



CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
CENTRE D'ETUDES DE GEOGRAPHIE TROPICALE



Etudes de GEOGRAPHIE TROPICALE

Série : Géographie Physique

ETUDE PHYTOPEDOLOGIQUE
DES MANGROVES ET TANNES
DE LA MONDAH-GABON

J M LEBIGRE
C MARIUS

N° 6

CEGET. Domaine Universitaire de Bordeaux 33405 Talence Cedex . France
NOVEMBRE 1986

ETUDE PHYTOPÉDOLOGIQUE DES MANGROVES
ET TANNES DE LA MONDAH (GABON)

J M LEBIGRE* et C MARIUS

* Enseignant de Géographie au Centre Universitaire de TULEAR (MADAGASCAR)

** Pedologue ORSTOM, Institut de Géologie, 1 rue Blessig, 67000 STRASBOURG

Resume

Les mangroves de la Mondah au Gabon, situees un peu au nord de l'Equateur dans une région abondamment arrosee (3 000 mm/an) forment un ensemble de 35 000 ha de paletuviers *RHIZOPHORA HARRISONII*, *R RACEMOSA*, *AVICENNIA NITIDA* pour l'essentiel. A travers 85 echantillons de sol, cinq séquences caractéristiques ont été étudiées. Elles s'inscrivent dans les grandes zones phytomorphologiques identifiées : zone amont, zone moyenne, zone à "structures circulaires" et zone frontale qui semblent correspondre à des degrés divers de l'évolution de la mangrove. L'étude insiste particulièrement sur les "tannes", zones nues d'arrière-mangrove qui n'occupent ici que de faibles surfaces. Les analyses révèlent des taux de salinité des sols et des nappes très élevés en dépit de la pluviométrie. Cela semble dû au contexte hydrologique (faible bassin versant de la baie) mais on ne peut exclure complètement des causes géologiques (éaporites dans le sous-sol).

INTRODUCTION

Les mangroves de la Mondah forment un ensemble cohérent de 35 000 ha s'ordonnant autour de la baie du même nom et d'un réseau digite de criques (ce terme désignant ici les chenaux de marée bordés de paletuviers) Elles se situent sur le littoral afro-atlantique au nord-ouest du Gabon entre 0° 22 et 0° 48 lat N (fig 1) échancre par deux autres grands rias estuaire du Gabon et Rio Mouni (LEBIGRE, 1983)

Floristiquement les mangroves de la Mondah sont de type atlantique avec trois espèces prédominantes de paletuviers *RHIZOPHORA HARRISONII* LEECHMAN, *R. RACEMOSA* G F W MEYER et *AVICENNIA NITIDA* JACQ Les peuplements revêtent parfois un aspect spectaculaire avec des arbres avoisinant 30 à 40 m de hauteur Les tannes surfaces nues ou herbeuses d'arrière-mangrove n'occupent ici qu'un espace limité faisant transition avec la forêt littorale mais le phénomène, inhabituel dans le domaine équatorial, mérite attention (LEBIGRE et MARIUS, 1984) Prevaut en effet sur la région un climat équatorial de transition caractérisé par des précipitations abondantes de l'ordre de 3 000 mm/an s'interrompant pendant les trois mois d'été boréal (rythme austral)

La baie ne bénéficie que d'un bassin versant étroit (1 200 km²) ce qui explique la prépondérance des influences marines sur les influences fluviales les transitions mangrove-forêt inondée sont rares à l'inverse de ce qui existe pour les deux premiers ensembles de mangroves du Gabon estuaire du Gabon et delta de l'Ogooué

Le travail de terrain a eu lieu entre 1979 et 1982 Il s'est appuyé sur l'interprétation d'une remarquable série de photos aériennes d'ELF-GABON (IGN 1973 GAB 06/300 IR) Cela nous a permis de choisir cinq séquences caractéristiques et d'effectuer le prélèvement de 85 échantillons à l'aide d'une pelle à vase, dont le pH a été relevé in situ grâce à un pH mètre portatif CORNING

I LE CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

1.1 Le cadre structural et geomorphologique (fig 2)

La baie de Mondah s'inscrit dans le Bassin sédimentaire côtier gabonais Ce bassin, d'âge crétacé pour la partie qui nous intéresse, s'est formé au moment de la séparation de l'Afrique et de l'Amérique sur la marge du craton centro-africain

