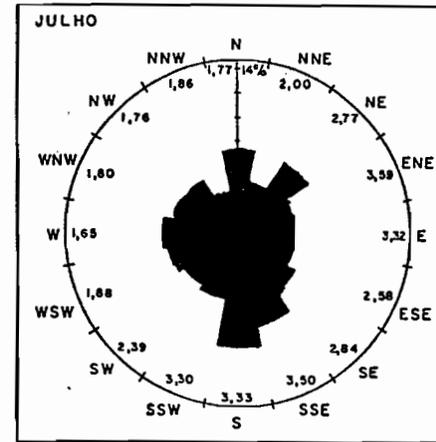
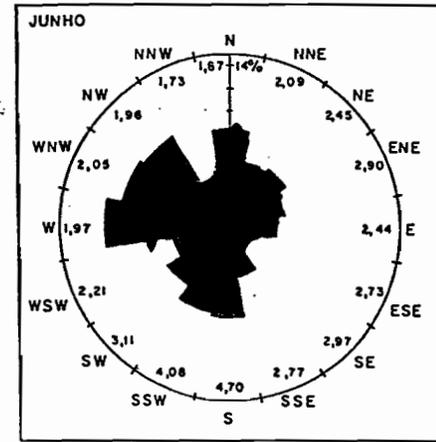
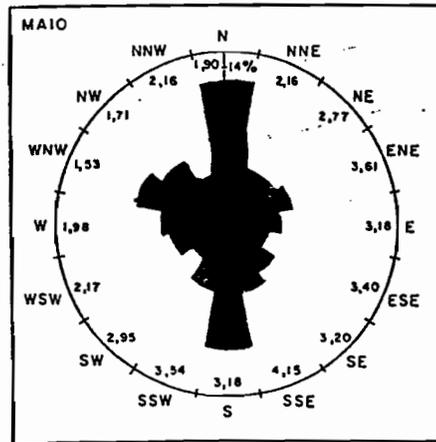
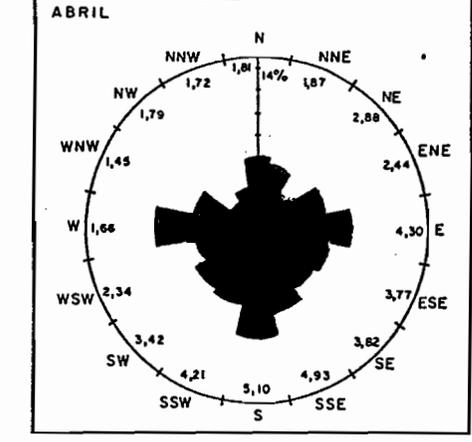
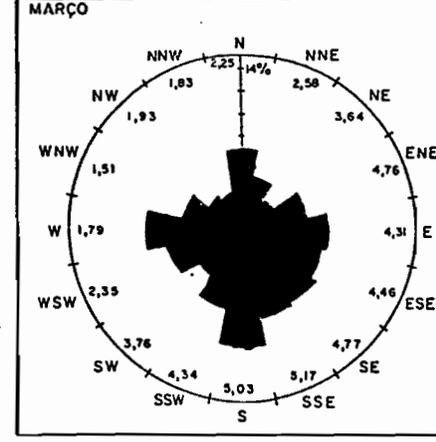
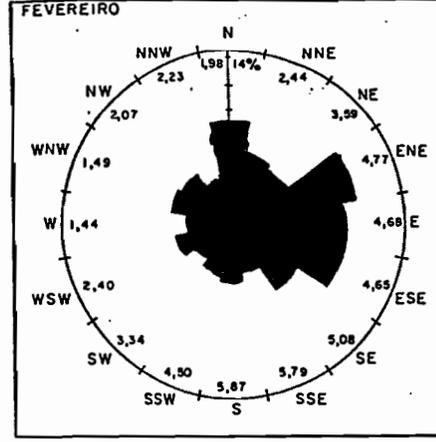
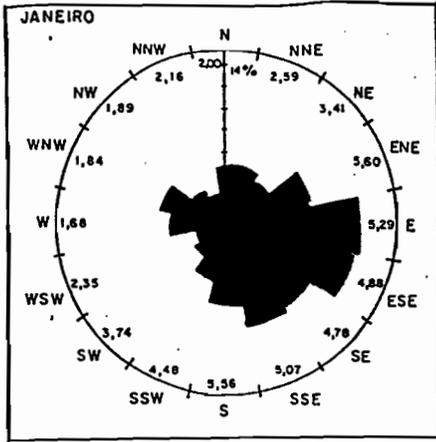


Fig. 5: Roses des vents mensuelles (Soares, 1990).

1.2 La baie: théâtre d'une confrontation entre terres et eaux.

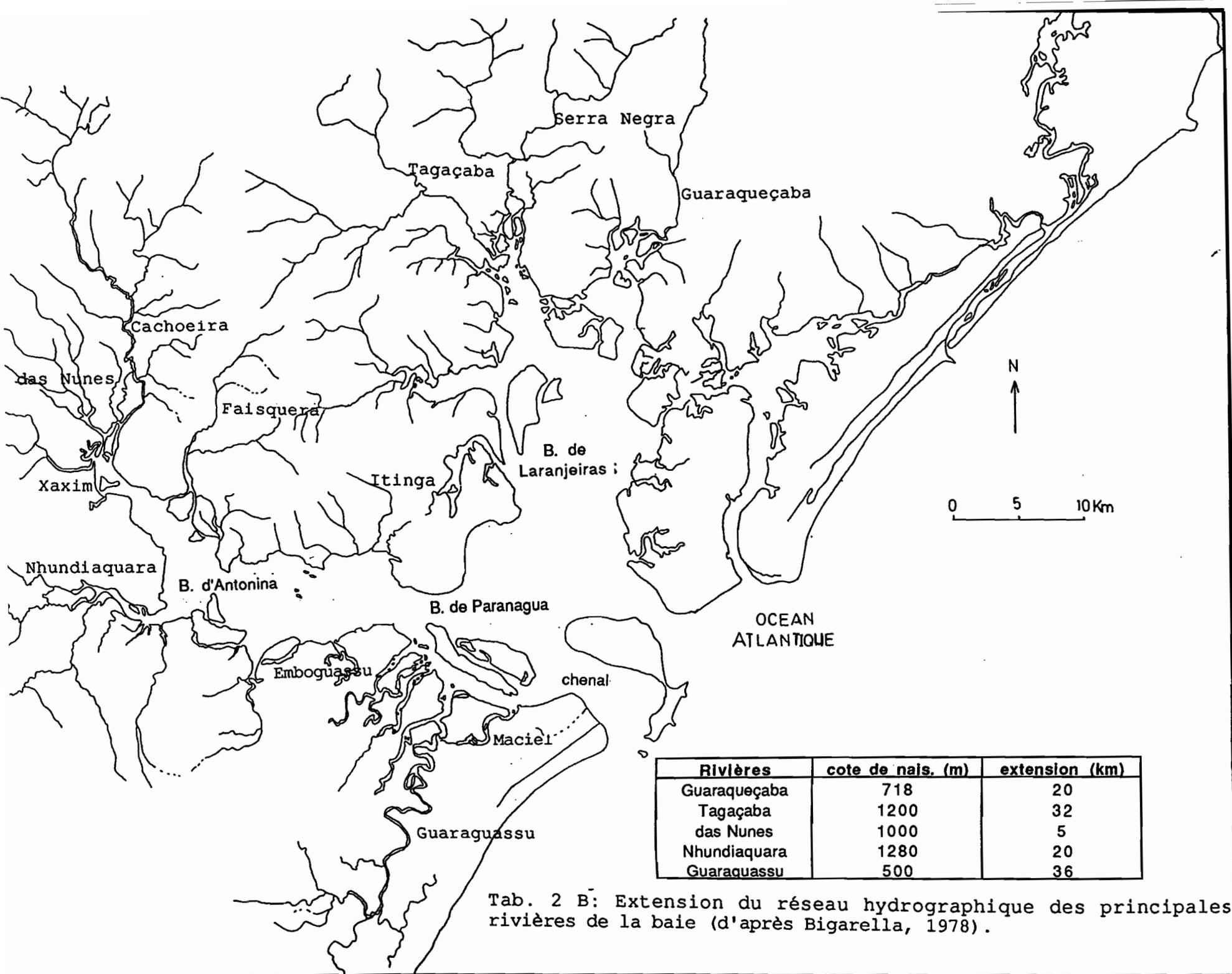
1.2.1 Les masses aqueuses.

Les deux phénomènes majeurs qu'ont été la surrection des Andes et l'épanchement basaltique du bassin Paraná, corrélaires de la rupture de la plaque afro-américaine et de l'ouverture du bassin atlantique ont réactivé les anciennes lignes tectoniques et ont induit des déformations à grand rayon de courbure. Les intenses déformations cassantes ont accentué les reliefs de la Serra do Mar et y ont individualisé des blocs (Maack, 1968). Ce même auteur a subdivisé la baie de Paranaguá en quatre sous-bassins-versants alimentant les quatre principales baies de la région littorale du Paraná (cf. Tab 2.A). Ils se concentrent dans une bande haute et étroite et représentent une grande importance en ce qui concerne les réserves d'eaux dans la baie, ainsi qu'une considérable énergie érosive potentielle (Bigarella, 1978). Le réseau hydrographique qui draine sur quelques kilomètres seulement (Tab. 2.B) les 2000 mm de pluies annuelles, penné en amont, à caractère torrentiel, s'assagit en aval en convergeant vers les plaines. De multiples rivières débouchent sur tout le pourtour de la baie (Fig. 6). Le réseau hydrographique appartenant à la plaine littorale montre des drains de faible compétence, surtout influencés par l'action constructive marine. Ce sont les "gamboas" ou chenaux de marées (tidal creeks) qui facilitent la pénétration des eaux marines dans la plaine littorale.

La baie de Paranaguá a un contour très découpé et s'échancre profondément, jusqu'à 44km dans les terres. Elle offre deux voies de pénétration aux eaux marines, de part et d'autre de l'île do Mel à son entrée. Ces voies divergent et s'évasent ensuite vers l'intérieur: les baies de Paranaguá *stricto sensus* et de Laranjeiras sont les lieux de rencontre entre eaux douces continentales et eaux salées marines.

La baie de Paranaguá qui est le grand distributaire d'axe Est-Ouest présente une profondeur moyenne de 5,4 m (max: 33m) et pour une surface de 260 km² contient un volume d'eau de $1404 \times 10^6 \text{m}^3$ (Knoppers et *al.*, 1987).

La baie de Laranjeiras (Nord/Nord-Est), moins profonde, d'une surface approximative de 200 km², accueille un volume d'eau de $500 \times 10^6 \text{m}^3$ (opus cité, 1987).



Rivières	cote de nais. (m)	extension (km)
Guaraqueçaba	718	20
Tagaçaba	1200	32
das Nunes	1000	5
Nhundiaquara	1280	20
Guaraguassu	500	36

Tab. 2 B: Extension du réseau hydrographique des principales rivières de la baie (d'après Bigarella, 1978).

Fig. 6: Réseau hydrographique de la baie de Paranaguá au t.250000.

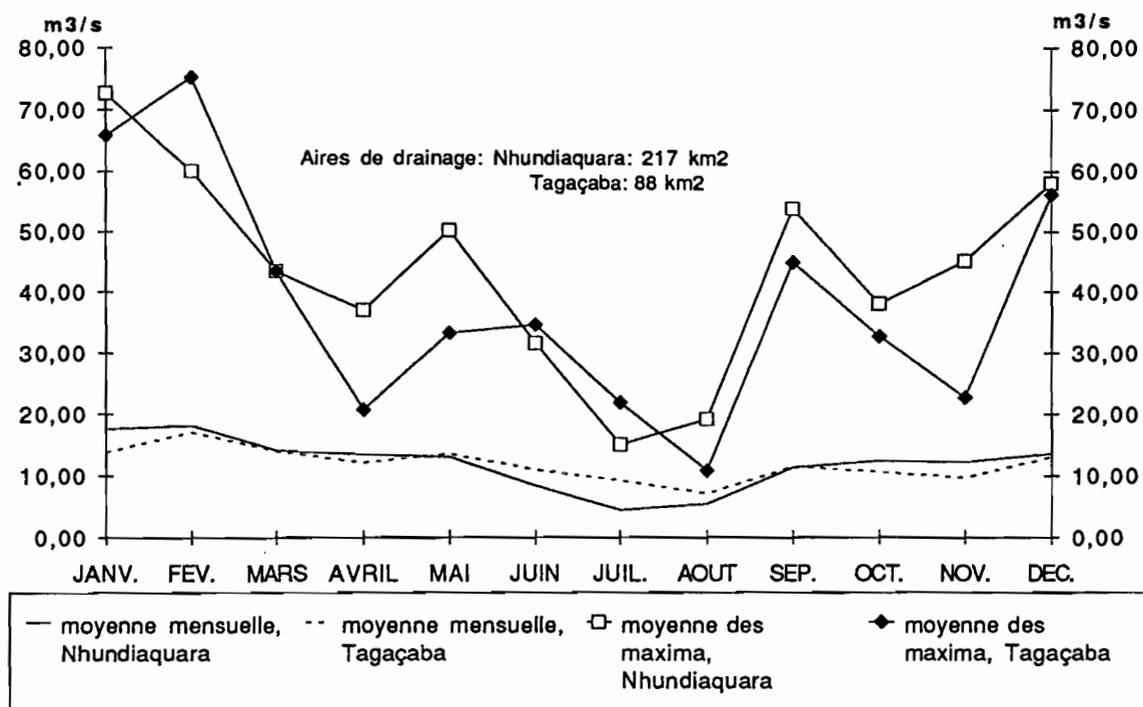


Fig. 7: Variations annuelles des débits (moyens et maxima) des rivières Nhundiaquara et Tagaçaba (source: DNAEE, 1991, période 1983-1989).

Bassins-versants	Aires de drainage	Superficie (km ²)	Rivières principales
Serra Negra	B. das Laranjeiras	1443	Guaraqueçaba, Tagaçaba, Serra Negra, Morato, Açungui, Itaqui.
Serra dos Orgões	B. de Antonina	1000	R. das Nunes, Cachoeira, São Sebastião, Conceição, das Pedras...
Serra do Marumbi	B. de Nhundiaquara	311	Nhundiaquara, Jacarei, Marumbi...
Serra da Prata, Plaine littorale	B. de Paranaquá	607	Guaraguassu, Maciel, Jacarei...

Tab. 2 A: Caractéristiques générales des bassins-versants de la baie de Paranaquá (d'après Maack, 1968).

Rivières	Aire de drainage (km ²)	débits moyens de longue période	débits minima décennaux	débits maxima annuels	débits maxima quinquennaux	débits maxima décennaux	débits maxima sur 50 ans
Tagaçaba	98,5	3,44	0,61	-	-	-	-
Guaraqueçaba	198,8	5,96	1,27	66,4	79,4	92,5	121,3
Morato	32,5	0,98	0,21	10,9	13	15,1	19,8
Serra Negra	440,3	15,41	2,73	172,4	206	240	314,9
Itaqui	37,8	1,32	0,23	15,8	18,4	21,6	28,7
Cachoeira	414,4	16,58	5,84	206,5	235,2	279,4	376,8
das Nunes	53,4	2,14	0,32	25,6	28,9	34,4	46,5
Nhundiaquara	440,6	17,62	4,98	149,7	179,2	216,6	299
Guaraguassu	267,8	8,03	1,63	130,4	155,3	184,1	247,3

Tab. 3: Valeurs des débits moyens, minima et maxima des rivières principales de la baie de Paranaquá (source: SURHEMA, 1991).

Les débits moyens des rios débouchant au Nord s'échelonnent de 3,44m³/s (rivière Tagaçaba) à 15,3m³/s (rivière Serra Negra) (SUREHMA, 1988). Le régime annuel des rivières Tagaçaba et Guaraqueçaba dépend en grande partie du régime des pluies puisqu'il montre une période d'étiage correspondant au mois de juillet, ainsi que les débits les plus forts pendant les mois de novembre, décembre, janvier (Fig. 7).

Pour des aires de drainage importantes, certaines rivières ont des débits moyens de longue durée importants. Les maxima annuels, quinquennaux, décennaux et sur 50 ans, atteignent de très fortes valeurs (Tab. 3).

Les valeurs de débits moyens de quelques rivières, référencés aux tailles des bassins-versants (Tab.3) nous permettent d'évaluer, avec une grande marge d'erreur (toutes les rivières ne sont pas prises en compte), l'alimentation en eaux douces des deux principaux compartiments de la baie: la baie de Paranaguá (de l'embouchure jusqu'à sa zone plus amont) recevrait en moyenne 72,35 m³/s, la baie de Laranjeiras, 48 m³/s. Ces chiffres sont probablement sous-estimés, car Knoppers et *al.*, (1987) avaient évalué à 75 m³/s l'alimentation en eaux douces dans la seule partie médiane de la baie de Paranaguá, compte tenu de sa profondeur, et de son volume.

Les marées présentent un marnage maximum de 2,5 m. et minimum de 0,5 m.. Le marnage moyen se situe autour de 0,8 m. (Fig. 8.A). Le cycle journalier varie: il est marqué par une inégalité diurne (quatre périodes inégales) pendant les marées de faible à moyen coefficient et suit un modèle semi-diurne (deux périodes inégales), pendant celles de syzgie (Knoppers et *al.*, 1987).

Bien que les modèles de circulation des eaux soient encore inconnus dans la baie, l'étude menée par Knoppers et *al.* (1987) a révélé un comportement différent des masses d'eau dans les différentes sections analysées: les principaux échanges d'eau entre la mer et la baie de Paranaguá, pendant le flot, se font dans les sections médianes des deux principaux distributaires. Le flot est marqué par une hétérogénéité spatiale verticale et horizontale. Au jusant, ces mêmes auteurs ont noté une fragmentation des eaux provenant de la baie de Laranjeiras, une partie se mélangeant avec les masses d'eau de la baie de Paranaguá, *stricto sensus*.

En période d'étiage, les eaux de l'estuaire sont partiellement mélangées, alors qu'en période estivale, caractérisée par de fortes pluies, elles montrent une stratification marquée (Knoppers et *al.*, 1987; Naizot, en cours) (Fig. 8. B, 8.C, 8.D).

Les températures des eaux de surface varient: en hiver, elles ont une moyenne de 20°C et se répartissent de manière homogène dans la baie, en été, une moyenne de 30°C. Pendant cette saison, on observe de faibles gradients de température des eaux de surface (Brandini et *al.*, 1988).

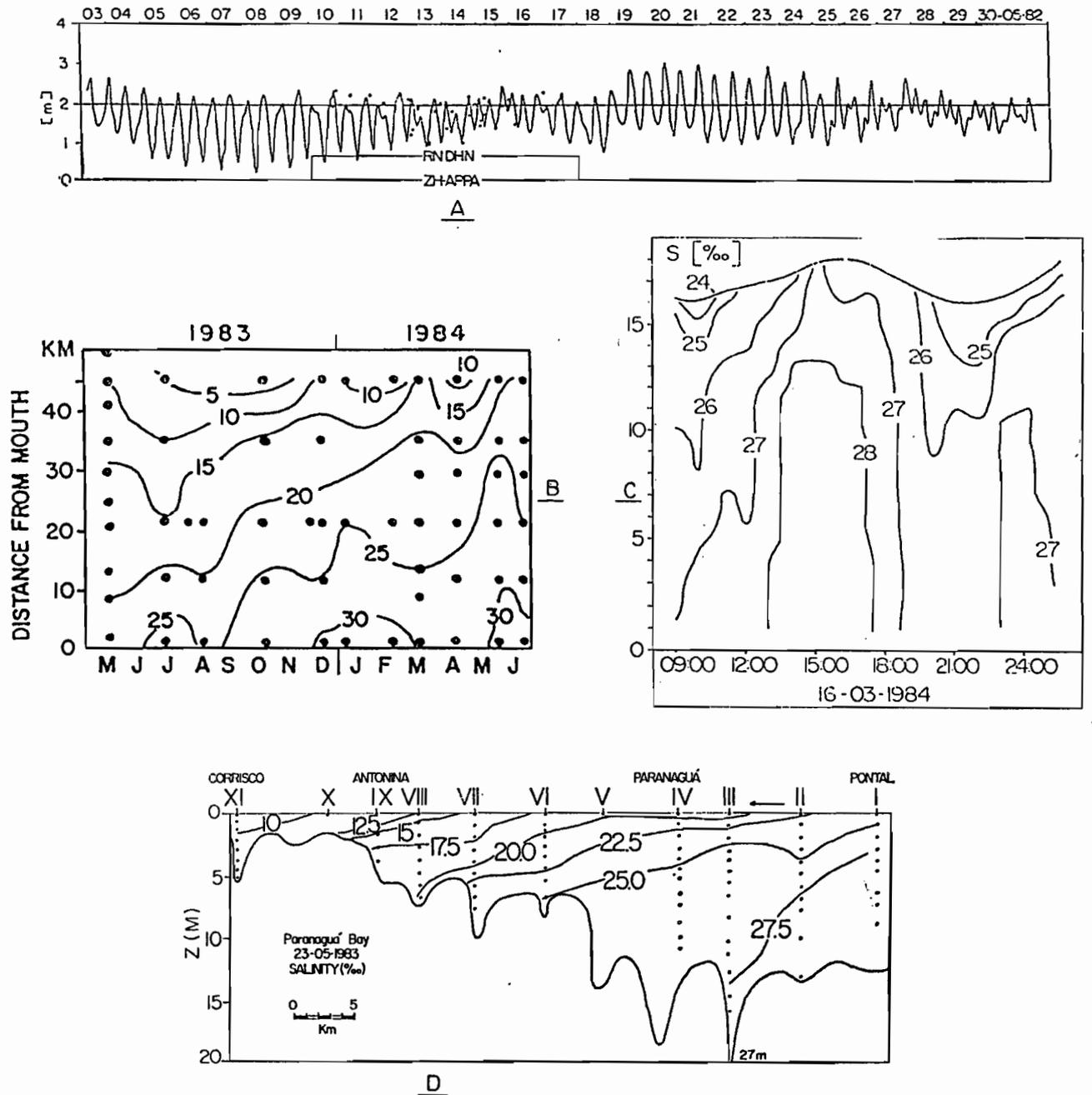


Fig. 8: A: Spectre mensuel des marées au niveau du port de Paranaguá.
 B: Fluctuation annuelle de la salinité, de surface de l'entrée de la baie à l'amont.
 C: Variation de la salinité en profondeur au cours d'un cycle de 24 heures.
 D: Distribution verticale de la salinité en début de marée montante dans la baie de Paranaguá de l'embouchure (Pontal) à l'amont (Corrisco).
 (sources Knoppers et al., 1987).

1.2.2 Les masses sédimentaires dans la baie.

La grande partie du matériau terrigène dans la baie est issu des versants abrupts des serras régionales. Le vieux socle archéen est composé autour de la baie de Paranaguá de roches cristallines affleurantes: migmatites, gneiss, granites et amphibolites. Les noyaux durs des serras régionales issus des intrusions granitiques du pré-Cambrien qui ont coupé les migmatites de façon discordante sont composés de granite d'anatexie, leucocrates (Bigarella, 1978). Les failles orientées Nord-Ouest/Sud-Est sont à l'origine de faisceaux de diabase et d'andésite qui donne des dykes érigés de façon très régulière, bordés par des quartzites (T. Naizot en cours). La succession de climats, chaud et humide (altération géochimique des roches, favorisée par les fractures et escarpements) et aride (décapage), a contribué à l'accumulation de colluvions et d'alluvions continentaux au pied de la Serra do Mar. L'étroite concavité basale parsemée de morros (formes en demie-orange décrites par Tricart (1974), et par T. Naizot, thèse en cours) est reliée vers aval à une plaine côtière d'une vingtaine de kilomètres de large, façonnée par les variations eustatiques, après les 2 périodes de transgression marine (Pléistocène 12000 ans av.J.C.: + 12m; Holocène, 5000 ans av.J.C.: + 5m). Les caractéristiques lithologiques des sédiments dans la baie de Paranaguá ont permis à Suguio et Martin (1988) de différencier les sédiments d'origine continentale, mal triés (notamment colluvions et alluvions), amenés par les rivières, des apports d'origine marine qui donnent des sables bien triés (Fig.9).

Les chiffres atteints par les débits solides totaux journaliers (méthode de Colby) sont importants bien que variables (riv. Tagaçaba: 24,83 t/jour, 74,58 t/jour pour la riv. Nhundiaquara). Les pics se rapportent aux mois les plus pluvieux, le maximum de 566t/j a même été atteint en novembre 1984 (Fig. 10).

Pendant les périodes d'étiage, les débits solides peuvent varier énormément d'une rivière à une autre (Manassès et alii, 1987). Le bilan sédimentaire qui se rapporte au transport par les rivières a été évalué par ces mêmes auteurs à 33 tonnes/an/km² pour une moyenne de pluies de 2000 mm/an. Ce chiffre est, selon T. Naizot sous-évalué, car il ne tient pas compte des variations temporelles et spatiales des pluies dans la baie.

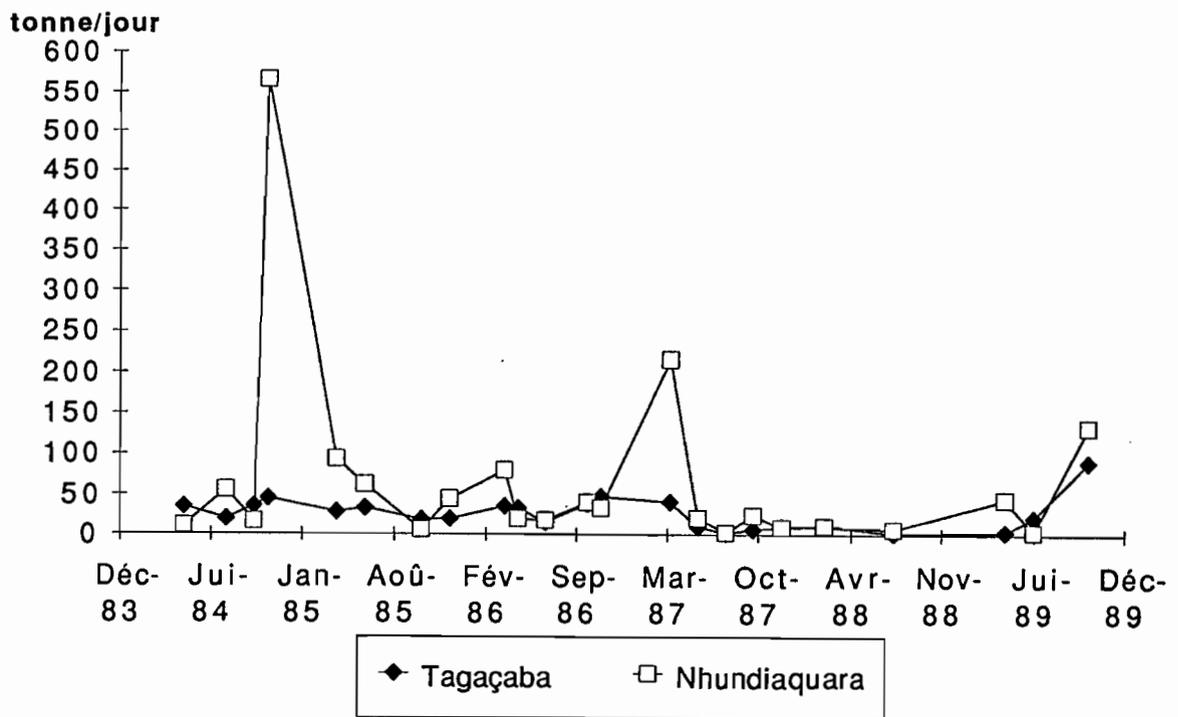
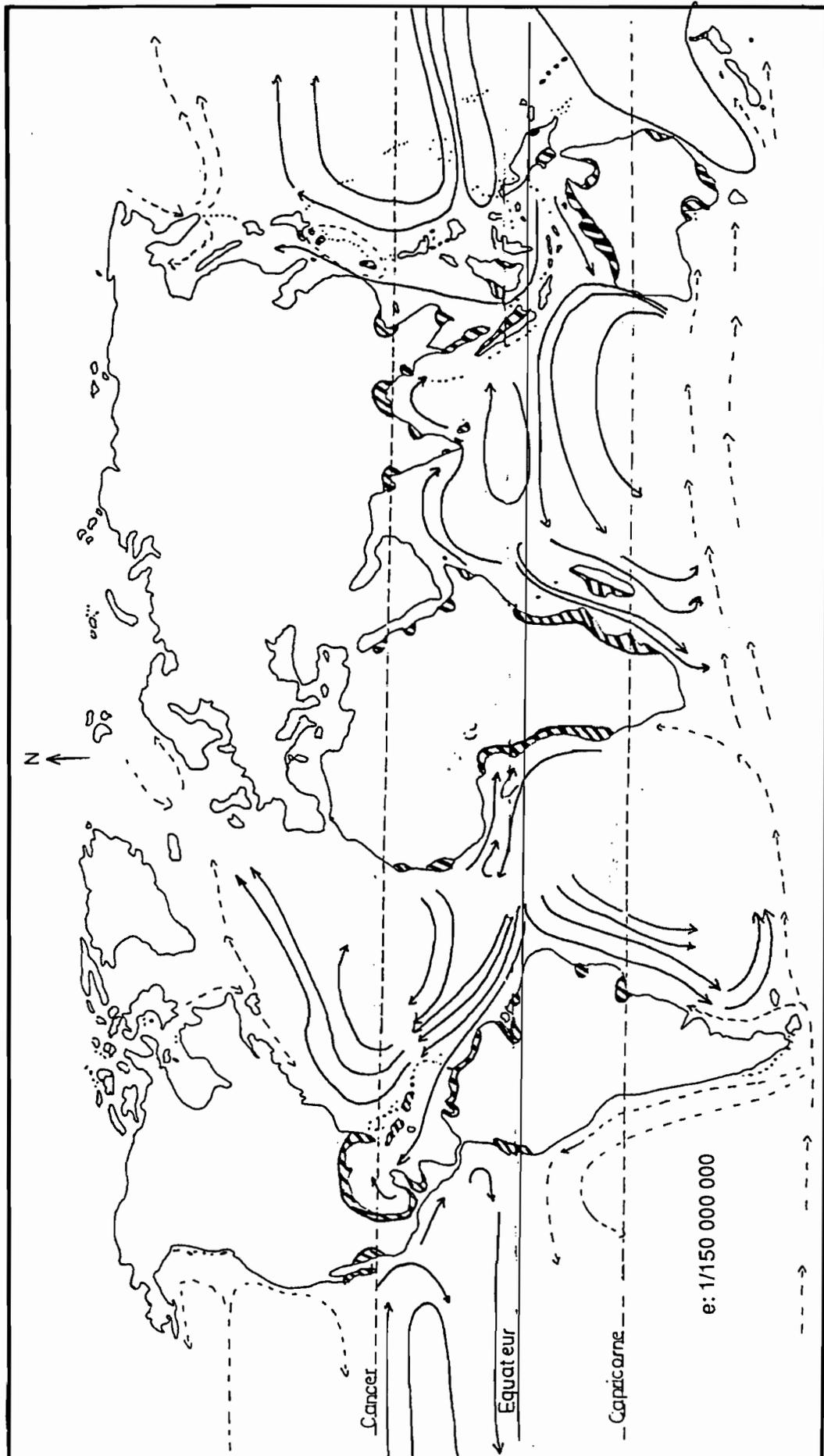


Fig. 10: Débits solides totaux journaliers des rivières Nhundiaquara et Tagaçaba (source DNAEE: 1991).

Nous utilisons le terme **wadden** pour qualifier les sédiments argilo-sableux d'une double origine (continentale et marine) qui se retrouvent dans toute la frange amphibie de la baie, dans les endroits protégés. Selon la définition de Verger (1983), les wadden sont normalement constitués de sédiments vaseux, mais leur principal élément d'unité est le marnage, ce qui nous autorise à utiliser ce terme. Ils sont séparés en deux domaines (position et fréquence d'inondation): la **slikke**, zone intertidale par excellence, constituée de la basse-slikke (découverte aux marées basses de syzigie), de la slikke médiane (entre la limite des basses et hautes mers moyennes) et de la haute slikke, et le **schorre** (recouvert par les hautes marées de syzigie). D'une surface totale de 310 km², ces wadden accueillent les mangroves et également d'autres écosystèmes adjacents, typiques de plaine de balancement des marées (Angulo et al., 1991). La nature de leur matériel sédimentaire sera spécifiée localement et régionalement grâce aux analyses sédimentologiques, les modes de dépôt dépendant aussi des conditions hydrodynamiques locales et des morphologies régionales.

Fig. 11: Distribution mondiale des mangroves. (d'après Chapman, 1975 et Baker, 1977).
 (Courants chauds ———> et froids ----->). Noter l'absence des mangroves sur la côte
 Ouest de l'Amérique du Sud due à l'influence du courant froid de Humboldt.



1.2.3 Les mangroves à l'émergence des masses aqueuses et sédimentaires.

La mangrove est un type de végétation côtière, boisée, qui frange d'ordinaire les rivages et estuaires vaseux des régions tropicales et subtropicales (Blasco, 1975). Selon Chapman, le développement de cet écosystème est optimal dans les estuaires tropicaux (Fig.11). La mangrove, formation halophyte pionnière des dépôts argilo-sableux récents est composée, dans la baie de Paranaguá, de trois espèces, communes au littoral brésilien (Schaeffer-Novelli, 1986, Dias-Brito, 1979): *Avicennia schaueriana* (mangue siriúba), *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) et *Laguncularia racemosa* (mangue branco). Elle trouve, dans la baie, des conditions favorables à son installation, sa survie et son développement (Fig.12):

1. Le climat subtropical détermine sa présence au dépens d'une végétation amphibie littorale, tempérée, non boisée, présente plus au Sud (Lagoa dos Patos).
2. Le rivage découpé et très échancré de la baie la protège des assauts des vagues océaniques et des vents rapides de secteur Sud.
3. Le dépôt et la rétention d'un matériel sédimentaire très abondant autorise la formation de wadden, sur près de 310 Km², investis par la mangrove. Ces franges amphibies ont une double origine sédimentaire. Dans les parties amont de la baie, le fin matériel sédimentaire, issu du domaine continental, est très favorable au développement de la mangrove. Celle-ci qui, selon Blasco (1984), s'installe indifféremment sur du sable, de la vase ou de la tourbe, trouve aussi dans la plaine littorale sableuse, façonnée au cours du quaternaire, des sites propices à son expansion.
4. Les eaux marines qui pénètrent jusque dans les parties très amont de la baie se mélangent avec les eaux douces provenant des bassins-versants, occasionnant ainsi des conditions de salinité favorables à la mangrove. La salinité est le facteur essentiel d'exclusion des plantes terrestres au profit de celles de mangrove qui sont des halophytes facultatives (Chapman, 1977), hormis *R. mangle* (Schnell, 1976).
5. Le marnage et la pluviométrie induisent des conditions hydrodynamiques nécessaires au maintien de cette végétation particulièrement adaptée au domaine intertidal: les mouvements d'eau établissent des successions d'ennoiement, toléré par les plantes, et d'émersion, nécessaire au fonctionnement de l'écosystème.

Fig. 12: Répartition des mangroves dans la baie de Paranaguá, au 1/250000 (d'après carte du "zoneamento do litoral," 1989).



1.3 Occupation du territoire de la baie.

1.3.1 Une colonisation de la baie rythmée par les "cycles" régionaux.

Les premiers témoins d'une occupation du littoral du Paraná sont les "Sambaquis". Ces amas de coquilles de mollusques, pouvant atteindre 100m de diamètre, construits par les habitants des zones côtières constituent de véritables pièces archéologiques. Selon Martin et Suguio (1988), qui les ont utilisés comme indicateurs des variations eustatiques, la position de certains d'entre eux indiquerait une étendue lagunaire largement supérieure à l'actuelle, liée à un niveau plus haut de la mer, ou la submersion d'autres, un niveau plus bas. Au nombre de 147 dans la baie de Paranaguá, certains ont été datés. Leur âge varie de 5050 ± 220 à 1250 ± 150 années av.J.C. (Martin et Suguio, 1988). Ils contiennent notamment de nombreuses coquilles d'huîtres, preuve de l'abondance de ces bivalves .

En 1549, commence l'exploration de cette partie du littoral de l'Amérique du Sud par les portugais. Commencée au lieu de Superagui, la découverte de la baie se poursuit vers l'intérieur, l'île de la Cotinga étant un des premiers sites révélés aux yeux des voyageurs. Avec la découverte de l'or en 1638 dans la serra Negra (Nord de la baie de Guaraqueçaba), commence la colonisation par les populations venant du littoral pauliste (Cananeia, Ile do Cardoso) des rivages des nombreux rios débouchant dans la baie. La capitainerie de Paranaguá instaurée en 1640 couvre tout le territoire de la baie. L'implantation des villes de Paranaguá, au Sud de la baie, en 1649, et d'Antonina, à l'Ouest, en 1712, précède l'installation des populations de plus en plus à l'amont des rivières. Les jésuites seront enfin les précurseurs à l'ascension de la Serra do Mar, qui jusqu'en 1823 reste périlleuse (St Hilaire, 1823). En 1880, le municipio de Guaraqueçaba est déclaré indépendant. Son commerce de bananes, les activités portuaires d'Antonina, qui exportait le minerai produit dans la serra, et de Paranaguá, où transitait notamment l'herbe à mate vers Buenos Aires et Montevideo donnent à la baie un véritable souffle économique.

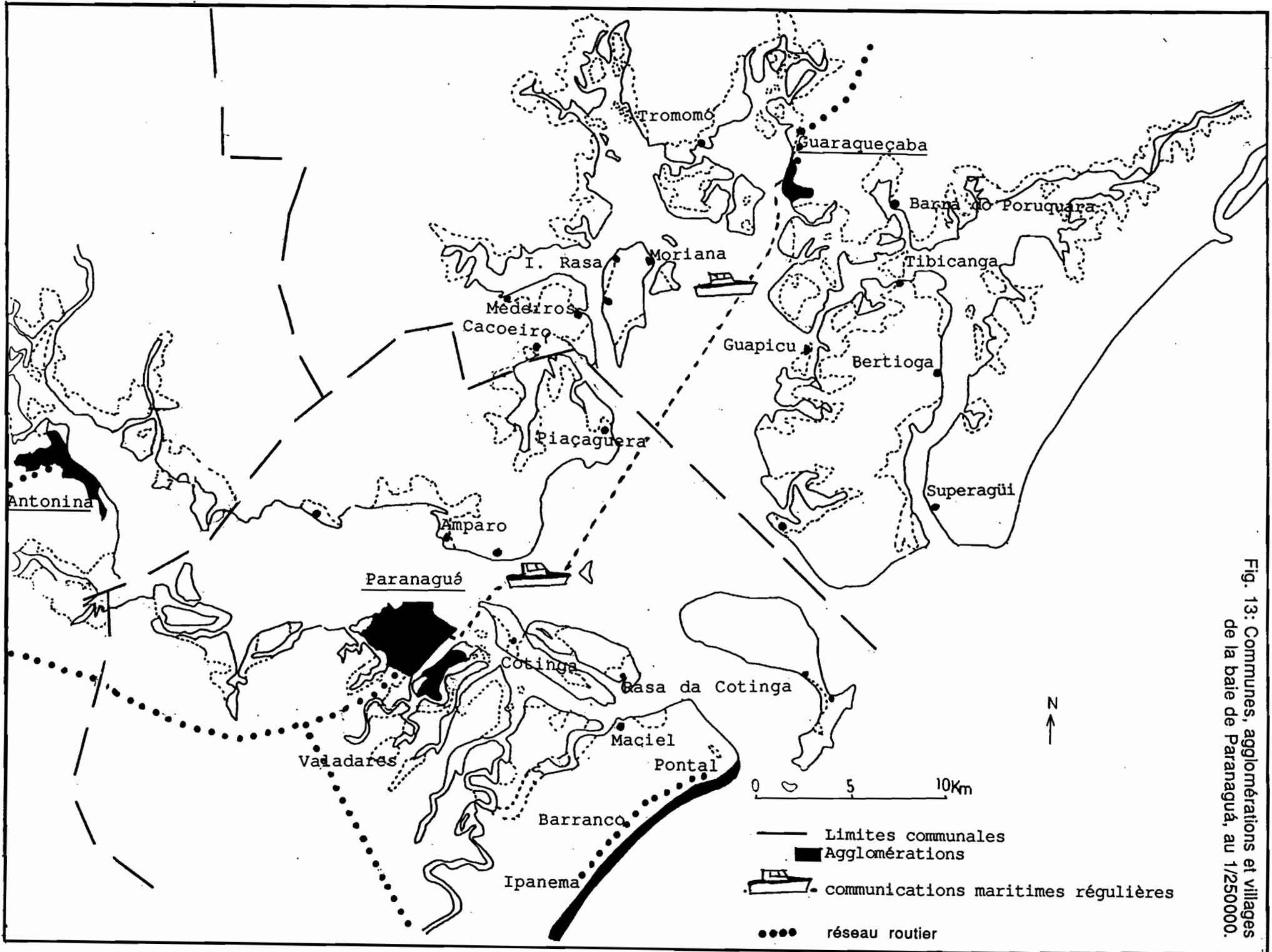


Fig. 13: Communes, agglomérations et villages de la baie de Paranaguá, au 1/250000.

Des maisons de notables richement décorées se construisent le long des ports, elles tombent maintenant en décrépitude, faute de soins et à cause du climat, aussi insalubre pour les habitants (St-Hilaire).

L'envasement du port industriel d'Antonina, la chute du cours des bananes à Guaraqueçaba ont entraîné l'oubli de ces villes dans le fond de la baie au début du XXème siècle, au profit du port de Paranaguá, plus proche de la façade océanique et qui a connu un véritable essor avec le creusement du canal da Galheta, l'installation du port franc du Paraguay, et la production de soja. Cet oléagineux donne maintenant à la baie une dimension internationale, le Brésil en étant le premier exportateur mondial.

1.3.2 Emprises actuelles.

De part et d'autre de la Serra, le paysage agricole est fortement contrasté. La monoculture intensive, à moyens très perfectionnés, déroule de longs champs de soja sur les hauts-plateaux.

Dans la baie, la verdure crue des bananeraies dans les talwegs profonds, celle tendre des rizières dans les marais littoraux, ou encore le vert émeraude des mornes mité par les champs de manioc, tranchent sur le vert profond de la "Mata Atlântica" qui tapisse les flancs de la Serra. Cette agriculture de subsistance s'oppose aux cultures maraîchères de piémont dans la région d'Antonina.

Les communications entre les hauts-plateaux et le littoral du Paraná se limitent à deux routes. La Voie Express BR277, construite en 1965, a désenclavé cette portion du littoral brésilien qui était resté à l'écart de l'économie du Paraná. Cette route tranche les parois montagneuses, surplombe les ravins profonds et montre des signes d'effondrement au droit des glissements de terrain activés lors des fortes pluies estivales. Elle est le siège de passages incessants des camions descendant des hauts-plateaux pour décharger leur soja au port de Paranaguá, ou de ceux, remplis de produits maraîchers destinés aux marchés de Curitiba. La route de la Graciosa (la "gracieuse"), plus ancienne, pavée et glissante, héritage de la colonisation jésuite, conduit les touristes dans la moiteur de la baie jusqu'à Morretes.

Une route court ensuite le long de la baie, vers le Nord, égrenant au passage des hameaux, traverse Antonina, Morretes, puis se transforme en piste jusqu'à Guaraqueçaba, commune la plus isolée de la baie. Une liaison maritime tri-hebdomadaire est la source principale d'échanges entre les villes de Paranaguá et de Guaraqueçaba (Fig. 13). Au Sud, dans la plaine littorale, une route rectiligne relie Paranaguá, le port, à ses plages ouvertes sur l'Atlantique.

La région littorale de l'état du Parana comprend 5 "municipios" qui sont l'équivalent de nos communes: Guaratuba et Matinhos qui entourent la baie de Guaratuba, au Sud du littoral du Paraná. Guaraqueçaba, Antonina, Paranaguá et Morretes se partagent le territoire de la baie de Paranaguá, les 3 premières s'ouvrant directement sur ses eaux (Fig. 13).

Communes	Surface (ha)	Pop.totale (1970)	Pop.totale (1988)
Guaraqueçaba	186543	7722	7600
Antonina	31964	16675	20000
Paranaguá	34786	72066	110889
Total	253229	96463	138489

Tab. 4: Surface et population des communes ouvertes sur la baie de Paranaguá. Sources: diagnostics municipaux (EMATER, 1970, 1988), Plan Directeur de Paranaguá (1991).

M.D. Rougeulle (thèse en cours) a analysé les sources de l'augmentation de la population littorale de Guaraqueçaba enregistrée en 1967: la crise agraire dans les villages de l'estuaire amplifiée par un mouvement de spéculation foncière ont fait migrer, il y a une vingtaine d'années, les populations vers le littoral. 20% des familles des villages de l'intérieur se sont installées dans les communautés villageoises littorales de Guaraqueçaba. Certaines se sont établies dans le domaine inondable de la mangrove: à Guapicu et à Tromomó par exemple au Nord de la baie de Guaraqueçaba.

L'augmentation plus récente et plus importante de la population littorale des communes d'Antonina et de Paranaguá est liée à la hausse des activités portuaires et industrielles qui

attirent une main d'œuvre exclue du monde rural. Ces nouveaux arrivants s'installent en marge des agglomérations dans des sites encore non urbanisés que sont en majorité les mangroves. On assiste à un véritable bourgeolement des villes caractérisé par un habitat lâche, à caractère précaire.

On assiste également dans la commune de Paranaguá à une augmentation estivale de la population. Avec la construction de la BR277, la population curitibanaise de classes moyenne et aisée a pu accéder au littoral en achetant, souvent à bas prix, des terrains au départ inconstructibles sur l'arrière-plage. En une vingtaine d'années, les anciens hameaux de pêcheurs sont devenus de véritables sites balnéaires. L'habitat forme maintenant un continuum le long des routes entre Paranaguá et Matinhos. L'espace de l'arrière-plage étant complètement conquis sur la façade océanique, les habitations mitent maintenant la végétation de l'intérieur de la plaine littorale et menacent aussi la mangrove à l'approche des petits cours d'eau.

Pour la commune de Guaraqueçaba, l'activité agricole de subsistance, autour de la baie, a donc laissé place à la pêche. Les eaux de la baie n'ont plus seulement été le support d'une activité complémentaire mais sont devenues le centre de gravité des activités des habitants des villages littoraux (M.D. Rougeulle, en cours).

Dans les 2 autres communes de la baie, on constate une véritable situation de sous-emploi de cette population exilée. La main d'œuvre dernièrement arrivée n'est pas absorbée par les activités portuaires. La mangrove qui ouvre un nouvel espace habitable est aussi une source prodigue de revenus complémentaire (pêche de l'huître, du crabe...).

Le crabe de mangrove, prisé lors des fêtes de fin d'année est aussi source d'une activité dilettante pratiquée par la population estivale.

1.3.3 Les compétences territoriales de la protection de l'environnement dans la baie.

Il existe trois niveaux décisionnels du développement et de la protection de l'environnement qui agissent pour le littoral du Paraná et particulièrement dans la baie de Paranaguá. La protection de l'environnement dirigée au niveau national par le SISNAMA (SIStema NAcional de Meio Ambiente, loi n°99274, 6/6/1990), gérée par le CONAMA (COnselho NAcional de Meio Ambiente, idem) est exécutée par l'IBAMA. Les grands principes de la politique sur l'environnement qui découlent de la loi 6938 (31/8/1981) sont les suivants:

- préservation, amélioration, récupération de la qualité de la vie,
- assurance des conditions de développement économique-social, de la sécurité nationale, de la protection de la dignité de la vie humaine.

L'environnement est un patrimoine public et sa conservation découle de la rationalisation de l'usage du sol, du sous-sol, de l'eau, de l'air, de la planification, de la protection des écosystèmes, du contrôle des activités polluantes, de celle de la qualité de l'environnement et de l'incitation à l'éducation.

Le Service National du Patrimoine (SPU) applique tout ce qui entre sous la législation de la fédération.

L'Etat du Paraná, quant à lui, dispose d'un ministère spécial pour le développement urbain et l'environnement (Secretaria de desenvolvimento urbano- SEDU). La SUREHMA (Superintendencia dos REcursos Hídricos e do Meio Ambiente) est responsable de l'application de la loi 7109 (17/1/1979), pour tout ce qui concerne les données sur l'environnement et la pollution: établissement et exécution des plans et programmes de protection, établissement des normes, de la politique de l'Etat pour l'utilisation des ressources naturelles, réglementation et contrôle des sources de pollution, développement d'études, de recherches et projets relatifs à des techniques de traitement des pollutions et des activités diverses, évaluation des impacts écologiques...

L'ITCF (Instituto de Terras, Cartografia e Florestas) est l'organe de contrôle des terres, du foncier. Il a un pouvoir juridique important et contribue en grande partie à la législation sur l'environnement dans l'Etat du Paraná.

En juin 1991, l'ITCF et la SUREHMA se sont regroupées sous l'égide de la SEDU. Au passage, la division des eaux de la SUREHMA est échue à la SANEPAR (compagnie d'assainissement du Paraná). Le nouvel Institut (Instituto PARanaense do Meio Ambiente- IPAMA) a au niveau de l'Etat, le même rôle que l'IBAMA au niveau fédéral, en ce qui concerne la protection de l'environnement.

L'IPARDES (Instituto PARanaense de Desenvolvimento Economico e Social) dépend du secrétariat d'état à la planification. Il est important de le citer car il a contribué ces 5 dernières années à la protection de la région littorale du Paraná en exécutant le "zoneamento do litoral" et en contribuant à la création de l'A.P.A de Guaraqueçaba. Son secteur environnement, à l'origine de nombreuses lois, a été particulièrement réduit lors du changement de pouvoir de l'Etat (prise de fonction: mai 1991).

L'appréhension du conseil -de développement territorial- du littoral conduit à un niveau administratif intermédiaire à l'Etat et à la commune (município). Créé en 1984 par un décret de l'Etat (n° 4605, 26/12/1984), il est composé des maires des 6 communes littorales, des représentants des regroupements et associations intra-communales et ceux d'autres entités territoriales (ministères). Ce conseil discipline l'action du sol, dans les aires spéciales et locales d'intérêt touristique (AEIT). Le développement touristique est lié à la valorisation et la préservation des patrimoines dans ces "Unités de Conservation". Le conseil du littoral a au niveau régional (regroupements de communes), le même pouvoir que l'ITCF au niveau de l'Etat en ce qui concerne le contrôle du parcellaire et des réserves naturelles. Il est l'intermédiaire des pouvoirs publics et peut être chargé de l'application des lois et règlements de la région littorale, de la coopération technique...

Cette série de considérations montre le nombre et la hiérarchisation des entités engagées dans le secteur de l'environnement qui constituent les sphères de contrôle (décideurs) et sphères réelles (structures techniques, physiques et sociales) dans une approche macrosystémique (Labonne, 1984).

Conclusion

Le contexte physique du littoral du Paraná est donc propice à l'installation des mangroves qui forment la majeure partie des écosystèmes amphibies dans la baie et qui sont constituées des 3 espèces communes au littoral brésilien. La Serra do Mar isole physiquement la baie de Paranaguá des hauts plateaux, y occasionnant un climat subtropical mésothermique. Une grande partie du matériau sédimentaire investi par la végétation de mangrove est issue de la Serra, l'autre partie provenant de la plate-forme continentale (sables remaniés). Les conditions hydrodynamiques imprimées par un marnage diurne inégal et par les fortes pluies annuelles, notamment estivales, drainées par un bassin-versant très subdivisé et d'une taille considérable, sont favorables à l'expansion des mangroves.

Le territoire de la baie de Paranaguá, d'une surface totale de 253229 ha, divisé en trois communes principales, contient 138489 habitants. L'agriculture de subsistance sur les piémonts de la Serra et les activités industrielles du Port de Paranaguá sont les principaux traits d'une occupation hétérogène du territoire. Les réseaux de communications réduits à deux routes principales irriguent les transports essentiellement dans la partie Sud de la baie.

On assiste depuis une vingtaine d'années à une modification sensible des activités dans la baie qui ont eu une incidence sur son paysage économique-social: un mouvement de spéculation foncière ayant généré un exode rural et la reconversion de l'agriculture au profit de la pêche, une augmentation des activités commerciales du port de Paranaguá, et une appropriation importante des terres par une population estivale.

Jusqu'à présent épargnées par les activités anthropiques les mangroves, qui représentent près de 12% de la superficie totale des communes, sont maintenant menacées par l'ouverture de cette région littorale; elles sont devenues un des derniers espaces potentiellement "colonisables" par la société humaine, sont impliquées dans la reconversion de l'économie de base, et peuvent subir un impact négatif de la part des activités industrielles. Peut-on en déduire des risques immédiats ou à long terme pour la mangrove?

Peut-on également voir une adéquation entre le système très hiérarchisé de la protection de l'environnement au Brésil, dans l'Etat du Paraná et également dans la baie (valorisation et préservation du patrimoine "régional") avec la structure logique naturelle du territoire de la baie, et donc en partie avec la mangrove?

2. UNE PERCEPTION GLOBALE DE LA MANGROVE.

La mangrove possède une physionomie, un fonctionnement et une productivité particuliers qui la différencient des autres unités naturelles endémiques à la baie. Une autre approche consiste à analyser la perception qu'a la société humaine locale de la mangrove; comment elle utilise ses ressources, comment elle l'étudie, la représente, comment elle la protège.

2.1 Une unité végétale parmi d'autres.

La "Mata Atlântica" occupe la Serra do Mar et son piémont. Cette forêt ombrophile dense connaît des variations dues à l'altitude. Roderjan et al. (1987) apparente les autres unités végétales de la baie à des formations pionnières. Ainsi la "Restinga" occupe la plaine côtière sableuse. La végétation littorale colonise les plages et dunes (Fig.14). Nous ajouterons à la mangrove qui selon cet auteur occupe l'aire pionnière fluvio-marine, les autres écosystèmes qui occupent le même habitat.

2.1.1 La "Mata Atlântica".

La "Mata Atlântica" se divise en sous-unités en liaison avec les couches altitudinales. La forêt ombrophile dense de haute montagne se situe au-delà de 1400m d'altitude. L'allure générale révèle des adaptations aux hautes altitudes: l'accentuation de la déclivité ne permet ni la rétention de l'eau ni la formation d'un sol profond. Le port tortueux et ras des espèces xérophiles l'apparente à une formation frutescente. La "Nebelwald" (Rougerie, 1988) se situe entre 700 et 1400m d'altitude. L'ambiance hyperhumide, liée à l'élévation et au réchauffement des masses humides atlantiques, favorise l'installation de plantes hygrophiles. La forêt ombrophile dense sous-montagnarde (700m et en-deçà) est constituée d'espèces hygrophiles et compagnes. La richesse spécifique est une des caractéristique principale de cette formation secondaire, où il subsiste encore quelques rares noyaux de forêt primaire. Partout l'abondance en épiphytes confère une impression de foisonnement et l'architecture différenciée ne peut être distinguée que dans les clairières.



A



B

Fig. 14: Les unités de végétation dans la baie (Clichés personnels et de T. Naizot).
La forêt montagnarde (A), la restinga (B).



C

D



Fig. 14: Les unités de végétation dans la baie (Clichés personnels et de T. Naizot) la mangrove (C) et la végétation dunaire (D).

2.1.2 La "Restinga".

Elle occupe des aires spécifiques et bien définies. Ce terme est communément utilisé pour qualifier la formation forestière de transition de la forêt ombrophile dense avec la végétation littorale (Roderjan et al, 1987). Elle est également classée comme antécédente de la forêt ombrophile. Juxtaposée aux cordons de plage, paléo-dunes et anciens cordons littoraux, elle adopte deux physionomies différentes (Naizot, en cours). Sur les sommets des cordons, le port réduit, l'aspect xéromorphe, les nombreuses espèces à feuilles coriaces montrent l'influence d'un facteur édaphique peu propice à la végétation ligneuse. Le substrat exclusivement sableux ne retient pas l'eau. Ces traits physionomiques justifient l'appellation de formation sub-xérophytique (Maack, 1968). Entre les cordons, la "Restinga" montre une toute autre physionomie. La proximité de la nappe phréatique et l'importance de la matière organique favorisent la rétention d'eau et donc l'installation d'une végétation hygrophile. *Callophyllum brasiliense* qui est un indicateur des milieux très humides (Fisher, 1990) peut y abonder. L'ensemble de ligneux forme une strate haute dont la canopée se situe à une hauteur moyenne de 12m surcimé par endroits par les arbres de haut-jets. Le substrat, recouvert d'une litière épaisse, non décomposée, est drainé par de nombreux micro-chenaux pouvant être très profonds et qui sont en partie comblés par d'importants débris végétaux. Le sol y est sableux, podzolique hydromorphe, recouvert d'un mor.

2.1.3 La végétation psammophile des dunes et plages.

Constituée de *Blutaporon portulacoides*, *Panicum racemosum* et *Paspalum vaginatum*, elle n'est présente que sur la côte atlantique, à l'extérieur de la baie. Elle forme un ensemble colonisateur, épars sur les dunes frontales. Exposée à un mouvement constant du sable, aux embruns, à des conditions édaphiques extrêmement limitantes, elle n'est représentée que par peu d'espèces qui montrent des caractères certains de colonisation. En arrière des dunes pionnières, une lande à *Agalinis comunis*, *Juncus acutus* et *Andropogon arenarius* montre une végétation plus fournie ayant des systèmes racinaires adaptés à l'accumulation et la rétention du sable.

2.1.4 La mangrove et autres écosystèmes de plaine de balancement des marées.

La mangrove est classée par Roderjan et al. (1987) dans une aire de formation pionnière fluvio-marine.

La mangrove, dont la composition floristique a été vue au chapitre 1, forme dans la baie un rideau pratiquement continu le long des rivières et des avancées sur la baie, autour des îles. La largeur de la couverture de la mangrove atteint dans la baie un maximum de 2 km (Angulo et al., 1991).

Ces mêmes auteurs ont déterminé d'autres écosystèmes de plaine de balancement des marées dans la baie: les bancs de *Spartina alterniflora*, les prairies à *Cladium*, et les bancs de *Crinum* sp. Nous reviendrons ultérieurement sur ces dénominations en définissant les caractéristiques de ces écosystèmes adjacents aux mangroves.

L'écran vert paraît infranchissable quand il est vu de l'eau tant la végétation y semble foisonnante et inhospitalière. Cette première impression laisse ensuite place à la curiosité qui reste en éveil, quand on pénètre dans la mangrove.

2.2 La mangrove: une unité fonctionnelle.

La notion de système appliquée à la mangrove recouvre plusieurs significations.

La mangrove possède une organisation spatio-temporelle (structure et fonctionnement) qui lui est propre. A sa circonscription dans le milieu intertidal correspond un fonctionnement bien spécifique de ses composants. Les notions d'écosystème ou de système général bio-pédogéomorphologique de Riou (1990) recouvrent une seule et même signification pour la mangrove, si l'on ne tient pas compte des changements d'échelle. Sans tenir compte de l'échelle, elle peut aussi être prise aussi pour un géosystème (Bertrand) quand l'on considère la dimension supplémentaire des activités humaines (aquaculture en Indonésie, au Venezuela...).

La position intertidale est l'habitat de la mangrove, elle y induit la majeure partie des variations des paramètres du milieu. La dynamique du système, son occupation dans l'espace, les adaptations particulières des communautés végétales qui l'habitent et les utilisations

anthropiques dépendent d'un facteur unique: la périodicité d'inondation propre au milieu intertidal. Tout en découle, de l'énergie imprimée périodiquement à sa stabilité relative, à son exceptionnelle richesse, et aussi à sa grande vulnérabilité, enfin tout ce qui concourt à en faire un système remarquable par rapport aux autres de la baie de Paranaguà et unique dans le monde. Ce système doit être soumis à une gestion rationnelle et demande une protection toute particulière.

2.2.1 Fonctionnement général de l'écosystème mangrove.

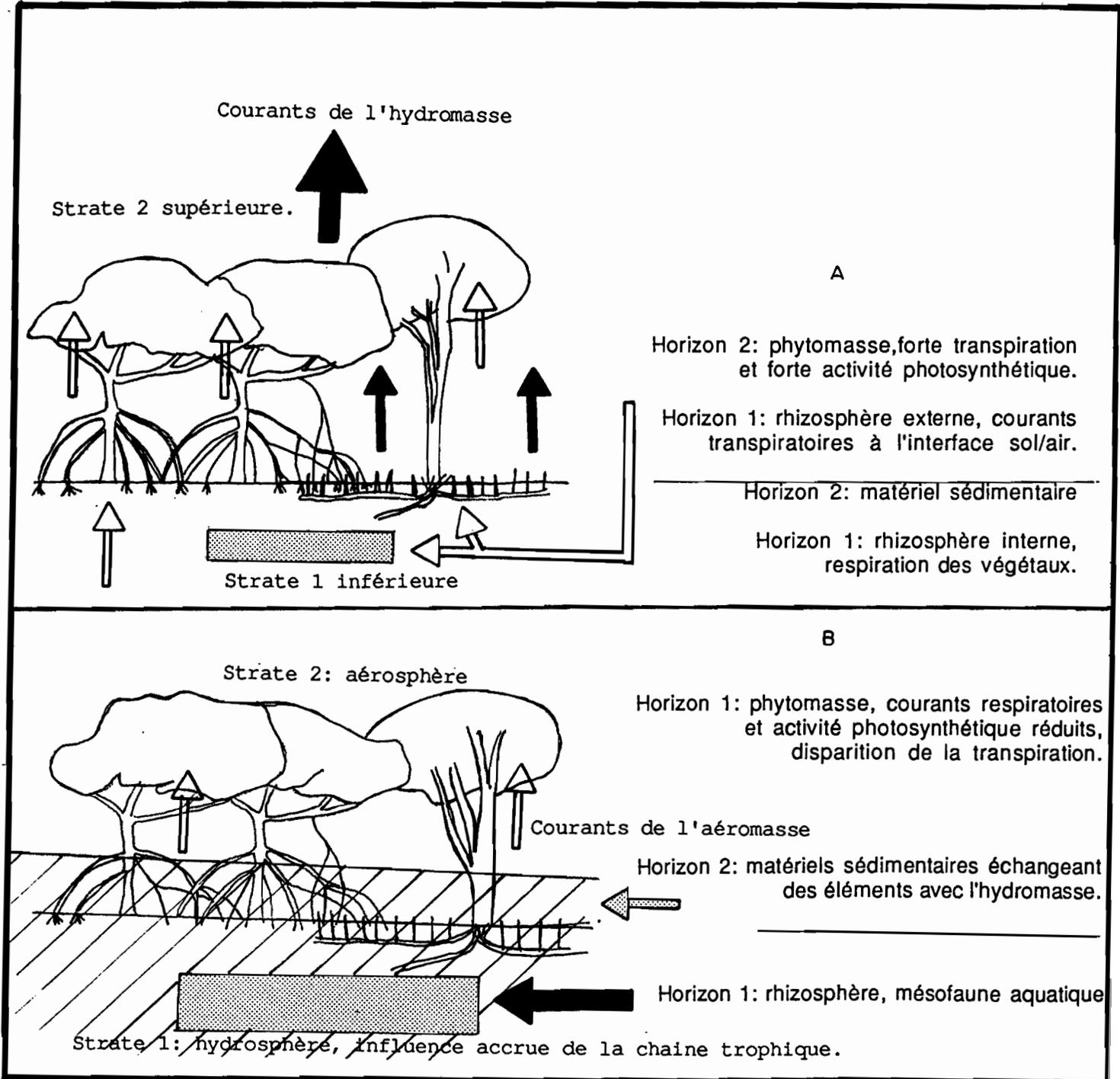
***Les deux faciès:** Le terme "faciès" peut être appliqué dans la mangrove, soit dans son mode temporel (dans l'évidence de l'instant t-Riou, 1990), soit en terme d'occupation spatiale (géofaciès) d'une "facette" topographique (la slikke), soit encore dans la physionomie particulière présentée par ce groupement végétal en un lieu donné*.

La mangrove intègre de façon identique les données spatiales et temporelles grâce aux positions successives et répétitives occupées par le niveau de l'eau. L'hydromasse est en effet la composante importante de la mangrove. Elle varie de façon importante dans sa composition chimique (salée, saumâtre à douce), dans son état (succession d'un gradient potentiel de flux d'eau) et selon son mouvement périodique. C'est la donnée intégratrice qui permet de définir **deux faciès principaux: la mangrove à marée haute et la mangrove à marée basse** entre lesquelles il existe une infinité d'états différentiels, dépendants, nous le verrons plus tard, de la topographie locale (résultante de la dynamique et des conditions du substrat, selon Thom, 1984).

La performance du fonctionnement de la mangrove est liée au processus cyclique des marées (bi-quotidiennes et variations mensuelles des coefficients) et à l'alternance de saisons sèches et humides, ce qui lui confère, au nom de la thermodynamique, une très grande viabilité (Vieira de Silva, 1979).

* Metro A., 1975, *Dictionnaire forestier multilingue*, terminologie forestière, version française, coll. de terminologie forestière multilingue, n°2.

Fig. 15: Schéma de fonctionnement de la mangrove à marée basse (A) et haute (B).



A marée haute, la mangrove est inondée, la cime des arbres surmonte le niveau de l'eau. L'impression est telle que les limites avec la mer s'éclipsent. A marée basse, avec la découverte du sol, surgit un autre aspect de la mangrove: l'influence continentale prédomine, et l'eau se trouvant en marge, la mangrove apparaît comme une forêt ripicole.

Le fonctionnement des deux faciès considérés se traduit par leur organisation en strates comprenant des horizons.

Le **faciès à marée basse** est apparenté à un faciès forestier classique, composé de deux strates, chacune comportant deux horizons. L'influence de la rhizosphère se fait cependant sentir de façon plus intense car elle forme un horizon aérien (horizon 1, strate supérieure). En effet les pneumatophores, racines émergeant de terre, et les racines-échasses aériennes augmentent les échanges d'air à l'interface plante/sol, grâce aux faibles pressions osmotiques des cavités internes des tissus végétaux (Biro, 1965). Les aspirateurs d'air que sont les lenticelles des racines aériennes (*R. mangle*) et les pneumatophores (*A. schaueriana* et *L. racemosa*) suscitent les flux de l'aéromasse à l'interface des deux strates et à l'intérieur des végétaux vasculaires. La différence entre les faibles pressions osmotiques à l'intérieur des racines et les fortes pressions des feuilles crée un courant ascendant de l'aéromasse dans les plantes (Biro, 1965). Le courant transpiratoire atteint de fortes valeurs à marée basse. L'évaporation du sol est excitée par les fortes températures et contribue à une augmentation supplémentaire ascendante de l'hydromasse, d'autant plus forte quand le jusant correspond au milieu de la journée. La teneur en sel du sol augmente graduellement du fait de cette évaporation et rend difficile au bout d'un moment le ravitaillement en eau de la plante.

La nature du substrat intervient dans les relations sol/plante. La capacité de rétention de l'eau par un substrat vaseux est plus appréciable qu'en substrat sableux, lequel favorise l'évaporation et le drainage. La mangrove retire plus d'avantages d'un substrat vaseux qui ne crée pas, *a priori*, de conditions limitantes de l'approvisionnement en eau à marée basse. L'assèchement d'un substrat contenant des sulfates, après une longue période d'émersion,

peut conduire à la formation de sols acides ("acid sulfate soils"; Vieillefon, 1982, Marius, 1984).

C'est aussi à marée basse que la mangrove est plus vulnérable à une pollution amenée préalablement par la marée haute; les échanges gazeux étant considérés par Lugo (1981) comme le "talon d'Achille" des mangroves car ils offrent une voie de pénétration rapide aux polluants. Les hydrocarbures volatiles auront par exemple un impact accru par rapport aux hydrocarbures lourds (Martin, 1988).

A marée haute, il se crée une situation plus complexe, la strate supérieure qui n'est plus composée que d'un seul horizon est séparée de la strate inférieure par le niveau de l'eau. L'enneigement incite à une nouvelle organisation verticale où l'horizon de la rhizosphère aérienne disparaît. La forte pression osmotique créée par le sol ennoyé limite fortement l'entrée de l'hydromasse dans la plante, dont les cavités internes sont fermées (notamment pour *Avicennia*, dont les parois de liège des pneumatophores sont comprimées, Birot, 1965). Les échanges sol/eau se trouvent, par contre, considérablement accrus, notamment en substrat vaseux, lequel a une capacité de rétention de l'eau hygroscopique plus importante. On assiste donc à l'inversion des mouvements de l'aéromasse et de l'hydromasse et de leur importance relative. La respiration ne s'effectue qu'à partir de l'oxygène déjà présent dans les poches d'air des tissus vasculaires des plantes. La biomasse augmente dans la strate inférieure avec la présence d'organismes aquatiques, tels que les poissons, le plancton amenés par la mer, maillons supplémentaires et complémentaires de la chaîne trophique dans la mangrove.

Si l'enneigement augmente, la mangrove n'aura plus la possibilité de "respirer". Ces modifications de drainage dans la mangrove lui feraient donc en partie courir le risque de mort par asphyxie.

Le marnage crée donc une "incohérence" vitale dans la relation entre les horizons. Nécessaire à la survie du système, la succession des périodes d'émersion/immersion donne des situations complexes, car pour parvenir à un des deux géofaciès, il existe une infinité d'états liés à l'avancée graduelle de l'incohérence.

Tout projet de gestion dans la mangrove devra donc tenir compte de ce fait pour assurer au maximum la préservation de cet écosystème.

***Influence du microrelief:** le microrelief s'exprime dans ses deux dimensions, verticale (topographie) et horizontale (largeur de la slikke) par rapport aux variations du niveau de l'eau. Deux cas de figure peuvent donc recouvrir des réponses identiques: l'eau atteint un même niveau au même moment, après avoir avancé sur une grande distance, en l'absence de microrelief, qu'après avoir parcouru une distance courte marquée par une certaine élévation. Le microrelief intègre donc les variations temps/espace entre deux faciès et doit être appréhendé de façon complémentaire lors de l'analyse de la végétation.

2.2.2 Les flux d'énergie et premières considérations pour un aménagement.

Le fonctionnement remarquable de la mangrove hérite principalement de l'influence des marées qui crée une instabilité relative du système. La mangrove montre cependant sa capacité à évoluer vers un nouveau régime à chaque inflexion spontanée des cycles. Avec le marnage, on assiste à une reconversion cyclique, spatiale et temporelle, de l'organisation de ce système (Vieira da Silva, 1979). Il en résulte une certaine complexité qui peut être divisée en sous-systèmes si l'on veut explorer ses réponses différentielles: faciès à marée basse et à marée haute, ou espèces ou peuplements, comme nous l'explorerons ultérieurement. Un aménagement qui prévoit une modification dans le drainage, et qui annule donc les effets du marnage n'est pas viable dans la mangrove, car il détruira l'essence même de ce dont il veut tirer profit. L'énergie qui rentre dans la mangrove provient, comme pour tout autre écosystème, du soleil, et dépend aussi spécifiquement des systèmes l'encadrant. Ainsi les changements dans l'utilisation ou la nature d'un bassin-versant (remembrement, érosion...) ou les catastrophes naturelles peuvent déclencher la rupture du fonctionnement de l'écosystème (Tab. 5).

échelle	type d'impact	conséquences	sources
climat	froid hypersalinité ouragans	défoliation structure des peuplements échanges gazeux, déracinements...	in Lugo, Cintron, 1985 in Blasco, 1982
		bassin-versant	herbicides changements dans l'utilisation du bassin-versant Aménagements régionaux (barrages...)
écosystème	atterrements, modification du drainage exploitations dans la mangrove pollutions pétrolières accidentelles, chroniques sursalure fortes températures de l'eau		
		réduction de surface, et de la complexité structurale attaque du système vasculaire et foliaire, suivi de la mort.	in Blasco, 1982 in Martin, 1988
		réduction échanges gazeux (disparition des racines aériennes) déformations foliaires	in Lugo, Cintron, 1985 in Lugo, Cintron, 1985

Tab. 5: Les différentes agressions subies généralement par les arbres de mangroves et leurs conséquences.

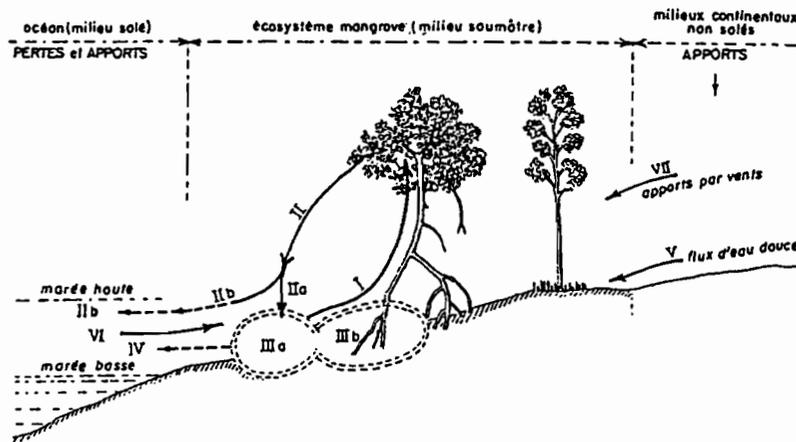


Fig. 16: Schématisation des cycles d'éléments nutritifs dans la mangrove (Blasco, 1982).

I. Absorption des éléments nutritifs et accumulation de biomasse. II a. Fraction organique minéralisée. II. b. Fraction de la matière organique exportée par les marées. III a. Minéralisation de la matière organique par les organismes décomposeurs. III c. cycles larvaires et alimentation de la faune. IV Ions exportés. V. Apports d'éléments nutritifs par les marées. VII Apports éoliens.

L'assimilation chlorophyllienne est réduite à cause de l'intensité de la respiration. Cette respiration élevée prélève plus du tiers de l'énergie destinée, normalement, à l'assimilation brute et représente, selon Birot (1965), le tribut à payer en milieu écologiquement défavorable. L'excès en sel (NaCl) limite en outre le manque de "liberté" de l'eau dans les tissus vasculaires, corroboré par une plus faible transpiration que dans les écosystèmes terrestres (Schnell, 1976). Ces deux aspects jouent de façon négative sur le bilan net annuel de croissance des arbres qui se trouve être assez faible. Pour compenser en partie la formation d'entropie, la mangrove montre une activité végétative permanente, permise par la position en milieu intertropical. Toute exploitation forestière dans la mangrove est donc fortement déconseillée, à moins qu'elle ne soit étroitement et correctement gérée et qu'elle se fasse sur certaines espèces particulièrement "solides".

La fourniture d'énergie par le milieu est discontinue (alternance nuit/jour, alternance des marées). La mangrove doit alors montrer une capacité à emmagasiner rapidement l'énergie. Ainsi à marée basse l'énergie est utilisée par les plantes pour leur croissance et, à marée haute, le système retient les éléments nutritifs provenant de la mer. Le schéma de F. Blasco (Fig.16) représente les cycles d'éléments nutritifs dans la mangrove et l'ensemble des alternances d'apports/exportations. La Figure17 qui modélise les flux d'énergie arrivant et repartant de la mangrove, montre la complexité du fonctionnement de cet écosystème.

2.2.3 Chaîne trophique dans la mangrove de la baie.

Le schéma que nous proposons en figure 18 applique sur celui de la chaîne trophique modélisé par Odum (1973) les espèces de la baie qui nous ont paru les plus remarquables. La liste qui suit ne peut être exhaustive étant donné la méconnaissance de la majorité des caractéristiques des espèces animales (valence écologique, périodes de reproduction, nutrition, prédation...) habitant dans la baie.

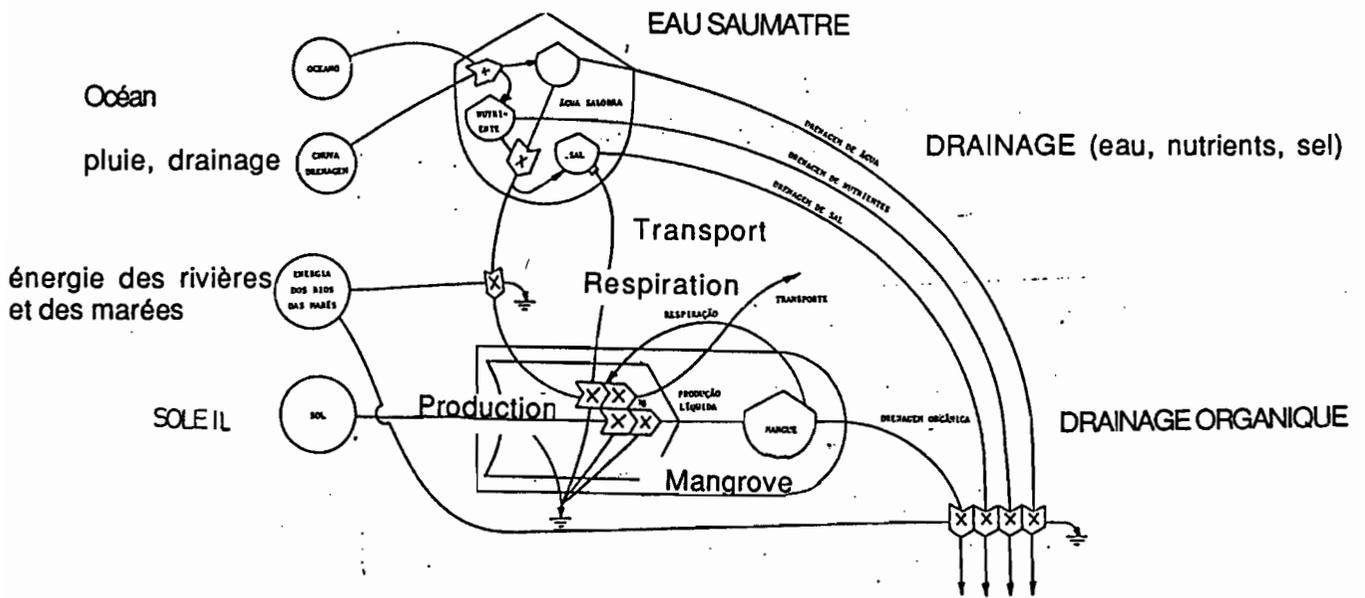


Fig. 17: Modélisation des flux d'énergie dans l'écosystème mangrove (d'après Odum, tiré de Cintrón, Schaeffer-Novelli, 1981).

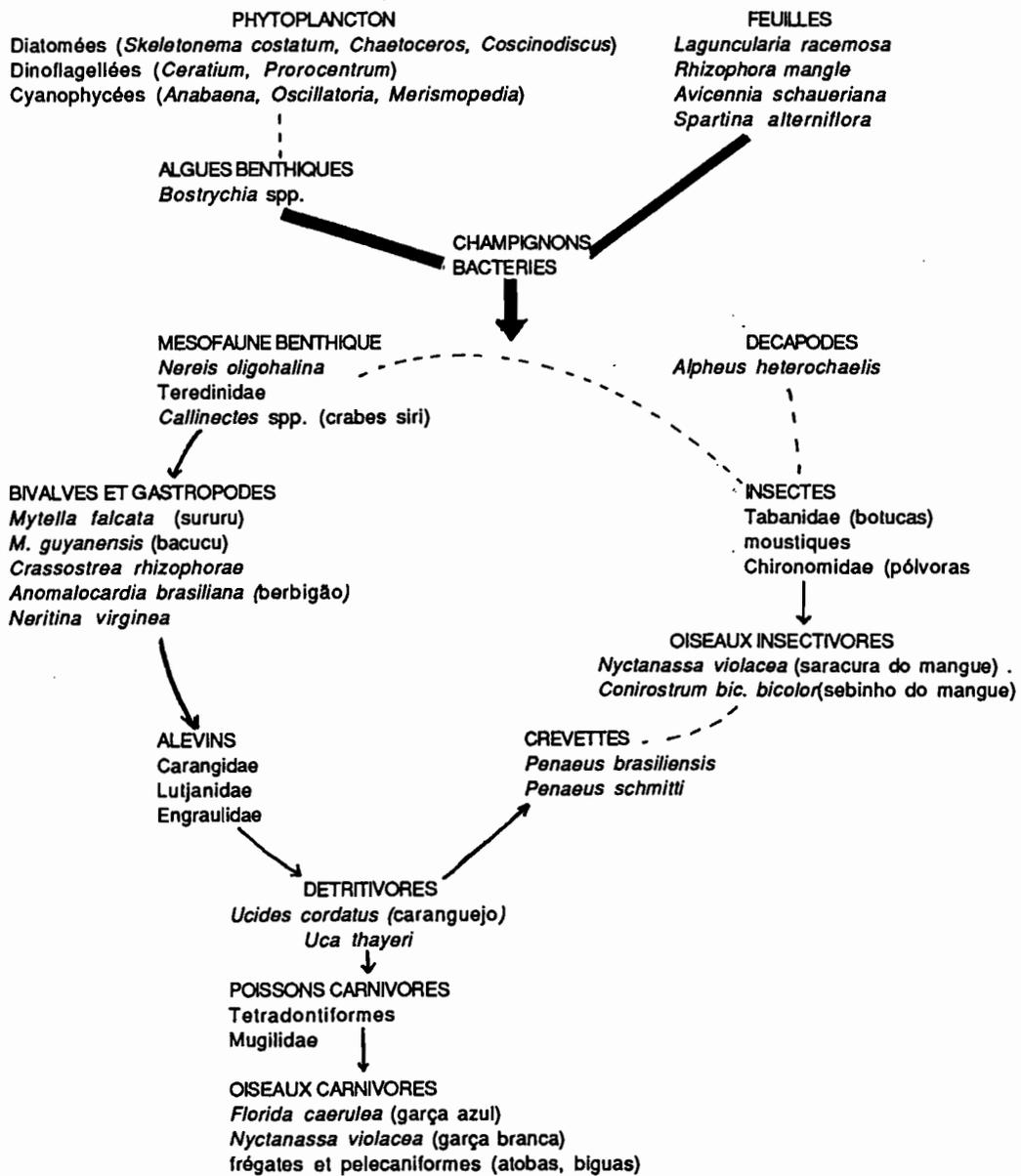


Fig. 18: Chaîne trophique à partir de la mangrove dans la baie de Paranaguá.

La chaîne trophique commence à partir des feuilles des arbres de mangroves, de celles de *S. alterniflora*, du phytoplancton (diatomées, dinoflagellées) et des algues benthiques (*Bostrychia* spp.) qui sont consommées par plusieurs consommateurs primaires (teredinidae-vers de bois-, *Néréis oligohalina* -vers de vase-, crabes siri). Les crabes détritviores (*Ucides cordatus*-caranguejo, crabe de mangrove-, *Uca thayeri*) continuent la chaîne primaire. Ils sont ensuite consommés par des oiseaux et des poissons carnivores (*Florida caerulea*- garça azul, aigrette-, *Nyctanassa violacea* - Racura de coroa-, *Egretta thula* et *Casmerodius albus*-pequena e grande garça branca, aigrettes-, frégates et peleciformes -atóbas, biguas-, *Mugil* spp.-tainha, mullet -). Des espèces de bivalves et gastropodes (*Mytella falcata* -sururu ou bacucu, moules de vase-, *Crassostrea rhizophorae*- huître de mangrove-, *Anomalocardia brasilliana*-berbigão- et *Neritina virginea*) s'associent à cette chaîne. La mangrove abrite aussi des taons (Tabanidae), moustiques, polvoras (Chironomidae) dont les larves sont en partie consommées par des oiseaux insectivores (*Aramides mangle* -saracura do mangue-, *Conistrocum bicolor bicolor* -sebinho do mangue). Certaines espèces vont frayer saisonnièrement dans la mangrove (*Penaeus brasiliensis*, *Penaeus schmitti* -camarão branco, crevette américaine-; *Mugil* sp.- mullet), d'autres vont s'y alimenter à marée haute (Tetradontiformes -baiacu-) et participent ainsi à la chaîne. Une macrofaune aquatique importante envahit les eaux de la baie (Mugilidae, Pœciliidae, Gerreidae..., in Corrêa et al., 1988). Cette liste non-exhaustive montre le potentiel halieutique de la baie, signifié par la diversification spécifique à chaque palier de la chaîne. Avec l'homme, on atteint le dernier palier de la chaîne trophique. Que tire-t-on comme produit direct de la mangrove dans la baie?

2.3 Produits tirés de la mangrove dans la baie.

Les relations de l'homme et de la mangrove sont signifiées à plusieurs niveaux d'appréhension. En premier lieu la mangrove est une source de nourriture dans la baie.

2.3.1 La cueillette de l'huître.

Crassostrea rhizophorae dont le développement larvaire a été étudié par T. Absher (Centre de Biologie Marine de l'Université Fédérale du Paraná) trouve dans la baie de Paranaguá des conditions propices à son développement; elle fraie tout au long de l'année, la période de reproduction pouvant atteindre des pics d'octobre à avril (période estivale), et la taille commerciale est atteinte au bout de 5 à 10 mois (culture *in situ*) (T. Absher, 1990). Ancrée sur les racines-échasses de Rhizophoras, sa présence en berge est indicatrice, selon T. Absher (com. personnelle), du niveau moyen de la mer. Nous avons pu constater son existence dans les mangroves du bassin du Rio Poruquara, dans celles de la baie dos Pinheiros, ou de la baie de Guaraqueçaba...

La cueillette des huîtres constitue selon M.D. Rougeulle (thèse en cours) un des aspects de la "pêche à pied" dans la baie. Elle devait être, avant l'arrivée des colons, la principale source alimentaire des populations indiennes autochtones, comme le montre la très grande abondance des coquilles vides de ce bivalve dans les nombreux "sambaquis". Elle assurait aussi en partie la nourriture des colons jusqu'à la moitié du XIXème siècle, moment auquel elle a commencé d'être exportée vers les autres ports de l'empire (4 barils d'huîtres pendant les années 1840-41, in M.D Rougeulle, thèse en cours). Elle est maintenant pratiquée dans quelques communautés villageoises dispersées du littoral paranéen. Les chiffres qui suivent, comme tous ceux qui concernent les stocks de pêche dans la baie, ne sont à prendre qu'à titre indicatif, car leur méthode d'obtention n'est pas fiable.

Communes	Nombre de familles	Production annuelle	Type d'activité
Paranaguá	50	1000 dz	extraction (cueillette)
Antonina	-	25 dz ¹	extraction (cueillette)
Guaraqueçaba	2	4000 dz ²	ostréiculture

Tab. 4B: Chiffres concernant la cueillette de l'huître dans la baie de Paranaguá (Source EMATER: diagnostics municipaux, 1988).

L'ostréiculture était, jusqu'à cette année, pratiquée de façon commerciale dans la commune de Guaraqueçaba (village de Guapicu, N. I. das Peças). Une dizaine de femmes (M.D Rougeulle, communication personnelle) vendait les jeunes huîtres cueillies dans la mangrove au propriétaire de la petite exploitation. Ensuite la phase de "plantation" dans le sédiment consistait à ficher les huîtres en ligne par leur pied dans le substrat meuble. Au bout de 6 mois, les huîtres atteignaient la taille commerciale. Cette activité, dirigée par Emelgidio, qui faisait vivre au moins une famille du village de Guapicú a probablement disparu, faute d'individus à recruter, ou parce que trop lourde à gérer, ou bien aussi par manque de support technique (com. perso de M.D. Rougeulle).

Au cours de notre étude de terrain, nous avons aussi trouvé dans la rivière das Ostras (commune de Paranaguá, région Amparo) un site expérimental d'ostréiculture mené par l'IBDF (ancien Institut Brésilien de Développement de la Forêt, devenu l'IBAMA).

2.3.2 Les autres coquillages.

D'autres coquillages comme le bacucu (*Mytella falcata* -moules de vase), la moule (*Perna perna*- mexilhão-) sont exploités de façon extensive dans la baie. Dans la commune d'Antonina, près de 400 unités de bacucus sont capturés par pêcheur/jour et dans celle d'Antonina 10 000 kg par an en tout (EMATER: diagnostics municipaux 1988).

¹ par pêcheur/jour.

² activité disparue en 1991.

2.3.3 La pêche du crabe de mangrove (caranguejo).

Etudiée par M.D. Rougeulle (thèse en cours), cette activité est une autre "scène de pêche" de la baie. Elle se fait à pied, et devient de plus en plus prédatrice, sauf dans la région de Guaraqueçaba (M.D. Rougeulle, en cours).

Le caranguejo, ou crabe-uça, *Ucides cordatus* est une espèce crustacée animale de mangrove, trouvée sur toute la côte de l'Amérique du Sud. Il contribue de façon importante à l'aération du substrat peu oxygéné de la mangrove par les galeries qu'il creuse et participe à la chaîne trophique de l'écosystème en étant un des consommateurs primaires des feuilles des arbres. La pêche au crabe est une activité principalement saisonnière du littoral du Paraná, car on observe une prédominance d'individus matures de septembre à janvier. Les "corridas" concordent avec les marées de syzgie de pleine ou nouvelle lune, quand l'estran est en majorité découvert. Sur 4 ou 5 jours, les pêcheurs pratiquent diverses méthodes de capture (M.D. Rougeulle, en cours). 95% des captures de l'Etat sont réalisés par la pêche au "laço" qui nécessite la mise en place de nombreux pièges fixes et qui comporte l'inconvénient de faire mourir dans leur trou les crabes mâles ou femelles s'ils sont pris par le flot. D'autres asphyxient le crabe en bouchant temporairement son trou avec des compresses de *Spartina alterniflora*. Une fois dégagé, le crabe sort étourdi et se laisse capturer. La récolte peut être fructueuse, notamment pendant les fêtes de fin d'année quand la demande est importante. Les chiffres actuels ne sont malheureusement pas trouvables, bien que la pêche du crabe de mangrove soit une activité lucrative qui s'est encore intensifiée ces dernières années.

Les autres espèces pêchées dans le Nord de la baie (île das Peças et village de Tromomô), pendant certaines périodes et qui appartiennent indirectement à la chaîne trophique de la mangrove sont selon Oliveira Cunha et al. 1988:

Camarão branco (crevette américaine)	février-avril
crabe siri (étrille)	toute l'année
caranguejo (crabe de mangrove)	novembre-décembre
tainha (mulet)	mai-juin-juillet

Le baiacu (Tetradontiformes) est pêché, bien que cela soit interdit officiellement, par certains pêcheurs qui savent ôter les muscles dorsaux et le foie qui contiennent des glandes vénéneuses.

Nous n'avons pas noté dans la baie d'autres utilisations de la mangrove, malgré les observations faites dans l'étude menée par SPVS (1991) qui note une extraction importante du bois de mangrove.

Si les coupes d'arbres de mangrove dans l'eau servent à la fabrication d'outils de pêche imputrescibles, cela ne se pratique que très ponctuellement, et il n'est pas possible d'y voir des impacts de grande ampleur. Le bambou et les arbres de "Restinga" sont par contre beaucoup plus utilisés pour la confection des "cercos fixos" (cercles fixés pour la capture de la tainha) ou celle d'outils culinaires, ou pour la fabrication des pirogues (Oliveira Cunha et al., 1988).

Toute intervention sur un des faciès (en modes temporel et spatial) pourra avoir des répercussions irréversibles sur tout ou partie de l'écosystème. Un projet d'aménagement de la mangrove devra tenir compte des potentialités de l'écosystème à revenir à son état initial. Un projet d'aquaculture des espèces endémiques à la baie devra au préalable étudier la capacité naturelle locale de l'écosystème à accepter et régir un "surplus" de biomasse animale.

2.4 Panorama des recherches sur les mangroves au Brésil et dans la baie.

2.4.1 La mangrove oubliée...

La mangrove n'a jamais été étudiée comme une unité végétale dans les historiques de l'occupation de la baie, bien qu'elle ait été citée dans de nombreux rapports de voyages (St-Hilaire, 1823³). La végétation foisonnante du littoral décrite par St Hilaire, dessinée par Léon de La Pallière ou par William Michaud, ne se réfère jamais à la mangrove, comme si ces "marécages" tant insalubres et pourtant omniprésents dans la baie, devaient tomber dans l'oubli de la connaissance et de la culture. Inexistantes au Brésil pour les naturalistes jusque dans la moitié du XXème siècle, les études sur les mangroves ont connu cependant un véritable essor notamment dans les Etats de Sao Paulo et de Rio de Janeiro avec l'avènement d'une conscience sur l'importance de la protection de l'environnement.

2.4.2 ...Puis retrouvée.