Au nord on trouve la Série de Kango correspondant au Candélas

du Nordeste brésilien formée au Crétacé inférieur (marnes argiles et grès fins) Pour l'essentiel les sédiments quaternaires reposent sur les terrains dits post-salifères résultant d'une sédimentation en milieu marin franc mais perturbée par des phases de régression On trouve d'est en ouest la Série de Madiela (Aptien supérieur-Albien) formée de calcaires et de grès la Série du Cap-López (Cénomanién) et la Série d'Azile (Furonien) Les roches qui affleurent sont des grès des grès calcaires, des calcaires et des marnes Elles forment des strates peu épaisses et très diaclasées, elles plongent vers l'ouest selon un pendage assez faible

La morphologie générale de la région s'apparente à un karst à mamelons (kuppenkarst) peu développée Les collines les plus hautes avoisinent 125 m Leurs flancs ont une pente convexe caractéristique Un épais manteau d'altérite les recouvre On reconnaît dans le profil une stone-line d'un mètre d'épaisseur environ formée de gravillons et de blocs d'une ancienne cuirasse démantelée On retrouve ces blocs à la limite inférieure des collines au contact de la mangrove et même en pleine baie

L'origine de la baie est probablement tectonique elle semble correspondre à la partie septentrionale d'un graben situé dans le prolongement de l'axe de la Ngounié et flanquée à l'ouest par le horst de Lambarené-Chinchoua Toute la région est d'ailleurs très fortement fracturée Ces collines guident le tracé du réseau de chenaux de marées et la configuration du pourtour de la baie à la limite des collines Ainsi observe-t-on de profondes indentations du littoral et une multitude d'îles et d'îlots cernés par la mangrove et couverts de forêt ombrophile Ce sont de simples buttes résiduelles mais quelquefois aussi des compartiments soulevés de l'ensemble sédimentaire

La mangrove s'accroche parfois directement au substrat rocheux à la limite de la terre ferme A ce niveau, on observe de beaux lapiez, comme à Oveng Ailleurs, la pellicule de vase qui recouvre la roche sous-jacente est parfois très peu épaisse, la végétation peut même souligner l'existence du réseau de diaclases et le fond de certains chenaux de marée reposer directement sur une dalle rocheuse

Le dernier élément qui retienne notre attention est l'existence d'importants dépôts sableux cordons ou terrasses, souvent couverts de savane herbeuse La présence d'un horizon induré (alios ou grès ferrugineux) permet de distinguer les formations de la Ntsini, de la Libi et de la Massotie de celles de la Pointe Akanda sans doute

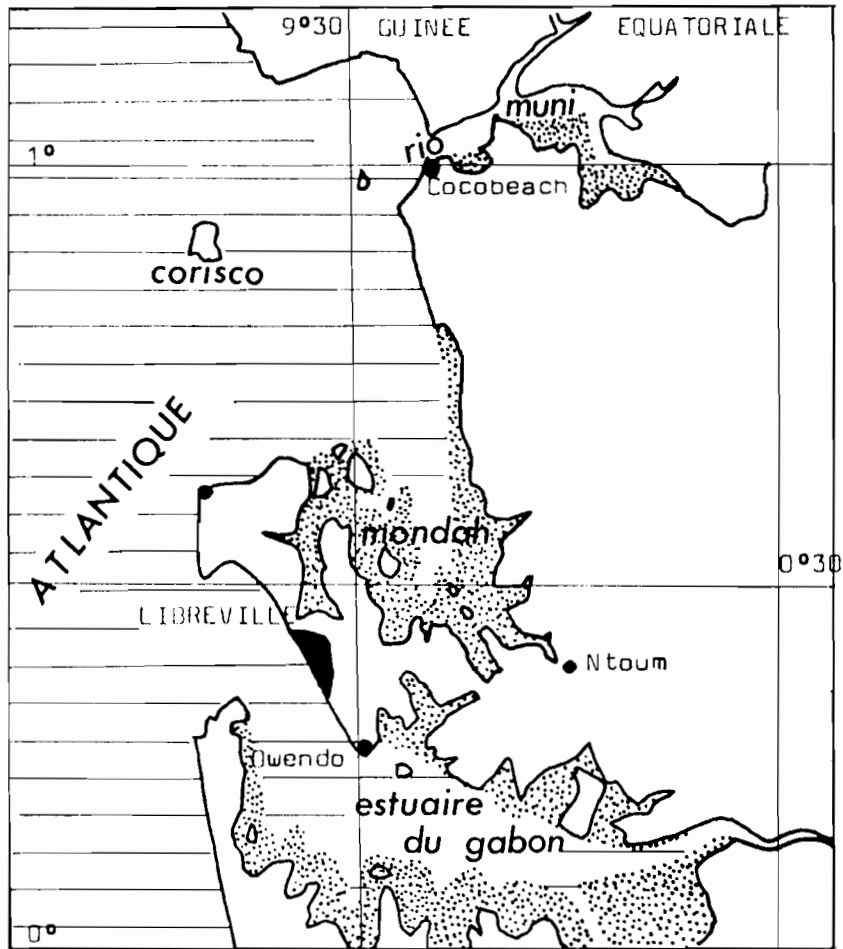


Figure 1 : Croquis de situation.
(en pointillé la mangrove)

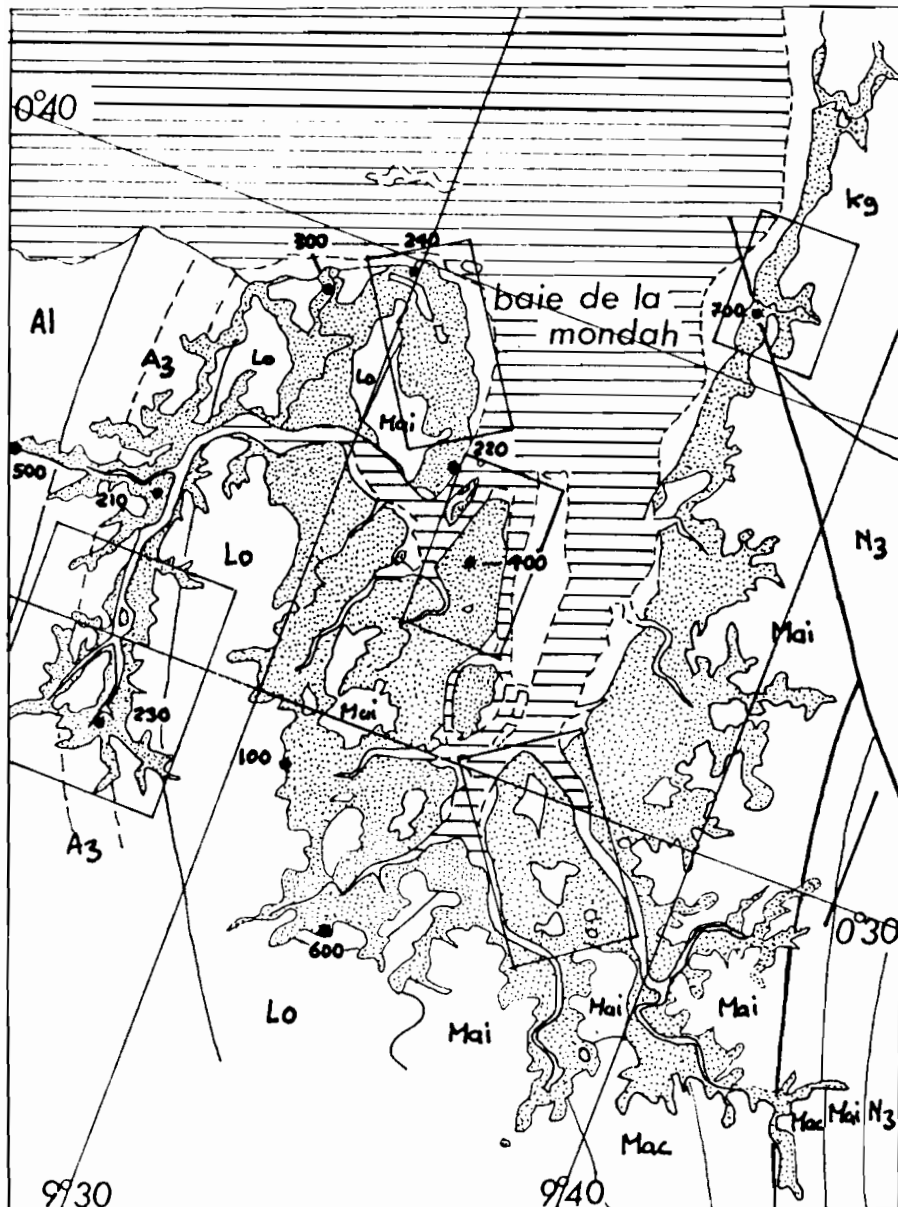


Figure 2 : Mangroves de la Mondah, cadre structural, situation des prélèvements et des cartes de détails.