Ces deux Etats ont été les précurseurs d'une meilleure connaissance des mangroves. Deux symposiums organisés par l'Académie des Sciences de São Paulo^{4,5}, en collaboration avec l'Université Fédérale, font état des recherches effectuées sur le littoral du Sud et du Sudeste brésilien. Six volumes reprennent les discussions, tables rondes, panneaux et articles qui ont alimenté ces rencontres. La mangrove est une des vedettes de ces travaux scientifiques tant au niveau de sa physico-chimie (Lacerda L.D), de sa faune (Lana P.), de sa végétation (Schaeffer-Novelli Y.) que de sa protection (Maciel N.). Largement inspirée de la recherche américaine sur les mangroves (Lugo A., Snedaker), la recherche brésilienne sur cet écosystème montre des aspects variés et place, en 1975, le Brésil comme 9ème pays à apporter sa contribution scientifique à l'étude des mangroves⁶. Schaeffer-Novelli, de

³ St Hilaire, 1823, *Aperçu d'un voyage dans l'intérieur du Brésil*, extrait mém. Museum d'Histoire Naturelle, 5ème année, T.9.

⁴ Primeiro simpósio sobre ecossistemas da Costa Sul e Sudeste brasileira, *Síntese dos conhecimentos*, Cananeia SP, 11 au 16 avril 1987, pub.ACIESP n°54, 3 vol.

⁵ Segundo simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira, *estrutura, função, manejo*, Aguas de Lindoia, SP, 6 au 11 avril 1990, pub. ACIESP n°71, 3 vol.

⁶ B. Rollet, *Bibliography on mangrove research, 1600-1975*, UNESCO

l'Institut Océanographique de l'Université fédérale de São Paulo, a été avec Cintron l'instigatrice d'une méthode d'étude de la mangrove qui permet l'obtention de données comparables, au moins sur toute la côte brésilienne (structure, physiographie, production in "Guia para Estudo de area de manguezal", 1986). "L'introduction à l'écologie des mangroves" (1983) vaut à ses auteurs la reconnaissance de la communauté internationale scientifique spécialisée sur la mangrove. Les nombreux travaux de cette chercheuse et de ses équipiers appliquant cette méthode a permis la mise en place d'une véritable base de données sur la mangrove brésilienne et sud-américaine (complétée par Cintron et Pannier F.).

N. Cruz Maciel, botaniste travaillant à la SEMA (SEcretaria de Meio Ambiente de l'Etat de Rio de Janeiro), centre son travail sur la recherche des impacts sur la mangrove causés par l'homme. Ses études et réflexions se réfèrent notamment à l'efficacité de la protection juridique. Il en ressort des critiques et propositions d'une protection plus rationnelle de cet écosystème.

Dans le cadre d'une politique de développement durable des milieux humides, A.C. Diégues (1987) retrace les rapports entre l'homme et son milieu, principalement pour l'écosystème lagunaire Iguape-Cananeia (São Paulo). La mangrove y apparaît comme un support possible à un développement auto-soutenu, sa conservation favorisant la pêche, l'aquaculture...

La scission économique entre le Brésil du Sud et le Brésil du Nord apparaît au niveau de la recherche et de la protection sur les mangroves. La recherche, qui est dans le Sud, garant d'une protection, a, dans le Nord, un rôle très amoindri. Les impacts sur les mangroves du Nord et Nordeste (estuaires du Maranhão, du São Francisco), connus et reconnus par les communautés scientifiques, ne sont pas réduits. Dans ces régions économiquement défavorisées, "l'oubli" de l'environnement est le lot commun face aux intérêts économiques à court terme.

Dans la baie de Paranaguá, qui se situe dans le contexte du Sud, les recherches sur les mangroves ont débuté il y a 5 ans avec les travaux de G. Sessegolo qui a utilisé les méthodes préconisées par Schaeffer-Novelli sur la structure et la production. Ses travaux ponctuels sur deux mangroves (rivière Baguassu et île das Laranjeiras) ont été complétés par E. Couto et M. Almeida qui ont établi la composition végétale d'une mangrove le long d'un transect dans la plaine littorale (rivière Maciel, 1989). Le laboratoire de benthos du Centre de Biologie Marine (C.B.M.), extension dans la baie de l'Université Fédérale du Paraná, apporte sa contribution à la connaissance de la faune benthique des mangroves. L'étude des variations de population de ces bioindicateurs (A. Blankeinstein et P. Lana), liés à l'ensemble de la chaîne trophique dans la mangrove, situe ces travaux dans la lignée générale des nouveaux axes de recherches sur le fonctionnement de cet écosystème. D'autres études, ponctuelles, comme celle sur le marigot dénommé Perêquê qui jouxte le bâtiment du C.B.M. font état de la macrofaune aquatique qui envahit la mangrove à marée haute (Correa et *alii*, 1988). Les travaux de B. Knoppers et F. Brandini (Ecological studies in Bay of Paranaguá) montrent en partie la complexité du fonctionnement hydrologique de la baie. Au niveau pratique, les récentes études de T. Absher sur les huîtres, ou les projets de culture du mulot (*Mugil* sp.) placent la baie dans le champ expérimental de l'aquaculture, pouvant être supportée par la mangrove.

Nous indiquerons aussi les études géographiques et géologiques menées par Maack (1968), Bigarella (de 1942 à 1975), Martin et Suguio (1986), Soares (1989) et Angulo (1992), qui ont apporté un grand nombre d'informations sur la genèse, la structure de la Serra do Mar et plus récemment sur les formations quaternaires dans la baie.

Cette liste non exhaustive montre que la baie offre un vaste terrain d'études pluridisciplinaires qui inclut la mangrove. La communauté scientifique ayant effectué ses travaux dans la baie de Paranaguá, a considéré cet écosystème comme une des composantes essentielles de la baie, et n'a pu l'évincer de son champ de recherches.

2.4.3 L'information sur les mangroves dans la baie.

Outre ces travaux engageant une divulgation exclusivement scientifique, la nécessité d'informer la population sur les mangroves a incité les chercheurs du C.B.M. à constituer une plaquette. G. Sessegolo a appuyé ce travail d'information par une série de réunions, rencontres avec la population et les acteurs de l'aménagement. Le rôle et l'importance de la mangrove pour l'homme ont aussi été présentés au musée ethnographique de Paranaguá (d'Août 1990 à Février 1991) sous le titre "Vies en équilibre: la mangrove, l'homme, la pêche" et ont également poussé à la publication d'une plaquette (Fig.19). Ces initiatives émanent principalement de l'Université Fédérale du Paraná qui est également en train d'éditer un livre sur toutes les travaux relatifs à la mangrove du littoral du Paraná.

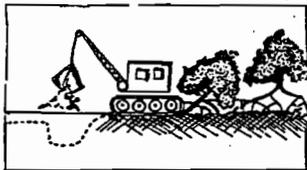
QUEM AMEAÇA OS MANGUEZAIS ?

Muitos manguezais do litoral brasileiro foram e continuam sendo desmatados para retirada de madeira, para o plantio ou para expansão urbana. O problema é muito grave nas grandes cidades do litoral, onde as populações pobres, sem alternativa de moradia, ocupam áreas de manguezal desmatando e aterrando.

Os manguezais são ainda utilizados como depósito de lixo doméstico e industrial, o que traz graves riscos para as populações do litoral. No Paraná, a principal ameaça é a especulação imobiliária que tenta valorizar os terrenos através da construção de estradas e do desenvolvimento turístico em áreas de manguezal, sem qualquer preocupação com a qualidade de vida das pessoas que ali vivem.



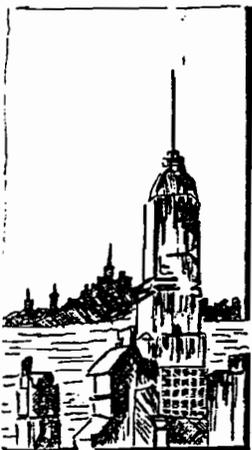
DESMATAMENTO



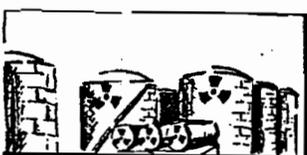
ATERROS E DRAGAGENS



INSETICIDAS AGRÍCOLAS



EXPANSÃO URBANA



RADIOATIVIDADE



EXPANSÃO INDUSTRIAL



TRANSPORTE DE PETRÓLEO E DERIVADOS



✿ VOCÊ TAMBÉM PODE AJUDAR A PRESERVAR OS MANGUEZAIS ✿

QUE FAZER ?

Os manguezais são áreas públicas de preservação, protegidas por lei. Muita gente não sabe disso e agindo por desconhecimento agride os manguezais. Muita gente sabe disso e age de má-fé. Em ambos os casos, é nossa obrigação tentar conscientizar as pessoas do mal que podem causar ao meio ambiente. Em casos mais graves, devemos recorrer aos órgãos competentes. No caso de desmatamento, dirija-se ao Instituto de Terras, Cartografia e Florestas / ITCF - fone: 234-1116, em Curitiba e 422-0174, em Paranaguá. No caso de construções, invasões e aterros do manguezal, telefone para a Capitania dos Portos (422-3033, em Paranaguá) ou para o Serviço de Patrimônio da União (fone: 234-3044 Curitiba). Os pesquisadores do Centro de Biologia Marinha da UFPR - (fone: 455-1333 em Ponta do Sul) estão à sua disposição para qualquer auxílio.

Agora que você já aprendeu muitas coisas novas, você deve transmiti-las a seus parentes e amigos.

PARA QUEM QUER SABER MAIS

Você pode obter mais informações adicionais através dos seguintes livros e revistas:

- ARAÚJO, D.S.D. & MACIEL, N.C. 1979. Os manguezais do recôncavo da baía de Guanabara. Rio de Janeiro, FEEMA (Serie Técnica, 79).

- CINTRON, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1981. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO / ROSTLAC, Montevideo, 109p.

- CINTRON, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1986. Guia para estudo de áreas de manguezal. Estrutura, função e flora. Caribbean Ecological Research, 105p + 3 apêndices.

- LACERDA, L.D. de. Manguezais, florestas a beira-mar. Ciência Hoje 3 (13): 63-70

- LAMBERTI, A. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezal de Itanhaém. Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP, 317 (bot.23), 7-218p.

- LUGO, A. E. & MORRIS, G. L. 1982. Los sistemas ecologicos y la humanidad. GEA, ser. biologia, monografia 23. 82p.

- MACHADO, P. A. L., 1982. Direito ambiental brasileiro. São Paulo. Ed. Revista dos Tribunais, 318p.

- MACIEL, N. C. 1984. Perspectivas e estratégias para uma política nacional de proteção a manguezais e estuários. B. FBCN, Rio de Janeiro, 19: 111-125.



APOIO:
Centro de Biologia Marinha
Museu de Antropologia e Arqueologia de Paranaguá
Pró-Reitoria de Órgãos Suplementares
Universidade Federal do Paraná

VIDAS EM EQUILÍBRIO

O Manguel e o Homem e a Pesca

Você já andou por um mangue ? Nem sempre a primeira impressão é das melhores : com seu cheiro forte, as árvores estranhas e os mosquitos podem mesmo assustar as pessoas. É por isso que muita gente pensa que os mangues são áreas pouco saudáveis, mal cheirosas e cheias de insetos que causam doenças. Com essas idéias, muitos tentam justificar seu desmatamento, eterno ou uso como depósito de lixo. Na verdade, os mangues estão entre os principais responsáveis pela elevada produção pesqueira das Baías de Paranaguá e Guaratuba. Este folheto vai dar algumas informações sobre os mangues e falar de sua importância para o homem, apresentando as muitas razões pelas quais devem ser preservados.

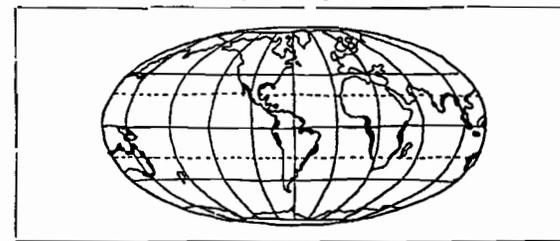
QUE SÃO MANGUES ?

Os mangues ou manguezais são matas que se desenvolvem em solos fodosos ou arenosos cobertos pela água salgada durante as marés cheias, principalmente em regiões abrigadas. Quem passeia de barco pelas Baías de Paranaguá ou Guaratuba, pode observar como são frequentes os manguezais na região. Pelo fato de crescerem e se desenvolverem em locais onde a água doce dos rios e da chuva encontra água salgada do mar, as árvores dos manguezais têm adaptações muito especiais, que lhes dão um aspecto estranho e muito diferente das árvores terrestres. Associadas com as árvores ou solos dos manguezais, desenvolve-se uma fauna muito especializada, formada principalmente por caranguejos, camarões e ostras. Muitos desses animais passam toda sua vida no manguezal, como os caranguejos e as ostras. Outros se utilizam dele apenas durante sua fase jovem ou procuram ali refúgio e alimentos, como tainhas e muitas aves marinhas.

DISTRIBUIÇÃO

Os manguezais crescem e se desenvolvem na faixa de terra entre as marés (situada entre o ponto mais alto da maré alta e o ponto mais baixo da maré baixa) de lugares quentes, com solos fodosos ricos em detritos e protegidos de ondas que permitam a fixação das sementes.

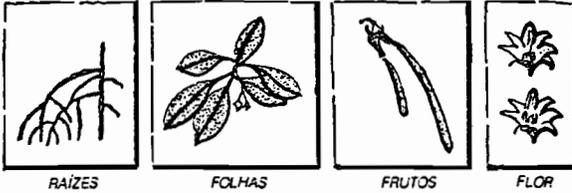
Existem aproximadamente 20 milhões de hectares de manguezais no mundo. Os maiores estão situados na Ásia (Malásia e Índia), América do Sul (Brasil e Venezuela), e oeste da África (Nigéria e Senegal).



CONHECENDO AS ÁRVORES DO MANGUEZAL

Agora nós vamos ajudar você a conhecer as árvores do mangue. Nos mangues ou manguezais existem poucos tipos de árvores (mas em grande quantidade). Nas Baías de Paranaguá e Guaratuba pode ser reconhecido o:

1) Manguê Vermelho - (*Rhizophora mangle*) que geralmente vive nas margens do manguezal. Apresenta um complicado sistema de raízes aéreas (para sustentação e respiração) e um fruto típico, que quando cai da árvore penetra verticalmente no solo pronto para germinar. O nome desta árvore deriva da presença da substância vermelha chamada tanino que impede o apodrecimento da madeira.



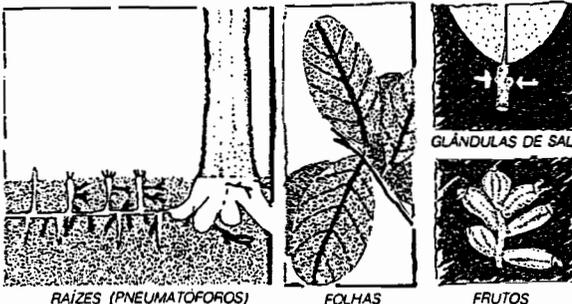
RAÍZES

FOLHAS

FRUTOS

FLOR

2) Manguê Branco - (*Laguncularia racemosa*) que vive geralmente atrás do manguê vermelho. Tem raízes aéreas (chamadas de pneumatóforos) que saem do solo para facilitar a respiração fora da água. Suas folhas apresentam glândulas eliminadoras de sal situadas em sua base. O fruto é pequeno, pode boiar na água e está pronto para germinar.



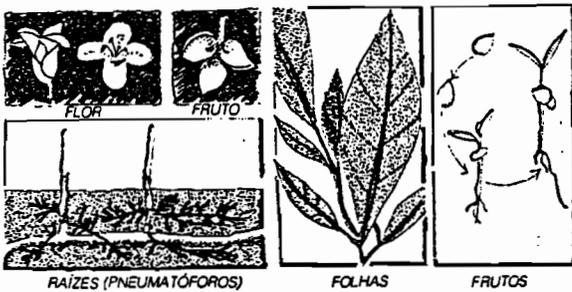
RAÍZES (PNEUMATÓFOROS)

FOLHAS

FRUTOS

GLÂNDULAS DE SAL

3) Manguê Siriúba ou Amarelo - (*Avicennia schaueriana*). É uma espécie que aguenta viver em solos de alta salinidade. Apresenta também pneumatóforos que são maiores que os do manguê branco. A superfície de suas folhas apresenta inúmeras glândulas eliminadoras de sal (que podem ser percebidas quando a folha é colocada na boca).



FLOR

FRUTO

RAÍZES (PNEUMATÓFOROS)

FOLHAS

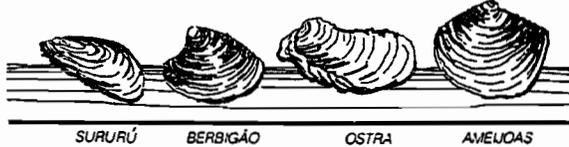
FRUTOS



CONHECENDO OS ANIMAIS DO MANGUEZAL

Uma infinidade de pequenos animais invertebrados (alguns só visíveis ao microscópio) dependem do manguezal para se alimentar, reproduzir e crescer. São principalmente observados os moluscos (ostras, baccús, ameijoas, sururús e berbigões) e crustáceos (cracas, caranguejos e camarões). Além disso vivem muitos tipos de animais vertebrados maiores como as garças, martins pescadores e frangos d'água. Entre as centenas de tipos de peixe são comuns os baiécus, amborés, filhotes de tainha, tainhotas, paratis, os robalos (peva e robalão), as salteiras, as manjubas, o barrigudinho, o acará, os bagres (branco ou guiri, amarelo, parerê e cangatá), a miraguaia, a betara preta, as pescadas e linguados.

• MOLUSCOS •



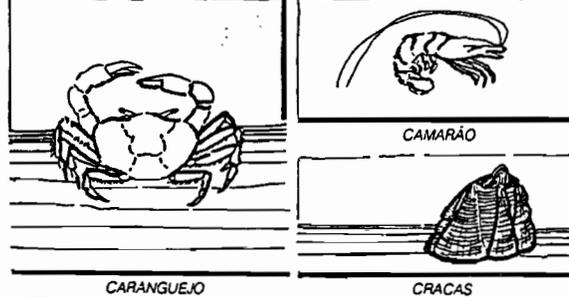
SURURÚ

BERBIGÃO

OSTRA

AMEJOAS

• CRUSTÁCEOS •

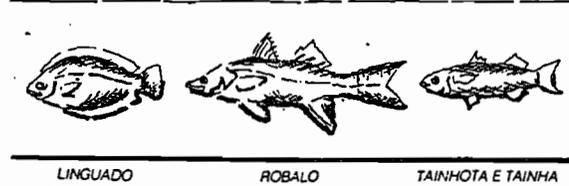


CARANGUEJO

CAMARÃO

CRACAS

• PEIXES •

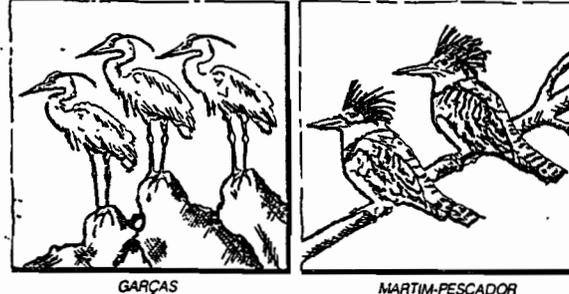


LINGUADO

ROBALO

TAINHOTA E TAINHA

• AVES •

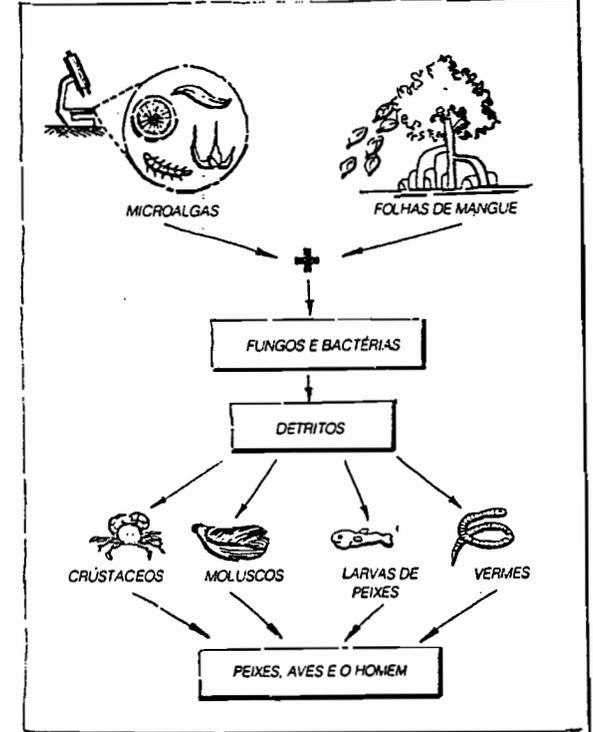


GARÇAS

MARTIM-PESCADOR

QUAL A IMPORTÂNCIA DOS MANGUEZAIS ?

Quando caem no solo ou na água, as folhas, ramos, troncos e outros restos vegetais produzidos nos manguezais passam a ser decompostos por fungos e bactérias, transformando-se em detritos. Esses detritos servem de alimento para pequenos crustáceos e vermes. Continuando o ciclo, estes pequenos animais e os próprios detritos vão servir de alimento para peixes, ostras e caranguejos. E quem é que come os peixes, as ostras e os caranguejos? No final, nós também somos beneficiados por essa complicada rede alimentar que tem sua base nos detritos originados nos manguezais. Os manguezais funcionam também como verdadeiros quebra-mares, protegendo os campos e as cidades contra a erosão marinha ou as enchentes dos rios, diminuindo a força das correntes e evitando o assoreamento dos portos e regiões costeiras.



O MANGUEZAL E A PESCA

Você deve ter notado que o homem depende de muitos dos animais do manguezal para se alimentar. Alguns deles o homem pode colher manualmente. Para captura de outros o homem precisou desenvolver inúmeros instrumentos para facilitar seu trabalho. Geralmente estes instrumentos prendem os animais através de malhas. Contudo, muitas pessoas movidas pelo desconhecimento ou ambição desmedida se utilizam de instrumentos de pesca com malhas muito miúdas que pegam os peixes e outros animais ainda muito pequenos. Dessa forma estes animais não crescerão e não se reproduzirão, podendo em muitos casos ser extintos.



2.5 Une apparente homogénéité dans les représentations spatiales actuelles de la mangrove.

La carte constitue pour les lecteurs un des moyens de percevoir les objets qu'elle représente. Les concepteurs des cartes de la baie de Paranaguà ont décelé, défini et symbolisé l'objet mangrove de manières bien différentes selon les fonctions qu'ils ont attribué aux cartes. Comment le lecteur néophyte des cartes distingue-t-il la mangrove des autres objets? La définition exacte de la mangrove peut-elle émerger d'une telle disparité dans les apparences qu'elle recouvre? (Fig.20).

2.5.1 La mangrove amphibie.

Compte tenu de l'influence de l'eau comme créatrice de deux états de la mangrove (au niveau temporel et spatial), l'on voit surgir un dilemme: la mangrove appartient-elle au domaine maritime ou terrestre ou bien aux deux?

Toutes les cartes contribuent en effet à montrer la mangrove "terrestre" ayant à toutes les échelles et selon les différents thèmes présentés, une limite franche avec l'eau.

Si les cartes géologiques expriment une grande échelle de temps, elles ne le représentent pas dans son mode cyclique journalier (variation des marées) qui forme l'essence même de la mangrove. Celle-ci ne peut donc recouvrir qu'une forme "fictive" sur les cartes à fonction définie. Sur toutes les cartes à toutes les échelles, la mangrove est donc toujours hors-eau, élément supplémentaire du domaine terrestre et complémentaire du domaine aquatique. Ses limites amont ne sont en outre pas systématiquement définies.

2.5.2 Figurations divergentes.

Elle peut apparaître dans les légendes où elle revêt différentes appellations: élément de végétation (Carte de Curitiba au 1:250 000), unité géologique (cartes géologiques au 1:70 000), ou écosystème (carte des écosystèmes de plaine de marées, 1:25 000).

L'attribution de silhouettes différentes au même objet et l'analogie faite entre substrat (sable, bancs, sédiments, alluvions) et végétation ne rendent qu'une vision floue de la mangrove.

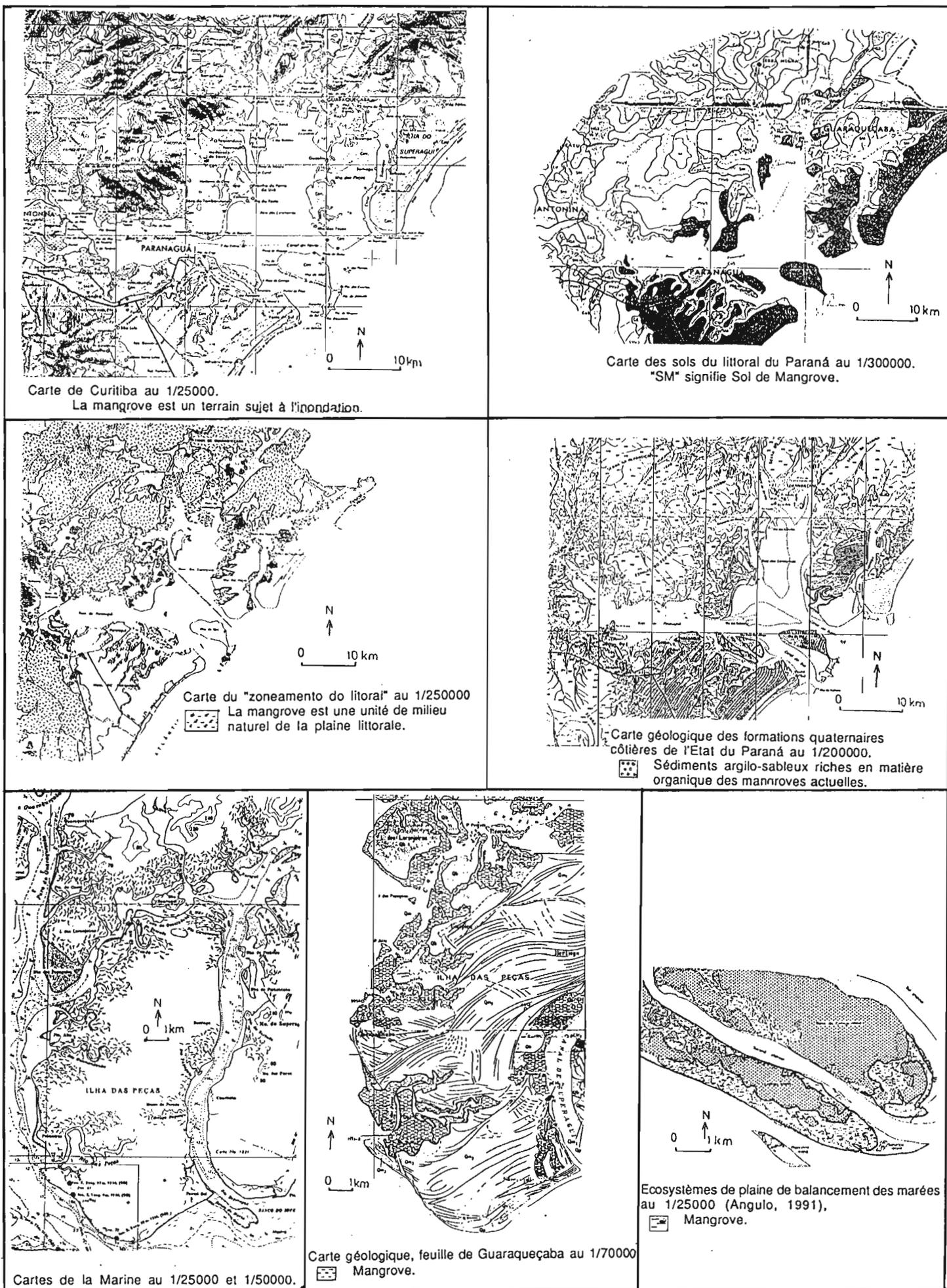


Fig. 20: "Facettes" de représentations cartographiques de la mangrove dans la baie (les échelles ne sont pas respectées).

2.5.3 Un écosystème pouvant être représenté à moyenne échelle.

Ces raisons ont poussé R. Angulo (1991) à considérer la mangrove comme un écosystème de plaine soumise au balancement des marées. Cette notion qui tient compte de l'intégration du temps, de la dynamique qu'il engendre (cycles) et du fonctionnement qui en résulte n'est représentative qu'au 1:25 000. La mangrove y apparaît comme sous-unité géologique, géomorphologique et végétative. Cette échelle appropriée, qui constitue un niveau intermédiaire à la moyenne échelle et à la grande échelle, sera donc systématiquement utilisée dans notre travail.

L'unité cartographique "mangrove" qui paraissait évidente à un premier plan d'analyse ne trouve plus son bien-fondé quand on considère l'intégration des ressources différentielles propres au milieu intertidal. Une cartographie de la mangrove devra la représenter dans chacun des états qu'elle montrera.

2.6 La mangrove dans la baie: une unité de conservation.

Le terme mangrove qui recouvre, même pour la communauté scientifique, diverses appellations, étant utilisé pour parler de l'arbre ou de l'écosystème, doit être défini pour fournir à la législation sur l'environnement une base sûre.

2.6.1 Trois définitions pour une même unité de végétation.

Nous avons relevé, dans la législation brésilienne sur l'environnement, trois définitions se rapportant à la mangrove. Dans le code florestier (art.2 loi 4771 du 15 Sept. 1965), elle est citée comme étant le substrat fixé par une forme de végétation naturelle.

Vingt ans plus tard, la résolution CONAMA (CONselho NATional do Meio Ambiente) 4 du 18 Sept.1985, la définit comme "un écosystème littoral occupant les terrains bas, sujets à l'action des marées, localisés en lieux relativement abrités et formés par des vases récentes, auxquelles s'associent des communautés végétales caractéristiques".

Une définition plus précise existe pour l'Etat du Paraná dont le littoral a fait l'objet d'une proposition de directives pouvant contribuer au développement régional. La définition du "zoneamento do litoral", approuvé par le décret 5040 du 15 mai 1989, est considérée comme l'outil de base d'une politique fondée sur le "développement harmonieux du littoral" Elaborée par des scientifiques qui reconnaissent la mangrove comme une Unité Environnementale Naturelle (UAN), elle est définie comme suit: "Ce sont des lieux soumis au flux et reflux des marées, localisés dans les aires protégées des baies. Elle présente une végétation hautement spécialisée qui, dans la région, est constituée par seulement trois espèces: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia tormentosa*" (en réalité *schaueriana*)... La mangrove, par ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques est un écosystème de grande importance pour l'équilibre écologique et pour la productivité des baies et eaux côtières".

Cette définition intègre trois des fondements qui manquent à celle de la résolution CONAMA n°4: la dynamique, la composition floristique et le rôle écologique.

2.6.2 Un espace public. inaliénable.

Au Brésil, les mangroves, par leur présence sur les lieux d'influence de la marée, sont la propriété et sont placées sous la juridiction du Ministère de la Marine. Par la loi n°9760 du 5 Sept.1946, les terrains situés sur le continent, la côte maritime, les berges des fleuves et des lagunes, d'une largeur de 33m à partir de la ligne de haute-mer moyenne de l'année 1831, s'appartiennent à ce Ministère. Avec la nouvelle constitution fédérale (titre 3, chap. 2, art.20), ces terrains et leurs zones d'acréation sont considérés Biens de l'Union et sont placés sous la juridiction du SPU. Les mangroves sont donc inaliénables, publiques, d'usage commun et leur occupation doit seulement recouvrir un caractère précaire et transitoire (Maciel, 1987). Le SPU peut en permettre une utilisation mais ne peut délivrer ni titres de location ni de propriété (Maciel, 1984).

	Nom	Références juridiques	Mangroves concernées	Objectifs généraux	Activités interdites	Impacts rencontrés dans les mangroves	Organe de Contrôle
U N I T E S D E C O N S E R V A T I O N	Réserves Ecologiques	Loi fédérale 4771 15 Sept.1965 Rés. CONAMA 04 18 Set. 1985	Toutes	Protection des écosystèmes d'intérêt local	Atterrements Rejets de déchets Coupe de la végétation Activités minières agropastorale, industrielles	oui (autour des agglomérations) oui oui	IBAMA
	"Zonamento do Litoral"	Decret de l'Etat 5040 15 mai 1989	Toutes	Aménagement harmonieux du littoral.	infrastructures sanitaires Inf. communication/énergie Equipements scientifiques Sylviculture, aquaculture Extraction végétale	oui oui (EMATER, autorisé) oui (Centre de Biologie Marine) oui (Ilha da Coínga, autorisé)	ITCF IBAMA SEDU
	Alres Speciales d'Intérêt Touristique (AEIT)	Loi de l'Etat 7389 12 Nov.1980	Toutes	Développement touristique préservation et conservation des patrimoines culturels et naturels des communes littorales	Atterrements Constructions		ITCF SURHEMA IBAMA
	Station Ecologique de Guaraqueçaba	Decret Fédéral 87222 31 mai 1982	Les mangroves des îles de de Superagü, Pinheiro et Pinheirinho, das Laranjeiras, do Rabelo, Pavoça, Sambaquí; N. Baie dos Pinheiros, E. Ile das Peças, N-E baie de Guaraqueçaba, N Enseada do berito.	Recherches de base et appliquées dans des zones représentatives des écosystèmes brésiliens	Chasse, exploration de ressources, atterrements ouvertures de canaux	oui (I. do Rabelo)* oui (communication baies de Guaraqueçaba et dos Pinheiros)*	IBAMA
	Station Ecologique da Ilha do Mel	Decret de l'Etat 5454 12 Sept.1982	Mangroves de Ilha do Mel	IDEM	IDEM		ITCF
	Aire de Protection Environnementale de Guaraqueçaba (APA)	Décret Fédéral 90883 31 Jan. 1985	Moitié Nord de la Baie (cf mapa)	Protection du contour de la station Ecologique du complexe des estuaires, des sites archéologiques, des communautés "caíçaras" intégrées, usage rationnel du sol Préservation des écosystèmes contre tous types d'altérations destinés à l'usage de tous à des fins scientifiques, culturelles éducatives et récréatives	Statut particulier des mangroves en Zones de Vie Sylvestre		IBAMA
Parc National de Superagü	Décret Fédéral 97688 25 avril 1989	Îles des Peças e de Superagü			?	IBAMA	

Tab. 6: Les unités de conservation dans la baie de Paranaguá, références juridiques, objectifs (source Colêanea de Legislação Ambiental, 1989).

2.6.3 Institutions de la conservation de la mangrove dans la baie.

La conservation de la mangrove dans la baie résulte, selon Feuerschette (1986), de deux types d'interventions juridiques. Il est toléré **l'usage rationnel des ressources** du milieu dans les Zones d'Environnement Protégé-APA- et dans les Zones d'Important Intérêt Ecologique -ARIE-. Dans les "Stations" Ecologiques et les Réserves Ecologiques ne sont permises que les **activités scientifiques expérimentales**, voire **récréatives** selon les cas (Tab. 6). La résolution CONAMA n°11 du 3 décembre 1987 institue les **Unités de Conservation**. Le littoral du Paraná est le siège de sept d'entre elles (sur 11 pour tout l'Etat) et les mangroves se trouvent donc protégées dans leur ensemble et ponctuellement par une superposition de ces outils juridiques.

La loi de l'Etat n°7389 (12 novembre 1980) crée dans les six communes du littoral du Paraná les **Aires Spéciales d'Intérêt Touristique (AEIT)**; lieux présentant des conditions climatiques favorables, les paysages notables, les aires bordant la frange maritime sur une bande de 2000m autour de certaines baies, estuaires, rivières et canaux. Ce type d'unité de conservation, liant la promotion du développement touristique à la valorisation et à la préservation des patrimoines naturels et culturels, établit des normes d'usage du sol et interdit notamment les atterrements et les constructions dans toute forme de végétation naturelle. Selon les définitions en cours dans la législation environnementale fédérale, les mangroves sont considérées comme une forme de végétation naturelle. Elles constituent de fait une partie de l' AEIT car elles bordent une partie du littoral du Paraná, dans les baies de Paranaguá et de Guaratuba. La restriction est signifiée par la largeur de la bande protégée, limitée à 2000m.

Le patrimoine paysager situé en périmètre urbain des 6 communes littorales, fait partie des **Zones d'Intérêt et de Protection Spéciales** (décret de l'Etat n°2963 du 19 septembre 1980). L'Etat apporte un examen et un accord préalable aux lotissements et démembrements qui comprendront ce type d'unité.

Le "**zoneamento do litoral**" (décret de l'Etat n°5040 du 15 mai 1989) considérant les mangroves du Paraná comme une Unité Environnementale Naturelle (UAN) y interdit une série d'activités, minières, agricoles, industrielles, l'installation d'infrastructures de

communication, énergétiques et sanitaires ainsi que les équipements nécessaires aux activités scientifiques, culturelles et sportives.

Dans la baie de Paranaguá, les mangroves se trouvent protégées aussi ponctuellement par une série de protections se concentrant principalement sur le Nord et l'Est (Fig. 21).

La création de la "**Station**" **Ecologique** de Guaraqueçaba (décret fédéral n°87222 du 31 mai 1982) interdit l'élevage, l'exploitation de ressources, la chasse dans 14 zones de mangroves couvrant une superficie de 13638 ha (cf. Fig.21). Dans un rayon de 10 km autour de cette unité, les activités doivent entrer dans le cadre des normes fixées par la CONAMA (Feuerschette, 1986). Les mangroves de cette unité de conservation servent à la réalisation de recherches de base et appliquées et sont des aires représentatives des écosystèmes brésiliens. L'**Aire d'Environnement Protégé** (APA) de Guaraqueçaba, instituée par le décret fédéral n°90883 du 31 janvier 1985, pour défendre les alentours de la "Station" Ecologique de Guaraqueçaba, resserre la protection sur les mangroves en les classant en **Zones de Vie Sylvestre** (sauvegarde de la faune native et de son habitat).

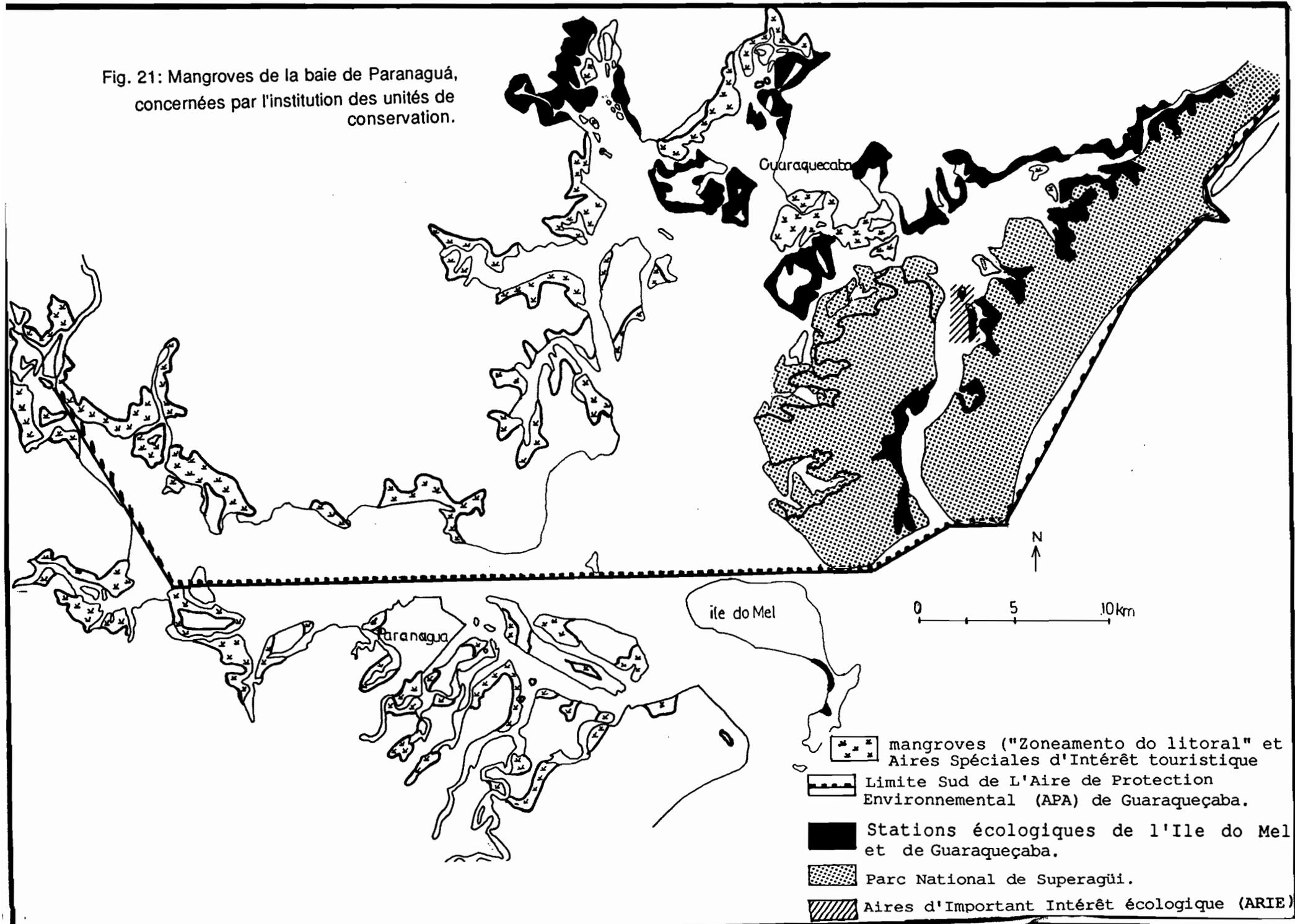
Le décret fédéral n°91888 du 5 novembre 1985 déclare les îles de Pinheiro et Pinheirinho **Aires d'Intérêt Ecologique Notable** (ARIE), afin de maintenir les écosystèmes naturels d'importance régionale ou locale et d'en réguler l'usage.

L'Ilha do Mel est une "station" écologique par le décret de l'Etat n°5454 du 12 septembre 1982. Les îles de Peças et de Superagüi forment le **Parc National de Superagüi** (décret fédéral n°97688 du 25 avril 1989).

Conclusion

La mangrove est vue et perçue comme une composante essentielle de la baie de Paranaguá. Ecosystème différencié des autres unités végétales dans la baie, elle est particulière par son fonctionnement inféodé au marnage, et par sa faune riche et diversifiée. La pertinence de son "unicité" est corroborée dans la baie par les ressources consommables que l'homme en tire et par les études, représentations et protections qui en sont faites. Cette perception globale que nous avons observée va s'effacer à l'étude de son "compartimentage"

Fig. 21: Mangroves de la baie de Paranaguá, concernées par l'institution des unités de conservation.



3. OU IL EST DIT QUE LA MANGROVE EST COMPOSITE.

3.1 Matériels et méthodes.

La diversité des mangrove dans la baie de Paranaguá a pu être mise en évidence à partir d'une série de mesures concernant la végétation et des paramètres abiotiques. Pendant près d'un an, 81 parcelles et 5 transects dans la mangrove ont été étudiés. Cette étude de terrain a été effectuée conjointement avec T. Naizot, préparant une thèse de doctorat de géographie au C.A.M.S. de l'E.H.E.S.S. sur l'étude des écosystèmes littoraux de la baie par télédétection. Les données obtenues communément (paramètres physico-chimiques, végétation, sédimentologie, notes de terrain), ont été utilisées de manière à servir des objectifs respectifs de recherches. Le choix préalable des sites a été opéré à la lecture des photographies aériennes au 1/25000 dont nous disposions et des images satellites SPOT de la région. Cet échantillonnage préliminaire a ensuite été modifié quand nous avons rencontré des conditions très restreintes d'accès au terrain. L'entrée dans la mangrove n'a été possible que par voie maritime, pendant les périodes de flot.

3.1.1 L'analyse de la végétation.

* Les parcelles.

L'étude des peuplements de mangrove a été effectuée selon des parcelles de 10X10m ou de 5X5m disséminées dans la baie (81 en tout) dont un côté au moins était parallèle à la ligne de rivage, afin de respecter l'organisation des peuplements. Dans chaque parcelle, une fiche terrain a été remplie (Fig. 22), permettant ainsi l'acquisition de données homogènes.

La première caractéristique structurale des peuplements concerne la **stratification**. Selon les critères de Oldeman (1974), une strate est définie par la couche située entre le niveau supérieur de chaque ensemble structural et la surface du sol ou la surface d'inversion morphologique. Chaque strate représente donc une couche maximale de densité de la canopée. Nous avons ramené la mesure de la strate à la hauteur maximale de son plafond en m.. Ceci a permis le relevé de peuplements mono- ou pluristratifiés, régulièrement ou non.

FICHE DE TERRAIN

POINT PEC 2
 TRANSECT
 POSITION 50 m de la bordure
 ORIENTATION N/S

TEMPS Pluvieux
 DATE 7.05.90

INFLUENCE CLIMATIQUE
 station abritée
 protégée influence Nord
 protégée influence Sud
 protégée influence Ouest
 protégée influence Est

ESPECES (%)
 Laguncularia 70
 Rhizophora
 Avicennia 30

AGES (%)
 avenir
 présent
 passé

STRATIFICATION (cm)
 0=5
 5=25
 25=50
 50=100
 100=200
 200=400
 400=800
 800=1600

RECOUVREMENT (%)
 0=20
 20=40
 40=60
 60=80
 80=100

OUVERTURE STRATES BASSES
 fermé >90%
 peu ouvert 75-90%
 assez ouvert 50-75%
 ouvert 25-50%
 très ouvert 10-25%
 Extrémnt ouvert 0-10%
 totalt ouvert 0%

PREMIERE COUCHE DE FEUILLES (cm)
 0=5
 5=10
 10=20
 20=40
 40=60
 60=80
 80=100
 >100

STRUCTURE
 vert. horiz. régul.
 vert. horiz. irrégul.
 vert. irrég. horiz. régul.
 vert. régul. horiz. irrégul.

ACCIDENTS VEGETATIES
 peuplt sain
 attaque plantules
 " " tiges, rameaux
 " " feuilles
 " " fleurs et fruits
 " " ens. individu
 " " ens. peuplt.

DEGRE FRUCTIFICATION
 fruits sur tous arbres
 fruits sur 50-100%
 fruits sur 0-50%
 pas de fruits
 fleurs sur tous arbres
 fleurs sur 50-100%
 fleurs sur 0-50%
 pas de fleurs

COULEUR DU SOL
 noir
 gris
 marron
 blanc
 taches

PRESENCE HUMUS
 oui
 non

PRESENCE D'EAU EN SUPERFICIE
 oui
 non

BROSTYCHIA SUR TRONCS (cm)
 0=10
 10=20
 20=30
 30=50
 50=60
 60=80

ODEUR DECOMPOSITION
 oui
 non

SITUATION HYDRIQUE
 jamais inondée
 rarement inondée
 submergée périodiquement
 tjs. submergée
 eau stagnante

ENRACINEMENT
 0=20
 20=40
 40=60
 60=80
 80=100

STRUCTURE
 sans
 faible
 moyenne
 avec

TEXTURE
 limon
 argiles
 sables

GALERIES
 oui
 non

PRELEVEMENTS
 sol

feuilles salinité

Fig. 22: Fiche terrain type.

La **couverture au sol** donnée en pourcentage représente le taux de recouvrement au sol de l'ensemble des strates. Elle indique donc le degré de couvert des strates prises dans leur ensemble.

La diversité spécifique nous est apparue nécessaire à prendre en compte pour quantifier l'organisation intraspécifique des peuplements. Elle est donc représentée par l'**abondance relative** de chacune des trois espèces de mangrove dans la parcelle considérée.

La **densité**, donnée complémentaire, évalue le nombre d'arbres au m² et serait indicatrice dans son évolution d'une parcelle à une autre d'une certaine dynamique végétale.

L'**état phytosanitaire**, comme critère de "santé" des peuplements et de leur dynamique intrinsèque est simplement évalué. On définit donc trois états (bon, moyen, mauvais) où la proportion relative en arbres morts, en débris végétaux et en gales sur les feuilles augmente.

La distinction entre domaines régulièrement inondés et ceux qui le sont moins fréquemment est permise par un **bioindicateur**. *Bostrychia* spp. est une algue qui, dans le modèle défini par Oliveira (1984), colonise les troncs et pneumatophores des *A. schaueriana* et *L. racemosa*, pour des salinités allant de 5 à 25‰. Cette algue benthique repérée au lieu de nos parcelles signifie la présence d'inondations quotidiennes et régulières. Sa hauteur sur les troncs indique le niveau moyen de l'eau. Aussi, implicitement, pour des séries de points, il est possible de deviner la topographie, ce qui va être utile notamment dans l'étude de la dynamique végétale.

Les parcelles où elle n'est pas observée ne sont pas soumises à des inondations périodiques, mais peuvent cependant être inondées quotidiennement pendant les grandes marées de nouvelle ou pleine lune, ou lors des marées de syzigie.

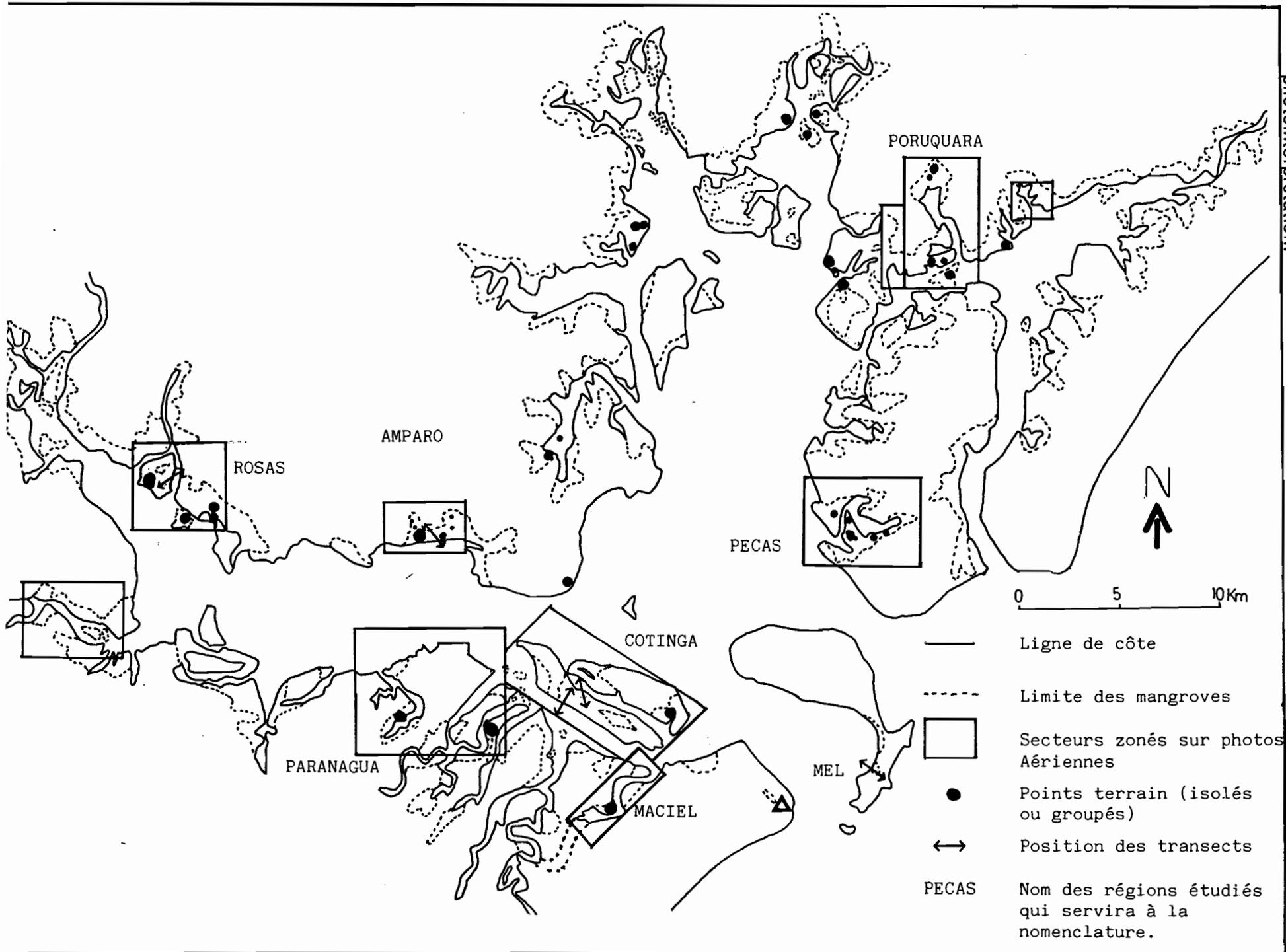


Fig. 23: Secteurs de la baie étudiés sur le terrain (parcelles et transects) et par photointerprétation.

* **Les transects.**

Les transects relevés dans la baie sont orientés perpendiculairement au rivage de façon à ce qu'ils traversent successivement les ceintures de végétation parallèles à la côte, pour respecter l'organisation intra-forestière des mangroves (Blasco, 1984). Ils s'étendent de la frange maritime colonisée par les mangroves jusqu'à la lisière de la restinga en passant par les formations ouvertes inter-forestières. Les 5 transects étudiés sont:

- transect 1: Sud Ile da Cotinga, orientation: 45°, 270 m de long.
- transect 2 : Nord Ile da Cotinga, 330°, 147 m..
- transect Ile do Mel: 315°, 97 m..
- transect Amparo: 310°, 511 m..
- transect Ile das Rosas: 100°, 276 m..

A l'intérieur de la mangrove, une typologie des groupements végétaux utilisant des caractères physiologiques qui rendent compte, a priori, des interactions végétation/milieu (Imbert in Portecop, 1987) a permis la différenciation de la mangrove en faciès. Leur détermination a été fondée sur les critères suivants: **la hauteur et l'allure de la formation végétale, la prédominance ou la co-dominance spécifique, la couleur du sol et d'autres critères sensoriels** (changements d'ambiance, comportement du sol sous le pied, présence d'eau en sub-surface, texture et structure du sol).

La longueur de ces faciès a été mesurée au long du transect, un micro-nivellement a été réalisé à l'aide d'un niveau à eau.

Les caractères texturaux et structuraux (stratification verticale, hauteur des strates, recouvrement, édaphie, état phytosanitaire) de chaque faciès ont été relevés. Les arbres sont dénombrés par espèces et classes d'âge (jeunes, adultes, vieux ou moribonds), afin de déterminer la **densité, la dominance et la dynamique** de la végétation de chaque faciès, sur deux mètres de large.

Une centaine de feuilles matures de l'espèce dominante a été récoltée dans chaque faciès. La mesure de leur longueur, largeur, et de leur poids (avant et après séchage à l'étuve à 90°C) a servi à l'évaluation de la **surface foliaire** et de la **teneur en eau moyenne foliaire**.

3.1.2 Les analyses physico-chimiques.

La salinité interstitielle de l'eau utile aux végétaux a été mesurée au lieu de chaque parcelle avec un salinomètre à réfraction.

Au centre de chaque parcelle, ou de chaque faciès de transect, un échantillon de sédiment a été prélevé pour subir une série d'analyses en laboratoire. Dans une seconde période d'étude effectuée sur le terrain, un carottage à l'aide d'une pelle à vase a permis une différenciation du sédiment en deux couches (supérieure et inférieure), pour un prélèvement de deux échantillons.

Le pH donne une indication sur l'acidité ou basicité d'un sol. Un mélange de 5 g. de sédiment et d'eau distillée est passé à la centrifugeuse. Le pH est mesuré sur le surnageant. Effectuée en deux phases, cette analyse a permis d'obtenir le **pH frais** du sédiment récemment prélevé et le **pH sec** du même sédiment séché à l'air libre. La différence entre les deux évalue le **potentiel d'acidification** du sol lié à sa composition minéralogique et aux réactions chimiques entraînées par un assèchement substantiel (Marius, 1985).

La perte au feu évalue quantitativement la "richesse" du substrat en matière organique. Une fois le sédiment séché à l'air libre, on mesure la perte au feu de 5 g. passés à 950° pendant une heure au four à mouffle (méthode préconisée par le laboratoire de pédologie de l'ORSTOM).

3.1.3 L'analyse granulométrique et minéralogique.

- La granulométrie de deux séries d'échantillons, effectuée dans deux laboratoires différents consiste à mesurer les quantités relatives de sables, limons et argiles composant le sédiment. Dans le laboratoire de géographie physique de l'Université Paris VII, les échantillons secs

sont lavés de leurs sels (NaCl principalement) avec de l'eau distillée chaude. Débarrassés de la matière organique par un brûlage à l'eau oxygénée à chaud, les échantillons sont ensuite séchés à l'étuve (30 à 40°C.). 10 g. sont sélectionnés et placés dans une série de tamis (1000; 500; 325; 200; 135; 80; 50; 20; 10 et 2 μ) soumise à des secousses mécaniques. Les refus sont pesés et donnent la composition en sables (grossier, fin et très fin) du sédiment. Le refus inférieur à 2 μ . est recueilli pour être mélangé dans une solution à 10% de pyrophosphate de sodium pendant une nuit. La solution est placée ensuite dans une colonne. Après mélange, on la laisse reposer, pendant un temps défini sur table. Puis, à une profondeur pré-définie, on y prélève, la fraction limoneuse à l'aide d'une pipette Robinson. Le prélèvement de la fraction argileuse se fait dans un second temps, après un remêlage pour remettre le sédiment en suspension, à la même profondeur.

Au laboratoire de l'ORSTOM à Bondy, les échantillons lavés, séchés puis tamisés à 500 μ . sont placés dans un sédi-graph. La courbe en effectifs cumulés donne automatiquement les proportions du sédiment en fractions allant de 500 à 0,8 μ . Les fractions supérieures à 500 μ . sont séparées dans une série de tamis.

- L'analyse minéralogique des argiles effectuée à l'ORSTOM à Bondy sur quelques échantillons choisis en fonction des sites et des séquences, consiste en une analyse qualitative qui permet l'identification des minéraux constituant d'une roche ou d'un sédiment. Les plans de clivage des cristaux et la structure en feuillets des argiles offrent des surfaces de réflexion aux rayons X. La lecture du diffractogramme complet donne l'intensité de la réflexion en fonction des angles de réfraction. La comparaison de ces valeurs à des tables autorise la reconnaissance des minéraux. Pour les argiles interstratifiées, constituées par un mélange régulier ou non de minéraux, la méthode des agrégats orientés rend possible la distinction des composants en jouant sur leur pouvoir d'humectation ou sur leur perte en eau.

3.1.4 L'analyse des photographies aériennes.

Les cartes de la baie, même à moyenne échelle, ne définissent pas spécifiquement la mangrove et ne peuvent nous servir d'outil à une cartographie thématique. Les photographies aériennes, datant de juin et novembre 1980, donnent une couverture complète de la baie au 1:25000. Elles serviront de base à une nouvelle représentation de la mangrove.

La photo-interprétation fait ultérieurement appel à la connaissance que nous avons du terrain. Le zonage a donc précédé notre travail à grande échelle. La description des photographies grâce à des principes "physiques" de structures, de textures, de couleurs, a servi à exprimer l'existence de peuplements dans la mangrove et à définir au préalable des zones à étudier sur le terrain. Cette seconde observation a induit la description des types de peuplements rencontrés.

Nous avons procédé à un échantillonnage raisonné de couples de photographies, lié en partie à leur disponibilité et aussi aux conditions d'accès au terrain (cf. Fig. 23).

Chaque couple de photographies représente une région de la baie, dont les caractéristiques morphologiques seront définies ultérieurement.

REGIONS	SITES	PHOTOS
Bassin	Rio Poruquara	52644/45
	Rio Sebui	52642/43
Deltas de rivière	Rio Nhundiaquara	51377/78/79/80
	Rio Faisquera	51342/43/44
Iles de confluence	Ile Pavoça	55862/63
Baies ouvertes	Nord du lieu-dit Amparo	51371/72
	Est de Baie dos Pinheiros	55859/60/61
Marigots	Rio Maciel	51408/09/10/11
	Abords de Paranaguà	51455/56/57
	Rio das Peças	51364/65/66
		51353/54/55
Iles	Ile da Cotinga	51458/59/60/61
	Ile Rasa da Cotinga	51460/61

Tab. 7A : photographies aériennes analysées en fonction des régions étudiées.

3.1.5 Pré-traitement des données.

Pour parvenir à la comparaison des données et à une certaine correspondance entre les facteurs écologiques mesurés à partir du substrat et la structure de la végétation il faut classer les résultats.

La classification consiste à fractionner la courbe de variations (nombres réels) d'une mesure pour en obtenir une série discontinue. Ainsi la densité, l'abondance relative des espèces, les pH frais et sec, le potentiel d'acidité, la teneur en matière organique et la salinité seront-ils classés pour faciliter nos analyses ultérieures.

La niche écologique.

Il est possible de déterminer, pour chaque espèce végétale, un optimum de présence en fonction des gradients écologiques et d'évaluer aussi les relations interspécifiques notamment entre *Rhizophora mangle* et *Laguncularia racemosa*.

La notion de niche s'appuie sur les relations entretenues entre le milieu et les individus. Elle amène aussi à considérer les relations entre les individus quand les ressources du milieu semblent limitées. De la place dans la hiérarchie trophique à l'espace occupé par un organisme dans la communauté, elle est finalement considérée comme un ensemble de points (Whittaker, 1970). Chaque dimension y représente un gradient écologique dans lequel la population survit et se renouvelle. La niche écologique est donc un espace à n-dimensions.

La représentation multidimensionnelle étant difficile à explorer, nous nous limiterons à une représentation unidimensionnelle. Des calculs d'amplitude écologique et de coefficient de compétition sont fondés sur les formules suivantes:

Amplitude écologique = $1/\sum p_i h^2$ (h=variable de l'environnement considérée, p_i = probabilité pour l'espèce i),

Coefficient de compétition = **produit des amplitudes.**

	diamètre moyen	erreur et déviation standard	assymétrie= skewness	curtosis	sorting
Reineck, Singh (Trask) 1973	$\$50$		$(\$25 \cdot \$75) / (\$50)^2$	$(\$75 - \$25) / 2(\$90 - \$10)$	$V \$75 / \25
Inman 1952 Walker 1984	$(\$16 + \$84) / 2$	$(\$84 - \$16) / 2$	$(\$16 + \$84 - 2\$50) / (\$84 - \$16)$ ou $(\$95 + \$5 - 2\$50) / (\$84 - \$16)$	$\$16 - \$5 - \$95 + \$84 / (\$84 - \$16)$	
Folk, Ward 1957	$(\$16 + \$50 + \$84) / 3$	$(\$84 - \$16) / 4 + (\$95 - \$5) / 6,6$	$(\$16 + \$84 - 2\$50) / 2(\$84 + \$16)$ $+ (\$5 + \$95 - 2\$50) / 2(\$95 - \$5)$	$(\$95 - \$5) / 2,44(\$75 - \$25)$	

<0,35	très bien sélectionné	-1 à -0,3	très négative, très fines	<0,67	très platicurtique	<2,5	Tb classé
0,35-0,5	bien sélectionné	-0,3 à -0,1	négative, vers fines	0,67-0,9	platicurtique	2,5<So<3,5	normalt classé
0,5-0,7	modért bien sélectionné	-0,1 à 0,1	symétrique	0,9-1,11	mesocurtique	3,5<So<4,5	AB classé
0,7-1	modérément sélectionné	0,1 à 0,3	positive, grossiers	1,11-1,5	leptocurtique	4,5<So	mal classé
1-2	pauvrement sélectionné	0,3 à 1	très positive, très grossiers	1,5-3	très leptocurtique		
2-4	très pauvrement sélectionné			>3	extrèmnt leptocurtique		
>4	extrèmement mal sélectionné						

Tab. 7B: Formules pour le calcul des indices granulométriques.

La **granulométrie** nécessitait aussi un traitement des données destiné, d'une part, à l'étude des préférences de la végétation pour tel ou tel sédiment et d'autre part à l'analyse de la dynamique, le sédiment en étant une donnée intégratrice.

Le calcul d'indices à partir des quantiles lus sur les courbes d'effectifs cumulés crée donc une nouvelle base de données. Nous avons choisi de calculer le diamètre moyen, l'erreur standard, l'asymétrie (skewness), le curtosis (aplatissement) et le tri (sorting) selon les formules indiquées dans le tableau 7B.

L'indice de la nature sableuse du substrat est donnée par la formule:

$$\text{Sables (\%)} + \text{Limens (\%)} + \text{Argiles (\%)}.$$

La photo-interprétation.

Nous devons nous arrêter sur les principes de la photo-interprétation afin de mieux comprendre les différents aspects présentés par l'objet mangrove lors de son observation.

L'anamorphose stéréoscopique (Léo, Dizier, 1986) permet la qualification immédiate de peuplements hauts et bas (par comparaison), pluristratifiés ou non (arbres surcimant la voûte générale du peuplement, ou superposition de voûtes). Ceci déterminera principalement les critères d'homogénéité/hétérogénéité, liés aussi à la texture.

L'analyse de la structure et de la texture est fondamentale pour distinguer la mangrove des autres unités végétales, puis pour reconnaître des zones à l'intérieur de la mangrove. Ces deux termes recouvrent communément les mêmes significations, mais le photo-interpréte y voit des différences fondamentales.

La texture est un ensemble d'unités élémentaires, identiques, continues et répétées (Léo, Dizier, 1986). La texture d'un objet l'isole donc de son environnement, ce qui permet la définition de limites.

La structure est un principe d'organisation de la texture. Sa distinction en 5 groupes facilite la hiérarchisation entre les éléments. Elle prend moins d'importance dans notre travail qui vise essentiellement l'ensemble fonctionnel qu'est la mangrove. Il est cependant impossible

de dissocier, comme au niveau de l'écosystème, la nature de l'objet analysé (texture) de sa fonction (structure). Les caractères texturaux et structuraux d'une zone délimitée seront donc interprétés simultanément.

Les niveaux de grisé sont enfin un troisième critère analogique. Les Zones d'Egale Apparence (Z.E.A) sont déterminées, par couple de photographies, par analogies des caractères rencontrés. Une aire définie intègre des paramètres qui pourront être extrapolés à un autre objet. Deux Z.E.A auront des caractéristiques tout à fait différentes par couples de photographies.

Autres méthodes d'analyses.

Diverses méthodes statistiques seront utilisées pour comparer et tenter une classification de nos résultats. Elles seront citées au fur et à mesure de leurs utilisations.

3.2 Résultats et classification des facteurs physico-chimiques.

La salinité de l'eau interstitielle des parcelles étudiées (81 au total) embrasse une large gamme de valeurs de 2 à 59‰. On se trouve en milieu majoritairement polyhalin . Il est possible de diviser la salinité en 5 secteurs (cf fig.24):

- 1 (0,5 à 5‰): secteur oligohalin.
- 2 (5 à 18‰): secteur mésohalin.
- 3 (18 à 30‰): secteur polyhalin.
- 4 (30 à 40‰): secteur euhalin.
- 5 (>40‰): secteur hyperhalin.

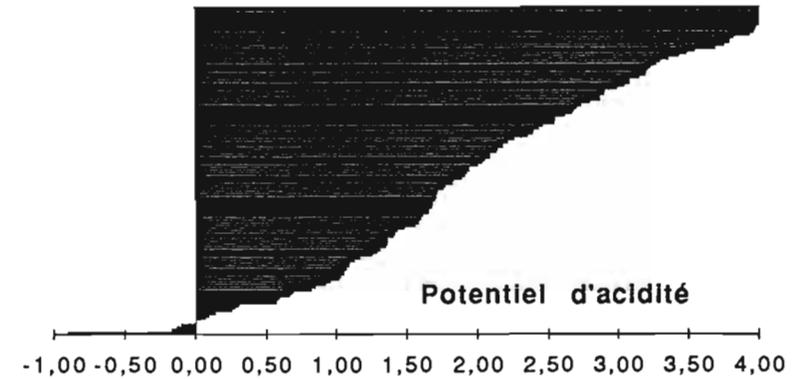
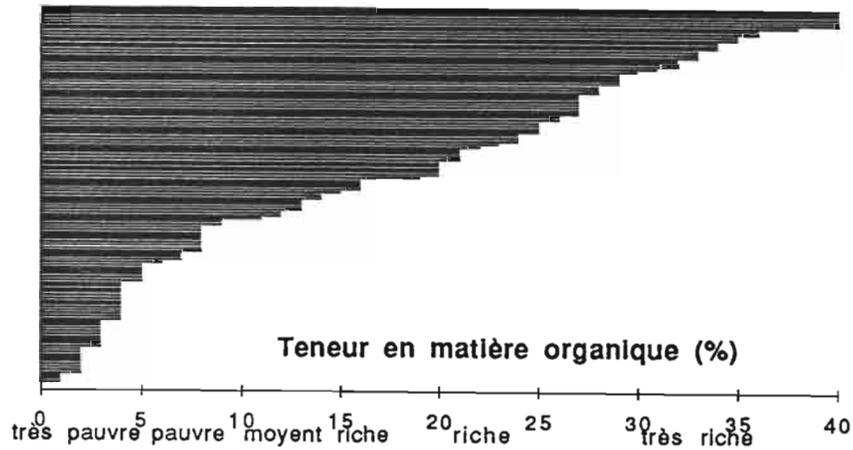
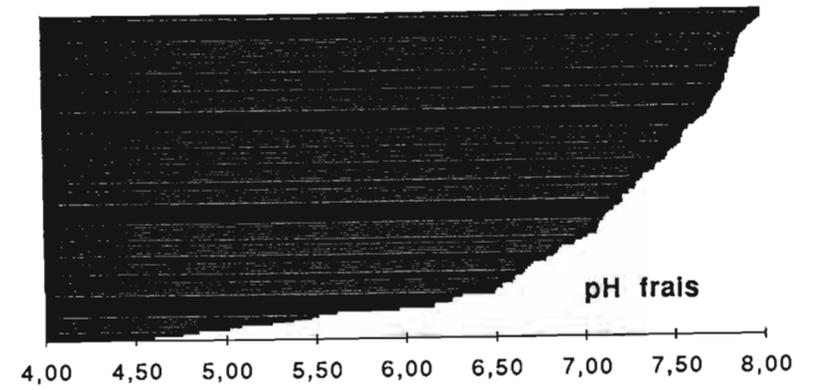
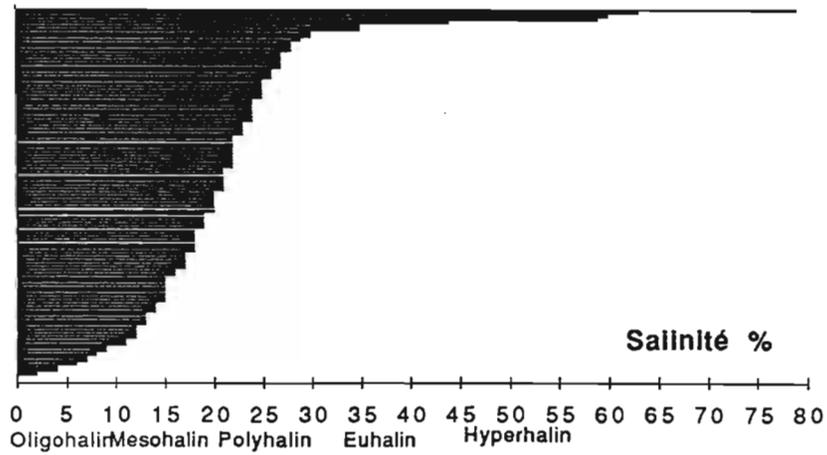


Fig. 24: Variations, en fonction des parcelles, des valeurs des paramètres abiotiques étudiés.

Le taux en matière organique du sédiment varie lui aussi de façon importante d'une parcelle à l'autre sur une échelle de 1 à 44%, la moyenne générale tournant autour de 20%.

On distingue 5 classes (Fig. 24):

- 1 (de 0 à 5%): pas de matière organique.
- 2 (de 5 à 10%): pauvreté en matière organique.
- 3 (de 10 à 17%): richesse moyenne en matière organique.
- 4 (de 17 à 36%): richesse en matière organique.
- 5 (supérieur à 36%): forte richesse en matière organique.

Le pH frais qui varie de 4,61 à 8,38 tourne autour de la neutralité (moyenne générale: 7,36). Le pH sec montre une légère tendance des sols séchés à être acides (moyenne: 4,91). Le potentiel d'acidité a une grande étendue (de - 0,9 à 4,77), les sols ayant en général une légère aptitude à s'acidifier.

La croisement de la salinité et du taux de matière organique nous donne schématiquement, 5 classes, car aucune corrélation (coef. corr.= -0,26), ni lien statistique (test Khi 2) ne sont notés, 1. (3 individus); sal. 0-10‰; M.O. 19-25%

2. (12 individus); sal. 10-17‰; M.O. 20-45%
3. (16 individus); sal. 10-17‰; M.O. 20-45%
4. (5 individus); sal. 17-30‰; M.O. 19-25%
5. (26 individus); sal. 17-30‰; M.O. 19-25%

Les autres croisements entre les variables concernant le milieu (salinitéXpH, salinitéXpotentiel d'acidité, salinitéXdiamètre moyen des grains, matière organiqueXpH, matière organiqueXpotentiel d'acidité, matière organiqueXdiamètre moyen des grains) montrent toujours des nuages de points très dispersés qui interdisent une classification, aussi simple soit-elle.

Aucune corrélation n'est notable entre ces variables, sauf une corrélation négative entre le pH sec et le potentiel d'acidité (-0,82). Aucun lien statistique n'est enregistré (test Khi 2), sauf, comme l'on doit s'y attendre, entre le pH frais et le pH sec ($p=0,56$).

3.3 Résultats granulométriques, minéralogiques et classification des sédiments.

3.3.1 La granulométrie.

Les deux méthodes d'obtention de la granulométrie donnent deux groupes de données hétérogènes; pour la première (labo. de géographie physique), la proportion en argiles est évaluée par différence avec celle des limons, elle est donc globale, alors que dans la seconde (labo. de l'ORSTOM), le sédi-graph en a permis le fractionnement (entre $2\mu.$ et $0,8\mu.$). On observe ainsi un saut de classes, la seconde méthode apparaissant la plus fiable pour caractériser des échantillons fins. N'ayant pu homogénéiser tous les résultats par cette seule méthode, nous tiendrons donc compte de leur disparité.

*** Les courbes granulométriques.**

On distingue 3 grandes familles sédimentaires en fonction de l'allure générale des courbes (fig.25): - Les courbes en S redressées sont caractérisées par une teneur importante en sables fins, sans argiles, avec un point d'inflexion situé vers $100\mu.$ Une population déposée par saltation ou par roulement forme la majorité des échantillons.

- Les courbes, moins redressées, où le point d'inflexion se situe entre 20 et $60\mu.$, sont caractérisées par une proportion identique de population de grains déposés après saltation et par suspension.

- Les courbes très aplaties où le point d'inflexion se trouve vers $2\mu.$, sont constituées en majorité d'une population de grains transportés et déposés par suspension dans l'eau.

Il existe de nombreux intermédiaires, la proportion en limons grossiers et fins faisant passer insensiblement d'une famille à une autre.

Fig. 25 A: Quelques courbes granulométriques des sédiments prélevés dans les mangroves de la baie de Paranaguá, analysés au laboratoire de géographie physique, Université Paris VII.

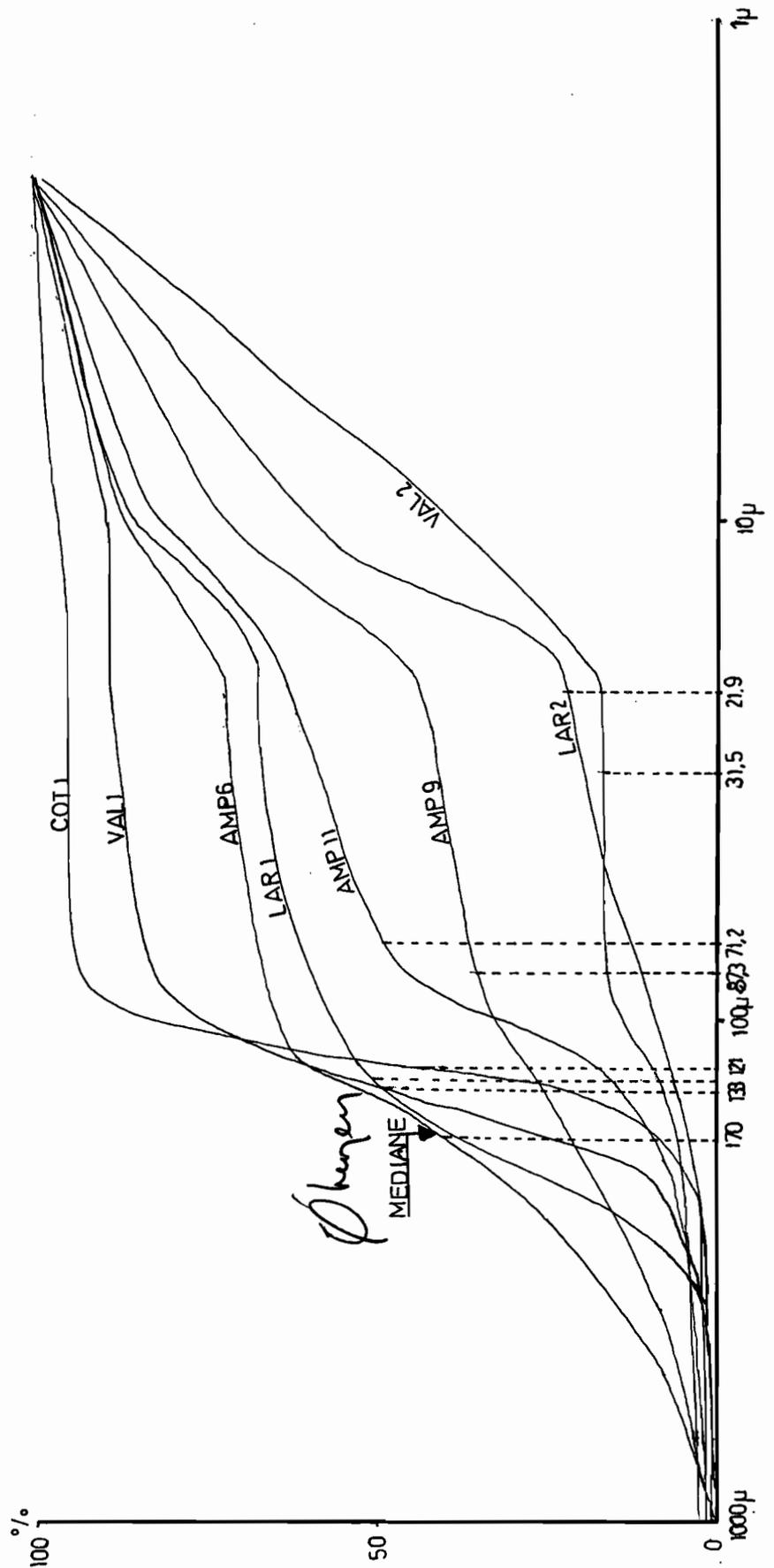
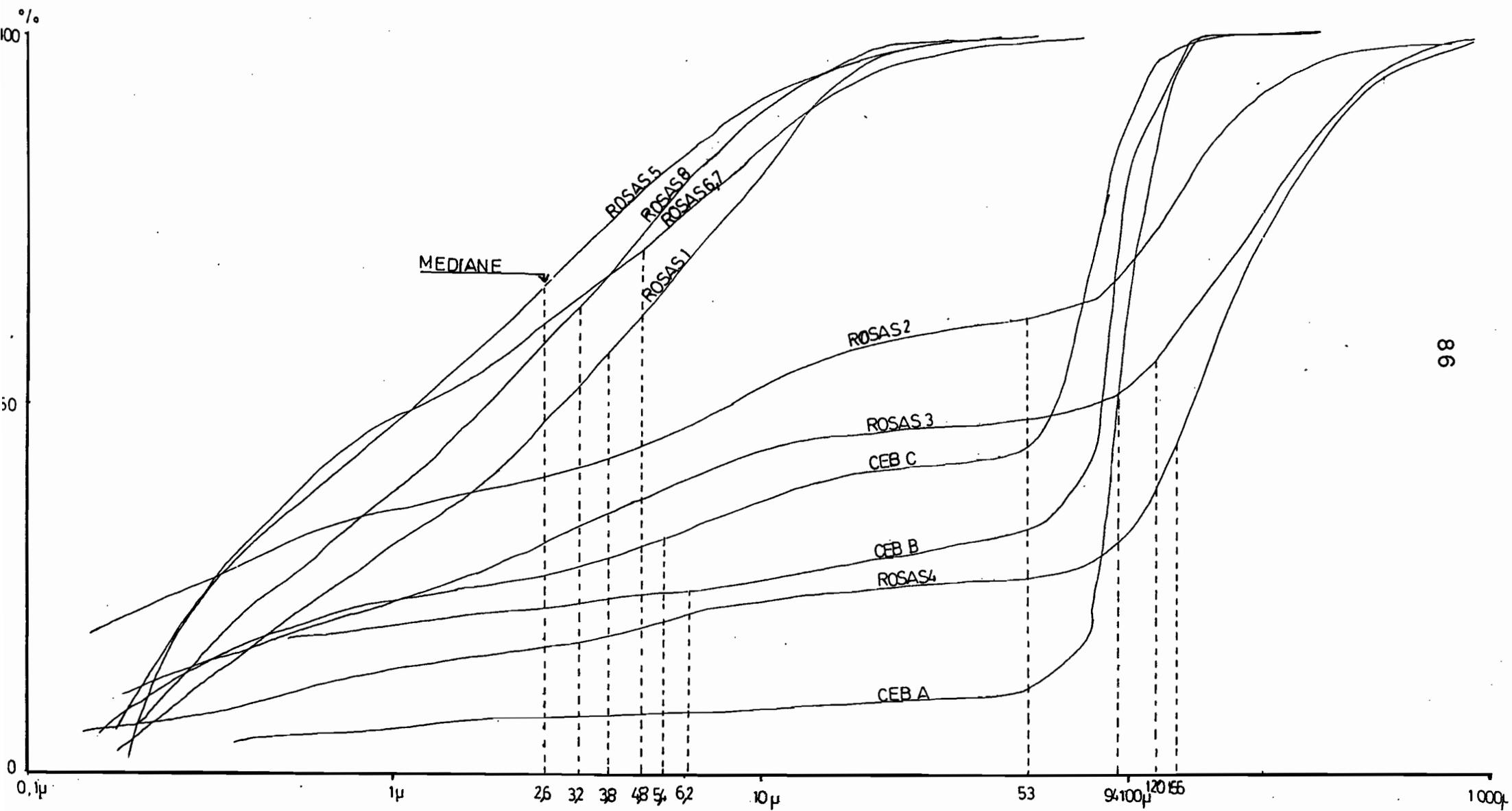


Fig. 25 B: Quelques courbes granulométriques des sédiments prélevés dans les mangroves de la baie de Paranaguá et analysés au laboratoire de sédimentologie de l'ORSTOM (Bondy).



* Le triangle textural.

Tous les points sont reportés dans un triangle dont chacun des axes représente la proportion relative en sables, limons et argiles (cf fig.26). Il est possible de classer les différentes textures dans des familles¹. L'étalement des points se fait principalement le long de l'axe des sables avec deux pôles de texture: les argiles et les sables.

La majorité des points est groupée dans les limons argilo-sableux et les sables limoneux. Enfin, quelques points ont une texture d'argiles sableuses.

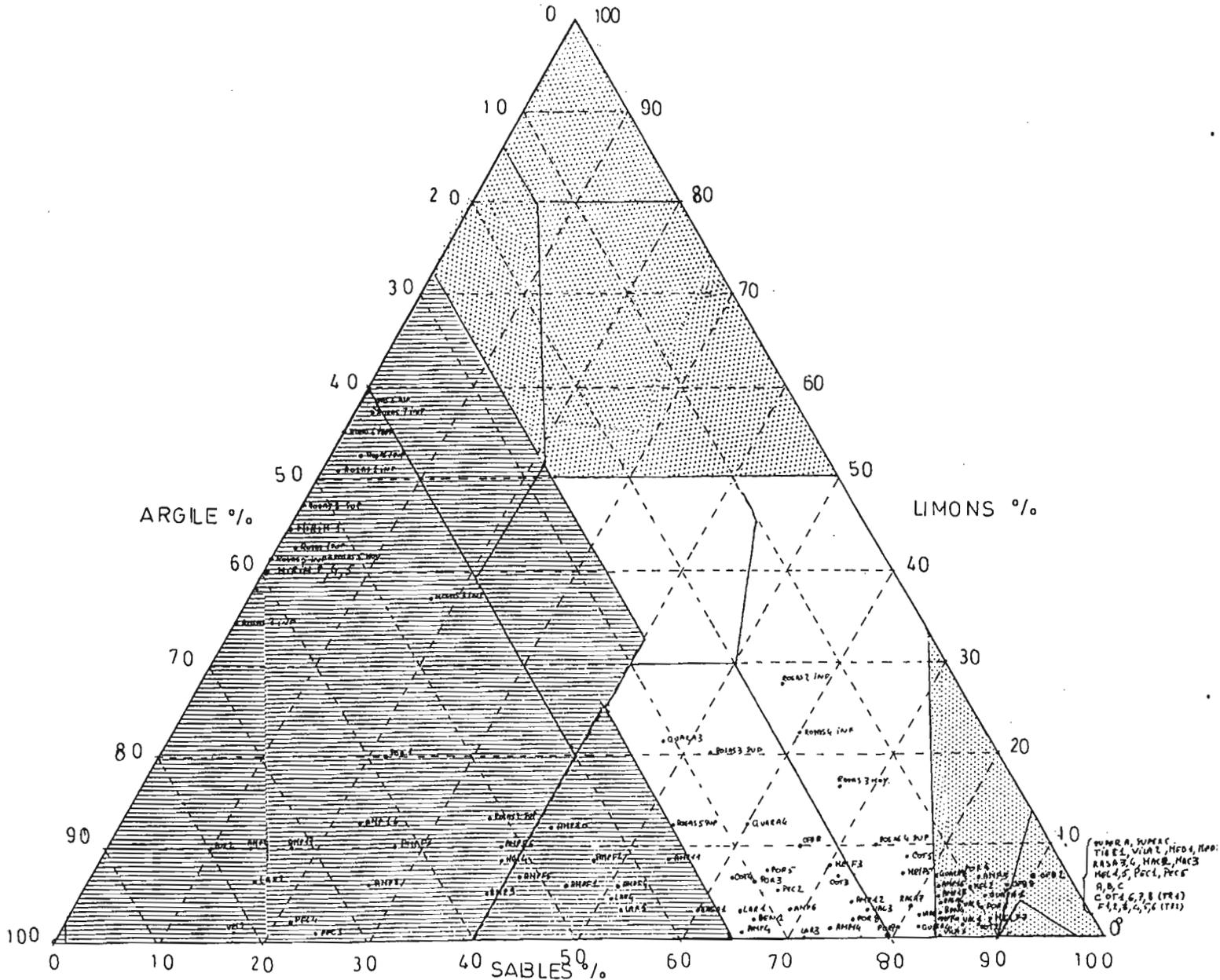


Fig. 26: Triangle textural des sédiments prélevés dans les mangroves de la baie de Paranaguá (d'après Duchaufour).

¹ Duchaufour, in *Précis de pédologie*, Paris, Masson, p. 27, a repris la classification américaine

*** Classification des indices.**

Pour le diamètre moyen, la proportion en limons grossiers est la plus abondante. On observe pour le tri (sorting) et l'asymétrie (skewness) un bon étalement des données. L'indice sableux quant à lui est principalement concentré sur les limons argilo-sableux (Fig. 27).

Les croisements des indices deux à deux permettent de définir des classes et de voir la dépendance entre certains caractères.

Croisement de l'asymétrie (skewness) avec le tri (sorting):

La majorité des points très bien triés s'étale sur l'axe d'asymétrie entre les valeurs -0,3 et +0,3 (Fig. 28). Ceux-ci montrent une assez grande homogénéité dans la phase de dépôt. Les points dont l'asymétrie va vers les grossiers sont mal triés. Cette relative hétérogénéité hérite probablement de dynamiques fluctuantes de transport/dépôt/reprise. Les autres sédiments mal triés peuvent résulter de dynamiques différentes de dépôts.

Croisement Diamètre moyen et tri:

Les sables sont, en général, bien triés, ce qui indique que la source et le mode de dépôt ne varient pas pour cette classe granulométrique. Les sédiments fins qui au contraire sont mal triés ont des modes de dépôt hétérogènes.

Croisement taux en matière organique et nature sableuse du sédiment:

La rétention de la matière organique par le sédiment est étroitement dépendante de l'indice sableux du sédiment. Plus le sédiment est sableux, moins il contient de matière organique.

Le croisement des seuils (cf fig.28) permet de définir 8 classes:

- 1: Les sables sans matière organique.
- 2: Les sables limono-argileux sans matière organique.
- 3: Les sables limono-argileux pauvres en matière organique.

- 4: Les fines sans matière organique.
- 5: Les fines pauvres en matière organique.
- 6: Les fines moyennement riches en matière organique.
- 7: Les fines riches en matière organique.
- 8: Les fines très riches en matière organique.

Le diagramme de Passega.

Le diagramme tiré et réduit de Passega (Fig.29) dans lequel nous avons reporté nos points en fonction du premier centile (ϕ_1) et de la médiane (ϕ_{50}) est un modèle indicateur des ambiances de dépôt des sédiments¹. Il est ainsi possible de distinguer 3 groupes:

Le groupe 1: les sédiments se déposent principalement en phase uniforme de suspension pélagique (turbidité de l'eau).

Le groupe 2: les sédiments sont déposés lors de phases de suspension et par saltation graduelle. Cette alternance dans le dépôt se réfère aux variations de marées qui engendrent, une succession de courants de flots et de jusant (saltation), avec l'étale (suspension).

Le groupe 3: il est caractérisé par des sédiments déposés lors de phases de suspension moins importante que pour le groupe 2 et par roulement (fractions grossières). Ce groupe forme la majorité des échantillons.

Ce résultat confirme l'appartenance à 3 classes des courbes granulométriques: le groupe 1 se réfère aux courbes très aplaties, le groupe 2 aux courbes dont les points d'inflexion se situent vers 50μ ., et le groupe 3, aux courbes redressées.

¹ in Reineck et Singh, *Depositional Sedimentary Environments*, Springer-Verlag, New York, 1973, pp116-117.

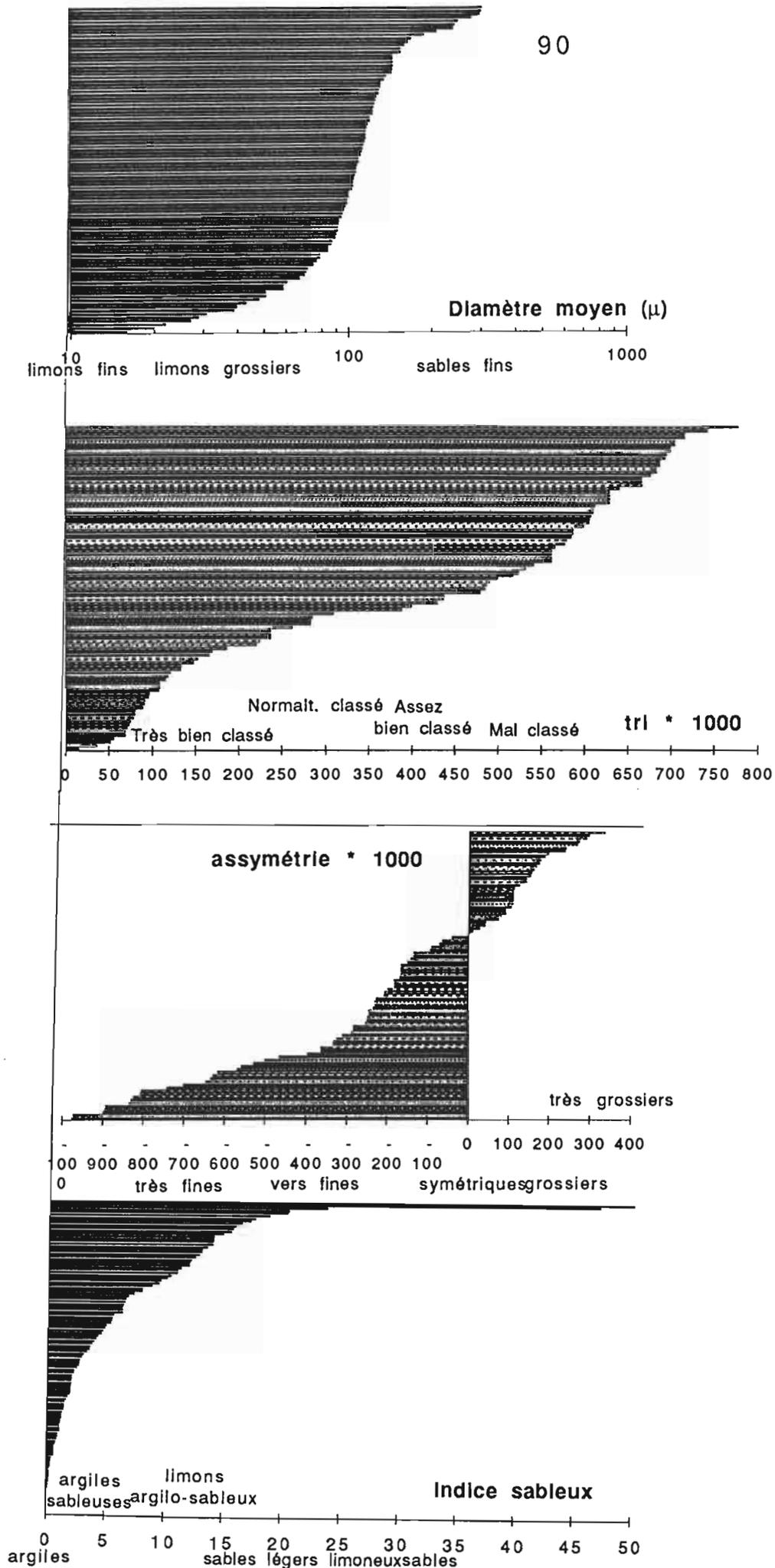


Fig. 27: Variations, en fonction des parcelles, des valeurs des indices granulométriques.