Kg: Série de Kango (Crétacé inférieur) Nz: Série de la Nzémé-Asso (Aptien) Mac: Série de Madiéla calcaire
 Mai: Série de Madiéla indéterminé Lo: Série du Cap-Lopez (Cénomannien) Az: Série d'Azilé (Turonien) A1: Série d'Anguille (Coniacien)

plus récentes.

1.2. Les oscillations du niveau marin :

Nos connaissances sur le Quaternaire marin du Gabon sont encore embryonnaires. La morphologie générale de la baie de Mondah suggère cependant un ennoisement récent. Nous n'avons pas relevé de traces d'ancien rivage au-delà du niveau actuel de la mer. Cela va d'ailleurs dans le même sens que ce que l'on admet généralement à ce propos, à savoir l'existence de quatre phases d'oscillations eustatiques au cours du Quaternaire récent.

1) La phase transgressive inchirienne (40.000 à 30.000 ans B.P.) à un niveau proche du zéro actuel. Pendant cette période pluvieuse intra-würmienne, des mangroves ont pu s'établir mais nous n'en avons pas la preuve.

2) La phase de régression ogolienne (22.000 à 16.000 ans B.P.) contemporaine d'un climat plus sec permet au rivage de s'établir à environ moins 120 m du niveau actuel. C'est probablement pendant cette période que s'édifient les cordons sableux visibles sur le pourtour de la baie.

3) La phase de transgression holocène (8.000 à 5.000 ans B.P.) pendant laquelle la mer envahit la baie. Des sédiments tour à tour d'origine fluviale et marine colmatent une partie de la ria permettant le développement de la mangrove. Plusieurs petites oscillations climatiques (WEYDERT et ROSSO, 1981) provoquent l'alternance de conditions marines franches et de conditions plus spécifiquement fluviales dans l'estuaire du Gabon. En ce qui concerne la baie de la Mondah, nous doutons que les influences fluviales aient pu être prédominantes et il est probable que la majeure partie des sédiments soit d'origine marine. D'indispensables sondages devraient le confirmer.

4) La régression taffolienne (3.000 ans B.P.) très peu perceptible correspond à l'avenement des conditions actuelles.

1.3. Les caractères climatiques :

Le climat équatorial de transition de régime bimodal et de type austral qui affecte la Mondah est caractérisé par de très fortes précipitations et une saison sèche de trois mois (fig.3).

L'isohyète 3.000 mm qui passe à Libreville coupe la baie en deux parties. Au sud-est les précipitations ne sont plus que de 2.400 mm/an à Ntoum. Au nord elles atteignent 3.400 mm à Cocobeach et au Cap Este-

rias.

La saison sèche s'étend de mi-juin à mi-septembre. Néanmoins, certaines années elle peut durer quatre mois : en 1979 il n'est tombé que 12 mm de juin à septembre inclus, le début du mois d'octobre n'étant guère mieux arrosé. Pendant ces quatre mois on note un déficit hydrique sensible qui influt sur la végétation et les sols. La grande forêt ombrophile de l'ensemble guinéo-congolais couvre toute la région à l'exception de rares petites savanes herbeuses édapho-anthropiques.

Tableau 1 : Normales de Libreville (00°27N, 09°25E, 6,5 m).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Températures	26,7	26,9	27	27	26,8	25,3	24,2	24,5	25,5	25,8	25,9	26,4	26° C
Précipitations	298	276	418	360	275	18	1,4	7	94	388	527	347	3005 mm
Jours de pluies (plus de 0,1 mm)	18,3	15,7	20,5	20,4	16,8	3,3	1,4	4,5	13,7	24,5	24	18,7	181,5
Evaporation	67,4	66,6	70,7	69,4	74	89,4	96,5	92,6	82	64,7	59,1	65,9	903,3 mm
Humid. Relative	86	85	85	86	85	81	80	81	84	87	88	86	85%
Insolation	176	177	169	168	156	125	123	109	91	109	129	166	1697 h.

La baie est protégée des vents et de la houle d'ouest-sud-ouest par la péninsule du Cap Esterias. L'alizé en provenance de l'anticyclone de Sainte-Hélène est en effet le flux d'air dominant. Si l'on en croit la toponymie, les vents dominants sur la baie seraient de secteur sud. Mondah veut dire "vent du sud" en Sekyani (RAPONDA-WALKER, 1963). La brise de terre qui contrarie l'alizé est à l'origine des fortes précipitations nocturnes caractéristiques du littoral gabonais. Enfin on note que malgré l'absence de véritables tempêtes, les violents coups de vents et les tourbillons (pouvant former des trombes) précédant les averses peuvent occasionner localement la destruction des palétuviers.