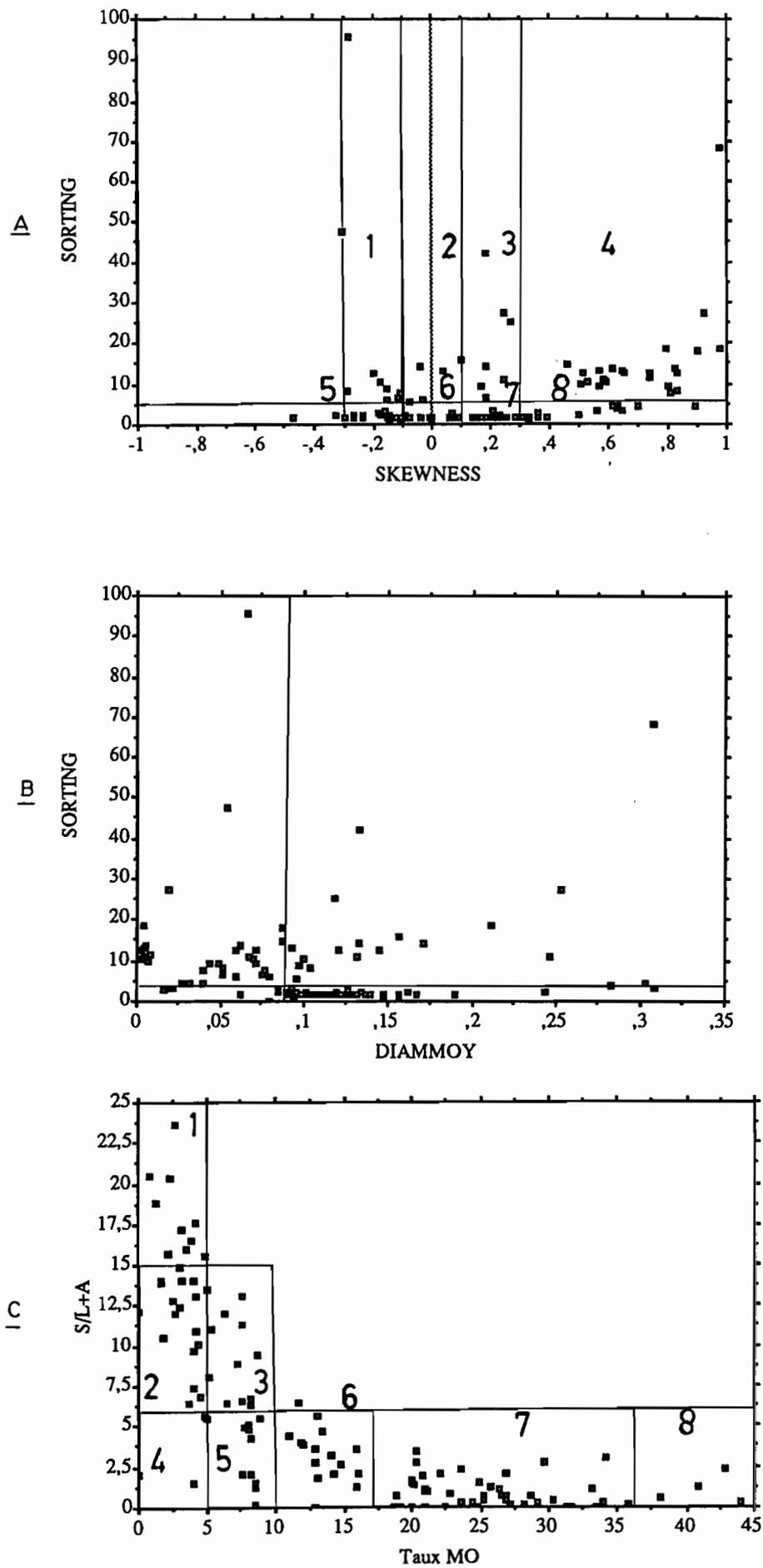


Fig. 28: Croisements deux à deux des indices granulométriques (en mm).

28 A. assymétrie * tri.

28 B. diamètre moyen * tri.

28 C. Taux en matière organique * indice sableux.

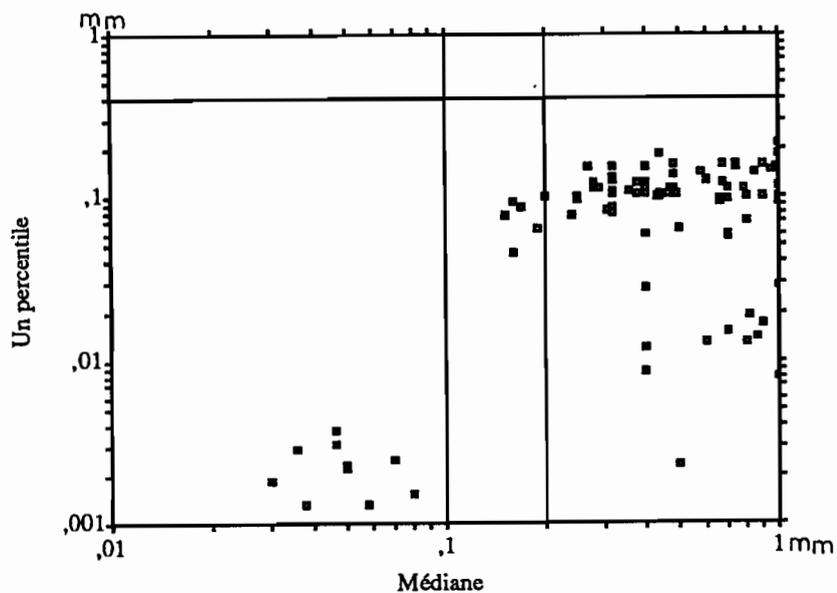


Fig. 28D: : Diagramme de Passega réduit (pas de centiles supérieurs à 0,4 mm).

	kaolinite	Illite	Interstratifiées	quartz	feldspaths	Gibbsite	Calcite	Produits amorphes
BEN1	peu	traces		X	traces			X
BEN3	peu	traces		X	traces			X
GUAR2	X	X		X	peu	peu		
GUAR3	X	X		X	peu	peu		
LAR2	X	X		X	peu	peu		
LAR6	X	X	traces	X	traces	peu		
POR1	X	X		X	traces	X		
POR5	traces	traces		X				X
AMPF1	X	X	peu	X	peu	peu	peu	
AMPF3	X	X	traces	X	peu	peu		
AMPF5	X	X	traces	X	traces	peu		
AMPF7	X	X	traces	X	traces	traces		
VAL1	traces	traces		X			peu	X
VAL2	X	X		X	traces	peu		X
VAL3	X	X		X	peu	peu		X
VAL4	X	X	traces	X	traces	traces		X
MEL F2	peu	peu		X	traces			
MELF5	X	X		X	peu	traces		
MELF6	X	X	traces	X	peu			
PEC2	X	X	traces	X	peu	peu		
PEC3	X	X	traces	X	traces	peu		
PEC4	X	X	traces	X	traces	peu		

Tab. 8: Résultats de l'étude des minéraux constituant les fines de 21 échantillons prélevés (fractions inférieures à 2μ).

*** Les échantillons de surface et de profondeur.**

Nous avons pu prélever, pendant la deuxième phase de notre étude terrain, des sédiments en surface et des sédiments en profondeur. A la lecture des courbes granulométriques, nous observons très peu de différences dans la constitution granulométrique du sédiment en profondeur avec celle du sédiment de surface.

Nous avons effectué une analyse de variance à un facteur pour signifier la différence entre les deux populations, celle constituée par les échantillons de surface et celle constituée par les échantillons de profondeur. Aucune n'est significative, c'est-à-dire qu'elle n'a aucun sens statistique pour les variables suivantes: le diamètre moyen, les pourcentages de sables, de limons et d'argiles, l'asymétrie (skewness) et le tri (sorting), les valeurs de probabilité étant toujours très supérieures à 0,05. Par contre le taux en matière organique des échantillons de surface est significativement supérieur à celui des échantillons de profondeur ($p=0,0014$), ce qui est très probablement du à l'influence de la rhizosphère en sub-surface.

3.3.2 La minéralogie des argiles.

L'analyse minéralogique montre qu'il existe peu de différences sur les 21 échantillons analysés, qu'ils proviennent des régions d'estuaire ou de la plaine littorale (Tab.8). La présence de fines dans les sables de la plaine littorale ayant les mêmes caractéristiques minéralogiques que les sédiments des régions d'estuaire ou mixtes indique une origine identique. Le parcours de ces fines depuis l'amont de la baie se poursuit jusqu'à l'embouchure sans que leur composition minéralogique subisse de modifications fondamentales.

Toutes les fines analysées sont terrigènes, c'est-à-dire qu'elles dérivent toutes de la météorisation de la roche-mère. Les argiles, toujours en faibles proportions, se trouvent sous la forme de kaolinite et d'illite. Les premières peuvent résulter de l'altération des feldspaths (par élimination du potassium) que l'on rencontre en faible quantité voire en traces. Les illites peuvent provenir de l'altération de la montmorillonite.

Le quartz, très stable, forme une grande partie des minéraux dans tous les échantillons.

La gibbsite, dérivé de la kaolinite (perte de silice au profit de l'aluminium) est contenue dans certaines argiles, en très faibles proportions.

La calcite est absente de tous nos échantillons. Les interstratifiés constitués par un mélange régulier de minéraux argileux ne se retrouvent qu'en traces.

Il est possible de dire que les échantillons, en majorité formés de minéraux primaires, ne suivent pas des phases de maturation notable, même pour des unités morphologiques fondamentalement différentes. L'analyse des séquences (AMP, VAL, MEL) confirme cette observation valable aussi au niveau local.

3.3.3. Les unités morphologiques régionales.

Les formes rencontrées, apparaissant encore fort complexes, ont pu être éclaircies à la lecture des cartes de la région littorale, puis définies en fonction des critères fixés par Verger (1983), Paskoff (1985) et Thom (1982) après discussion avec T. Naizot (thèse en cours). Les **wadden** qui sont les franges amphibies, définis dans le premier chapitre, sont exprimés régionalement, comme l'a préconisé Verger (1983). L'on peut établir ainsi une correspondance entre l'origine du sédiment et sa localisation géographique (Verger, 1983) régionale dans la baie. A chacun des six grandes types de formes décelées, il est possible de faire coïncider certaines caractéristiques du sédiment (Tab.9).

	SOURCE		PHASE DE DEPOT		CORRESPONDANCE GEOGRAPHIQUE				ORIGINE	
	simple	composite	primaire	secondaire	direct	indirecte	proche	indirecte lointaine	Marine	Continental
BASSINS		1	1		1					1
DELTAS DE RIVIERE	1		1		1					1
ILES DE CONFLUENCE		1	1		1					1
BAIES OUVERTES		1		1		1				1
MARIGOTS	1			1				1	1	
ILES MARITIMES	1			1				1	1	

Tab. 9: Correspondance entre l'origine du sédiment et sa localisation géographique dans les régions de wadden de la baie de Paranaguá (d'après Verger, 1983).

		BAIES OUVERTES	DELTAS DE RIVIERES	ILES DE CONFLUENCE	BASSINS	MARIGOTS	ILES MARITIMES
DIAMETRE MOYEN	limons fins	0	10	0	1	0	0
	limons grossiers	5	0	1	1	2	0
	sables fins	24	6	6	2	15	35
	sables grossiers	4	1	2	1	1	0
ASSYMETRIE	vers très fins	2	0	1	0	0	1
	vers fins	7	0	3	0	9	7
	symetriques	3	2	2	0	4	6
	vers grossiers	8	2	1	2	2	14
	très grossiers	13	13	2	3	3	7
TRI	T.B classé	11	0	2	2	12	29
	classé	2	1	0	1	0	0
	A.B classé	2	0	2	1	2	1
	Mal classés	19	17	5	1	4	5
INDICE SABLEUX MOY.*		3,17	0,6	2,73	7,47	9,1	8,89
TX. MOY. EN MAT. ORGAN.*		18.33	22.78	17.11	13.14	12.66	7.35

Tab. 10: Occurrence des classes des indices granulométriques, valeurs moyennes de l'indice sableux et du taux en matière organique pour chaque région de wadden étudiée.

Les 2 premières colonnes du tableau concernent le nombre de sources sédimentaires. La phase de dépôt sédimentaire peut être ensuite primaire si elle correspond à la première fixation du matériel, secondaire si le sédiment a été remanié puis redéposé. Les 3 autres colonnes indiquent la correspondance géographique avec la localisation des sources sédimentaires; directes, ou au contraire; indirectes (proches ou lointaines). Enfin l'origine du sédiment est reconnue marine (secondaire) ou continentale (origine primaire). L'analyse sédimentaire, fondée sur le calcul d'indices tels que le diamètre moyen, le skewness (symétrie ou asymétrie de la courbe de fréquence cumulative) et la nature du tri, permet de classer les sédiments pour chaque type de wadden (Tab.10, Fig.52). Les teneurs en matière organique, ainsi que l'indice sableux du substrat, ont une moyenne significativement différente d'un type de wadden à l'autre (analyse de variance à 1 facteur) (Tab. 10).

* **En domaine continental**, les apports sont essentiellement continentaux contribuent à la formation de wadden vaseux. Quatre formes ont pu y être différenciées.

Les baies ouvertes: présentent dans notre cas une large ouverture sur les grands distributaires. L'ampleur du marnage y favorise le développement en profondeur des wadden. L'avancée graduelle des wadden est censée donner des bandes de végétation parallèles, qui montrent un front continu. Ce parallélisme peut être perturbé par les chenaux, souvent profonds (2m) drainant les eaux saumâtres. La région d'Amparo et celle de baie dos Pinheiros, ouvertes sur des distributaires, constituent des exemples de ce type de baie.

Les îles de confluence: ce terme est utilisé pour qualifier les îles qui se forment à la confluence des vallées principales, à l'amont des distributaires. Chaque vallée forme à l'aval des bancs latéraux (dynamique fluviale) qui se trouvent être aussi les bancs médians (modelage d'origine marine; au jusant) du distribuaire. Présentes uniquement dans la baie de Laranjeiras, un des grands distributaires, ces îles (I. das Laranjeiras, I. do Rabelo) ont

des peuplements importants de mangrove. Elles se trouvent en anneaux concentriques autour d'une formation végétale de forêt ombrophile dense.

Dans ces zones mixtes (îles de confluence et baies ouvertes), les sédiments montrent un mauvais classement, ainsi qu'un faible indice sableux et les variations du skewness indiquent l'action de dynamiques différentes en directions, compétences et en apports (Tab. 10). Le sédiment y est généralement riche en matière organique

Les **bassins** se différencient des anses par la faiblesse du colmatage vaseux, ce qui leur confère des contours anguleux. Leurs wadden étroits accueillent un tapis végétal souvent discontinu. L'alimentation en eau douce se fait par des cours d'eau qui ont un petit bassin versant. La communication avec l'extérieur est limitée par un seuil rocheux qui réduit les entrées d'eau saumâtres et l'influence du marnage. Dans ces bassins, la proximité avec le bassin versant est un corrolaire à la présence d'un substrat présentant de gros grains quartzeux, anguleux, dans une gangue limoneuse, ce qui dénote une faible dynamique érosive. Elle favorise aussi les dépôts vaseux, par suspension. Poruquara et Medeiros sont apparentés à des bassins. L'indice sableux est, dans ces bassins, important, par contre, on y observe une baisse de la richesse en matière organique.

Les **deltas de rivière**: Thom (1984) définit les vallées à fond rocheux qui créent des ambiances propices à l'installation des mangroves. L'amont ou plutôt "les zones amont" de la baie sont apparentés à un système de vallées dont la structure est liée à celle de la Serra. Les variations eustatiques positives du niveau de la mer les ont finalement ennoyées. Ni la dynamique marine, ni la dynamique fluviale ne sont efficaces pour colmater ce système d'estuaire ouvert sur les grands distributeurs de la baie. Nous y distinguons deux types de sites propices à la mangrove:

- Les marais maritimes, *stricto sensus*, présents dans les têtes de vallée, au lieu des bouchons vaseux qui sont les zones de turbidité maximum au seuil de pénétration des eaux marines. L'émergence de bancs vaseux y est sollicitée par les mangroves, qui y forment de grands peuplements, larges et continus. C'est dans ces marais maritimes qu'une grande partie de ces peuplements a été étudiée (Guaraqueçaba, I. das Rosas, I. Mirim).

- Les marais fluviaux, en amont, subissent encore les influences de la pénétration des eaux marines (marnage). Les mangroves n'y forment plus qu'un front discontinu, étroit, de plus en plus exclu par les espèces aquatiques d'eau douce (*Crinum* sp.) et autres plantes de marais.

Dans ces deltas, les types de sédiments ont des tailles très variables (diamètres moyens) et sont mal classés. La construction de ces wadden dépend en partie du comportement saisonnier, à caractère impétueux en été, des rivières. L'hétérogénéité (le bassin-versant très proche) des matériaux transportés se répercute sur la texture générale des sédiments de wadden des deltas de rivière. Ceux-ci présentent les sédiments les plus riches en matière organique et les moins sableux.

* **En domaine marin**, l'influence préférentielle de la mer a établi des formes plus franches.

Le système de drainage dans la plaine côtière s'insère dans les dépressions laissées par la "restinga" au fur et à mesure de sa progradation. Tous parallèles, les "cours d'eau" montrent une faible dynamique, à charge alluviale grossière modique. Le rio Guaraguassu sera le seul à être apparenté à un **estuaire**, terme qui recouvre dans la définition de Paskoff (1985) l'embouchure d'un cours d'eau de moyenne à faible importance sur une côte à faible relief et qui s'évase vers l'aval. La forme en entonnoir de son embouchure autorise la pénétration de la marée et l'accélération des courants de chasse. Les autres, où la dynamique fluviale est pratiquement nulle, mais pas inexistante, puisque nous y avons noté la présence d'eaux douces, au moins en surface (salinité 0 à 2 ‰, à marée basse), seront appelés **marigots**, au sens large.

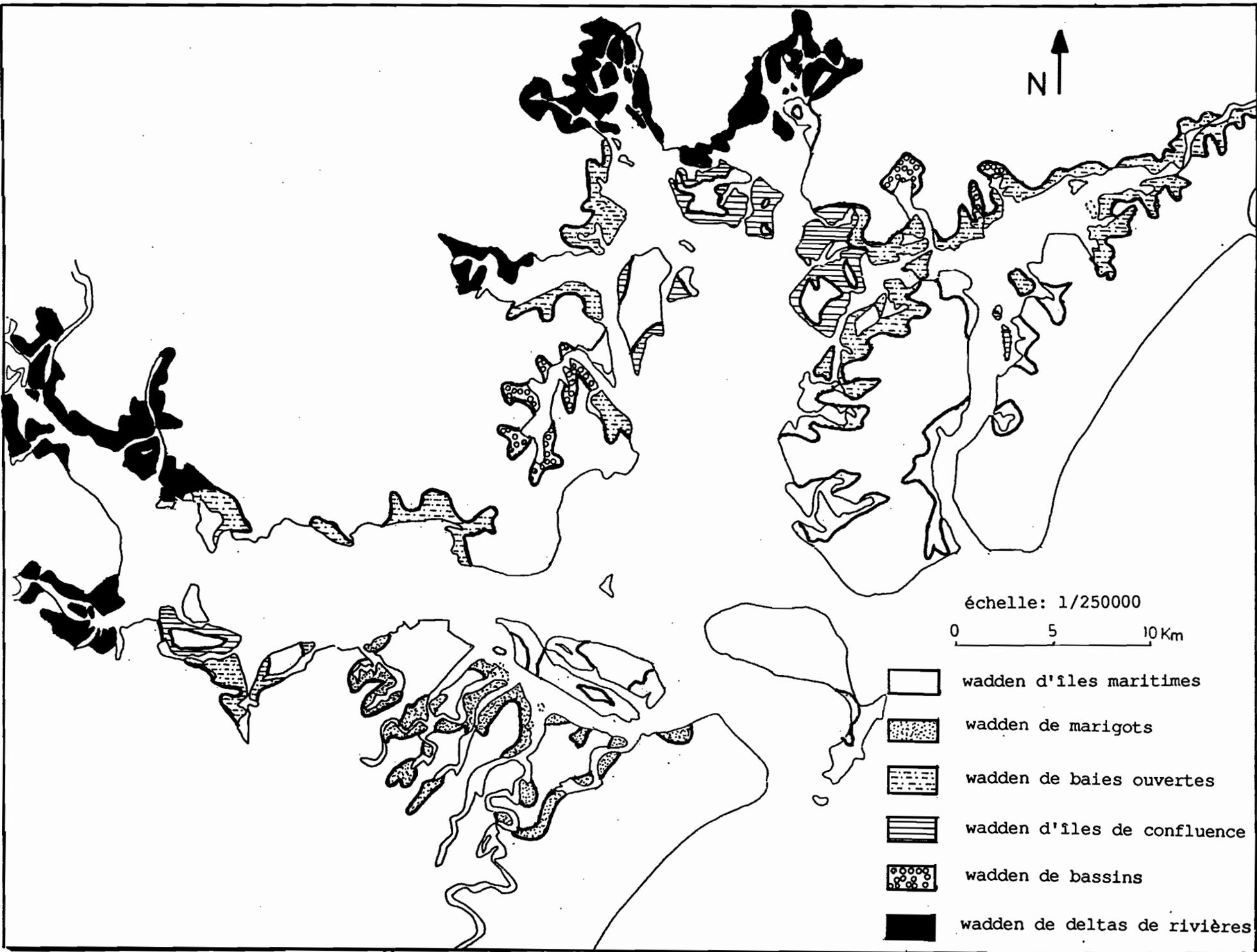


Fig. 29: Répartition des types de wadden dans la baie de Paranaguá.

L'influence des marées s'y fera sentir de façon importante. Les petits wadden constitués de sables fins, voire de limons, moyennement riches en matière organique, se situent essentiellement dans les zones concaves des méandres de ces marigots.

Les îles maritimes, comme l'île da Cotinga et l'île Rasa da Cotinga, se sont formées à l'occasion des courants de jusant par des dépôts essentiellements sableux à l'aval de dykes émergeants. La mangrove y offre une frange externe, quasi-continue sur tout leur pourtour.

Nous décrivons deux formes très ponctuelles, qui ne seront pas utilisées dans notre analyse de la végétation:

- le **goulet de marée** reliant la baie dos Pinheiros à la mer. Cette passe étroite, conservée ou modelée par des courants de marée alternatifs, a pour caractéristique principale une forme profonde et allongée. Ce n'est évidemment pas un lieu privilégié à l'installation des mangroves, les courants ne permettant pas la fixation des plantes. Cependant le rivage légèrement découpé (présence de morros) peut lui offrir certains abris.

- le **delta interne de marée**, forme très ponctuelle au Nord de l'île da Superagui et de l'île. das Peças, s'articule à l'amont du goulet et est construit par les courants de flot.

La plus grande homogénéité dans la réponse est donnée dans les wadden où prédomine l'influence maritime. Le skewness qui va toujours vers les fines est annonciateur de courants réguliers tant en force qu'en source d'apport pour les wadden des marigots et des îles maritimes. L'indice sableux du sédiment y est le plus important, tandis que le taux en matière organique, le plus faible.

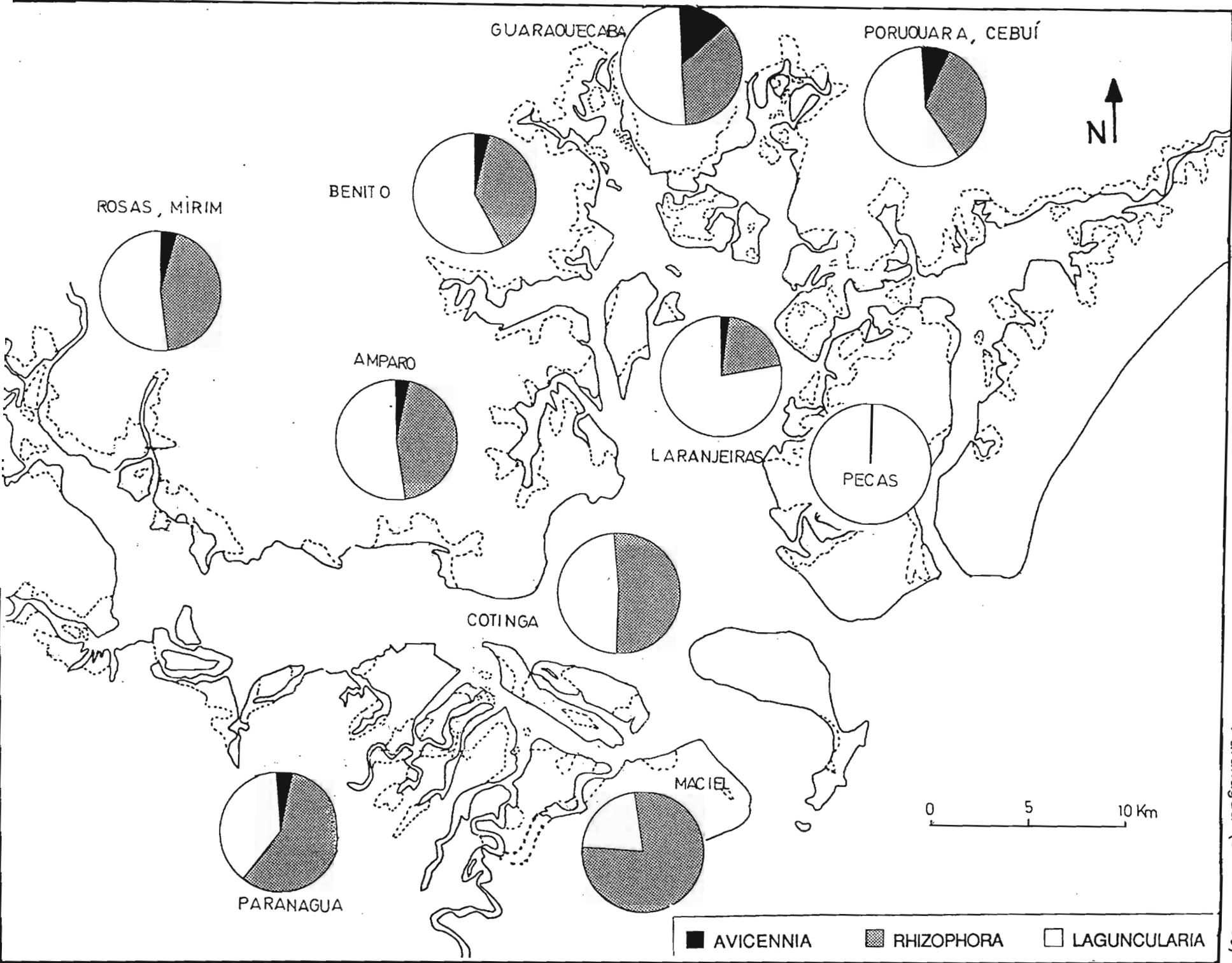


Fig. 30: Répartition par régions principales des trois espèces des mangroves de la baie de Paranaguá (e: 1/250000)

3.4 Résultats concernant la végétation.

3.4.1 Analyse spécifique.

Les 3 espèces dans la baie sont omniprésentes (Fig.30) dans les grandes régions étudiées. On les trouve cependant en proportions variables: *A. schaueriana* dans 52,1% des points étudiés, *L. racemosa*: 88,23% et *R.mangle*:72,27%.

* La niche écologique de *R. mangle* et de *L. racemosa*.

La lecture du tableau 11 donne les seuils d'acceptation aux facteurs du milieu étudiés: les niches fondamentales de *L. racemosa* et *R. mangle* se superposent.

A. schaueriana semble plus halotolérante que les deux autres espèces. Celles-ci qui gèrent identiquement leur présence selon la salinité, la granulométrie et le taux en matière organique, sont donc des espèces **sympatriques** (Fig. 31).

La ressemblance entre ces deux espèces peut apparaître moins évidente quand on utilise le critère de dominance à la place de celui de la simple présence et quand on considère donc deux types de populations: les populations dominées par *L. racemosa* et celles dominées par *R. mangle* (Fig.32). Nous laisserons de côté les populations d'*A. schaueriana* dans la mesure où leur abondance est très faible. Nous passons ainsi du niveau d'optimum de présence des espèces à celui d'exclusion, pour expliquer la niche réalisée.

L'amplitude de la niche, qui est la mesure de l'étendue utile d'un facteur du milieu pour une population, montre des différences infimes entre les deux espèces, bien que l'hypervolume calculant le produit des amplitudes soit supérieur pour *R. mangle*. Cette espèce, considérée dans sa dominance, aurait donc tendance à être plus généraliste pour la salinité, le taux en matière organique et le pH sec.(Tab.12).

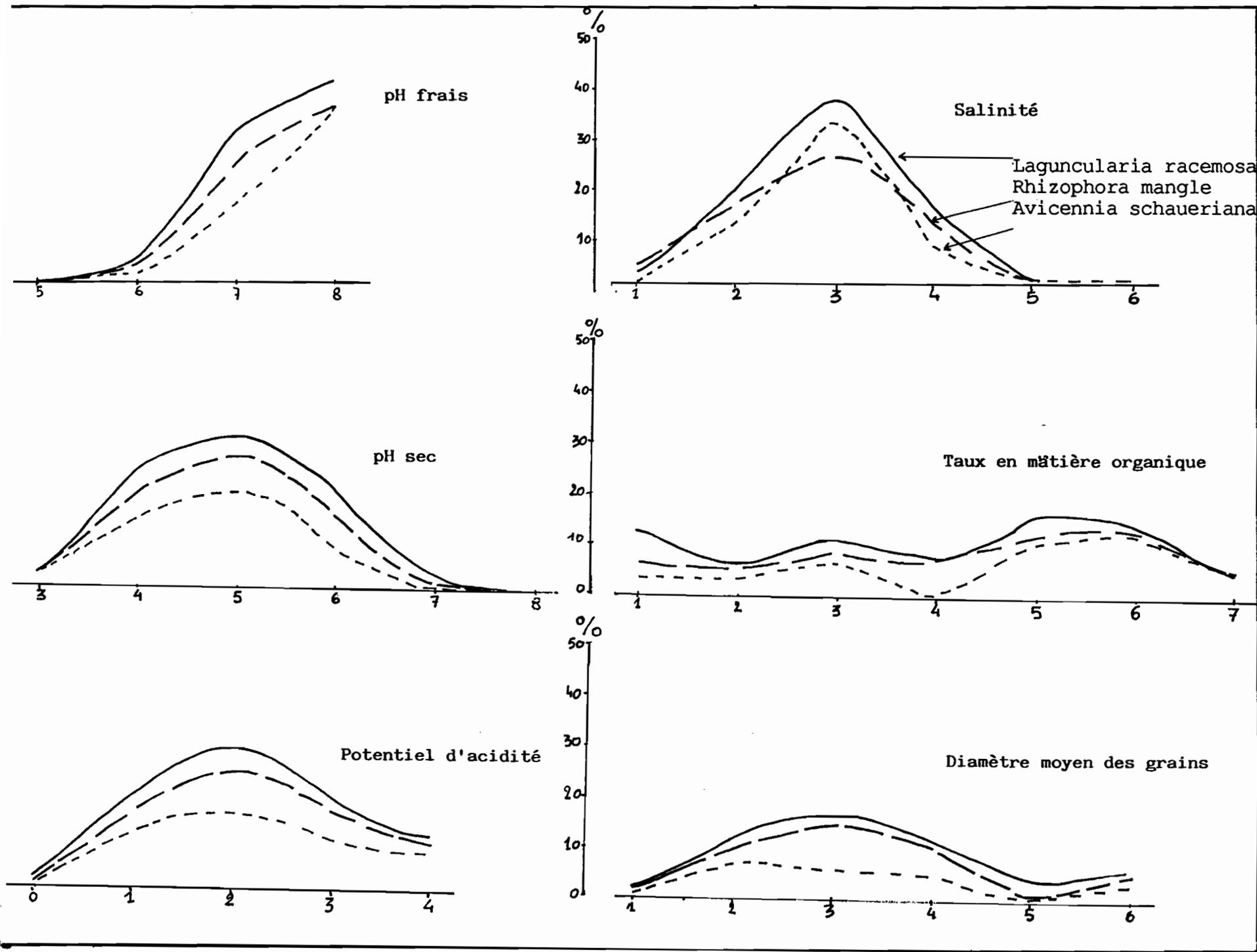


Fig. 31: Evolution des effectifs de présence des espèces en fonction des gradients des paramètres abiotiques du milieu.

		LAGUNCULARIA	RHIZOPHORA	AVICENNIA
pH frais	moyenne	7,35 + 0,6	7,41 + 0,5	7,46 + 0,5
	étendue	4,61 - 8,38	5,62 - 8,38	6,26 - 8,38
pH sec	moyenne	4,84 + 0,8	4,84 + 0,8	4,79 + 1
	étendue	3,05 - 6,87	3,05 - 6,87	3,05 - 8,46
pot. d'acidité	moyenne	2,22 + 1	2,26 + 1	2,29 + 1,1
	étendue	-0,17 - 4,77	-0,17 - 4,77	-0,9 - 4,77
salinité (%)	moyenne	18,9 + 5,3	18,8 + 5,3	20,62 + 8,18
	étendue	2 - 30	4 - 30	11 - 59
Mat. organique (%)	moyenne	21,24 + 12,4	22,92 + 12	25,19 + 12,1
	étendue	1 - 44	1 - 44	1 - 44
Diam. moyen grains (mm)	moyenne	119,63 + 72	112,02 + 72	116,29 + 78,91
	étendue	16 - 308	16 - 308	20 - 308

Tab. 11: Valence écologique des trois espèces des mangroves de la baie de Paranaguá.

	AMPLITUDES		COEF. DE COMPETITION	
	Rhizophora	Laguncularia	Rhizophora	Laguncularia
Taux en M.O.	5,92	4,64	0,06	0,08
Salinité	3,48	2,62	0,46	0,17
Potentiel acid.	4,15	3,23	0,08	0,1
pH sec	3,31	3,16	0,08	0,09
Diam. moyen	3,26	4	0,04	0,03
pH frais	2,1	2,28	0,18	0,16
produit	1937,38	1131,63		

Tab. 12: Amplitudes écologiques et coefficients de compétition de *R. mangle* et de *L. racemosa* pour chaque paramètre abiotique.

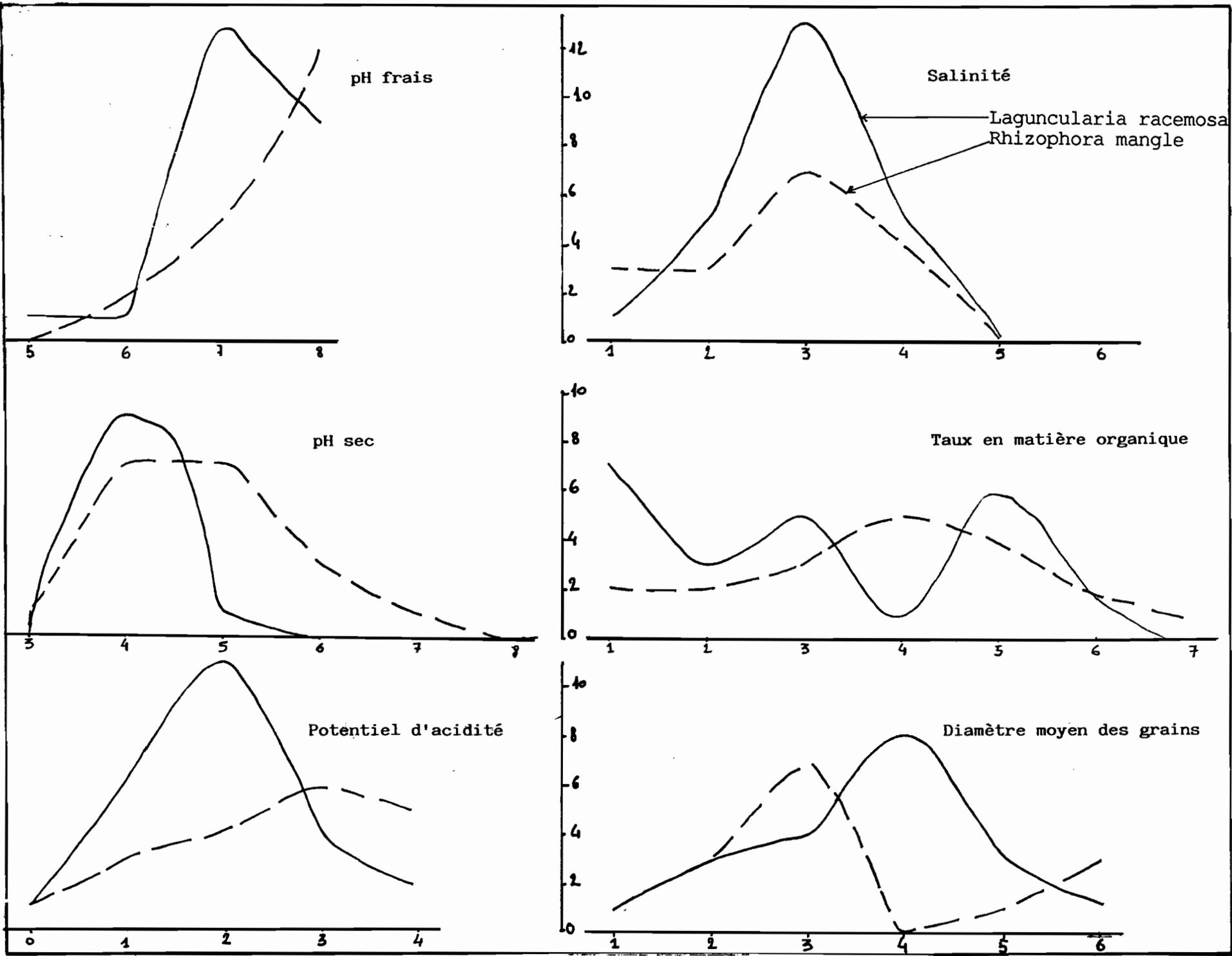


Fig. 32: Evolution des effectifs des peuplements dominés par *R. mangle* et par *L. racemosa*.

Si les deux espèces coexistent apparemment pour les mêmes ressources du milieu, c'est qu'elles ne rencontrent pas, *a priori*, de conditions limitantes. Celles-ci peuvent cependant apparaître dans certaines zones particulières dans lesquelles s'établirait une compétition inter-spécifique, marquée par une exclusion à l'échelle des populations. Ceci expliquerait alors l'existence de peuplements monospécifiques, ainsi que l'abondance de *L. racemosa*.

Le coefficient de compétition apporte des informations quantitatives des chances d'une espèce sur une autre pour un facteur du milieu donné (Tab.12): *R. mangle* aurait une tendance à exclure *L. racemosa* pour des ressources comme le pH frais, la salinité et le substrat, facteurs étroitement dépendants des conditions d'inondation.

L. racemosa aurait une plus grande aptitude, vis-à-vis du pH sec et du taux en matière organique, à exclure *R. mangle*. Nous n'avons pu définir pour chaque point les conditions de luminosité, nos observations faites sur le terrain ont cependant permis de remarquer que *L. racemosa* est plus héliophile que *R. mangle*.

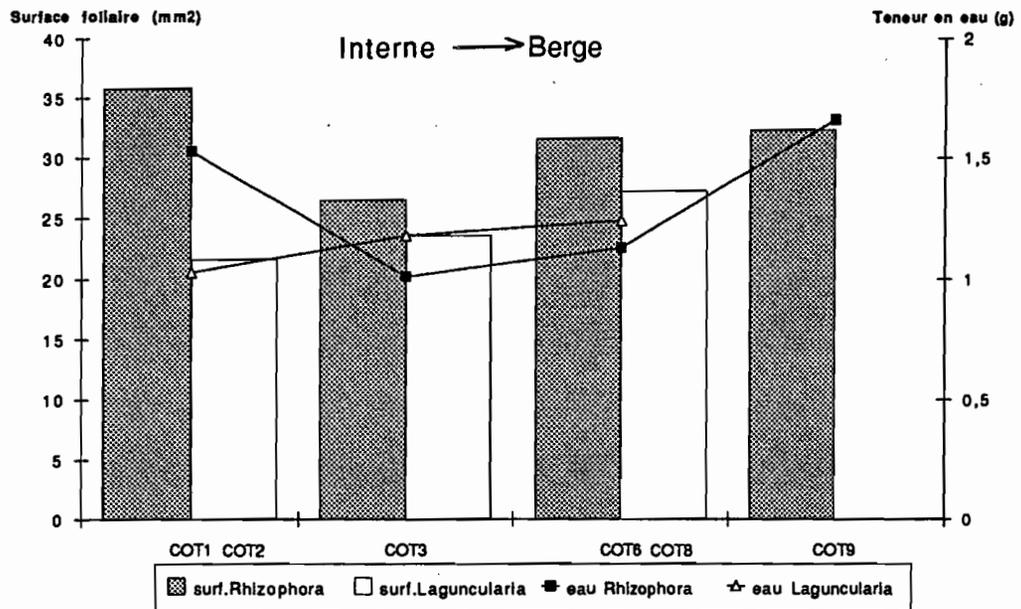
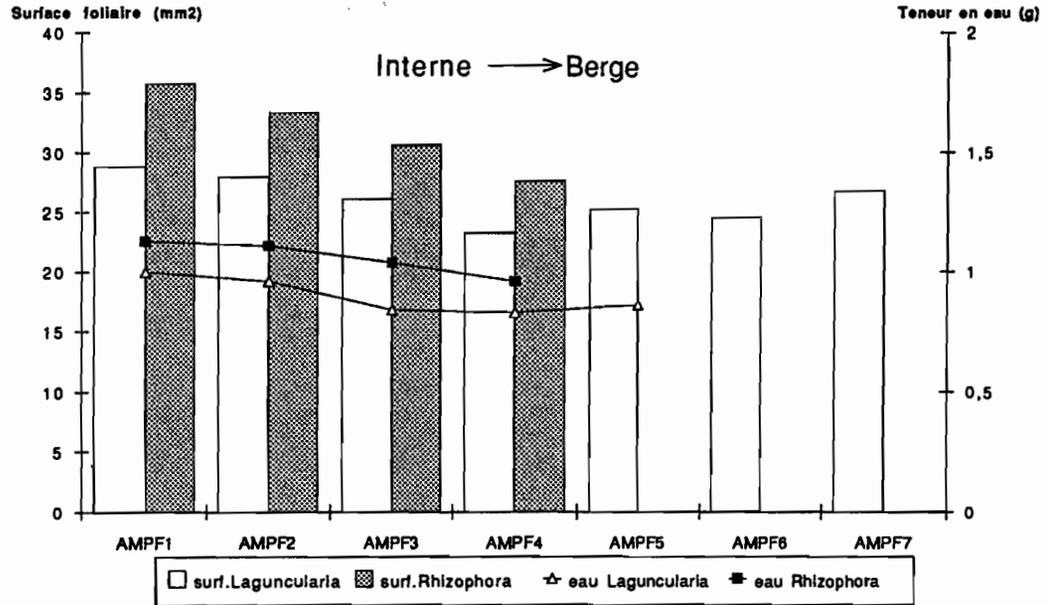
*** Les feuilles des espèces de *R. mangle* et de *L. racemosa* .**

Nous avons pratiqué des tests statistiques (test Khi 2 de Pearson) pour signifier la dépendance existante entre la teneur en eau des feuilles, ainsi que la surface foliaire de *R. mangle* et de *L. racemosa* , avec les caractères physico-chimiques étudiés.

La teneur en eau des feuilles de *L. racemosa* est liée à la périodicité quotidienne de l'inondation, ainsi qu'au pH frais, et à la physionomie des groupements végétaux (p égale respectivement: 90; 96 et 90%). Celle des feuilles de *R. mangle* est dépendante à 86% du potentiel d'acidité et à 75% du taux de couverture au sol.

Les variations de surface des feuilles de *L. racemosa* semblent dépendre du taux de couverture au sol (72%), du pH (76%), de la salinité (83%), et des saisons (88%). Celles de *R. mangle* paraissent liées au potentiel d'acidité à 85%.

Fig. 33: Variations le long des transects Amparo et Ile de la Cotinga (TR1) des surfaces et des teneurs en eau des feuilles de *R. mangle* et de *L. racemosa*.



	Surface moyenne générale	teneur moy. en eau générale	ETE	HIVER
			Surface moyenne	Surface moyenne
Rhizophora	33,41+6,21	1,13+1,7	31,65+3,77	38,02+5,55
Laguncularia	25,02+3,09	0,93+1,18	25,08+3,12	26,63+4,01

Tab. 13: Valeurs des surfaces foliaires des espèces *R. mangle* et *L. racemosa*.

Une analyse de variance à un facteur confirme la différence de taille entre les feuilles de *L. racemosa* avec celles de *R. mangle*, ces dernières étant généralement plus grandes (Tab.13). En hiver, les feuilles de *L. racemosa* et *R. mangle* sont significativement plus grandes qu'en été. La pluviométrie, la durée d'ensoleillement qui varient annuellement semblent diversifier la production foliaire. L'influence des facteurs locaux (descripteurs du sol) semblent cependant jouer un plus grand rôle sur les variations des surfaces foliaires, comme le montrent leurs différences significatives prises, pour les deux espèces, le long de chaque transect (Fig.33).

*** Le calendrier de floraison/fructification.**

Quelques relevés non édités de G. Sessegolo (1988-1989, dans le Rio Bagassu, plaine littorale de la baie de Paranaguá), ainsi que nos observations personnelles ont permis d'élaborer un calendrier relatif aux périodes de floraison/fructification des 3 espèces composant la mangrove de Paranaguá (Fig. 34).

A. schaueriana est l'espèce qui a la plus grand domaine de tolérance vis-à-vis de conditions climatiques pouvant défavoriser, *a priori*, les espèces de mangrove. Malgré quelques variations insensibles en fréquence, sa floraison se poursuit tout le long de l'année. La maturation des fruits, quant à elle, commence à la fin de l'été et se poursuit jusqu'à la fin de l'hiver. Les fruits, encore sur l'arbre (phénomène de viviparité), survivent aux températures relativement basses de la période hivernale.

Selon le calendrier local, la fructification de *L. racemosa* ne se fait qu'après une courte période de maturation suivant une rapide floraison. Celle-ci apparaît, en masse, au deuxième tiers de l'été jusqu'au mois de juillet (le plus froid) et même au-delà.

L'espèce *R. mangle* qui présente vis-à-vis des facteurs écologiques très locaux une ressemblance avec *L. racemosa* (espèces sympatriques) a aussi un comportement identique pour la fructification.

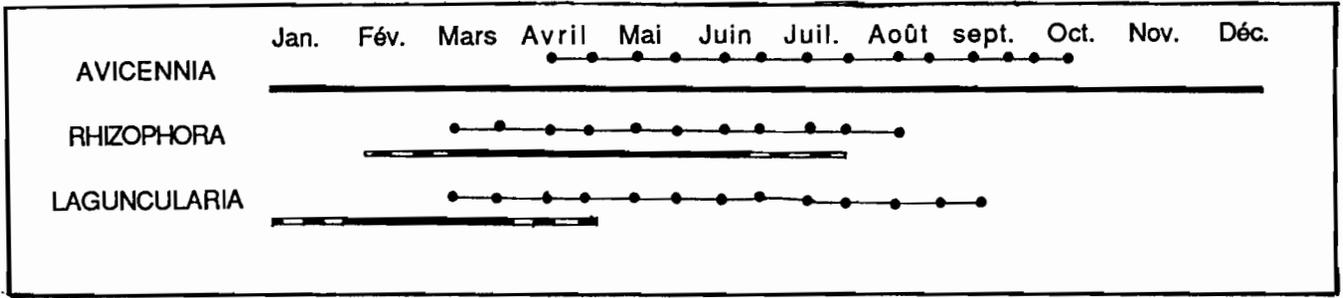


Fig. 34: Calendrier de floraison (—) et de fructification (●) des trois espèces de mangroves dans la baie (données non éditées de G. Sessegolo, R. Baguassu).

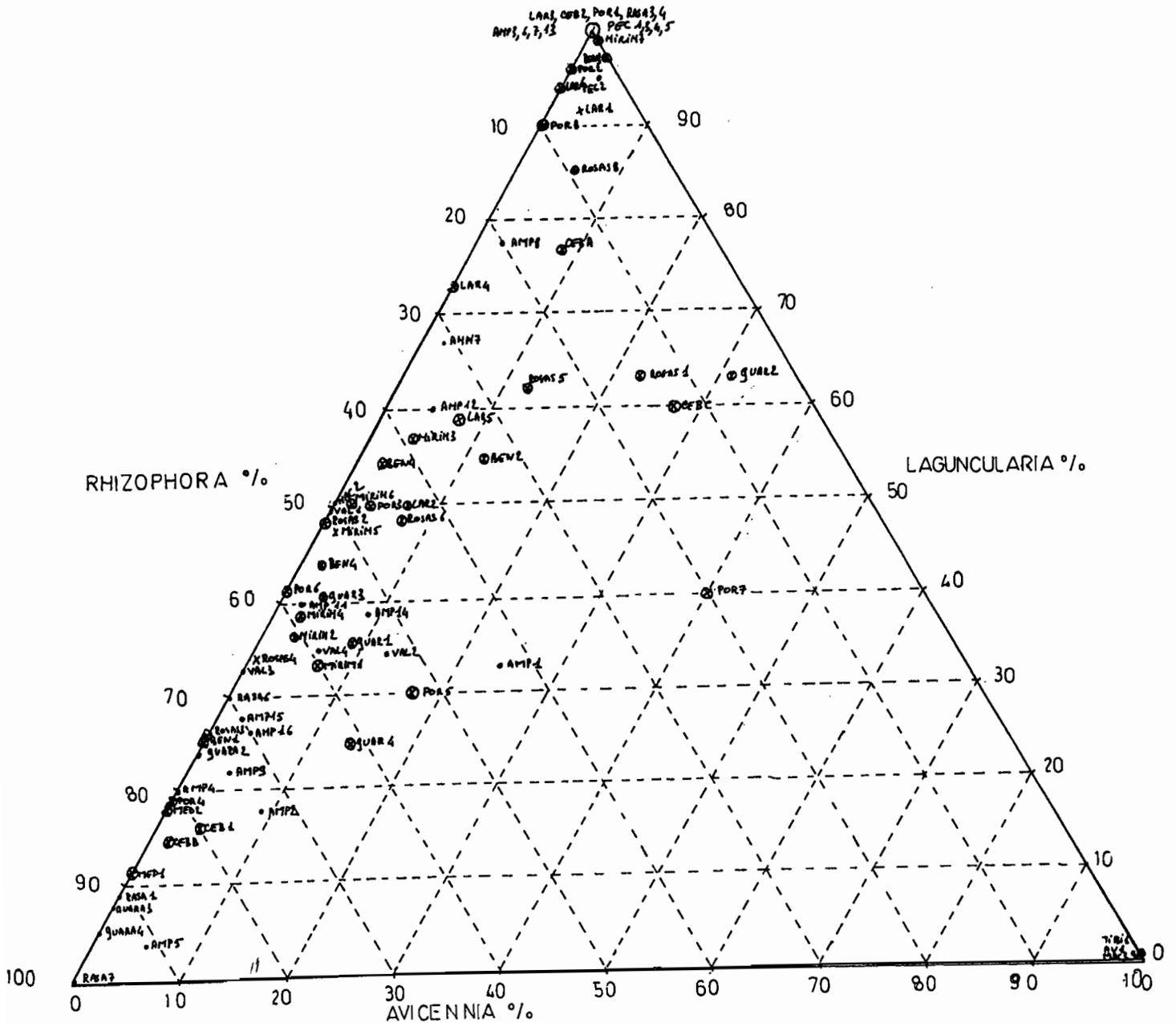


Fig. 35: Répartition des peuplements des parcelles en fonction de l'abondance relative en chacune des espèces.

3.4.2 Les peuplements de mangroves.

* **Caractéristiques structurales.**

- Il est possible de retranscrire la composition floristique d'une parcelle dans un triangle (Fig. 35). On obtient ainsi la position relative des points les uns par rapport aux autres compte tenu de trois dimensions qui sont chacune l'abondance en une espèce. Il apparaît dans ce diagramme que les points se dispersent, de manière continue, principalement dans une bande étroite où *A. schaueriana* est peu présent.

- Nous pouvons faire la distinction entre les peuplements **monospécifiques**, ou dominés par une espèce (à partir de 70%), et les peuplements **plurispécifiques** (mêlés) (Fig. 36 et 37). La première catégorie de peuplements représente 65,43% des points étudiés, la seconde, qui regroupe les peuplements co-dominés par *R. mangle* et par *L. racemosa*, constitue 34,57% des points analysés.

L'espèce *L. racemosa* forme un plus grand nombre de peuplements monospécifiques (52,89%) que *R. mangle* (41,51%). *A. schaueriana*, quant à elle, ne représente qu'une très faible proportion de peuplements monospécifiques et aurait plutôt tendance à se mélanger aux deux autres espèces.

L'analyse de variance effectuée sur les évolutions des valeurs écologiques indique que seul le taux en matière organique présente des différences liées à la composition floristique des parcelles étudiées. La teneur en matière organique des peuplements monospécifiques est significativement inférieure à celle des peuplements plurispécifiques ($p=0,0001$).

- On rencontre aussi des peuplements **mono- et pluristratifiés** (Fig. 38). Le nombre de strates apporte des informations sur la structure simple ou complexe d'un ensemble d'arbres. Le nombre maximal de trois strates se retrouve chez 23,4% des peuplements, tous en milieu d'estuaire.

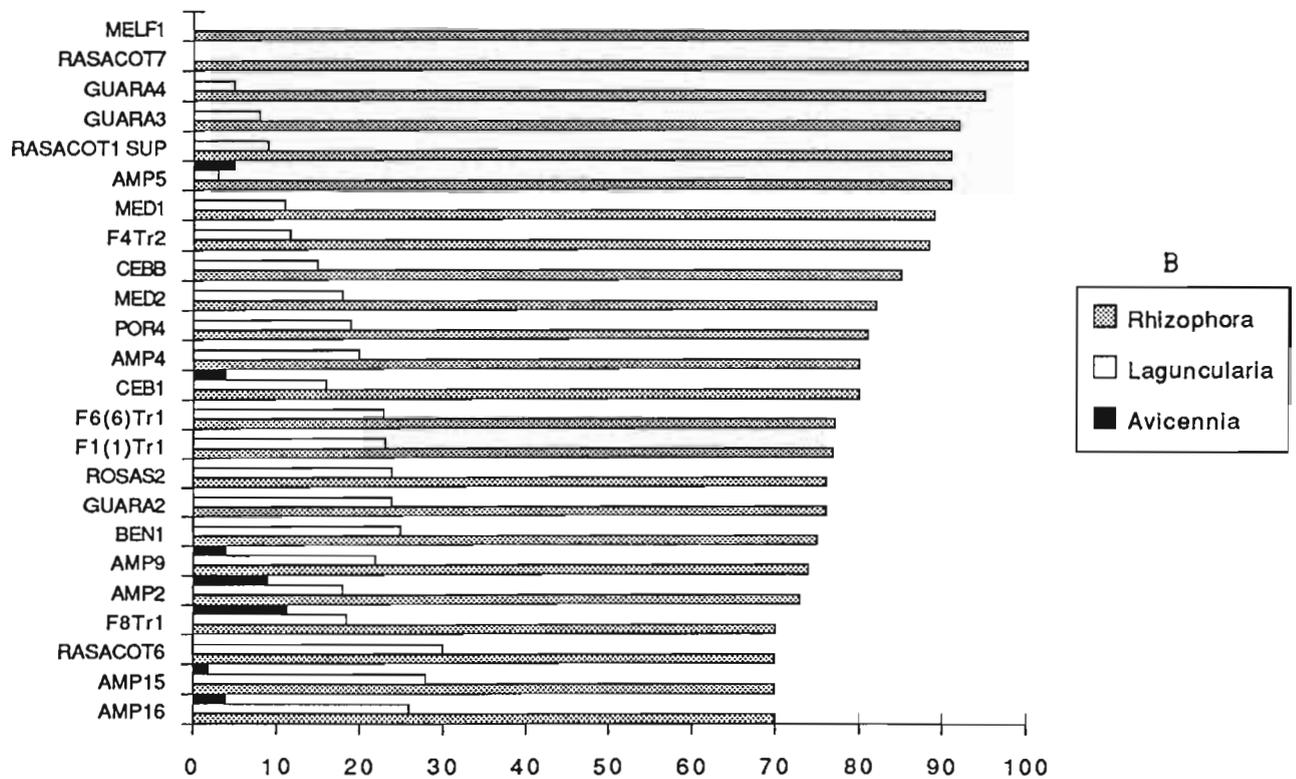
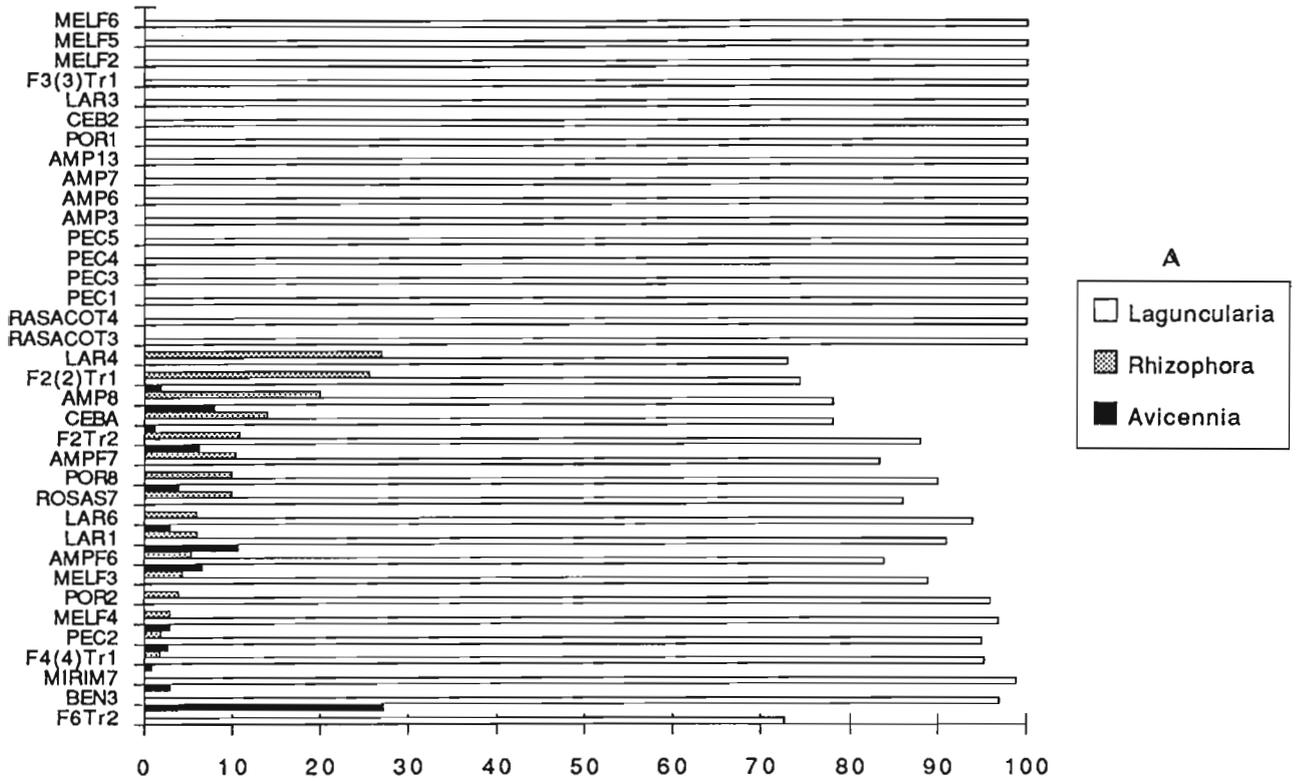


Fig. 36: Variation, en fonction des parcelles, de la composition floristique des peuplements dominés par Laguncularia (A) et de ceux dominés par Rhizophora (B).

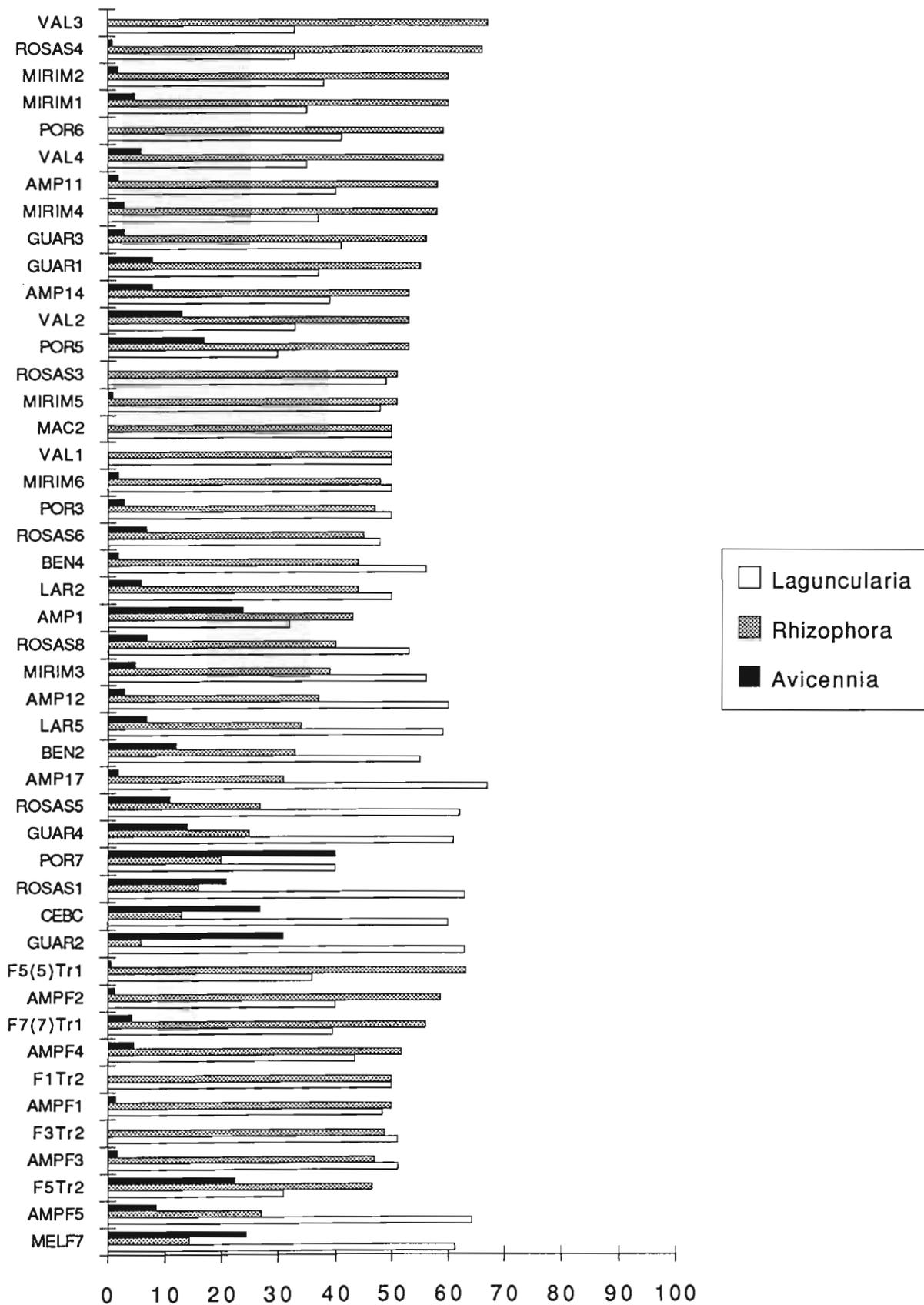


Fig 37: Variation, en fonction des parcelles, de la composition floristique des peuplements mélangés.

Les peuplements stratifiés qui traduisent une certaine richesse structurale se situent aussi principalement en milieu d'estuaire. On dénote cependant une certaine pauvreté structurale dans toute la baie où la majorité des peuplements n'ont qu'une strate.

Le taux en matière organique augmente significativement avec le nombre de strates (analyse de variance à un facteur, $p=0,0001$).

Le pH sec des peuplements monostratifiés est significativement supérieur à celui des peuplements pluristratifiés. Ceci peut s'expliquer par l'influence prédominante des conditions de submersions sur la structure et sur les conditions d'assèchement du substrat. la structure est affectée par la faible occurrence des inondations, laquelle a aussi une influence directe sur la baisse du pH et donc sur l'augmentation du potentiel d'acidification.

La présence d'*A. schaueriana* joue un rôle considérable sur la richesse structurale des peuplements. En effet, tous les points tristratifiés et la majorité de ceux bistratifiés (74,2%) contiennent cette espèce. Par sa dynamique particulière, elle apporterait donc sa marque aux peuplements qui sont, on le rappelle, en majorité constitués de *L. racemosa* et de *R. mangle*. Le corollaire à cette remarque est que ces deux dernières espèces dans la baie ne présentent pas de configuration particulière et ne fournissent pas aux peuplements qu'elles forment une richesse structurale.

*** Caractéristiques selon des critères de localisation.**

- Les peuplements "d'estuaire" et de "plaine littorale" (Tab. 14): la présence substantielle d'*A. Schaueriana* en milieu d'estuaire confère aux peuplements leur visage multistrates. C'est cependant dans ces peuplements d'estuaire que *L. racemosa* domine sur *R. mangle* (97,83% des points contre 86,96%). On y observe également une forte proportion en peuplements mélangés. *L. racemosa* partage avec *R. mangle* la dominance dans les peuplements soumis à l'influence marine (34,3%), bien qu'elle y abonde en taux de présence.

La compétition inter-spécifique ne semble pas avoir une influence prédominante en région marine, puisque l'on y observe une proportion identique en peuplements dominés par *R. mangle* ou par *L. racemosa*., liée à une plus faible proportion en peuplements mélangés.

C'est en milieu d'estuaire, qu'elle joue principalement, favorisant en général *L. racemosa*, et pouvant influencer la proportion en peuplements mélangés

Il est fondamental de souligner que la densité moyenne des peuplements, autre donnée structurale, est significativement différente entre le milieu d'estuaire et la plaine littorale (analyse de variance où $p=0,0011$). Les peuplements de région d'estuaire présentant une densité plus importante. Le taux en matière organique, dépendant de la composition floristique et de la structure, est aussi significativement supérieur en région d'estuaire.

- Les peuplements de **bordure** et **internes** (Tab.14): cette différence serait fondée a priori sur la plus grande soumission des peuplements de bordure à une alternance répétée submersion/immersion.

L. racemosa est plus présent et plus dominant, de façon cependant non significative ($p=0,0743$), en zones internes.

R. mangle peut abonder en zones de bordure où il domine dans 24% des cas. Il est en majorité exclu des zones internes par *L. racemosa* qui y forme une plus grande proportion de peuplements mono-spécifiques.

Les peuplements co-dominés par ces deux espèces et *A. schaueriana* montrent une préférence aux zones de bordure.

Le facteur inondations quotidiennes/inondations moins fréquentes, pris dans une analyse de variance, joue sur la variation du taux en matière organique et sur la densité. Tous deux sont significativement inférieurs en zones de bordure.

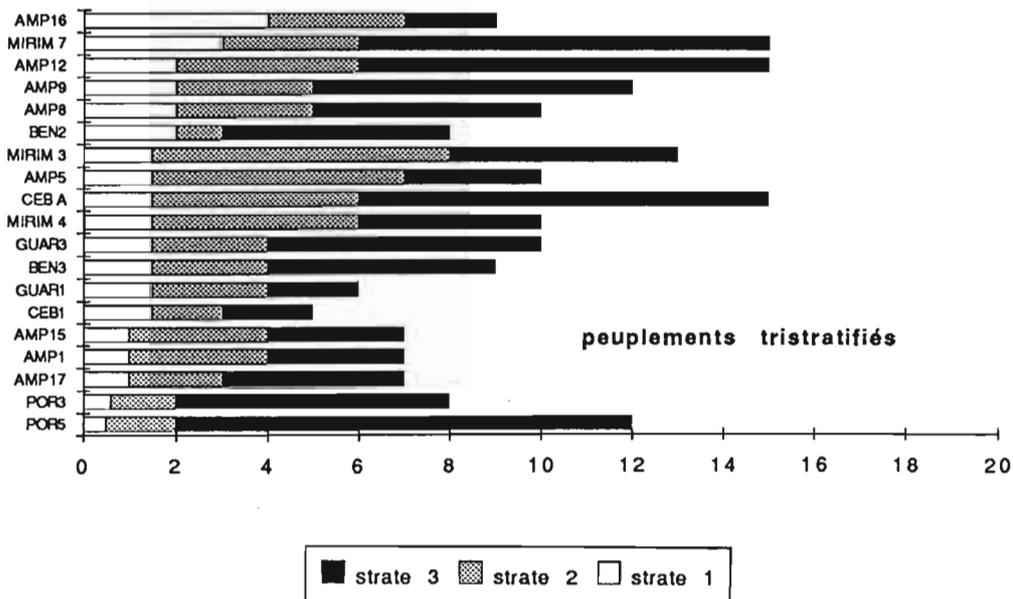
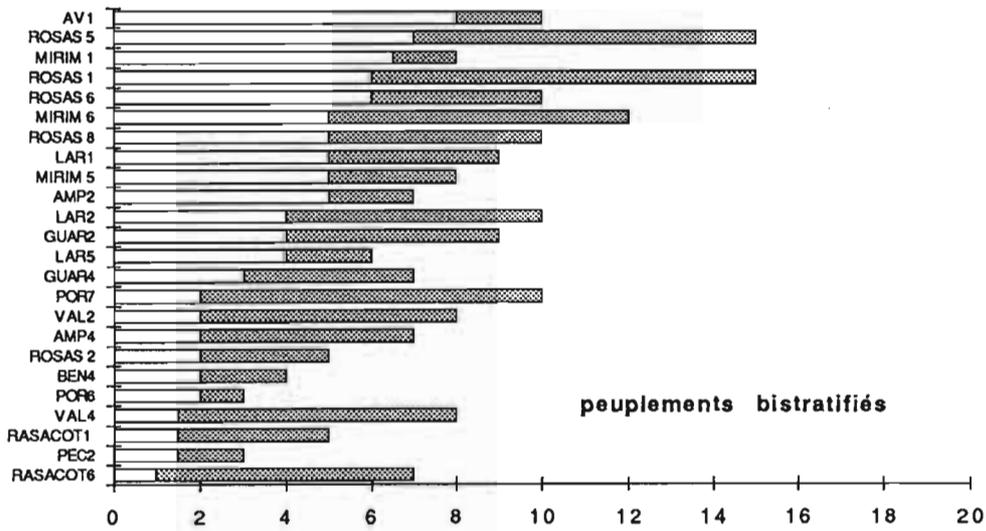
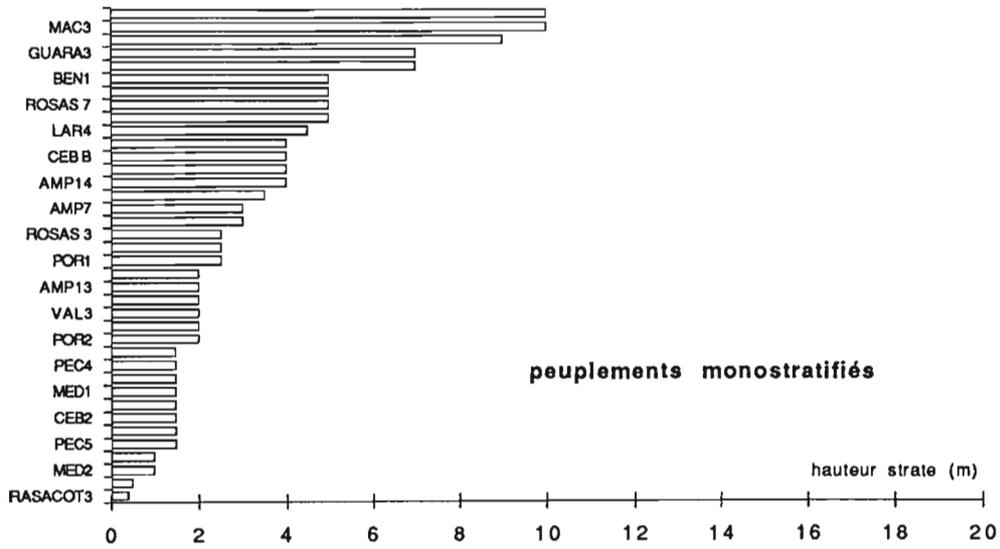


Fig. 38: Les peuplements mono, bi- et tristratifiés.

échelles	PETITE ECHELLE				GRANDE ECHELLE			
	PLAINE LITTORALE		REGION ESTUARINAIRE		ZONES DE BORDURE		ZONES INTERNES	
	Individus	Peuplements	Individus	Peuplements	Individus	Peuplements	Individus	Peuplements
Avicennia (%)	42,86	-	67,39	-	68		51,78	
Rhizophora (%)	65,71	34,29	86,96	8,69	92	24	71,43	25
Laguncularia (%)	91,43	34,28	97,83	26,09	88	20	96,43	37,5
Rhizo + Lagu		25,71		50		48		33,92
densité moyenne en ind/100m ²		45,71 + 21,79 *		91,02 + 76,11 *		71,2 + 58,03 °		71,55 + 66,48 °

Tab. 14: Répartition des espèces et des peuplements aux différentes échelles appréhendées.

Analyse de variance effectuée sur la densité des peuplements:

* différence significative (p=0,0011); ° non significative (p=0,981).

3.4.3 Description des séquences.

L'analyse des transects a permis la définition de gradients.

* **Les gradients écologiques.**

La salinité et la teneur en M.O connaissent des variations propres à chaque faciès, à l'intérieur d'une grande gamme de valeurs.

Salinité, moyenne de tous les transects: $22,55 \pm 10,1\text{‰}$

minimum: 4‰

maximum: 60‰

Taux en matière organique, moyenne: $15,29 \pm 11,55\%$

minimum: 1,6%

maximum: 40,9%

On observe en général une augmentation substantielle de la salinité en direction du rivage. Celles du taux en matière organique semble dépendre moins des flux d'eau que des positions topographiques et de leur occupation par des végétaux (Fig.39). Le pH, sauf pour COTTR1 ne paraît pas subir de variations. Par contre, celles du potentiel d'acidification pourraient représenter des différences dans les phases de maturation des sols.

* **Les gradients de végétation.**

Chaque transect recouvre des situations très différentes à l'analyse des compositions spécifiques. L'unique caractéristique commune est la représentativité des trois espèces de mangrove dans toutes les berges. En arrière, les situations varient; on observe une distribution différentielle des peuplements purs de *L. racemosa*, de *R. mangle*, ou des peuplements mélangés. La densité connaît des variations apparemment liées aux conditions du milieu, aux relations inter et intra spécifiques (voisinage notamment). La voûte supérieure de la canopée évolue considérablement d'un faciès à l'autre, les variations structurales ne sont apparemment pas ordonnées (Fig. 40).

Fig. 39: Variations de la salinité et du taux en matière organique le long de chaque transect.

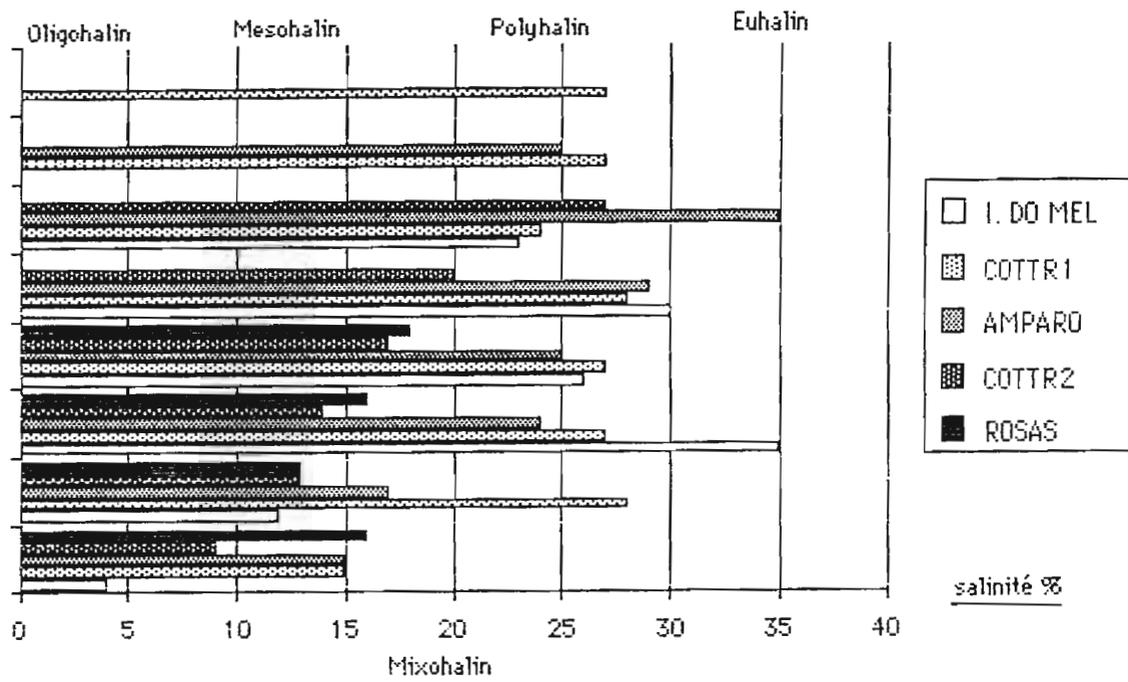
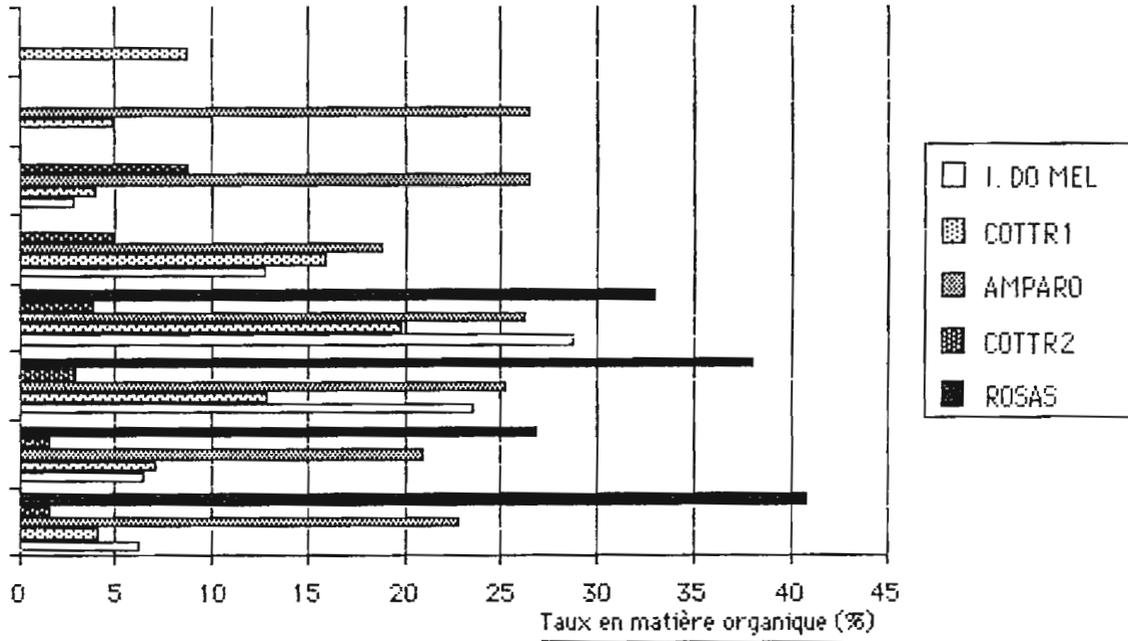
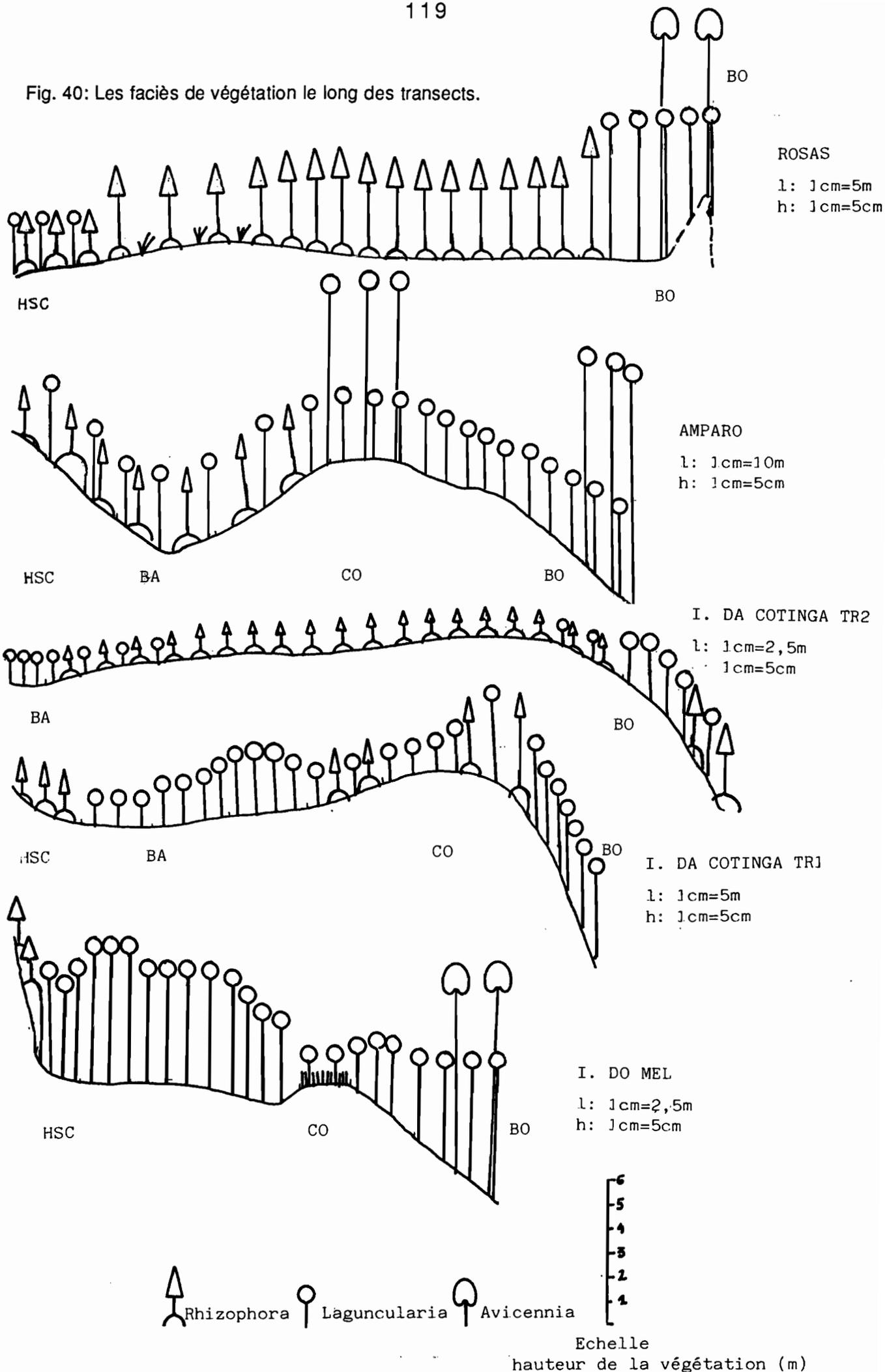


Fig. 40: Les faciès de végétation le long des transects.



* **Les gradients topographiques:** la succession des peuplements dans la mangrove s'établit en fonction de la microtopographie locale et parallèlement à la ligne de rivage (Fig. 40). A grande échelle donc, il est possible de distinguer des unités topographiques regroupant chacune des conditions de submersion/immersion et édaphiques qui jouent de façon complémentaire sur les réponses des communautés végétales.

* **Les faciès de végétation:** l'appellation de faciès recouvrant plusieurs significations analogiques, nous la définissons comme étant une physionomie particulière présentée par un groupement végétal en un lieu donné¹. Nous avons pu regrouper les valeurs des paramètres du milieu pour chaque faciès des transects en fonction des unités topographiques (Tab. 15 A.) et les comparer entre elles grâce à l'analyse de variance (Tab. 15 B.). Les descriptions qui suivent se fondent sur les différences significatives, ainsi que sur l'observation des transects. L'analyse des pyramides des âges permet l'évaluation d'une dynamique des peuplements de chaque faciès.

Les faciès de bordure: tous les transects présentent au droit du rivage de l'eau un faciès dont les caractéristiques apparaissent évidentes. Même si les pentes de cette partie de la slikke sont assez variées, elles sont toujours conformes (Verger, 1983), ce qui les soumet à des variations bi-quotidiennes du niveau de l'eau et donc à des apports réguliers en nutriments. Situés en secteur polyhalin, les faciès de bordure présentent une certaine richesse en matière organique (17,43%). Les communautés végétales montrent une certaine richesse des caractéristiques structurales (stratification et densité), ainsi qu'une diversité spécifique importante compte tenu de la présence constante des trois espèces. *L. racemosa* tend cependant à dominer dans tous les faciès de bordure, sauf pour les deux transects de l'Ilha da Cotinga qui se situent en plaine littorale. Dans ces faciès de bordure, les populations d'avenir et celles du présent forment la majorité des peuplements et indiquent une dynamique qui va vers le renouvellement. L'analyse des pyramides des âges indique que *L. racemosa* a tendance à former des peuplements plus jeunes en bordure que *R. mangle*.

¹ Metro A., 1975, *Dictionnaire forestier multilingue*, terminologie forestière, version française, coll. de terminologie forestière multilingue, n°2.

(A)	PARAMETRES		DU	MILIEU		
	Sal. moy.	M.O moy.	Diam. gran. moy.	pH frais moy.	pH sec	pot. acidité
Facies de bordure (8)	25 + 6,54	17,43 + 14,19	100 + 10,67	7,13 + 0,47	4,64 + 0,76	2,35 + 0,58
Facies de cordons (3)	27,7 + 3,21	12 + 7,55	87,7 + 19,22	6,95 + 0,91	4,19 + 0,48	2,77 + 1,36
Facies de cuvette (5)	25,2 + 7,95	21,8 + 5,54	72 + 16,87	6,96 + 0,91	4,62 + 0,77	2,06 + 1,47
Facies de haute-slikke (6)	13 + 5,34	12,8 + 14,34	118,25 + 7,18	6,96 + 0,84	4,92 + 1,36	1,75 + 1,53
Facies de transition (10)	18,4 + 7,65	13,1 + 11,87	93,56 + 24,72	7,07 + 0,56	4,21 + 0,75	2,71 + 1,19

	PARAMETRES				TEXTURAUX		
	densité moy.	% Avicennia *	% Rhizophora	% Laguncularia	% avenir	% présent	% passé
Facies de bordure (8)	172 + 111,04	8,5 + 7,7	30,37 + 24,86	60,87 + 24,11	37,04 + 20,88	44,66 + 16,98	18,12 + 10,92
Facies de cordons (3)	119 + 52,46	3 + 5,2	34,67 + 39,07	62,33 + 38,53	55,24 + 40,84	34,57 + 36,65	10,19 + 12,1
Facies de cuvette (5)	181 + 48,83	1,2 + 1,3	23,6 + 30,79	75,2 + 31,02	24,11 + 12,6	46,76 + 6,91	24,48 + 5,73
Facies de haute-slikke (6)	180,8 + 110,57	4,8 + 9,65	65 + 22,99	30,2 + 20,22	48,73 + 18,99	41,46 + 28,02	9,82 + 11,02
Facies de transition (10)	201,7 + 88,08	1,4 + 2,5	41,7 + 32,28	57 + 31,73	20,79 + 14,47	65,39 + 15,09	13,6 + 11,77

(B)	Bordure	Cordons	Cuvette	Haute-slikke	Transition
Bordure	-	-	-	-	-
Cordons	-	-	-	-	-
Cuvette	passé	avenir	-	-	-
Haute-slikke	salinité	salinité	sal., Lag., diam. n	-	-
Transition	Avi., présent	sal, ave./prés.	-	avenir, présent, pH se	-

Tab. 15 A: Valeurs moyennes des paramètres écologiques pour chaque type de faciès topographique.

Tab. 15 B: Expression des différences significatives (analyse de variance) des valeurs des paramètres du milieu entre chaque faciès.

Les faciès de cordon: Les cordons forment des convexités de niveau supérieur à celui du rivage. Ceci se traduit notamment par une plus faible submersion. Situés en secteurs polyhalins, les faciès de cordons sont moyennement riches en matière organique. La végétation montre une densité plus faible liée à une relative pauvreté structurale. *L. racemosa* a tendance à y dominer. C'est dans ces faciès que nous notons la plus grande proportion en peuplements d'avenir, principalement donnés par l'espèce *L. racemosa*. *R. mangle* contribue en proportions variables à rajeunir les peuplements (voir transects Amparo et Cottr1).

Les faciès de "cuvette". Dans les faciès de cuvette, le piégeage des nutriments compense la plus faible occurrence des inondations. Ceci se traduit par une certaine richesse en matière organique. La salinité classe ces faciès en secteur polyhalin. La densité est plus importante que dans les deux faciès précédents. On y note la dominance de *L. racemosa*. La pauvreté structurale, donnée par la monostratification dans tous les faciès de cuvette, traduit une baisse de la dynamique végétale par rapport à celle des faciès de bordure, également corroborée par une plus grande proportion en populations du passé. Par contre, la proportion en populations d'avenir, dominées par l'espèce *L. racemosa*, est en nombre significativement inférieur à celui des faciès de cordons.

Les faciès de haute-slikke: Ils se trouvent sur le haut-schorre atteint par les marées de grand coefficient. Les relatives inondations assurent juste le maintien d'une communauté de mangrove en milieu légèrement salé (secteur mésohalin), qui diffère significativement des autres faciès. La faible richesse en matière organique est liée à la pauvreté structurale et texturale (monospécifisme) des peuplements qui présentent un port suffrutescent ou frutescent. On observe cependant une certaine dynamique végétale qui s'inscrit au niveau des âges: les proportions en individus jeunes et adultes sont identiques.

Les faciès intermédiaires. Les faciès types dont nous venons d'énoncer les caractéristiques présentent entre eux des bandes de transition. Ainsi l'on peut passer insensiblement d'un faciès de

bordure à un faciès de cuvette en voyant décroître les caractéristiques du premier au profit de celles du second. Les valeurs écologiques mesurées y sont en général intermédiaires de celles des faciès types dont ils font la transition. On observe donc une modification graduelle des facteurs du milieu et des caractéristiques texturales et structurales de la végétation. Ces faciès intermédiaires se positionnent autour des points d'inflexion du microrelief et sont caractérisés principalement par des populations du présent.

3.4.4 Typologie des unités végétales de la mangrove.

Les variations de taille des peuplements végétaux, ainsi que la structure générale des peuplements sont classées pour permettre la **définition d'unités végétales de la mangrove.**

Nous avons pu ainsi définir 10 types de physionomies de peuplements, dont la terminologie est empruntée au dictionnaire forestier multilingue¹ :

PEUPEMENTS	MONOSTRATES	PLURISTRATES
MONOSPECIFIQUES	Fourrés suffrutescents (FS) Fourrés frutescents (FF) Haut-fourrés (HF1) Gaulis (G) Forêt (Fo1)	
PLURISPECIFIQUES	Haut-fourré (HF2)	Bois fourré frutescent (BFF) Bois fourré (BF) Forêt à 2 strates (Fo2) Forêt à 3 strates (Fo3)

Tab. 16: Typologie générale des peuplements de mangroves de la baie de Paranaguá.

La définition de ces unités végétales et leurs caractéristiques sont les suivantes:

Les fourrés suffrutescents: sont des peuplements de taille inférieure à 2m, monospécifiques et monostratifiés. On les trouve dans 14,8% des points étudiés.

¹ Metro A., 1975, *Dictionnaire forestier multilingue*, terminologie forestière, version française, coll. de terminologie forestière multilingue, n°2.