1.4. Hydrologie fluviale (fig.4) :

Les cours d'eau qui débouchent dans la baie de la Mondah sont de petite taille et drainent des bassins versants de petite surface. Malgré l'abondance des précipitations, les volumes d'eau pluviale aboutissant dans la baie sont donc relativement faibles.

On note une dissymétrie sensible entre partie occidentale et partie

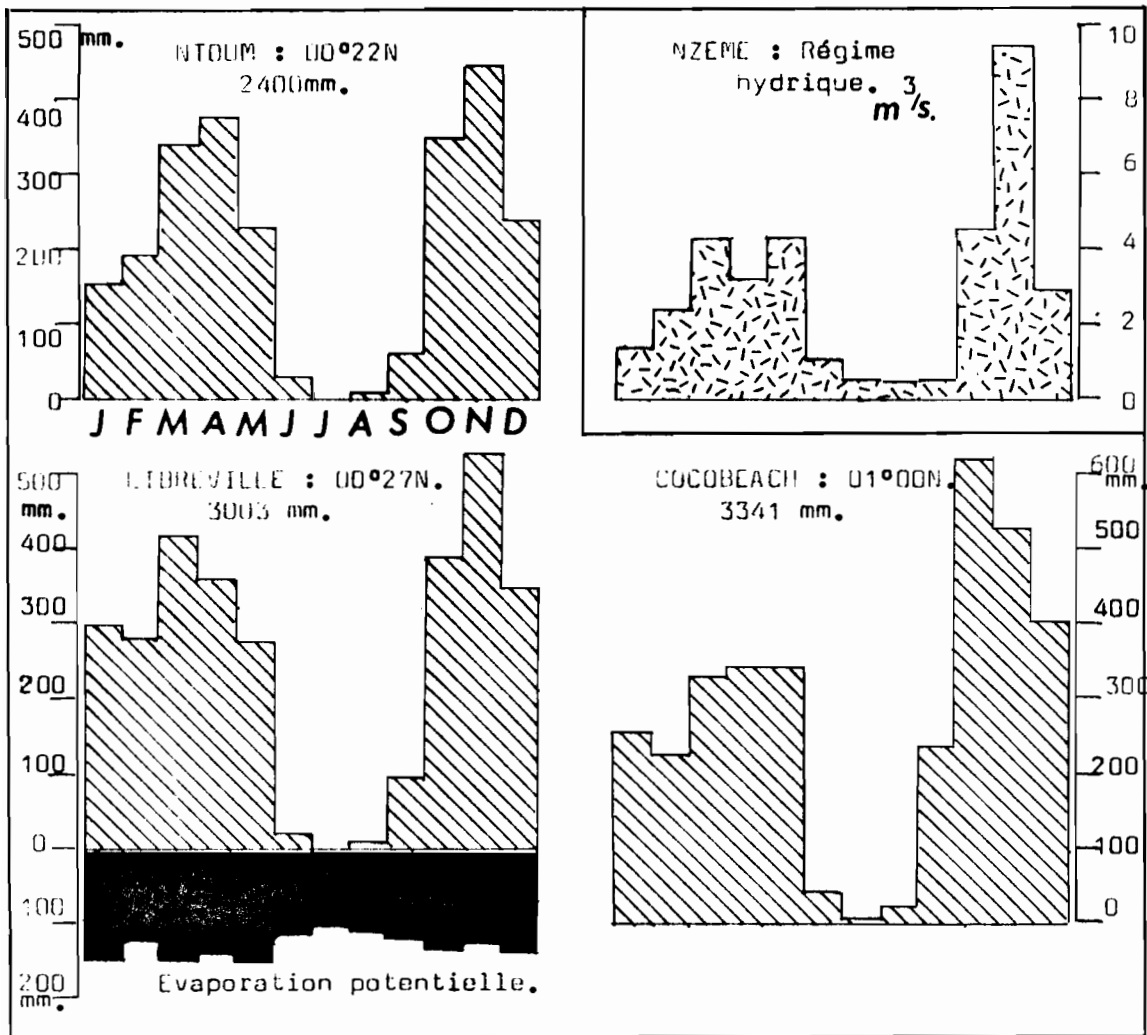


Figure 3 : Régimes pluviométriques et hydriques.