Principalement dominés par des *L. racemosa* (74% en moyenne), ils se situent en secteur polyhalin sur un substrat légèrement acide (pH frais=6,77), surtout caractérisé par une faible teneur en matière organique. Les troncs des individus sont pratiquement indifférenciables. Les branches mises au contact du sol peuvent y prendre racine et devenir indépendante de la plante mère (*R. mangle*) ou bien rejeter à partir des racines comme c'est le cas pour *L. racemosa*.

Les fourrés frutescents qui forment 13,6% des points, présentent un port identique aux fourrés suffrutescents mais atteignent des tailles plus hautes (de 2 à 4m), ce qui les rend quasi impénétrables, tant l'enchevêtrement entre les branches est inextricable. Ils sont formés en majorité par des *L. racemosa*, ou par des *R. mangle* (32,18% en moyenne). Situés en secteur mésohalin (17‰), ces peuplements vivent sur un substrat neutre à basique, à potentiel d'acidification moyen et moyennement riche en matière organique (17%).

Les haut- fourrés sont des formations de 4 à 6m de hauteur, monospécifiques (3,7% des points) ou plurispécifiques (8,6% des points) mais dominés par *L. racemosa* (71,7% en moyenne), où l'allure générale des végétaux est arbustive et ne peut être encore assimilée à un gaulis. Les haut-fourrés vivent sur un substrat neutre, riche en matière organique (21%) et se trouvent en secteur polyhalin (22‰).

Les gaulis se réfèrent à des formations équiennes monospécifiques, en voie de développement, où les *R. mangle* hauts (6-7m) ont des troncs grêles de diamètre inférieur à 10 cm. Deux cas typiques de gaulis étudiés (2,5% des points) se situent en secteur mésohalin. Le substrat, moyennement riche en matière organique (15%) est surtout caractérisé par un fort potentiel d'acidification (3,09).

Ces peuplements monostratifiés ne comportent jamais d'*A. schaueriana*. Les différences dans la composition floristique se situent au niveau des deux espèces *R. mangle* et *L. racemosa* qui empruntent des formes arbustives différenciées.

Les bois-fourrés et les bois-fourrés frutescents se réfèrent à des peuplements bistratifiés, la strate la plus haute étant formée d'*A. schaueriana* éparpillés qui dominent des fourrés frutescents de *R. mangle* ou qui surciment les *L. racemosa*. Les bois-fourrés (11 % des points) représentent un stade dégradé de la forêt à 2 strates, et sont en moyenne constitués par des *L. racemosa* (50%). La seconde catégorie plus rare (3,7%) est co-dominée par *L. racemosa* et *R. mangle*. Les deux types de peuplements se situent en secteur polyhalin, leur substrat est riche en matière organique (23 et 20%), et a un pH neutre.

Le terme **forêt** recouvre une formation végétale ligneuse haute (à partir de 7m de haut), composée d'arbres ayant un couvert relativement dense. Dans le cas étudié, la forêt peut être constituée d'une strate unique et être monospécifique à densité très variable, comme c'est le cas pour 3,7% des points. Ces forêts à 1 strate, en secteur polyhalin, sont formées par *A. schaueriana* ou par *R. mangle*. La teneur moyenne en matière organique du substrat est faible (9%), identique à celle des peuplements suffrutescents.

Nous avons décidé de classer à l'intérieur des peuplements multistrates, les forêts à deux et celles à trois strates. Dans la première catégorie, la plus abondante (22,2% des points), la strate la plus haute est constituée de végétaux ligneux en assez forte densité (*A. schaueriana*, *R. mangle*) surcimentant la strate inférieure, formée d'arbustes ou de gaules de *L. racemosa* ou de *R. mangle*. Dans les forêts constituées de trois strates, la strate haute ligneuse surplombe un ensemble d'arbustes de tailles bien différenciées, étagés en deux strates, ou d'arbustes avec des gaules. Ces deux strates inférieures sont composées de la même proportion en *R. mangle* et en *L. racemosa*. Ces forêts constituent 16% des points étudiés.

Ces deux types de forêts présentent des caractéristiques physico-chimiques identiques: situés en secteur polyhalin, ils sont riches en matière organiques et vivent en substrat légèrement basique à potentiel d'acidification moyen.

Tous les peuplements décrits se partagent de façon différentielle les wadden dans la baie.

	ENSEMBLE REGIONAL	SUBMERSIONS QUOTIDIENNES	SUBMERSIONSEXCEPTIONNELLES
CONTINENTAL	BASSINS	Fourrés suffrutescents <i>R. mangle</i> Fourrés frutescents <i>L. racemosa</i> Forêts mélangées à 3 strates Bancs de <i>Crinum</i> sp. et <i>S. alterniflora</i>	
	DELTAS DE RIVIERES	Fourrés suffrutescents mélangés Fourrés frutescents mélangés ou dominés par <i>R. mangle</i> Hauts-fourrés de <i>L. racemosa</i> Bois-fourrés mélangés Forêts mélangées à 2 et 3 strates Bancs de <i>Crinum</i> sp. et <i>S. alterniflora</i>	
	ILES DE CONFLUENCE	Bois-fourrés de <i>L. racemosa</i> Forêts mélangées à 2 et 3 strates Gaulis de <i>R. mangle</i> Bancs de <i>S. alterniflora</i>	Hauts-fourrés de <i>L. racemosa</i> à 1 et 2 strates
	BAIES OUVERTES	Hauts-fourrés mélangés Forêts de <i>R. mangle</i> , de <i>L. racemosa</i> et mélangées à 2 et 3 strates Bancs de <i>S. alterniflora</i>	Fourrés suffrutescents de <i>L. racemosa</i> Fourrés frutescents de <i>L. racemosa</i> Bois- fourrés frutescents ou non, mélangés Forêts mélangées à 2 strates
MARITIME	ILES MARITIMES	Fourrés frutescents mélangés Hauts-fourrés, gaulis et forêts à 2 strates, purs ou dominés par <i>R. mangle</i> Bancs de <i>S. alterniflora</i>	Fourrés suffrutescents de <i>L. racemosa</i> ou <i>R. mangle</i> Bois-fourrés frutescents et hauts-fourrés de <i>L. racemosa</i> , Apicums
	MARIGOTS-ESTUAIRES	Fourrés frutescents mélangés Bois-fourrés mélangés ou dominés par <i>L. racemosa</i> Hauts-fourrés de <i>L. racemosa</i> purs ou dominés par <i>R. mangle</i> Forêts monostrates de <i>R. mangle</i> ou d' <i>A. schaueriana</i> Bancs de <i>S. alterniflora</i>	Fourrés suffrutescents de <i>L. racemosa</i> Fourrés frutescents mélangés Forêts à 2 strates dominées par <i>R. mangle</i> . Prairies semi-halophiles de cypéracées, transition avec la "Restinga"

Tab. 17: Les peuplements de mangroves habitant les wadden régionaux de la baie de Paranaguá



Mangrove basse (*L. racemosa*) de marigot.

Haut-fourré de *L. racemosa*.



Fig.41: Quelques grands types de mangrove rencontrés dans la baie de Paranaguá (clichés personnels et de T. Naizot).



↑
Forêt de frange composée d'une strate basse mélangée surcimée par *A. schaueriana*.

Mangrove suffrutescente de *L. racemosa*.



Fig.41: Quelques grands types de mangrove rencontrés dans la baie de Paranaguá (clichés personnels et de T. Naizot).

3.4.5 Les limites de mangroves dans la baie.

Si la mangrove constitue une transition entre domaine terrestre et maritime, elle présente des passages progressifs avec les écosystèmes environnants (forêt ombrophile, Restinga, prairies de transition, bancs de *Spartina alterniflora*...).

La typologie que nous avons pu déterminer ne relate pas les rapports entretenus entre la mangrove et ses voisins qui revêtent différents aspects.

* **Les limites:** c'est une vision succincte pour une compréhension rapide des limites de mangroves que nous proposons ici.

Les limites étant appréhendées de façon verticale, nous porterons donc naturellement notre œil à la hauteur de la voûte de la végétation.

Les mouvements pris par celle-ci apparaissent **continus ou brisés**. Le premier cas se situe notamment quand un wadden constitue le piémont d'un "morro" ou est le prolongement de la "Restinga". La voûte de la canopée suit des variations en conformité avec les gradients topographiques et/ou les modifications édaphiques. Ce genre de limite n'est visible qu'à l'amont des mangroves, au contact des écosystèmes terrestres (Fig. 42).

Les cassures dans le rythme pris par la canopée s'expriment, aussi bien à l'amont qu'à l'aval des mangroves, où elles sont systématiques. Si une déclivité faible autorise la pénétration des marées de syzigie loin dans les terres, une prairie de cypéracées vient s'intercaler entre la restinga et la mangrove. La césure peut être brutale à l'aval notamment au niveau des berges des convexités de méandre, ou bien dans les bordures de mangroves devancées par des bancs sablo-vaseux en partie colonisés par des cypéracées, au lieu des pointes en herbe (Verger, 1983).

Enfin, sous un aspect déjà analysé, nous parlerons de **limites fluctuantes** en considérant la variation cyclique prise par la colonne d'eau au moins à la marge des mangroves.

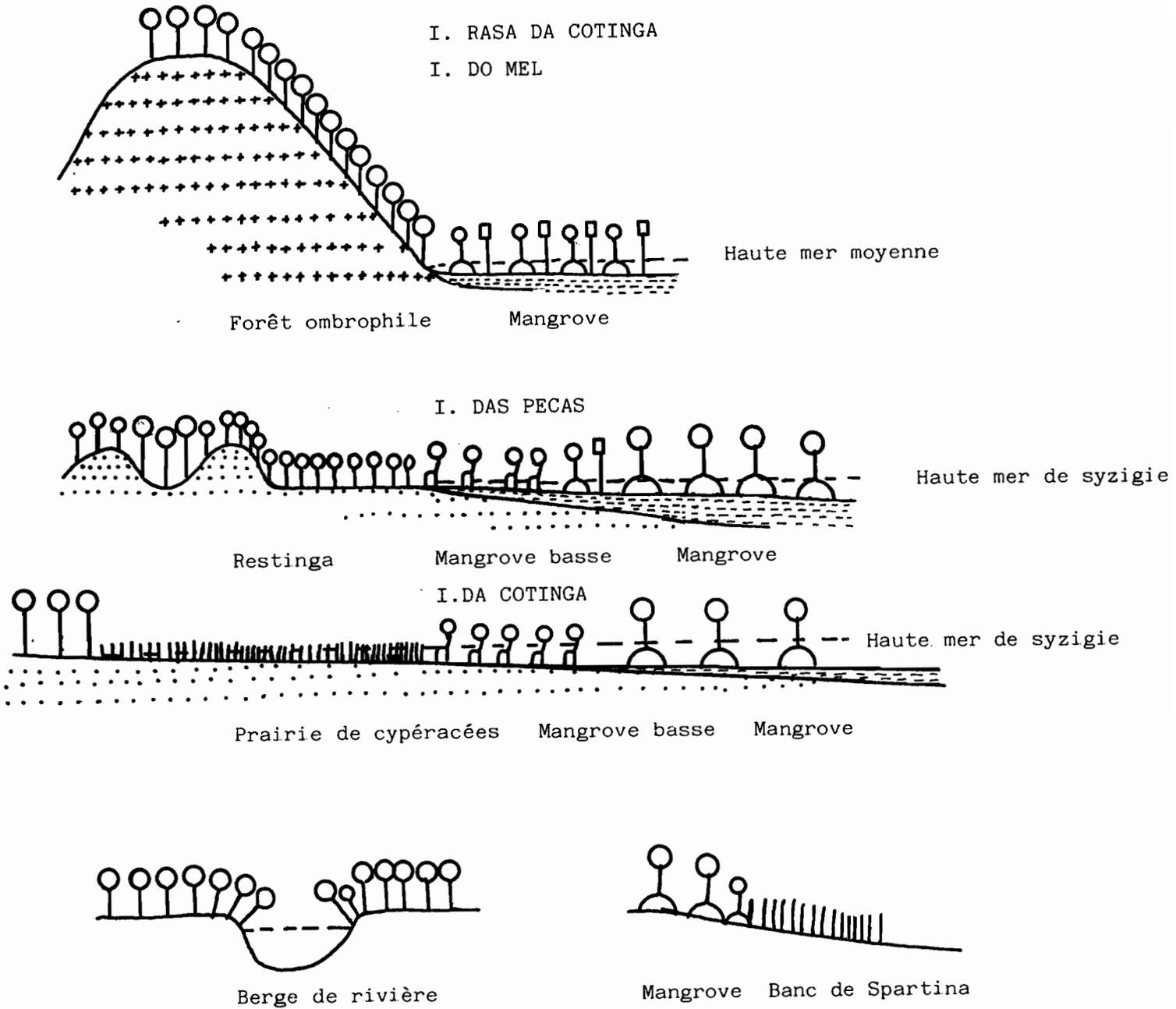


Fig. 42: Type de limites amonts et avales de mangroves dans la baie de Paranaguá.

Ainsi la morphologie locale qui découle de la position des bancs, des interfluves, du microrelief, non seulement du wadden mais aussi des formations quaternaires plus anciennes prédispose à l'établissement de limites physiologiques végétales. Il est impossible dans ces milieux mixtes que sont les limites de dégager une typologie exclusive à l'un ou l'autre trait. La physiologie de la végétation est effectivement étroitement dépendante de la morphologie et de la topographie locales qui régissent les mouvements d'eau. Ainsi l'on retrouve à l'extérieur de la mangrove les mêmes principes qui avaient conduit à déterminer les peuplements intra-mangroves et qui servent un mode de gestion/protection.

*** Espèces bioindicatrices de transition.**

Certaines espèces indiquent par leur simple présence des transitions avec les systèmes terrestres.

- *Conocarpus erecta* est considérée comme une espèce de mangrove typique de la côte atlantique américaine (Cintron, Schaeffer, 1983). Dans la baie, elle n'est présente que très ponctuellement dans les îles maritimes, ce qui nous a incité à ne pas en parler dans les autres parties. Trouvée en individus très isolés au contact de la prairie de cypéracées et en touffes au début de l'apicium dans l'I. da Cotinga, elle présente un port buissonnant qui dénote sa position dans des conditions très limitantes, non pas au niveau du régime hydrique puisqu'elle est décrite comme une espèce de l'arrière-mangrove, mais à celui de son aire de répartition. Schaeffer-Novelli (1986) a en effet noté son existence jusqu'à 5° de latitude Sud. Sa présence dans la baie serait exceptionnelle et relèverait probablement d'un apport extérieur grâce aux courants marins.

- *Hibiscus tiliaceus* est aussi un arbuste d'arrière mangrove. Cette espèce forme des peuplements ponctuels, frutescents, impénétrables (Lamberti, 1969) et montre une capacité à marcotter. Nous la considérons comme une espèce héliophile après avoir noté sa préférence à coloniser des trous de lumière ou les lisières de mangrove (Fig. 43 A) principalement dans les îles maritimes, marigots et baies ouvertes.

- *Acrostichum aureum* (Fig. 43 A,B) est une fougère pantropicale (Schnell, 1976) que l'on rencontre dans les zones amont de la mangrove. Elle forme une strate herbacée en sous-bois de mangrove ou se présente en touffes isolées, précédant toujours la restinga. Son comportement vis-à-vis de la salinité varie énormément, bien que dans la baie nous ayons noté sa présence en eaux douces à mésohalines, elle prospère à Madagascar sur des efflorescences salines (Schnell, 1976). Elle se situe principalement dans les îles de confluence de la baie ainsi que dans les baies ouvertes. R. Angulo a défini deux catégories de mangroves (1991): la première est la mangrove *largo sensus*, la seconde est constituée de l'association *Hibiscus/mangrove* ou *Achrostichum/mangrove*. D'après nos observations personnelles et nos résultats, ces deux espèces ne sont pas le privilège systématique de la mangrove interne puisque elles ne sont que très ponctuelles.

Le cortège d'espèces halophytes psammophiles, se retrouve, en faible densité et en touffes très maigres autour des apicums. Nous y trouvons *Salicornia gaudichaudiana*, indicatrices d'une forte salinité dans son aire de répartition au contact de *Fimbristylis* sp. et d'*Eleocharis obtusa*.

Deux espèces font la transition aval de la mangrove. Si la première, *Spartina alterniflora* est rencontrée sur pratiquement toute la côte brésilienne, elle n'appartient pas pour autant à la mangrove. Elle atteint dans les eaux douces une hauteur de 1 à 1,5m, et forme en eaux saumâtres à salées, des petites prairies de 0,5m. Elle a tendance à coloniser les bancs vaseux, à l'embouchure des cours d'eau (marigots, îles de confluences, îles maritimes, front de baies ouvertes...) pour former les "pointes en herbe" (Fig. 43 C).

Crinum sp. (notée par Angulo, 1990) prend la place de *Spartina alterniflora* à l'amont des estuaires, dans les deltas de rivières, en front de mangrove là où l'influence de la salinité ne se fait plus sentir.

Bostrychia sp., dont la présence sur les troncs d'*A. schaueriana* et de *L. racemosa* révèle un état régulier de submersions, est surtout présente dans les zones de bordure. L'occurrence de cette espèce végétale benthique ne semble pas dépendre des variations de la salinité.

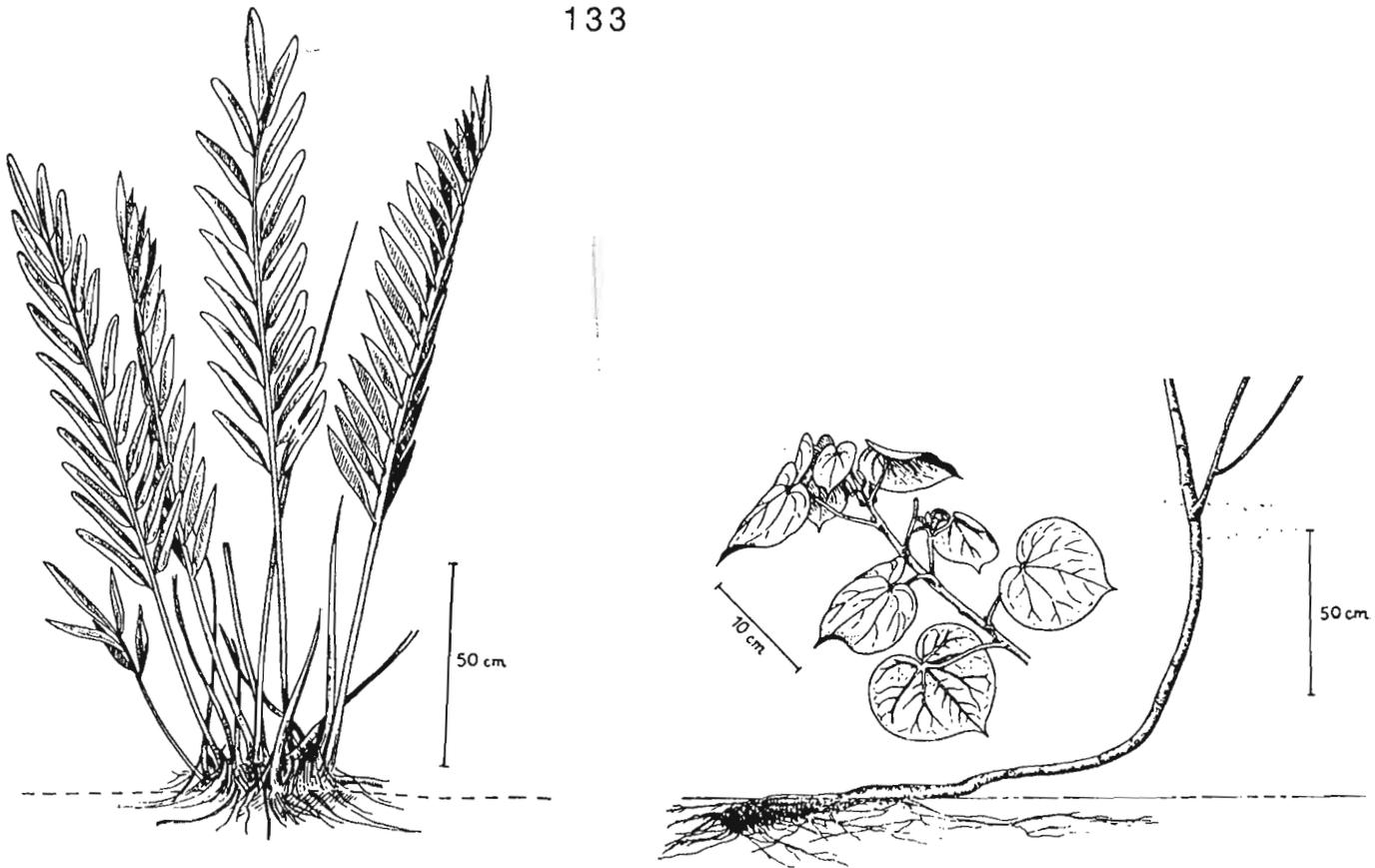


Fig. 43 A: Espèces bioindicatrices de l'arrière mangrove: *Achrostichum aureum* (gauche) et *Hibiscus tiliaceus* (droite) (dessins de Lamberti, 1969).



Fig. 43 B: Colonisation de l'arrière mangrove par *A. aureum* qui compose une strate herbacée haute et dense (observer le nombre d'individus moribonds) (cliché F. Martin).

Fig. 43 C: Banc de *Spartina alterniflora* précédant un gaulis de *R. mangle* (cliché personnel).



* **Détails de zones de transition:** nous détaillerons deux formations de transitions avales rencontrées exclusivement dans les îles maritimes (selon notre typologie).

La prairie à cypéracées.

C'est une formation très remarquable, ouverte, d'une cinquantaine à une centaine de mètres de large, que l'on rencontre entre la restinga et la mangrove notamment dans les îles da Cotinga et das Peças. Elle forme une prairie monostrate (2m de haut), composée de cypéracées, ayant une structure horizontale régulière. Elle couvre 20 à 30% d'un substrat sableux acide (pH de 4,85 à 5,38) sans évolution édaphique notable. Les espèces dominantes qui la composent sont des halophytes occasionnelles, le milieu présentant une salinité pouvant varier de 0 à 10‰. La lisière entre la mangrove est marquée par une décroissance de la densité des *Cladium* sp. et l'apparition d'autres cypéracées comme *Fimbristylis* sp. et *Eleocharis obtusa* ou par *Salicornia gaudichaudiana*.



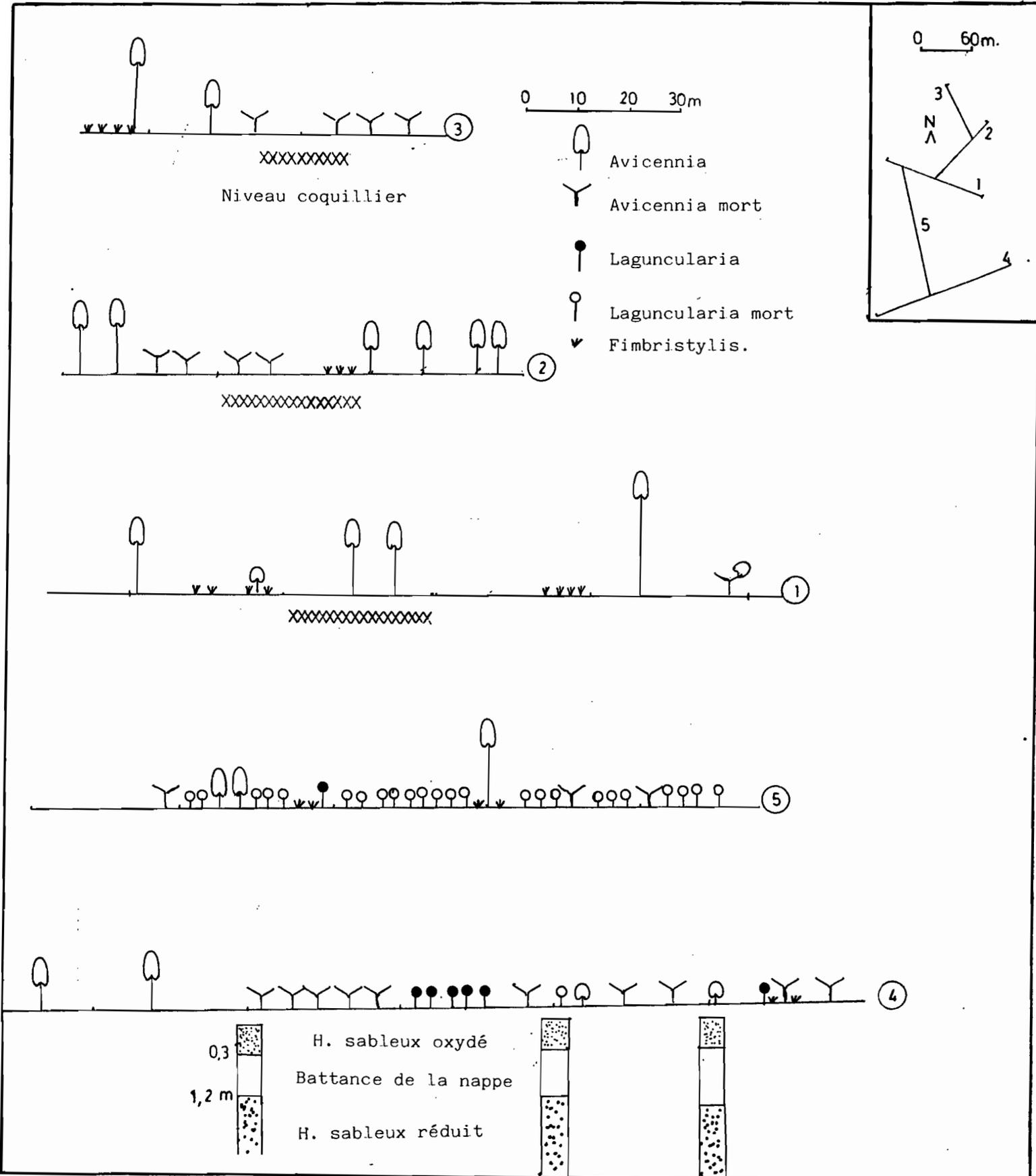
Fig. 44 : Prairie semi halophile de cypéracées (cliché F. Martin).

Les apicums (Fig. 45).

Rencontrées au Nord de l'I. das Peças et au centre de l'I. da Cotinga, ces zones présentent l'aspect de vastes auréoles de sable nu ponctuées de gros *A. schaueriana* épars et clairsemés qui n'atteignent pas 8m de hauteur et dont quelques individus sont morts sur pied. Les parties centrales de ces zones peuvent être recouvertes d'un encroûtement pouvant atteindre 5cm d'épaisseur, dû au développement, par taches coalescentes de cyanophycées *Calothrix* sp. (identifié par M. Suzuki). Le système racinaire radial d'*A. schaueriana* raréfié qui présente des pneumatophores de taille réduite ne s'étendant pas au-delà de la couronne protectrice annonce une bonne aération du substrat. Ce peuplement ne peut apparemment se régénérer car aucune jeune pousse n'est présente. L'eau interstitielle présente une salinité exceptionnellement forte pouvant varier de 60 à 80‰ selon les endroits et ce, malgré les pluies fortes précédant les mesures. Le toit de la nappe phréatique s'établit dans l'I. da Cotinga à 70cm de profondeur et varie à l'I. das Peças entre 25 et 62 cm.

Un banc de coquilles mortes s'intercalant dans le sable, sur 40 cm à partir de 20 cm de profondeur, forme une couche compacte au lieu de l'apicum de l'I. da Cotinga. Les espèces le composant sont typiques de milieux intertidaux (*Bulla striata* et *Anomalocardia brasiliiana*). Le fait que ce banc surmonte un horizon exclusivement sableux, de couleur gris-vert propre aux milieux réducteurs, parsemé de taches et de marbrures d'oxydation rouille-ocre indique qu'il correspond au toit de la nappe phréatique. Dans l'I. das Peças, le banc coquillier ponctuel sans organisation longitudinale définie (Fig. 45), contient d'autres espèces abondantes comme *Heleobia* sp. ou *Tagellus plebeius* (déterminées par Sergio Netto du Centre de Biologie Marine) typiques de bancs sablo-vaseux intertidaux de faible salinité. Leur périostracum très abîmé indique probablement un long séjour sous le sable ou plutôt une dégradation chimique accélérée par la battance de la nappe phréatique et la forte salinité.

fig.45 Détail de l'Apicum de Tibicanga.



3.5 Résultats de la photointerprétation.

3.5.1 Les zones d'égale apparence (Z.E.A).

Au cours de notre travail, 4 textures, étalées sur 9 niveaux et 5 densités différentes ont été décelées. Les 7 variations de gris que nous avons observé confirment les limites par distinction d'un contraste et complètent la définition des zones. Un tableau de contingence regroupe tous les résultats des zonages régionaux avec en abscisse les critères (texture...) et en ordonnées les zones d'égale apparence (Annexe 3.1).

Chaque zonage contient un certain nombre d'informations relatives aux disparités régionales.

Morphologie	Nbre de photos	Nbre de Z.E.A	Nbre. par texturaux			Structure	Niveaux de gris
			text	niveau	densité		
BASSINS	4	13	2	6	3	4	7
DELTAS DE RIV.	6	19	3	5	4	4	5
BAIES OUVERTES	2	7	2	3	3	3	5
ILES DE CONF.	2	8	3	4	2	3	6
MARIGOTS	13	32	4	9	5	4	7
ILES MARITIMES	6	23	3	9	4	5	6

Tab. 18: occurrence des critères de photointerprétation pour chaque région étudiée.

On trouve au moins 2 textures, et 3 structures différentes par couple de photographies. Le zonage montre une diversification identique des peuplements dans toutes les régions étudiées, sauf dans les marigots. Cette simple analyse confirme l'existence de peuplements distincts pour chaque région.

Les 110 zones obtenues doivent être regroupées en classes afin d'obtenir une correspondance entre la perception que l'on a des peuplements et leur typologie, non plus pour chaque région étudiée mais pour toute la baie. Cette classification ne fait abstraction de la morphologie régionale que pour l'obtention d'une légende commune à tous les zonages. Dans une région donnée, la non-représentation d'une unité équivaldra à l'absence d'un peuplement type.

3.5.2 Les classifications du zonage des photographies aériennes.

Nous avons utilisé deux types de classification: la première, statistique, tire des informations quantitatives à partir de simples critères de présence/absence; la seconde est fondée sur un tri visuel.

*** Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) suivie d'une Analyse Ascendante Hiérarchique (A.A.H.).**

Bien adaptée aux tableaux de contingence, l'analyse factorielle des correspondances fournit les coordonnées dans des plans factoriels des objets (Z.E.A) et des indicateurs (critères) après les avoir regroupés en une classe.

L'identification des 3 premiers axes factoriels (Annexe 3.2), même s'ils ne représentent que 26% de la variance, donne la tendance générale de la classification. Il faut parvenir au 17ème axe pour avoir une représentativité correcte de la variance, ce qui est expliqué par une grande hétérogénéité des résultats.

L'axe 1 est formé par un mélange pondéré de plusieurs caractéristiques qui contribuent à un dispersement moyen de 0 à 500. Tous les niveaux de texture s'opposent aux critères d'absence (sans texture, sans structure...). La texture grenue grosse, la plus courante, apporte une très forte contribution à la détermination de l'axe.

L'étalement des indicateurs sur l'axe 2 indique une opposition marquée entre les niveaux de texture et les descripteurs les plus triviaux. Ce sont les critères d'homogénéité qui contribuent enfin de façon importante à l'axe 3. En conclusion, l'analyse des 3 premiers axes indiquent les caractères utilisés pour la classification.

Axe 1:	Un critère très commun (grenue gros)	=====>	Absence de critères (sans text. / struct.)
Axe 2:	Ensemble de critères triviaux (grenue, chou-fleurée, foncé)	=====>	Un type de critère (niveaux de texture)
Axe 3:	Homogénéité	=====>	Hétérogénéité

La représentation dans un plan croisant les axes un à un, donne des nuages de points qui prennent des formes variables.

Cette méthode statistique permet en premier lieu d'attribuer un ordre d'importance à des critères qui apparemment au début avaient le même poids au titre de la photointerprétation. Elle doit être suivie d'une Analyse Ascendante Hiérarchique pour permettre une partition en classes. Effectuée sur les facteurs de l'A.F.C, cette analyse donne un arbre de classification (Annexe 3.3).

Nous avons pu ainsi regrouper les Z.E.A en 10 classes:

- 1: 18,19,22,30,40,41,42,43,84,100.
- 2: 54,39,20,76,68,75,83,61,32.
- 3: 49,44,7,6.
- 4: 5, 45, 55, 4, 14, 31, 79.
- 5: 12, 25, 34, 65, 93, 101, 23, 81.
- 6: 9, 26, 33, 56, 69, 77, 98, 99, 104, 35, 2, 74.
- 7: 80, 106, 78, 94, 82, 103, 107, 108.
- 8: 11, 46, 58, 13, 24, 37, 91, 57, 105, 29, 38, 70, 88, 90, 27, 86, 17.
- 9: 63, 92, 48, 97, 110, 47, 50, 102, 66, 28, 59, 95, 62, 67, 72, 73, 85, 96, 21, 89, 15, 16, 36, 60, 87.
- 10: 53, 3, 10, 64, 109, 8, 71, 1, 51, 52.

* **Le tri Bertin.**

Il correspond à un assemblage par analogie visuelle des zones d'égale apparence. Cette méthode a pour avantage d'être étroitement dépendante de la perception et poursuit donc le processus de la photointerprétation. Les caractéristiques de ce tri sont qualitatives, les critères étant comparés un à un et dans leur ensemble, successivement. On arrive à obtenir 12 unités d'égale apparence qui combinent des situations complexes et dont les critères sont immédiatement repérables, au contraire de la classification précédente.

U.E.A	TEXT.	NIVEAU	DENSITE	STRUCT.HOM/HET	GRIS
1	grenue	fort à fin	fort à faible	chou-fleuré hom	foncé
2	grenue	moyen	fort	réticulé hom	foncé à clair
3	grenue	gros+moy à gros+fin	fort à moyen	chou-fleuré hét	foncé à moy
4	grenue	gros à t. t. fin	fort à faible	chou-fleuré hét	foncé à clair
5	grenue	gros à moyen	moyen à faible	entéromorphe hét	toute gamme
6	grenue	gros+moy à fin+très fin	fort à moy	réticulé hét	moyen
7	pointillée	gros à moyen	fort à moyen	réti/entéro hom	clair à pâle
8	pointillée	gros à très fin	fort	sans hom	foncé à pâle
9	grenue	gros à fin	moyen à faible	sans hét	moyen
10	pointillée	gros à très fin	fort à très faible	sans hét	clair
11	pointillée	gros+ fin à moy	fort à moyen	réticulé hét	moyen
12	lisse/sans	-	-	sans hom	moyen à clair

Tab.19: Caractéristiques générales des unités d'égale apparence regroupées par le tri Bertin.

Conclusion.

Les relations entre les résultats obtenus sur les descripteurs abiotiques (pH, salinité, taux en matière organique) ne sont pas statistiquement révélées, il n'est donc pas possible de faire une classification fondée uniquement sur ces facteurs.

Il n'y a que le taux en matière organique qui soit significativement lié à la structure générale du sédiment; un substrat sablo-limono-argileux contient plus de matière organique qu'un substrat sableux. La structure de la végétation intervient aussi sur la richesse du substrat en matière organique; ainsi le substrat des forêts contient plus de matière organique que celui des fourrés.

La salinité interstitielle, dépendante de la régularité des submersions permet l'obtention d'un gradient de salinité régional et local.

La différence entre les pH frais et secs du sédiment, liés statistiquement, donne un potentiel d'acidification positif.

Les analyses granulométriques (courbes et croisement d'indices) révèlent 3 grands groupes de sédiments en relation avec leur transport/dépôt (suspension, suspension et saltation, suspension et roulement). Il est possible de distinguer **6 grands types régionaux de wadden** dans la baie, influencés directement, soit par le domaine continental (deltas de rivières, bassins), soit par le domaine marin (marigots, îles maritimes), et enfin mixtes (baies ouvertes, îles de confluence). Les caractéristiques granulométriques de chacun des wadden révèlent des différences significatives entre les principaux facteurs abiotiques. Les résultats minéralogiques n'apportent que peu d'informations, même au niveau local séquentiel, sauf que les minéraux sont principalement issus du domaine continental.

Nous avons ensuite privilégié une analyse de la végétation qui ne tenait pas compte de l'existence de ces régions.

Les 3 espèces de mangrove réparties différenciellement dans la baie ont des valences écologiques proches. Les répartitions du taux de présence des 3 espèces en fonction des gradients écologiques suivent les mêmes variations. L'analyse de la niche réalisée des espèces *R. mangle* et *L. racemosa*

permet de dire que ces deux espèces sont sympatriques, pour les paramètres du milieu que nous avons pu mesurer.

L'influence saisonnière se fait ressentir sur les comportements reproductifs (fleurs et fruits) et végétatifs (surfaces foliaires) des espèces. Ils sont accentués en période hivernale caractérisée par une baisse de la pluviométrie.

L'analyse des parcelles étudiées a indiqué des comportements différenciés des espèces au niveau structural, et également selon des critères de localisation.

Le croisement des compositions floristiques et structurales des parcelles étudiées est la base principale d'une **typologie** des peuplements végétaux. Nous avons ainsi déterminé l'existence de **10 peuplements différents** (fourrés suffrutescents, frutescents, bois-fourrés, forêts...). Leurs répartitions locales sont liées aux gradients écologiques et physiques, intégrés à un modèle d'immersion (étude des transects).

On aboutit ensuite à une classification croisée; à chaque type de wadden correspond un groupement de peuplements végétaux différenciés floristiquement et structurellement.

Aux espèces de mangrove s'ajoutent dans la baie d'autres espèces typiques des plaines de balancement de marées (*S. alterniflora*, en aval et à l'amont *H. tiliaceus* et *A. aureum*), dont la répartition s'attache aux caractéristiques régionales et locales des wadden.

A chaque couple de photographies aériennes, le zonage figure une mosaïque de peuplements. Les 110 zones d'égale apparence sont classées statistiquement et visuellement afin d'aboutir à un niveau de comparaison avec l'existence des peuplements définis.

4. DES RESSOURCES DIFFERENCIEES

4.1 Des mangroves exceptionnelles.

4.1.1 Une position septentrionale.

Le climat subtropical de la baie favorise l'installation et la survie des mangroves bien que l'on se situe aux limites septentrionales de répartition de cet écosystème (latitudes: 25° 16'-34' S). Selon Chapman (1977), les mangroves se répartissent mondialement entre les latitudes 30°N à 38°S. Cet auteur différencie longitudinalement les mangroves de l'Ancien Monde (Afrique de l'Est, Indo-Malaisie, Nouvelle-Zélande) de celles du Nouveau Monde (Afrique de l'Ouest, Amérique). Si les premières comportent 15 genres qui se répartissent en une soixantaine d'espèces, les secondes sont confinées à 5 genres comprenant 24 espèces. Plus restrictivement, la côte de l'Amérique du Sud, de l'équateur à 29°20' de latitude Sud (Schaeffer Novelli, 1985), possède 4 espèces dont deux lui sont endémiques; *L. racemosa* et *A. schaueriana*. Celles-ci sont les dernières représentantes des mangroves dans le Sud brésilien. *A. germinans* et *R. mangle* qui ont des aires de répartition très larges en longitude, sont limitées au continent américain sur une aire plus réduite (Schaeffer-Novelli, 1985).

Les variations latitudinales qui influencent la composition floristique de la mangrove jouent aussi un rôle dans la mosaïque de peuplements. Ainsi, aux limites des répartitions géographiques de cet écosystème, on assiste à un mélange de mangroves et de marais salés (littoral du Paraná et du Santa Catarina). La nature du climat n'est pas la seule à incriminer dans la dispersion de ces marais. La présence de *Spartina alterniflora* serait due, dans la baie de Paranaguá, à la remontée des courants froids antarctiques. On assiste également au mélange de la mangrove avec d'autres plantes typiques de plaine de balancement des marées (Angulo et al., 1991).

Pour des habitats différents, les écosystèmes terrestres voisinant les mangroves peuvent avoir des influences sur leur flore. Ainsi, selon Lot-Helgueras (1975), la végétation

continentale du domaine tropical contribue, au contraire de la végétation semi-aride, à l'enrichissement floristique de la mangrove en l'alimentant en espèces arborées et en épiphytes. Dans la baie de Paranaguá, la proximité de la "Restinga" et de la "Mata Atlântica" permet l'introduction de végétaux non vasculaires dans la mangrove tels que des lichens: *Usnea* sp.) ainsi que des végétaux vasculaires comme certains épiphytes (*Tilandsia* sp.).

Tab. 20: Comparaison des résultats du transect Amparo (baie de Paranaguá) avec ceux des séquences de végétation rencontrés dans la bibliographie, indiquant une variation de la zonation et de la structure générale des espèces en fonction d'un gradient latitudinal.

Latitudes	BORDURE=====>INTERNE
23°44'N	<i>L. racemosa</i> (3m)-espace bâti- <i>L. racemosa</i> (4m)- <i>C. erecta</i> (4m) ¹
21°16'N	<i>R. mangle</i> (2m)- <i>L. racemosa</i> (2m)- <i>A. Nitida</i> (4m)- <i>C. erecta</i> (1,5m) ¹
18°30'N	<i>R. mangle</i> (15 à 25 m)- <i>L. racemosa</i> (30m)- <i>A. nitida</i> (30m) ¹
02°40'S	<i>L. racemosa</i> (4m)- <i>R. mangle</i> (8m)- <i>A. nitida</i> (10m) - <i>R. mangle</i> (10m) ²
20°19'S	<i>R. mangle</i> (10m)- <i>A. schaueriana</i> (15m)- <i>L. racemosa</i> / <i>R. mangle</i> (9m) ²
25°16'S	<i>A. schaueriana</i> - <i>L. racemosa</i> - <i>R. mangle</i> - <i>A.aureum</i> / <i>H.tiliaceus</i> ³ (8m) (6m) (4m) (2m)
28°30'S	<i>S.alterniflora</i> - <i>L.racemosa</i> - <i>H.tiliaceus</i> - <i>A.schaueriana</i> - <i>A.aureum</i> / <i>H.tiliaceus</i> ² (1m) (2m) (8m) (2m)

Les changements de la mangrove le long du gradient latitudinal se situent aussi au niveau structural (Tab. 20). La variation de tailles des arbres de la mer au continent s'inverse quand on s'éloigne de l'équateur. Ainsi en Guyane française et dans l'Etat du Maranhão (Lescure, 1977; Schaeffer, 1985), la taille des arbres de mangrove augmente de l'aval vers l'amont. Sous des latitudes plus éloignées de l'équateur, les arbres de bordure sont plus hauts

¹ Lot-Helgueras, 1975.

² Schaeffer-Novelli, 1985.

³ Transect Amparo réalisé dans la baie de Paranaguá, Martin, 1992.

en général, comme c'est le cas dans la baie de Paranaguá. L'exception est rencontrée dans la baie de Guanabara (Etat de Rio de Janeiro) baignée par les courants chauds équatoriaux.

Les variations zonales induisent le développement des arbres, à travers leurs influences sur les paramètres climatiques (ETP, P, T, et indirectement la salinité). Dans les zones équatoriales, les espèces de mangrove édifient des axes de façon différentielle le long d'un gradient décroissant de salinité (zones internes, zones de bordure), selon les principes de développement définis par Oldeman (1974). Dans les zones intertropicales, où la pluviométrie annuelle est plus faible, les mangroves montrent une édification différentielle des axes selon un gradient hydrologique très local. Dans tous les cas, la faible salinité des zones internes est encore un facteur d'exclusion des espèces terrestres par celles de mangrove.

L'appauvrissement floristique des mangroves le long de la côte mexicaine, entre 18°30' de latitude Nord et 23°44' de latitude Sud, est en partie dû aux baisses de températures hivernales (Lot-Helgueras, 1975). Il en est de même sur la côte brésilienne où l'on note la disparition de *A. Nitida* dans l'Etat du Maranhão (de climat subéquatorial), puis celle de *R. mangle* dans l'Etat du Santa Catarina (28°30'S, climat tempéré). Dans la baie de Paranaguá, le climat subtropical humide autorise encore la présence des 3 espèces *L. racemosa*, *A. schaueriana* et *R. mangle*. L'influence orographique de la Serra do Mar a une incidence positive sur la création d'un climat propice à ces espèces.

Lorsque l'on descend le long de la côte brésilienne (Schaeffer-Novelli, 1985), *Avicennia* spp. forme toujours des peuplements assez hauts entre 4 et 15m, et *R. mangle* entre 5 et 10m. Selon Schaeffer (1985), dans les dernières mangroves du Sud brésilien (28°30'S), *A. schaueriana* est l'unique espèce à atteindre un certain degré de développement, *L. racemosa* n'apparaissant plus que sous une forme suffrutescente. Dans la baie de Paranaguá, nous avons noté que les communautés de *L. racemosa* variaient dans leur forme et leur degré de développement, et comme pour son espèce sympatrique *R. mangle*, on passe des peuplements

suffrutescents (<à 2m) aux peuplements forestiers (>à 6m), alors qu'*A. schaueriana* montre toujours une structure unique.

Ceci montre que l'appauvrissement floristique le long du gradient latitudinal s'accompagne d'une décroissance dans le degré de développement.

Les gradients latitudinaux ne déterminent pas une différenciation dans la productivité des peuplements de mangrove. Il faut attribuer plutôt les variations de biomasse aux types physiographiques des mangroves (Cintron, Schaeffer-Novelli, 1984). Dans la baie de Paranaguá, l'influence des gradients latitudinaux s'ajoute à la pertinence des variations régionales voire très locales. L'appauvrissement floristique qui est observé dans la baie ne contredit pas le fait qu'il y ait tant de peuplements différents. On assiste à un véritable mélange des espèces, lié, comme nous l'avons vu, à la morphologie régionale et locale, tant au niveau physiologique que floristique.

4.1.2 Influence d'un climat à caractère saisonnier.

Nous nous trouvons en dehors des limites climatiques des mangroves définies par Chapman (1974): le mois le plus froid (juillet) a une température inférieure à 20°C, et l'amplitude thermique saisonnière dépasse les 5°C. Cet auteur reconnaît cependant d'autres exceptions à cette règle qui nous confirment l'exceptionnelle variabilité des mangroves aux conditions climatiques: *A. germinans* est en effet présent en Floride (T° moyenne de janvier: 12,7°C), *A. schaueriana* au Brésil (T° moyenne de juillet: 10°C). Blasco (1984) note la disparition des mangroves quand la température moyenne des mois les plus froids descend à 16°C.

Les mangroves de la baie de Paranaguá peuvent donc, à cet égard, être considérées comme des mangroves exceptionnelles.

Le froid, testé *in labo* sur son action réduisant la capacité des graines à germer (Mac Millan, 1975), ne semble pas être un facteur de sélection pour *A. schaueriana*, puisqu'on la trouve aussi aux limites septentrionales de répartition des mangroves.

Cet auteur a conclu, après avoir fait subir des périodes de froid à des graines de *L. racemosa*, que ces dernières étaient pré-disposées à les supporter. La tolérance de cette espèce, est inscrite dans son phénotype, ce qui explique sa très grande aire de répartition sur le littoral Ouest américain. Elle montre une vigueur à réitérer partiellement ses axes au niveau des méristèmes édificateurs (Oldeman, 1974), ainsi qu'à fleurir et à fructifier. Aucune étude n'a encore analysé les seuils de tolérance au froid de *R. mangle*, mais il est probable que dans la baie, les seuils, s'ils sont proches, ne sont pas atteints. S'ils l'étaient, la production et la germination des graines serait difficile voire inhibée (Blasco, 1984). Nos observations portent à penser que la dynamique pionnière de cette espèce est principalement liée à l'hydrodynamisme, car elle est en majorité présente en berge.

Le climat sensiblement frais en hiver, dans la baie, ne constitue pas un facteur limitant pour la germination des graines. Les espèces *A. schaueriana* et *L. racemosa*, sont en situation encore optimale vis-à-vis du gradient de température de l'air.

Les variations annuelles de la température de l'eau (différence d'environ 10° C de l'hiver à l'été) pourraient avoir une incidence directe sur la propagation des graines dans la baie, mais elle semble cependant avoir une action toute relative comparée à la pluviométrie. Ainsi l'augmentation importante des pluies de novembre à janvier, déclencherait la floraison de *L. racemosa* en janvier et favoriserait donc leur dissémination en période estivale

L'influence de la température hivernale ainsi que la compétition de communautés végétales pour un même habitat peuvent agir comme facteur négatif sur la productivité végétale de la mangrove. Lana et al. (1991), qui ont étudié *Spartina alterniflora* au cours d'un cycle annuel, ont démontré une productivité végétale inférieure en hiver à celle de l'été. Cette marque saisonnière montre, soit une adaptabilité de l'espèce, soit un caractère intrinsèque. Dans ce cas, elle serait une espèce de milieu tempéré ayant une large aire de répartition. Des travaux effectués sur la production de litière dans la plaine littorale de la baie de Paranaguá (Sessegolo, Lana, 1990), et sur la décomposition foliaire dans des mangroves

limitrophes (Etat de São Paulo, Adaime, 1985) enseignent que la production de litière et le taux de décomposition foliaire sont plus faibles en hiver. La chute des feuilles pourrait être liée au régime hydrique a priori défavorable (pluviométrie basse) en hiver.

Adaime attribue la baisse de décomposition hivernale à la température (1985), qui serait cependant supplantée par celle de l'activité de la macrofaune (Sessegolo, Lana, 1990).

L'étude de l'environnement aquatique des mangroves de la baie montre une influence saisonnière certaine sur les variations de nutriments, de chlorophylle a et de phytoplancton, à laquelle s'ajoute des variations liées aux domaines physiographiques (Brandini, 1985, et 1988). D'autres travaux cités par Knoppers (1984) montrent que la baie est sujette à des variations saisonnières de biomasse et de composition spécifique du plancton et du necton. La pluviométrie est d'après Brandini (1985, 1988), le facteur principal à incriminer dans les variations annuelles des différents compartiments, car en influençant la décharge en eaux douces, elle a une incidence indirecte sur la salinité. Knoppers (1984) n'a pas trouvé si évidente la relation entre la pluviométrie et les variations du taux de matière organique particulaire (vivant et mort). Il a plutôt attribué cela aux conditions locales spécifiques de son étude (proximité d'un marigot) ainsi qu'à d'autres facteurs incontrôlés tels que la chute saisonnière des feuilles, la remise en suspension du matériel déposé dans la mangrove...

Les variations latitudinales qui entraînent des climats différents ont une influence sur la composition floristique, sur la physionomie et l'arrangement des communautés végétales de mangroves.

Ces considérations nous amènent à conclure que les mangroves de la baie sont vulnérables vis-à-vis de facteurs naturels tels que la position latitudinale et le climat. Cette vulnérabilité s'exprime au niveau de la réduction floristique, de la différenciation dans le comportement des arbres, et probablement à celui de la productivité saisonnière.

Il est possible de dire qu'une éventuelle gestion des mangroves devra dépendre d'un calendrier et ne pourra pas avoir la même ampleur que dans les pays équatoriaux (Indonésie, Malaisie...).

4.2 Une diversification liée aux facteurs régionaux et locaux dans la baie.

4.2.1 Les variations des facteurs abiotiques.

La majorité des mangroves de la baie se situe en secteurs méso- à polyhalin. Nous ne pouvons dire des peuplements de mangrove identifiés que leurs différences s'attachent au seul facteur de la salinité. Ses variations sont liées, au niveau régional, aux régimes hydriques des différents domaines morphologiques, en fonction de la distance aux embouchures de la baie, et à la topographie qui varie localement. Nous n'avons pu analyser les variations de la salinité interstitielle du sédiment investi par la mangrove (les parcelles n'ont été visitées qu'une fois), mais il est probable qu'elles suivent celles de la salinité des eaux selon un cycle annuel et journalier (Brandini et al., 1987).

Les faibles variations enregistrées des pH frais et secs se réfèrent principalement aux textures ressemblantes des sédiments et à leurs compositions minéralogiques très proches. On note cependant que le pH frais est toujours supérieur au pH sec, ce qui donne un pouvoir d'acidification toujours positif. Les variations de cet indice dépendent en partie des compositions floristiques des peuplements ainsi que des positions différentes vis-à-vis de l'inondation (Marius, 1985). Un peuplement dominé par *R. mangle* donne au sédiment un pouvoir d'acidification supérieur. Une plus grande soumission des sédiments de bordure aux inondations périodiques réduit les conditions d'assèchement et limite donc l'acidification potentielle.

L'analyse des transects permet de voir au long d'une séquence partant du rivage jusqu'à la limite arrière de la mangrove, des gradients écologiques et des gradients de peuplements végétaux. Ceux-ci s'expliquent principalement par les conditions topographiques locales qui régissent les mouvements d'eau dans les séquences et donc les apports en nutriments. Les faciès de végétation rencontrés sont donc référencés aux unités topographiques. Au passage d'une unité à l'autre, on observe un changement progressif des caractéristiques écologiques et structurales des peuplements.

4.2.2 La complexité régionale dans la baie.

Il nous est apparu que la typologie des sites de la baie était la clef de la complexité morphologique qui ne pouvait être démêlée qu'à plusieurs échelles d'appréhension.

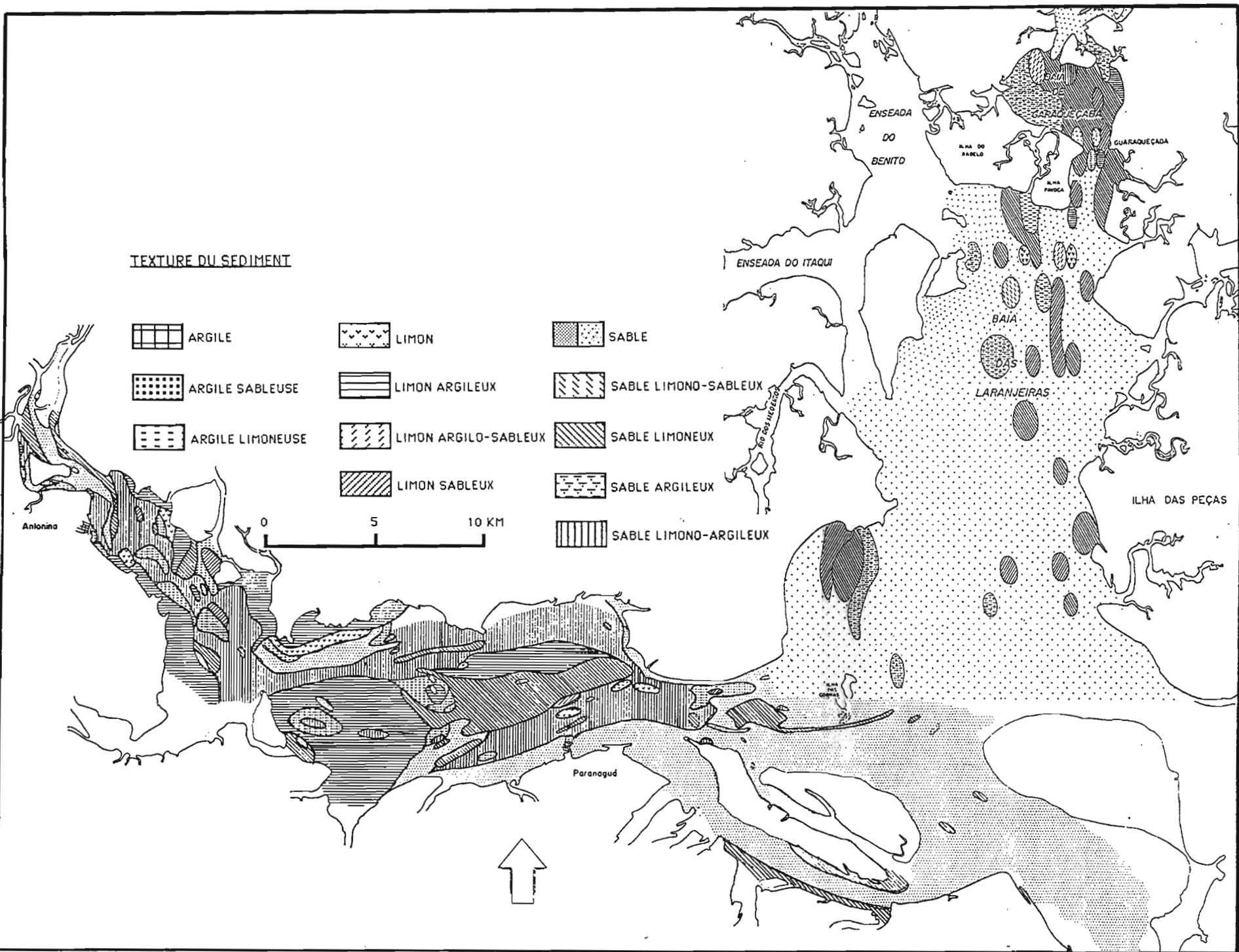
Ainsi, le premier niveau a permis de distinguer **deux domaines** dans la baie; le domaine soumis à une **influence continentale** et celui soumis préférentiellement à une **influence maritime**. Dans le premier, les arrivées d'eaux douces et les apports terrigènes proviennent des bassins-versants montagneux dont la superficie est très importante (3050 km² selon Maack). Au contraire, dans la plaine littorale, dont le bassin versant ne recouvre qu'une très petite superficie (311 km²), l'influence maritime prédomine sur l'apport en sables remaniés, et joue également sur les conditions de drainage (gamboas). Nous avons ensuite noté, grâce à nos analyses granulométriques, qu'il existait des **formes intermédiaires de sédiments de wadden en fonction de la distance à la mer**. De plus, les sédiments de fond des distributaires de Paranaguá et Laranjeiras très hétérogènes (Bigarella, 1978, Soares, 1991) suivent une séquence texturale continue des zones amont à aval (debouchés sur la mer, Fig. 46).

Selon Bigarella (1978), la fourniture par les rivières d'une grande quantité de sédiments a donné lieu au remplissage des wadden étendus de la baie. Maintenant plus faible, on assiste à un remaniement constant des sédiments déposés dans le fond (Soares, 1991), notamment dans les zones amont. On ne peut dire qu'il en est de même pour les wadden colonisés par la mangrove où le sédiment est fixé par la végétation.

Sachant cela, l'appréhension de la moyenne échelle se fait au niveau de la morphologie régionale. La baie contient des formes élémentaires, multiples et contrastées, qui se regroupent autour de 2 grands distributaires principaux (l'un orienté Nord/Sud baie das Laranjeiras, l'autre Est/Ouest: baie de Paranaguá *stricto sensu*).

L'organisation régionale des mangroves de la baie de Paranaguá est essentiellement due aux variations topographiques qui régissent les mouvements d'eau et les dynamiques sédimentaires.

Fig. 46: Texture des sédiments de fond de la baie de Laranjeiras (d'après Bigarella, 1978, pour la baie de Paranaquá et Soares, 1990 pour la baie de Laranjeiras).



A grande échelle, la différenciation du domaine intertidal, comme facteur de distinction à l'intérieur des sites régionaux de mangroves, implique la connaissance a priori de la topographie et du régime des marées. Les résultats des transects qui ont permis d'identifier les faciès types en liaison avec le microrelief des wadden ne pouvaient être appliqués à toute la baie. Nous avons choisi de distinguer, dans chaque unité morphologique, les **mangroves de bordure**, susceptibles de subir une fréquence plus grande d'alternances de la marée, des **mangroves intérieures**, moins soumises au régime des marées grâce à un bioindicateur qui présente une grande valence vis-à-vis de la salinité (*Bostrychia* sp.).

4.2.3 Classification des sites de mangroves.

Il est possible de classer les mangroves dans la baie en fonction des sites préférentiels.

Les bassins, îles de confluence, ou îles ont pour caractéristique commune une certaine pauvreté structurale car ils ne présentent pas des peuplements hautement différenciés. Les sites qui présentent une grande diversité structurale sont les berges de cours d'eau, que ce soient les marigots ou les deltas de rivière.

Il est possible de les classer, en abordant le concept de sites favorables à l'installation des mangroves, comme Thom (1984) l'a préconisé. Cet ordre d'occurrence des mangroves sera utilisé pour qualifier les différences régionales nécessaires à une approche distinctive d'une gestion de cet écosystème dans la baie.

Les sites "**exceptionnels**" à l'installation des mangroves sont les bassins, les zones très amont des deltas de rivière, et les parties hautes du domaine intertidal, zones mésohalines, où l'influence du marnage et la dynamique végétale sont très réduites. **Ce sont principalement des zones à protéger.**

Les sites "ponctuels" se forment à l'occasion des courants hydrodynamiques principaux, principalement les courants de chasse: ce sont les îles de confluence et les îles maritimes entourées d'une frange réduite de mangroves ayant une faible dynamique végétale. **La survie de ces îles dépend en grande partie du maintien de la mangrove.**

Enfin, dans les sites très répandus, comme les bordures de cours d'eau (deltas et marigots) les baies ouvertes et les deltas de rivière (au niveau des bouchons vaseux), l'on note une grande disparité végétale, tant au niveau spécifique que structural. Ce sont des zones véritablement mixtes qui subissent autant les influences continentales que maritimes et où les wadden, ayant une topographie continue et large, accueillent de grandes surfaces de mangroves. **C'est de préférence dans ces zones que l'on préconisera un éventuel aménagement.**

4.3 Une diversification au niveau des espèces de mangrove.

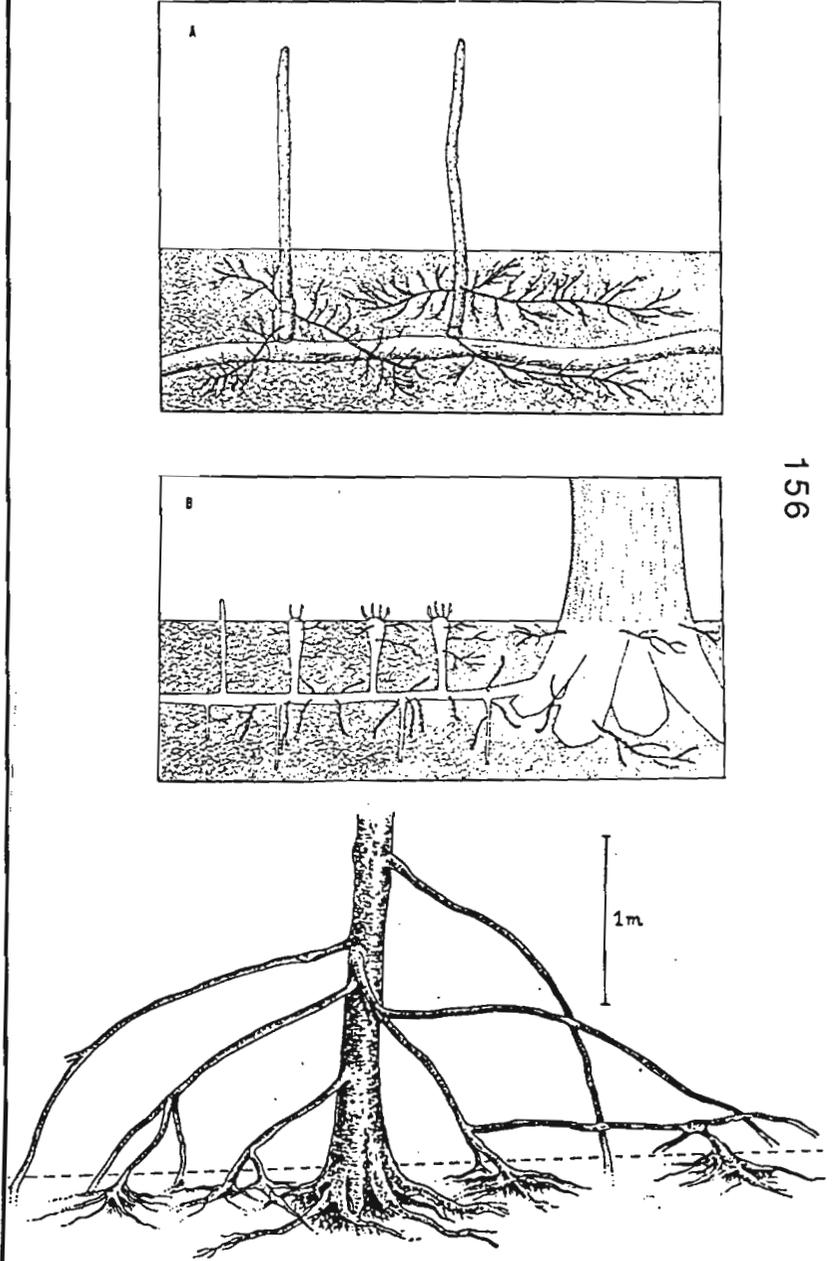
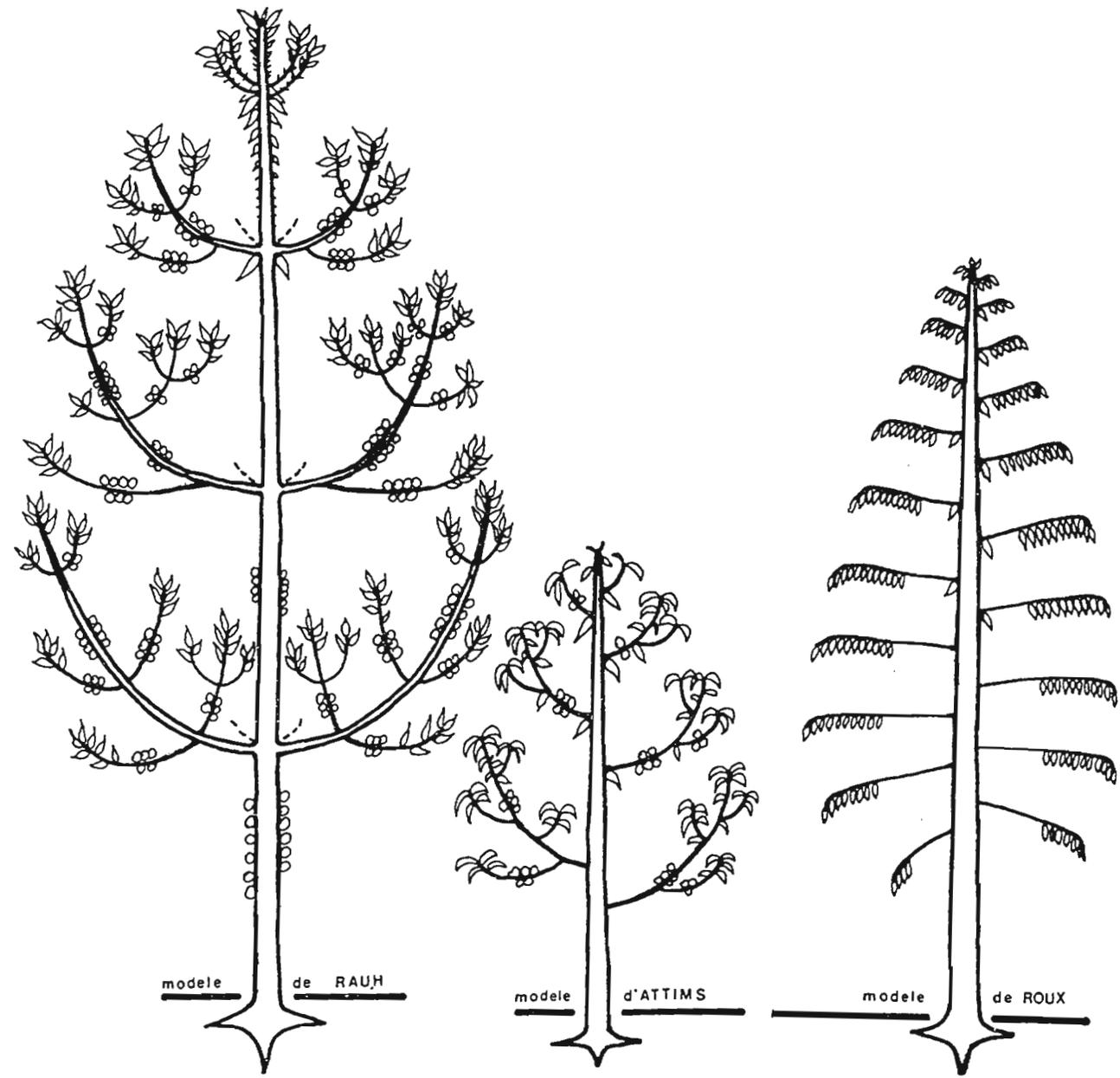
4.3.1 Des ressemblances spécifiques.

Chacune des espèces présente des caractéristiques communes ou propres qui dépendent du domaine intertidal et qui leur font tenir des rôles différents.

Elles s'installent indifféremment dans les configurations prises par les wadden. Il peut malgré tout exister des disparités liées aux conditions hydrodynamiques très locales qui jouent essentiellement sur la dispersion et l'installation des graines (Rabinowitz, 1975).

Fig. 48: Réseaux racinaires d'*Avicennia* sp.(A), de *Laguncularia* sp.(B) et racines échasses de *Rhizophora* sp.(C). (tiré de Cintrón, Schaeffer-Novelli, 1983, Lamberti, 1969).

Fig. 47: Modèles architecturaux des espèces de mangrove (tiré d'Oldeman, 1974).



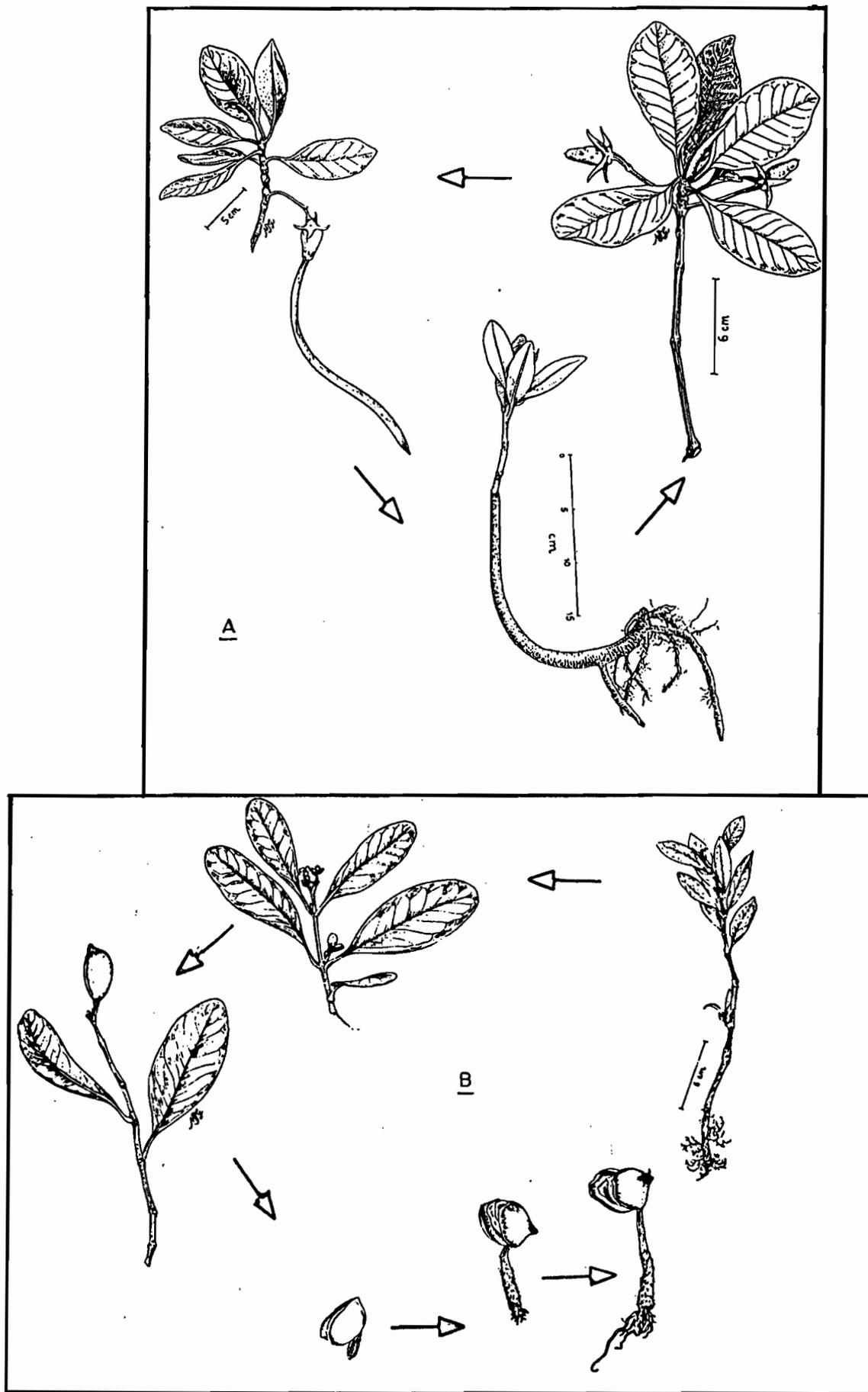
Les trois espèces présentées approchent le modèle d'Attims (notamment *L. racemosa* entre les modèles de Roux et d'Attims, Lescure 1977). Le modèle architectural qui ne représente qu'un point de repère dans un domaine plus ou moins continu de formes arborescentes (Oldeman, 1970), est issu du déterminisme des facteurs écologiques sur le comportement de l'arbre. Cette propriété conforte l'impression générale laissée par les espèces de mangrove où les facteurs écologiques principaux (salinité, inondations périodiques, sol anoxique) entraînent une convergence de forme ressemblante. Plus restrictivement, Lescure (1977) a noté que le modèle situé entre celui d'Attims et de Rauh "constitue la forme la plus fréquemment rencontrée dans les mangroves du monde entier" (Fig. 47).

Les caractéristiques physico-chimiques que nous avons pu mesurer agissent avec une même intensité sur les variations spécifiques d'effectifs (niche écologique fondamentale). Pour les trois espèces, l'optimum de présence correspond à une même classe de chacun des gradients du milieu mesurés. Cette dernière observation confirme l'apparente égalité des espèces de mangrove vis-à-vis de facteurs du milieu propres à une telle zone intertidale et explique leur modes d'adaptation identiques.

Le réseau racinaire d'*A. schaueriana* et de *L. racemosa* est une caractéristique morphologique originale. Du système radial de racines nutritives, émergent, au-dessus du sol, des pneumatophores, sorte de projections à géotropisme négatif qui facilitent la respiration de l'arbre dans un substrat peu oxygéné. De grands, répandus et systématiquement présents chez *Avicennia* sp. (Cintron et al., 1983; Schaeffer-Novelli et al., 1986) (Fig. 48), ils peuvent être petits, agrégés autour du tronc, voire peu fréquents chez *Laguncularia* sp., notamment quand le substrat est sableux et quand cette espèce adopte des formes suffrutescentes et frutescentes.

Une des autres caractéristiques commune aux trois espèces est la viviparité (*A. schaueriana* et *R. mangle*) ou semi-viviparité (*L. racemosa*) des graines. Leur pouvoir à germer, même sur l'arbre, facilite la reprise rapide du cycle de végétation, sans période de latence, quand elles tombent sur un substrat inondé périodiquement (Fig.49).

Fig. 49: Cycles de végétation de *Rhizophora* sp.(A) et d'*Avicennia* sp.(B) (dessins de Lamberti, 1969).



Cette adaptation leur donne des chances identiques pour coloniser des sites, si ce n'est l'influence de la saison qui décale légèrement la floraison de *L. racemosa* et de *R. mangle* et qui peut également jouer sur une différenciation de la production en masse de leurs fruits.

L'hydrochorie, mode de dissémination des graines par l'eau, prédispose les trois espèces considérées à coloniser tous les endroits soumis à l'action des courants. Il est commun de trouver dans la baie de larges zones où flottent un très grand nombre de graines de *L. racemosa*. Les courants transportent aussi les fruits de *R. mangle* et d'*A. schaueriana* jusqu'à l'extérieur de la baie. Déposées par le retrait de l'eau, les plantules s'ancrent au substrat grâce à leur radicules et croissent rapidement si les conditions d'inondation périodique leur sont propices et, dans une plus faible mesure, si la température de l'eau hivernale n'a pas inhibé leur développement.

4.3.2 Une diversité spécifique.

Les prémisses d'une différenciation apparaissent au niveau spécifique et dynamique local. Les divergences entre les espèces, pouvant être en liaison avec certains facteurs écologiques que nous n'avons pu analyser (luminosité, potentiel d'oxydo-réduction...), ont cependant pu apparaître à travers l'étude de leur comportement.

Avicennia sp. est la seule espèce à excréter le sel au niveau de glandes situées sur la face externe de ses feuilles. Cette adaptation lui donne une plus grande tolérance vis-à-vis de la salinité (Cintron et al., 1986; Lopez-Portillo, 1989) et expliquerait alors sa survie dans les zones sursalées que sont les apicums.

R. mangle et *L. racemosa* se sont adaptées aux conditions de salinité propres au milieu intertidal en filtrant le sel au niveau de leurs racines.

Existe-t-il une relation de cause à effet entre les modes d'adaptation à la salinité et les physionomies recouvertes par les genres? Si le filtrage coûte plus cher à la plante que l'excrétion, il résulterait, au niveau du bilan global d'énergie, une plus faible part attribuée

à l'énergie libre pour l'expansion de la plante. Autrement dit, la vigueur, qui est la quantité d'énergie libre engagée dans l'expansion par rapport à la quantité d'entropie engendrée au même moment (masse morte- Oldeman, 1970), serait plus importante pour *Avicennia* sp. que pour *Rhizophora* et *Laguncularia* spp.. *A. schaueriana* se développerait de façon identique dans les apicums comme dans les zones de bordure, dans la baie, alors que les deux autres espèces montreraient des développements différenciés.

Les deux espèces *R. mangle* et *L. racemosa* recouvrent des formes ressemblantes dans les peuplements rencontrés: suffrutescentes, frutescentes et dans leurs formes plus hautes (haut-fourrés, forêts à 2 et 3 strates). Ces différentes morphologies relèvent des aptitudes différentielles des méristèmes édificateurs des axes en liaison avec les gradients du milieu (Oldeman, 1974). Ceci nous amène à considérer que l'eau prise dans son cycle entier joue un rôle prédominant sur la réaction des arbres. L'alimentation en eau est réduite dans les zones moins fréquemment immergées, dans les zones où le substrat est plus drainant, ou bien dans les zones sursalées (apicums). On observe donc un gradient des niveaux de vigueur de réitération pour les deux espèces (Oldeman, 1974), lié à un gradient hydrologique.

Ces deux espèces sont sympatriques (niche réalisée) et elles affichent toutes deux un comportement pionnier dans la baie, au contraire d'*A. schaueriana* confinée à certaines zones particulières. La faible abondance de cette espèce ne semble pas liée, dans la baie aux gradients écologiques mais plutôt à la compétition interspécifique jouée par *R. mangle* et *L. racemosa*. Sa préférence joue au niveau des sites à configuration topographique identique (derrière les cordons de berge).

Il est possible d'expliquer la prédominance de *L. racemosa* sur *R. mangle* dans la baie par des facteurs d'ordre spécifique.

La présence des racines échasse chez *R. mangle* en fait un colonisateur de bancs en accrétion. Ces points d'ancrage autorisent l'installation et la croissance sur un substrat meuble. Cette propriété de *Rhizophora* sp. à avoir un nouveau système racinaire pour chaque réitération

effectuée (Oldeman, 1970) n'est pas exclusive au genre puisque *Sonneratia* sp. présente, dans l'ancien monde, une même dynamique végétative (Martin, 1988). Cette dynamique qui induit le comportement de l'espèce la prédispose à habiter les zones de forte énergie, submergées très souvent, où les wadden ne présentent pas de micro-relief accentué. La forte énergie de certains sites a pu être déterminée par les analyses granulométrique; en faible proportion, ils semblent correspondre aux peuplements dominés par *R. mangle* (bordures d'îles maritimes, d'îles de confluence...).

La dynamique de l'espèce *R. mangle* liée à la morphologie de ses fruits (Rabinowitz, 1974) est un corollaire à cette remarque. Leur forme oblongue et leur lourdeur ne permet leur installation que dans des zones où les courants sont suffisamment forts pour les transporter et les déposer. Capables de séjourner 4 mois dans l'eau (Schnell, 1976), ils peuvent profiter de conditions particulières pour coloniser des endroits dans lesquels ils ne pourraient aller normalement (marées de sizigie). Ceci pourrait alors prouver la moins grande abondance de *R. mangle* dans les zones où les courants sont moins importants, ainsi que dans les zones internes de la mangrove et expliquer sa présence sous forme de gaulis dans les zones de confluence de courants.

La capacité qu'a *L. racemosa* à édifier, au droit des berges, des formes dites en éventail se rapporte à son caractère d'espèce héliophile. Les réitérations partielles effectuées à partir d'un axe horizontal (Oldeman, 1974) la place aussi comme une espèce ripicole, ce qui explique qu'on la trouve alors en majorité le long des cours d'eau (marigots, petits chenaux de marées, rives des grands fleuves). Elle prédomine aussi sur *R. mangle* à l'intérieur des peuplements végétaux quand un chablis ou une faible couverture au sol autorisent la pénétration de la lumière. Cette caractéristique, liée à son comportement d'espèce pionnière, la rend apte à coloniser les zones récemment coupées (abords des agglomérations) ou bien les bancs de *Spartina alterniflora*.

La périodicité inondation/émersion liée au régime des marées dans la baie joue un rôle sur la rapidité de la formation de la plantule et peut être un autre critère de différenciation de ces

deux espèces. *L. racemosa* présente vis-à-vis du régime hydrique une plus grande gamme d'adaptabilité: elle semble plus apte à supporter de rares inondations car elle forme la majorité des peuplements suffrutescents et frutescents.

Les conditions climatiques particulières de la baie jouent également un rôle non négligeable sur la prédominance de *L. racemosa*.

4.3.3 Une zonation spécifique végétale désorganisée.

Selon de nombreux auteurs (Dias-Brito, 1979, Schaeffer-Novelli, 1986), le dénominateur commun à l'arrangement des communautés végétales entre elles, dans les mangroves du littoral brésilien, serait la séquence de la bordure à l'intérieur: *Spartina-Laguncularia-Rhizophora-Avicennia*. Dias-Brito (1979) cite trois mécanismes qui agiraient conjointement ou de manière indépendante pour perturber la séquence de base: les irrégularités topographiques, les processus érosifs ou sédimentaires et enfin le rajeunissement de la mangrove (reprise de la succession végétale). Il n'est pas possible de fournir un tel modèle de zonation spécifique dans la baie de Paranaguá, d'autant que les variations climatiques annuelles, qui jouent au niveau de la température de l'air, de celle de l'eau et de la pluviométrie, contribuent de façon prédominante à la désorganisation de la séquence de base.

Spartina alterniflora est considérée par certains auteurs (Martyns cité par Maciel, 1979 et Bigarella 1947) comme le premier stade d'une succession suivie ensuite par les espèces de mangrove. Sa position dans la baie très localisée ne nous autorise pas à la généraliser comme antécédente de la zonation végétale, ni de la succession .

Le fait que *A. schaueriana* ne se trouve dans la baie qu'en position de bordure, principalement dans les régions d'estuaires, infirme les observations de Bigarella (1946) qui avait noté une séquence identique. Cette espèce ne se trouve que très rarement à l'intérieur des mangroves, et de surcroît, de façon "accidentelle" comme dans les apicums par exemple.

Les niches écologiques apparemment très proches de *L. racemosa* et de *R. mangle* leur font globalement tenir de plus le même rôle de pionniers. Ces mêmes chances de départ divergent

au niveau de la disponibilité en lumière, de la dispersion des graines, puis des conditions d'émersion. Les bancs vaseux émergés à marée basse sont colonisés en priorité par *R. mangle*, lorsque les conditions dynamiques et d'immersion le permettent, la propagation de ses graines est également freinée par les moindres obstacles (bancs de *S. alterniflora*, réseaux racinaires émergeant des mangroves de bordure...). Les graines de *L. racemosa* se propagent plus facilement. Elles colonisent les bancs déjà végétalisés, là où les conditions hydrodynamiques sont plus faibles, et où l'émersion assure le développement de la plantule, puis celui de la plante. Elle suivrait donc, dans une certaine mesure, car il est difficile de généraliser à toute la baie, qui montre une telle diversité, *R. mangle*, et pourrait même la remplacer.

Le rajeunissement de la mangrove est principalement lié à *L. racemosa*. Ainsi, nous avons noté sa prédominance dans la majorité des faciès des transects (zones internes et de bordure) à former des populations jeunes de façon plus importante que *Rhizophora*.

Nous pouvons conclure que *L. racemosa* est l'espèce opportuniste de la mangrove de la baie. Elle semble, à tous points de vue, parfaitement adaptée aux conditions particulières de cette portion du littoral brésilien et peut être considérée comme l'espèce d'avenir de la majorité des peuplements.

4.4 Une diversification des peuplements de mangrove.

Les limites à l'appréhension de la mangrove au simple niveau spécifique apparaissent lorsqu'on considère des principes de gestion. Les caractéristiques des deux espèces principales, généralement identiques, divergent au niveau des ressources offertes par le milieu, comme le montre leur répartition différente. A petite, moyenne et grande échelle, la mangrove revêt des aspects variés qui reflètent des conditions d'habitat différents. C'est donc sur les peuplements de mangrove et sur leur lieu d'occurrence que nous devons maintenant ouvrir la discussion.

4.4.1 La zonation des peuplements de mangroves.

La zonation intra-mangrove qui dépend principalement des conditions dynamiques locales, est aussi, selon Snedaker (1971), liée en partie à l'influence des espèces sur la création et le maintien des gradients environnementaux. Le taux de matière organique illustre cette hypothèse, en étant la donnée réellement intégratrice qui permet de lier les relations substrat/végétation. Sa teneur s'attache, de façon significative, aux degrés de structures des espèces et à ceux des peuplements (nombre de strates), sa rétention dépend de la nature sableuse ou non du sédiment. La composition floristique des peuplements intervient indirectement sur la production de litière en influençant la stratification.

Le faible degré de maturation des sols de wadden n'influence pas *a priori* la répartition des peuplements. Les mangroves de la baie ne peuvent donc être considérées que comme une jeune unité géologique (Angulo, 1991).

Les phénomènes de compétition et d'exclusion qui jouent au niveau spécifique apparaissent aussi au niveau des peuplements quand interviennent les principes de la propagation des graines, marque d'un développement des peuplements futurs.

L'exclusion inter-spécifique qui définit les peuplements dans leur état actuel semble dépendre des conditions édaphiques et topographiques très locales. Celles-ci prédéterminent les chances de réussite de germination des graines et influencent la formation et la rétention de la matière organique.

La proportion en peuplements mélangés, où l'exclusion inter-spécifique joue un rôle à long terme, est logiquement plus importante en milieux assujettis à des submersions quotidiennes, caractérisés par l'absence de conditions limitantes (zones de bordure). Ceci n'est qu'un aspect de la zonation qui paraît extrêmement complexe à chacun des niveaux d'appréhension qu'il faut démêler (Snedaker, 1971). A grande échelle, les comportements spécifiques et les répartitions sont liés aux gradients topographiques, et à moyenne échelle, la distribution et la disparité des peuplements sont régies par la morphologie régionale; ainsi les forêts à trois strates se retrouveront, dans la grande majorité des cas, en bordure et en milieu d'estuaire. Les fourrés frutescents et suffrutescents sont rencontrés principalement sur la haute slikke et le schorre.

On considère que la zonation est liée principalement au domaine intertidal, le modèle suivra donc les grandes classes d'inondation. Les ressources propres au milieu intertidal jouent un rôle différent sur la répartition et l'abondance des espèces dans les populations considérées, et ce à plusieurs échelles.

Le modèle global de zonation est donc de l'aval à l'amont:

les bancs de *S. alterniflora* établis sur la basse-slikke, les mangroves de bordure, sur la basse-slikke et la slikke médiane, les peuplements internes de la slikke médiane, les peuplements de haute slikke et du schorre (fourrés bas, prairies de cypéracées, apicums) .

La zonation globale apporte des informations sur les potentialités des peuplements, et annonce, dans ses grands principes, une forme de gestion/ protection rationnelle.

Ceci engendre un fonctionnement différencié qui se répercute au niveau de la chaîne trophique. On observera donc, de l'amont vers l'aval, une réduction du fonctionnement de la chaîne trophique. Dans les peuplements de schorre, on pourra même noter la disparition des espèces animales de mangroves au profit d'espèces plus terrestres.

4.4.2 Les grands groupes de végétation de la plaine de balancement des marées dans la baie.

Notre problématique consistait en premier lieu à regrouper les peuplements en fonction de leur physionomie liée intrinsèquement à la nature de leurs relations avec le milieu (Imbert, 1987). La complexité dans les structures adoptées par les peuplements rencontrés nous a incité à établir une typologie croisant la composition simple ou multiple floristique (peuplements mono et plurispécifiques) avec la stratification (dans sa hauteur et sa composition), que nous avons ensuite lié aux caractéristiques physico-chimiques, les différences prises par ces caractères étant significatives pour chaque type de peuplement. L'interaction plante/milieu a pu donc être appréhendée dans sa complémentarité et de façon séquentielle. L'analyse des résultats des transects nous a apporté des informations

complémentaires, nécessaires à la compréhension du "compartimentage" des peuplements de mangroves lié aux différentes positions topographiques. Nous avons pu ainsi déterminer 10 unités végétales dans les mangroves de la baie de Paranaguá, (fourrés suffrutescents et frutescents, haut-fourrés, bois-fourrés et forêts...).

R. Angulo (1991) distingue, à l'intérieur de la mangrove, qu'il considère comme un écosystème soumis à l'influence des marées au même titre que la "prairie à cladium", deux types de mangroves: les mangroves de bordure et les mangroves internes contenant *A. aureum* ou *H. tiliaceus*. Dansereau, cité par Schnell (1978) prétend qu'il existe trois communautés végétales de la mangrove au Brésil référencées aux trois espèces. Il nous est apparu impossible de dissocier les caractères biotiques et abiotiques de cet écosystème dans la baie qui induisent des comportements différenciés au niveau spécifique et par conséquent à celui des peuplements.

Il existe des peuplements adjacents à la mangrove, dont nous donnons les caractéristiques générales, étroitement dépendantes de la différenciation au sein du domaine intertidal.

•***S. alterniflora*** forme des **bancs** dans des conditions particulières, aux embouchures des cours d'eau (pointes en herbe) parfois en front de mangrove, lorsque le rivage montre une légère concavité (marigots, baies ouvertes...), en position de basse-slikke. Lana et *al.* (1991) y ont noté une grande productivité. Ces **bancs de *S. alterniflora***, très ponctuels, précisent d'être classés dans un **secteur de protection** particulier.

Ils faudrait inciter les pêcheurs, qui utilisent en partie ces cypéracées pour attraper le crabe de mangrove (confection de "bouchons" introduits dans les galeries des animaux, M.D. Rougeulle, en cours, cf. §2), à réduire ce mode de capture.

Crinum sp. remplace *S. alterniflora* quand les apports en eaux douces prédominent. Elle forme de petits bancs en front de mangrove et peut même pénétrer dans la mangrove en y formant une strate herbacée, dans les zones les plus amont des deltas de rivière, marigots et bassins....

- **Les mangroves de bordure** normalement monospécifiques selon la terminologie employée par Cintron, Schaeffer-Novelli (1986), sont constituées de deux ou trois espèces. Ces formations qualifiées de forêts contiennent des arbres bien développés, qui croissent sur un substrat instable recouvert quotidiennement par la marée. La salinité de l'eau interstitielle est comparable à celle de l'eau qui la baigne quotidiennement. La faible quantité en carbone total laisse penser qu'il y a plutôt une exportation du matériel foliaire en décomposition (Sessegolo, Lana, 1990), qu'un manque de production. Ceci n'est pas le facteur limitant du développement, les arbres présentant un port haut et ayant la densité au m² la plus élevée, les nutriments étant apportés de plus quotidiennement par le cycle diurne ou semi-diurne des marées.

Le fonctionnement de ces peuplements présente une étroite dépendance avec le régime hydrique, régi localement par la topographie. Il n'y sera préconisé que des formes d'aménagement de petite importance et ponctuelles n'affectant pas les conditions hydrologiques (ni drainage, ni atterrement).

- **Les bois fourrés, les haut-fourrés** peuvent, selon la terminologie de Cintron et Schaeffer Novelli (1986), être apparentés aux mangroves de "cuvette". Ces peuplements occupent principalement les concavités internes, ou les positions médianes de la slikke, là où les flux d'eau sont de faible énergie.

Les peuplements monospécifiques de *L. racemosa* ou mélangés, bien développés structuralement (dense, strate régulière, arbres haut branchus) semblent vivre dans des conditions écologiques favorables. Le niveau bas de la superficie, par rapport au niveau moyen de la mer, assure une submersion compatible avec une bonne décomposition des feuilles sous un pH neutre (Sessegolo, Lana, 1990), ou faiblement basique, ainsi qu'un piégeage des matières fines et détritiques organiques en provenance de l'amont et de l'aval. Il en résulte un taux en matière organique du sédiment élevé. Le substrat meuble, plus argileux, aéré par les nombreuses galeries de crabes facilite le développement racinaire souterrain.

Il y a cependant un frein à la dynamique végétale. Les facteurs liés à la compétition intraspécifique, à la structure (densité forte, lumière faible) et à la faiblesse des flux d'eau

limitent d'une part la germination des jeunes plantules et empêche d'autre part leur propagation vers l'extérieur. Les peuplements du passé tendant à disparaître (nombreux morts), l'ouverture du peuplement par les chablis facilite la germination et la croissance des jeunes *L. racemosa*, au dépens de celles de *R. mangle*, mode de régénération naturelle de ce peuplement. Plus en arrière, dans les wadden méso-régionaux soumis à l'influence continentale ou mixte, la présence d'*A. aureum* ou d'*H. tiliaceus* indiquent la proximité avec la restinga. La pratique d'un aménagement quelconque est déconseillée dans la mesure où ces peuplements n'offrent pas une dynamique végétale et hydrique suffisante pour pallier à d'éventuelles pertes (coupes, drainage...).

- **Les peuplements suffrutescents et frutescents.** La physionomie des peuplements internes de la mangrove établis sur la haute-slikke ou le schorre, principalement sableux, submergés par des marées de vives eaux est très bien représentée par le terme de "mangrove naine", emprunté à Cintron et al. (1986). Ces formations monostrates d'une faible hauteur dominées par *R. mangle* ou *L. racemosa* montrent un port de maquis arbustif très peu dense. Leurs organes typiques d'adaptation sont ici avortés, voire absents: le rôle de sustentation des racines adventives de *R. mangle* et celui de respiration des pneumatophores de *L. racemosa* sont limités par le substrat compact et sableux.

Les réitérations basses et nombreuses émises par ces individus et la foliation exclusivement sommitale suggèrent un développement physiologique soumis à des stress. Les salinités des eaux interstitielles ne semble pas être un facteur limitant (Schaeffer-Novelli, Cintrón, 1986), leurs valeurs moyennes enregistrées renforcent l'hypothèse d'un apport limité d'eaux salées tamponné par des eaux douces terrestres.

Un déficit hydrique, induit par les faibles submersions marines, par la nature et le fort pouvoir évaporant du substrat, expliquerait la physionomie torturée de ces arbres. Ceci est corroboré par une rétention en eau plus importante des tissus foliaires.

La pauvreté du substrat en teneur organique et l'absence de litière dénotent soit une exportation totale de nutriments, facteur limitant du développement, soit un manque de production, soit les deux phénomènes, le second induit par le premier.

L'apparente stagnation de cet ensemble en terme de sylvigénèse, malgré une importante floraison et fructification dans les parties basses des individus, renforce l'hypothèse d'un milieu impropre au développement et à l'installation des plantules. Le substrat trop compact empêche la pénétration des semences en profondeur et la faible fréquence d'inondation, leur germination (Rabinowitz, 1975). La dynamique végétale, alors réduite au seul marcottage des individus (ce qui peut induire des erreurs de comptage et faire paraître les individus plus jeunes qu'ils ne sont) ne permet pas une expansion de ces bosquets et conduirait même à leur régression au profit des formations arrières. Déjà fortement dépendantes des rares inondations, ces formations seraient substituées par celles purement terrestres, si ce n'était la faible salinité qui les maintient. Leur durée de vie et leur productivité sont limitées. Elles demandent alors à être classées dans un contexte différent des autres peuplements de mangrove pour être protégées.

- **La prairie semi-halophile.** La prairie d'arrière-mangrove de cypéracées correspond à la "zone à *Cladium*" (Angulo, 1990), terme impropre qui ne sous-entend pas la physionomie ni le cortège floristique, caractéristiques de cette unité végétale rencontrée dans les domaines soumis à l'influence maritime (îles maritimes et marigots) .

L'espèce dominante *Cladium jamaicense*, Crantz, a pour habitat privilégié les milieux constamment baignés d'eaux (Cordazzo, 1988, Portecop, 1987). La nature sableuse du sol et le relief local, à déclivité faible, ne facilitent pas une bonne rétention en eau par le substrat. Son humidité paraît cependant maintenue constante par des apports hydriques réguliers provenant de la "restinga". Ces eaux douces tamponnent les eaux marines, de très faible occurrence (Angulo 1990), ce qui explique la faible salinité rencontrée (0 à 10‰). Ces facteurs expliquent la présence du cortège d'halophytes occasionnels, *Eleocharis* sp. et *Paspalum vaginatum*, espèces psammophiles de haut de plage, au lieu de celui des mangroves. *Achrostichum aureum* et *Hibiscus tiliaceus*, qui marquent en présence d'un relief plus fort la transition directe entre la mangrove et la "restinga", ponctuent ici la prairie de cypéracées semi-halophile qui peut alors être considérée comme une variante de l'arrière-mangrove, typique des secteurs humides (Portecop, 1987).

Ces prairies, appartenant au domaine intertidal de la baie de Paranaguá, doivent, au même titre que les mangroves naines, **faire l'objet d'une protection particulière.**

- **Les apícums.** Nous proposons l'utilisation du terme "apicum" pour signifier cette formation azonale rencontrée aux Caraïbes (Imbert, 1987), en Guyane (Lescure et Tostain,), et au long de la côte brésilienne (Santos, 1985), dont les caractéristiques communes sont la sursalure et la présence d'*Avicennia* en individus très isolés. Ce terme, signifiant couronne de sable réalisée par la mer, ainsi que limite de la terre ferme avec les mangroves⁴, a été utilisé pour la première fois par Santos et Damazio (1985, étude des mangroves de São Luiz, Etat du Maranhão), pour caractériser des "zones se situant systématiquement dans l'interface médio-littorale, ne présentant pas de couverture végétale et se différenciant des autres unités par de hautes valeurs de salinité". La sursalure n'est pas forcément un facteur létal, mais elle explique la présence sporadique d'*A. schaueriana*, cette espèce étant la plus halotolérante des mangroves américaines (Cintron, Schaeffer-Novelli, 1986).

L'occurrence des apicums ne semble pas être le privilège de l'arrière-mangrove puisque celles-ci sont également rencontrées dans la zone intra-forestière de la mangrove (Damazio et al., 1985). Leur situation élevée (interface haute slikke/schorre) et leur position d'interfluve, induisent des conditions hydrologiques particulières signifiées par une limitation des submersions. Une flore autre qu'hyperspécialisée ne peut s'y installer et la présence d'*Avicennia* serait alors un accommodat. L'origine de ces apicums résulterait, soit d'une avancée de la terre sur la mer, limitant ainsi les submersions, soit de mouvements liés à la tectonique, encore active, comme en témoignent les tremblements de terre à Paranaguá au XIXème siècle, soit de la conjugaison des deux phénomènes.

Ces **apícums**, où l'on note une très faible productivité végétale, sont remarquables par leur hypersalinité. Cette caractéristique qui interdit leur utilisation les classe automatiquement dans les **zones à protéger.**

⁴ Aurélio, dictionnaire de la langue portugaise

4.4.3 Classification définitive des peuplements de la plaine de balancement des marées.

Les résultats relatifs à la végétation intertidale, au niveau spécifique et à celui des peuplements aboutissent à une classification, dépendante d'une imbrication d'échelles d'appréhension. Une typologie des sites, plus ou moins favorables à l'installation des mangroves, liée aux caractéristiques composites des wadden régionaux a été définie en premier lieu. Les résultats obtenus sur la végétation ont ensuite permis une typologie des peuplements faisant abstraction des conditions régionales.

Il nous est dorénavant possible de croiser les résultats des deux typologies dans un tableau à double entrée (Tab.20), procédant ainsi de la même façon que Bertrand (1991). Cette méthode "typologique" semble donc particulièrement adaptée aux peuplements de la plaine intertidale de la baie de Paranaguá, dont la répartition dépend de gradients zonaux, et de dynamiques régionales et locales.

	SITES ET PEUPELEMENTS EXCEPTIONNELS	SITES PONCTUELS		SITES REPANDUS
		"cuvette"	bordure	bordure
BASSINS	tous peuplements	-	Bancs de <i>Crinum</i> sp. et de <i>S. alterniflora</i>	-
DELTA DE RIVIERES	Fourrés suffrutescents	Fourrés frutescents Hauts fourrés de <i>L. racemosa</i>	Bancs de <i>Crinum</i> sp. et de <i>S. alterniflora</i>	Bois-fourrés mélangés Forêts mélangées à 2 et 3 strates
ILES DE CONFLUENCE	Hauts-fourrés de <i>L. racemosa</i>	Bois-fourrés de <i>L. racemosa</i>	Forêts mélangées à 2 et 3 strates Bancs de <i>S. alterniflora</i>	-
BAIES OUVERTES	tous peuplements submergés exceptionnellement Fourrés frutescents et suffrutescents	Hauts-fourrés mélangés	Hauts-fourrés mélangés Forêts de <i>R. mangle</i> et de <i>L. racemosa</i> Bancs de <i>S. alterniflora</i>	Forêts mélangées à 2 et 3 strates
ILES MARITIMES	peuplements submergés exceptionnellement Fourrés frutescents et suffrutescents Apicums Prairies de cypéracées semi-halophiles	Fourrés suffrutescents Hauts-fourrés mélangés	Forêts à 2 strates et gaulis de <i>R. mangle</i> Bancs de <i>S. alterniflora</i>	-
MARIGOTS	tous peuplements submergés exceptionnellement Fourrés frutescents et suffrutescents Prairies semi-halophiles	Fourrés mélangés frutescents Bois-fourrés et hauts-fourrés monospécifiques.	Bancs de <i>S. alterniflora</i>	Bois-fourrés et hauts-fourrés mélangés

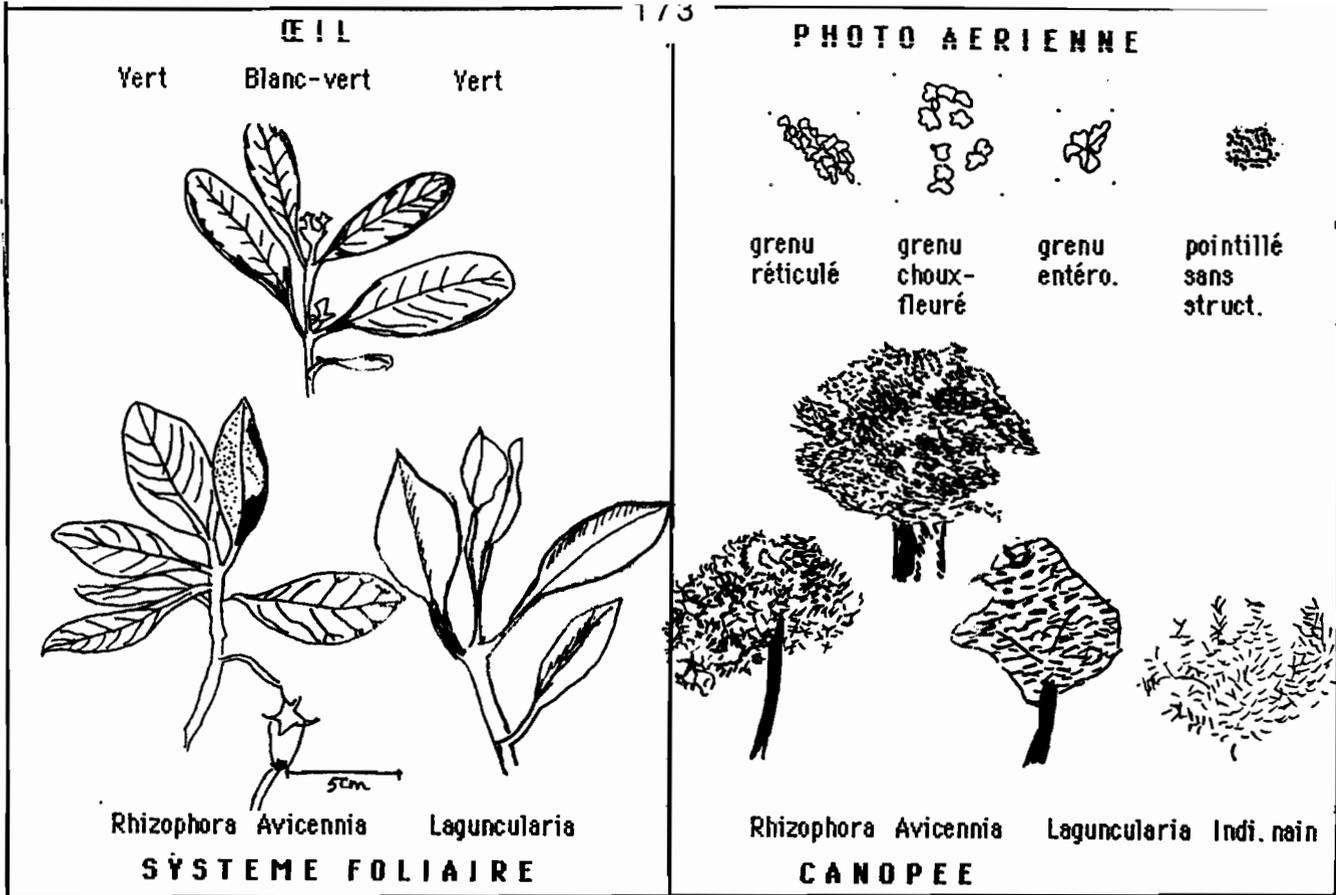
Tab. 21: Les types de peuplements de la plaine de balancement des marées.

5.5 Une diversification dans le mode de représentation spatiale.

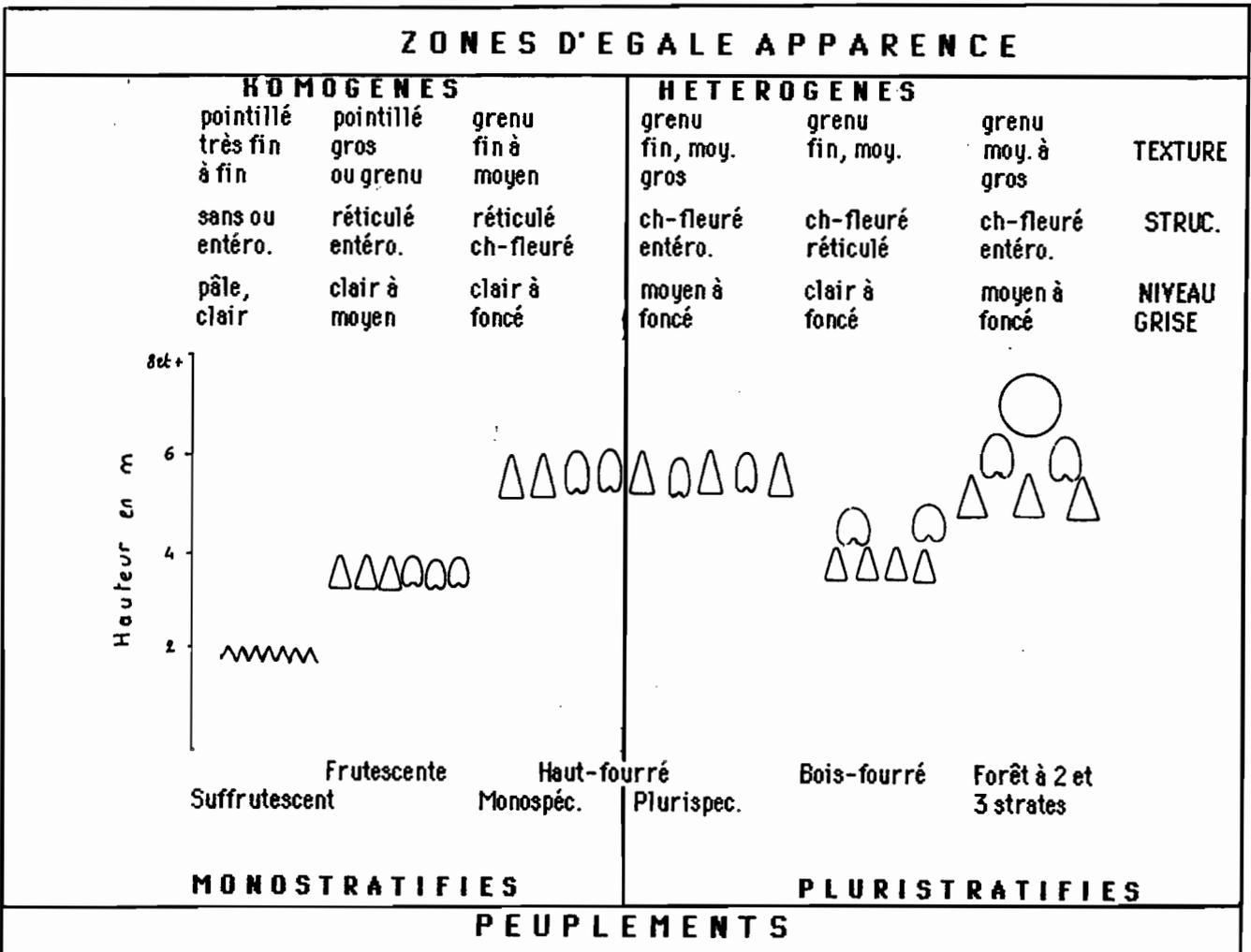
5.5.1 Un modèle de représentation.

Le zonage fondé sur la détermination de ces zones d'égale apparence n'est en fait qu'un modèle de représentation. La connaissance du terrain doit donc concorder a priori avec les interprétations qui en sont faites à moyenne échelle. La difficulté réside dans la liaison entre deux échelles qui permet de passer d'une vision réelle à une perception et vice-versa. Un élément fondamental à l'échelle du terrain ne sera perçu à moyenne échelle que comme un objet élémentaire constitutif d'une texture. Ainsi un arbre est un point de texture sur la photographie. Les critères structuraux qui permettent la définition de peuplements ou de faciès deviendront texturaux sur la photographie.

Cette appréhension se trouve encore compliquée quand on a affaire à plusieurs objets, espèces et peuplements, qui varient en fonction des gradients du milieu. Les réponses végétatives prises par une espèce donnent ainsi des textures fondamentalement différentes. Les caractères structuraux d'un peuplement, comme la densité, seront visibles à moyenne échelle (densité de texture). Un tableau synoptique (Tab.23) regroupe la variété de réponses et la nature des liaisons entre deux échelles d'appréhension.



I N D I V I D U S



Tab. 22: Représentation synoptique des apparences des espèces et peuplements de mangrove à 3 échelles d'appréhension.

Les informations obtenues sur le terrain peuvent être représentées au 1: 25 000 et devront être extrapolées à la zone d'écale apparence en entier. Les deux méthodes de classification ont chacune leur avantage. Pour la première (classification statistique), il consiste en l'attribution de valeurs aux critères, ce qui facilite une indexation des zones dans leurs classes. Pour la seconde (tri Bertin), l'appropriation par les classes de critères connus permet une analogie directe avec le tableau synoptique. S'il faut départager ces classifications, cela ne se fera donc pas au simple regard de ces avantages, mais surtout au niveau de l'information qu'elles apportent en relation avec le terrain.

5.5.2 Choix d'une classification.

Le croisement des deux classifications (Fig. 50) offre un nuage dispersé, qui montre une très faible corrélation. Lorsque l'on intègre la correspondance parcelle terrain/Z.E.A/unités, la somme d'informations recueillies au niveau du tri Bertin est bien inférieure à celle de la classification statistique (Fig. 58) . Toutes les unités statistiques sont en effet représentées par les points terrain. Ceux-ci, par contre ne désignent pas toutes les classes du tri Bertin. De plus l'étalement de l'information est meilleur avec la classification statistique.

Notre choix se porte donc tout naturellement sur la classification statistique dont il faut maintenant connaître les caractéristiques afin d'en déduire une légende.

La correspondance qui existe entre les UEA et les caractéristiques point par point indique une certaine homogénéité de l'information (Tab. 22). Les critères texturaux, structuraux spécifiques (mono- et plurispécifisme, couverture au sol) ont autant d'importance dans la définition des classes que ceux qui se réfèrent à la morphologie régionale et locale (périodes de submersions quotidiennes). A ce propos, il est possible que la plupart des photographies aériennes aient été prises en haute mer moyenne, l'influence de la présence de l'eau a pu être décisive sur les niveaux de grisé et donc sur la séparation des domaines submergés et immergés. Si la morphologie régionale semble avoir de l'importance dans la définition des UEA, cela peut être lié à priori à la nature du substrat, aux caractères intrinsèques des wadden et donc aux peuplements qui les recouvrent.

	UNITES	2	3	4	6	7	8	9	1 0
MONOSTRATES	Fourrés bas	2	2	1	-	6	2	5	3
	Fourrés hauts	-	1	1	1	-	-	-	1
PLURISTRATES	Fourrés	-	1	1	1	-	1	2	2
	Forêts	-	-	1	7	2	3	3	8
ESPECES DOMINANTES	<i>L. racemosa</i>	2	4	1	1	1	1	4	4
	<i>R. mangle</i>	-	-	2	2	1	3	2	1
	mélangées	-	-	1	5	5	2	4	9
COUVERTURE AU SOL	0	-	1	1	-	-	-	-	-
	1	-	1	-	-	1	-	3	6
	2	1	-	2	3	5	3	5	4
	3	1	1	1	5	1	2	1	4
	4	-	1	-	-	-	1	1	-
UNITE MORPHOLOGIQUE	BASSINS	-	-	-	-	-	-	2	1
	ILES DE CONF.	-	-	-	-	-	-	-	-
	DELTA	-	-	-	-	5	-	-	1 1
	BAIES OUVERTES	1	-	3	6	2	3	7	-
	ILES MARITIMES	1	-	-	-	-	2	-	1
	MARIGOTS	-	4	1	3	-	1	1	1
SUBMERSIONS QUOTIDIENNES	OUI	-	3	4	6	6	-	3	1 2
	NON	2	1	-	3	1	6	7	3

Tab. 23: Occurrence des unités d'égal apparence selon les critères de classification des peuplements de mangrove.

Même si dans certaines unités, le niveau d'information n'atteint pas le minimum requis statistiquement pour leur définition, nous utiliserons les indications du tableau 23 comme donnant la tendance générale de la classe. Cela nous permet de définir une légende homogène relative au divers peuplements définis dans le Tableau 21 sans qu'il y ait redondances entre les unités.

- 1 Prairie de cypéracées, bancs de *S. alterniflora*, wadden sans tapis végétal
- 2 Fourrés suffrutescents et frutescents de *L. racemosa*, submergés exceptionnellement, en baies ouvertes, îles et marigots.
- 3 Fourrés frutescents de *L. racemosa* ou bois-fourrés dans les marigots, submergés quotidiennement.
- 4 Hauts-fourrés mélangés ou dominés par *R. mangle* ou *L. racemosa*, submergés quotidiennement en baies ouvertes, marigots ou îles.
- 5 Peuplements mélangés à architecture différenciée, de bordure, en zone amont des marigots, bassins, deltas, baies.
- 6 Forêts mélangées à 2 et 3 strates, en baies ouvertes, marigots et îles de confluence.
- 7 Fourrés suffrutescents et frutescents mélangés submergés quotidiennement, dans les deltas de rivière et bassins.
- 8 Hauts-fourrés de *L. racemosa* ou *R. mangle*, gaulis de *R. mangle*, bois-fourrés mélangés en îles de confluences, îles et marigots.
- 9 Forêts mélangées de bassins, de baies ouvertes ou monospécifiques de marigots.
- 1 0 Classe rejet.

5.5.3 Un nouvel apport cartographique substantiel à moyenne échelle.

Il est maintenant possible de reprendre les zonages et d'attribuer aux ensembles des zones d'égale apparence un numéro de classe, ainsi qu'une définition.

Une telle classification ne peut se référer qu'aux peuplements de mangrove, l'unité 1 étant la seule à correspondre aux prairies de cypéracées.

Il peut être avancé à première vue que cette légende efface les détails de peuplements que nous avons précédemment définis en fonction de leur typologie et de la morphologie régionale. Le fait que des peuplements identiques physionomiquement appartiennent à des ensembles morphologiques distincts est un argument qui va à l'encontre de cette première impression. Il arrive également qu'une même classe regroupe des peuplements différents physionomiquement et morphologiquement. Les classes seront donc subdivisées pour chaque carte que nous ferons en fonction des unités morphologiques (cf Tab. 24).

Si les caractéristiques texturales et structurales sont apparemment ressemblantes sur la photographie, il faut aussi tenir compte que les séries de photographies ont été prises à des moments différents (différence dans le marnage, phénomènes d'ombre...).

De plus, le passage à des échelles de plus en plus petites altère une partie de l'information. La connaissance supplémentaire que nous apportons par rapport aux outils cartographiques existants est lisible au 1/25 000 (voir Fig. 52 A, B, C).



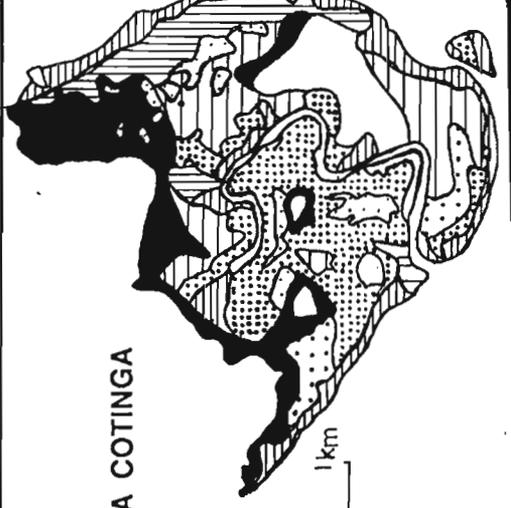
REGIONS/UEA	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BASSIN	Fourrés sufrutescents et frutescents submergés exceptionnt	-	Hauts-fourrés mélangés	Peuplt de berge à archi. différenciée en eaux mésahalines	Forêts de berge mélangées à 2 et 3 strates	Fourrés mélangés submergés quotid.	-	Haut-fourrés de Laguncularias	Hauts-fourrés de Rhizophoras
DELTA DE RIVIERE	-	-	-	Peuplt de berge à archi. différenciée en eaux mésahalines	Forêts de berge mélangées à 2 et 3 strates	Fourrés frutescents mélangés submergés quotid.	Hauts-fourrés et Bois-fourrés de Laguncularia en berges	Haut-fourrés de Laguncularias	Hauts-fourrés et Bois fourrés mélangés subm. quotidiennes
ILES DE CONFLUENCE	-	-	-	-	-	-	Bois-fourrés de Laguncularia en berges	Haut-fourrés de Laguncularias	-
BAIES OUVERTES	Fourrés sufrutescents et frutescents submergés exceptionnt	-	-	-	Forêts de berge mélangées à 2 et 3 strates	-	Hauts-fourrés et Bois-fourrés de Laguncularia ou de Rhizophoras	Haut-fourrés de Laguncularias	-
MARGOTS	Fourrés sufrutescents et frutescents submergés exceptionnt	Fourrés frutescents de Laguncularias subm. quotidiennt	Hauts-fourrés et Bois fourrés mélangés	Peuplt de berge à archi. différenciée en eaux mésahalines	Forêts de berge mélangées à 2 et 3 strates	-	Hauts-fourrés et Bois-fourrés de Laguncularia ou de Rhizophoras	Haut-fourrés de Laguncularias	Fourrés ouverts de Laguncularias en eaux stagnantes
ILES	Fourrés sufrutescents et frutescents submergés exceptionnt	Fourrés frutescents mélangés en berges	Hauts-fourrés de Laguncularias en berges	Peuplt de berge à archi. différenciée en eaux mésahalines	Forêts mélangées de berge à 2 et 3 strates Apicums	-	Hauts-fourrés et Bois-fourrés de Laguncularia	Hauts fourrés mélangés	Fourrés sufrutescents de Rhizophoras



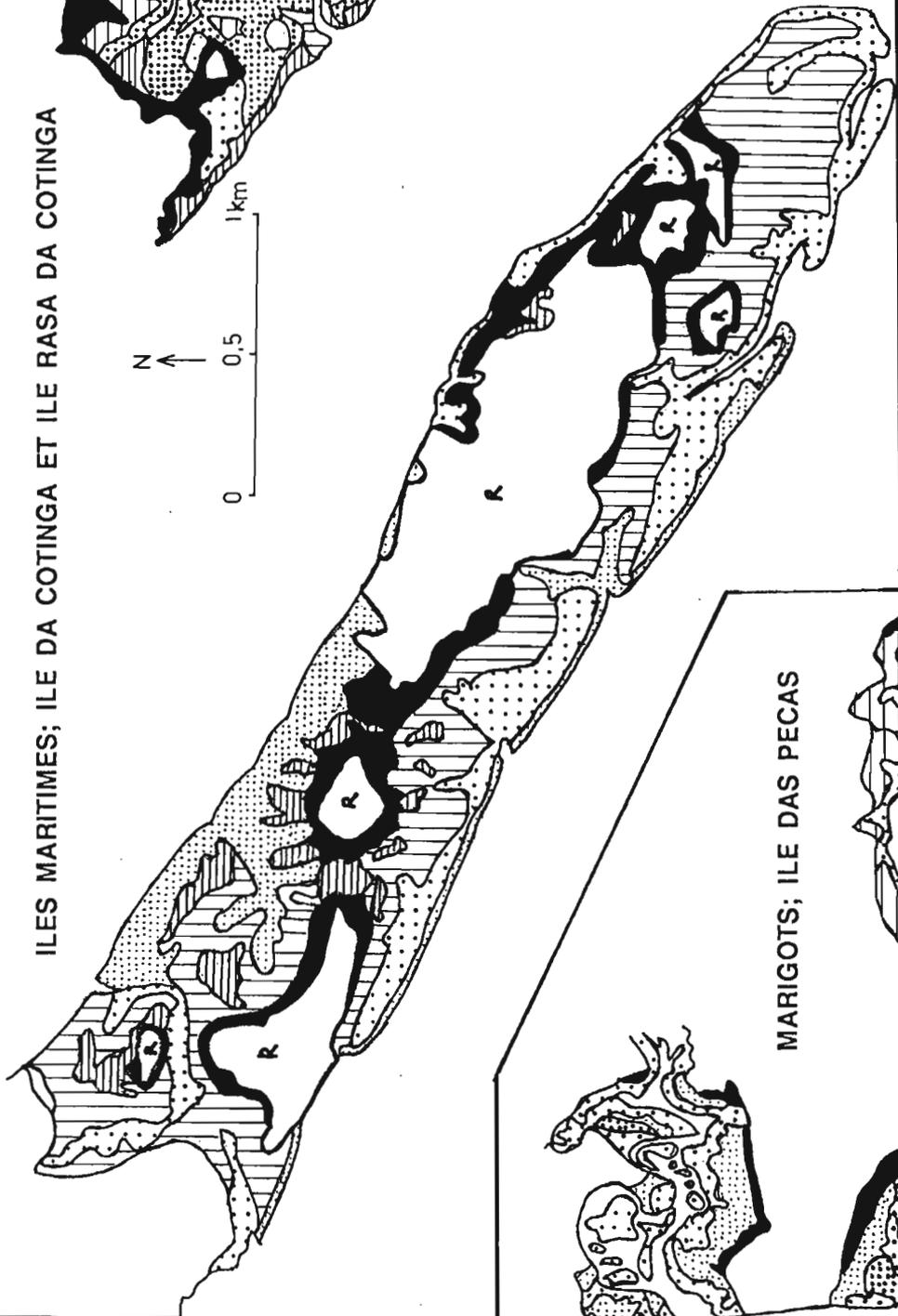
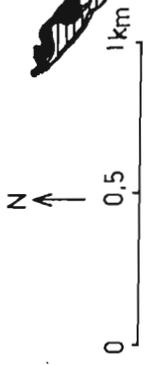
Prairies semi-halophiles, Restinga, Forêt ombrophile dense.

Tab. 24 : Légende des cartes des peuplements de mangrove.

Fig. 52 A: Exemples de carte au 1/25000: Iles maritimes et marigot.

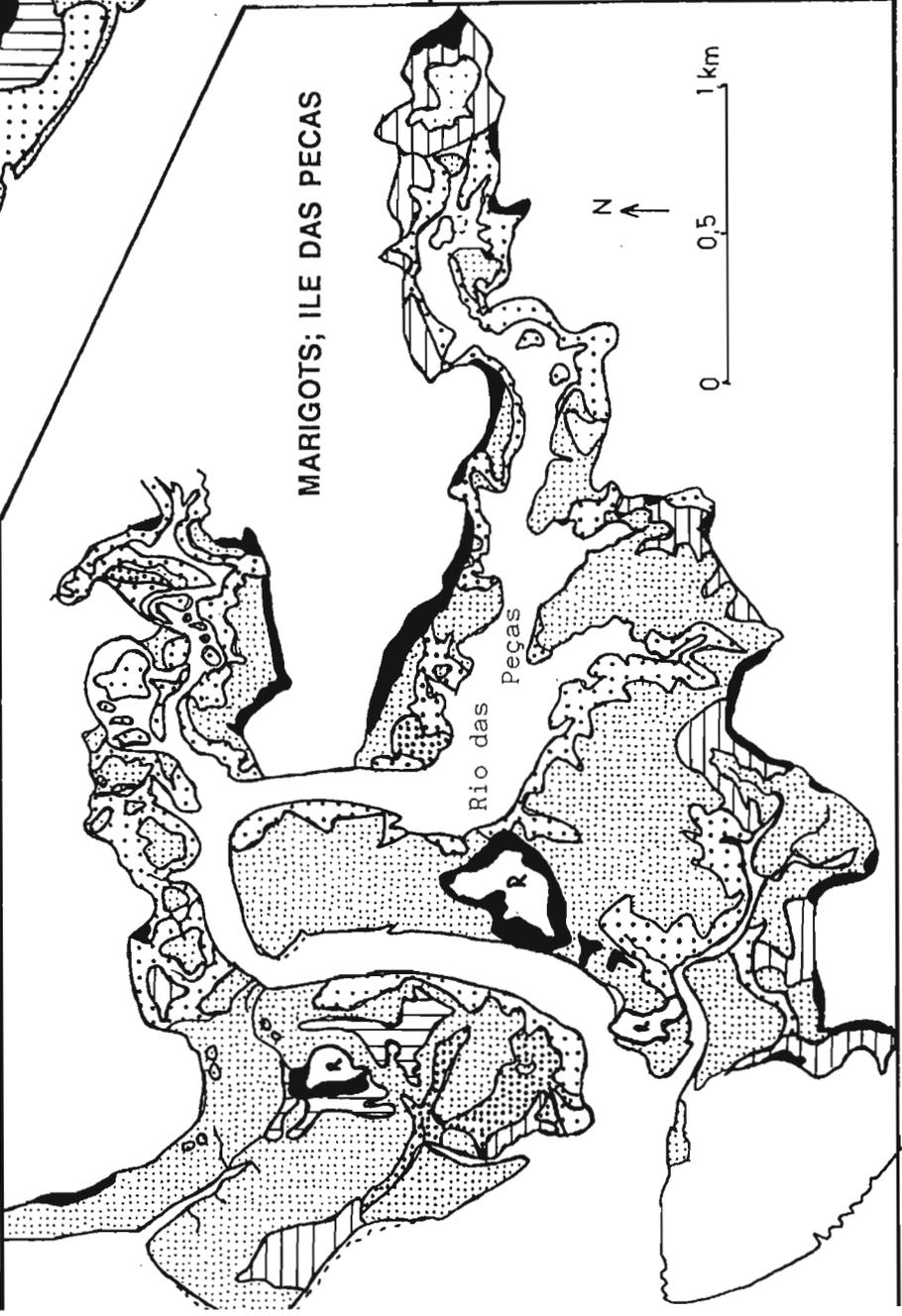
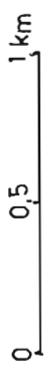


ILES MARITIMES; ILE DA COTINGA ET ILE RASA DA COTINGA



MARIGOTS; ILE DAS PECAS

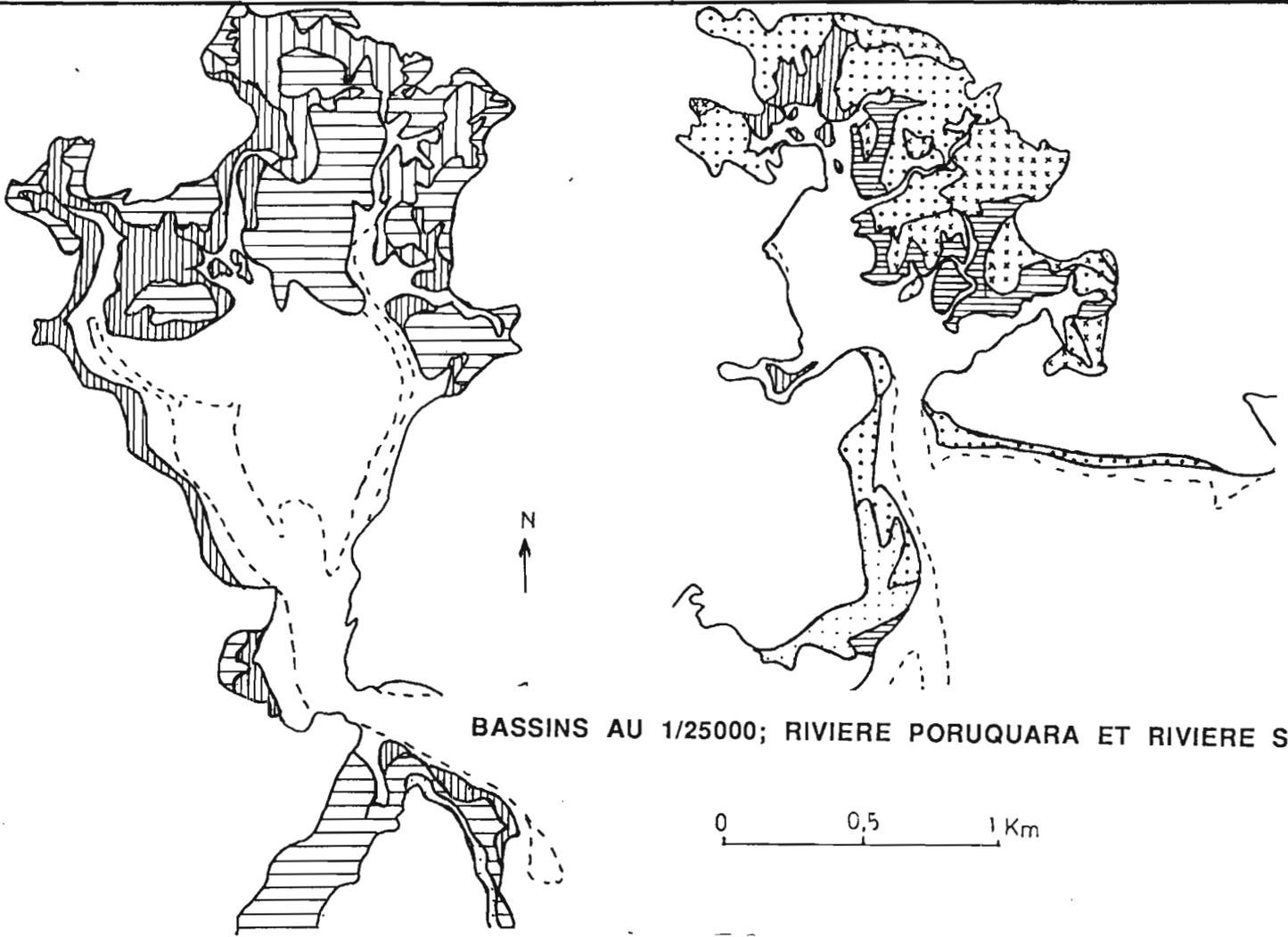
N



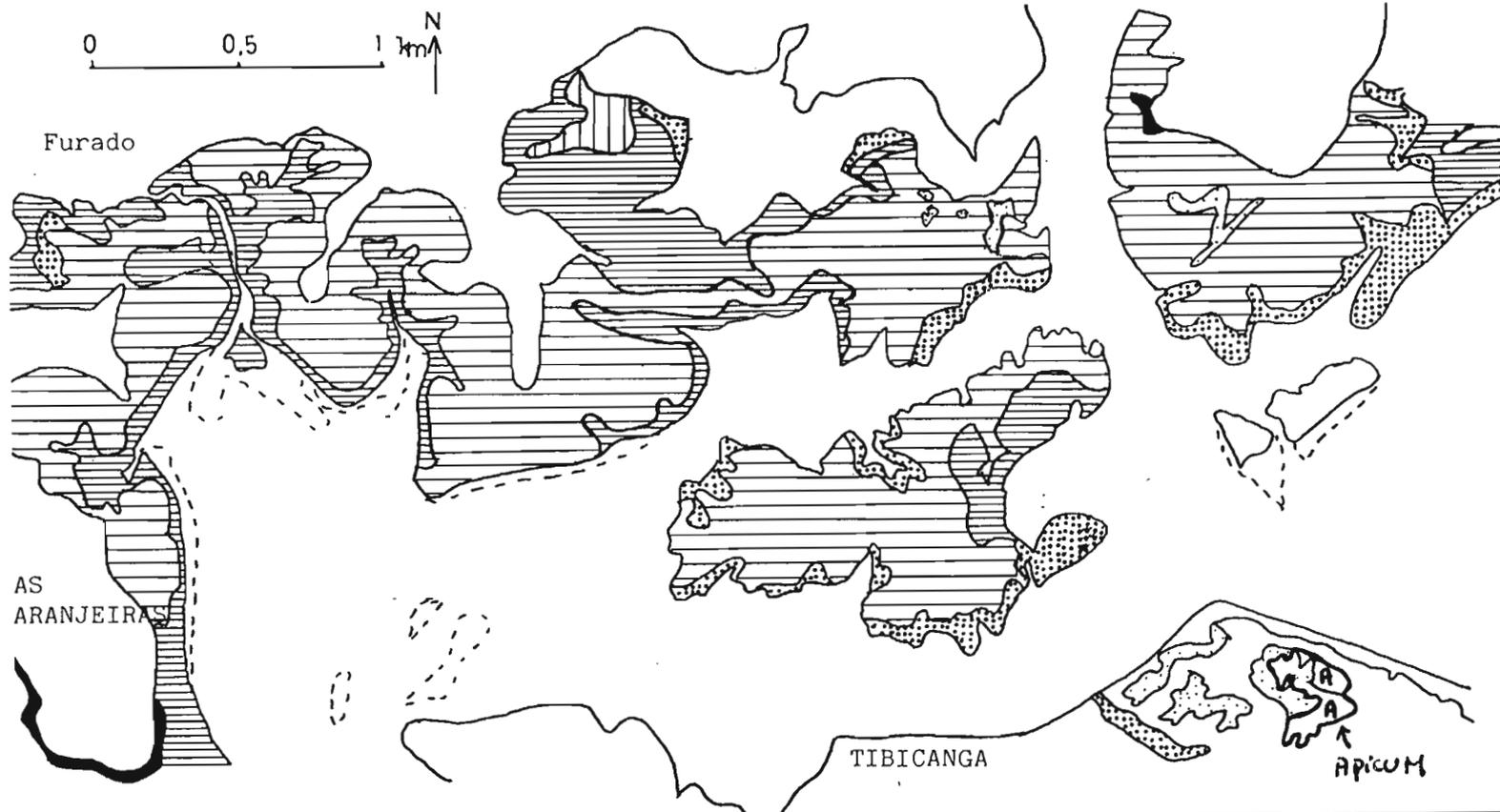
Rio das Pecas

N





BASSINS AU 1/25000; RIVIERE PORUQUARA ET RIVIERE SEBUI



BAIES OUVERTES AU 1/25000; BAIE DOS PINHEIROS (N. ILE DAS PECAS)

Fig. 52 B: Exemples de carte au 1/25000: bassins et baie ouverte.

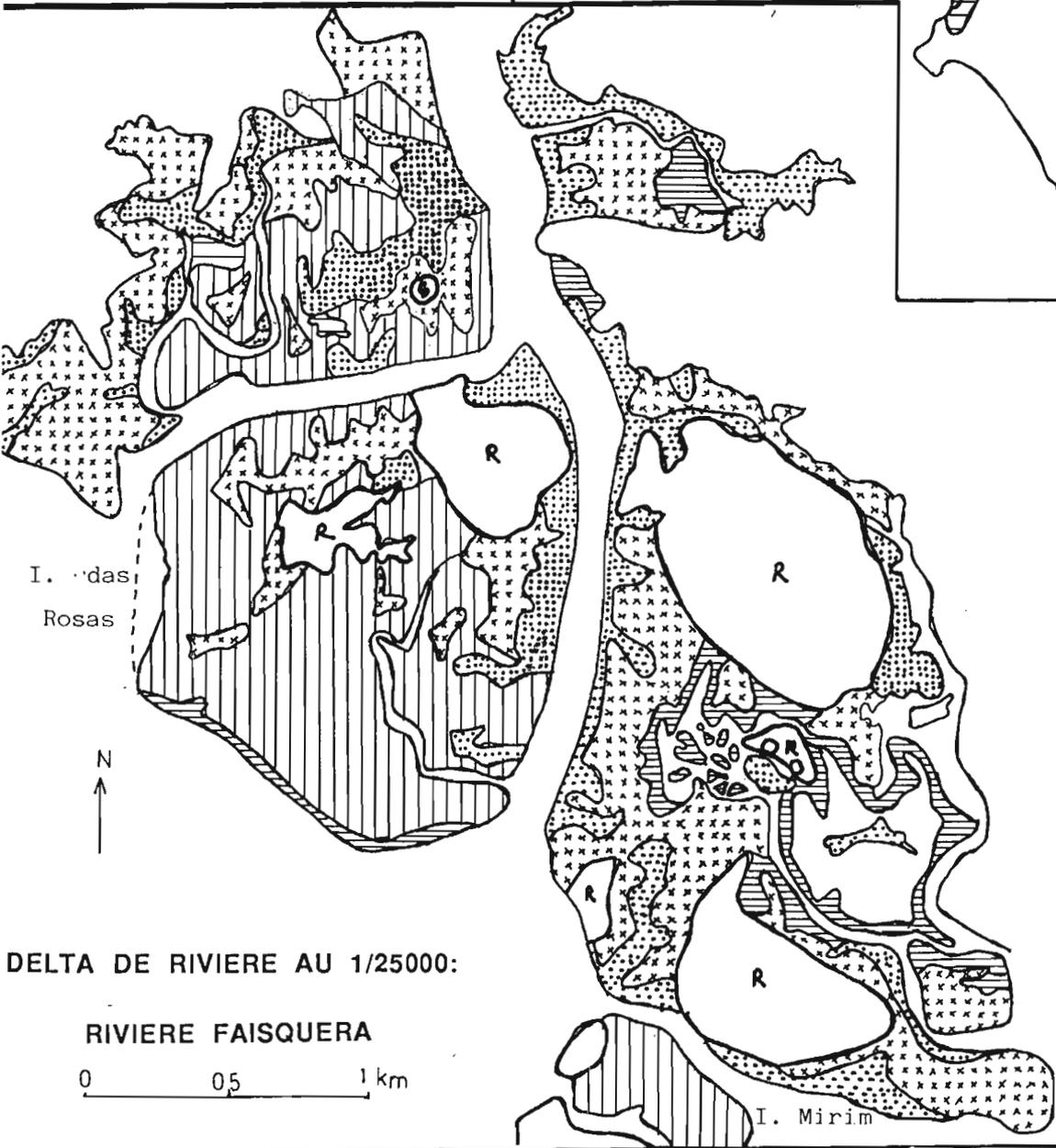
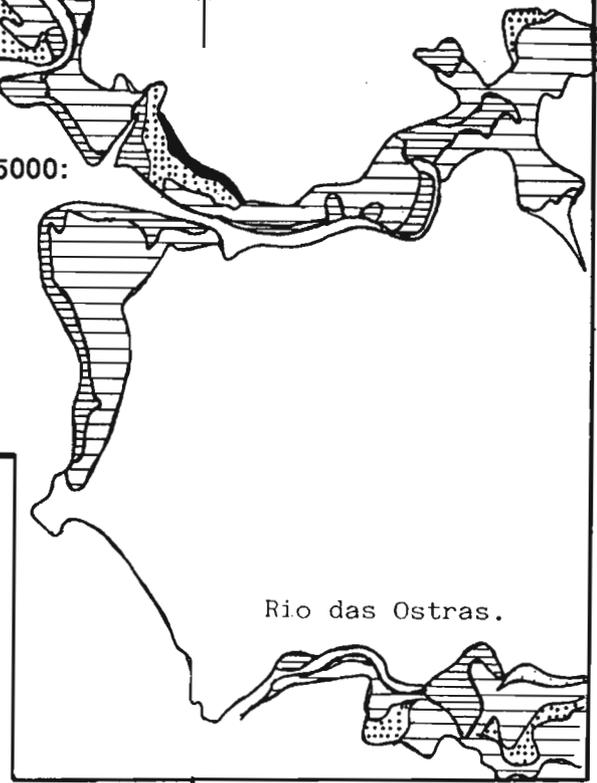
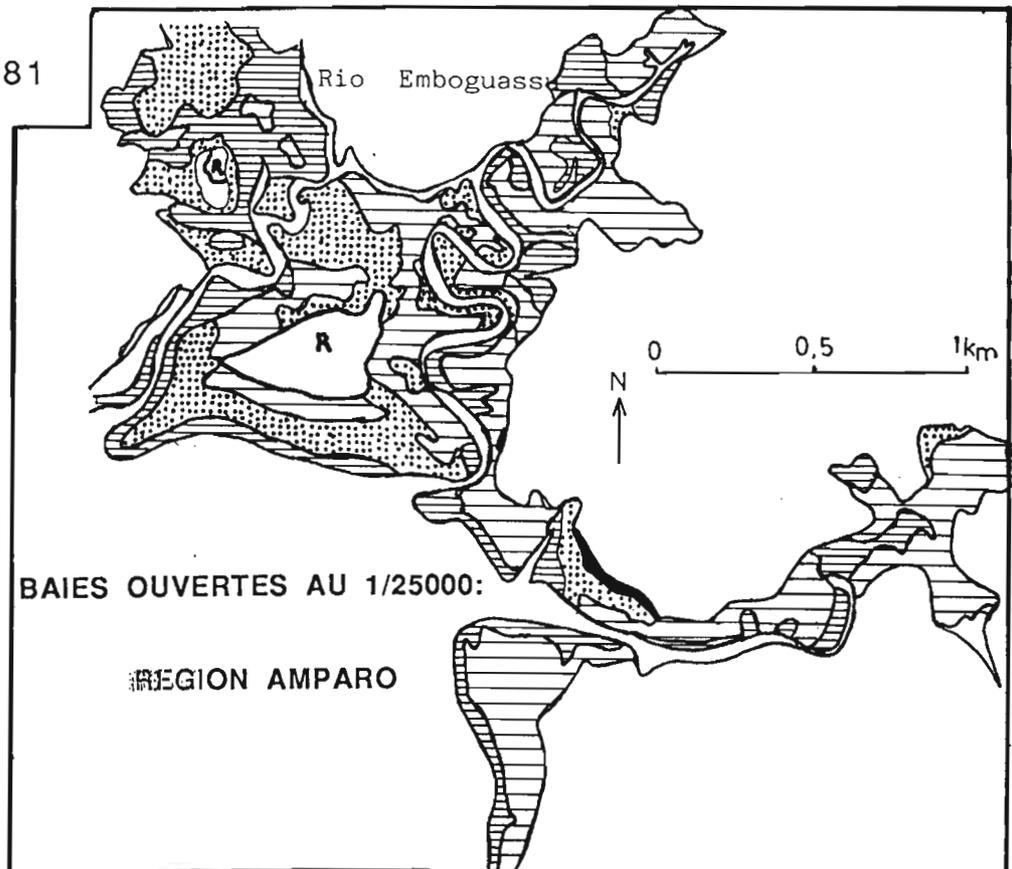


Fig. 52 C: Exemples de carte au 1/25000: baie ouverte et delta de riviere.

Conclusion.

Les mangroves de la baie de Paranaguá peuvent être considérées comme des mangroves exceptionnelles par leur position septentrionale, laquelle imprime un climat subtropical à caractère saisonnier, *a priori* défavorable pour des espèces typiques de milieu tropical. A ce titre, elles seraient plus vulnérables ou montreraient une plus grande dépendance vis-à-vis des facteurs limitants liés aux gradients zonaux.

Les facteurs abiotiques connaissent des variations différentielles en fonction des composantes locales régies par la morphologie régionale des wadden dans la baie. Il est possible de classer les grands types de wadden en 3 classes d'occurrence des mangroves: **les sites très répandus**, qui sont particulièrement favorables au développement de l'écosystème, **les sites exceptionnels** où les mangroves montrent un développement restreint, et leur intermédiaire qui sont **les sites ponctuels**.

Grâce à la connaissance du comportement intrinsèque des espèces, qui se rapporte à leur adaptation au milieu intertidal, ainsi qu'à un climat de caractère saisonnier, il est possible, sans parler d'une zonation spécifique, de donner un ordre d'occurrence des espèces (modèle de succession); *L. racemosa* semble plus opportuniste dans la baie car elle occupe tous les types de mangroves rencontrés, suivie ensuite de *R. mangle*, présente de façon plus ponctuelle, puis d'*A. schaueriana* dont la présence est limitée aux zones de bordure et aux apicums.

Les peuplements de mangrove décelés à partir de leurs caractéristiques physiologiques et floristiques peuvent aussi être regroupés, à partir de leur position dans le milieu intertidal, en 3 classes. Leur fonctionnement est régi avec un ordre croissant, qui donne globalement un modèle de zonation: **les peuplements bas (suffrutescents et frutescents)**, **les peuplements internes**, et enfin **les peuplements de bordures particulièrement fonctionnels**. D'autres systèmes de plaine de balancement des marées sont liés de façon régionalement **ponctuelle** aux mangroves; les prairies semi-halophiles et les apicums ne sont rencontrés que dans les îles maritimes, les bancs de *S. alterniflora* que dans les zones de confluence des courants (bordures concaves, débouchés des marigots, bancs vaseux en front de distributaires).

La vision différentielle de ces peuplements par l'existence, en photointerprétation, de zones d'égale apparence, induit une classification régionale fondée sur une méthode statistique. Les unités trouvées sont le fondement d'une légende cartographique au 1/25 000. Des cartes de mangroves, en fonction des unités régionales, sont enfin proposées

**5. ANALYSE DES IMPACTS DES ACTIVITES HUMAINES SUBIS PAR
LES MANGROVES DE LA BAIE.**

5.1 Matériel et méthode d'études.

Les lois régies aux niveaux administratifs dont nous avons déjà cité les compétences (§.1) sont censées protéger la mangrove de toute intervention nocive de l'homme. Au cours de la première année, nous n'avons relevé que quelques impacts très ponctuels peu significatifs dans la baie. C'est au cours de la seconde période que nous avons abordé les cas d'urbanisation dans la mangrove.

La SUREHMA nous a appelé à définir un projet d'éducation sur l'environnement des habitants du quartier Ponta da Graciosa à Antonina. La visite sur place, en compagnie du Maire de la commune et des deux représentantes de la SUREHMA a révélé que le projet d'éducation environnementale devait contenir plus de substances. Les conditions de vie alertantes des habitants dans un milieu inondé périodiquement devaient être analysées dans un projet d'étude plus global de ce quartier. Cette proposition annonçait donc un diagnostic du cadre socio-économique, sanitaire et une étude d'impact sur la mangrove pour préconiser des solutions d'amélioration de la qualité de la vie, ainsi que des mesures compensatoires limitant les impacts sur les mangroves. La méthodologie employée sur ce quartier devait être aussi applicable à tout autre quartier des agglomérations de la baie de Paranaguá qui siégeaient sur la mangrove. Il permettait d'intégrer un certain nombre de données concernant les relations particulières de l'homme avec l'environnement des mangroves. Ce projet n'a pu malheureusement être mené à son terme car il dépassait les objectifs de la SUREHMA et ceux du maire qui y auraient vu uniquement un projet "d'éducation".

Les services de l'IBAMA et de l'ITCF nous ont alertés en ce qui concerne le cas d'urbanisation dans la mangrove du quartier Vila Guarani (Paranaguá).

Nous avons pu relever cependant un certain nombre de résultats qualitatifs et quantitatifs qui ont servi à l'analyse des cas d'urbanisation dans la mangrove dans les deux quartiers Ponta da Graciosa (Antonina) et Vila Guarani (Paranaguá).

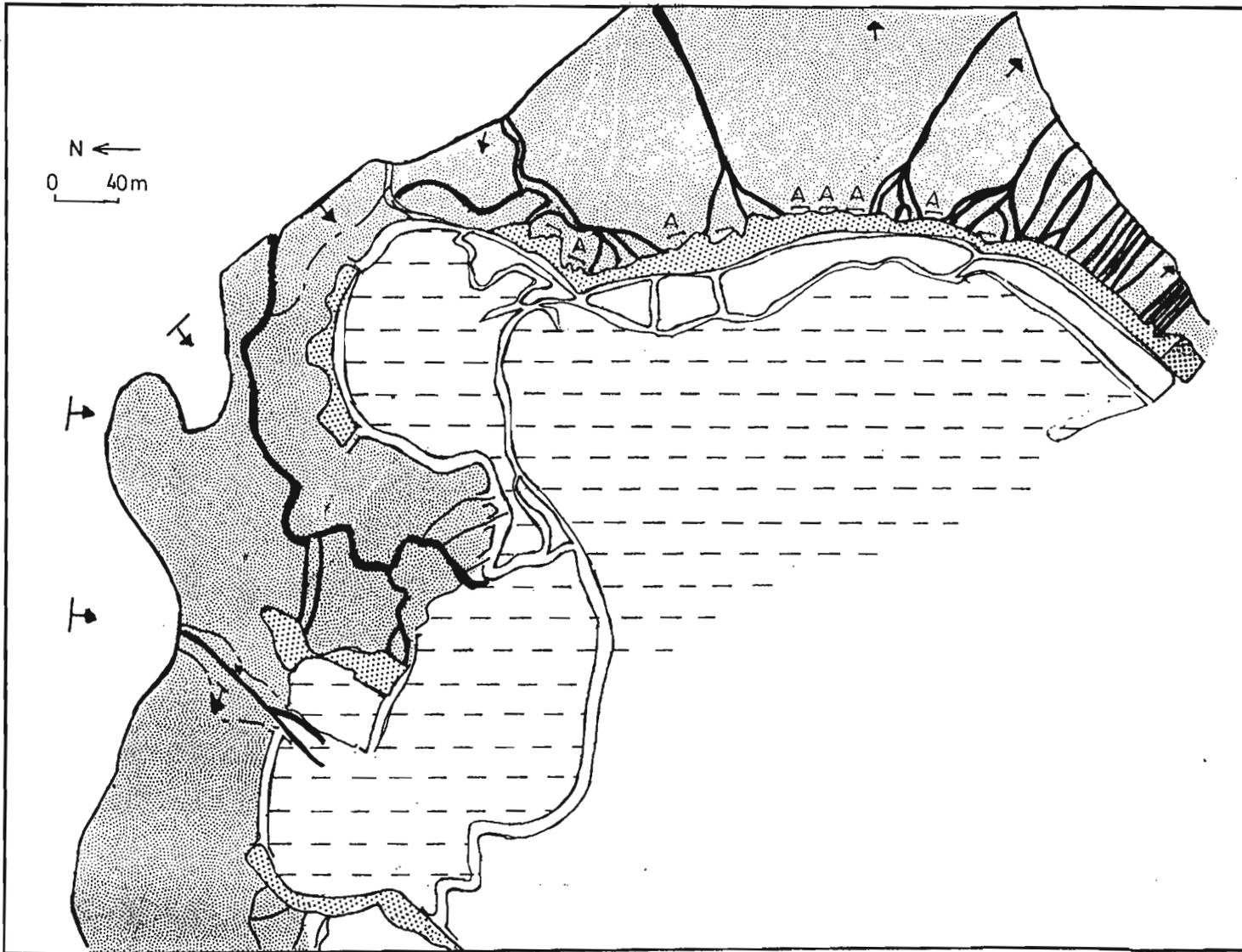
- Les deux quartiers ont été visités et quelques personnes interrogées sur place; ceci a permis la définition du type d'habitat et celle de la perception qu'ont les populations locales de cet environnement.

- Les photographies aériennes au 1/10 000, 1/6 000 et 1/5 000 de ces deux quartiers ont facilité l'analyse de la progression urbaine dans la mangrove de 1953 à 1985 et de 1985 à 1991 (réduction de surfaces, modèle de progression dans la mangrove).
- L'analyse de documents concernant les municipalités (diagnostics municipaux, 1988, plan directeur en cours de la commune de Paranaguá et activités du port, 1987), a permis de situer la politique municipale vis-à-vis des mangroves.
- Les autres impacts dans la mangrove de la baie ont été observés au cours de notre travail de terrain et à la lecture de certains documents (SPVS, 1991, rapport adressé par l'ITCF...).

5.2 Etudes de cas: progression urbaine dans la mangrove.

Certaines petites communautés villageoises du nord de la baie, dans la commune de Guaraqueçaba, empiètent sur la mangrove (Tromomô dans la baie de Guaraqueçaba, Guapicú au Nord de l'île das Peças). Les habitants, issus de l'exode rural et qui n'ont pu acheter des terres à l'intérieur, se retournent vers le littoral, dans les seuls terrains laissés encore libres et gratuits: la mangrove. A Guapicú, les conditions de vie de certaines familles sont extrêmement difficiles. Les maisons, ou plutôt cabanes en bois, sont installées sur un site conquis sur la mangrove (mangrove de baies ouvertes). Celle-ci a été coupée mais les inconvénients du marnage (le terrain n'a pas été relevé par des atterrements), obligent occasionnellement certaines femmes à cuisiner "les pieds dans l'eau" (les pièces principales des maisons sont surélevées). Ces petites colonies constituent une forme d'impact très ponctuel dans la mangrove et on ne saurait y voir un scénario catastrophe si ce n'est les mauvaises conditions dues à la pauvreté et au milieu insalubre: absence d'hygiène de base (verminose), mauvaise alimentation (déminéralisation et déprotéinisation) et maladies (pneumonies, malaria, hépatites...).

La progression urbaine est la forme majeure d'impact que nous ayons eu à découvrir dans la mangrove. Les mangroves situées en marge des villes d'Antonina et de Paranaguá, font l'objet d'une urbanisation "sauvage" engendrée par les conditions financières restreintes de la population qui s'installe définitivement à proximité des pôles d'activités créateurs d'emplois.



-  Morro
-  Mangrove
-  Habitat depuis 1953
-  Rue
-  Drainage artificiel
-  Atterrements
-  Recul hypothétique de la mangrove en 1995
-  Processus d'érosion

Fig. 53: Evolution de l'urbanisation dans la mangrove de Ponta da Graciosa, Antonina.

5.2.1 Le cas du quartier Ponta da Graciosa, Antonina.

Nous nous sommes rendus à Ponta da Graciosa, à 1km au Nord de l'agglomération d'Antonina. Les mangroves forment là une couverture végétale importante; sur **80 ha**, les peuplements rencontrés sont typiques de deltas de rivière. Ils subissent des coupes et des modifications dans leur drainage qui peuvent entraîner leur disparition.

* **Processus.**

Le processus d'urbanisation est relativement organisé le long d'une rue remblayée par les services municipaux, en pied de "morro" et qui longe la mangrove (Fig. 53). Cette rue forme l'axe principal d'une urbanisation qui n'est plus "sauvage" mais réglée, qui repousse la limite arrière de la mangrove.

Les familles, nombreuses à être en situation de sous-emploi, trouvent dans la mangrove un site d'installation gratuit, qui comporte cependant quelques inconvénients. Le caractère précaire de la situation financière de ces familles conditionne l'habitat, dans sa pertinence et dans sa forme. Au début, ce devaient être des habitations plurivalentes, des baraques de bois dans la mangrove, disséminées le long d'un axe conducteur, la rue. Puis, en une progression temporelle, le mitage dans la mangrove devient continu jusqu'à former une bande qui fait **reculer**, parallèlement à la rue, la **limite arrière de la mangrove de 45m** . La forme actuelle (cf fig. 53), représente un ruban, découpé en enclos, d'une surface moyenne de 8 ha. La baraque de bois n'est plus toute seule, s'y sont ajoutés au cours des années le foyer, l'atelier, les baraques secondaires, jointes dans un enclos contigu à celui du voisin. Les haies verdissent, grandissent, les poules sont élevées en plein air, tout contribue à donner l'idée que la population, dans un contexte défavorable au départ, habite réellement dans un site dont elle s'est accommodée.

Mais la mangrove est là, côté jardin, qui amène pendant les marées de syzygie les eaux saumâtres de la baie. Celles-ci envahissent les jardins, et remontent jusqu'à la rue pour créer une situation insalubre pour les habitants. Afin de contrer cela, des petits atterrements sporadiques protègent au moins les foyers, et les maisons, comme à Guapicú sont surélevées, la rue attérée forme barrage à la progression des eaux (Fig. 53).

Fig. 54 : Habitat et sanitaire dans le quartier Ponta da Graciosa (clichés personnels, 1991).



sanitaire surélevé

canal creusé à l'air libre



plantations de "sombreiro"
mangrove,

habitat surélevé.

enclos en bois,

Les sanitaires construits en bois ou en béton constituent un des luxes des familles les mieux loties et se trouvent en marge de la mangrove. Celle-ci reçoit les eaux usées au moyen de petits canaux creusés à l'air libre (cf Fig.54 A). Des grands canaux creusés, qui servent au déplacement des pêcheurs vers les lieux de capture halieutique, amènent ces eaux usées vers la baie d'Antonina.

L'alimentation en eau potable est un des points sur lequel le maire d'Antonina a particulièrement insisté. Tous les enclos, l'on parlera maintenant de lots, ont un robinet extérieur aux habitations. La municipalité reconnaît donc cet espace qui avait été conquis de façon pionnière sur la mangrove. En y ouvrant un réseau d'alimentation en eau, en aidant aux atterrements, en électrifiant, elle prend une responsabilité vis-à-vis de la population locale. Le pas est franchi, la mangrove est intégrée dans l'agglomération.

Nous avons évalué à environ 80 le nombre d'enclos installés pendant la période 1959-85 , ce qui représente approximativement une population de 500 personnes. Les grands canaux perpendiculaires à la rue sont au nombre de 26 et pour chacun il y a un petit débarcadère.

*** Effets sur l'environnement.**

Cette occupation d'un lieu conquis sur la mangrove est la source de divers effets. Les coupes apparemment occasionnelles - les habitants iraient plutôt chercher le bois de chauffe dans les terres - amoindrissent cependant de façon progressive la canopée. Certains petits peuplements de mangrove internes ou en bordure des canaux ou des chemins ont pu même être réduits à une strate .

Les canaux et les atterrements modifient considérablement les conditions de drainage. Les eaux, au lieu d'envahir de façon progressive la mangrove, y pénètrent par ces canaux de façon plus rapide. Les atterrements offrent un véritable obstacle à ces eaux qui, bloquées en amont, vont monter, envahir tout ce qui est à leur portée et y stagner pendant l'étalement. La dynamique hydrique dans la mangrove, dérangée par ces constructions humaines, va alors s'inverser et les processus de sédimentation peuvent aussi se trouver modifiés.

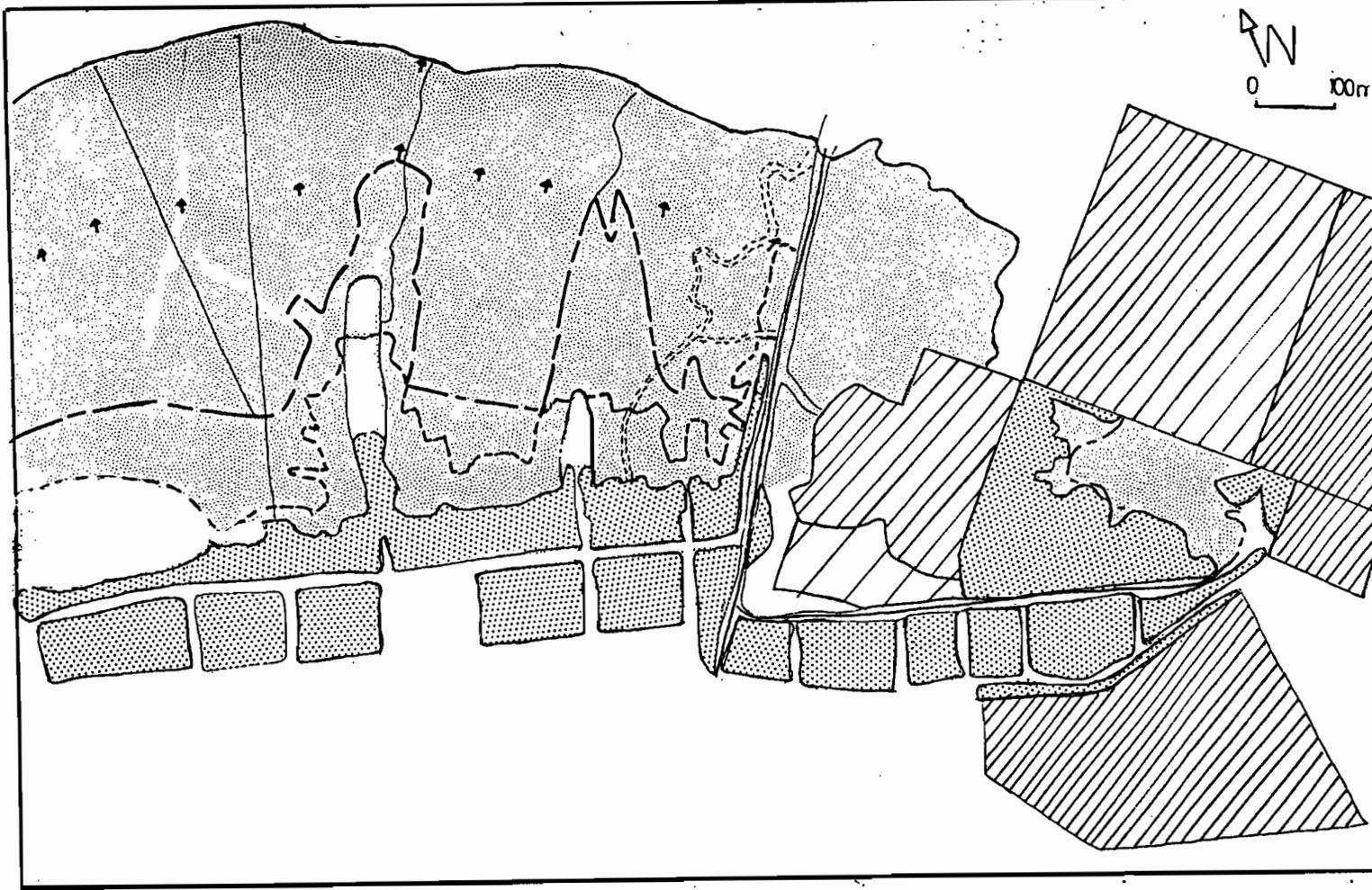
La conjonction des deux dynamiques engendre deux modes de réponse des communautés végétales; soit on observe une involution, soit une évolution. L'involution de la dynamique végétale se produit dans les zones en voie d'érosion (cf. fig. 53), dans celles qui constituent la marge urbaine, ou celles qui subissent des coupes. La végétation de mangrove se dégrade structurellement et floristiquement, et son front peut reculer de façon importante. On peut, dans le cas contraire, assister à une avancée des terres sur la mer. Dans ce cas l'espèce *L. racemosa* colonisera les zones en progradation et les trous de lumière, les semences pouvant être transportées à marée haute et laissées au jusant à l'intérieur de la mangrove. Cette espèce forme ainsi le long des canaux creusés un rideau presque continu, en éventail.

L'habitat produit des déchets dont la collecte et le traitement relèverait d'une décision du maire. La SUREHMA avait d'ailleurs été alertée par l'augmentation du volume de déchets arrivant dans la mangrove. Des bouteilles, des sacs en plastique, des carcasses de réfrigérateurs la défigurent parfois.

L'absence totale de traitement des eaux usées engendre de très mauvaises conditions sanitaires. De plus, le flux ramène des détritiques de tous genres à proximité des habitations. Les habitants qui subissent ce phénomène ont conscience du danger. <<Personne n'ira pêcher des "siris et des caranguejos" dans la mangrove d'à côté>> me disent-ils en riant. Ils vont plutôt de l'autre côté à l'embouchure de la rivière das Nunes. Là ils sont sûrs de trouver des crabes sains. La population subit, là encore, des problèmes sanitaires générés par la pauvreté et les conditions de vie insalubres: malnutrition, maladies diverses. Elles seraient les premières touchées en cas de l'expansion de l'épidémie de choléra.

La mangrove de Ponta da Graciosa, concernée dans cette urbanisation "provisoire-définitive" est donc fortement menacée à court terme, **puisque en moins de 40 ans, elle a perdu aux abords de ce quartier près de 10% de sa surface.**

Nous aborderons plus tard l'aspect contradictoire des processus juridiques qui tentent de protéger la mangrove.



-  Mangrove
-  Sites conquis, attérés puis construits entre 1953 et 1985
-  Sites conquis, attérés puis construits entre 1985 et 1991
-  Front de coupe en 1953
-  Front de coupe en 1985
-  Emprises portuaires en 1953
-  Emprises portuaires en 1985
-  Emprises portuaires en 1991
-  Drainage artificiel
-  Canal amenant une partie des eaux usées de la ville.

Fig. 55: Evolution de l'urbanisation dans la mangrove du quartier Vila Guarani, Paranaguá.

5.2.2 Le cas des mangroves du quartier Vila Guarani (Paranaguá).

Une autre scène d'urbanisation "sauvage" dans la mangrove se produit à l'Ouest de l'agglomération de Paranaguá, en aval de la rive gauche de la rivière Emboguassu. Si dans le fond, la conquête ressemble à celle d'Antonina, elle ne présente pas les mêmes formes.

La mangrove est constituée de peuplements typiques de marigots. Elle couvre actuellement une surface approximative de **28 ha**, soit **moins de 40%** de ce qu'elle recouvrait avant 1953.

***Processus.**

La conquête sur la mangrove se poursuit depuis 1953, à un rythme rapide selon une certaine planification.

On trouve des maisons en bois ou en béton, souvent au ras de l'eau le long de la nouvelle route qui relie depuis 1975 la partie Ouest du port à la voie Express BR277, le long du Rio Emboguassu. Les mangroves de marigots y sont investies localement de façon continue. Coupées, en arrière des maisons, dans les endroits inondés régulièrement, elles repoussent (recolonisation par *L. racemosa*), pour être aussitôt recoupées. Certaines maisons surélevées individuellement par des terrassements, ne sont pas inondées. Nombreux sont les cas où ces maisons sont abandonnées ou vendues.

Le processus est plus concentré dans les mangroves, en bordure du quartier Vila Guarani.

En premier lieu, les mangroves sont coupées. On peut constater ainsi l'avancée du front de coupe sur deux périodes; de 1953 à 1985, et de 1985 à 1990 (cf fig.55) qui ont respectivement fait reculer de **400 m.** la limite arrière de la mangrove. Des remblais sont ensuite apportés et déchargés sur les sites déboisés. L'urbanisation dans la mangrove prend des formes digitées en suivant le prolongement des rues et avance graduellement. Les baraques de bois, provisoires, installées sur les nouveaux atterrements relèguent en arrière les maisons plus élaborées (provisoire-définitif) sur les anciens atterrements.

Coupe



Habitat précaire
juxtant la mangrove.



Fig. 56 A: Coupe et habitat dans les mangroves du quartier Vila Guarani (clichés Guadalupe Vivekananda, 1991)

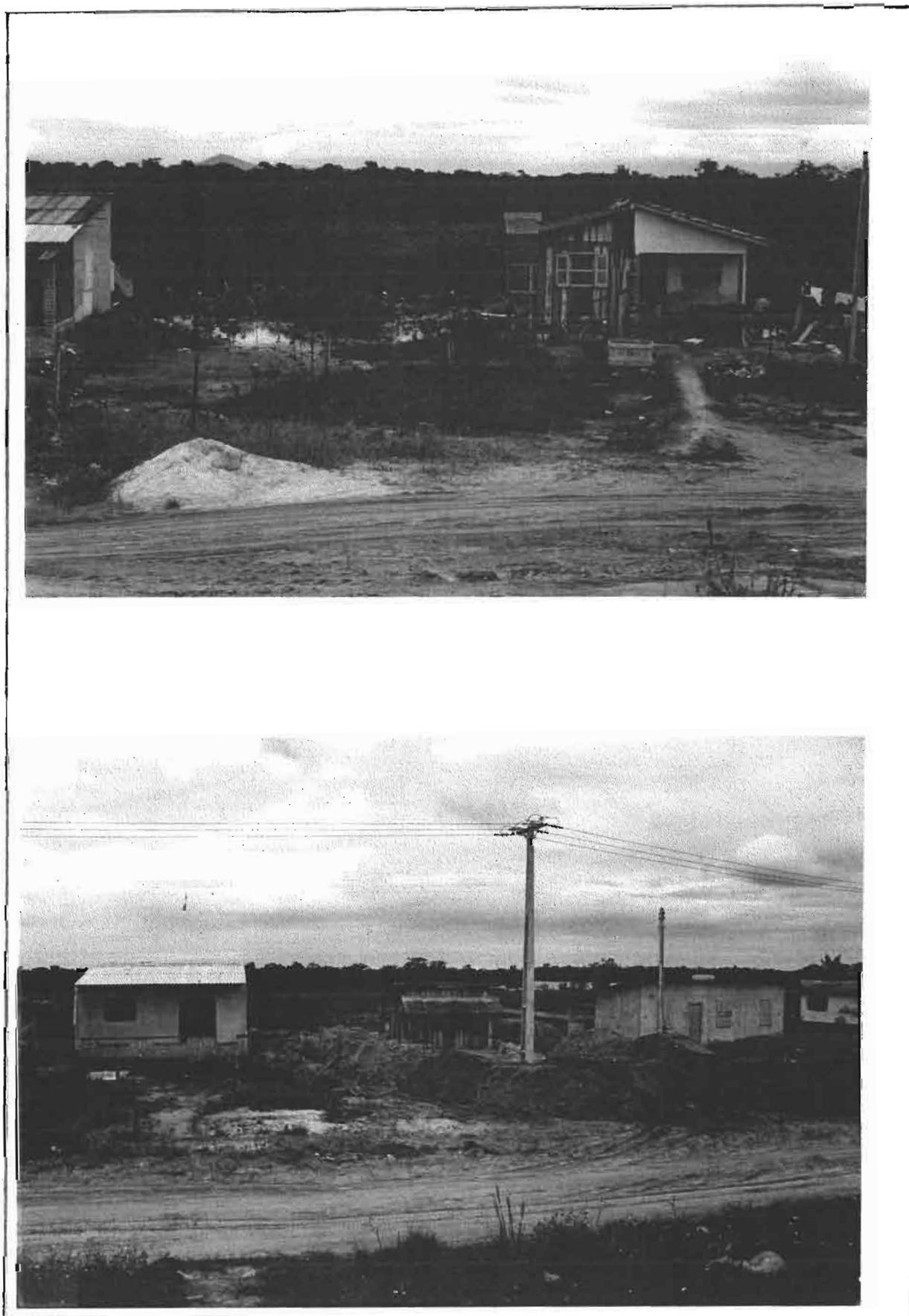


Fig. 56 B: Habitations surélevées par des atterremments. La mangrove en arrière-plans semble se reconstituer naturellement (Clichés F. martin).

A chaque fois que le dernier front de coupe est rattrapé par les maisons, la mairie prévoit un nouvel atterrement.

*** Effets sur l'environnement.**

La municipalité n'offre pas pour autant tous les services à ce nouveau quartier "pionnier". Le réseau électrique a été installé en décembre 1990, mais le réseau d'alimentation en eau n'est toujours pas installé, ni celui d'assainissement et la collecte des déchets n'est toujours pas organisée.

Les habitants ne peuvent normalement prétendre à ces services car ils sont en situation d'infraction. Celle-ci prévoit en effet les **atterrements** pour l'installation de la **zone industrielle** (projet de Plan Directeur, 1991) et non pas pour favoriser l'habitat.

Toujours est-il que ce quartier, périphérique à l'agglomération et contigu au port, voit arriver et s'installer une population exilée de l'intérieur, qui trouve un dernier refuge dans la zone intertidale. La proximité de ce quartier au débarcadère d'inflammables du port, et aux usines de transformation de produits chimiques (zones portuaires industrielles, fig. 55) le classe dans une zone de risque industriel. Un reportage vu à la télévision (T.V Paranaense) a révélé que les habitants de ce quartier subissaient, en plus des maladies occasionnées par la pauvreté et le milieu insalubre, des maladies dues à la pollution de l'air (fonctions respiratoires affectées, voire maladies de peau...).

Ces familles, qui vivent là dans des conditions très précaires, supportent difficilement le voisinage de la mangrove. La zone d'arbres coupés au-delà de l'atterrement ne leur épargne pas les propagations de taons et de moustiques, favorisées par une humidité constante. Elles vivent dans des conditions de vie semblables à celles des familles de Ponta da Graciosa. Ces populations cherchent dans la capture saisonnière du crabe de mangrove un complément de ressources. On assiste à une surfréquentation estivale des mangroves de la rive gauche de la rivière Emboguassu où le crabe est pêché de façon excessive.

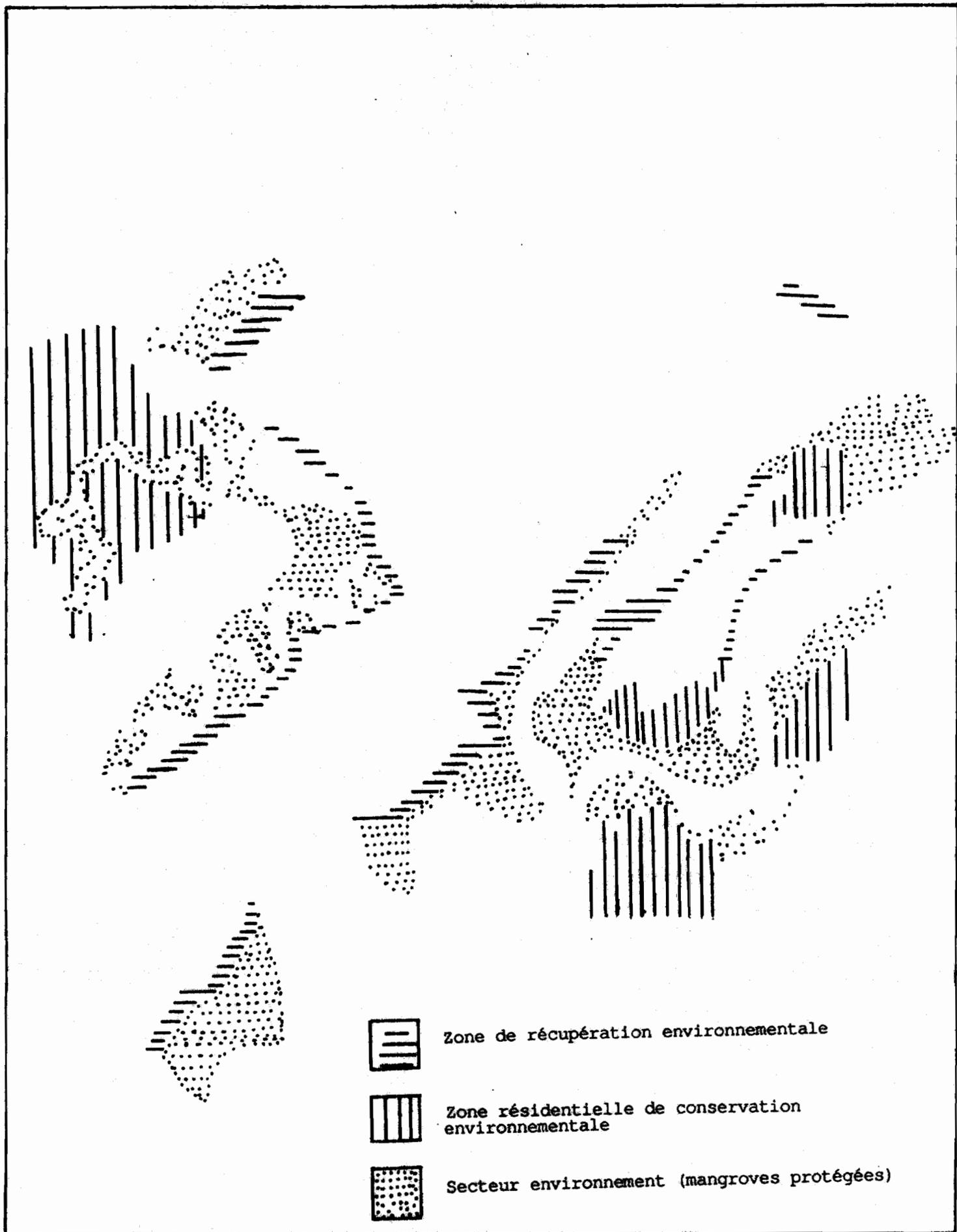


Fig. 58: Intégration des mangroves dans le plan directeur de la ville de Paranaguá.

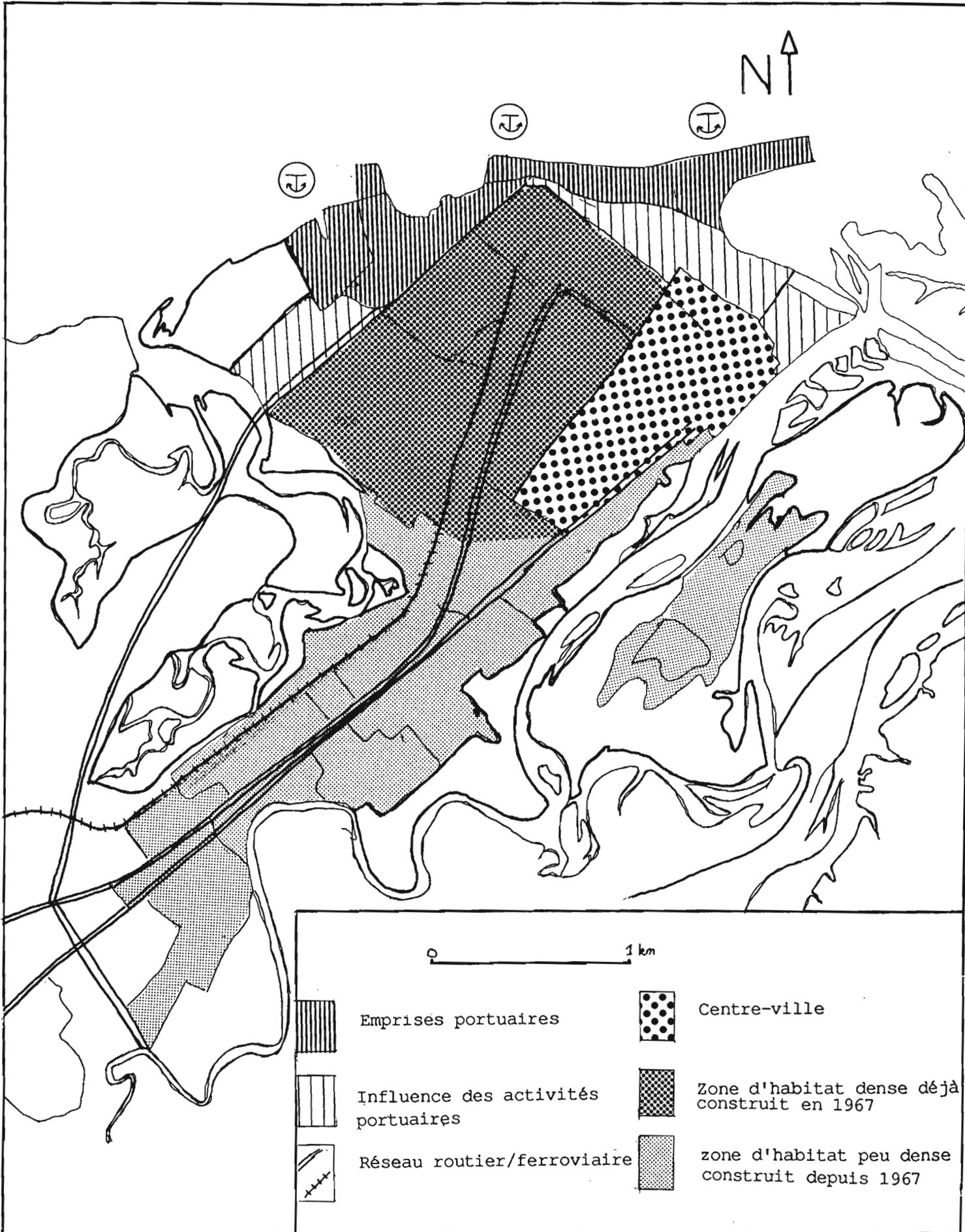


Fig. 57: Ville de Paranaguá en 1991. (source plan directeur, non édité).

5.2.3 Les politiques municipales.

La politique municipale de Paranaguá s'inscrit dans le plan directeur, obligatoire depuis peu pour les villes comptant plus de 100 000 habitants. Le plan directeur encore en vigueur à Paranaguá, tant que le nouveau projet (1991) n'est pas accepté, date de 1967.

Celui-ci place les quelques cabanes construites depuis peu dans le secteur inondable, en zone de "favelas" (bidonvilles) et d'habitation précaire, cette dernière classe constituant la majeure partie des quartiers de Paranaguá. Le réseau d'égout et l'alimentation en eau sont projetés uniquement pour la partie Est de la ville, le centre, à proximité du centre historique .

Le nouveau plan directeur de la ville de Paranaguá, encore en projet, divise toute la partie Ouest de la rue "structurante" reliant le port par l'Ouest, c'est à dire le quartier Vila Guarani et les mangroves nous intéressant, dans plusieurs zones. Périphérique à la ville et limitrophe au port, une partie est classée en zone industrielle, l'autre en zone portuaire (cf Fig.57 et 58). Une zone résidentielle de faible densité bordée par une zone étroite d'habitation de plus forte densité relègue la mangrove à une bande "zone résidentielle de conservation environnementale", étroite, en front de mer. Une autre petite partie du quartier se trouve en secteur touristique. Si on extrapole l'analyse à toute la ville de Paranaguá, on s'aperçoit que la politique municipale intègre la mangrove dans son plan directeur.

La mangrove n'y subsiste plus à l'état naturel (secteur environnement) pour ne former qu'un maigre rideau sur le pourtour de l'agglomération.

Les "petites taches" (manchinhas) de mangrove qui parsèment la côte de l'agglomération d'Antonina ne représentent pour le maire qu'un obstacle à l'urbanisation et aux projets touristiques. Les maires de ces deux communes ne cachent donc pas que la mangrove est gênante.

5.3 Autres activités humaines constituant des impacts pour la mangrove.

5.3.1 Problèmes liés à la cueillette des huîtres et à la pêche du crabe de mangrove.

- L'extraction d'un nombre élevé d'huîtres atteint une limite dangereuse et aboutirait, selon l'EMATER, à l'extinction de l'espèce dans la baie. La taille de l'huître vendue *in natura* y est de plus en plus petite, malgré la législation qui prévoit sa commercialisation entre 5 et 10 cm de longueur, ce qui montre la réduction importante du stock en quantité et en qualité (nombre d'individus reproducteurs). Nous ne pouvons cependant nous fonder sur aucune donnée pour évaluer le stock naturel de l'huître dans la baie, ni les risques réels qu'il court à être réduit. Des mesures préventives simples devront être prises pour favoriser le développement de l'espèce et le renouvellement de son stock.

L'élevage d'huîtres à Guapicú, en bordure des mangroves de marigots du Nord de l'I das Peças, autorisé par l'ITCF, constitue un impact dans la mesure où il n'y a aucune gestion du stock d'individus reproducteurs. Les jeunes, cueillis dans les mangroves alentour et "replantés" dans le sédiment pour y croître, sont tous récoltés pour la vente, une fois qu'ils ont atteint la taille adulte.

- Selon nos propres observations de terrain, une méthode de pêche du crabe de mangrove pratiquée couramment, sur la rive gauche de ma rivière. Emboguassu, dans l'île. da Cotinga est l'agrandissement du trou par un outil quelconque (pelle, machette, couteau...). Les pêcheurs attrapent ainsi plus facilement leur proie. Cette méthode de pêche peut être considérée comme une forme d'impact pour la mangrove. Les trous agrandis créent une véritable **discontinuité** du sol et cela peut aboutir à la **modification sensible du drainage** et au **déracinement** des arbres qui vivent déjà sur un substrat instable.

Cette récolte fructueuse peut aboutir à une surexploitation de l'espèce d'autant plus que les sites de pêche sont les mêmes d'une année sur l'autre, à proximité des habitations, ou dans les sites facilement accessibles. Nous ne disposons là encore d'aucune donnée permettant l'évaluation des stocks naturels et pêchés des crabes de mangrove. La surexploitation des

mâles, les principaux à être capturés, serait susceptible d'engendrer l'inversion du *sex-ratio*, mais on ne peut prévoir quand, ni si le phénomène sera irréversible ou non.