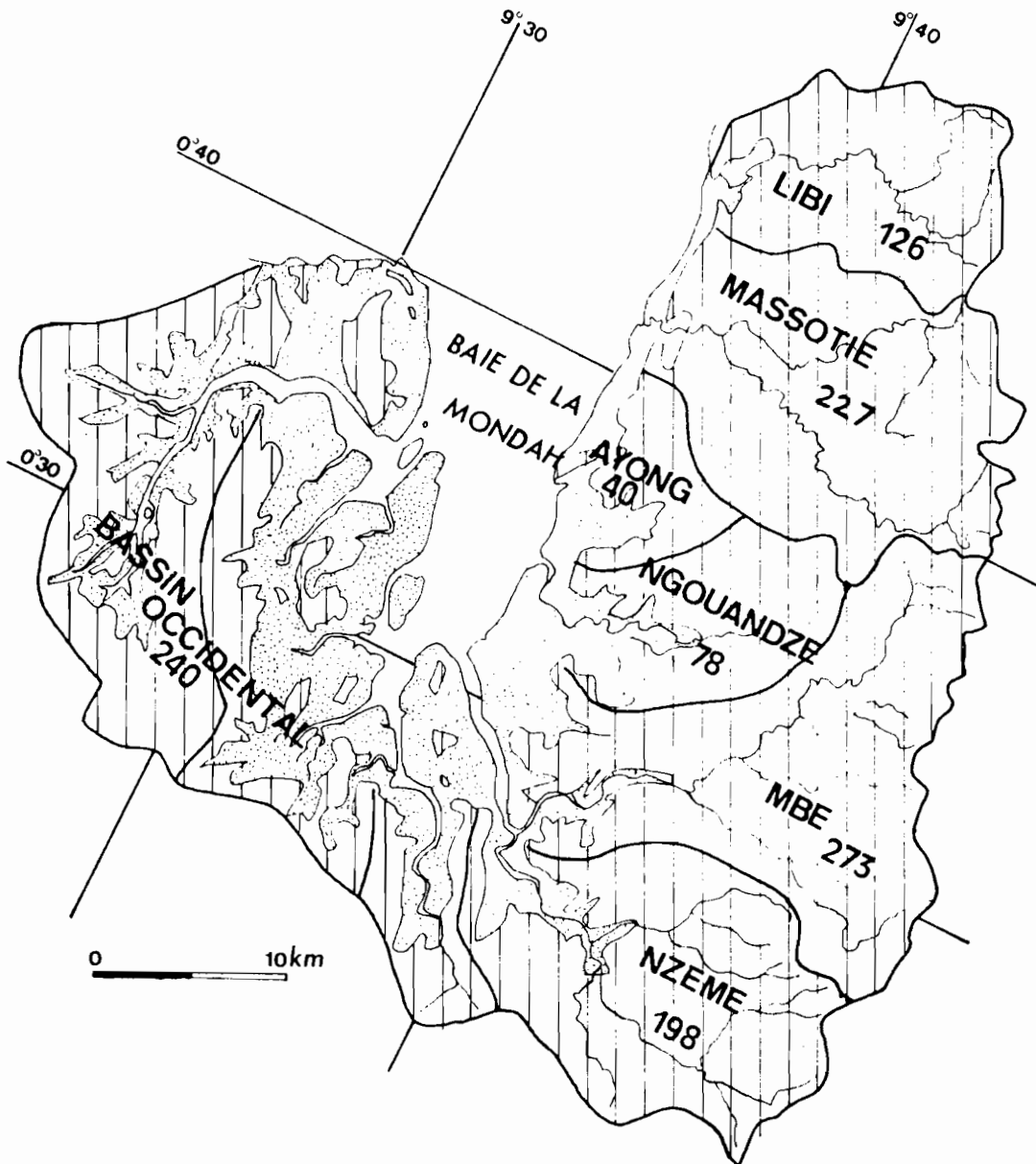


Figure 4 : Les bassins hydrographiques afférents à la baie de la Mondah. (en dessous du nom des cours d'eau principaux la surface en km² du bassin versant. En pointillé, la mangrove.)

orientale de la baie. A l'ouest, Ntsini, Malibé, Kam, Abondo et Ikoy-Mondah drainent un ensemble de petits bassins dont la superficie n'excède pas 250 km². En saison sèche l'écoulement se tarit. A l'est, par contre, Libi, Massotié, Ayong, Ngouandzé et surtout Mbé et Nzémé sont autant de petits fleuves qui drainent toute la région située entre la crête formée par les grès de Ndombo et le littoral. La capacité élevée de rétention de ces grès permet la régularisation du régime de ces cours d'eau et par conséquent un écoulement substantiel en saison sèche (tabl.3).