5.3.2 Infractions, impacts dus aux coupes, atterrements et à l'absence générale d'assainissement.

- **Les infractions:** seulement onze actes d'infractions dans la mangrove ont été enregistrés par l'ITCF, depuis la création des unités de conservation (1965, et surtout 1982). Aucune autre information ne nous est apportée sur ces impacts, qui ne peuvent être occurents que ponctuellement dans les sites principalement visités par les pêcheurs, voire les chasseurs (la chasse est interdite dans les mangroves des stations écologiques et de l'A.P.A). L'IBAMA a enregistré, sur 2 ans, moins d'une demi-douzaine d'actes contrevenant la loi dans la mangrove qui se réfèrent aussi principalement à la pêche (M.D. Rougeulle, communication personnelle, 1991).

- **Coupes:** la liste qui suit a été fournie par l'ITCF, qui en a autorisé un certain nombre, en majorité à des fins d'électrification.

- Coupe réalisée dans les mangroves de marigot de la plaine littorale, pour l'électrification de l'usine de fabrication de barges, commune de Paranaguá.

- Autres coupes autorisées pour des portions de lignes dans les mangroves de baies ouvertes vers des communautés locales d'Amparo, Eufraçinha (commune de Paranaguá).

- Coupe dans les mangrove de deltas de rivière du fond de l'anse d'Itaqui.

- Autorisation donnée pour l'implantation d'un projet d'élevage de la crevette dans les mangroves d'île maritime, au Sud de l'I. Rasa da Cotíngia; coupes dans la mangrove et creusement de bassins actuellement abandonnés. Ces bassins sont recolonisés partiellement par *L. racemosa* (observation personnelle).

- **Atterrement:** le rehaussement subit du substrat entraîne des modifications considérables du fonctionnement hydrologique, il empêche toute reconquête par la mangrove et a des impacts irréversibles.

Un atterrement de grande ampleur a recouvert près d'un hectare de mangrove au Nord du port d'Antonina. Le projet du maire d'Antonina est d'y installer une grande structure touristique (Fig. 59). Il est probable, selon les informations fournies par le maire de cette commune, que les autres mangroves jouxtant l'agglomération soient aussi atterrées. Dans la commune de Paranaguá, outre les atterrements colonisés par la population (étude de cas du quartier Vila Guarani), nous avons noté, en observant les photographies aériennes de 1980, la présence d'un atterrement, d'une surface voisine à 2ha, dans la partie Est du port.

Fig. 59: Atterrement d'une surface de 1 ha sur un ancien site de mangrove, commune d'Antonina. Matériel utilisé: scories industriels. (cliché personnel, 1991).



• **Absence de réseau d'assainissement.**

La pollution de l'eau est un risque important, à l'heure de l'épidémie de choléra. Pratiquement aucun réseau d'égout n'est communal, sauf dans le centre-ville de la commune de Paranaguá.

Les populations de faible revenu n'ont pas les moyens de se doter d'une fosse sceptique, ni de se procurer de l'eau minérale en bouteilles. Bien souvent, elle boivent de l'eau en provenance directe du puits ou du robinet, sans l'avoir fait bouillir au préalable, soit par

manque d'information, malgré une campagne menée du Ministère de la santé (ces populations sont en majorité constituées d'illétrés), soit par manque d'outillage (foyer au sol, nombre limité d'ustensiles de cuisine...).

Même quand les eaux usées sont traitées par des installations individuelles, on peut évaluer des risques de pollution: l'augmentation subite de la population en période estivale, peut occasionner des débordements des fosses sceptiques. Celles-ci qui touchent souvent, dans les limites inférieures à celles fixées par la loi, le puits d'alimentation en eau du voisin, peuvent le contaminer, d'autant que le sable est peu filtrant.

5.3.3 Risques liés aux activités industrielles.

Il n'existe que peu d'informations sur l'impact des activités industrielles pouvant affecter indirectement, par voie d'eau , les mangroves dans la baie.

Le tableau fourni par le "zoneamento do litoral" (Tab. 25 A) montrent que la majorité des industries se situe dans les communes de Paranaguá et d'Antonina, et que la plupart d'entres elles ne comportent pas de risques, les traitements étant efficaces. Ces informations ne font cependant pas référence aux activités portuaires (Tab. 25 B), qui pourraient être la source d'une pollution catastrophique pour les communautés naturelles et humaines de la baie, ni aux structures hospitalières dont les rejets d'eau ne sont pas traités (cas de l'hôpital d'Antonina).

Le mouvement constant des marchandises dans le port de Paranaguá (5 bateaux par jour en moyenne) est un facteur de risque essentiel dans la baie. Troisième port brésilien, avec une capacité d'embarquement de 8000 tonnes et d'ensilage de 639000 tonnes, ce port a ainsi vu, en 1986, près de 1300 mouvements de navires (source Port de Paranaguá, 1988). Le port est situé dans la partie médiane de la baie de Paranaguá, ce qui rend difficile son accès et ce qui augmente les risques d'échouage des navires, devant emprunter un chenal étroit (canal da galheta).

Tab. 25 A: Activités industrielles pouvant comporter des risques de contamination des eaux (tiré du "zoneamento do litoral", 1989).

INDUSTRIES	ACTIVITES	COMMUNE	CORPS D'EAU RECEPTEUR	CHARGE POTENT. kg DBO/jour	CHARGE REMANES. kg DBO/jour	TRAITEMENT	OBSERV.
Ind. et Com. de conserves Ltda	conserves de cœurs de palmier	Antonina	Baie d'Antonina	7	3	absence	pas de risques
Ind. de papier S. Marcos Ltda	Pâte mécanique papier	Antonina	Rivière Cacatu	20	20	absence	pas de risques
		Morretes	Rivière Nhundiaquara	305	160	absence	la charge est trop grande réduction à 90%
Coop. centrale agropastorale du Paraná	Extraction d'huiles végétales	Paranaguá	Baie de Paranagua	145	14	efficent	
Cie brésilienne de frigorifiques Frigobras	Extraction d'huiles végétales	Paranaguá	Baie de Paranagua	86	7	lagunes aérées	
Geker Com et Ind. d'engrais	engrais	Paranaguá					ne présente pas d'effluent final, recirculation totale des eaux résiduelles
Martini/Meat	entrepôts de poissons	Paranaguá	rigole qui débouche dans la Baie de Paranaguá	198	2	Boues actives	

terminal d'inflammables recevant le pétrole par pipe-line d'Araucaria (90km en amont):
produits: dérivés de pétrole et produits chimiques;30% du mouvement total du port.

Engrais: 238000 tonnes

Sel: 128000 tonnes

Minerais: 63000 tonnes

Dérivés pétroliers: 2634000 tonnes

Produits chimiques: 65000 tonnes

Total: 3331000 tonnes, soit 27% du mouvement total des marchandises.

Tab. 25 B: Activités portuaires, détail des mouvements de marchandises pouvant engendrer une contamination des eaux (source Port de Paranaguá, 1988)..

27% du volume total de marchandises du port sont des matières dangereuses pour l'environnement de la baie (distributaires, cours d'eau, mangroves) (Tab. 25 B). Le pétrole et ses dérivés conduits par pipe-line sont entreposés au terminal d'inflammables. Ils représentent une menace supplémentaire pour les mangroves et les habitations du quartier Vila Guarani (emprises croissantes, cf. fig. 55). Les autres produits, solubles ou non dans l'eau, menacent la majorité des corps d'eau de la baie.

En cas d'accidents, les mangroves de bordure de la baie de Paranaguá, *stricto sensus*, seraient les plus affectées, puis les pollutions suivrait les mouvements d'eau pour toucher tout le domaine intertidal de la baie, jusque dans les parties les plus amont, en forme d'entonnoir. Deux accidents dans la baie ont été relatés par Tommasi (1987) et Y. Schaeffer-Novelli (1989). En 1979, des résidus de cyanure dans le port ont contaminé les poissons, huîtres et autres communautés animales vivant à Amparo. Des fuites de pétrole (dégazage des navires selon Schaeffer-Novelli, 1989) ont menacé de polluer une grande zone des mangroves (île do Mel).

Nous évaluons une échelle de risque des matières potentiellement dangereuses pour ces communautés de mangroves.

- **Dérivés pétroliers, produits chimiques;** forte solubilité dans l'eau, mort totale des mangroves, réhabilitation impossible tant que les sédiments sablo-vaseux ne seront pas totalement lavés.
- **Sel;** forte solubilité dans l'eau, sursalure des eaux vite rétablie par les mouvements des masses d'eau, risque d'affecter les mangroves, principalement les jeunes, dans une moindre mesure les adultes d'*A. schaueriana*.
- **Engrais, Industries de papier, absence de réseau d'égouts, tourteaux de soja;** pollutions organiques, blooms d'algues possibles préjudiciables à la faune aquatique (déséquilibre de la chaîne trophique dans la mangrove).
- **Minéraux,** contient des métaux lourds, rétention par les sédiments fins, attaque du phénotype, voire du génotype des espèces animales et végétales.
- **Huile végétale,** insoluble dans l'eau, blocage des échanges gazeux des pneumatophores, mort consécutive des *L. racemosa* et *A. schaueriana* touchés.

Conclusion.

C'est principalement dans les communes d'Antonina et de Paranaguá que les activités anthropiques ont les effets les plus graves sur l'environnement des mangroves.

Les **cas d'urbanisation** dans la mangrove des deux quartiers étudiés comportent les **impacts** les plus **significatifs** sur les mangroves dans la baie et sont supervisés par la municipalité. Les communautés humaines, pauvres et déracinées, habitant ces quartiers insalubres, subissent également des effets négatifs (problèmes de santé...).

Les coupes dans la mangrove, principalement à des fins d'électrification, autorisées par le bureau régional de l'ITCF, les atterrements observés et les infractions enregistrées, ne sont que très ponctuellement préjudiciables.

L'extraction des ressources animales, relativement lucrative, (huîtres, crabe de mangrove) nécessaire à la survie des communautés locales inactives, existe, mais elle est inchiffable.

Enfin, les risques liés aux activités industrielles, et particulièrement portuaires, sont relevés. Bien qu'elles n'aient été à la source, jusqu'à présent, que de 2 ou 3 accidents (très peu depuis la création du port), les activités comportent de très grands risques pour la baie de Paranaguá et ses mangroves, étant donné le volume total entreposé, le trafic incessant, la nature des marchandises et les difficultés d'accès au port (long chenal d'entrée, courants forts, risques d'échouage).

6. LES ANTAGONISMES AUTOUR DE LA MANGROVE DANS LA BAIE.

6.1 Exploitation et inexploitation des ressources offertes par les mangroves

L'analyse des impacts des activités humaines sur les mangroves dans la baie doit être resituée dans un contexte géographique plus large. Lorsque l'on compare les activités dans les mangroves d'Asie et d'Afrique avec celles de l'Amérique du Sud, on est frappé par un fort contraste.

6.1.1 Les mangroves exploitées du "Vieux-Monde".

En Afrique et en Asie, les mangroves font l'objet d'une véritable mise en valeur (Tab. 26). L'aquaculture, la riziculture dans la mangrove et l'utilisation du bois comme combustible ou pour la production de tanin sont des activités économiquement rentables qui peuvent conduire à une surexploitation. De nombreux projets d'aménagement (SECA, 1986) s'appuient sur la protection du milieu mais aussi sur son utilisation rationnelle. Ainsi en Afrique, une nouvelle gestion de la pêche ne doit pas intégrer les mangroves qui sont les lieux de reproduction des espèces piscicoles. Des projets d'aquaculture ponctuels sont proposés dans des anciens bassins de riziculture abandonnés, afin de ne pas faire subir à la mangrove de nouvelles coupes. La production de sel complète celle de riz dans les polders. Le risque pour la riziculture est de voir les sols asséchés s'acidifier. Les principes de gestion de cette activité très étendue en Afrique et en Asie doivent alors s'appuyer sur un aménagement hydrique particulier qui n'entraîne pas un assèchement substantiel du sol et qui limite l'acidification (Marius et al., 1982). Il est aussi possible, comme à Madagascar, de planter des cocotiers sur un terrain conquis sur la mer après qu'il ait été désalé (Weiss H., 1980). Des plantations (notamment des genres *Bruguiera* et *Sonneratia*) dans la mangrove font partie d'un vaste champ de réutilisation de l'espace intertidal en Asie (Weiss, 1980). Ainsi, la réutilisation des bassins d'aquaculture ou de riziculture par des replantations, souvent monospécifiques, facilite la reprise de l'industrie du bois (pâte à papier, combustible, bois d'œuvre...) et maintient aussi les sédiments en place, ainsi que les digues construites entre les bassins (Weiss, 1980). La filière bois est aussi préconisée dans les mangroves d'Afrique de l'Ouest (projet SECA, 1986).

CONTINENTS	EXPLOITATIONS DE LA MANGROVE	IMPACTS GENERAUX	PROJETS DE GESTION	BIBLIOGRAPHIE
AFRIQUE	Riziculture, sel Pêche ressources forestières (œuvre, construction)	modification drainage acidification des sols surexploitation surexploitation	aménagement hydrologique gestion de la pêche aquaculture, apiculture filière du bois, reboisements utilisation du Nipa	Marius, Lucas 1982 SECA, 1989 Adegbehin, 1990 SECA, 1989 Mercer, 1984
ASIE	Agriculture (fourrages) Riziculture Aquaculture (tambaks) pêche Utilisation du bois (pâte à papier, combustible, bois d'œuvre) Industries pétrolières	Exploitations intensives et extensives et modif. de drainage coupes à blanc pollutions chroniques et accidentelles	principes: mangrove et nourriture mangrove=ressource renouvelable Mise en réserves Régénérations, replantations Définition juridique des mangroves aménagées et des mangroves altérées Etudes d'impact reconversions naturelles	Christensen, 1978 de La Cruz, 1989 Abdullah, 1982, Soegiarto, 1984 (Indonésie) Librero, 1984 (Philippines) Valandoon, 1979 (Thaïlande) de La Cruz, 1989 Dutrieux, 1989 Martin, 1988
PACIFIQUE	Décharges d'ordure Urbanisation Pâturages (mise en polders)	pollution organique métaux lourds perte en surface de la mangrove (perte génétique)	Capacité naturelle à dégrader les déchets organiques Mise en réserve des mangroves restantes législation, procédures planifiées	Dwivedi, 1983 Dingwall, 1984
AMERIQUE CENTRALE ET DU SUD	Industrialisation Urbanisation Aquaculture Utilisation du bois pour tanins et combustibles	pollutions diverses, métaux lourds perte en surface de la mangrove surexploitation (Venezuela) surexploitation	Faire expertises scientifiques à inclure dans le contexte économique du pays, modifier la philosophie politique ne faire aucun aménagement (Porto Rico) Mariculture, sylviculture dans les pays de l'Equateur Inciter à la protection, l'éducation et l'application des lois (Brésil) Conservation et utilisation rationnelle des ressources de la mangrove	Lugo, Cintrón, 1975 Schaeffer-Novelli, 1983 Maciel, 1984 Diegues, 198

Tab. 26: Synthèse bibliographique des activités humaines dans les mangroves dans le monde, impacts résultant et modes de gestion préconisés.

Les activités industrielles, notamment pétrolières font courir aux mangroves d'Asie et d'Afrique des risques de pollution (Dutrieux, 1989; Martin, 1988). Les pouvoirs publics pallient ces risques en instituant des études d'impact des activités pétrolières (par exemple en Indonésie; Etudes biologiques du Delta de la Mahakam; Dutrieux, 1989) et en protégeant juridiquement les mangroves par une législation sur les coupes (Soegiarto, 1984 pour l'Indonésie), ou en ayant une approche sectorielle de la protection (Librero, 1984 pour les Philippines).

6.1.2 Les mangroves peu exploitées en Amérique du Sud.

En Amérique du Sud et au Brésil, les mangroves ne sont pas utilisées de manière aussi intensive. Nous nous trouvons dans les pays, récemment colonisés par les européens, dans un contexte particulier de relations de la société humaine avec l'environnement des mangroves rapporté par Pebayle (1983, pour le Brésil) et Barrau et al. (1978, pour les Antilles): **la prédation et la destruction de l'espace mangrove insalubre.**

Les impacts subis par les mangroves se réfèrent principalement à **l'industrialisation et à l'urbanisation** (Daugherty, 1975, Salvador; Lugo, Cintron, 1975, Porto Rico; Pannier, 1979, Delta de l'Orénoque...). Ces deux pôles complémentaires d'activités engendrent à court terme la réduction de la superficie des mangroves. Les risques de pollution industrielle sont importants. Pour pallier ces problèmes, il est préconisé une utilisation rationnelle des ressources offertes par la mangrove (Venezuela et Equateur; Schaeffer-Novelli, 1983). Mais la conservation de ces unités (Diegues, 1987), liée à une modification fondamentale de la philosophie politique (Lugo, Cintron, 1975, mangroves de Porto rico), est surtout proposée.

6.1.3 Le contexte de la région littorale du Paraná.

Les impacts subis par les mangroves dans la baie de Paranaguá sont donc identiques à ceux que l'on rencontre dans la majorité des mangroves brésiliennes, malgré l'attention portée par le système juridique à la protection de cet écosystème. Schaeffer-Novelli (1989)

considère que les mangroves constituent les écosystèmes littoraux les plus affectés par les activités humaines au Brésil.

Selon Diegues (1987), les écosystèmes littoraux de la baie de Paranaguá sont loin de subir les impacts que connaissent ceux des estuaires du bassin amazonien (Maranhão ou du Sergipe/Aracaju: industries chimiques et pétrolières). Les risques encourus dans la baie de Paranaguá se rapportent, selon cet auteur, à la pression touristique saisonnière, à la spéculation immobilière due à la beauté du site, lesquelles, à travers l'implantation d'infrastructures non-planifiées, induisent des conflits d'ordre socio-économique. La pêche artisanale et l'utilisation de la mangrove à travers la collecte ou les coupes sont, selon cet auteur, d'expression locale et ne sont pas très nuisibles.

Nous avons cependant enregistré un certain nombre d'activités pratiquées dans la mangrove de la baie ou à son proche voisinage qui relèvent principalement de l'extraction (cueillette de l'huître, pêche du crabe de mangrove), et qui peuvent probablement aboutir, si les ressources offertes ne sont pas gérées de manière rationnelle, à la réduction irrémédiable du patrimoine des mangroves de la baie.

Une autre raison qui induit à brève échéance la réduction de la superficie des mangroves se rapporte à l'urbanisation et à l'industrialisation du grand pôle de la région littorale: le port de Paranaguá. La voie express BR 277 a été responsable en grande partie du désenclavement de cette partie Sud de la région littorale du Paraná. Les activités renforcées autour du port constituent un pôle d'attraction pour une population d'exclus ruraux. De faible revenu, cette population, qui forme une main d'œuvre non qualifiée et bon-marché, se fixe définitivement dans les espaces laissés libres par la ville, pouvant se situer en partie sur les mangroves. Au même titre, Cabrisseau (1989) a noté, dans les mangroves des petites Antilles, que l'habitat "spontané" était pratiqué par des catégories de population pour qui les formes légales d'appropriation étaient impossibles pour des raisons d'impécuniosité.

6.2 Les conséquences des activités autour de la mangrove.

6.2.1 Les "mangroves urbaines".

Dans la baie de Paranaguá, les familles en situation de sous-emploi, qui vivent de surcroît dans des conditions très précaires engendrées par les mauvaises conditions de vie dans un site inondable, trouvent dans la pêche dans la mangrove voisine un apport substantiel de revenu. Cette emprise progressive constitue un des impacts majeurs rencontrés dans les mangroves en périphérie des agglomérations de la baie de Paranaguá. La "mangrove urbaine" est le terme qui conviendrait pour désigner ces zones d'urbanisation complexes dans leur rapport avec la société humaine, ces quartiers insalubres ayant une autre définition sociale et économique. L'habitat y est marginal, d'autant plus que le cadre naturel enclave les quartiers qui s'y développent (Cabrisseau, 1989).

6.2.2 Un contraste Nord/Sud dans la baie.

Les autres activités dérivant encore de l'exode rural et de l'urbanisation littorale et qui n'ont pas été suivies par l'installation d'une infrastructure de services affectent principalement les mangroves du sud de la baie. Certains quartiers "pionniers" de Paranaguá ou d'Antonina ne sont pas encore reliés au réseau d'égout, ou ne connaissent encore aucune collecte de déchets... Cela engendre une pollution chronique à laquelle s'ajoute le risque de voir, encore dans la partie Sud de la baie, des pollutions accidentelles liées aux activités du port.

D'après le "zoneamento do litoral", les eaux de la baie de Paranaguá ne sont pas polluées. Il faudrait cependant réviser ces considérations qui ne prennent pas en compte les activités portuaires ni l'influence de l'absence quasi-totale de traitement des eaux urbaines.

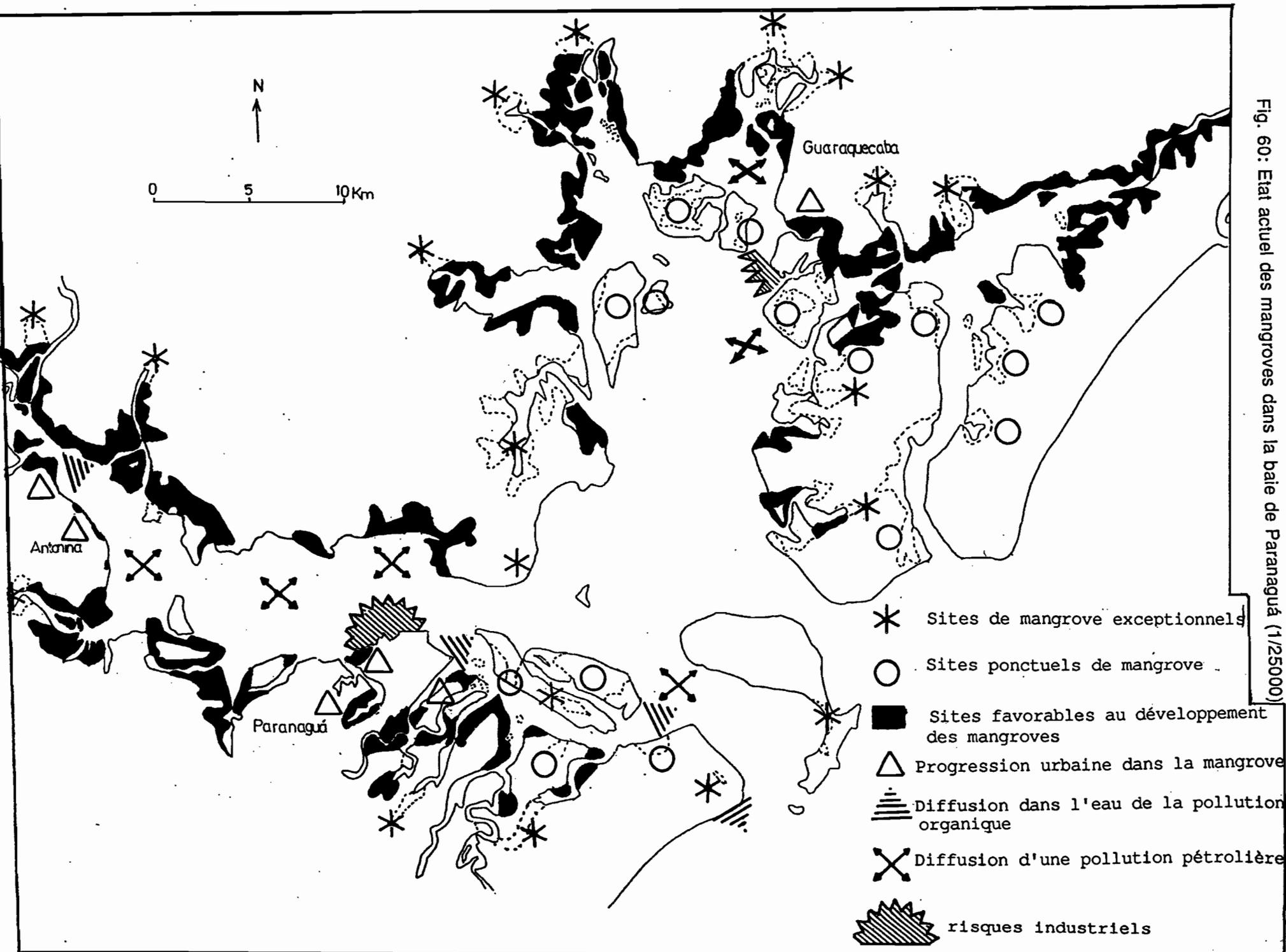
La commune de Guaraqueçaba est encore épargnée par des activités qui pourraient être nocives aux mangroves en cas d'accident. La difficulté d'accès à cette commune, ainsi que la création de l'APA de Guaraqueçaba, est un facteur limitant l'installation d'industries. Ainsi,

les mangroves dans cette partie nord de la baie, ne sont pas confrontées aux mêmes risques subis par leurs consœurs au Sud.

L'installation récente d'un poste à essence sur la place principale du village, à proximité du rivage pour ravitailler facilement les bateaux constitue un risque, encore faible, de pollution accidentelle des eaux. Toutefois, un scénario catastrophe doit être envisagé afin qu'en cas d'accident des mesures compensatoires soient prises pour protéger au maximum les écosystèmes l'environnant. N'omettons pas de souligner la création d'une ligne conflictuelle au Sud de l'APA de Guaraqueçaba (Oliveira Cunha et *al.*, 1989), issue de l'influence de l'élevage de bovins (buffles). Cet élevage extensif permet aux grands propriétaires une appropriation maximum des terres des plaines alluviales. A la compactation des terrains par les espèces bovines lourdes s'ajoute le déboisement qui sont préjudiciables au drainage du terrain, notamment les marais maritimes d'eau douce, à l'amont des mangroves.

Ces considérations sont reprises dans la figure 60. Les risques industriels afférents aux activités du port, ainsi que la diffusion du pétrole (et/ou autres polluants dans l'eau) en cas d'accident sont représentées schématiquement. Les mangroves "urbaines" sont signalées ainsi que la diffusion de l'éventuelle pollution organique liée à l'absence de traitement des eaux. Nous avons relié ces conflits d'activité à la classification que nous avons faite des trois types "d'habitat" des mangroves. Ce seront principalement les sites favorables et ponctuels à l'expansion naturelle des mangroves qui sont touchés, notamment dans la plaine littorale au Sud.

Fig. 60: Etat actuel des mangroves dans la baie de Paranaguá (1/25000)



6.2.3 Inadéquation de la politique municipale actuelle.

La mangrove est intégrée dans des plans d'urbanisme (Paranaguá) ou dans les projets touristiques (Antonina), et c'est légitimement, vis-à-vis de la loi municipale, qu'elle y est détruite.

Les cas d'urbanisation "sauvage" que nous avons étudiés constituent une forme d'octroi de la mangrove par la municipalité. Pour les quartiers concernés par notre étude, la mangrove qui a déjà perdu une grande partie de sa surface (près de 40% dans le quartier Vila Guarani de Paranaguá et 10% pour Ponta da Graciosa d'Antonina) représente encore un espace potentiellement urbanisable de 28 ha (Paranaguá) et de 60 ha (Antonina). En fait, pour toute la surface de ces communes, la mangrove représente un espace potentiellement urbanisable beaucoup plus important. Dans la seule commune de Paranaguá, cet espace représenterait 2000ha, au vu du plan directeur, soit près de 6% de la surface totale des mangroves dans la baie.

En laissant les gens de pauvre condition s'y installer, puis en attérant, amenant l'eau..., la municipalité légitime la mangrove comme zone habitable. Il suffit au Brésil, pour installer un lotissement, de construire une rue. C'est donc sur ce principe que la mangrove est envahie en toute "légitimité". Le mouvement pionnier d'installation dans la mangrove par les petites communautés issues du monde rural laissera ensuite place à une urbanisation dirigée. Tous ces habitants n'ayant pas de titre de propriété dans la mangrove, espace, par définition juridique, inappropriable, sont susceptibles d'être évincés de ces nouveaux quartiers. Les municipalités utilisent donc les constructions dérisoires dans les sites de mangrove pour accroître leurs agglomérations.

Les villes d'Antonina et de Paranaguá, sont aussi des ports. L'emprise foncière à l'intérieur des terres et l'activité économique exportatrice, les font se tourner tout naturellement vers le rivage pour s'étendre. Ainsi, la ville de Paranaguá qui paraît embrasser les eaux de la baie, et la ville d'Antonina qui s'étend sur 5 km le long du rivage, voient en la mangrove un obstacle à l'urbanisation. Le phénomène observé dans les deux quartiers étudiés risque donc

de se propager surtout pour Paranaguá dans toutes les mangroves de marigots au pourtour de l'agglomération (I. das Valadarès, R. Maciel...).

Les mangroves ne sont pas les seules à être "grignotées" par l'urbanisation, la restinga est aussi visée comme espace d'habitation, comme le prouvent les nombreuses coupes à blanc sur une très grande surface que nous y avons observées, notamment dans toute la commune de Paranaguá.

Les mairies, ultime niveau administratif, ne doivent pas inciter une occupation des mangroves, comme cela peut être le cas pour étendre leur zone urbanisable et répondre à des projets touristiques de grande ampleur, mais aller dans le sens des politiques fixées par l'AEIT et le "Zoneamento do litoral". Elles doivent prendre conscience que l'intérêt de leur commune est en jeu quand leurs écosystèmes disparaissent, et par là-même leur identité.

6.3 Les lacunes de la protection juridique sur la mangrove de la baie.

6.3.1 Un flou juridique.

En réalité, dans la baie de Paranaguá, la ligne de haute-mer moyenne de l'année 1831, fondement de l'appartenance au territoire de la marine (biens publics inaliénables), n'est pas encore délimitée (communication personnelle du conservateur de la SPU), ce qui crée un flou juridique pouvant entraîner de graves erreurs. Selon Gouveia (1985), il est prépondérant de définir la situation juridique pour la détermination des formes de propriété, d'utilisation et de profit possibles afin qu'il n'y ait pas d'altérations définitives. Sans cela, il peut être laissé libre cours à une appropriation "sauvage" de la mangrove, pouvant causer la disparition totale de cet écosystème. L'urbanisation dans les mangroves limitrophes aux villes de Paranaguá et Antonina relève d'une politique locale prévisible et organisée. Une incompatibilité surgit entre la non-reconnaissance des habitants de la mangrove en tant que propriétaires et le fait de légitimer la mangrove habitable dans les documents d'urbanisme et dans les faits (électrification, atterrements, plans directeurs...).

La création des Aires de Préservation Permanente (code florestier loi n°4771 du 15 Sept. 1965), transformées ensuite en réserves écologiques (rés. CONAMA n°4 du 18 Sept. 1985) est cependant un garde-fou, une barrière de protection des mangroves. En effet, qu'elles soient du domaine public ou privé, les formes de végétation native ou primitive existant sans l'intervention de l'homme, sont protégées de toute action anthropique nocive, afin de maintenir les écosystèmes d'importance locale et de réguler leur usage. Ainsi, en tant que Réserve Ecologique, la mangrove ne peut être ni l'objet d'atterrements, ni de dépôts de déchets, ni de coupes.

Toutefois, si un impact est enregistré, et les mangroves touchées considérées comme définitivement altérées, l'IBAMA se charge de prévenir le Patrimoine de l'Union qui prend alors des mesures nécessaires pour exclure la zone de sa juridiction (communication personnelle du conservateur du patrimoine de l'Union). Certains pourraient profiter de ce fait connu en provoquant sciemment une altération définitive pour alors inciter un changement de la situation juridique et rendre le terrain accessible à la propriété et apte à la construction.

6.3.2 Une surprotection zonale et sectorielle.

La résolution CONAMA n°11 du 3 Déc. 1987 fait l'amalgame entre ce qui seraient unités de conservation et unités de préservation en instituant les Unités de Conservation.

Leur nombre dans la baie montre que la législation environnementale accorde une importance particulière à la mangrove. Leur existence permet de combler les vides juridiques, liés en partie à l'absence de la délimitation de la ligne de haute-mer moyenne de 1831.

Avec le "zoneamento do litoral", les doutes émanant des vides juridiques cités précédemment, se trouvent anéantis d'une part, grâce à la définition locale des mangroves (écosystème constitué de 3 espèces, cf §2), d'autre part, du fait qu'elles sont considérées dans leur tout, qu'elles soient en périmètre urbain ou non.

Il ressort de cette surprotection un déséquilibre Nord/Sud flagrant dans la baie. Dans le sud, composé des deux communes, Paranaguá et Antonina, les deux grands pôles d'activités engendrent des problèmes "socio-écologiques". Le clivage se fait dans le Nord, à partir de la limite de l'APA de Guaraqueçaba, avec l'absence d'un réseau de communications et de pôles d'activités créateurs d'emplois. Le contexte socio-économique est délaissé au profit de la sauvegarde des écosystèmes remarquables.

Les mangroves de la région de Guaraqueçaba se trouvent particulièrement soumises à une série de protections. Les îles de Pinheiro et Pinheirinho représentent un cas extrême: Aires d'Important Intérêt Ecologique (ARIE), elles font partie de la "Station Ecologique" de Guaraqueçaba, de l'Aire d'Environnement Protégé (APA) et du Parc National de Superagüi. Est-il réellement nécessaire d'imposer tant d'unités de conservation aux mangroves d'une même région, alors que leur statut de Réserve Ecologique suffirait amplement? De plus cette surprotection aboutit à la notion de "sanctuaire écologique", dont la connotation évoque l'idée, a priori négative, d'un espace sans l'homme. La mangrove est "sacrée", et pour justifier sa non-destruction on la cache derrière un rideau de feuilles juridiques. Cette surprotection semble cependant être le corollaire à l'état encore peu abîmé des mangroves dans la baie. Les 11 cas d'infractions enregistrées par le bureau régional de l'ITCF (cf annexe) ne représentent qu'un faible nombre de contrevenants. L'on est encore bien loin de la dévastation de la couverture forestière qui affecte notamment la "restinga" ou bien la "mata atlantica".

6.3.3 Une mauvaise exécution des lois.

Le problème de l'exécution de la loi se pose. Celle-ci apparaît fort complexe par la multiplicité des lois qui noient la mangrove dans son propre marais.

L'ITCF, bureau régional du littoral, nous a adressé un rapport qui synthétise la situation (cf annexe 4) et qui avoue son impuissance à verbaliser des municipalités, reconnues comme

responsables des cas d'urbanisation dans la mangrove. Très peu d'actes d'infractions dans la mangrove ont été enregistrés depuis la création de l'ITCF et par l'IBAMA.

Maciel (1984) insiste sur le fait que l'exécution de la loi doit être exigée pour que les mangroves soient suffisamment protégées. De plus les organes de contrôle se trouvent souvent sans base pour faire appliquer la loi; le zonage du Parc National de Superagui, fondement même de la protection et de la gestion adéquate des ressources naturelles dans cette partie de la baie de Paranagua, n'est pas édité par exemple. Ceci ne concerne pas les mangroves de l'APA qui sont classées en Zone de Vie Sylvestre. Aussi proposons-nous en appendice un mode alterné d'utilisation rationnelle/protection **des mangroves du parc National de Superagui à inclure dans le zonage.**

L'application de ces lois et décrets qui créent ces unités de conservation rentre dans le contexte général du Brésil. La dégradation de la qualité de l'environnement est punie dans les termes de la loi n°6938 (31 Août 1981), définissant la politique nationale de l'environnement, et par le décret fédéral n°99724 du 6 juin 1990.

Le contrôle de la protection de l'environnement est en partie effectué par la population, incitée par les pouvoirs publics, à dénoncer les contrevenants.

Tout dommage causé dans les unités de conservation est punissable pécuniairement ou par l'obligation de réparer s'ils sont considérés réversibles par l'IBAMA ou l'ITCF. Cela peut être réglé à l'amiable ou passer en justice si le contrevenant refuse tout compromis (loi 7347 du 24 juil. 1985). En réalité, le faible nombre de contraventions enregistrées peut montrer une incapacité des pouvoirs publics à faire appliquer les lois.

D'une part, les moyens financiers mis à disposition des organes de contrôle ne leur permettent pas d'effectuer ce que l'on est en droit d'attendre d'eux. D'autre part, les techniciens de l'IBAMA ou de l'ITCF chargés d'évaluer les dommages causés n'ont pas de jurisprudence ni d'autres bases leur permettant une estimation de l'impact. Ils ne sont en outre pas protégés pour résister aux pressions hiérarchiques, ou à celles venant du pouvoir politique en place.

Il paraît suffisant de considérer que l'écosystème a été dégradé, dans le sens contraire à la loi. La notion nouvelle de coût écologique doit être développée selon Maciel (1984) pour pouvoir considérer à court, moyen ou long terme une destruction d'une flore ou d'une faune et pour calculer le capital perdu pour une communauté, une préfecture ou une région. Mais elle demande l'institution d'une base de données trop importante pour être réellement efficace, et même si elle s'appuie uniquement sur des espèces bioindicatrices, elle est difficilement exécutable. En effet, il est difficile, même dans l'état actuel des connaissances, d'évaluer écologiquement et économiquement des impacts. Pour le moment, l'échelle du dommage est fonction du nombre d'unités de conservation agissant sur l'aire concernée. Un dommage sur des mangroves de la baie de Paranaguá, sur lesquelles s'applique une superposition de protections, sera sévèrement puni (communication personnelle ITCF). Il manque aussi des études d'impact (RIMA) autour des zones d'activités qui comportent des risques pour la mangrove. Il faudrait proposer des mesures compensatoires à d'éventuels accidents. Nous définirons ultérieurement une **série d'actions simples**, fondées sur la connaissance que nous avons dorénavant des mangroves de la baie, qu'il faudra envisager pour la **réhabilitation** des sites éventuellement abîmés.

6.3.4 Un éclatement des compétences.

Les entités engagées dans le secteur de l'Environnement ont des zones d'action souvent confondues et leur perception peut en être rendue confuse. Il existe, pour l'Etat du Paraná, des accords ponctuels entre l'organe fédéral, l'IBAMA, et celui de l'Etat, l'ITCF, ce dernier ne pouvant que restreindre, sans aller à l'encontre, la juridiction fédérale. Les Unités de Conservation dans la baie, créées principalement par les lois et décrets fédéraux, sont gérées en grande partie par l'ITCF, l'IBAMA lui déléguant ses pouvoirs. La création d'une unité de conservation pourra inciter à un regroupement des pouvoirs publics. Ainsi le "zoneamento do litoral" résulte du travail en commun de l'ITCF et de l'IPARDES; la création de l'APA, de celui de l'IBAMA, de l'IPARDES, de l'Université Fédérale du Paraná...

Le contrôle de la protection dépend alors de plusieurs entités ou d'une seule s'il y a eu délégation de pouvoirs.

De plus, la mangrove dépend de plusieurs organismes fédéraux et étatiques, puisqu'elle touche les domaines de l'eau, du littoral, de la pêche... La protection de cet écosystème dans la baie tombe alors sous le coup de plusieurs lois, fédérales ou de l'Etat, voire de règlements municipaux... Tous ces faits peuvent contribuer à une mauvaise interprétation de la protection et mener à de graves erreurs.

6.3.5 Information et éducation sur les mangroves dans la baie.

La ligne générale fixée par Maciel (1984) définit une politique adéquate d'une protection efficace des mangroves. Selon cet auteur, la législation environnementale n'est pas suffisamment connue, divulguée, ni utilisée. Connue certes, elle l'est, par ceux qui défendent ou qui étudient l'environnement, mais les décideurs de l'aménagement n'en ont pas forcément une idée bien claire, comme l'illustrent les deux études de cas d'urbanisation dans la mangrove. Les infractions commises par les maires, à l'égard de la mangrove, sont certainement facilitées par l'incapacité des pouvoirs publics à se punir eux-mêmes et par l'absence de contre-pouvoir de la part des communautés locales.

Dans l'Etat du Paraná, la législation environnementale est bien divulguée par l'édition et la distribution de la "Coletanea de Legislação Ambiental" par le secrétariat d'Etat à l'environnement et au développement urbain (SEDU). Le "Zoneamento do Litoral", loi issue de la collaboration de l'IPARDES avec l'ITCF, est aussi distribué. Le langage juridique utilisé par le premier n'est cependant décelable que par une petite portion de la société. La plaquette éditée par le Centre de Biologie Marine, plus abordable, apporte des informations aux populations voulant connaître la mangrove.

Nous abordons ici le domaine de l'information dans sa liaison avec ses sources d'obtention. Les données nécessaires à une approche globalisante des écosystèmes du littoral du Paraná,

sont retirées auprès de la SURHEMA, de l'IPARDES, de l'ITCF, du centre de Biologie Marine, des divers autres ministères de la fédération. Il est nécessaire qu'un seul organe intermédiaire regroupe ces bases de données informatives sur sa région et sur la protection de la mangrove, qui est un des écosystèmes importants du littoral. De nombreux diagnostics sont déjà faits (APA, zoneamento do litoral), mais ils omettent souvent, bien qu'ils aient des objectifs légitimés par une politique adéquate de développement régional, les relations entretenues réellement ou que pourrait entretenir la société humaine avec le milieu naturel. L'étude que nous avons menée se doit de compléter une approche souvent trop restrictive de la mangrove dans la baie.

L'éducation, fondement de la politique définie par Maciel (1984) doit servir en premier lieu à donner conscience que la mangrove est un patrimoine commun. Les reportages audiovisuels élaborés en association avec la communauté scientifique la montrent fragile, vulnérable, sensible aux actions naturelles et surtout humaines. Depuis plusieurs années, les recherches scientifiques tentent de montrer la productivité de cet écosystème, et le divulgue comme postulat. Il est certain que son fonctionnement écologique est très complexe. Si les mangroves sont riches, elles montrent une telle vulnérabilité dans leur équilibre, lié à leur position d'interface terre/mer, qu'une erreur d'aménagement, due à un manque de connaissances entraînerait probablement des dommages irréversibles. Dans le doute donc, mieux vaut s'abstenir d'inciter une utilisation des ressources de la mangrove et la protéger au maximum. Cette éducation sur l'environnement des mangroves ne doit cependant pas s'appliquer uniquement aux populations mais aussi, et particulièrement, aux décideurs de l'aménagement qui tiennent les rênes du développement. Aux différents échelons administratifs correspondent des impératifs qui sont parfois contradictoires. Les intérêts du maire pour sa commune, du conseil du littoral pour la région, peuvent diverger de ceux de l'Etat, voire de la fédération, en ce qui concerne la protection ou l'utilisation des ressources des mangroves.

La formulation du projet d'éducation des habitants du quartier Vila Guarani, demandé par la SUREHMA (§5), montre comment l'appréhension des petites communautés littorales par les pouvoirs publics est erronée. L'éducation d'une population, en majorité analphabète, sur des problèmes d'environnement ne consiste pas seulement en une simple instruction, mais doit être comprise dans un sens plus global. S'il faut expliquer qu'il ne faut pas jeter des déchets dans la mangrove de ce quartier, il faut aussi y organiser un réseau de collecte de déchets. L'interdiction de faire des atterrements dans la mangrove apparaît aussi inadéquate quand la montée de l'eau jusque dans les habitations engendre des conditions de vie pénibles. Victime de l'exode rural et de la pauvreté, refoulée dans la mangrove, cette population n'a aucun droit foncier. Il faut dépasser le cadre de la protection de l'écosystème mangrove pour aborder celui de la protection de ces communautés humaines. Evincer ces populations de la mangrove où elles sont installées, ne fait que repousser un peu plus loin les mêmes méfaits sur l'environnement, et les exclut d'un espace auquel, elles se sont, tant bien que mal, adaptées. Ce n'est que le fruit d'une politique au coup par coup qui ne considère pas le développement et la conservation des écosystèmes et des sociétés humaines dans leur globalité et de façon harmonieuse.

Une politique volontariste ne se servant pas uniquement de l'existence des Unités de Conservation comme alibi, mais qui impose en premier lieu l'application des lois peut permettre la protection efficace de la mangrove. Il est urgent que toutes les entités trouvent un terrain d'entente intermédiaire afin que les lois soient complémentaires, et applicables pour le bénéfice de toutes les communautés locales, à travers une gestion harmonieuse des espaces naturels.

Conclusion.

Les mangroves de la région littorale du Paraná subissent, avec cependant une moindre ampleur, les mêmes méfaits que ceux que connaissent leurs autres consœurs brésiliennes ou américaines. L'on est loin de l'utilisation de ce milieu pratiquée séculièrement par les populations asiatiques et africaines qui peut conduire parfois à la réduction voire la destruction de cet écosystème.

Les enjeux de la protection et de la conservation ne suivent pas les mêmes chemins dans "l'ancien et dans le nouveau" monde; dans le premier ce sont les objectifs de conservation (la mangrove source de nourriture) qui priment; dans le second, c'est la protection d'un "patrimoine écologique" (la mangrove espace fragile), confrontée à l'expansion urbaine et industrielle.

Il apparaît surtout un clivage Nord/Sud dans la baie: dans le Nord les activités sont sacrifiées au profit de la protection des écosystèmes. Dans le Sud, les activités importantes qui attirent de nombreux investissements pour maintenir la dimension commerciale, internationale, et touristique impliquent une politique à court terme de non-intégration des écosystèmes, devant conduire à leur disparition. Dans les deux cas, cela porte préjudice aux petites communautés autochtones dont les conditions de survie sont menacées, induites par l'habitat dans la mangrove, et par l'interdiction d'exploiter les ressources offertes par la mangrove.

L'interdiction, résultant des décrets et lois successifs portant sur la mangrove dans la baie, d'en utiliser toute ressource, d'y effectuer toute activité, lui confère un caractère "sacré". Rendue ainsi "intouchable", elle peut paraître plus étrange dans les esprits. Le labyrinthe des lois de protection au sein des trop nombreuses entités ne représente qu'un alibi face aux réels problèmes socio-économiques. Il est en outre facilement contourné par l'absence d'application des lois et les lacunes du système juridique.

**7. LES PRINCIPES GENERAUX D'UNE GESTION RATIONNELLE DES
MANGROVES DE LA BAIE.**

Les nouvelles connaissances que nous apportons sur les mangroves de la baie de Paranaguá peuvent permettre des projets d'aménagements ponctuels dans le cadre d'une politique de développement durable selon un modèle juridique plus adapté de protection/conservation.

7.1 Un rééquilibrage des forces.

7.1.1 Principes généraux.

Le maintien de la mangrove dans la baie est une des garanties du renouvellement des ressources naturelles exploitables dont peuvent bénéficier les populations locales (Diegues, 1987). Nous proposons donc une série d'interventions d'améliorations du fonctionnement actuel de la mangrove (approche macrosystémique) déduite des connaissances que nous apportons. Ces interventions n'annuleront pas le bien-fondé actuel des Unités de Conservation régissant les mangroves, mais inciteront plutôt à l'application des lois. Elles vont dans le sens des politiques nationales de conservation de ces écosystèmes en insistant sur les mesures de protection/conservation: **protection** de l'écosystème contre des activités préjudiciables à son fonctionnement, **conservation** pour l'utilisation rationnelle de certaines ressources renouvelables offertes par l'écosystème. Elles donnent une nouvelle ampleur aux objectifs fixés par les entités territoriales dans le cadre d'un développement durable ("Zoneamento do litoral", APA de Guaraqueçaba, Parc de Superagui).

7.1.2 Etat actuel.

La figure 61 représente le poids du système juridique dans le schéma actuel de la mangrove dans la baie. Nous y voyons que la mangrove est une unité globale à l'intérieur de la baie de Paranaguá, au sein de la région littorale. Au-dessus de la mangrove perçue globalement se trouve un pôle, d'unités de conservations, déséquilibré par l'urbanisation, les activités portuaires et l'extraction des ressources animales. La disparité au sein de la sphère de contrôle définie dans le chapitre 1 apparaît avec les nombreuses entités territoriales compétentes en matière d'environnement.

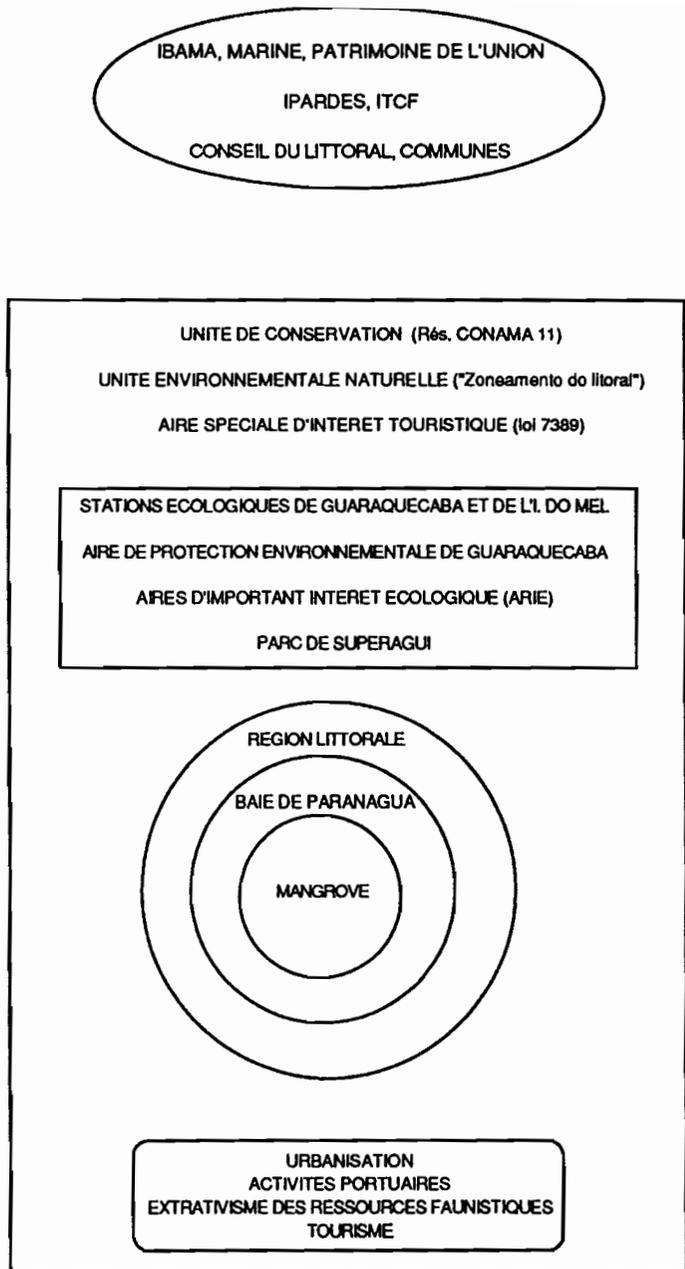


Fig. 61: Poids du cadre juridique dans le schéma actuel de la mangrove dans la baie.

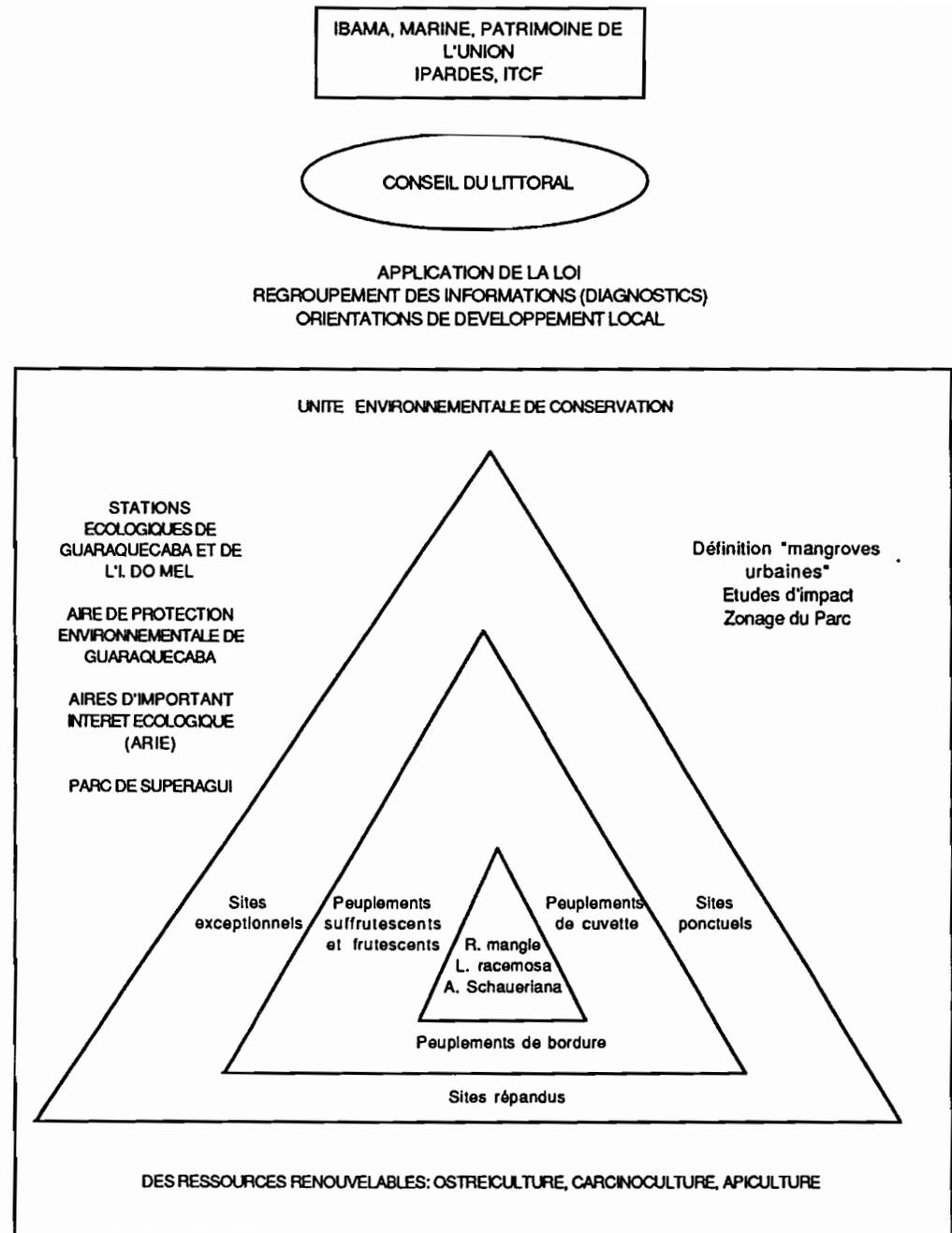


Fig. 62: Nouvelles orientations pour une gestion équilibrée en fonctions des composantes naturelles du milieu.

La communauté scientifique brésilienne s'accorde à dire qu'il est nécessaire d'interdire toute utilisation de la mangrove, cette position radicale suit le sens des lois et décrets passés, surtout le "Zoneamento do Litoral". Mais la proposition d'alternatives pour une utilisation rationnelle des ressources suivrait les objectifs généraux fixés par le "Zoneamento do litoral" et surtout servirait les populations locales. Il ressort surtout une contradiction: pourquoi interdire toute activité dans la mangrove alors que sa productivité importante sert de postulat? N'est il pas possible d'atténuer les interdictions radicales du "Zoneamento do Littoral" par exemple, en proposant des alternatives utilisant rationnellement les ressources de ces mangroves? Une bonne conduction d'un projet d'aquaculture n'est pas incompatible avec la protection des mangroves.

7.1.3 Nouveau scénario.

Avec la figure 62, nous proposons une nouvelle version de ce que devrait être la perception de la mangrove dans la baie. Le rééquilibrage protection/conservation est proposé en fonction des composantes naturelles du milieu des mangroves. Composées des trois espèces, les mangroves se divisent en trois sortes de peuplements au sein de trois types "d'habitat" définis précédemment (§4). Les **mangroves de bordure** et surtout celles qui habitent des sites **répandus** (cf. Tab.21) doivent être des **unités locales de conservation** pour l'utilisation rationnelle de leurs ressources renouvelables. Des **unités ponctuelles de protection**, au sens de la protection contre toute activité, quelle qu'elle soit, doivent principalement s'appliquer aux **sites exceptionnels et ponctuels, ainsi qu'aux peuplements suffrutescents, frutescents.**

La distinction entre les unités de conservation et celles de protection doit être présente dans les esprits afin que la mangrove soit intégrée dans une politique de développement régional. Pour cela toute activité purement prédatrice doit être interdite dans la mangrove, comme le souligne le "zoneamento do litoral". Les directives doivent inciter plutôt à une utilisation rationnelle des ressources aquacoles. Les systèmes de protection et de conservation doivent être adaptés à chaque unité de la mangrove de la baie, en fonction de ses caractéristiques

locales intrinsèques. Ainsi la conservation pour l'utilisation rationnelle des ressources aquacoles ne pourra s'appuyer que sur les forêts, hauts-fourrés et bois-fourrés de mangrove des deltas de rivière, des bordures des cours d'eau et des baies ouvertes. Le reste des unités formera la majeure partie des unités de protection. Pour toute autre activité qui serait nuisible aux mangroves, une étude d'impact devrait être obligatoire (RIMA); nous proposons des mesures compensatoires qui devront être prises globalement après un accident éventuel (surtout catastrophe liée aux activités portuaires).

Pour faciliter la diffusion de l'information, il faudrait donner au Conseil du Littoral un véritable pouvoir médiateur. Constitué en proportions identiques par des personnalités élues et par des administrateurs des organismes d'Etat (§1), il devrait centraliser toutes les décisions venant de la sphère de contrôle pour les faire appliquer au niveau local. Il devrait recevoir les autres informations qui arrivent au niveau de la sphère réelle (instituts de recherche, communes...). Ces rôles sont déjà définis dans sa constitution, mais il est le siège de dissensions politiques qui limitent son fonctionnement.

Il aurait pour rôle d'inciter l'IBAMA et le Patrimoine de l'Union (entités nationales) à travailler conjointement avec la communauté scientifique pour légitimer juridiquement la mangrove, en définissant ses limites.

7.2 Planning écologique des ressources naturelles.

7.2.1 Aptitudes spécifiquement végétales.

Nous donnons ici les arguments écologiques à une gestion des espèces végétales pour une réhabilitation de sites endommagés par des impacts éventuels (coupes, pollution...). Ceci rentrerait dans le volet des mesures compensatoires proposées par une étude d'impact. Les plantations dans la mangrove en général sont très viables (Valandoon, 1979, Martin, 1988). Dans la baie de Paranaguá, l'espèce à privilégier pour la réhabilitation de certains sites coupés est *L.racemosa* (mangue branco). En effet, elle montre toute une

panoplie de capacités intrinsèques qui font qu'elle prédomine dans la baie. Ses graines sont pré-adaptées au froid relatif qui règne en hiver, de plus, légères et produites en grande quantité, elles sont aptes à coloniser la majorité des sites. Son caractère d'espèce particulièrement héliophile la rend plus compétitive que les deux autres espèces. A ce titre, il est possible donc qu'elle soit coupée ponctuellement, à condition d'être replantée, pour la fabrication d'outils de pêche et autres, traditionnellement utilisés par les collectivités locales.

Elle paraît aussi plus capable de supporter une moins grande périodicité de submersions. Cela ne doit pas induire pour autant la plantation systématique de cette espèce au détriment des deux autres qui conduirait à la production de peuplements monospécifiques de *L. racemosa*. **Les deux espèces *R. mangle* et *A. schaueriana* (mangue vermelho et mangue preto ou siriüba) peuvent être plantées conjointement à *L. racemosa* dans les sites à réhabiliter, principalement dans ceux de bordure où la caractéristique principale est la plurispécificité.**

Dans les endroits qui auront subi un impact quelconque conduisant à la **disparition de la végétation qui maintenait le sédiment en place**, particulièrement soumis à des phases de dépôt/retransport (débouché des rivières et marigots sur les grands distributaires ou les bancs émergés), **la plantation de l'espèce *R. mangle* sera préconisée** en premier lieu. Ses graines oblongues sont capables de séjourner et de se développer plus facilement dans le sédiment vaseux ou argilo-limono-sableux. Le réseau racinaire qui permet l'ancrage de l'arbre sur ce type de substrat ne suffira pas cependant à fixer le sédiment définitivement. **Ceux de *L. racemosa* et d'*A. schaueriana*, très denses, composés d'un système radial, faciliteront ultérieurement la fixation du matériau sédimentaire.**

La récolte des semences dans les sites proches de ceux abîmés, devra précéder les plantations, les deux se faisant de préférence **en fin de saison hivernale ou en saison estivale**, ce qui correspond au moment où les graines sont produites en quantité.

Les **peuplements de bordure** qui seraient les **principaux affectés par la pollution** venant des eaux devront être rétablis, ceci induisant en majorité la **replantation conjointe des trois espèces**, principalement dans les zones d'estuaire (deltas de rivière, îles de confluence) pour favoriser une **diversité spécifique**.

La phase de plantations pourra se produire sans délai après une coupe.

Par contre après une pollution éventuelle, dérivée d'un déversement de substances nocives (pétrole et autres cf. 4.4), il faudra attendre que les effets toxiques, dont la durée est d'au moins 6 mois (volatilité du pétrole...), disparaissent (Martin, 1988). La faune benthique qui agit favorablement sur la biodégradation du pétrole (Dutrieux, 1989) serait le témoin d'un début de réhabilitation naturelle des sites abîmés qui devra être accélérée par la replantation d'espèces végétales.

Il **ne faudra, a priori**, tant que leurs effets ne sont pas connus localement, **déverser aucune substance chimique qui accélérerait la dégradation du pétrole**, tels les dispersants, par exemple, qui augmentent dans une première phase la toxicité du pétrole, et qui risquent par là même d'endommager de façon plus importante les espèces animales ou végétales.

Un lavage à l'eau du sédiment serait souhaitable pour minimiser la concentration du pétrole dans le sédiment, si les submersions ne sont pas suffisantes pour l'évacuer, notamment dans les zones internes, en arrière des bordures, sur le haut-schorre sableux. Cette forme de dépollution induit un coût élevé, et n'est une solution envisageable que par un petit nombre d'entreprises.

7.2.2 Evaluation des dégâts éventuels sur des peuplements de mangrove.

Les variables structurelles et fonctionnelles qui nous ont permis de définir les peuplements végétaux ont abouti à leur classification synthétique à laquelle il a été possible d'attribuer une évaluation de leurs potentialités intrinsèques (cf. §4). La nouvelle définition des mangroves proposée repose aussi sur les capacités naturelles des peuplements à revenir à leur état initial après un facteur de stress, et qui est le phénomène de résilience.

Un **dégât, même de faible ampleur, dans un site de mangrove exceptionnel ou ponctuel** aura un grand impact "écologique", dans la mesure où la **destruction y sera irréversible.**

Les mêmes dégâts dans les **sites très favorables** naturellement au développement des mangroves **n'auront pas la même ampleur**, la restauration du milieu étant directement fonction de l'énergie imprimée quotidiennement par les marées, et fonction aussi de la diversité et de la richesse structurale des populations végétales et animales. Les mangroves de bordure représentent donc une sous-partie de l'écosystème mangrove capable de se régénérer plus facilement à **condition que le drainage naturel ne soit pas modifié.** Ces sites de bordure seraient cependant les principaux lieux d'occurrence d'impacts éventuels de très grande ampleur (pollution pétrolière...) qui affecteraient une grande partie de la chaîne trophique.

Les mangroves sont donc à **protéger en priorité** quand elles forment des **peuplements suffrutescents et frutescents, les fourrés et bois-fourrés.** Les sites protégés seront les **îles maritimes** (îles da Cotinga, et Rasa da Cotinga), la majorité des **îles de confluence** appartenant déjà à l'APA de Guaraqueçaba. **Les prairies de cypéracées, les bancs de *S. alterniflora* et les apicums,** qui constituent l'autre partie des écosystèmes de plaine de marée dans la baie (Angulo, 1991) doivent aussi être **protégés** en priorité. Les prescriptions du "zoneamento do litoral", et de l'APA qui interdisent toute activité dans les mangroves doivent être appliquées par voie préférentielle à ces zones vulnérables.

Il sera possible de pratiquer **certaines petites activités ponctuelles, sans modification du drainage et de façon non systématique dans les unités de conservation formées par les forêts** (accessoirement hauts-fourrés bois-fourrés) de marigots, de baies ouvertes et de deltas de rivière.

7.2.3 De l'extraction à l'aquaculture.

Définie par SPVS (1991) comme une alternative prometteuse de développement local, l'aquaculture peut être définie à partir de la mangrove, dans la limite de la connaissance apportée sur les peuplements la constituant. Ainsi, il est possible d'indiquer les sites potentiellement favorables à cette activité, ainsi que la viabilité de la culture des espèces locales.

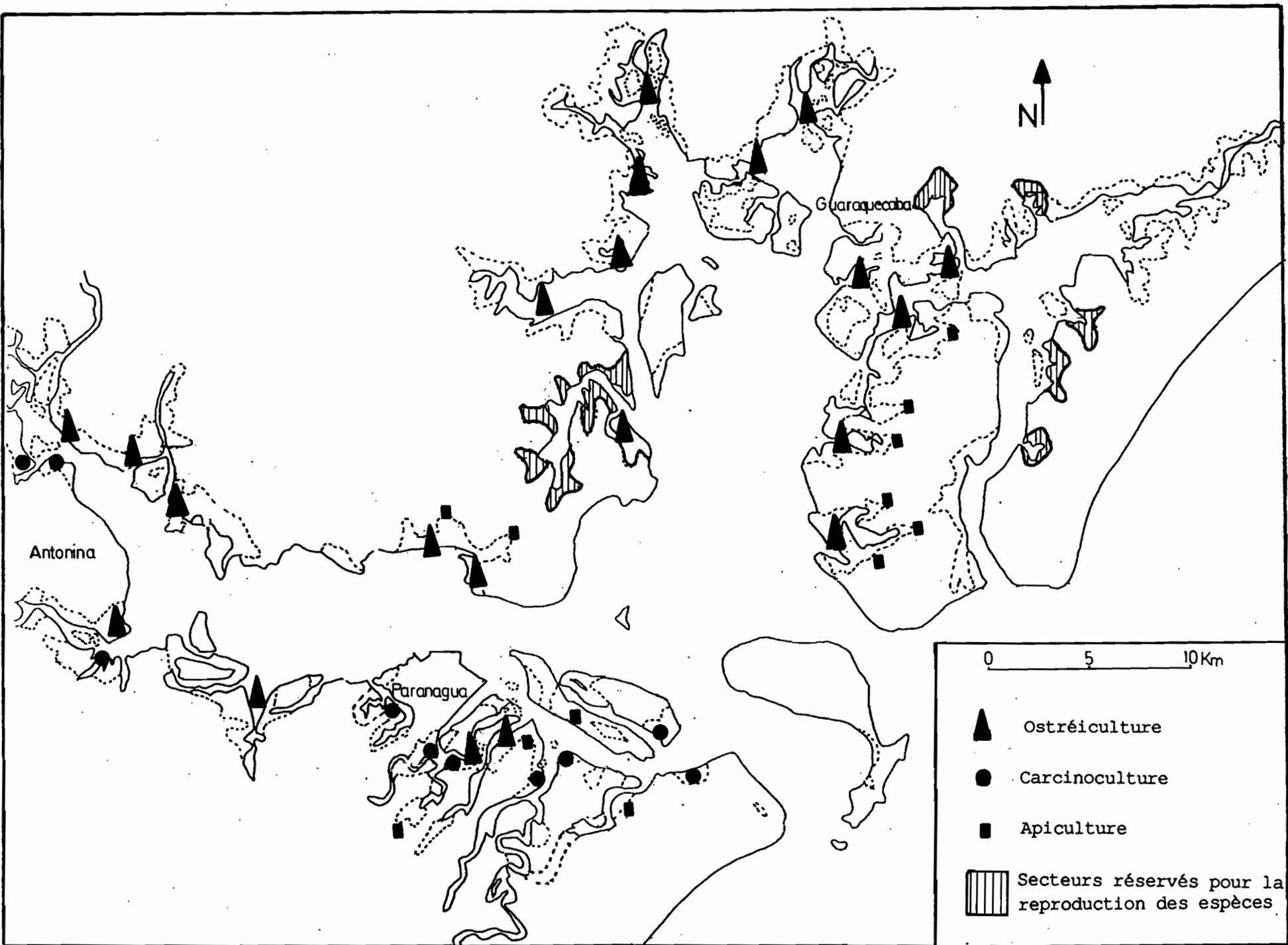
La protection juridique actuelle des mangroves dans la baie crée une obstruction à l'aquaculture dans la baie. Cette activité, dont le potentiel et le support existent déjà, constitue cependant une alternative très intéressante, d'autant plus que les eaux de la baie ne sont pas encore, ou peu polluées par les industries. Le garant de l'aquaculture est la protection de la qualité des eaux qui devra être suivie par les municipalités et surtout mise en œuvre par le conseil du littoral. Le réseau de prélèvements pour un suivi de la qualité des eaux sera apposé aux sites d'exploitation semi-itinérants.

Une première restriction est fondamentalement liée à la fragilité de la mangrove, prise dans sa globalité. **Tout projet industriel d'ampleur moyenne ou grande est à proscrire, car il constituera une forme d'impact trop important, une surface de 500 m² paraissant raisonnable pour pratiquer cependant une activité socio-écologiquement rentable.** En outre il faudra interdire l'introduction d'espèces aquatiques exotiques, au moins dans la mangrove, en préconisant la culture des espèces endémiques.

Les délais d'existence de cette activité dépendront principalement de la résilience du milieu. Une période comprise entre 2 et 5 ans permettra la formation d'un stock fournissant ainsi une disponibilité en biomasse animale, pour la consommation directe des communautés locales, principales artisanes de ce projet.

Les coûts d'installation d'une activité aquacole ne devront pas être importants. Il faudra trouver un juste équilibre entre la rentabilité économique et les prescriptions inhérentes au fonctionnement écologique.

Fig. 63: Carte des sites possibles d'aquaculture en bordure des mangroves (e:1/25000).



A ce titre, il faut envisager les activités aquacoles, à micro-échelle spatiale et temporelle. La pratique de l'activité aquacole, se tenant sur la base de l'utilisation primaire des ressources du milieu, ne nécessitant pas l'installation d'une infrastructure coûteuse et pérenne, serait un outil plus adapté, plus conforme à la réalité sociale et culturelle des communautés villageoises. Ainsi des nurseries pour la fécondation *in vitro* et la première phase de croissance des espèces concernées, rentables uniquement à un niveau de production industrielle, ne seront pas envisagées. Les jeunes individus y seraient achetés par des personnes qui ont déjà un fond de fonctionnement. Les pêcheurs utilisés comme main-d'œuvre à bas prix ne pourraient profiter de ces nurseries.

L'activité aquacole doit en priorité être gérée et pratiquée par ces communautés locales, pour assurer au moins une source de nourriture et accessoirement pécuniaire. Le corollaire à une telle activité, qui n'implique pas de lourds investissements, est l'organisation des communautés villageoises littorales entre elles et un soutien technique apporté par les pouvoirs locaux.

• **Les sites d'aquaculture.**

La figure 63 montre la répartition des sites où l'aquaculture pourrait être développée. L'on y voit que toutes les communes sont concernées par cette éventualité. Leur nombre est en relation avec l'importance prise en surface par les unités de conservation. On préconisera cependant une extension spatio-temporelle des sites afin d'éviter une trop grande concentration qui serait nuisible. Eloignée des grandes concentrations urbaines et à une relative proximité d'un certain nombre de communautés de pêcheurs, cette activité pourra être semi-itinérante.

Les sites exploités, au moins pour l'ostréculture, devront être de faible ampleur: orientés parallèlement à la berge, sur une longueur minimum de 50m., ils auront une largeur maximum de 10 m*, et seront utilisés entre deux et cinq ans. Les "cueillettes" et ramassages devront s'effectuer selon un certain calendrier propre à chaque espèce récoltée. Cela ne

* Ce chiffre correspond à la largeur moyenne des peuplements de bordure, atteints quotidiennement par le flot.

devra pas dépasser 5 ans, période équivalente à 5 récoltes estivales de caranguejos ou d'huîtres.

Cette aptitude globale de l'activité aquacole extensive dans la baie doit être définie localement. Elle est en partie rendue possible par le gel des bassins régionaux (R. Medeiros, R. Poruquara), qui serviront de sites particulièrement aptes au renouvellement naturel des espèces (Fig.63).

*** Les espèces endémiques à cultiver.**

L'analyse de certains descripteurs avantageux pour les espèces doit induire la viabilité locale de l'activité aquacole.

La réussite de cette culture dépend de l'existence de la mangrove comme fournisseur d'énergie et de nourriture aux organismes aquatiques. La communauté scientifique doit intervenir pour proposer un plan de culture viable de ces espèces, ceci passe par la connaissance de leurs principaux descripteurs écologiques.

Le tableau qui suit prescrit les caractéristiques générales de la culture des espèces endémiques.

Espèce	salinité	habitat	récoltes possibles	sites praticables
<i>C. rhizophorae</i> (Ostra)	polyhaline	racines aériennes pieux	une fois par an et au plus tous les 6 mois	Frange de forêts de bordures des deltas de rivière, baies ouvertes, îles de confluence.
<i>U. cordatus</i> (Caranguejo)	polyhaline	sédiments vaso-sablo-limoneux	Nov. Déc.	Forêts de bordure et haut-fourrés inondés périodiquement
<i>M. faicata</i> (Sururu)	mésohaline (7-14‰)	bancs vaso-limoneux	ts les 6 mois	Bancs face aux baies ouvertes, îles de confluence, sauf ceux recouverts par <i>S.alterniflora</i> .
<i>Mytilus</i> sp. (Mexhilão)	polyhaline	pleine-eau	ts les 8 mois	Grands distributaires, marigots.

Tab. 27: Prescriptions générales pour l'aquaculture de quatre espèces endémiques dans la baie de Paranaguá.

- Selon un rapport de l'EMATER, la cueillette de l'huître (*C. rhizophorae*, ostra) est une source importante de revenu pour la communauté de l'île Teixeira (commune de Paranaguá). La production de l'huître doit maintenant à très court terme dépendre de l'ostréiculture, car le marché de consommation s'est intéressé à cette espèce. Les expériences conduites par T. Absher (océanographe au CBM, 1988-91), dans les mangroves de marigots montrent la viabilité d'une telle culture dans les eaux de la baie. Les larves pêchées dans le milieu de la baie (I. das Cobras) ont été fixées dans les mangroves du R. Bagaçu, et ont atteint leur taille de commercialisation en un peu moins d'une année (T. Absher, 1990). Le potentiel de larves existe encore dans la baie, la fécondation in vitro de l'espèce a pu aussi être menée à bien par T. Absher.

L'ensemencement des larves sera intensifié par l'installation de **capteurs en berge** de mangroves, dont le rôle complèterait celui des racines échasses des *Rhizophora mangle*. Au bout de 4 à 10 mois les jeunes individus atteindraient la taille commerciale. Nous préconisons une récolte par an, au maximum deux, afin de garantir l'avenir de l'espèce (reconstitution du stock par roulement annuel).

- L'extraction concerne aussi d'autres mollusques, mais dans une moins grande proportion. Déjà présents dans la baie, ils sont susceptibles d'être cultivés. Ainsi les moules de vase (*M. falcata*, sururu) et de pleine-eau (*Mytilus* sp., mexhilão) pourraient être cultivées dans la baie.

En ce qui concerne la **moule de vase**, la culture ne pourrait se faire que dans des zones particulières, tels les bancs vaseux sans couverture végétale (ni mangrove, ni bancs de *S. alterniflora*). Ces bancs en faible proportion ne pourront garantir qu'une culture limitée du sururu. Le mode de ramassage pourrait emprunter un caractère prédateur pour les bancs (remise en suspension de la vase, indifférenciation de la taille des individus pêchés). Aussi nous préconisons plutôt des **cultures expérimentales** de cette espèce, principalement dans la région de l'APA de Guaraqueçaba qui détermineraient un **outillage adapté** pour la récolte des individus les plus matures (sortes de tridents ayant une largeur à ajuster).

En ce qui concerne la **moule d'eau**, il suffirait d'installer des **capteurs** pour la fixation des larves situés en pleine-eau, de 0,5 à 5 m de profondeur, formés par des tables. Les grands distributaires, à l'exclusion du Canal da Galheta où transitent les navires, pourraient contenir un grand nombre de pêcheries de moules. Certaines pourraient être installées dans les marigots, dans la mesure où ils contiendront, malgré les marées, un certain volume d'eau. **Là encore, la récolte devra suivre un calendrier** pour favoriser la croissance des individus et leur reproduction.

- La mangrove, telle qu'elle existe, devrait garantir l'avenir du **caranguejo** (*Ucides cordatus*, crabe de mangrove). Nombreux sont les peuplements dans la mangrove qui serviraient de sites à leur culture. **La carcinoculture constituerait encore une alternative intéressante de développement dans la majorité des mangroves**: les forêts de bordure et les hauts-fourrés et bois-fourrés caractérisés par une submersion quotidienne et par un substrat argilo-limono-sableux. Le problème réside en un point. Toute modification du système d'écoulement des eaux superficielles, quelle qu'elle soit, est strictement interdite dans la mangrove; aussi ni des digues en dur ne seront construites, ni des bassins, creusés, pour l'élevage des crabes. Les animaux ne pourront donc être fixés à aucun site, à moins que de la nourriture leur soit apportée dans un endroit donné (collecte de déchets organiques produits par les communautés locales), avant la période de pêche. **Les récoltes devront s'y effectuer selon un calendrier tournant**; le site où auront été pêchés les caranguejos, ne devra pas être visité l'année suivante. La loi prescrit en outre la rationalisation de l'extraction de cette espèce en incitant à la récolte des mâles.

La production de miel de fleurs de mangrove est aussi possible, à condition que les abeilles soient endémiques. L'installation de petites unités de ruches peut se faire en arrière des mangroves suffrutescentes et frutescentes. Cette activité nécessite une excellente connaissance technique, ainsi qu'un matériel coûteux, et devra donc être soutenue financièrement par des subventions des organismes d'Etat.

7.3 Nouvelles données juridiques.

7.3.1 La définition de la limite de la mangrove

Nous ne proposons pas un retraçage de la ligne de haute-mer de 1831, par le Patrimoine de l'Union. Il suffit que cette entité nationale reconnaisse et accepte la limite de mangrove fixée par le "zoneamento do litoral" au 1/250 000, dans la mesure où cela est possible juridiquement. Le médiateur de cette échange de données pour la constitution de la limite juridique viable de la mangrove qui devra être acceptée au niveau fédéral, national et régional pourra être le conseil du littoral. Trois représentants de chacune de ces entités travailleraient en commun pour définir les coordonnées géographiques de cette ligne légitimant enfin les mangroves. C. Soares, géologue à l'UFPR, est en train d'établir cette ligne pour ce qui concerne la partie Ouest de Superagüi, et la plaine côtière, face à l'atlantique, de Pontal do Sul à Praia de Ieste.

7.3.2 Un complément à la définition juridique du "zoneamento do litoral".

Les connaissances apportées sur les peuplements de la mangrove dans la baie (cf tableau 21) peuvent être intégrées à la définition des mangroves qui existe déjà dans le "zoneamento do litoral" (cf paragraphe 2.6). Cela rendrait possible l'appréhension d'une forme de gestion rationnelle.

<<Les mangroves présentent dans la baie des sites d'installation favorables ou peu favorables

- **Les sites exceptionnels:** zones amont des bassins, des deltas de rivière.
- **Les sites remarquables:** les îles maritimes et de confluence.
- **Les sites communs:** les deltas de rivière, les bordures de cours d'eau, les baies ouvertes.

Elle est formée dans la baie de trois grands types de peuplements végétaux qui se partagent de façon différentielle ces sites:

- **Les formations basses** -mangroves suffrutescentes et frutescentes- de haut-schorre sableux,
- les fourrés, bois-fourré de cuvette, qui sont des **peuplements internes**,

- les forêts bien développées structurellement et floristiquement, en bordure uniquement.>>
 << Les sites de mangrove **exceptionnels et remarquables** constitueront avec toutes les **formations basses** de mangroves inférieures à 6m de haut (fourrés suffrutescents, frutescents, fourrés...) des **unités de protection** où toute activité sera interdite. Dans les autres sites et peuplements, considérés comme des **unités de conservation**, il sera possible de pratiquer un mode d'aquaculture non-pérenne, dans les limites fixées par leur viabilité naturelle.>>

Il serait possible de permettre l'octroi de **concessions** dans les **mangroves de bordure**, d'une surface moyenne de 500 m², pour une durée de minimum de 2 ans et maximum de 5 ans (temps et espace nécessaires pour mettre en place un projet d'aquaculture, et suffisants pour ne pas endommager irrémédiablement le site).

7.3.3 Une décision exceptionnelle.

Le conseil du littoral devrait inciter à la définition d'un **statut juridique exceptionnel des mangroves dites "urbaines"**. Le Patrimoine de l'Union délésterait de leur juridiction ces mangroves qui appartiendraient aux territoires communaux. Ceci doit être une **décision exceptionnelle** qui doit être prise au plus vite pour les mangroves du quartier Vila Guarani, pour celles des parties Nord-Est et Sud-Est de Paranaguá, pour celles de la Ponta Graciosa (Antonina), ainsi que dans les mangroves habitées par les petites communautés rurales de Guaraqueçaba. **Il ne faudra pas étendre ce principe à toute mangrove susceptible d'être englobée dans le futur par une urbanisation éventuelle**, en gélant les autres mangroves vis-à-vis de cet impact. Les maires ne devront pas inciter de construction dans la mangrove, sinon ils seront contrevenants à la loi et devront être punis. Tout habitat irrégulier futur devra ensuite être détruit dans la mangrove. **Des solutions foncières devront aboutir à la fourniture d'un espace appropriable, accessible par les familles de faible revenu, qui ne se situe pas dans la mangrove.**

Conclusion.

Nous proposons, sur la base des connaissances apportées par l'analyse de l'écosystème mangrove dans la baie et tout ce qui y est afférent, une série d'interventions qui serait compatible avec les principes de protection/conservation définis dans la législation brésilienne sur l'environnement. La mangrove doit être réhabilitée dans la baie, non seulement grâce à un nouveau schéma de perception, mais surtout grâce à ses capacités intrinsèques qui permettent de la considérer comme un espace viable, dont une partie est potentiellement consommable par les communautés locales.

Les principes fondamentaux de la protection/conservation reposent sur l'appréhension de peuplements différenciés par leur diversité spécifique, leurs formes et leurs "habitats" ainsi que leur productivité, en corrélation avec leur viabilité intrinsèque. La connaissance des spécificités de la mangrove permet, en prévision d'un impact, d'évaluer les potentialités de rétablissement des sites. Une série de mesures de réhabilitation se fonde sur les aptitudes spécifiquement végétales, ainsi que sur la capacité naturelle du milieu à se régénérer; suite à une coupe, ou une pollution, il est possible de replanter les espèces, en général *L. racemosa*, et en particulier, *R. mangle* et *A. schaueriana*.

L'impact peut être évalué à partir de son ampleur, de son action irréversible ou non sur tel ou tel type de peuplement; même de faible ampleur, il sera inadmissible car aura un effet irréversible dans les fourrés suffrutescents, frutescents, dans les haut-fourrés des îles maritimes, de confluence, de marigots, ainsi que dans les bancs de *S. alterniflora*, les prairies de cypéracées semi-halophiles, les apicums. D'ampleur moyenne ou grande, une pollution accidentelle affectera principalement les mangroves de bordure; en cas de coupe, le dommage n'est pas irréversible ou en cas de pollution, les effets sont nocifs à court terme, la réhabilitation peut être rendue possible par la plantation des espèces végétales.

On sépare les unités de protection de celles de conservation, lesquelles rendent possibles certaines activités ponctuelles aquacoles. Des projets ponctuels d'aquaculture de faible ampleur, semi-itinérants, à partir des espèces endémiques, et qui ne modifient aucunement les conditions de drainage, sont viables dans ces unités de conservation. Ils peuvent être

menés selon les prescriptions techniques que nous avons définies dans la limite de nos connaissances de la discipline aquacole. Cette nouvelle légitimité de la mangrove, est complétée par 3 nouvelles données juridiques complémentaires (la définition de la limite de la mangrove, celle qui supplée à celle du zoneamento do litoral, et enfin la reconnaissance exceptionnelle des mangroves "urbaines").

CONCLUSION GENERALE

Dans cette étude, nous apportons une contribution à l'analyse de l'écosystème mangrove et plus spécifiquement celui, bien caractérisé de la région littorale du Paraná, au Sud-Est du Brésil. Nous avons tenté de préciser les rapports actuels existants entre les sociétés humaines et cet écosystème et de résoudre leurs ambiguïtés en répondant à la question initiale, à savoir: la mangrove peut-elle en partie être considérée comme un milieu potentiellement utilisable par l'homme?

La présence exceptionnelle de la mangrove sous ces latitudes septentrionales est expliquée par la protection climatique offerte par la Serra do Mar. Abrisée des assauts des vagues océaniques par une plaine côtière étendue, la baie de Paranaguá offre 310 km² de terres soumises au balancement des marées à la mangrove, constituée de *L. racemosa*, *R. mangle* et *A. schaueriana*, occasionnellement accompagnée d'autres écosystèmes amphibies.

Le but de la majorité des lois et études de développement régional est de réduire les dissensions entre le mode de maîtrise des ressources naturelles et la réaction des écosystèmes à leur prospection. Dans ce vaste contexte, la mangrove a toujours été considérée par toutes les entités territoriales dans les domaines de la prévention (juridiction, information), de la recherche (fondamentale principalement, et appliquée), de la représentation imagée, comme une unité globale et fragile à protéger de façon radicale.

La complexité qu'elle montre dans ses réponses corrélées à un gradient hydrologique, intégrateur de phénomènes zonaux, régionaux et locaux ne permet plus alors de la considérer comme une unité, mais comme un assemblage de peuplements.

Les bilans généraux apportés par cette étude concernent ainsi un certain nombre de disciplines dont nous avons appliqué les méthodes d'études. Dans le temps qui nous était imparti, après 15 mois de terrain, nous avons été privés ou empêchés techniquement de pratiquer certaines mesures qui auraient probablement été fondamentales. Le travail en commun effectué avec T. Naizot et les nombreux autres chercheurs locaux a favorisé un échange très productif de travaux, d'idées et de solutions, lequel a permis de combler en partie ces lacunes.

Nous relatons les principaux points qui n'ont pu apparaître dans cette étude; le potentiel rédox (donnée intégratrice de l'apport d'oxygène par les organismes vivants dans le sol et des conditions anoxiques dues à la présence de l'eau), la mesure de la lumière (pouvoir de

pénétration à l'intérieur des strates, pouvoir germinateur des graines, pouvoir de croissance et développement des individus) et celle du marnage en ce qui concerne les paramètres abiotiques; une analyse fondée sur des mesures statistiquement valables dans les domaines démographiques, sociologiques et économiques. Pour le premier point, nous avons pu évaluer certains facteurs du milieu à travers les différents modes de développement des espèces végétales et à travers l'architecture des peuplements qu'elles édifiaient (déterminisme des facteurs du milieu sur les modèles, selon les critères définis par Oldeman, 1974). Pour le second point, la visite dans les quartiers a apporté, à travers la caractérisation d'un habitat précaire dans la mangrove, seul apanage des populations locales, pauvres et exilées, un témoignage supplémentaire d'un des problèmes majeurs rencontrés au Brésil.

Malgré ces restrictions, nous avons privilégié une étude compartimentée de l'écosystème, à partir de descripteurs biotiques et abiotiques mesurables.

Les gradients pris un par un des facteurs abiotiques locaux (pH frais, pH sec, matière organique, salinité) sur les critères de présence et de dominance des espèces végétales dans les parcelles considérées ont permis la définition de leur valence écologique et ont autorisé l'analyse des comportements interspécifiques à travers la définition de leur niche écologique. A cela s'ajoutent les phénomènes intrinsèques de reproduction spécifiques liés dans la baie à une pression climatique de caractère saisonnier. Localement encore, le taux en matière organique est l'unique descripteur qui intègre de façon évidente, des variables biotiques et abiotiques; sa teneur diminue avec l'augmentation de l'indice sableux du substrat et augmente avec le développement de la végétation.

Un gradient topographique régit localement les lois du marnage, induit des gradients d'eau, de salinité; il est exprimé au travers des "faciès" des transects, chacun ayant des caractéristiques abiotiques qui les décrivent suffisamment. Il infère une adaptation différentielle des espèces végétales à travers leur développement et leur entropie, dirige la propagation des graines et leur croissance. Il influence donc le fonctionnement actuel des peuplements végétaux, ainsi que leur avenir. Il a ensuite été généralisé dans toute la baie, à partir d'un bioindicateur (*Bostrychia* sp.), à deux grandes classes d'inondation car il était impossible d'extrapoler les résultats des cinq transects à tout le domaine inondable.

Nous avons ensuite avantagé une approche régionale. Le gradient régional perceptible avec la distance de l'embouchure vers la mer, opéré à la rencontre mouvante des forces marines et continentales mises en jeu, répartit les valeurs des indices granulométriques, de façon évidente dans les 6 types de wadden régionaux, articulés autour des grands distributeurs, et définis préalablement à la lecture des mésoformes régionales (de l'amont à l'aval: les deltas

de rivières, les bassins, baies ouvertes, îles de confluence, marigots et îles maritimes). Chaque type contient des caractéristiques sédimentologiques propres et une capacité d'accueil de la mangrove, décroissante vers l'aval, se reflétant dans la variabilité des peuplements.

L'analyse des espèces végétales, en fonction de leur comportement vis-à-vis des paramètres du milieu, a servi l'appréhension de peuplements végétaux. La définition de 10 types de peuplements végétaux a découlé des paramètres mesurés sur la végétation (hauteurs, stratifications, compositions floristiques). Leur distribution dans les différents wadden donne une classification croisée, complémentaire, au niveau régional, de l'interaction plantes/milieu. Les autres écosystèmes de plaine de balancement des marées ont été définis; les bancs de *S. alterniflora* se distribuent en front de mangrove dans la majorité des wadden, les prairies de cypéracées semi-halophiles et les apicums sont des variantes de l'arrière mangrove, principalement dans les îles maritimes et marigots.

A ce niveau, la représentation cartographique généralement faite de la mangrove ne pouvait plus concerner une approche globale, mais régionale au 1/25 000. Des unités d'égale apparence de peuplements végétaux ont été définies, en relation avec la typologie croisée proposée, sur la base d'une classification statistique des zones d'égale apparence.

La typologie des habitats régionaux de la mangrove a été classée en sites favorables répandus, sites ponctuels, moins favorables, et enfin sites exceptionnels.

Les 10 types de peuplements végétaux ont été regroupés en trois classes de potentialités qui rentrent dans un modèle global de zonation: les fourrés suffrutescents et frutescents monospécifiques (principalement *L. racemosa*) de haute-slikke et du schorre montrent un développement réduit, ceux de "cuvette", en position interne de la slikke médiane, principalement mono- ou bistratifiés, et mono ou bispécifiques ont un fonctionnement intermédiaire, et les forêts pluristratifiées et plurispécifiques de bordure soumises régulièrement à des submersions bi-quotidiennes montrent un bon fonctionnement.

Le rapport des sociétés humaines vis-à-vis d'un milieu méconnu, répulsif tel que les mangroves peut tendre à la prédation, comme le montrent les cas d'urbanisation "sauvage" dans la mangrove appuyés par la politique municipale, ou la prédominance d'une extraction des ressources animales, malheureusement inchiffrable. La lecture critique des lois et décrets qui instituent les unités de conservation dans les mangroves de la baie a révélé les nombreuses lacunes juridiques. Leur superposition renforce dans le Nord de la baie la vision d'un sanctuaire écologique, et la non-application des lois, principalement dans les communes dans le Sud, sous l'aval des maires, aboutit à l'ouverture d'un nouvel espace urbanisable, de mauvaise qualité, dans la mangrove.

Par l'analyse des paramètres de fonctionnement du milieu, nous accédons à la connaissance de cet écosystème et nous disposons alors d'instruments pour en envisager une gestion rationnelle.

Le nouvel état des connaissances autorise une nouvelle approche dans le traitement, préventif ou de réhabilitation, des impacts chroniques ou accidentels prévisibles subis par cet écosystème dans la baie (principalement coupes et activités portuaires), ainsi qu'il en définit le mode de consommation possible .

L'interdiction de modifier le système naturel d'écoulement des eaux dans la mangrove, principe même de son fonctionnement, est notifiée. L'alternance protection/conservation se fonde sur la caractérisation des peuplements. La protection devra être particulière dans les sites exceptionnels à l'installation des mangroves (îles) et les fourrés de haute-slikke et du schorre, ainsi que dans les autres écosystèmes de plaine de balancement des marées. Un aménagement particulier, ponctuel, pourra prétendre utiliser les ressources des mangroves de bordure dans les sites favorables à leur développement qui constitueront alors les unités de conservation.

Ces unités de conservation seraient le support d'une cueillette rationalisée des ressources animales endémiques, que nous pouvons qualifier d'aquaculture dans la limite des prescriptions que nous proposons; la production et la fixation des larves, ainsi que le maintien d'une biomasse animale constante seraient favorisées par des infrastructures légères et temporaires qui ne porteraient pas préjudice à la mangrove. Un projet d'aquaculture dans la baie devra être mené par les chercheurs et techniciens de disciplines scientifiques, sociales et économiques, et soutenu par le conseil du littoral, chargé de gérer le développement dans la baie, au profit de l'amélioration du niveau de vie des populations locales.

L'élaboration d'un nouveau scénario juridique pour la mangrove dans la baie, qui ne dévie nullement, mais, au contraire, renforce de manière impartiale la politique régionale de protection de cet écosystème et de son développement, légitimerait les limites territoriales de la mangrove, les mangroves "urbaines "(mesure exceptionnelle), ainsi qu'une activité aquacole.

Le conseil du littoral y apparaît comme le seul médiateur possible des diverses entités territoriales impliquées dans le développement et la protection des écosystèmes régionaux.

Ce travail pose les bases d'une nouvelle appréhension de la mangrove dans les pays récemment colonisés et particulièrement au Brésil. Il montre qu'une alternance

protection/conservation est envisageable à partir de la connaissance des disparités internes de la mangrove. La réussite de toute intervention est garantie par la définition des potentialités particulièrement diversifiées de la mangrove, dont la survie dépend aussi des aménagements de son bassin-versant.

Il ouvre un nouvel axe de recherches, pratiquées de manière inter-disciplinaire en accord avec des projets de développement menés par diverses entités territoriales. Il peut être transposable à d'autres régions littorales. Il montre la nécessité d'un travail en commun des personnalités de la recherche scientifique et technique, avec les entités chargées de la gestion et de l'aménagement du territoire. Dans la pratique, une telle appréhension ne peut être fournie que par un changement profond des mentalités. L'intégration des ressources naturelles dans un projet de développement durable devrait être le corollaire de l'amélioration des conditions de vie des populations locales.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDULLAH A., 1982. Mangrove conservation and management in Indonesia, *Proceedings of symposium on mangrove ecosystem productivity in Southeast Asia*, Indonesia, BIOTROP, pp. 147-154.
- AB'SABER A. N., BIGARELLA J. J., 1961. Considerações sobre a geomorfogenese da Serra Do Mar no Paraná, *boletim paranaense de geografia*, n°4/5, 1961, U.F.P.R, Curitiba (PR, Brésil), pp. 94-110.
- ADAIME R., 1985. *Produção do bosque de mangue da Gamboa Nobrega* (Cananeia, 25°S, Brésil), thèse de doctorat de l'institut océanographique de l'université fédérale de São Paulo (SP, Brésil), 305 p.
- ADEGBEHIN J. O., NWAIGGBO L. C., 1990. Les ressources de la mangrove au Nigéria: Perspectives d'exploitation et de gestion, *Nature et Ressources*, 26 (2), UNESCO, Paris, pp. 190-191.
- ALMEIDA M.V., CONTI L.M., COUTO E. et alii, 1989. *Estudo biológico integrado da Foz da gamboa do Rio Maciel (Paranaguá, Paraná) durante dois ciclos de maré*, dissertation pour l'obtention du titre de spécialiste, Centre de Biologie Marine, UFPR, Pontal do Sul, 227 p.
- ANDRADE M. A., 1966. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas do litoral do estado de São Paulo, *boletim n°305, Botanica*, n°22, Universidade de São Paulo (SP, Brésil), pp. 31-53.
- ANGELL C.L., TETELEPTA J., 1982. Oyster culture in the mangrove ecosystem, *proceedings of symposium on mangrove ecosystem productivity in Southeast Asia*, Indonesia, BIOTROP, pp. 177-190.
- ANGULO R. J., 1989. *A ocupação urbana do litoral paranaense e as variações da linha da costa*, publication inédite U.F.P.R. / I.P.A.R.D.E.S., Curitiba (PR, Brésil), 6 p.
- ANGULO R. J., 1989. *Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas ultimas quatro décadas*, congresso da associação Brasileira est. quaternarista, Rio de Janeiro, Pub. inédite U.F.P.R./I.P.A.R.D.E.S., Curitiba (PR, Brésil), 17 p.
- ANGULO R. J., 1990. O manguezal como unidade dos mapas geologicos, *II Simposio de ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira*, Aguas de Lindoia, A.C.I.E.S.P., 71 (2) (SP, Brésil), pp. 54-62.
- ANGULO R. J., MULLER A. C., 1990. Preliminary characterisation of some tidal flat ecosystems of the state of Paraná, Brasil, *II Simposio de ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira*, Aguas de Lindoia, A.C.I.E.S.P., 71 (2) (SP, Brésil), pp. 158-168.
- ARAUJO D. S. DE., 1978. As comunidades vegetais das margens das lagoas da baixada de Jacarepagua, *cadernos da F.E.E.M.A., serie tecnica*, 3/78, Rio de Janeiro (RJ, Brésil), 24 p.
- ARAUJO D. S., MACIEL N. C., 1979. Os manguezais do reoncavo da Baía de Guanabara, *cadernos da F.E.E.M.A., serie tecnica*, 10/79, Rio de Janeiro (RJ, Brésil), 115 p.

- AUBREVILLE A., 1961. *Etude écologique des principales formations végétales du Brésil*, C.T.F.T., Nogent/Seine (France), 268 p.
- AVELINE L.C., 1980. Fauna dos manguezais brasileiros, *revista brasileira de geografia*, 42 (4), Rio de Janeiro, (RJ, Brésil), pp. 786-821.
- BACON P.R., 1980. Methodology for decision making in the management of neotropical mangrove ecosystems, *Memorias del seminario sobre el estudio científico y impacto humano en el ecosistema de manglares*, U.N.E.S.C.O, Montevideo, pp. 355-363.
- BAINES G.B.K., 1975. Patterns of exploitation of mangroves ecosystems, *proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 742-752.
- BANUS M.D., KOLEHMAINEN S.E., 1975. Floating, rooting and growth of red mangroves (R. mangle) seedlings, effect on expansion of mangroves in southwestern Puerto Rico, *proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 370-381.
- BARRAU J., MONTBRUN C., 1978. La mangrove et l'insertion humaine dans les écosystèmes insulaires des petites Antilles: le cas de la martinique et de la Guadeloupe. *Social Science Information*, 17 (6), Londres (Grande-Bretagne), pp. 897-919.
- BEESE G., LÖTSCHERT W., 1988. *Collins guide to tropical plants*, ed. Collins, Londres (Grande-Bretagne), 256 p.
- BERTRAND F., 1991. *Contribution à l'étude de l'environnement et de la dynamique des mangroves de Guinée. Données de terrain et apport de la télédétection*, Thèse de doctorat de géographie, Université Bordeaux 3, U.F.R de géographie, Bordeaux (France), 358p.
- BESNARD W., 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar Iguape-Cananeia, *Boletim do Instituto paulista de oceanografia*, T.1 fas.1, São Paulo (SP, Brésil), pp. 9-26.
- BIGARELLA J. J., 1946. Contribuição ao estudo da planície litorânea do estado do Paraná, *Arq. biol. e tecnol.*, Vol. 1, art. 7, I.B.P.J., Curitiba (PR, Brésil), pp. 75-111.
- BIGARELLA J. J., 1963. As comunidades e associações vegetais da mata pluvial do sul do Brasil, *Boletim paranaense de geografia*, nº8/9, U.F.P.R., Curitiba (PR, Brésil), pp. 117-121.
- BIGARELLA J. J., 1965. Nota explicativa acompanhando a folha geologica de Paranaguá. Boletim da Universidade do Paraná, *Geologia*, 13, mai 1965, Curitiba (PR, Brésil), 6p.
- BIGARELLA J. J., 1965. Sand ridges structures from Paraná coastal plain, *Marine geology*, 3, Elsevier, Amsterdam, pp. 269-278.
- BIGARELLA J. J., 1975. Structures developed by dissipation of dune and beach ridge deposits, *Catena*, (2), pp. 107-152.
- BIGARELLA J. J. & ALL. 1978. *A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná*, Governo do Paraná/Secretaria do Planejamento/ Ass. de defesa e educação ambiental, Curitiba (PR, Brésil), 278 p.
- BIROT P., 1965. *Les formations végétales du globe*, S.E.D.E.S., Paris (France), pp. 399-409.

BLASCO F., CARATINI C., CHANDA S., 1975. Main characteristics of indian mangroves, *proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 71-87.

BLASCO F. 1977. Outlines of ecology, botany and forestry of the mangals of the indian subcontinent, *Wet coastal ecosystems*, &12, pp. 241-260.

BLASCO F., CARATINI C., 1980. Mangrove de Pichavaram Tamil Nadu, Inde du Sud. Phytogéographie et palynologie. 5 études de géomorphologie et de palynologie, *Les rivages tropicaux: mangroves d'Afrique et d'Asie*, Travaux et documents de géographie tropicale, 39, mars 1980, C.E.G.E.T-C.N.R.S., Bordeaux (France), pp. 166-173.

BLASCO F., 1982. Ecosystèmes mangroves, fonctionnement, utilité, évolution. *Oceanologica acta*, n° spécial "les lagunes côtières", pp. 225-230.

BLASCO F., 1983. *Mangroves du Sénégal et de Gambie. Statut écologique, évolution*, Rapport de mission Nations Unies C.N.R.S./I.C.I.T.V., Université Paul Sabatier, Toulouse (France), 86p.

BLASCO F., 1984. *Mangroves du Bénin: statut écologique*. I.C.I.T.V./C.N.R.S., Université Paul Sabatier, Toulouse (France), 56p.

BLASCO F., 1984. Climatic factors and the biology of mangrove plants. *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 18-35.

BLASCO F., 1984. Mangrove evolution and palynology, *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 36-53.

BOTO K.G., 1984. Waterlogged saline soils, *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 114-131.

BOTO K.G., BUNT J.S., WELLINGTON J.T., 1983. *Variations in mangrove forest productivity in Northern Australia and Papua New-Guinea*, contribution n° 244 from the australian Institute of Marine Science, pp. 321-329.

BOUCHOT B., 1990. Eléments pour une prospective paysagère, *Des paysages, aménagement, cadre de vie, mélanges offerts à Gabriel Rougerie*, Pub. de l'ass. française de géographie physique, Université Paris VII, pp. 47-54.

BRAGA DE ANDRADE M.A., LAMBERTI A., 1965. *A Baixada Santista, aspectos geográficos*, Vol.1, chap. 5, ed. Universidade federal de São Paulo, pp. 152-182.

BRANDINI F.P., 1982. Variação nictimeral de alguns factores biológicos na região de Cananeia (SP), *Arq. biol. tecnol.*, 25 (3/4), pp. 313-327.

BRANDINI F.P., 1985. Seasonal succession of the phytoplankton in the bay of Paranaguá (Paraná state, Brazil), *Revista brasileira de biologia*, 45 (4), Rio de Janeiro (RJ, Brésil), pp. 687-694.

BRANDINI F. P., KNOPPERS B. A., THAM C.A., 1987. Ecological studies in the Bay of Paranaqua: some physical and chemical characteristics, *Neritica*, 2(1), Centro de biologia marinha da Universidade federal do Paraná, Pontal do Sul (PR, Brésil), pp. 1-36.

BRANDINI F.P., 1988. Hydrography, phytoplankton, biomass and photosynthesis in shelf and oceanic waters of Southeastern Brazil during autumn (may-june 1983), *Boletim do Instituto oceanográfico*, 36 (1/2), SP (Brésil), pp. 63-72.

BRANDINI F.P., 1988. Composição e distribuição do fitoplâncton na região Sueste do Brasil e suas relações com as massas de água. *Ciencia e cultura*, 40 (4), pp. 334-341.

BRANDINI F.P., THAM C.A., VENTURA I., 1988. Ecological studies in the bay of Paranaguá: III, Seasonal and spatial variations of nutrients and chlorophyll a, *Neritica*, 3(1), Centro de biologia marinha da Universidade federal do Paraná, Pontal do Sul (PR, Brésil), pp. 1-30.

BRANDINI F., REBELLO J., 1990. Variação temporal de parametros hydrográficos e material particulado em suspensão em dois pontos fixos da baía de Paranaguá, Paraná (junho 1987-fevereiro 1988). *Neritica*, 5 (1), Centro de biologia marinha da Universidade federal do Paraná, Pontal do Sul (PR, Brésil), pp. 95-111.

BUNT J.S., WILLIAMS W.T., BUNT E.D., 1985. Mangrove species distribution in relation to tide and seafront and up-rivers.

CABRISSEAU C., . *Etude de l'espace occupé par la mangrove aux Antilles françaises (Guadeloupe et Martinique)*, mémoire de maîtrise de l'université paris VII, U.E.R. de géographie, 92 p.

CHAPMAN V.J., 1975. Mangrove biogeography, proceedings of *International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp 3-22.

CHAPMAN V.J., 1977. *Wet coastal ecosystems*, Elsevier, Amsterdam, 401 p.

CHAPMAN V.J., 1977. *Mangrove vegetation*, ed. Cramer, Vaduz, 427p.

CHAPMAN V.J., 1980. Mangrove vegetation: an overview. *Memorias del seminario sobre el estudio científico y impacto humano en el ecosistema de manglares*, UNESCO, Montevideo, pp 9-17.

CHAPMAN J. V., 1984. Botanical survey in mangrove communities. *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 53-80.

CHRISTENSEN B., DELMENDO M.N., 1978. *Mangroves and food*, special paper, VIII world forestry congress, Jakarta (Indonésie), 27p.

CINTRON G., SCHAEFFER-NOVELLI Y., 1981. *Roteiro para estudo dos recursos de marismas e manguezais*, Relatório interno instituto oceánográfico, 10, U.S.P. (SP, Brésil), pp. 1-13.

CINTRON G., HORNA Z., PAREDES S., et alii, 1982. Algunas observaciones sobre el desarrollo del manglar en la costa del Ecuador y Peru, *Oceanologica acta*, vol. spécial, "les lagunes côtières", pp. 253, 258.

CINTRON G., SCHAEFFER-NOVELLI Y., 1983. Mangroves forests: ecology and response to natural and man induce stressors, reports in marine science *Coral reefs, seagrass beds and mangroves*, 23, U.N.E.S.C.O., Montevideo (Uruguay), pp. 87-109.

CINTRON G., SHAEFFER-NOVELLI Y., 1983. *Introducción a la ecología del manglar*, R.O.S.T.L.A.C./U.N.E.S.C.O., Montevideo (Uruguay), 109p.

CINTRON G., SHAEFFER-NOVELLI Y., 1984. Methods for studying mangrove structure. *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 91-114.

CINTRON G., SHAFFER-NOVELLI Y., 1984. Características e desarrollo estructural de los manglares de Norte e Sur America, *Ciencia interamericana*, 25 (1-4), Washington D.C., pp 1-15.

CLOUGH B.F., BOTO K.G., ATTIWILL P.M., 1983. Mangroves and sewage: a reevaluation, *Biology and Ecology of mangroves*, ed. H.J. Teas, Junk, The Hague, pp 151-161.

CORDAZZO C.V., SEELIGER U., 1988. *Guia ilustrado da vegetação costeira do extremo sul do Brasil*, fund. univers. Rio Grande (RS, Brésil), 275p.

CORREA M. F., 1987. *Ictiofauna da baía de Paranagua*, tese de pósgraduação, centro de biologia marinha, U.F.P.R., Curitiba (Paraná, Brésil), pp. 1-50.

CORREA M.F., BARLETTA M. et alii, 1988. *Varição nictimeral e estacional da gamboa Perequê* (Pontal do Sul, Paraná, Brésil), rapport non pub., centro de biologia, U.F.P.R., Curitiba (PR, Brésil), 20p.

CRUZ (de la) A., 1979. The functions of mangroves, *proceedings of symposium on mangrove and estuarine vegetation in Southeast Asia*, BIOTROP, pp. 125-138.

CRUZ (de la) A., 1984. A realistic approach to the use and management of mangrove areas in Southeast Asia, *Physiology and management of mangroves*, ed. H.J. Teas, Junk, The Hague, pp. 65-68.

DAMASCENO R.N., AZEVEDO L.H., 1986. The brazilian approach to monitor and to manage the coastal zone: an underdeveloping country facing problems of a developed country, *Oceans 1986*, conf. rec. science engineering-adventure, vol 3/5, Washington D.C., pp. 774-778.

DAMAZIO E., FERNANDES VAZ DOS SANTOS M. C., 1985. Mapeamento do meio litoral com mangue do sul da ilha de Sao Luis do Maranhão. *III encontro brasileiro de gerenciamento costeiro*, université fédérale du Ceará, Labo. de ciências do mar, Fortaleza (Brésil), pp. 111-118.

DAUGHERTY H.E., 1975. Human impact on the mangrove forest of El Salvador, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 816-824.

DENIS J., GROTTÉ A., POPULUS J., DUTRIEUX E., 1987. Application de l'imagerie S.P.O.T. à la préparation des plans d'interventions contre les pollutions par hydrocarbures, *S.P.O.T. 1: utilisations, bilans, résultats*, C.N.E.S., Paris, pp 1069-1075.

DIAS-BRITO D., ZANINETTI L., 1979. Etude géobotanique comparative de trois mangroves du littoral brésilien, Acupe (Bahia), Guaratiba (Rio de janeiro) et Iguape (São Paulo), *Notes du laboratoire de paléontologie de l'université de Genève*, fasc. 4 (6), pp. 57-65.

DIEGUES A. C., 1976. *L'écosystème lagunaire Iguape-Cananeia*, Travaux et études, 3, C.I.R.E.D./E.H.E.S.S., Paris (France), 158 p.

DIEGUES A.C., 1987. *Conservação e desenvolvimento sustentado de ecossistemas litôrneos no Brasil*, programa de pesquisa e conservação de áreas úmidas no Brasil, I.O.U.S.P./FORD FOUNDATION/I.U.C.N., São Paulo (Brésil), 46p.

DIEGUES A.C., 1987. *Ecossistemas marinhos e sua degradação na America do Sul, central e Caribe, diagnóstico preliminar*, projeto prospectiva tecnológica para America latina, Fundação Bariloche, 156 p.

DIEGUES A. C., 1988. Management of wet lands: the Iguape-Cananeia-Paranagua Estuary, a case study, *congrès international on nature management and sustainable development*, Gröningen, Pays-Bas, I.O.U.S.P./FORD FOUNDATION/I.U.C.N., São Paulo (Brésil), 14p.

DIEGUES A.C., 1988. *Biological diversity and traditional cultures in coastal wetlands of Brazil*, prés. at the 40th I.U.C.N. conference in San José, Costa Rica, programa de pesquisa e conservação de áreas úmidas no Brasil, I.O.U.S.P./FORD FOUNDATION/I.U.C.N., São Paulo (Brésil), 22p.

DISARO S., 1988. *Draft for a plan for conservation and management of mangrove ecosystems in Paraná State, (SE Brasil)*, international course of ecological approaches to resources development, land management and impact assessment in developing countries, Technical university of Dresden, RFA, 40 p. env.

DIZIER J. L., LEO O., 1986. *Télétection: techniques et applications cartographiques*, B.D.P.A., ed. FORHOM, Paris (France), 275p.

DUCHAUFOR J., 1977. *Précis de pédologie*, ed. Masson, Paris (France), 438p.

DUTRIEUX E., GUELORGET O., 1988. Ecological planning: a possible method for the choice of aquaculture sites. *Ocean and shoreline management*, 11, Elsevier, England, pp. 427-447.

DUTRIEUX E., 1989. *Approche descriptive et expérimentale de l'impact des hydrocarbures sur la mangrove: le cas du delta de la Mahakam (Bornéo, Indonésie)*, thèse de doctorat, U.S.T.L., Montpellier (France), 276 p.

DUTRIEUX E., DENIS J., POPULUS J., 1990. Application of S.P.O.T. data to a base-line ecological study of the Mahakam delta mangroves (East Kalimantan, Indonesia), *Oceanologica acta*, 13 (3), pp. 317-326.

DWIDEDI S.N., PADMAKUNAR K.G., 1983. Ecology of a mangrove swamp near Juhu beach, Bombay, with reference to sewage pollution, *Biology and Ecology of mangroves*, ed. H.J. Teas, Junk, The Hague, pp. 163-170.

E.M.A.T.E.R., 1988. *Diagnostico municipal de Paranaguá*, 150p, *Realidade municipal de Guaraqueçaba*, 24p, *Realidade municipal de Morretes*, 21p, *Diagnostico municipal de Antonina*, 22p, bureaux municipaux, Paraná (Brésil).

EMBERGER L., GODRON M. et alii, 1983. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu, C.E.P.E., ed. C.N.R.S, Paris (France), 292 p.

E.M.B.R.A.P.A./I.A.P.A.R., 1977. Levantamento de reconhecimento dos solos do litoral do Paraná, boletim técnico, 54, serviço nacional de levantamento e conservação de solos, Curitiba (PR, Brésil), 128p + carte des sols au 1/300.000.

FERNANDES VAZ DOS SANTOS M.C., DAMAZIO E., 1985. Um sistema de classificação para medio litoral com mangue, *III encontro brasileiro de gerenciamento costeiro*, université fédérale du Ceará, Labo. de ciências do mar, Fortaleza (Brésil), pp. 131-139.

FERNANDES VAZ DOS SANTOS M.C., ROCHA FERREIRA M., 1985. Um modelo de questionário para o levantamento dos usos e relações do homem com o ambiente dos manguezais, *III encontro brasileiro de gerenciamento costeiro*, université fédérale du Ceará, Labo. de ciências do mar, Fortaleza (Brésil), pp. 213-217.

FEUERSCHETTE R.C, 1986. Unidades de proteção ambiental, *Revista de Direito Agrario e Meio Ambiente*, 1, I.T.C.F., Curitiba (PR, Brésil), pp. 105-119.

- GOUVEIA Y.M, 1985. Aspectos jurídicos e institucionais do gerenciamento costeiro, *III encontro brasileiro de gerenciamento costeiro*, université fédérale du Ceará, Labo. de ciências do mar, Fortaleza (Brésil), pp. 25-35.
- HARGREAVES B., HARGREAVES D., 1965. *Tropical trees found in the Caribbean and South America*, Ross-Hargreaves, Hawai (U.S.A.), 64p.
- HERZ R., MACHADO-GORNATI A. L., 1985. Distribuição física dos manguezais na costa brasileira: metodologia e levantamento sistemático, *III encontro brasileiro de gerenciamento costeiro*, université fédérale du Ceará, Labo. de ciências do mar, Fortaleza (Brésil), pp. 123-128.
- HORNA-ZAPATA R.H., 1980. Relacion suelo e mangle, *Memorias del seminario sobre el estudio científico y impacto humano en el ecosistema de manglares*, U.N.E.S.C.O., Montevideo, pp. 195-212.
- I.P.A.R.D.E.S., 1988. *Publicação preliminar das características climáticas da área de proteção ambiental (A.P.A.) de Guaraqueçaba*, non édité, Curitiba (PR, Brésil), 97p.
- I.P.A.R.D.E.S., 1989. *Zoneamento do litoral paranaense*, convenio S.E.P.L./I.P.A.R.D.E.S., Curitiba (PR, Brésil), 175p.
- I.P.A.R.D.E.S., I.B.A.M.A, 1990. *Macrozoneamento da A.P.A de Guaraqueçaba*, 2 vol. (texte et cartes), governo do estado do Paraná, sec. de estado de planejamento, Curitiba (PR, Brésil), 254p + 10 cartes.
- I.T.C.F., 1987. *Planos global e específico de gerenciamento da área especial de interesse turístico do Marumbi*, 2 vol. (texte et cartes), governo do estado do Paraná, I.T.C.F., Curitiba (PR, Brésil), 105p + 17 cartes.
- I.U.C.N., U.N.E.P., W.W.F., 1983. *Global status of mangrove ecosystems*, ed. Saenger, Hegerl & Davie, ré-impression de the Environmentalist, Sequoia SA., 3 (3), Lausanne (Suisse), 88 p.
- KNOPPERS B.A., OPITZ S.S., 1984. An annual cycle of particulate organic matter in mangrove waters, Laranjeiras bay, Southern Brazil, *Arq. biol. e tecnol.*, 27 (1), I.B.P.J., Curitiba (PR, Brésil), pp. 79-93.
- KNOPPERS B.A., OPITZ S.S., SOUZA M.P., MIGUEL C.F., 1984. The spatial distribution of particulate organic matter and some physical and chemical water properties in conceição lagoon, Santa Catarina, *Arq. biol. e tecnol.*, 27 (1), I.B.P.J., Curitiba (PR, Brésil), pp. 59-77.
- KOSTERMANS A.Y., 1982. Different kinds of mangrove with economic application possibilities, *Proceedings of symposium on mangrove ecosystem productivity in Southeast Asia*, Indonesia, BIOTROP, pp. 203-206.
- KRISHNAMURTY K., 1975. Socio-economic aspects of indian mangroves, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 729-731.
- KUTNER M.B., 1975. Seasonal variation and phytoplankton distribution in Cananea region, Brazil, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 153-169.
- LABONNE M., 1984. Notion de macrogestion des écosystèmes, contribution à une méthodologie du développement autocentré, série études et recherches, 43, I.N.R.A., Montpellier (France), 73 p.

- LACERDA L. D., REZENDE C. E., JOSE D. V., WASSERMAN J. C., FRANCISCO M. C., 1985. Minerals concentrations in leaves of mangrove trees, *Biotropica*, 17 (3), Washington D.C. (U.S.A.), pp. 260-262.
- LACERDA L.D., JOSE D., FRANCISCO M.C., 1988, Nutritional status and chemical composition of mangrove seedlings during development, *Revista brasileira de biologia*, 48 (2), Rio de Janeiro, pp. 401-405.
- LACERDA L.D., HAY J.D., 1982. Evolution of a new type community during the degradation of a mangrove ecosystem, *biotropica*, 14 (3), pp. 238-239.
- LAHMAN E.J., SNEDAKER S.C., BROWN M.S., 1987. Structural comparisons of mangrove forests near shrimp ponds in Southern Ecuador, com. *Interciencia*, 12 (5), pp. 240-243.
- LAMBERTI A., 1969. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezal d'Itanhaem, boletim 327, *Botanica*, 23, Université fédérale de São Paulo (SP, Brésil), 275p.
- LANA P., 1984. *Anelídeos poliquetas errantes do litoral do Estado do Paraná*, thèse de doctorat de l'institut océanographique de l'université fédérale de São Paulo (SP, Brésil), 275 p.
- LANA P., GUISS C., DISARO S., 1991. Seasonal variation of biomass and production dynamics for above and belowground components of a *Spartina alterniflora* marsh in the euhaline sector in Paranaguá bay, *Estuarine, Coastal and Shelf science*, 32, pp. 231-241.
- LANA P., GUISS C., 1991. Influence of *Spartina alterniflora* on structure and temporal variability of macrobenthic associations in a tidal flat of Paranaguá Bay (southeastern Brazil), *Marine Ecology Progress Series*, 73, pp. 231-244.
- LANA P., GUISS C., 1992. Macrofauna-plant biomass interactions in a euhaline salt marsh in Paranaguá Bay (SE Brazil), *Marine Ecology Progress Series*, 80, pp. 57-64.
- LEME MACHADO P.A, 1991. *Direito Ambiental brasileiro*, ed. Revista dos Tribunais, São Paulo (SP, Brésil), 592 p.
- LESCURE J. P., 1977. La mangrove guyanaise, architecture des jeunes stades et vie avienne, *cahiers O.R.S.T.O.M. série biologie*, vol. 12 n°4, Paris (France), pp. 361-376.
- LESCURE J. P., 1980. Aperçu architectural de la mangrove guadeloupéenne, *acta oecologica/oecologica generalis*, 3 (1), 17p.
- LESCURE J. P., TOSTAIN O., 19 .Les mangroves guyanaises, *Bois et forêts des tropiques*, n°220, spécial Guyane, pp. 35-42.
- LIBRERO A.R., 1984. Mangrove management in the Philippines, *Physiology and management of mangroves*, ed. H.J. Teas, Junk, The Hague, pp. 79-87.
- LOPEZ-PORTILLO J., EZCURRA E., 1989. Zonation in mangrove and salt marsh vegetation at laguna de Mecoacán, México, *Biotropica*, 21 (2), Washington D.C. (U.S.A.), pp. 107-114.
- LOPEZ-PORTILLO J., EZCURRA E., 1989. Response of three mangroves to salinity in two geofoms, *Functional ecology*, 7p.

LOT-HELGUERAS A., VASQUEZ-YANES C., MENENDEZ F., 1975. Physionomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the gulf of Mexico, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 52-61.

LOUBERSAC L., AUTRAND M., 1984. *Study of intertidal zones using simulated S.P.O.T. data; inventorying of aquaculture sites in the intertropical zone*, XXV committee on space research, Austria, 18p.

LUGO A. E., EVINCK G., BRISON M. M., BROCE A., SNEDAKER S. C., 1975. Diurnal rates of photosynthesis, respiration and transpiration in mangrove forests of South Florida, *Ecological studies, analysis and synthesis of tropical ecological systems*, trends in terrestrial and aquatic research, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York, pp. 335-368.

LUGO A.E., SNEDAKER S.C., 1975. Properties of a mangrove forest in southern Florida, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 170-212.

LUGO A.E., CINTRON G., 1975. The mangrove forests of Puerto Rico and their management, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 825-846.

LUGO A.E., CINTRON G., GOENAGA C., 1980. El ecosistema del manglar bajo tension, *Memorias del seminario sobre el estudo científico y impacto humano en el ecosistema de manglares*, U.N.E.S.C.O, Montevideo, pp. 261-285.

MAACK R., 1963. Notas para a historia, geologia e geografia de Paranaguá, *boletim do Instituto histórico, geográfico e ethnográfico paranaense*, 8 (1/3), Curitiba (PR, Brésil), pp. 8-22.

MAACK R., 1968. *Geografia fisica do estado do Paraná*, U.F.P.R/Instituto de biologia e pesquisas tecnológicas, Curitiba (PR, Brésil), 350 p.

MACIEL N., 1984. *Perspectivas e estrategias para uma politica nacional de proteção a manguezais e estuários*, B-FBCN 19, Rio de Janeiro (RJ, Brésil), pp. 111-125.

MACIEL C., 1986. *Desagarramento de manguezal atraves de barragem de rios e gamboas com aterro, no municipio de Galinhos, Rio Grande do Norte*, parecer técnico, F.E.E.M.A., Rio de Janeiro (RJ, Brésil), 18p.

MACIEL N., 1987. Os manguezais e as unidades de proteção no Brasil, *I simposio sobre Ecosistemas da Costa Sul e Sudeste brasileira, síntese dos conhecimentos*, Vol.1, A.C.I.E.S.P., São Paulo (SP, Brésil), p. 149-172.

MAC MILLAN C., 1975. Adaptative differentiation to chilling in mangrove populations, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 62-70.

MANASSES E.J., MACHADO E.S., VAINÉ J.L., 1987. Avaliação do transporte de sedimentos em suspensão na bacia litorânea, Estado do Paraná, *Simposio brasileiro de hidrologia e recursos hídricos*, Salvador, vol.3, pp. 300-310.

MARIUS C. LUCAS J., 1982. Evolution géochimique et exemple d'aménagement des mangroves au Sénégal (Casamance), *Oceanologica acta*, n° spécial les lagunes côtières, pp. 151-160.

MARIUS C., 1985. *Mangroves du Sénégal et de la Gambie, écologie, pédologie, géochimie. Mise en valeur et aménagement*, thèse de doctorat, O.R.S.T.O.M., 357 p.

MARQUES H.L.A., 1991. A criação de mexilhões em Ubatuba (estado de São Paulo): situação atual e perspectivas, *II Simposio de ecossistemas da costa Sul e Sudeste Brasileira*, Aguas de Lindoia, A.C.I.E.S.P., 71 (2) (SP, Brésil), pp. 409-416.

MARTIN F., 1988. *Croissance et mortalité de Sonneratia caseolaris et d'Avicennia sp. sur sol de mangrove pollué par hydrocarbures*, mémoire de D.E.S.S. de l'université Paris VII, Paris (France), 142 p.

MARTIN L., SUGUIO K., FLEXOR J. M., AZEVEDO A. E. G., 1988. *Mapa geológico do quaternario costeiro dos estados do Paraná e Santa Catarina*, serie geologia, 28, seção geologia básica, 18, D.N.P.M., Brasilia (Brésil), 40p + 2 cartes au 1/200.000.

MERCER E., HAMILTON L.S., 1984. Les écosystèmes de mangrove, quelques effets bénéfiques sur l'économie et le milieu naturel, *Nature et ressources*, U.N.E.S.C.O., (20) 2, Paris (France), pp. 14-19.

MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE, 1987. *Areas de proteção ambiental, abordagem histórica e técnica*, Secretaria especial do Meio ambiente, Brasilia (Brési), 45 p.

MIGUEL DE ANDRADE L., GUEREAULT H., 1990. Développement et agriculture comparée: étude des systèmes agraires et de leur évolution dans la région de Guaraqueçaba, littoral du Paraná, Brésil, D.A.A., Inst. Nat. agron., Paris-Grignon (France), 125p.

MULLER A.C., LANA P., 1986. Teredinidae (mollusca, bivalva) do litoral do Paraná, Brasil, *Neritica*, 1 (3), centro de biologia marinha, U.F.P.R., Pontal do Sul (PR, Brésil), pp. 27-48.

MULLER A.C., LANA P., 1987. Padrões de distribuição geográfica de teridinidae (mollusca, bivalva) do estado do Paraná, *Ciencia e cultura*, 39 (12), pp. 1175-1177.

NALAMPOON A., 1979. Harvesting and silvicultural technics in mangrove forest of Thailand, *Proceedings of symposium on mangrove and estuarine vegetation in Southeast Asia*, BIOTROP, pp. 81-63.

ODUM W.E., HEALD E.J., 1973. The detritus based food web of an estuarine mangrove community, estuarine research, chemistry, biology and estuarine system, vol.1, ed. E. Cronin, academic press, pp. 265-281.

ODUM W.E., 1984. estuarine productivity: unresolved questions concerning the coupling of primary and secondary production, *Research for managing the nation's estuaries*, conf. Raleigh, ed. B.J. Copeland, K. Hart, North Carolina (U.S.A.), pp. 231-253.

OLIVEIRA CUNHA L.H., ROUGEULLE M.D., 1988. *Comunidades litorâneas e unidades de proteção ambiental: convivência e conflitos; o caso de Guaraqueçaba*, programa de pesquisa e conservação de áreas úmidas no Brasil, estudo de caso n°2, I.O.U.S.P., São Paulo (SP, Brésil), 74 p.

OLDEMANN R. A. A., 1974. *L'architecture de la forêt guyanaise*, mémoire O.R.S.T.O.M., 74, ed. O.R.S.T.O.M., 204 p.

PAESE W.V, BUENO F., 1987. Legislação estadual, litoral paranaense, constitucionalidade, *Revista de direito Agrario e Meio Ambiente* n°2, I.T.C.F., Curitiba (PR, Brésil), pp. 91-111.

PANITZ C.L., 1986. *Produção e decomposição de serapilheira do mangue do Rio de Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis (27°35' S)*, thèse de doctorat de l'université fédérale de São Carlos (SP, Brésil), 601 p.

PANNIER F., PANNIER R.F., 1975. Physiology and viviparity in *Rhizophora mangle*, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 632-639.

PANNIER F., PANNIER R.F., 1977. Interpretacion fisiocologica de la distribucion de manglares en las costas des continente suramericano, *Interciencia*, 3 (2), pp. 153-161.

PANNIER F., 1979. Mangroves impacted by human induced disturbances: a case study of the Orinoco delta mangroves ecosystem, *Environmental management*, 3 (3), Springer Verlag, New-York, pp 205-216.

PANNIER F., PANNIER R.F., 1980. Estructural dinamica del ecosistema de manglares: um enfoque global de la problematica, *Memorias del seminario sobre el estudio científico y impacto humano en el ecosistema de manglares*, U.N.E.S.C.O, Montevideo, pp. 46-56.

PANNIER F., 1984. Analysis of soil, plant and water components, *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 131-145.

PANNIER F., 1984. Mangrove physiology: photosynthesis, *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 183-208.

PANNIER F., 1984. Mangrove physiology: water relations, *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 208-231.

PARANAGUA, 1967. *Plano diretor de desenvolvimento*, governo Paulo Pimentel, prefeitura municipal de Paranaguá (PR, Brésil), 162p.

PARANAGUA, 1990. Projeto de plano diretor, governo , prefeitura municipal de Paranaguá (PR, Brésil), governo José Vicente Elias, non publié, en cours.

PASKOFF R., 1985. *Les littoraux: impact des aménagements sur leur évolution*, ed Masson, coll. géographie, Paris (France), 185 p.

PEBAYLE R., 1981. Dynamique pionnière et organisation de l'espace au Brésil, *Travaux et mémoires de l'Inst. des Hautes études de l'Amérique latine*, C.R.E.P.A.L./C.N.R.S., Paris (France), pp. 261-272.

PEBAYLE R., 1983. Mangrove et éthologie humaine au Brésil, *bull. assoc. geogr. française*, 496, Paris (France), pp. 233-246.

POR F.D., POR M.S.A., 1984. The mangal of the estuary and lagoon system of Cananea (Brazil), *Hydrobiology of the Mangal*, ed. E.D.Por, E. Dor, Junk publishers, The Hague, pp. 211-228.

POOR D.J., SNEDAKER S.C., LUGO A.E., 1977. Structure of mangrove forests in Florida, Puerto Rico, Mexico and Costa Rica, *Biotropica*, 9 (3), pp. 195-212.

PORTECOP J., 1987. Etude des marais et prairies d'arrière mangrove de la Grande Rivière à Goyave, Grand Cul de Sac Marin, Guadeloupe, Antilles française, *compte-rendu de fin d'étude*, action de la Commission de Coordination de la Recherche dans les D.O.M.-T.O.M. (C.O.R.D.E.T.), université Antilles-Guyane (France), pp. 119-219.

RABANAL H.R., 1977. Forest conservation and aquaculture development of mangroves areas, *International workshop on mangrove and estuarine area development for the indo-pacific region*, Mahila (Philippines), pp. 145-152.

RABINOWITZ D., 1975. Planting experiments in mangrove swamps of Panama, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 385-393.

RABINOWITZ D., 1978. Early growth of mangrove seedlings in Panama and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation, *journal of biogeography*, 5, pp. 113-133.

REINECK H. E., SING I. B., 1973. *Depositional sedimentary environments with reference to terrigenous clastics*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New-York, 439 p.

RIOU G., 1990. Du grain de sable au paysage, du cristal au géon, *Des paysages, aménagement, cadre de vie, mélanges offerts à Gabriel Rougerie*, Pub. de l'ass. française de géographie physique, Université Paris VII, pp. 33-46.

RODERJAN C., SAITO KUNIYOSHI Y., 1987. *Macrozoneamento florístico da Área de Proteção Ambiental (A.P.A.) de Guaraqueçaba*. Relatório apresentado ao I.P.A.R.D.E.S. como subsidio ao plano de zoneamento da A.P.A. de Guaraqueçaba, I.P.A.R.D.E.S., Curitiba (PR, Brasil), 53p.

ROUGERIE G., 1988. *Géographie de la biosphère*, Collin, Paris (France), 287p.

SAINT-HILAIRE A., 1823. Viagem a Curitiba e provincia de Santa Catarina, Itatiaia, Belo Horizonte (MG, Brasil), pp. 2-105.

SANT'ANA E. M., WHATELY M. H. Distribuição dos manguezais do Brazil, *Revista brasileira de geografia*, 43 (1), Rio de Janeiro (RJ, Brasil), pp. 47-53.

SCHAEFFER-NOVELLI Y., 1983. *Inventario de los biorecursos del manglar en la costa ecuatoriana, Ecuador*, desarrollo de infraestructuras nacionales y regionales y capacitacion de recursos humanos en ciencias humanas, R.O.S.T.L.A.C., U.N.E.S.C.O. reg. office for science and technology for latin America and the Carribbean, Montevideo, 39 p.

SCHAEFFER-NOVELLI Y., CINTRON G., 1986. *Guia para estudo de áreas de manguezal*, Caribbean ecological research, institut océanographique de l'université fédérale de São Paulo (SP, Brasil), 145p.

SCHAEFFER-NOVELLI Y., CINTRON G. & ALL., 1986. Variability of the mangrove ecosystem along the brazilian coast, manuscrit non publié, 36p.

SCHAEFFER-NOVELLI Y., MESQUITA H., CINTRON G., 1987. The Cananea lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil, pap. pres. at the 9th biennial int. estuarine research conference, New-Orleans (U.S.E.), 6 p.

SCHAEFFER-NOVELLI Y., 1989. Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros com especial enfase sobre o ecossistema manguezal, don de l'auteur, non pub., 28 p dactylo.

S.E.C.A., 1987. *Mangroves d'Afrique et de Madagascar*, commission des communautés européennes/SECA/CML, 1 vol + annexes, 94 p.

S.E.D.U., 1990. *Coletânea de legislação ambiental federal e estadual*, secretaria especial de desenvolvimento urbano, governo do Paraná, Curitiba (PR, Brasil), 536 p.

- SIERRA DE LEDO B., SORIANO-SIERRA E., 1985. Mangrove swamps and coastal lagoons, uses and stressors, *Proceedings of the IVth symposium of coastal and ocean management "Coastal zone 85"*, A.S.C.E., Baltimore (U.S.A.), .
- SNEDAKER S.C., 1978. Mangroves: their value and perpetuation, *Nature and resources*, vol 14 (3), U.N.E.S.C.O., pp. 6-13.
- SNEDAKER S.C., 1984. Mangroves: a summary of knowledge with special emphasis on Pakistan, *Marine geology and oceanography of arabian sea and coastal Pakistan*, ed. B.U. Haq and J.D. Milliman, Van Nostrand Reinhold Co., New-York (U.S.A.), pp. 255-262.
- SNEDAKER, S. C., 1982. Mangrove species zonation: why?, *Tasks for vegetation science*, vol.2, ed. D.N. Sen & K.S. Rajpuhorit, pp. 111-125.
- SNEDAKER S. C., LAHMAN E. J., 1988. Mangrove understory absence: a consequence of evolution, *Journal of tropical ecology*, 4-1988, pp. 311-314.
- SNEDAKER S.C., 1989. Overview of ecology of mangroves and information needs for Florida Bay, *bulletin of marine science*, 44 (1), pp. 341-347.
- SOARES C. R, 1990. *Natureza dos sedimentos da superfície de fundo das baías das Laranjeiras e de Guaraqueçaba, complexo estuarino da baía de Paranaguá, estado do Paraná*, dissertation de maitrise, institut de geoscience, université de l'etat de Sao Paulo, Rio Claro (SP, Brésil), 195 p.
- SOEGIARTO A., 1984. The mangrove ecosystem in Indonesia, its problem and management, *Physiology and management of mangroves*, ed. H.J. Teas, Junk, The Hague, pp. 69-78.
- SOMMANI A., 1982. Aquaculture in Thailand, *Proceedings of symposium on mangrove ecosystem productivity in Southeast Asia*, Indonesia, BIOTROP, pp. 207-214.
- SORIANO-SIERRA E.J., BARROS MACENO SILVA J.R. et alii, 1986. *Aspectos ecológicos do manguezal do Rio Itacorubi, Santa Catarina, Br*, NEMAR, 16, U.F.S.C., Florianópolis (SC, Brésil), 32 p.
- S.P.V.S., 1992. *Plano integrado de conservação para a região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil*, 2 vol. Convenio T.N.C. Latin America Program/ Ford Foundation/ I.B.A.M.A., Curitiba (PR, Brésil), 128p, tableaux.
- SUGUIO K., 1982. *Rochas sedimentares: propriedades, genese*, ed. Blücher, São Paulo (SP, Brésil), 500p.
- THERY H., 1985. *Le Brésil*, Masson, Paris (France), 231p.
- THERY H., 1986. *Brésil, un atlas chorématique*, ed. Fayard-Reclus, Montpellier (France), 83p.
- THOM B.G., 1984. Coastal landforms and geomorphic processes, *Mangrove ecosystem: research methods*, ed. S.C. Snedaker, U.N.E.S.C.O., pp. 3-17.
- THOM B.G., 1975. Mangrove ecology from a geomorphic view, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 499-512.
- TOMMASI L.R., 1987. *Poluição marinha no Brasil, síntese dos conhecimentos*, pub. especial do instituto oceanográfico, n°5, U.S.P., São Paulo (SP, Brésil), pp. 1-30.

TRICART J., CAILLEUX A., 1974. *Traité de géomorphologie*, tome 5. Le modelé des régions chaudes: forêts et savanes, S.E.D.E.S., 2ème ed., Paris (France), 345 p.

VELASCO A.B., 1979. Some socio-cultural factors influencing mangrove utilization: their implications on conservation and economic policies in the Philippines, *Proceedings of symposium on mangrove ecosystem productivity in Southeast Asia*, Indonesia, BIOTROP, pp. 181-190.

VIEILLEFON J., 1971. Contribution à l'étude du cycle du soufre dans les sols de mangrove: ses rapports avec l'acidification naturelle ou provoquée, Cahiers de l'O.R.S.T.O.M., série pédologique, 3 (IX), Paris (France), pp. 241-270.

VIEIRA DA SILVA J., 1979. *Introduction à la théorie écologique*, Masson coll. écologie, Paris (France), 112 p.

WEISS H., 1980. Intérêt économique et mise en valeur des mangroves; divers usages possibles des palétuviers; bibliographie, *Les rivages tropicaux: mangroves d'Afrique et d'Asie*, Travaux et documents de géographie tropicale, 39 mars 1980, C.E.G.E.T-C.N.R.S., Bordeaux (France), pp. 221-233.

WHITTAKER, 1970. *Communities and ecosystems*, Mac Millan Co., Londres (GB), 152 p.

WOMERSLEY J.J., 1975. Management of mangrove forests: utilisation versus conservation with special reference to the forest of the papuan gulf, *Proceedings of International symposium on biology and managements of mangroves*, ed. by G.E. Walsh, S.C. Snedaker, H.J. Teas, Florida, pp. 732-741.

CARTES UTILISEES

Britannic Navy, 1988. Brazil, East coast, *approaches to Port of Paranaguá*, n° 231, Taunton, 1:50000.

Comissão da carta geologica do Paraná, 1970. *Guaraqueçaba*, folha geologica, Curitiba, 1:70000.

Comissão da carta geologica do Paraná, 1970. *Antonina*, folha geologica, Curitiba, 1:70000.

Comissão da carta geologica do Paraná, 1970. *Paranaguá*, folha geologica, Curitiba, 1:70000.

EMBRAPA, IAPAR, SUDESUC, ITCF, 1977. *Levantamento dos solos do litoral do Estado do Paraná*, 1:300000.

IBAMA, IPARDES, 1988. APA de Guaraqueçaba, *Declividade, uso do solo, geomorfologia, vegetação*, 4 cartes au 1:100000.

IBGE, sec. do planejamento da Republica, Curitiba, SG.22. X-D/ SG.23.V.C MIR 514/515, 1:250000.

IPARDES, 1990. *Area do tombamento da Serra do Mar*, 1:25000.

IPARDES, 1990. *Zoneamento do litoral paranaense*, 1:250000.

Marinha do Brasil, 1975, cor. 1979. Brasil, Costa Sul, *proximidades da Barra de Paranaguá*, n°1820,1:90000.

Marinha do Brasil, 1979, cor. 1987. Brasil, Costa Sul, *De Paranaguá a Antonina*, n° 1823, 1:25012.

Marinha do Brasil, 1975, cor. 1989. Brasil, Costa Sul, *da Ilha do Mel a Paranaguá*, n° 1822, 1:25000.

Marinha do Brasil, 1975, cor. 1989. Brasil, Costa Sul, *Barra de Paranaguá*, n° 1821, 1:24992.

Ministerio do exercito. *Guaraqueçaba*, Paraná, folha SG.22.X.D.III, 1:100000.

Ministerio do exercito. *Antonina*, Paraná, folha SG.22.X.D.II, 1:100000.

Ministerio do exercito. *Guaraqueçaba*, Paraná, folha SG.22.X.D.III.3 MI 2844/3, 1: 50000.

Ministerio das Minas e Energia da Republica federativa do Brasil, 1988. *Mapa geológico do Quaternário Costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina*, serie Geologia n°28, seção geologia básica n°18, Brasília, 1:200000.

Secretaria do Estado do Paraná de Estudo da industria e do comércio, 1986. *Depósitos minerais do Estado do Paraná*, 1:500000.

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS	1
SOMMAIRE	3
SIGLES ET ABREVIATIONS	4
INTRODUCTION	5
1. UN HUMIDE ANNEAU DE JUNGLES ET DE MARAIS	7
1.1 Le contexte physique du littoral du Paraná.	10
1.1.1 <u>"La première et la plus dure marche"</u> (Levi-Strauss).	10
1.1.2 <u>Le climat subtropical et les vents dans la baie.</u>	12
1.2 La baie: théâtre d'une confrontation entre terres et eaux.	16
1.2.1 <u>Les masses aqueuses.</u>	16
1.2.2 <u>Les masses sédimentaires dans la baie.</u>	22
1.2.3 <u>Les mangroves à l'émergence des masses aqueuses et sédimentaires.</u>	25
1.3 Occupation du territoire de la baie.	27
1.3.1 <u>Une colonisation de la baie rythmée par les "cycles" régionaux.</u>	27
1.3.2 <u>Emprises actuelles.</u>	29
1.3.3 <u>Les compétences territoriales de la protection de l'environnement dans la baie.</u>	32
Conclusion.	34
2. UNE PERCEPTION GLOBALE DE LA MANGROVE.	36
2.1 Une unité végétale parmi d'autres.	37
2.1.1 <u>La "Mata Atlantica".</u>	37
2.1.2 <u>La "Restinga".</u>	40
2.1.3 <u>La végétation psammophile des dunes et plages.</u>	40
2.1.4 <u>La mangrove et autres écosystèmes de plaine de balancement des marées.</u>	41
2.2 La mangrove: une unité fonctionnelle.	41
2.2.1 <u>Fonctionnement général de l'écosystème mangrove.</u>	42
2.2.2 <u>Les flux d'énergie et premières considérations pour un aménagement.</u>	46
2.2.3 <u>Chaine trophique dans la mangrove de la baie.</u>	48

2.3 Produits tirés de la mangrove dans la baie.	51
2.3.1 <u>La cueillette de l'huître.</u>	51
2.3.2 <u>Les autres coquillages.</u>	52
2.3.3 <u>La pêche du crabe de mangrove.</u>	53
2.4 Panorama des recherches sur les mangroves au Brésil et dans la baie.	55
2.4.1 <u>La mangrove oubliée...</u>	55
2.4.2 <u>...Puis retrouvée.</u>	55
2.4.3 <u>L'information sur les mangroves dans la baie.</u>	58
2.5 Une apparente homogénéité dans les représentations spatiales actuelles de la mangrove.	61
2.5.1 <u>La mangrove amphibie.</u>	61
2.5.2 <u>Figurations divergentes.</u>	61
2.5.3 <u>Un écosystème pouvant être représenté à moyenne échelle.</u>	63
2.6 La mangrove dans la baie: une unité de conservation.	63
2.6.1 <u>Trois définitions pour une même unité de végétation.</u>	63
2.6.2 <u>Un espace public, inaliénable.</u>	64
2.6.3 <u>Institutions de la conservation de la mangrove dans la baie.</u>	66
Conclusion.	67
3. OU IL EST DIT QUE LA MANGROVE EST COMPOSITE.	69
3.1 Matériels et méthodes.	70
3.1.1 <u>L'analyse de la végétation.</u>	70
* Les parcelles.	70
* Les transects.	74
3.1.2 <u>Les analyses physico-chimiques.</u>	75
3.1.3 <u>L'analyse granulométrique et minéralogique.</u>	75
3.1.4 <u>L'analyse des photographies aériennes.</u>	77
3.1.5 <u>Pré-traitement des données.</u>	78
3.2 Résultats et classifications des facteurs physico-chimiques.	81

3.3 Résultats granulométriques, minéralogiques et classification des sédiments.	84
3.3.1 <u>La granulométrie.</u>	84
* Les courbes granulométriques.	84
* Le triangle textural.	87
* Classification des indices .	88
* Les échantillons de surface et de profondeur.	93
3.3.2. <u>La minéralogie des argiles.</u>	93
3.3.3 <u>Les unités morphologiques régionales.</u>	94
3.4 Résultats concernant la végétation.	102
3.4.1 <u>Analyse spécifique.</u>	102
* La niche écologique de <i>R. mangle</i> et de <i>L. racemosa</i> .	102
* Les feuilles des espèces de <i>R. mangle</i> et de <i>L. racemosa</i> .	106
* Le calendrier de floraison/fructification.	108
3.4.2 <u>Les peuplements de mangroves.</u>	110
* Caractéristiques structurales.	110
* Caractéristiques selon des critères de localisation.	113
3.4.3 <u>Description des séquences.</u>	117
* Les gradients écologiques	117
* Les gradients de végétation.	117
* Les gradients topographiques.	120
* Les faciès de végétation.	120
3.4.4 <u>Typologie des unités végétales de la mangrove.</u>	123
3.3.5 <u>Les limites de mangroves dans la baie.</u>	129
* Les limites.	129
* Espèces bioindicatrices.	131
* Détails de zones de transition.	135
3.5 Résultats de la photointerprétation.	138
3.5.1 <u>Les zones d'égale apparence (Z.E.A).</u>	138
3.5.2 <u>Les classifications du zonage des photographies aériennes.</u>	139
* Analyse Factorielle des Correspondances suivie d'une Analyse Ascendante Hiérarchique	139
* Le tri Bertin.	141
Conclusion.	142

4. DES RESSOURCES DIFFERENCIÉES	144
4.1 Des mangroves exceptionnelles.	145
4.1.1 <u>Une position septentrionale.</u>	145
4.1.2 <u>Influence d'un climat à caractère saisonnier.</u>	148
4.2 Une diversification liée aux facteurs régionaux et locaux dans la baie.	151
4.2.1 <u>Les variations des facteurs abiotiques.</u>	151
4.2.2 <u>La complexité régionale dans la baie.</u>	152
4.2.3 <u>Classification des sites de mangroves.</u>	154
4.3 Une diversification au niveau des espèces de mangrove.	155
4.3.1 <u>Des ressemblances spécifiques.</u>	155
4.3.2 <u>Une diversité spécifique.</u>	159
4.3.3 <u>Une zonation spécifique végétale désorganisée.</u>	162
4.4 Une diversification des peuplements de mangrove.	163
4.4.1 <u>La zonation des peuplements de mangroves.</u>	164
4.4.2 <u>Les grands groupes de végétation de la plaine de balancement des marées dans la baie.</u>	165
• Les bancs de <i>S. alterniflora</i> .	166
• Les mangroves de bordure.	167
• Les bois-fourrés, haut-fourrés de mangrove.	167
• Les peuplements de mangrove suffrutescents et frutescents.	168
• La prairie semi-halophile de cypéracées.	169
• Les apicums.	170
4.4.3 <u>Classification définitive des peuplements de la plaine de balancement des marées.</u>	171
4.5 Une diversification dans le mode de représentation spatiale.	172
4.5.1 <u>Un modèle de représentation.</u>	172
4.5.2 <u>Choix d'une classification.</u>	174
4.5.3 <u>Un nouvel apport cartographique substantiel à moyenne échelle.</u>	177
Conclusion.	182

5. ANALYSE DES IMPACTS DES ACTIVITES HUMAINES SUBIS PAR LES MANGROVES DE LA BAIE.	184
5.1 Matériel et méthode d'études.	185
5.2 Etudes de cas: progression urbaine dans la mangrove.	186
5.2.1 <u>Le cas du quartier Ponta da Graciosa, Antonina.</u>	188
5.2.2 <u>Le cas des mangroves du quartier Vila Guarani (Paranaguá).</u>	193
5.2.3 <u>Les politiques municipales actuelles.</u>	190
5.3 Autres activités humaines constituant des impacts pour la mangrove.	200
5.3.1 <u>Problèmes liés à la cueillette des huîtres et à la pêche du crabe de mangrove.</u>	200
5.3.2 <u>Infractions, impacts dus aux coupes, atterrements et à l'absence générale d'assainissement.</u>	201
5.3.3 <u>Risques liés aux activités industrielles.</u>	203
Conclusion.	206
6. LES ANTAGONISMES AUTOUR DES MANGROVES DANS LA BAIE.	207
6.1 Exploitation et inexploitation des ressources offertes par les mangroves dans le monde	208
6.1.1 <u>Les mangroves exploitées du "Vieux-Monde".</u>	208
6.1.2 <u>Les mangroves peu exploitées en Amérique du Sud</u>	210
6.1.3 <u>Le contexte de la région littorale du Paraná.</u>	210
6.2 Les conséquences des activités autour de la mangrove de la baie.	212
6.2.1 <u>Les "mangroves urbaines".</u>	212
6.2.2 <u>Un contraste Nord/Sud dans la baie.</u>	212
6.2.3 <u>Inadéquation de la politique municipale actuelle.</u>	215
6.3 Les lacunes de la protection juridique sur la mangrove de la baie.	216
6.3.1 <u>Un flou juridique.</u>	216
6.3.2 <u>Une surprotection zonale et sectorielle.</u>	217
6.3.3 <u>Une mauvaise exécution des lois.</u>	218
6.3.4 <u>Un éclatement des compétences.</u>	220
6.3.5 <u>Information et éducation sur les mangroves dans la baie.</u>	221

Conclusion.	224
7. LES PRINCIPES GENERAUX D'UNE GESTION RATIONNELLE DES MANGROVES DE LA BAIE.	225
7.1 Un rééquilibrage des forces.	226
7.1.1 <u>Principes généraux.</u>	226
7.1.2 <u>Etat actuel.</u>	226
7.1.3 <u>Nouveau scénario.</u>	228
7.2 Planning écologique des ressources naturelles.	229
7.2.1 <u>Aptitudes spécifiquement végétales.</u>	229
7.2.2 <u>Evaluation des dégâts éventuels sur des peuplements de mangrove.</u>	231
7.2.3 <u>De l'extraction à l'aquaculture.</u>	233
* Les sites d'aquaculture.	234
* Les espèces endémiques à cultiver.	235
7.3 Nouvelles données juridiques.	238
7.3.1 <u>La définition de la limite de la mangrove</u>	
7.3.2 <u>Un complément à la définition juridique du "zoneamento do litoral".</u>	238
7.3.3 <u>Une décision exceptionnelle.</u>	239
Conclusion.	240
CONCLUSIONS GENERALES	242
BIBLIOGRAPHIE	247
REFERENCES DES CARTES UTILISEES	261

LISTE DES FIGURES

1: Le Brésil au 1: 50 000 000, l'Etat du Paraná au 1: 7 000 000 et la baie de Paranaguá au 1: 500 000.	8
2: La baie de Paranaguá au 1/250 000 (Carte de Curitiba, IBGE).	9
3: Bloc diagramme représentant, de l'Ouest vers l'Est, l'escarpement de failles de la serrinha, le premier "planalto", la serra do Mar et la plaine côtière du Paraná (Bigarella, 1978, e: 1/100 000).	11
4: Diagramme ombrothermique de la baie de Paranaguá (source: INMET, Port de Paranaguá, 1931-1988).	13
5: Roses des vents mensuelles (Soares, 1990).	15
6: Réseau hydrographique de la baie de Paranaguá au 1/250 000.	17
7: Variations annuelles des débits (moyens et maxima) des rivières Nhundiaquara et Tagaçaba (source: DNAEE, 1991, période 1983-1989).	18
8A: Spectre mensuel des marées au niveau du port de Paranaguá	20
8B: Fluctuation annuelle de la salinité de surface de l'entrée de la baie à l'amont	20
8C: Variation de la salinité en profondeur au cours d'un cycle de 24 heures.	20
8D: Distribution verticale de la salinité en début de marée montante dans la baie de Paranaguá de l'embouchure (Pontal) à l'amont (Corrisco). (sources: Knoppers et <i>al.</i> , 1987).	20
9: Formations quaternaires côtières du littoral du Paraná (Martin, Suguio, 1988), e: 1/400 000.	21
10: Débits solides totaux journaliers des rivières Nhundiaquara et Tagaçaba (source DNAEE: 1991).	23
11: Distribution mondiale des mangroves. (d'après Chapman, 1975 et Baker, 1977).	24
12: Répartition des mangroves dans la baie de Paranaguá, au 1/250 000 (d'après carte du "zoneamento do litoral", 1989).	26
13: Communes, agglomérations et villages de la baie de Paranaguá, au 1/250 000.	28
14: Les unités de végétation dans la baie. La forêt montagnarde, la restinga la mangrove et la végétation dunaire (Clichés personnels et de T. Naizot).	38 39
15: Schéma de fonctionnement de la mangrove à marée basse (A) et haute (B).	43
16: Schématisation des cycles d'éléments nutritifs dans la mangrove (Blasco, 1982).	47
17: Modélisation des flux d'énergie dans l'écosystème mangrove (d'après Odum, tiré de Cintrón, Schaeffer-Novelli, 1981).	49
18: Chaîne trophique à partir de la mangrove dans la baie de Paranaguá.	49
19: Plaquette d'information sur le thème "Vies en équilibre: la mangrove, l'homme et la pêche", éditée en 1991 par l'Université Fédérale du Paraná.	59
20: "Facettes" de représentations cartographiques de la mangrove dans la baie	62

21: Les unités de conservation des mangroves de la baie de Paranaguá (sources: Colêtaanea de Legislação ambiental, 1989).	68
22: Fiche terrain type.	71
23: Secteurs de la baie étudiés sur le terrain (parcelles et transects) et par photointerprétation.	73
24: Variations, en fonction des parcelles, des valeurs des paramètres abiotiques étudiés.	82
25A: Quelques courbes granulométriques des sédiments prélevés dans les mangroves de la baie de Paranaguá, analysés au laboratoire de géographie physique, UP7.	85
25A: Quelques courbes granulométriques des sédiments prélevés dans les mangroves de la baie de Paranaguá, analysés au laboratoire ORSTOM.	86
26: Triangle textural des sédiments prélevés dans les mangroves de la baie de Paranaguá (d'après Duchauffour).	87
27: Variations, en fonction des parcelles, des valeurs des indices granulométriques.	90
28: Croisements deux à deux des indices granulométriques (en mm).	91
28 A. assymétrie * tri.	
28 B. diamètre moyen * tri.	
28 C. Taux en matière organique * indice sableux.	
28 D: Diagramme de Passega réduit.	92
29: Répartition des types de wadden dans la baie de Paranaguá.	99
30: Répartition par régions principales des trois espèces des mangroves de la baie de Paranaguá (e: 1/250 000)	101
31: Evolution des effectifs de présence des espèces en fonction des gradients des paramètres abiotiques du milieu.	103
32: Evolution des effectifs des peuplements dominés par <i>R. mangle</i> et par <i>L. racemosa</i> .	105
33: Variations le long des transects Amparo et Ile de la Cotinga (TR1) des surfaces et des teneurs en eau des feuilles de <i>R. mangle</i> et de <i>L. racemosa</i> .	107
34: Calendrier de floraison et de fructification des trois espèces de mangroves dans la baie (données non éditées de G. Sessegolo, R. Baguassu).	109
35: Répartition des peuplements des parcelles en fonction de l'abondance relative de chacune des espèces.	109
36: Variation, en fonction des parcelles, de la composition floristique des peuplements dominés par <i>L. racemosa</i> (A) et de ceux dominés par <i>R. mangle</i> (B).	111
37: Variation, en fonction des parcelles, de la composition floristique des peuplements mélangés.	112
38: Les peuplements mono-, bi- et tristratifiés.	115
39: Variations de la salinité et du taux en matière organique le long de chaque transect.	118
40: Les faciès de végétation le long des transects.	119

- 41:** Quelques grands types de mangrove rencontrés dans la baie de Paranaguá (clichés personnels et de T. Naizot). 127, 128
- 42:** Type de limites amonts et avals de mangroves dans la baie de Paranaguá. 130
- 43A:** Espèces bioindicatrices de l'arrière-mangrove: *Achrostichum aureum* et *Hibiscus tiliaceus* (dessins de Lamberti, 1969). 133
- 43B:** Colonisation de l'arrière-mangrove par *A. aureum* qui compose une strate herbacée haute (cliché F. Martin). 133
- 43C:** Banc de *S. alterniflora* précédant un gaulis de *R. mangle* (Rivière Baguassu) (cliché F. Martin). 134
- 44:** prairie semi-halophile de cypéracées dans l'île da Cotinga (cliché F. Martin). 135
- 45:** Détail de l'Apicum de Tibicanga. 137
- 46:** Textures des sédiments de fond de la baie (d'après Bigarella, 1978 pour la baie de Paranaguá et Soares, 1990 pour la baie de Laranjeiras). 153
- 47:** Modèles architecturaux des espèces de mangrove (tiré d'Oldeman, 1974). 156
- 48:** Réseaux racinaires d'*Avicennia* sp.(A), de *Laguncularia* sp.(B) et racines échasses de *Rhizophora* sp.(C). (tiré de Cintrón, Schaeffer-Novelli, 1983, Lamberti, 1969). 156
- 49:** Cycles de végétation de *Rhizophora* sp.(A) et d'*Avicennia* sp.(B) (dessins de Lamberti, 1969). 158
- 50:** Absence de corrélation entre les deux types de classification des zones d'égale apparence. 175
- 51:** Comparaison des deux types de classification du zonage des photographies aériennes, la classification statistique (AAH sur facteurs de l'AFC) et la classification Bertin. 175
- 52A:** Exemple de cartes des peuplements de mangrove au 1/25 000: îles maritimes et marigot. 179
- 52 B:** Exemple de cartes des peuplements de mangrove au 1/25 000: bassins et baie ouverte. 180
- 52C:** Exemple de cartes des peuplements de mangrove au 1/25 000: baie ouverte et delta de rivière. 181
- 53:** Evolution de l'urbanisation dans la mangrove de Ponta da Graciosa, Antonina. 187
- 54:** Habitat et sanitaire dans les mangroves du quartier Ponta da Graciosa (clichés personnels, 1991). 189
- 55:** Evolution de l'urbanisation dans la mangrove, quartier Vila Guarani, Paranaguá. 192
- 56 A:** Coupe et habitat dans les mangroves de Vila Guarani (clichés: Guadalupe Vivekananda, 1991). 194
- 56 B:** Habitations surélevées par des atterrements. La mangrove en arrière-plan se reconstitue naturellement (clichés F. Martin). 195

57: Ville de Paranaguá.	198
58: Intégration des mangroves dans le projet de plan directeur de la ville.	197
59: Atterrement d'une surface de 1ha sur un ancien site de mangrove, ville d'Antonina, matériel utilisé: scories industriels (cliché personnel, 1991).	202
60: Etat actuel des mangroves dans la baie de Paranaguá (1/250 000).	214
61: Poids du cadre juridique dans le schéma actuel de la mangrove dans la baie.	227
62: Nouvelles orientations pour une gestion équilibrée des mangroves en fonction des composantes du milieu.	227
63: Carte des sites possibles d'aquaculture en bordure des mangroves (e: 1/250 000).	233

LISTE DES TABLEAUX

1 A: Climat de la baie de Paranaguá (source: INMET, Port de Paranaguá, 1931-1988).	13
1 B: Caractéristiques pluviométriques des stations météorologiques disséminées dans la baie de Paranaguá (IPARDES, 1988).	14
2 A: Caractéristiques générales des bassins-versants de la baie de Paranaguá (d'après Maack, 1968).	14
2 B: Extension du réseau hydrographique des principales rivières de la baie (d'après Bigarella, 1978).	17
3: Valeurs des débits moyens, minima et maxima des rivières principales de la baie de Paranaguá (source: SUREHMA, 1991).	18
4 A: Surfaces et populations des communes de la baie de Paranaguá. (EMATER, 1970, 1988, Plan directeur de Paranaguá, 1991).	30
4 B: Chiffres concernant la cueillette de l'huître dans la baie de Paranaguá (EMATER, 1988).	52
5: Les différentes agressions subies généralement par les arbres de mangroves et leurs conséquences.	47
6: Les unités de conservation dans la baie de Paranaguá, références juridiques, objectifs (source Colêanea de Legislação Ambiental, 1989).	65
7 A: Photos aériennes au 1/25 000 analysées en fonction des régions étudiées.	77
7 B: Formules pour le calcul des indices granulométriques.	79
8: Résultats de l'étude des minéraux constituant les fines de 21 échantillons prélevés (fractions inférieures à 2 μ .).	92
9: Correspondance entre l'origine du sédiment et sa localisation géographique dans les régions de wadden de la baie de Paranaguá (d'après Verger, 1983).	95
10: Occurrence des classes des indices granulométriques, valeurs moyennes de l'indice sableux et du taux en matière organique pour chaque région de wadden étudiée.	95
11: Valence écologique des trois espèces des mangroves de la baie de Paranaguá.	104
12: Amplitudes écologiques et coefficients de compétition de <i>R. mangle</i> et de <i>L. racemosa</i> pour chaque paramètre abiotique.	104
13: Valeurs des surfaces foliaires des espèces <i>R. mangle</i> et <i>L. racemosa</i> .	107
14: Répartition des espèces et des peuplements aux différentes échelles appréhendées.	116
15 A: Valeurs moyennes des paramètres écologiques pour chaque type de faciès topographique.	121
15 B: Expression des différences significatives (analyse de variance) des valeurs des paramètres du milieu entre chaque faciès.	121
16: Typologie générale des peuplements de mangrove de la baie de Paranaguá.	123

17: Les peuplements de mangroves habitant les wadden régionaux de la baie de Paranaguá.	126
18: Occurrence des critères de photointerprétation pour chaque région étudiée.	138
19: Caractéristiques générales des unités d'égale apparence regroupées par le tri Bertin.	141
20: Comparaison des résultats du transect effectué dans la région d'Amparo (baie ouverte) avec ceux des séquences de végétation rencontrés dans la bibliographie, indiquant une variation de la zonation et de la structure des espèces végétales de mangrove en fonction d'un gradient latitudinal.	146
21: Les types de peuplements de la plaine de balancement des marées dans la baie de Paranaguá.	171
22: Représentation synoptique des apparences des espèces et peuplements de mangrove à trois échelles d'appréhension.	173
23: Occurrence des unités d'égale apparence (AAH sur AF) selon les critères de classification des peuplements de la mangrove dans la baie de Paranaguá.	176
24: Légende des cartes des peuplements de mangrove au 1/25 000.	178
25 A: Activités industrielles autour et dans la baie de Paranaguá pouvant comporter des risques de contamination des eaux (tiré du "zoneamento do litoral", 1989, activités du port, 1988).	204
25 B: Activités portuaires comportant des risques de contamination des eaux de la baie de Paranaguá (source: Port de Paranaguá, APPA Gremos et CACEX, 1988).	204
26: Synthèse bibliographique des activités humaines dans les mangroves dans le monde, impacts résultant et modes de gestion préconisés.	209
27: prescriptions générales pour l'aquaculture de quatre espèces endémiques à la baie de Paranaguá.	235

ANNEXES

ANNEXE 1.1
POIDS EN GRAMMES DES REFUS DES TAMIS (mm) ET DES FRACTIONS PRELEVEES PAR
PIPETAGE (LABO. DE GEOGRAPHIE PHYSIQUE, PARIS VII).

	1,0000	0,5000	0,3150	0,2000	0,1250	0,0800	0,0500	0,0200	0,0100	0,0020	sables %	limons %	argiles %
BCH	0,21	0,74	1,58	3,71	30,33	86,42	91,85	93,24	94,75	100,00	91,85	1,59	6,76
C	0,39	0,89	1,39	3,23	32,48	86,19	91,03	92,90	94,00	100,00	91,03	1,88	7,10
B	0,20	0,52	0,92	2,50	33,54	87,49	91,89	93,14	94,73	100,00	91,89	1,45	6,86
A	0,15	0,31	0,58	1,98	38,78	90,79	94,84	95,42	97,83	100,00	94,84	0,79	4,58
COT1 TR1	0,23	0,87	1,18	2,92	41,09	88,98	89,84	90,82	95,82	100,00	89,84	0,78	9,38
COT2 TR1	1,07	1,47	1,71	3,00	28,01	89,84	73,42	80,53	90,82	100,00	73,42	7,11	19,47
COT3 TR1	0,47	0,79	1,05	2,02	17,70	58,81	82,61	89,75	96,70	100,00	82,61	7,14	30,25
COT4 TR1	0,80	1,22	1,83	2,28	14,57	89,39	78,22	87,75	88,99	100,00	78,22	9,53	12,25
COT5 TR1	0,80	0,98	1,27	2,11	18,27	87,83	93,38	94,81	98,39	100,00	93,38	1,45	5,19
COT6 TR1	0,43	0,83	1,15	1,77	14,22	87,22	93,12	94,42	95,83	100,00	93,12	1,30	5,56
COT7 TR1	0,48	0,89	1,21	1,85	18,89	87,30	91,90	93,14	94,81	100,00	91,90	1,24	8,88
COT8 TR1	0,27	0,81	1,03	2,58	25,71	88,85	90,44	91,59	93,38	100,00	90,44	1,15	8,41
COT9 TR1	0,37	0,85	1,18	2,10	32,52	88,15	93,98	95,28	95,85	100,00	93,98	1,28	4,74
F1 TR2	0,24	0,80	0,88	1,52	18,67	86,17	94,28	95,70	96,40	100,00	94,28	1,42	4,30
F2 TR2	0,30	0,71	1,02	1,70	20,74	87,70	94,52	96,00	98,23	100,00	94,52	1,49	4,00
F3 TR2	0,19	0,74	1,28	2,44	18,34	85,55	93,39	95,49	95,49	100,00	93,39	2,10	4,51
F4 TR2	0,11	0,53	0,91	1,77	18,85	86,05	93,34	95,11	95,88	100,00	93,34	1,78	4,89
F5 TR2	0,02	0,24	0,54	1,35	14,85	82,17	91,27	94,27	98,24	100,00	91,27	3,00	5,73
F6 TR2	0,15	0,34	0,54	1,09	11,95	83,31	92,39	95,15	95,15	100,00	92,39	2,76	4,85
TR2	0,87	1,21	1,85	3,41	28,62	87,81	92,31	93,15	93,50	100,00	92,31	0,85	6,85
MEL F1	0,97	1,34	2,08	5,87	34,92	80,53	86,44	90,35	92,83	100,00	86,44	3,92	9,85
MEL F2	1,28	1,81	2,72	8,24	34,19	65,90	70,18	77,01	86,40	100,00	70,18	6,83	22,99
MEL F3	1,21	1,83	2,14	4,03	14,80	32,83	38,89	48,41	83,53	100,00	38,89	9,53	51,59
MEL F4	1,18	1,32	1,81	3,18	22,29	89,36	78,33	85,85	91,25	100,00	78,33	7,52	14,15
MEL F5	0,27	0,51	0,94	5,15	48,11	90,35	92,60	94,53	95,51	100,00	92,60	1,94	5,47
MEL F6	0,18	0,78	1,50	4,79	41,81	86,41	88,92	91,23	91,74	100,00	88,92	2,31	8,77
MEL F7	0,70	1,96	3,71	10,13	57,22	84,32	87,27	89,28	89,65	100,00	87,27	2,01	10,72
VAL1	2,41	3,38	4,01	5,19	10,70	16,38	17,42	18,51	38,01	100,00	17,42	1,09	81,49
VAL2	2,07	2,42	2,71	3,84	41,42	74,49	77,25	79,11	84,88	100,00	77,25	1,86	20,89
VAL3	1,15	1,57	1,72	2,37	46,47	63,40	66,39	68,13	89,24	100,00	66,39	1,74	11,87
VAL4	0,28	0,89	1,22	5,50	39,75	92,00	94,03	95,48	96,22	100,00	94,03	1,45	4,52
PEC1	1,48	1,93	2,36	5,78	39,02	66,36	87,76	73,28	63,71	100,00	87,76	5,52	26,72
PEC2	1,99	22,42	23,03	23,78	24,63	25,42	25,52	28,83	58,09	100,00	25,52	1,12	73,37
PEC3	0,16	0,80	1,52	3,33	12,02	20,73	21,38	24,34	44,40	100,00	21,38	2,96	75,88
PEC4	0,13	0,63	1,81	11,63	73,18	91,00	92,34	93,92	95,81	100,00	92,34	1,58	8,08
PEC5	0,77	1,45	2,88	14,21	79,48	92,82	93,70	94,78	95,79	100,00	93,70	1,08	5,22
PECSTER	0,39	1,42	2,64	4,40	7,70	11,19	14,20	24,87	64,80	100,00	14,20	10,47	75,33
AMP2	0,58	5,36	11,29	25,55	64,20	79,76	86,49	91,66	93,69	100,00	86,49	5,19	6,32
AMP3	1,40	17,62	34,07	51,29	81,39	64,55	85,77	86,89	83,94	100,00	55,77	1,12	33,11
AMP4	0,70	8,23	18,06	32,89	80,05	67,91	89,72	72,78	87,01	100,00	69,72	3,06	27,22
AMP5	7,83	21,80	31,16	43,10	88,23	82,80	88,81	88,42	92,77	100,00	86,81	1,81	11,58
AMP6	1,16	19,54	33,30	43,45	68,97	89,27	92,93	94,14	98,39	100,00	92,93	1,22	5,86
AMP7BIS	0,21	2,81	4,40	6,23	10,41	20,95	26,77	33,41	69,26	100,00	26,77	6,84	88,59
AMP8	0,13	3,87	11,11	18,78	28,88	35,30	38,78	44,37	72,06	100,00	38,78	5,59	55,63
AMP9	0,00	0,38	1,22	2,86	8,27	30,06	42,17	54,56	74,13	100,00	42,17	12,39	45,44
AMP10	0,04	1,04	2,93	5,84	18,27	46,73	53,88	63,12	83,81	100,00	53,88	9,24	38,86
AMP11	0,02	0,24	0,94	4,12	18,61	54,09	74,87	78,74	86,71	100,00	74,87	3,87	21,26
AMP12	0,08	0,23	0,99	9,04	50,60	79,86	83,14	88,79	92,99	100,00	83,14	3,66	13,21
AMP13	0,00	0,04	0,16	4,22	46,75	67,09	73,36	74,84	85,45	100,00	73,36	1,28	25,36
AMP14	0,45	3,26	5,99	9,66	22,36	74,10	82,22	86,40	92,18	100,00	82,22	4,17	13,60
AMP15	0,18	1,73	3,19	5,67	11,52	17,90	24,20	37,93	66,09	100,00	24,20	13,72	62,07
AMP16	0,20	2,45	3,32	4,15	7,53	13,98	18,00	28,39	63,44	100,00	18,00	10,39	71,81
AMP17	0,08	0,85	3,85	27,82	52,03	59,43	64,37	87,84	85,09	100,00	64,37	3,47	32,16
LAR1	0,06	0,45	1,37	3,45	6,90	11,77	15,97	23,42	58,92	100,00	15,97	7,45	78,58
LAR2	0,02	0,53	3,84	31,82	86,66	69,65	71,74	72,50	85,17	100,00	71,74	0,76	27,50
LAR3	0,33	1,71	3,96	15,77	31,98	45,48	51,65	56,81	76,84	100,00	51,65	4,97	43,39
LAR4	0,23	1,72	3,71	11,50	24,58	38,98	53,78	57,23	79,89	100,00	53,78	3,45	42,77
LAR5	0,35	1,83	4,43	21,56	70,90	80,64	82,86	85,12	91,44	100,00	82,86	2,45	14,86
LAR6	3,35	3,55	3,92	9,55	36,59	58,03	60,30	83,42	79,49	100,00	60,30	3,12	36,58
RASA1A	0,73	1,36	2,18	9,32	43,49	64,77	87,24	70,66	63,71	100,00	87,24	3,43	29,34
RASA1B	0,31	0,84	1,97	6,24	31,13	86,90	92,78	95,22	96,09	100,00	92,78	2,44	4,76
RASA2	0,24	1,22	2,90	8,41	38,83	88,89	92,90	94,50	94,85	100,00	92,90	1,80	5,50
RASA3	0,32	1,13	1,66	4,07	41,73	79,34	83,53	87,55	91,40	100,00	83,53	4,02	12,45
RASA4	0,27	2,63	3,08	3,73	25,32	71,16	80,88	84,31	90,43	100,00	80,88	3,43	15,69
RASA5	0,59	1,62	1,92	2,45	12,86	74,75	86,87	91,11	94,22	100,00	86,87	4,25	8,89
GUARA1	1,15	1,53	1,68	2,09	19,77	73,03	81,35	88,11	90,89	100,00	81,35	4,76	13,89
GUARA2	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	30,24	47,66	68,61	79,50	100,00	47,66	20,95	31,39
GUARA3	0,38	0,91	1,25	1,70	3,41	35,50	59,58	72,28	79,93	100,00	59,58	12,70	27,72
GUARA4	0,44	1,93	4,28	14,14	64,88	93,22	95,34	98,10	98,48	100,00	95,34	0,77	3,90
MAC2	0,13	0,45	0,89	13,29	66,82	90,99	93,38	95,99	98,73	100,00	93,38	2,81	4,01
MAC3	1,01	4,00	6,45	10,99	27,81	41,71	45,99	52,52	78,24	100,00	45,99	8,53	47,48
AMPF1	1,48	4,02	5,72	8,89	22,03	42,08	48,59	57,37	77,81	100,00	48,59	8,77	42,83
AMPF2	1,72	3,73	5,03	6,77	12,63	22,82	28,47	38,14	88,42	100,00	28,47	9,67	61,86
AMPF3	0,25	1,47	2,63	4,59	18,78	43,66	51,92	58,11	76,03	100,00	51,92	8,19	41,89
AMPF4	0,66	2,00	3,49	7,12	22,52	36,24	41,13	48,59	72,95	100,00	41,13	7,45	51,41
AMPF5	1,89	4,16	5,89	8,80	21,33	32,25	36,45	45,42	72,71	100,00	36,45	8,97	54,58
AMPF6	0,36	1,13	2,20	6,55	60,95	85,54	86,94	87,79	90,56	100,00	86,94	0,85	12,21
VILA1	0,03	0,39	1,47	8,08	69,52	97,36	97,93	98,15	98,15	100,00	97,93	0,23	1,85
VILA2	2,03	21,95	41,76	63,17	74,84	82,05	84,61	86,08	91,69	100,00	84,61	1,47	13,92
GUAR4	2,13	3,47	4,11	5,21	7,32	10,71	21,35	40,90	75,81	100,00	21,35	19,56	59,10
PCR1	1,31	2,50	3,05	3,61	4,40	6,28	10,27	20,89	89,09	100,00	10,27	10,62	79,11
PCR2	2,69	6,32	10,54	24,69	45,58	59,81	67,67	73,87	89,75	100,00	87,67	6,21	28,13
PCR3	1,48	1,90	2,25	4,88	29,94	73,41	84,83	90,76	90,76	100,00	84,83	5,93	9,24
PCR4	0,08	0,47	1,02	2,82	19,98	56,73	67,37	74,97	88,79	100,00	87,37	7,61	25,03
PCR5	0,33	0,88	1,21	3,04	29,05	77,15	88,02	92,25	95,41	100,00	88,02	4,23	7,75
PCR6	0,25	0,63	1,27	4,47	30,77	72,67	79,28	80,94	89,07	100,00	79,28	1,66	19,06
PCR7	0,46	1,26	1,99	4,15	22,63	85,21	75,56	79,19	85,91	100,00	75,56	3,63	20,61

ANNEXE 1.2

QUANTILES LUS A PARTIR DES COURBES GRANULOMETRIQUES (ANALYSES LABO. DE GEOGRAPHIE PHYSIQUE, PARIS VII ET AU LABO. DE SEDIMENTOLOGIE DE L'ORSTOM, BONDY).