Une étude hydropluviométrique du bassin versant de la Nzémé effectuée de 1969 à 1971 (LERIQUE et TOURNE, 1972) permet de mettre en valeur un coefficient d'écoulement d'autant plus fort que la période d'étude a eu une pluviométrie inférieure à la moyenne. Considérant schématiquement qu'il tombait en moyenne 3.000 mm de précipitations sur la baie et son pourtour, nous avons évalué la quantité d'eau apportée par les affluents de la Mondah (tabl.6). Le module brut, environ 70 à 80 m³/s est à mettre en relation avec celui de l'Ogooué (4.730 m³/s à Lambaréné) ou celui des affluents de l'estuaire du Cameroun (822 m³/s). Les mangroves de la Mondah reçoivent beaucoup moins d'eau douce que la plupart des grandes mangroves équatoriales.

Tableau 2 : Superficie des bassins versants des affluents de la baie de la Mondah.

	Bassin (km ²)	Mangrove correspondante		Bassin (km ²)	Mangrove correspondante
Libi	126		Ikoy	40	
Massotié	227	70	Kam		
Ayong	40		Bombié	62	
Ngouandze	78		Abondo		
Mbé	273	60	Ntsini	130	
Nzémé	198				
Affluents orientaux			Affluents occidentaux	240	210
Total	942		Total		
			Iles	40	
			Total	1220	340

Tableau 3 : Bilan hydrologique de la Nzémé (d'après LERIQUE, op.cit).

	1969-70	1970-71	1969-70	1979-71
Superficie du bassin versant (km ²)	73,6			17,5
Densité de drainage (km/km ²)	2,87			3,33
Module brut (m ³ /s)	3,299	2,343	0,921	0,769
Module minimum		0,090		0,123
Module maximum		70,000		5,330
Module spécifique (l/s/km ²)	44,82	31,83	52,6	43,9
Lame d'eau écoulée (mm)	1413,5	1004	1659,7	1386
Lame d'eau tombée (mm)	2515	2255	2671,2	2371
Déficit d'écoulement (mm)	1101,5	1251	1011,5	985
Coefficient d'écoulement	0,56	0,45	0,62	0,58

Tableau 4 : Débit moyen de la Nzémé de 1969 à 1974 (m³/s)

(Source : ORSTOM)

S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
0,51	4,58	9,41	2,89	1,39	2,39	4,26	3,22	4,29	1,04	0,55	0,46

Tableau 5 : Module brut de la Nzémé de 1969-70 à 1973-74.

(Source : ORSTOM)

		Max.	Min.
1969-70	3,30	70	0,090
1970-71	2,34	56	0,370
1971-72	2,84	110	0,380
1972-73	3,43	69	0,410
1973-74	2,89	54	0,407
Moyenne	2,96		

Tableau 6 : Hydrométrie de l'ensemble des affluents de la baie de la Mondah.

	Hypothèse 1	Hypothèse 2	Hypothèse 3
Bassin-versant (km ²)	1200	1200	1200
Lame d'eau tombée (mm)	3000	3000	3000
Déficit d'écoulement (mm)	950	1050	1150
Lame d'eau écoulée (mm)	2050	1950	1850
Coefficient d'écoulement	0,68	0,65	0,62
Module spécifique (l/s/km ²)	65	61,5	58
Module brut (m ³ /s)	78	74	70,5

1.5. Marées et salinité :

Les marées de la baie de la Mondah sont de type semi-diurne. A Libreville, l'amplitude maximale des marées est de 2,20 m. Les marées de morte-eau, quant à elles, ont une amplitude minimale de 60 cm (1,0 et 1,6 m).