EQH	99% mm	95% mm	84 % mm	75% mm	50%mm	25% mm	16% mm	5% mm	MEDIANE	ER STD	STD DEV	SKENNESS	BORTING	CURTOSIS
C	0,4000	0,1950	0,1650	0,1450	0,1100	0,0800	0,0620	0,0420	0,1190	0,0415	0,0485	0,3253	1,8477	0,4819777
C	0,4000	0,1800	0,1500	0,1300	0,1000	0,0700	0,0500	0,0300	0,1100	0,0410	0,0480	0,3253	1,8477	0,4819777
A	0,3600	0,1900	0,1600	0,1400	0,1080	0,0800	0,0620	0,0400	0,1180	0,0390	0,0460	0,3333	1,9000	0,5388151
COT1 TR1	0,2800	0,1900	0,1700	0,1500	0,1100	0,0920	0,0640	0,0300	0,1213	0,0430	0,0457	0,3853	1,8304	0,3953488
COT2 TR1	0,3600	0,1950	0,1700	0,1550	0,1200	0,0940	0,0640	0,0400	0,1240	0,0440	0,0460	0,1384	1,7222	0,5227273
COT3 TR1	1,0000	0,1950	0,1800	0,1400	0,1000	0,0400	0,0170	0,0048	0,0923	0,0715	0,0848	-0,1808	3,5000	-0,1594408
COT4 TR1	0,3200	0,1800	0,1350	0,1150	0,0800	0,0170	0,0110	0,0037	0,0753	0,0820	0,0577	-0,1129	0,7847	-0,3040323
COT5 TR1	0,8800	0,1800	0,1300	0,1200	0,0900	0,0800	0,0280	0,0042	0,0847	0,0510	0,0521	-0,3333	2,0000	-0,2588827
COT6 TR1	0,4900	0,1850	0,1300	0,1220	0,1020	0,0800	0,0620	0,0190	0,1047	0,0240	0,0372	0,1887	1,4188	0,1888887
COT7 TR1	0,4400	0,1800	0,1300	0,1200	0,1020	0,0800	0,0620	0,0150	0,1047	0,0240	0,0370	0,1887	1,3953	0,3541887
COT8 TR1	0,4900	0,1850	0,1300	0,1220	0,1020	0,0800	0,0620	0,0150	0,1047	0,0240	0,0370	0,1887	1,4188	0,3448278
COT9 TR1	0,3200	0,1550	0,1300	0,1100	0,0800	0,0280	0,0048	0,0037	0,0815	0,0480	0,0287	0,1473	0,5508448	
F1 TR2	0,4000	0,1800	0,1600	0,1400	0,1100	0,0800	0,0620	0,0240	0,1173	0,0390	0,0447	0,2821	1,5000	0,3589744
F2 TR2	0,2900	0,1800	0,1400	0,1200	0,1100	0,0800	0,0620	0,0280	0,1100	0,0390	0,0380	0,0000	1,3953	0,2
F3 TR2	0,4000	0,1850	0,1450	0,1250	0,1050	0,0800	0,0600	0,0280	0,1100	0,0325	0,0403	0,2308	1,4535	0,2153844
F4 TR2	0,3800	0,1900	0,1400	0,1250	0,1050	0,0800	0,0600	0,0280	0,1083	0,0300	0,0400	0,1867	1,4535	0,0833333
F6 TR2	0,3200	0,1800	0,1400	0,1250	0,1050	0,0800	0,0620	0,0210	0,1090	0,0290	0,0388	0,2089	1,4388	0,3820891
F8 TR2	0,2500	0,1800	0,1300	0,1200	0,1050	0,0870	0,0740	0,0180	0,1013	0,0280	0,0388	0,0714	1,4288	0,1428571
TR2	0,2000	0,1700	0,1250	0,1200	0,1000	0,0840	0,0780	0,0100	0,1010	0,0235	0,0330	0,0838	1,5088	0,0838298
MEL F1	0,1950	0,1950	0,1500	0,1400	0,1100	0,0800	0,0620	0,0070	0,1173	0,0390	0,0480	0,2821	1,4288	0,5128205
MEL F2	0,2000	0,2200	0,1700	0,1500	0,1100	0,0850	0,0600	0,0080	0,1133	0,0550	0,0589	0,0909	1,7847	0,0383838
MEL F3	0,1950	0,2850	0,1500	0,1500	0,1000	0,0280	0,0120	0,0037	0,0957	0,0803	0,0578	-0,3708	5,3571	-0,5012227
MEL F4 #VALEUR#	0,1950	0,1250	0,0980	0,0180	0,0120	0,0084	0,0033	0,0511	0,0578	0,0579	0,8339	0,1887	0,1887	-0,5527882
MEL F8	0,1900	0,1500	0,1250	0,0980	0,0800	0,0240	0,0052	0,0097	0,0830	0,0595	-0,1748	2,0833	0,0833	-1,08254
MEL F8	0,3200	0,2100	0,1800	0,1250	0,0940	0,0680	0,0130	0,1303	0,0470	0,0533	0,1702	1,7021	0,4574488	
MEL F7	0,4000	0,2000	0,1750	0,1600	0,1200	0,0900	0,0820	0,0050	0,1257	0,0485	0,0528	0,1828	1,7778	0,5501390
VAL1	0,8400	0,2900	0,1900	0,1750	0,1400	0,0800	0,0700	0,0048	0,1333	0,0800	0,0733	-0,1887	2,0349	-0,2888887
VAL2	0,2200	0,0840	0,0180	0,0074	0,0038	0,0030	0,0023	0,0315	0,0405	0,0532	0,8914	4,2105	-1,8703704	
VAL3	0,2000	0,1750	0,1800	0,1150	0,0780	0,0110	0,0033	0,1003	0,0708	0,0280	-0,2883	2,0513	-1,080978	
VAL4	0,1950	0,1750	0,1800	0,1250	0,0900	0,0740	0,0043	0,1247	0,0505	0,0541	-0,0099	1,7778	0,4920792	
PEC1	0,3900	0,1500	0,1750	0,1550	0,1200	0,0900	0,0800	0,0280	0,0445	0,0498	0,2380	1,8489	0,258427	
PEC2	0,2200	0,1750	0,1550	0,1050	0,0180	0,0100	0,0033	0,0987	0,0825	0,0741	-0,1515	8,8111	-0,2321121	
PEC3	0,9000	0,0900	0,0900	0,0900	0,0900	0,0052	0,0038	0,0024	0,1119	0,0292	0,8731	18,8482	-0,4522148	
PEC4	0,4000	0,1900	0,1050	0,0888	0,0084	0,0084	0,0032	0,0389	0,0589	0,0539	0,8939	4,4318	-0,9818297	
PEC5	0,4000	0,2750	0,1950	0,1800	0,1500	0,1250	0,0980	0,0130	0,1470	0,0495	0,0644	-0,0909	1,4400	0,030303
PECSTER	0,8800	0,2900	0,2000	0,1900	0,1800	0,1300	0,1100	0,0180	0,1587	0,0450	0,0837	-0,1111	1,4815	0,0222222
AMP2	0,8000	0,1900	0,0400	0,0200	0,0130	0,0082	0,0042	0,0025	0,0204	0,0199	0,0384	0,5578	3,2258	-0,8258281
AMP3	0,9400	0,5400	0,2800	0,2050	0,1450	0,0900	0,0600	0,0078	0,1817	0,1100	0,1357	0,2273	2,2778	-0,9438384
AMP4	1,0000	0,8400	0,5400	0,4100	0,2100	0,1050	0,0100	0,0033	0,2533	0,2850	0,2593	27,3333	-0,5533982	
AMP6	0,9800	0,8800	0,3500	0,2800	0,1500	0,0800	0,0120	0,0037	0,1707	0,1890	0,1834	14,4444	-0,9517751	
AMP7	0,8800	0,8800	0,8800	0,4200	0,1800	0,1000	0,0700	0,0080	0,3033	0,2950	0,8271	4,2000	0,4200	0,4200
AMP7B8	1,0000	0,8800	0,5800	0,4200	0,1800	0,1100	0,0900	0,0180	0,2833	0,2450	0,8327	3,8182	-0,4204082	
AMP8	0,8800	0,2800	0,1300	0,0580	0,0140	0,0078	0,0047	0,0027	0,0398	0,0477	0,0858	0,8048	7,4359	-1,8877859
AMP9	0,8800	0,2400	0,1500	0,1100	0,0800	0,0084	0,0050	0,0027	0,0873	0,1175	0,1299	0,8979	17,8571	-0,9888842
AMP10	0,4000	0,1700	0,1100	0,0900	0,0280	0,0088	0,0054	0,0027	0,0478	0,0523	0,0515	0,5879	9,1857	-0,5478011
AMP11	0,5000	0,2300	0,1400	0,1200	0,0840	0,0130	0,0098	0,0033	0,0712	0,0852	0,0889	0,1858	0,2308	-0,8418712
AMP12	0,3100	0,1800	0,1400	0,0120	0,0640	0,0470	0,0140	0,0040	0,0793	0,0830	0,0587	-0,1111	0,2553	-0,3174803
AMP13	0,3200	0,2500	0,1850	0,1700	0,1300	0,0800	0,0400	0,0084	0,1183	0,0725	0,0732	-0,2414	1,9318	-0,2185517
AMP14	0,2800	0,2000	0,1800	0,1800	0,1200	0,0190	0,0110	0,0035	0,1037	0,0845	0,0720	-0,2899	8,4211	-0,0739845
AMP15	0,9000	0,3800	0,1800	0,1250	0,1000	0,0800	0,0350	0,0054	0,0983	0,0825	0,0880	-0,0400	1,5825	-1,5232
AMP16	0,7000	0,2300	0,9000	0,4500	0,0150	0,0088	0,0042	0,0025	0,3084	0,4479	0,2584	0,9759	88,1818	0,7498326
AMP17	0,8000	0,1800	0,0840	0,0270	0,0130	0,0080	0,0040	0,0025	0,0270	0,0300	0,0419	0,7000	4,5000	-1,9083333
LAR1	0,4800	0,3100	0,2500	0,2100	0,1350	0,0150	0,0034	0,0024	0,1317	0,1200	0,1085	-0,0417	14,0000	0,0000
LAR2	0,4000	0,1700	0,0500	0,0190	0,0128	0,0054	0,0038	0,0024	0,0219	0,0231	0,0389	0,8450	3,5185	-2,5879988
LAR3	0,4800	0,3100	0,2800	0,2250	0,1800	0,0180	0,0110	0,0035	0,1437	0,1245	0,1087	-0,1988	12,5000	0,1708297
LAR4	0,7000	0,3100	0,2000	0,1800	0,0580	0,0110	0,0060	0,0028	0,0880	0,0950	0,4639	0,0950	0,5455	-0,5505555
LAR5	0,7000	0,2900	0,1700	0,1300	0,0580	0,0120	0,0030	0,0030	0,0777	0,0815	0,0842	0,3988	0,8333	-0,718584
LAR6	0,7400	0,3200	0,2300	0,1900	0,1550	0,1100	0,0730	0,0050	0,1393	0,0985	0,0970	1,7273	0,3147208	
RASA1A	0,3000	0,1800	0,1800	0,0900	0,0120	0,0070	0,0030	0,0023	0,0923	0,0885	0,0883	0,0405	13,3333	-0,6705202
RASA1B	0,7000	0,2700	0,1800	0,1850	0,1100	0,0180	0,0034	0,0098	0,0853	0,0831	-0,1784	10,3125	-0,9179037	
RASA3	0,4800	0,2300	0,1700	0,1500	0,1100	0,0900	0,0820	0,0240	0,1207	0,0440	0,0532	0,3638	1,8887	-0,0227273
RASA4	0,8800	0,2700	0,1800	0,1800	0,1200	0,0900	0,0840	0,0086	0,1280	0,0480	0,0835	0,2500	1,7778	-0,1825
RASA6	0,6000	0,2000	0,1700	0,1600	0,1250	0,0840	0,0420	0,0052	0,1123	0,0840	0,0815	-0,2969	1,9048	0,053125
RAS7	0,8000	0,1900	0,1800	0,1300	0,1000	0,0580	0,0200	0,0048	0,0933	0,0700	0,0831	-0,1429	2,3214	-0,1042857
QUARA1	0,7000	0,1800	0,1300	0,1200	0,0988	0,0800	0,0540	0,0078	0,0933	0,0888	0,8451	-0,1053	1,5000	-0,0473884
QUARA2	1,0000	0,1800	0,1200	0,1000	0,0800	0,0100	0,0030	0,0048	0,0900	0,0550	0,0548	-0,2727	1,5000	0,1500
QUARA3	0,1800	0,1200	0,1000	0,0880	0,0450	0,0135	0,0070	0,0030	0,0507	0,0485	0,0410	0,1828	8,5185	-0,172043
QUARA4	0,4000	0,1300	0,1100	0,0940	0,0800	0,0180	0,0072	0,0030	0,0591	0,0514	0,0440	-0,0272	5,8750	-0,1538985
MAC2	0,7400	0,3100	0,1950	0,1800	0,1500	0,1100	0,0940	0,0550	0,1463	0,0505	0,0839	-0,1089	1,8384	-0,7524752
MAC3	0,3200	0,2700	0,2000	0,1800	0,1500	0,1100	0,0920	0,0300	0,1473	0,0540	0,0834	-0,0741	1,8384	-0,0740471
AMPF1	1,0000	0,4300	0,1800	0,1400	0,0290	0,0110	0,0068	0,0029	0,0719	0,0887	0,1081	0,7418	12,7273	-1,4204152
AMPF2	0,4000	0,1800	0,1200	0,0430	0,0115	0,0068	0,0029	0,0089	0,0788	0,0985	0,5274	10,4348	-1,5411227	

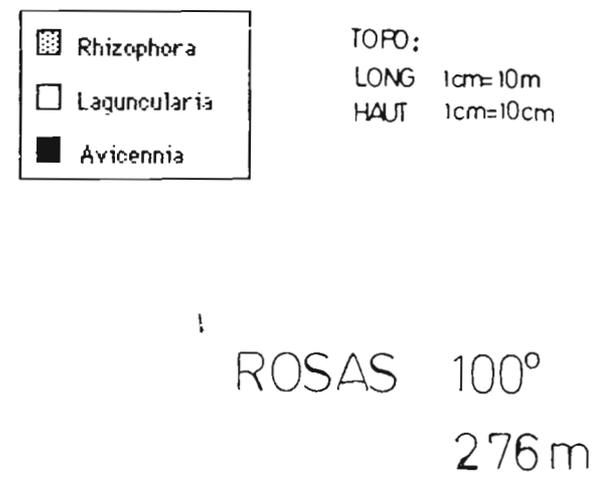
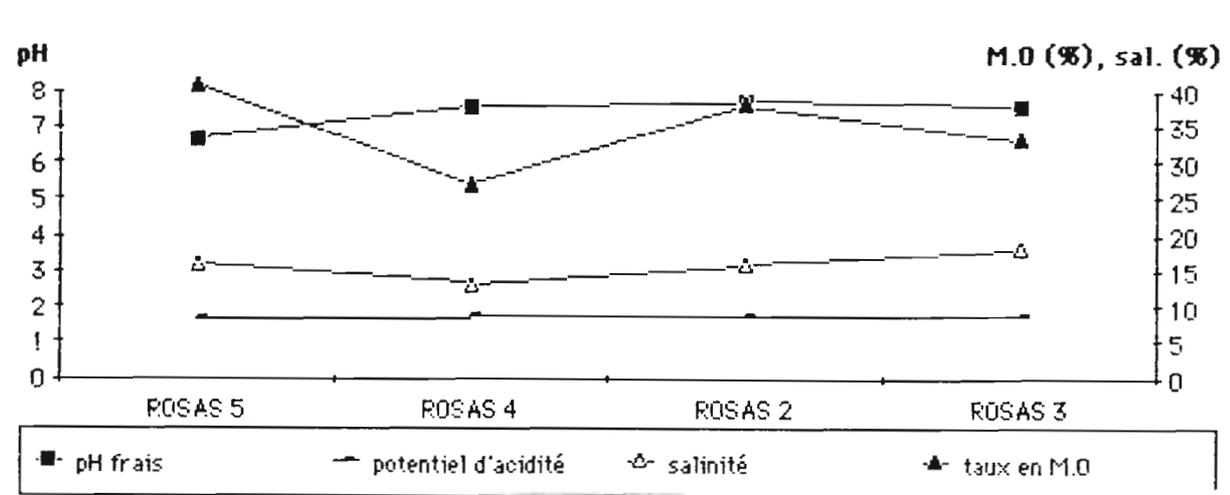
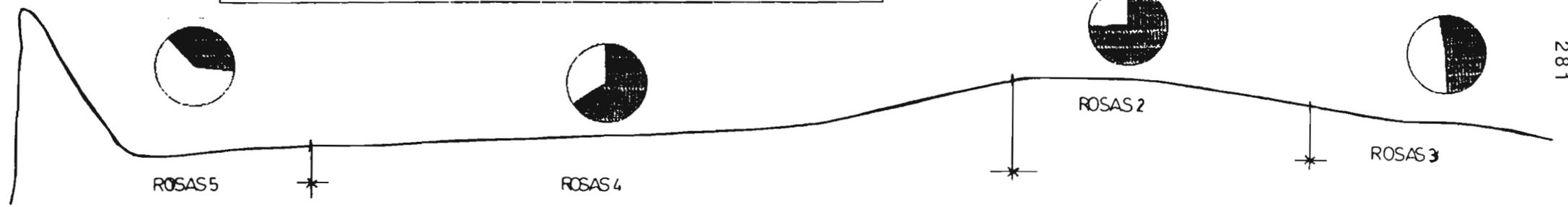
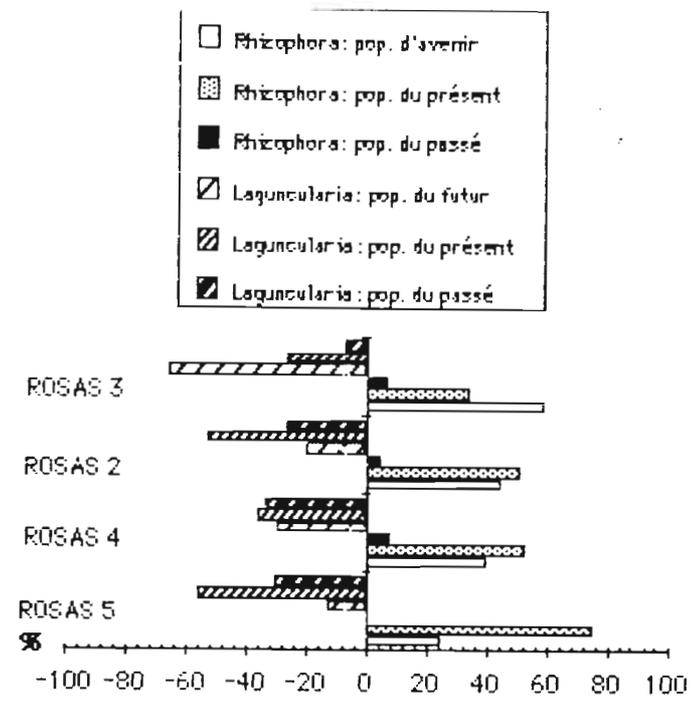
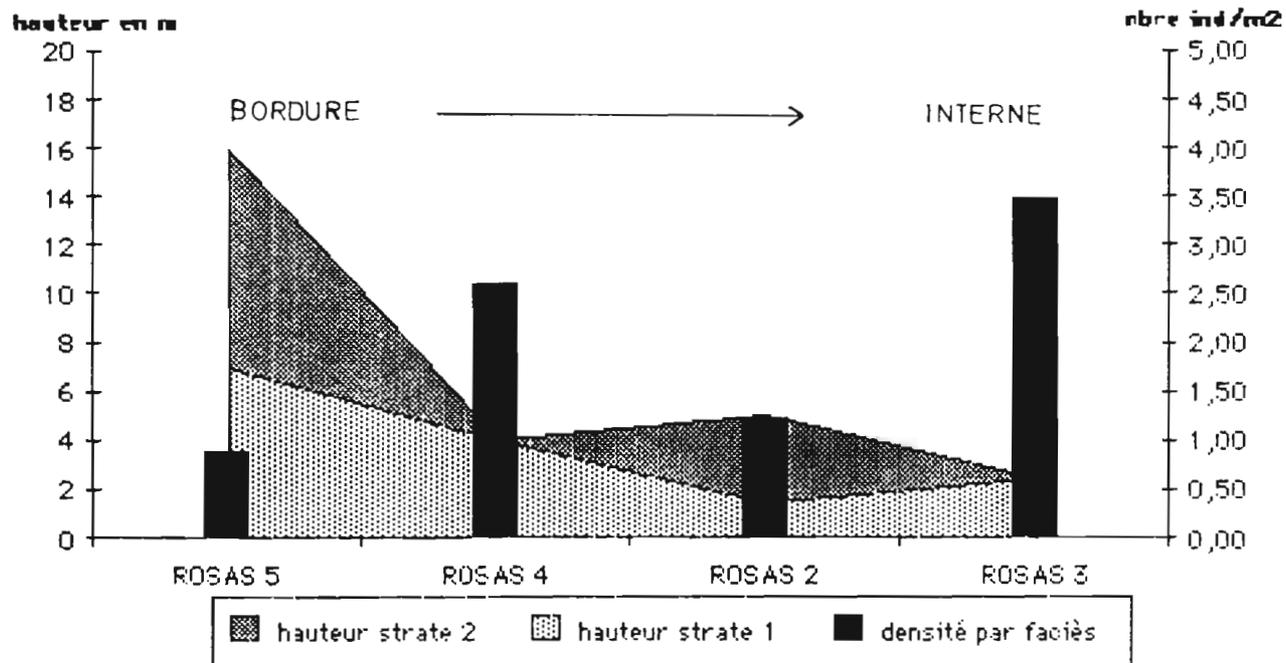
ANNEXE 1.3

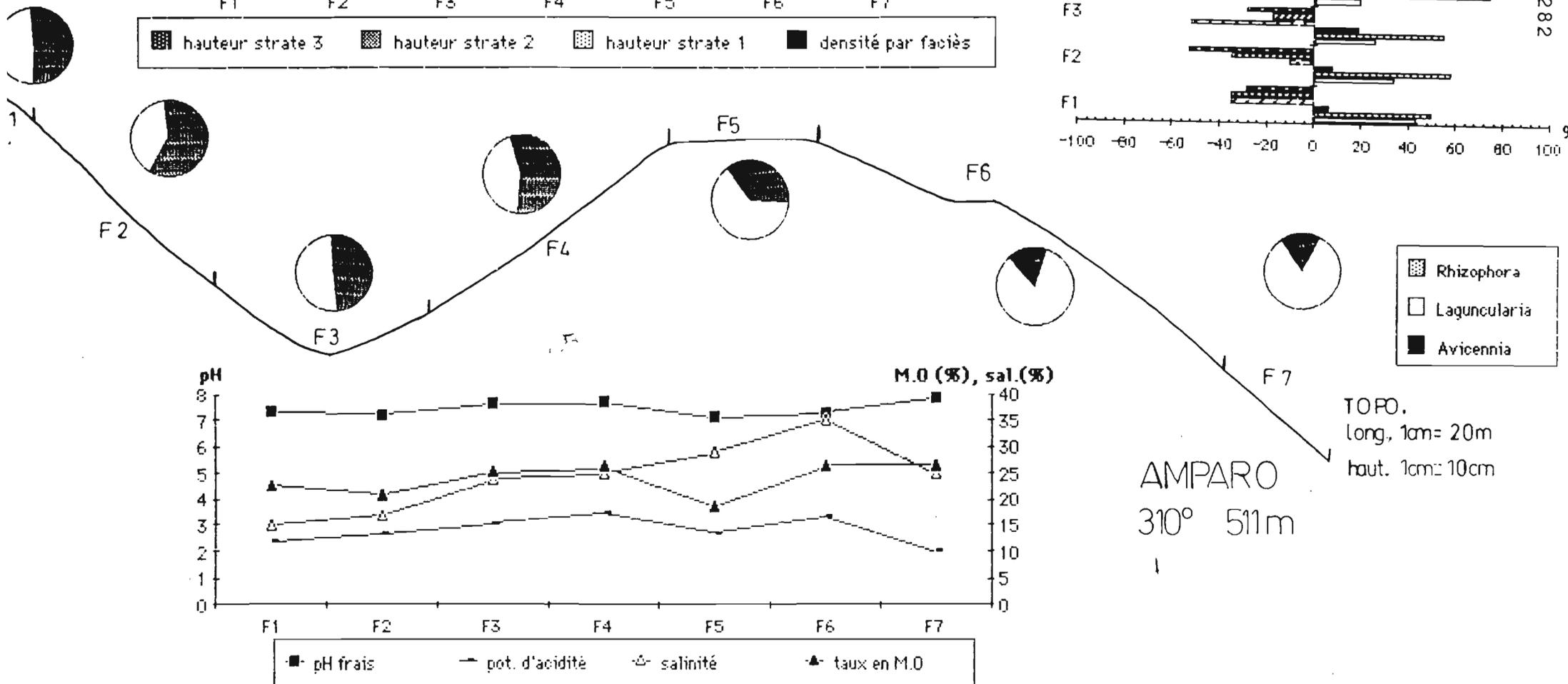
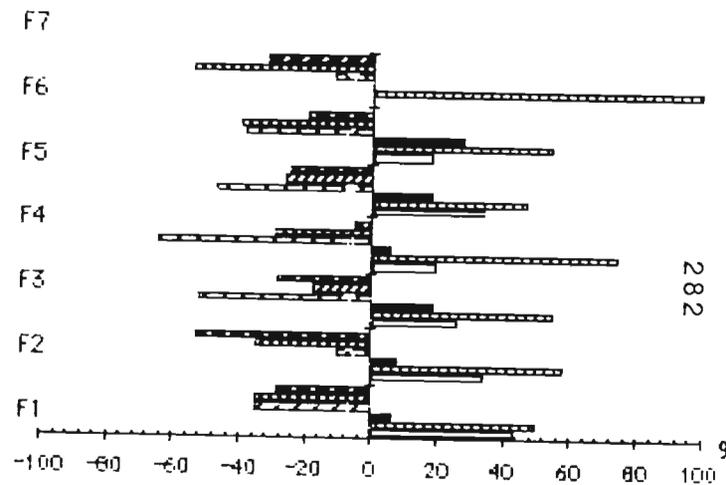
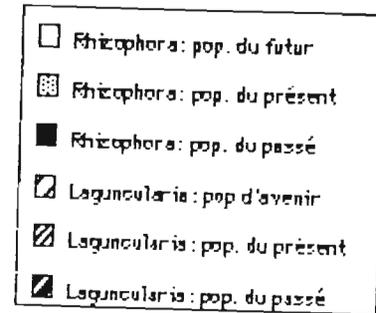
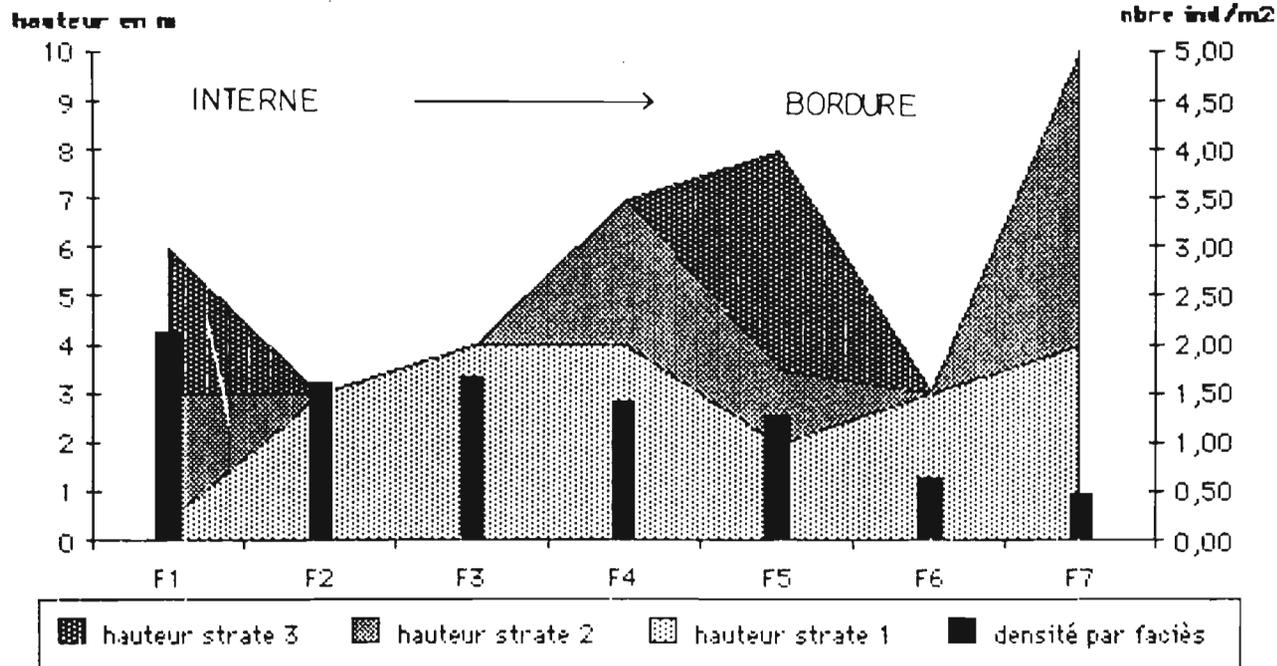
CALCUL ET CLASSIFICATION DES INDICES GRANULOMETRIQUES.

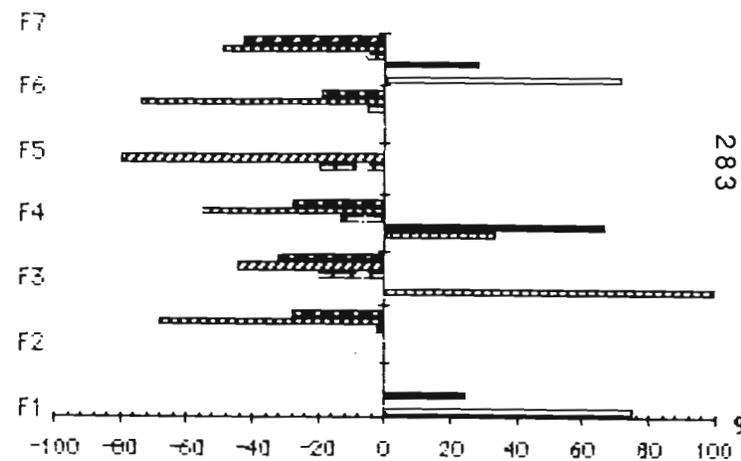
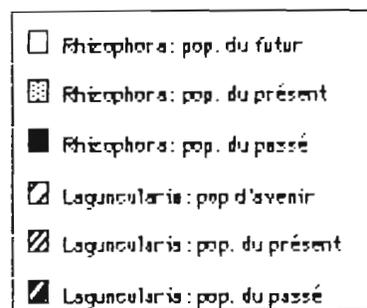
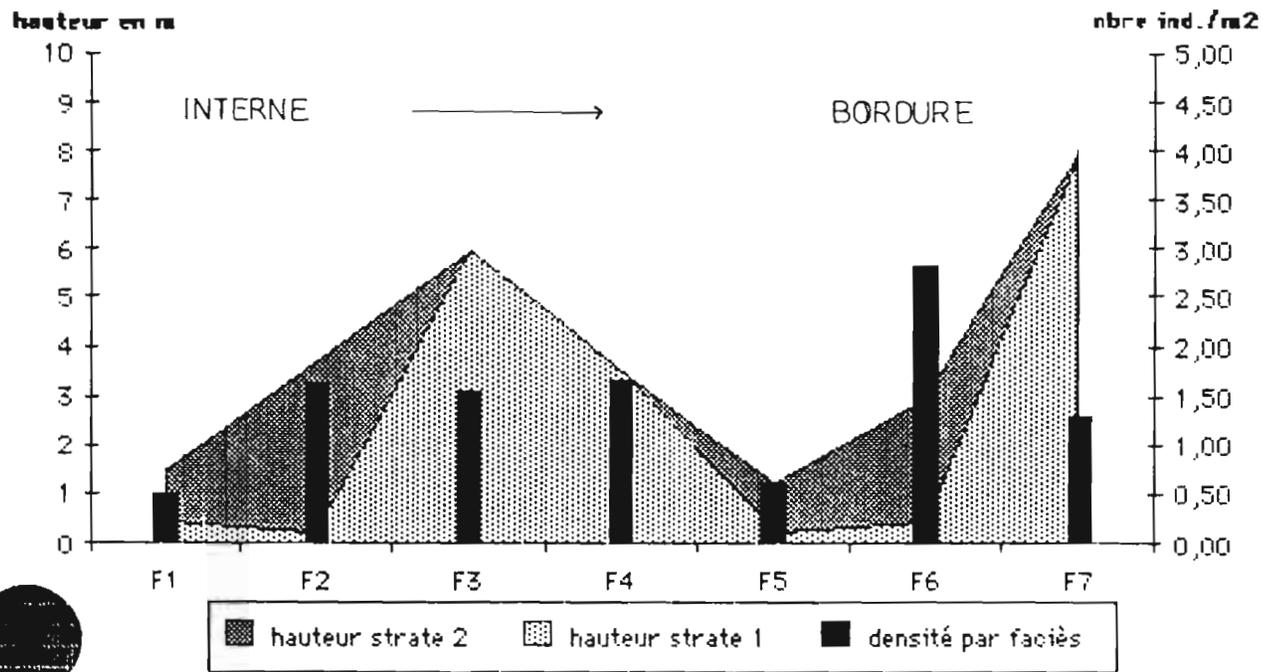
	Diam. moyen	er. std	dev. std	diam. code	asymetrie	asym. code	l1	l1 code	applanissement	code	ta en M.O	indices	mediane	percentile 1	regionus
C	0,119	0,0415	0,0485	SABLES FINS	0,325	TRMS GROSSIERS	1,848	TB CLASSE	0,482	FRMS PLAT CURTIOUE	4,1	10,978	0,4	0,11	de marit
B	0,1183	0,0375	0,0448	SABLES FINS	0,253	GROSSIERS	1,591	TB CLASSE	0,86	PLAT CURTIOUE	4,3	10,137	0,47	0,11	de marit
A	0,1187	0,039	0,0486	SABLES FINS	0,333	TRMS GROSSIERS	1,591	TB CLASSE	0,538	FRMS PLAT CURTIOUE	5,2	11,034	0,38	0,108	de marit
COT1 TR1	0,1213	0,043	0,0457	SABLES FINS	0,395	TRMS GROSSIERS	1,63	TB CLASSE	0,395	FRMS PLAT CURTIOUE	4,2	17,824	0,28	0,11	de marit
COT2 TR1	0,124	0,044	0,0499	SABLES FINS	0,138	GROSSIERS	1,722	TB CLASSE	0,523	FRMS PLAT CURTIOUE	7,2	8,843	0,38	0,12	de marit
COT3 TR1	0,0923	0,0715	0,0846	SABLES FINS	-0,181	FINS	3,5	AB CLASSE	-0,159	FRMS PLAT CURTIOUE	12,9	2,782	1	0,1	de marit
COT4 TR1	0,0753	0,082	0,0577	SABLES FINS	-0,113	FINS	8,785	MAL CLASSE	-0,304	FRMS PLAT CURTIOUE	10,9	1,875	0,32	0,06	de marit
COT5 TR1	0,0647	0,051	0,0521	SABLES FINS	-0,333	TRMS FINS	2	TB CLASSE	-0,257	FRMS PLAT CURTIOUE	15,9	3,597	0,86	0,098	de marit
COT6 TR1	0,1047	0,024	0,0372	SABLES FINS	0,187	GROSSIERS	1,119	TB CLASSE	0,187	FRMS PLAT CURTIOUE	4	14,06	0,49	0,102	de marit
COT7 TR1	0,1047	0,024	0,037	SABLES FINS	0,187	GROSSIERS	1,395	TB CLASSE	0,384	FRMS PLAT CURTIOUE	4,9	13,535	0,44	0,102	de marit
COT8 TR1	0,106	0,029	0,04	SABLES FINS	0,31	TRMS GROSSIERS	1,419	TB CLASSE	0,345	FRMS PLAT CURTIOUE	7,8	11,348	0,46	0,102	de marit
COT9 TR1	0,115	0,0385	0,048	SABLES FINS	0,288	GROSSIERS	1,477	TB CLASSE	0,551	FRMS PLAT CURTIOUE	8,8	9,48	0,32	0,108	de marit
F1 TR2	0,1173	0,039	0,0447	SABLES FINS	0,282	GROSSIERS	1,591	TB CLASSE	0,359	FRMS PLAT CURTIOUE	4,86	15,811	0,4	0,11	de marit
F2 TR2	0,11	0,03	0,038	SABLES FINS	0	SYMETRIQUE	1,395	TB CLASSE	0,2	FRMS PLAT CURTIOUE	3,85	18,483	0,29	0,11	de marit
F3 TR2	0,11	0,0325	0,0403	SABLES FINS	0,231	GROSSIERS	1,454	TB CLASSE	0,215	FRMS PLAT CURTIOUE	3,08	17,217	0,4	0,105	de marit
F4 TR2	0,1083	0,03	0,04	SABLES FINS	0,187	GROSSIERS	1,454	TB CLASSE	0,083	FRMS PLAT CURTIOUE	1,8	14,129	0,38	0,105	de marit
F6 TR2	0,109	0,029	0,0388	SABLES FINS	0,207	GROSSIERS	1,437	TB CLASSE	0,382	FRMS PLAT CURTIOUE	1,8	13,994	0,32	0,105	de marit
F7 TR2	0,1013	0,028	0,0386	SABLES FINS	0,071	SYMETRIQUE	1,429	TB CLASSE	0,143	FRMS PLAT CURTIOUE	1,81	19,455	0,25	0,1	de marit
MEL F1	0,1173	0,039	0,048	SABLES FINS	0,282	GROSSIERS	1,499	TB CLASSE	0,084	FRMS PLAT CURTIOUE	0	12,141	0,2	0,1	de marit
MEL F2	0,1133	0,055	0,0599	SABLES FINS	0,091	SYMETRIQUE	1,785	TB CLASSE	0,038	FRMS PLAT CURTIOUE	8,28	11,988	0,78	0,11	de marit
MEL F3	0,0957	0,0415	0,0403	SABLES FINS	-0,08	SYMETRIQUE	5,357	MAL CLASSE	-0,501	FRMS PLAT CURTIOUE	23,8	2,353	0,7	0,1	de marit
MEL F4	0,0511	0,0578	0,0579	SABLES FINS	0,834	TRMS GROSSIERS	8,187	MAL CLASSE	-0,553	FRMS PLAT CURTIOUE	28,7	0,838	-	0,019	de marit
MEL F5	0,0907	0,063	0,0595	SABLES FINS	-0,175	FINS	2,083	TB CLASSE	-0,188	FRMS PLAT CURTIOUE	12,8	3,815	-	0,098	de marit
MEL F6	0,1303	0,047	0,0533	SABLES FINS	0,17	GROSSIERS	1,702	TB CLASSE	0,457	FRMS PLAT CURTIOUE	2,9	12,497	0,32	0,125	de marit
MEL F7	0,1257	0,0485	0,0528	SABLES FINS	0,183	GROSSIERS	1,778	TB CLASSE	0,559	FRMS PLAT CURTIOUE	-	8,025	0,4	0,12	de marit
VAL1	0,1333	0,06	0,0733	SABLES FINS	-0,187	FINS	2,035	TB CLASSE	-0,287	FRMS PLAT CURTIOUE	4,5	8,855	0,84	0,14	marigot
VAL2	0,0315	0,0405	0,0532	LMONS GROSSIERS	0,891	TRMS GROSSIERS	4,211	AB CLASSE	-1,87	FRMS PLAT CURTIOUE	44	0,211	-	0,007	marigot
VAL3	0,1093	0,082	0,0788	SABLES FINS	-0,288	FINS	2,051	TB CLASSE	-0,108	FRMS PLAT CURTIOUE	20,3	3,398	-	0,115	marigot
VAL4	0,1047	0,049	0,0541	SABLES FINS	-0,91	SYMETRIQUE	1,778	MAL CLASSE	0,492	FRMS PLAT CURTIOUE	8,2	8,348	-	0,125	marigot
PEC1	0,127	0,0445	0,0498	SABLES FINS	0,238	GROSSIERS	1,549	TB CLASSE	0,513	FRMS PLAT CURTIOUE	7,2	15,988	0,39	0,12	marigot
PEC2	0,0987	0,0825	0,0741	SABLES FINS	-0,151	FINS	8,811	MAL CLASSE	-0,332	FRMS PLAT CURTIOUE	14,1	2,102	-	0,105	marigot
PEC3	0,2119	0,0387	0,0901	SABLES GROSSIERS	0,873	TRMS GROSSIERS	10,844	MAL CLASSE	-0,452	FRMS PLAT CURTIOUE	30,4	0,343	-	0,012	marigot
PEC4	0,0389	0,0599	0,0539	LMONS GROSSIERS	0,894	TRMS GROSSIERS	4,432	AB CLASSE	-0,828	FRMS PLAT CURTIOUE	23,8	0,272	0,4	0,009	marigot
PEC5	0,147	0,0495	0,0444	SABLES FINS	-0,091	SYMETRIQUE	1,44	TB CLASSE	0,03	FRMS PLAT CURTIOUE	2,7	12,055	0,4	0,155	marigot
PEC6TER	0,1587	0,045	0,0837	SABLES FINS	-0,111	FINS	1,481	TB CLASSE	0,022	FRMS PLAT CURTIOUE	3	14,873	0,88	0,16	marigot
AMP2	0,0294	0,0199	0,0384	LMONS GROSSIERS	0,558	TRMS GROSSIERS	3,228	CLASSE	-3,828	FRMS PLAT CURTIOUE	27,2	0,086	0,8	0,013	bae
AMP3	0,1817	0,11	0,1357	SABLES FINS	0,227	GROSSIERS	2,738	TB CLASSE	-0,944	FRMS PLAT CURTIOUE	3,7	8,402	0,94	0,145	bae
AMP4	0,2533	0,285	0,2593	SABLES GROSSIERS	0,245	GROSSIERS	27,333	MAL CLASSE	-0,553	FRMS PLAT CURTIOUE	20,8	1,921	1	0,21	bae
AMP5	0,1707	0,033	0,187	SABLES FINS	0,183	GROSSIERS	14,444	MAL CLASSE	-0,952	FRMS PLAT CURTIOUE	42,9	2,303	0,98	0,15	bae
AMP7	0,3033	0,295	0,287	SABLES GROSSIERS	0,827	TRMS GROSSIERS	8,2	AB CLASSE	-	FRMS PLAT CURTIOUE	11,7	4,88	-	0,18	bae
AMP7BIS	0,2833	0,245	0,2504	SABLES GROSSIERS	0,833	TRMS GROSSIERS	8,018	AB CLASSE	-0,42	FRMS PLAT CURTIOUE	8,5	13,128	-	0,18	bae
AMP8	0,0386	0,0477	0,0858	LMONS GROSSIERS	0,805	TRMS GROSSIERS	7,438	MAL CLASSE	-1,888	FRMS PLAT CURTIOUE	28,8	0,388	0,88	0,014	bae
AMP9	0,0873	0,1175	0,1298	SABLES FINS	0,898	TRMS GROSSIERS	17,857	MAL CLASSE	-0,989	FRMS PLAT CURTIOUE	25,2	0,833	0,8	0,17	bae
AMP10	0,0478	0,0523	0,0515	LMONS GROSSIERS	0,588	TRMS GROSSIERS	9,184	MAL CLASSE	-0,548	FRMS PLAT CURTIOUE	28,9	0,729	0,4	0,028	bae
AMP11	0,0712	0,0852	0,0889	SABLES FINS	0,188	GROSSIERS	9,231	MAL CLASSE	-0,842	FRMS PLAT CURTIOUE	15,9	1,188	0,5	0,084	bae
AMP12	0,0793	0,083	0,0597	SABLES FINS	-0,111	FINS	8,255	TB CLASSE	-0,317	FRMS PLAT CURTIOUE	34,1	2,979	0,31	0,084	bae
AMP13	0,1183	0,0725	0,0732	SABLES FINS	-0,241	FINS	1,932	TB CLASSE	-0,217	FRMS PLAT CURTIOUE	7,7	4,928	0,32	0,13	bae
AMP14	0,1037	0,0845	0,078	SABLES FINS	-0,29	FINS	8,421	MAL CLASSE	-0,074	FRMS PLAT CURTIOUE	20,2	2,754	0,28	0,12	bae
AMP15	0,0983	0,0829	0,088	SABLES FINS	-0,04	SYMETRIQUE	1,582	TB CLASSE	-1,523	FRMS PLAT CURTIOUE	10,4	4,827	0,9	0,1	bae
AMP18	0,3084	0,4479	0,5811	SABLES GROSSIERS	0,878	TRMS GROSSIERS	68,182	MAL CLASSE	-0,75	FRMS PLAT CURTIOUE	29,1	0,319	0,7	0,015	bae
AMP17	0,027	0,03	0,0419	LMONS GROSSIERS	0,7	TRMS GROSSIERS	14,5	MAL CLASSE	-1,068	FRMS PLAT CURTIOUE	33,9	0,22	0,8	0,13	bae
LAR1	0,1317	0,12	0,1085	SABLES FINS	-0,042	SYMETRIQUE	1,4	MAL CLASSE	-0,223	FRMS PLAT CURTIOUE	13,1	1,807	0,8	0,135	de conf
LAR2	0,0219	0,0231	0,0399	LMONS GROSSIERS	0,845	TRMS GROSSIERS	3,519	AB CLASSE	-2,587	FRMS PLAT CURTIOUE	35,7	0,19	0,4	0,012	de conf
LAR3	0,1437	0,1245	0,1087	SABLES FINS	-0,197	FINS	12,5	MAL CLASSE	-0,171	FRMS PLAT CURTIOUE	14,7	2,539	0,48	0,18	de conf
LAR4	0,088	0,097	0,095	SABLES FINS	0,484	TRMS GROSSIERS	14,545	MAL CLASSE	-0,551	FRMS PLAT CURTIOUE	20,9	1,068	0,7	0,058	de conf
LAR6	0,2457	0,0815	0,0842	SABLES GROSSIERS	-5,785	TRMS FINS	10,833	MAL CLASSE	-0,712	FRMS PLAT CURTIOUE	25,7	1,184	0,7	0,058	de conf
LAR8	0,1393	0,0885	0,097	SABLES FINS	-0,239	FINS	1,727	TB CLASSE	-0,315	FRMS PLAT CURTIOUE	8	4,771	0,74	0,155	de conf
RAS1A	0,0923	0,0885	0,0883	SABLES FINS	0,84	SYMETRIQUE	13,333	MAL CLASSE	-0,871	FRMS PLAT CURTIOUE	24,9	1,519	-	0,09	de marit
RAS1B	0,0998	0,0853	0,0831	SABLES FINS	-0,179	FINS	10,312	MAL CLASSE	-0,492	FRMS PLAT CURTIOUE	0	2,052	0,7	0,11	de marit
RAS2A	0,1207	0,084	0,0839	SABLES FINS	0,253	TRMS GROSSIERS	1,477	TB CLASSE	-0,023	FRMS PLAT CURTIOUE	2,4	12,85	0,48	0,11	de marit
RAS4A	0,128	0,048	0,0835	SABLES FINS	0,25	TRMS GROSSIERS	1,778	TB CLASSE	-0,83	FRMS PLAT CURTIOUE	4,1	13,085	0,48	0,12	de marit
RAS6A	0,1123	0,084	0,0815	SABLES FINS	-0,207	FINS	1,905	TB CLASSE	0,053	FRMS PLAT CURTIOUE	8,1	5,072	0,8	0,125	de marit
RAS7	0,0933	0,07	0,0831	SABLES FINS	-0,143	FINS	2,321	TB CLASSE	-0,104	FRMS PLAT CURTIOUE	8,2	4,23	0,8	0,1	de marit
QUARA1	0,0933	0,036	0,0451	SABLES FINS	-0,105	FINS	1,5	TB CLASSE	-0,047	FRMS PLAT CURTIOUE	7,5	8,811	0,7	0,098	marigot
QUARA2	0,09	0,055	0,0548	SABLES FINS	-0,273	FINS	1,5	TB CLASSE	-0,18	FRMS PLAT CURTIOUE	11,1	4,382	1	0,1	marigot
QUARA3	0,0507	0,0465	0,041	SABLES FINS	0,183	GROSSIERS	8,519	MAL CLASSE	-0,172	FRMS PLAT CURTIOUE	21,1	0,911	0,18	0,048	marigot
QUARA4	0,0581	0,0514	0,0449	SABLES FINS	-0,027	SYMETRIQUE	5,075	MAL CLASSE	-0,154	FRMS PLAT CURTIOUE	20	1,474	0,4	0,085	marigot
MAC2	0,1483	0,0505	0,0839	SABLES FINS	-0,109	FINS	1,638	TB CLASSE	-0,752	FRMS PLAT CURTIOUE	2,3	20,415	0,74	0,15	marigot
MAC3	0,1473	0,054	0,0834	SABLES FINS	-0,074	SYMETRIQUE	1,638	TB CLASSE	-0,074	FRMS PLAT CURTIOUE	3,1	14,108	0,32	0,15	marigot
AMP19	0,0897	0,081	0,081	SABLES FINS	0,141	TRMS GROSSIERS	12,727	MAL CLASSE	-1,42	FRMS PLAT CURTIOUE	22,8	0,852	1	0,029	bae
AMP22	0,0899	0,0788	0,0985	SABLES FINS	0,527	TRMS GROSSIERS	1,483	TB CLASSE	-0,83	FRMS PLAT CURTIOUE	1,3	18,881	0,9	0,18	bae
AMP23	0,0432	0,0527	0,0744	LMONS GROSSIERS	0,803	TRMS GROSSIERS	9,187	MAL CLASSE	-1,973	FRMS PLAT CURTIOUE	25,2	0,398	-	0,045	bae
AMP24	0,0671	0,0873	0,0835	SABLES FINS	0,248	GROSSIERS	10,952	MAL CLASSE	-0,428	FRMS PLAT CURTIOUE	28,3	1,08	0,7	0,058	bae
AMP26	0,0814	0,0774	0,0792	SABLES FINS	0,822	TRMS GROSSIERS	13,838	MAL CLASSE	-0,894	FRMS PLAT CURTIOUE	18,8	0,899	0,82	0,019	bae
AMP28	0,0594	0,075	0,0992	SABLES FINS	0,828	TRMS GROSSIERS	12,5	MAL CLASSE	-1,885	FRMS PLAT CURTIOUE	28,5	0,825	-	0,018	bae
VILA1	0,1357	0,0515	0,0814	SABLES FINS	-0,128	FINS	1,7	TB CLASSE	0,217	FRMS PLAT CURTIOUE	6,27	8,857	0,58	0,14	marigot
VILA2	0,1487	0,045	0,048	SABLES FINS	-0,111	FINS	1,5	TB CLASSE	-0,487	FRMS PLAT CURTIOUE	1,5	47,862	0,4	0,15	marigot
QUAR4	0,308	0,273													

	hauteur			couverture	sol	état	Avicennias			Rhizophoras			Leguminales			Densité			Salinité			Taux en M.O.		compo.	compo.	wadden			
	Restrochia	de strates	str1				str2	str3	an %	code	%	code	%	code	m2	code	g/00	code	g/00	code	%	code	%				code	floristique	structural
VAL1-01/02	0	1	1,5-2	40	2	moyen	0	0	50	6	50	8	60	4	6,95	7	5	5	1,95	2	19	3	4	1	mélangés	FF	marigot		
VAL2-01/02	0	2	2,0-3	0	20-30	2	bon	13	2	53	6	33	4	39	2	8,94	7	3,74	4	3,2	3	-	-	44	5	mélangés	BF	marigot	
VAL3-01/02	0	1	2	8	20-40	2	bon	0	0	67	7	33	4	60	4	7,08	7	4,48	4	2,2	3	22	3	20	4	mélangés	FF	marigot	
VAL4-01/02	40	2	1,5-2	80	3	bon	8	1	59	8	35	4	86	4	6,61	7	4,93	5	1,66	2	-	-	8	2	mélangés	Fo2	marigot		
AV1-31/01	50	2	8	10	60	3	bon	100	5	0	0	0	1	37	3	7,64	8	4,92	5	3,04	3	12	2	8	2	avic	Fo1	marigot	
RASACOT1 SUP-24/01	0	2	1,5-2	5	20-50	3	bon	0	0	91	0	0	0	100	9	20	2	7,33	7	5,11	5	2,22	2	18	3	rizo dom	Fo2	le marit	
RASACOT3-24/01	0	1	0,4	60	3	moyen	0	0	0	0	100	9	30	2	6,53	7	4,95	5	1,59	2	18	3	4	1	lag pur	FF	le marit		
RASACOT4-24/01	0	1	1,5	80-70	4	moyen	0	0	0	0	100	9	30	2	6,53	7	4,95	5	1,59	2	18	3	4	1	lag pur	FF	le marit		
RASACOT6-24/01	8	2	1	7	50	3	bon	0	0	70	8	30	4	50	3	7,51	8	4,64	5	2,67	3	-	-	8	2	rizo dom	Fo2	le marit	
RASACOT7-24/01	0	1	1	7	50	3	bon	0	0	100	9	0	0	48	3	7,57	8	5,48	5	2,09	2	-	-	8	2	rizo pur	G	le marit	
MAC3-14/02	20	1	2	4	5	2	fabie	0	0	50	8	50	8	30	2	5,62	6	4,79	5	0,83	1	23	3	2	1	mélangés	FF	marigot	
MAC3-14/02	0	1	10	0	4	0	fabie	100	5	0	0	0	0	2	1	6,59	7	5,43	5	1,17	1	44	5	3	1	avic	BF	marigot	
GUARA2-16/02	0	1	1,5-2	20-25	1	moyen	0	0	76	8	24	3	34	2	7,25	7	4,79	5	2,46	2	9	2	11	3	rizo dom	Hf2	marigot		
GUARA3-16/02	60	1	7	50	3	bon	0	0	92	9	8	1	26	2	7,66	8	4,99	5	2,67	3	4	1	21	4	rizo dom	Hf2	marigot		
GUARA4-16/02	60	1	8,0-10	60	3	bon	0	0	95	9	5	1	44	3	7,07	7	4,06	4	2,99	3	8	2	20	4	rizo dom	Fo1	marigot		
PEC1-7/06	0	1	0,5	80	3	fabie	0	0	0	0	100	9	100	8	7,16	7	6,59	7	0,57	1	20	3	2	1	lag pur	FF	marigot		
PEC2-7/06	10	2	1,5	3	50	3	bon	3	1	2	1	95	9	30	2	6,67	7	5,21	5	1,66	2	22	3	14	3	lag dom	BF	marigot	
PEC3-7/06	60	1	4,0-5	60-80	4	fabie	0	0	0	0	100	9	20	2	7,7	8	6	8	1,71	2	25	3	30	4	lag pur	Hf1	marigot		
PEC4-7/06	0	1	1-2,5	0-40	2	fabie	0	0	0	0	100	9	25	2	7,49	7	5,93	6	1,57	2	28	3	24	4	lag pur	FF	marigot		
PEC9-7/06	0	1	1,5-2	0	0	moyen	0	0	0	0	100	9	25	2	4,61	5	3,91	5	-0,13	0	21	3	3	1	lag pur	FF	marigot		
AMP1-0/02	0	3	1	4	7	40	2	moyen	24	3	43	5	32	4	37	2	7,87	8	3,51	4	4,38	4	15	2	35	4	mélangés	Fo3	baie
AMP2-0/02	0	2	5	7	60	3	fabie	9	1	73	8	18	2	67	4	7,62	8	3,05	3	4,77	4	21	3	27	4	rizo dom	Fo2	baie	
AMP3-0/02	0	1	1-1,5	20-30	1	fabie	0	0	0	0	100	9	30	2	6,64	7	3,62	4	3,23	3	22	3	4	1	lag pur	FF	baie		
AMP4-0/02	0	2	2	7	50	3	bon	0	0	80	9	20	3	30	2	7,74	8	3,71	4	4,03	4	15	2	21	4	rizo dom	Fo2	baie	
AMP5-0/02	0	3	1,5	7	10	60	3	bon	5	1	91	9	3	1	59	3	7,55	8	4,01	4	3,54	4	16	3	43	5	rizo dom	Fo3	baie
AMP6-0/02	0	1	3	3	30	2	moyen	0	0	0	0	100	9	31	2	7,76	8	3,65	4	3,94	4	24	3	12	3	lag pur	FF	baie	
AMP7-0/02	0	1	3	20-30	2	moyen	0	0	0	0	100	9	27	2	7,29	7	4,4	4	2,9	3	19	3	7	2	lag pur	FF	baie		
AMP8-0/02	40	3	2	5	10	40-60	3	fabie	2	1	20	3	76	8	60	5	6,62	7	4,43	4	2,4	2	20	3	27	4	lag dom	Fo3	baie
AMP9-0/02	58	3	2	4,0-6	10,0-15	40-60	3	bon	4	1	74	8	22	3	74	4	7,4	8	4,1	5	3,19	3	24	3	25	4	rizo dom	Fo3	baie
AMP11-0/02	0	1	5,0-6	30	2	fabie	2	1	58	8	40	5	41	3	7,67	8	4,44	4	3,43	3	19	3	18	3	mélangés	Hf2	baie		
AMP12-0/02	20	3	2	8	15	40	2	bon	3	1	37	4	60	7	60	4	7,66	8	3,44	3	4,22	4	19	3	34	4	mélangés	Fo3	baie
AMP13-0/02	0	1	2-2,5	20-25	2	fabie	0	0	0	0	100	9	60	4	7,66	8	4,78	5	3,66	3	19	3	8	2	lag pur	FF	baie		
AMP14-0/02	20	1	2,0-8	40	2	moyen	8	1	53	6	39	4	59	3	7,66	8	4,61	5	3,27	3	21	3	20	4	mélangés	Hf2	baie		
AMP15-0/02	0	3	1	4	7	30	2	fabie	2	1	70	8	28	3	96	5	7,22	7	4,66	5	2,54	3	21	3	16	3	rizo dom	BF	baie
AMP16-0/02	0	3	1	7	9	25	2	bon	4	1	70	8	28	3	57	3	7,62	8	4,02	4	3,8	4	20	3	29	4	rizo dom	Fo2	baie
AMP17-0/02	30	3	1	3	7,0/12	20	2	moyen	2	1	31	4	67	7	54	3	7,92	8	4,1	4	3,82	4	17	2	34	4	mélangés	Fo3	baie
POR1-10/06	0	1	2,5-3	0-20	1	fabie	0	0	0	0	100	9	10	1	6,61	7	5,51	8	1,1	1	2	1	24	4	FF	FF	bassin		
POR2-10/06	60	1	0,6	6-20	4	moyen	0	0	4	1	98	9	10	1	7,02	7	6,09	8	0,93	1	12	2	28	4	lag dom	FF	bassin		
POR3-10/06	50	3	0,6	2	8	0-60	4	fabie	3	1	47	5	50	6	60	4	7,25	7	6,12	6	1,33	1	11	2	8	2	mélangés	Fo3	bassin
POR4-10/06	0	1	2,5-3,5	10	1	bon	0	0	81	9	19	2	70	4	7,09	7	6,01	8	1,08	1	21	3	13	3	rizo dom	FF	baie		
POR5-10/06	40	3	8,5	2	12	20-30	2	bon	17	2	53	6	30	4	47	3	7,22	7	6,12	8	1,1	1	25	3	18	3	mélangés	Fo3	baie
POR6-10/06	20	2	2	3	10	1	bon	0	0	59	6	41	5	100	8	6,1	8	6,16	8	1,94	2	24	3	4	1	mélangés	Hf2	baie	
POR7-10/06	30	2	2	2	10	0-20	1	fabie	40	5	20	3	40	5	20	2	7,12	7	5,21	5	1,91	2	22	3	12	3	mélangés	BF	baie
POR8-10/06	0	1	2-2,5	5	1	moyen	0	0	10	2	90	9	48	3	7,22	7	6,07	5	2,15	2	26	3	14	3	lag dom	FF	baie		
TIB11-10/06	0	1	5	0	0	fabie	100	5	0	0	0	0	0	1	7,56	8	6,46	8	-0,9	0	59	5	1	1	avic	Fo1	le marit		
CEB1-20/06	10	3	1,5	3	5	60	3	bon	4	1	60	9	18	2	107	6	6,26	8	3,9	4	2,35	2	21	3	32	4	rizo dom	BF	baie
CEB2-20/06	0	1	1,5	0-2	1	fabie	0	0	0	0	100	9	117	8	6,26	8	5,41	5	0,85	1	22	3	4	1	lag pur	FF	baie		
LAR1-30/06	0	2	5,0-6	8,0-10	0-20	1	bon	3	1	6	1	91	9	98	5	6,71	7	4,78	5	1,93	2	19	3	13	3	lag dom	Fo2	le conf	
LAR2-30/06	25	2	4	10	20-40	2	moyen	6	1	44	5	50	6	34	2	7,83	8	5,28	5	2,55	3	17	2	38	5	mélangés	Fo2	le conf	
LAR3-30/06	0	1	3,5-4	0-20	1	fabie	0	0	0	0	100	9	45	3	7,72	8	5,53	8	2,18	2	15	2	15	3	lag pur	Hf1	le conf		
LAR4-30/06	5	1	3,0-6	0-20	1	moyen	0	0	27	3	73	8	63	5	7,75	8	5,2	5	2,55	3	15	2	21	4	lag dom	Hf2	le conf		
LAR5-30/06	25	2	4	0	40-60	3	bon	7	1	34	4	59	8	29	2	7,48	7	6,11	8	1,37	1	15	2	26	4	mélangés	Fo2	le conf	
LAR6-30/06	5	1	1,5-2	0-20	1	fabie	0	0	6	1	94	9	64	4	7,41	7	5,62	8	1,59	2	14	2	8	2	lag dom	BF	le conf		
MED1-09/06	0	1	1,5	10	1	fabie	0	0	89	9	11	2	72	4	6,5	8	5,64	8	0,67	1	25	3	4	1	rizo dom	FF	bassin		
MED2-09/06	0	1	1	0-5	0	fabie	0	0	82	9	18	2	26	2	6,7	7	6,67	7	-0,17	0	20	3	1	1	rizo dom	FF	bassin		
BEN1-00/06	5	1	5	20-40	2	bon	0	0	75	8	25	3	61	4	7,89	8	3,61	4	4,06	4	15	2	22	4	rizo dom	G	delta		
BEN2-00/06	10	3	2	3	8	0-20	1	moyen	12	2	33	4	55	6	33	2	7,98	8	4,78	5	3,21	3	13	2	36	5	mélangés	Fo3	delta
BEN3-00/06	30	3	1,5	3,0-5	8,0-10	20-40	2	moyen	3	1	0	0	97	9															

ANNEXE 2.2
RESULTATS SYNTHETIQUES SUR LES TRANSECTS.



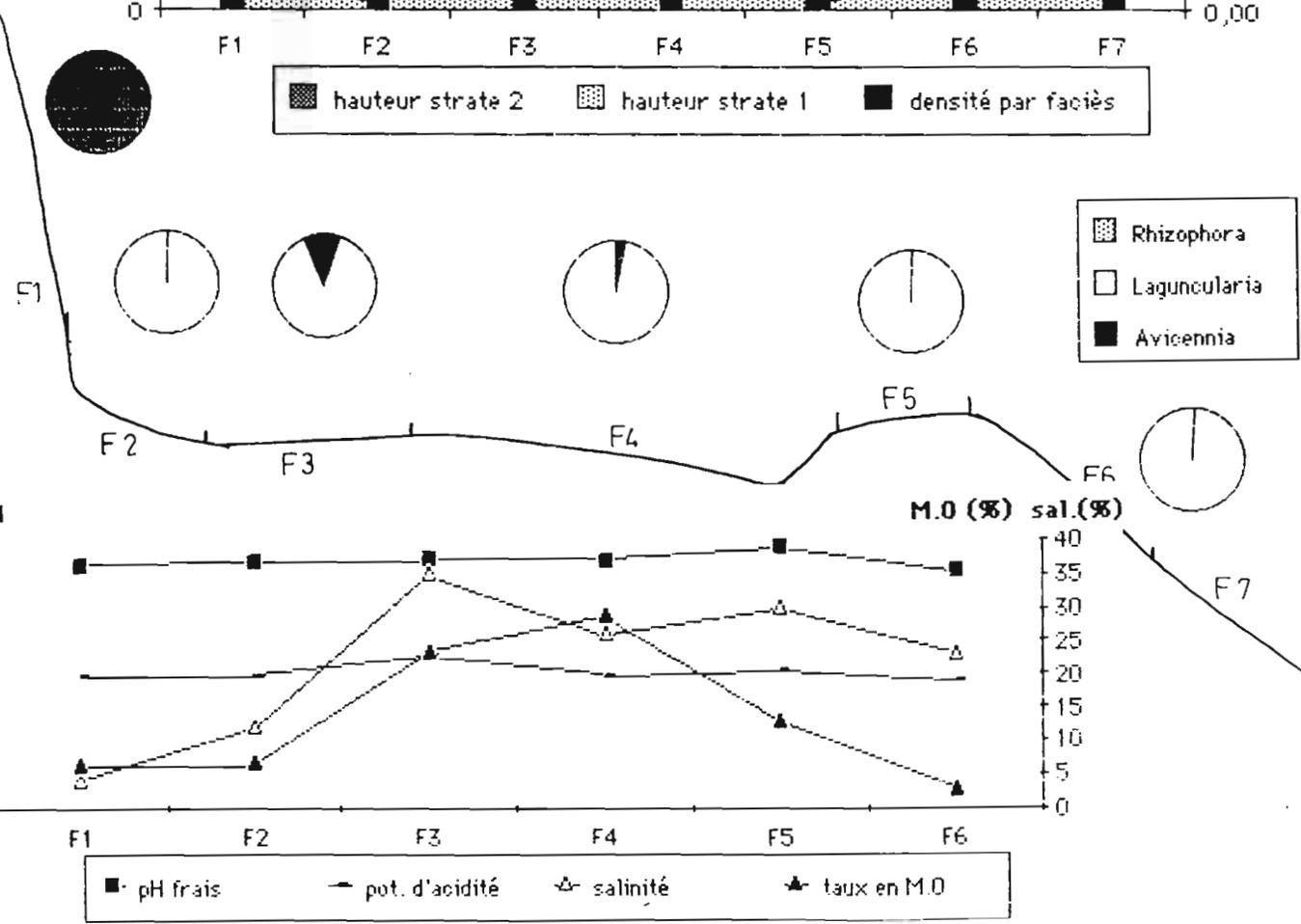


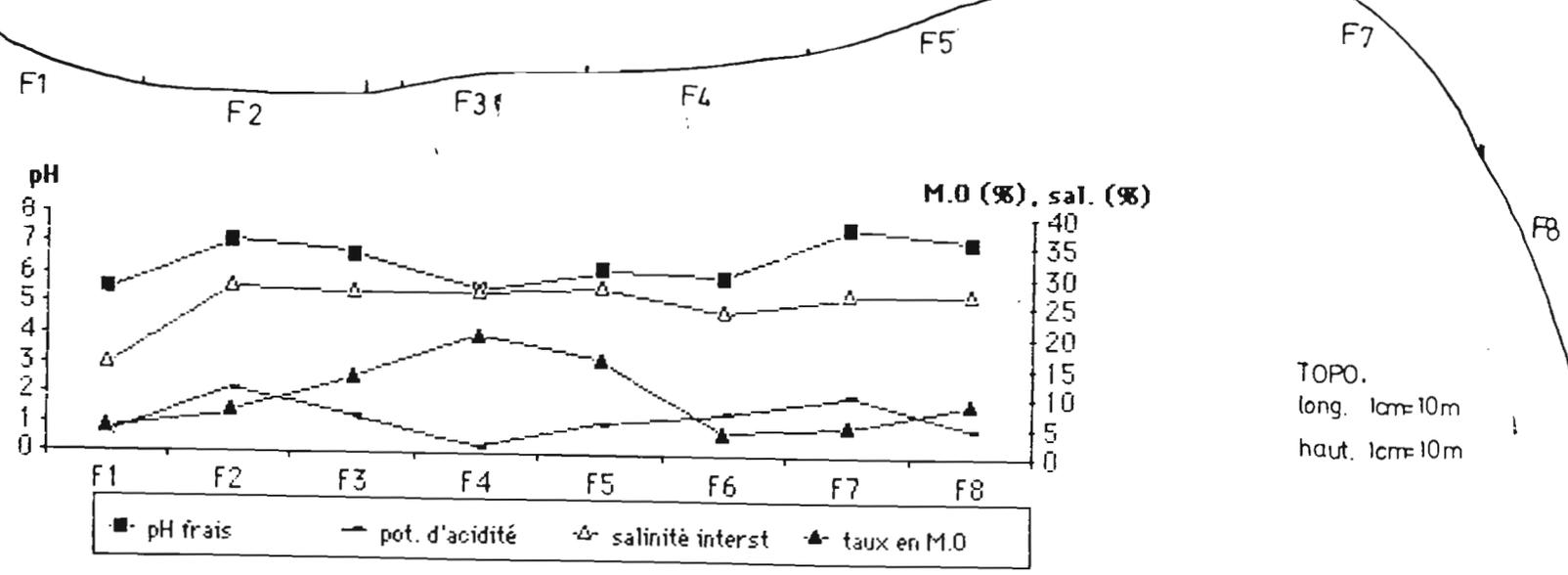
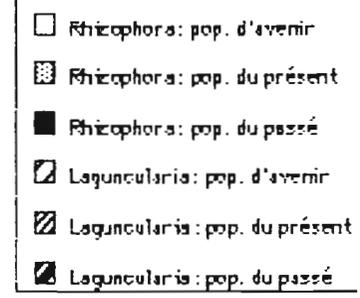
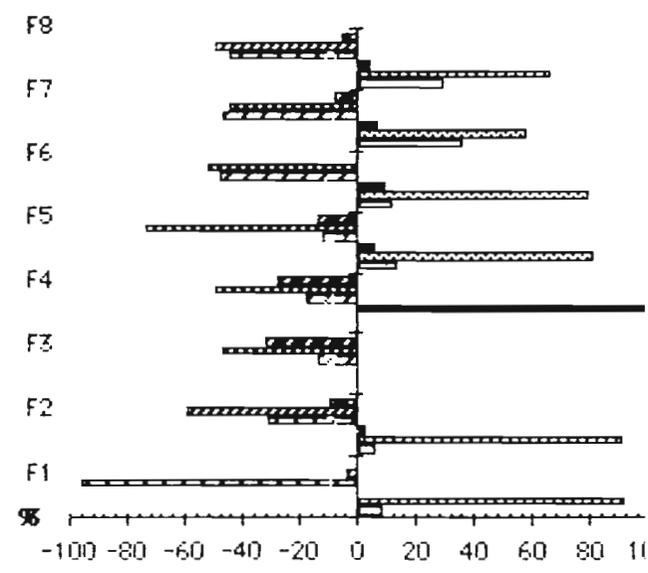
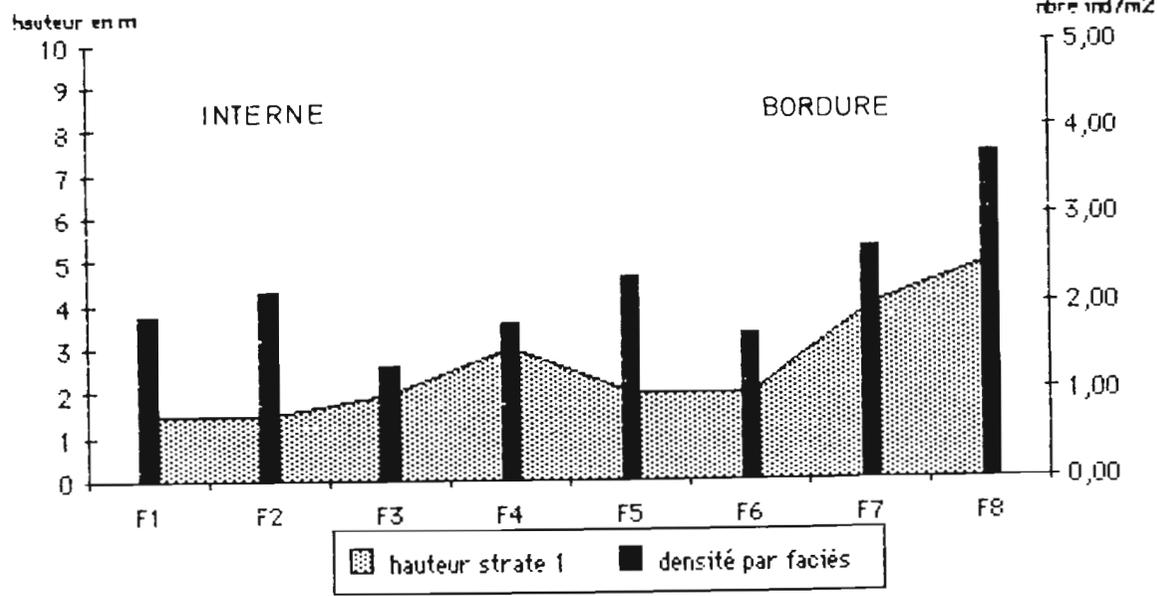


283

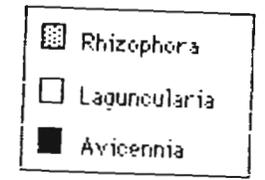
TOPO
long. 1cm = 5m
haut. 1cm = 10m

ILHA DO MEL
315° 97m.

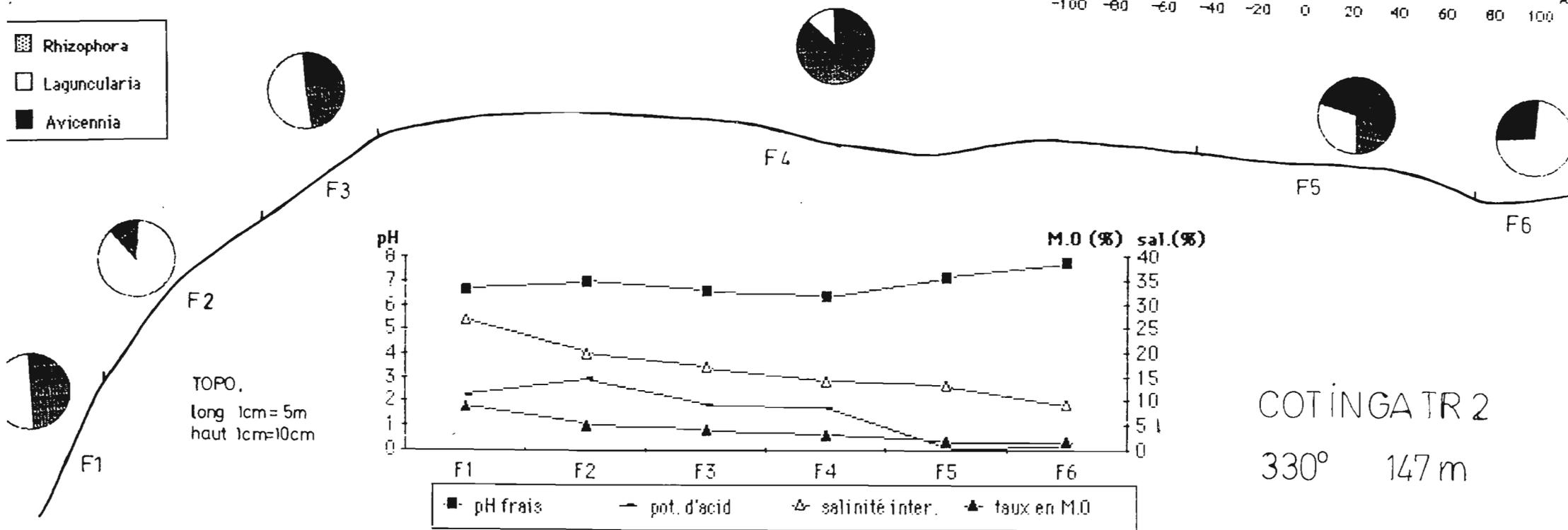
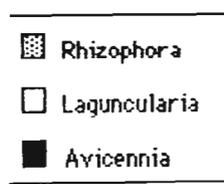
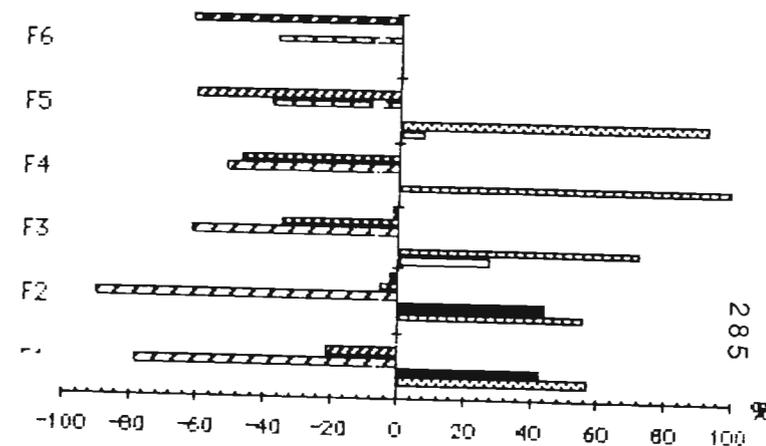
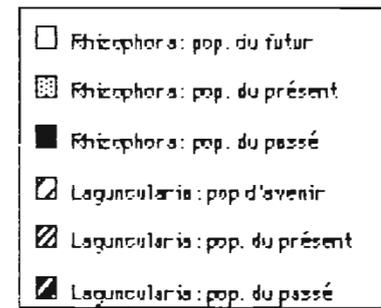
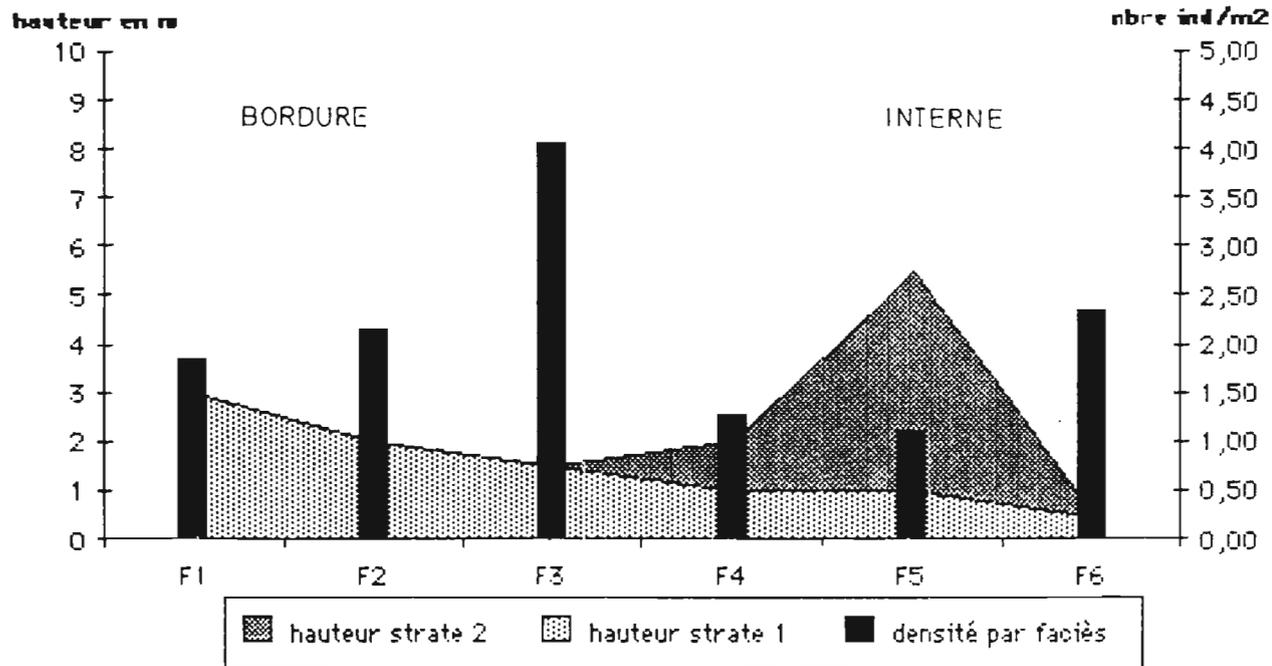




TOPO.
long. 1cm=10m
haut. 1cm=10m



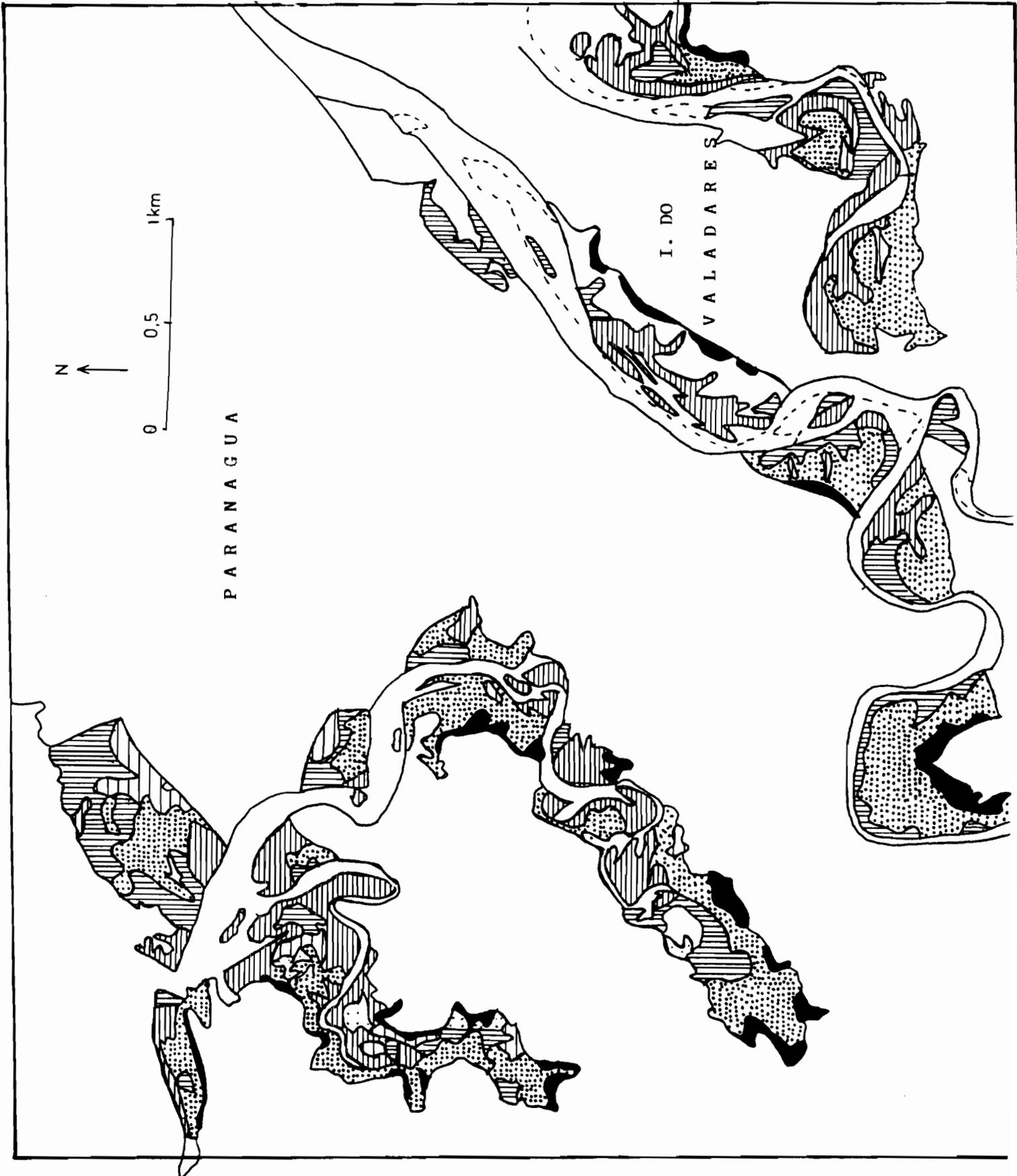
COTINGA TR1
45° 270m



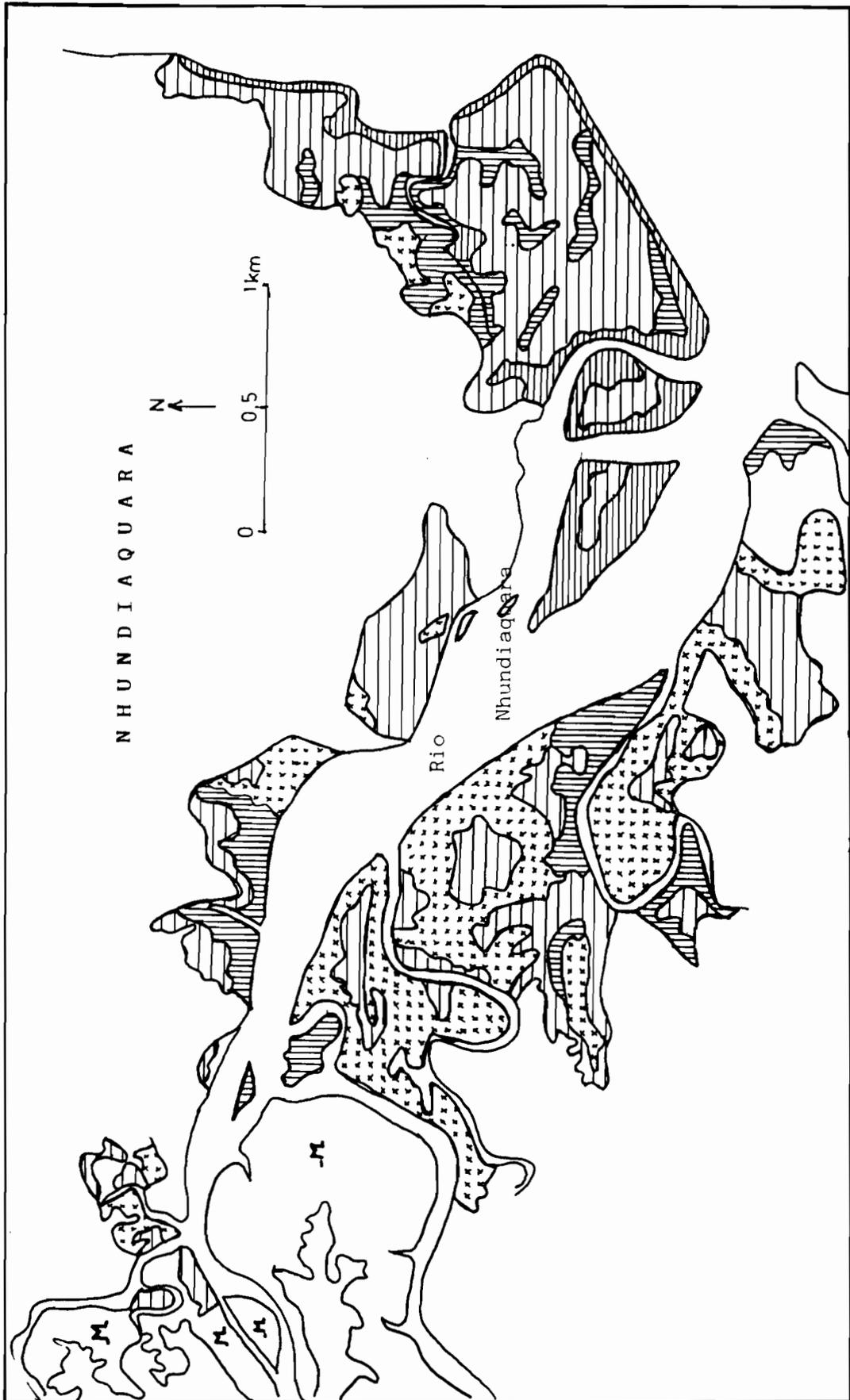
ANNEXE 2.3
SURFACES ET TENEURS EN EAU DES FEUILLES PRELEVEES.

	surf. Rhizo (cm ² *100)	surf. Lag. (cm ² *100)	ten. eau rhizo (g *100)	ten. eau Lag. (g *100)
AMP15	3681	.	133	.
AMP16	3342	.	115	.
AMP17	.	3135	.	107
CEB1	4366	.	150	.
CEB2	.	1813	.	77
POR1	.	2948	.	113
GUAR2	.	3156	.	116
LAR1	.	2876	.	77
LAR2	4463	2905	147	104
LAR3	.	2756	.	99
LAR4	.	2859	.	109
LAR6	.	2448	.	101
MED1	3033	.	108	.
MAC3	2682	.	99	.
GUARA2	2750	.	98	.
GUARA4	3477	.	123	.
AMPF1	3579	2886	113	100
AMPF2	3337	2796	112	95
AMPF3	3066	2612	104	83
AMPF4	2764	2329	94	82
AMPF5	.	2525	.	86
AMPF6	.	2455	.	81
AMPF7	.	2676	.	85
F1TR1	3580	.	150	.
F2TR1	.	2166	.	103
F3TR1	2648	2357	101	115
F6TR1	3163	.	103	.
F8TR1	.	2722	.	110
F9TR1	3236	.	128	.
F1TR2	2817	2114	100	83
F2TR2	2860	2132	96	80
F3TR2	3148	.	105	.
F4TR2	2829	.	98	.
F5TR2	2980	.	105	.
MELF1	3268	.	198	.
MELF2	.	2555	.	110
MELF3	.	2357	.	92
MELF4	.	2805	.	99
MELF6	.	1846	.	92
ROS2	4090	2677	134	103
ROS3	3792	2212	127	89
ROS4	3358	.	110	.

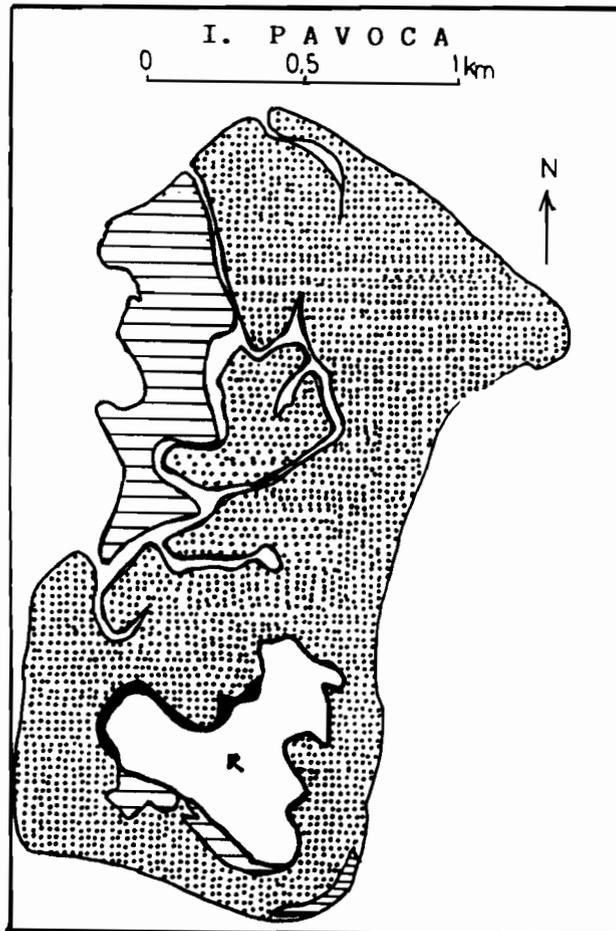
MARIGOTS (AUTOUR DE PARANAGUA)



DELTA DE RIVIERE



ILE DE CONFLUENCE



ANNEXE 4

RAPPORT ADRESSE PAR L'ITCF, RELATIF AUX AUTORISATIONS DE COUPES DANS LA MANGROVE, AUX IMPACTS DUS A L'URBANISATION SAUVAGE ET CONTRAVENTIONS.



Instituto de terras, cartografia e florestas

VINCULADO A SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ADASTECIMENTO - GOVERNO DO PARANÁ

CURITIBA - RUA DESEMBARGADOR MOTTA, 3384 - FONE 234-1811 - PARANÁ

ESCRITÓRIO REGIONAL DO LITORAL

Of. nº 064/91

Paranaguá, 07 de agosto de 1.991

Prezado Senhor:

Em atenção ao Of. s/nº deste Centro, temos a informar:-

- Foram autorizadas as seguintes obras em Manguezal: Passagem de fiação para a eletrificação rural pela COPEL, (Trechos: Ponta do Poço - Maciel, Cedro - Eufrasina, Itaqui - Amparo), construção de Marina em Guaratuba, implantação de Projeto de Carcinocultura na Ilha da Cotonga, e criação de ostras em Guapicu.

- O principal dano aos mangues tem sido na periferia das cidades notadamente em Paranaguá, com invasão e aterros para construção de moradias, ora com a conivência da Prefeitura Municipal, ora com o estímulo da Câmara Municipal de Vereadores. Nestes casos temos tentado em conjunto com o IBAMA, minimizar a situação, mas poucos resultados temos conseguido. Existe autuações por atividades desenvolvidas em mangue, assim distribuídos:

Auto de Infração II (onze) - Termo de Embargo II (onze)

Valores: 20 ORTN, 1960 OTNs, 3500 BTNs e Cr\$ 1.031.500,00

Os valores em ORTN, OTNs, BTNs, não foram convertidos.

Colocamo-nos à disposição para novos esclarecimentos.

Atenciosamente,

Claudio D'Oliveira
CHEFE REGIONAL

R. BENJAMIN CONSTANT, 523 - COSTEIRA

ANNEXE 5

PROPOSITION DE ZONAGE DES MANGROVES DU PARC NATIONAL DE SUPERAGUI

Le parc National de Superagui a été créé le 25 avril 1989 par le décret fédéral n° 97688.

Il contient les îles das Peças et de Superagui, séparées par le canal de Superagui, à l'Est de la baie de Laranjeiras, au Nord de l'île do Mel.

Dans toute la baie de Paranaguá, les mangroves sont formées de trois espèces:

- *Laguncularia racemosa*, Gaertn: mangue branco, espèce pionnière et la plus opportuniste dans la baie.
- *Rhizophora mangle*, mangue vermelho, espèce pionnière,
- *Avicennia schaueriana*, mangue siriuba, présente en bordure uniquement et dans les apicums.

Dans toute la baie les mangroves se trouvent dans:

- des sites **A, favorables**: les deltas de rivière (parties les plus amonts des distributaires au niveau du "bouchon vaseux"), les bordures de cours d'eau, les baies ouvertes sur les grands distributaires.
- des sites **B, remarquables**: les îles maritimes sableuses (i. das Peças, de Superagui, da Cotinga) et les îles de confluence (i. Pavoçá, do Rabelo, das Laranjeiras).
- des sites **C, exceptionnels**: les zones amont des bassins (r. Poruquara, Medeiros), des deltas de rivière (r. Guaraqueçaba, Nhundiaquara, Faisquera...).

Elle sont formées dans la baie de 10 types de peuplements végétaux qui se partagent de façon différentielle ces sites et que l'on classe en trois familles, fournissant ainsi un modèle global de zonation:

1. les forêts bien développées structurellement et floristiquement en bordure uniquement, où l'on retrouve les 3 espèces végétales.
2. les fourrés, bois-fourré de cuvette, qui sont des peuplements internes, mélangés et bistratifiés,
3. Les formations basses -mangroves suffrutescentes et frutescentes, monospécifiques (*L. racemosa* ou *R. mangle*) de haut-schorre sableux,

Aux mangroves s'ajoutent dans les sites A, B, C, des bancs de *S. alterniflora*, en front de mangrove, principalement à l'embouchure des cours d'eau.

Dans les îles maritimes, les prairies de cypéracées semi-halophiles (*Cladium* sp.) sont des formations de l'arrière-mangrove. Les apicums, présents aussi dans les îles maritimes sont des formations hyper-halophiles, azonales de la mangrove.

Dans le Parc de Superagui, on a:

- Des mangroves de sites **A**; au Nord des îles de Superagui et das Peças, en bordure de la baie dos Pinheiros qui préfigurent des baies ouvertes; ainsi que dans les marigots profonds de toute la partie Est de l'île das Peças.
- Des mangroves de sites **B**, en bordure des îles maritimes; de part et d'autre du canal de Superagui, et face au distributaire principal de la baie das Laranjeiras (à l'Est de l'île das Peças).
- Des mangroves de sites **C**, dans les zones très amonts (haut-schorre) des sites **A** et **B** qui sont accompagnées, en arrière par les prairies semi-halophiles de cypéracées faisant la transition avec la restinga.

Un apicum de grande taille est rencontré au Nord de l'I. das Peças à l'Est du village de Tibicanga.

Les trois types de peuplement de mangrove se retrouvent de façon grossièrement parallèle aux cours d'eaux et rivages. On observe donc la zonation des peuplements 1-2-3 de l'aval vers l'amont.

Dans ce cadre, les peuplements **2 et 3 des sites B et C**, doivent impérativement être protégés de toute activité. Ils peuvent à ce titre constituer **des unités locales de protection**.

Les peuplements **1 des sites A et B**, peuvent constituer des **unités locales de conservation**.

Ces unités de conservation seraient le support d'un extrativisme rationnel, non-pérenne, semi-itinérant, qui favorise la fixation des larves d'espèces mollusques endémiques:

- *Cassostrea rhizophorae*, huître: 'installation de capteurs (pieux, tables) en front de mangrove,

- *Mytilus* sp., moule d'eau, en pleine eau (baie de Laranjeiras, en aval des marigots profonds de l'île das Peças) dans une hauteur d'eau de 0,8 à 2 m (marnages moyen et maximum).

L'octroi de concessions pour une durée de minimum de 2 ans et maximum de 5 ans, d'une surface limite de 500 m² (temps et espace nécessaires pour mettre en place un projet d'aquaculture, et suffisants pour ne pas endommager irrémédiablement le site) devrait être envisagée dans ces unités locales de conservation.

Le crabe de mangrove (*Ucides cordatus*) pourra aussi être capturé dans ces unités locales de conservation, conformément à la législation en vigueur. Un site de pêche exploité pendant un été, ne pourra pas l'être l'été suivant.

RESUME

L'exemple de la baie de Paranaguá, située en dehors des limites tropicales, montre l'exceptionnel déploiement de l'écosystème mangrove au Brésil, constitué de trois espèces (*L. racemosa*, *R. mangle*, *A. schaueriana*). La mangrove occupe un des multiples intrants du bourrelet continental formé par la Serra do Mar. L'histoire géologique et géomorphologique de cette portion du littoral brésilien, très complexe, a abouti à une multiplicité de mésoformes régionales.

Les wadden de la baie ont été classés en fonction de leurs formes régionales, liées à un gradient hydrologique, et définis en fonction de leurs caractéristiques sédimentologiques. Nous avons ensuite déterminé trois degrés d'habitat dans la baie de Paranaguá plus ou moins favorables à la mangrove.

L'étude des comportements des individus végétaux, dans les parcelles et au long des transects étudiés, nous a amené à considérer leur relation entre eux et avec leur milieu. Les caractéristiques intrinsèques des trois espèces, propres à la survie dans le domaine intertidal divergent dans la baie : *L. racemosa* y est l'espèce la plus opportuniste. Avec la définition à partir de résultats floristiques et structuraux des parcelles, nous avons pu définir 10 types de peuplements végétaux. Ils ont ensuite été classés en 3 degrés de potentialités des peuplements de mangrove en fonction d'un modèle global de zonation. La mangrove devient un espace potentiellement fragmenté.

Cette approche régionale a été complétée par la cartographie de ces peuplements au 1/25 000. Une légende a été définie après une classification statistique des résultats du zonage des photos aériennes.

L'étude du comportement de l'homme à l'égard de la mangrove a été abordé. Actuellement, on assiste à des conflits qui se résument, à l'ombre des palétuviers en deux points: les conflits juridiques (pesanteur, non-application, détournement des lois...) et les conflits sociaux (la mangrove comme espace d'habitation de populations, de faible revenu, exilées).

Nous proposons à travers cette étude une nouvelle perception des mangroves. Ce n'est plus un ensemble global mais un ensemble composé d'éléments régionaux. Nous suggérons une nouvelle approche fondée sur des principes de protection/conservation adaptée à chaque élément régional. Ce nouveau scénario devrait assurer une bonne maîtrise du milieu, et une meilleure intégration des populations humaines dans leur environnement.

Mots clefs: Baie de Paranaguá-PR, Brésil; écosystème mangrove; végétation; sédimentologie; analyse des impacts; analyse juridique; gestion rationnelle.

ABSTRACT.

The Bay of Paranaguá is situated outside tropical limits and is an example of a remarkable expansion of the mangrove ecosystem in Brazil. It consists in three species (*L. racemosa*, *R. mangle*, *A. schaueriana*) which occupy one of the many bays of the continental bulge formed by the Serra do Mar. The highly complex geological and geomorphological history of this portion of the Brazilian coast has induced a large range of regional mesoforms.

I have endeavored to classify the wadden of the bay according to their shapes and along a hydrological gradient and have defined their regional criteria according to their sedimentological characteristics. This then allowed me to determine 3 degrees of habitat in the Bay of Paranaguá which are more or less favorable to the mangrove.

The study of the specific behaviour of the 3 plant species named above within the plots and along the transects I selected brought me to consider their mutual relationships and their relationships with their environment. Their intrinsic characteristics are normally identical in the intertidal area. However they diverge in the bay where *L. racemosa* is the most opportunist species. From the definition of plants populations by structural and floristical results, I was able to determine 3 degrees of potentiality along a global model of zonation. This allowed me to consider the mangrove as a potentially fragmented area.

I then applied my regional approach to cartography. I defined a legend after a statistical classification resting on an aerial photographs photointerpretation (scale 1/25000).

I also touched upon the behaviour of man in relation to the mangrove(s). Nowadays there are two main points of conflict: legal conflicts and social ones (as the mangrove is the living space of certain types of exiled population with a low income).

Through this study I offer a new perception of the mangrove. It is no longer a global entity, but is a compound of regional elements. I suggest a resorting to principles of protection and/or conservation adapted to each regional element. This new scenario should allow a better understanding of the environment of the Bay of Paranaguá and a better integration of the human populations in this environment.

Key words: Bay of Paranaguá-PR, Brazil; mangrove ecosystem; vegetation; sedimentology; impact analysis; juridical approach; rational management.