Le gradient de salinité évolue selon les saisons : forte salinité en fin de saison sèche, salinité plus faible en pleine saison des pluies. Cependant, en l'absence d'études approfondies nous manquons de données précises. Les quelques prélèvements effectués tant en surface qu'en profondeur (fig.2) montrent que la salinité est très homogène dans la partie occidentale de la baie. Cependant, l'euryhalinité des eaux se manifeste davantage au fond des criques où l'apport d'eau douce à marée basse tend à faire baisser brutalement la salinité. Par ailleurs la salinité moyenne décroît de la baie vers le fond des criques. Dans les petites criques qui donnent directement sur la baie, l'eau saumâtre semble ne pouvoir s'échapper, ce qui expliquerait leur salinité particulièrement faible. Quant à la partie orientale de la baie, la salinité y est beaucoup plus faible vus les forts apports d'eau douce des petits fleuves qui y débouchent. Nous reviendrons en détail sur les problèmes de salinité à propos de l'étude des nappes.

1.6. Les activités humaines :

Malgré leur proximité de la capitale (l'aéroport touche à la partie amont de la Ntsini) les mangroves de la Mondah ont été épargnées par les entreprises destructrices de l'homme. Cela s'explique par les faibles densités de population caractéristiques du Gabon et par l'absence d'intérêt envers un milieu réputé hostile.

Les Sokiani, anciens habitants de la baie, aujourd'hui disparus, ont laissé une partie de la toponymie, l'autre étant le fait des Fang qui habitent la partie orientale de la Mondah. On compte quelques villages établis en amont des criques. Ils se consacrent à la pêche (Sibang, Bambou de Chine sur l'Abondo) ou au forestage (Ngengbour sur la Malibé). Comme Libreville, Ntoum et Akok tournent le dos à la mangrove.

A ces villages s'ajoutent plusieurs campements de pêche dont les plus grands ont une douzaine de cases (Kendjo, Moka) situées sur la terre ferme, ou directement au milieu des palétuviers. Seul le village de Biafraï situé sur la Petite Ile Nendé a un caractère permanent.

La ponction de bois de palétuvier rouge est assez limitée et a

lieu dans l'abord immédiat des campements. Ce bois est utilisé directement comme combustible pour fumer le poisson.

Ramassage des coquillages, chasse et agriculture de subsistance complètent parfois l'activité principale, la pêche artisanale. Les moyens dévolus à celle-ci sont médiocres : la plupart des pirogues n'ont pas de moteur*. Seuls les Nigériens peuvent faire figure de pêcheurs professionnels : ils emmènent une partie de leur production séchée et fumée vers Lagos et Calabar.

II. LES SEQUENCES

Les mangroves de la Mondah n'apparaissent pas comme un ensemble uniforme de palétuviers. On y observe une zonation floristique qui est la résultante de plusieurs paramètres comme la salinité ou la hauteur de la submersion. Outre cette classique zonation, on peut appréhender à petite échelle, celle de la baie et de ses pourtours, une zonation en grands ensembles phyto-morphologiques dont nous présentons l'esquisse ci-dessous (voir également figure 5).

1) Des ZONES AMONT correspondent à la partie des grandes criques la plus éloignée du centre de la baie. Ces zones forment une couronne extérieure très fragmentée puisque le plus souvent la mangrove et les criques qu'elles entourent sont encastrées entre les collines (Ntsini ou Nzémé par exemple). Les palétuviers les plus caractéristiques sont *Rhizophora harrisonii* et *Rhizophora racemosa*, ce dernier prédominant sur l'autre dans les rideaux qui bordent les criques et le premier derrière les rideaux. En arrière-mangrove, on rencontre quelques tannes.

2) Des ZONES MOYENNES forment une couronne médiane derrière les zones frontales. Derrière des rideaux de *R. harrisonii* le long des grandes criques, ou des rideaux de *R. racemosa* et de *R. harrisonii* le long des petites, on trouve successivement une étendue de petits *R. harrisonii* sur une profondeur d'environ 150 m puis une zone très caractéristique de petits *Avicennia*. A la limite de la terre ferme, on trouve des zones nues équivalentes aux "tannes" du Sénégal ou des bosquets de palétuviers de grande taille (*Avicennia* ou *Rhizophora*). Cependant, le plus souvent *Avicennia* ou *Rhizophora* viennent directement buter sur les collines et par conséquent sur la forêt ombrophile.

3) Des ZONES FRONTALES bordent directement la baie. Elles sont donc exposées aux phénomènes d'érosion mais peuvent également coloniser l'estran vaseux. Derrière ce front complexe, on trouve de grands *Avicennia* et des *Rhizophora racemosa*. A la limite de la terre ferme prédo-

* On peut estimer à moins d'une centaine les pirogues dévolues à la pêche pour toute la baie.

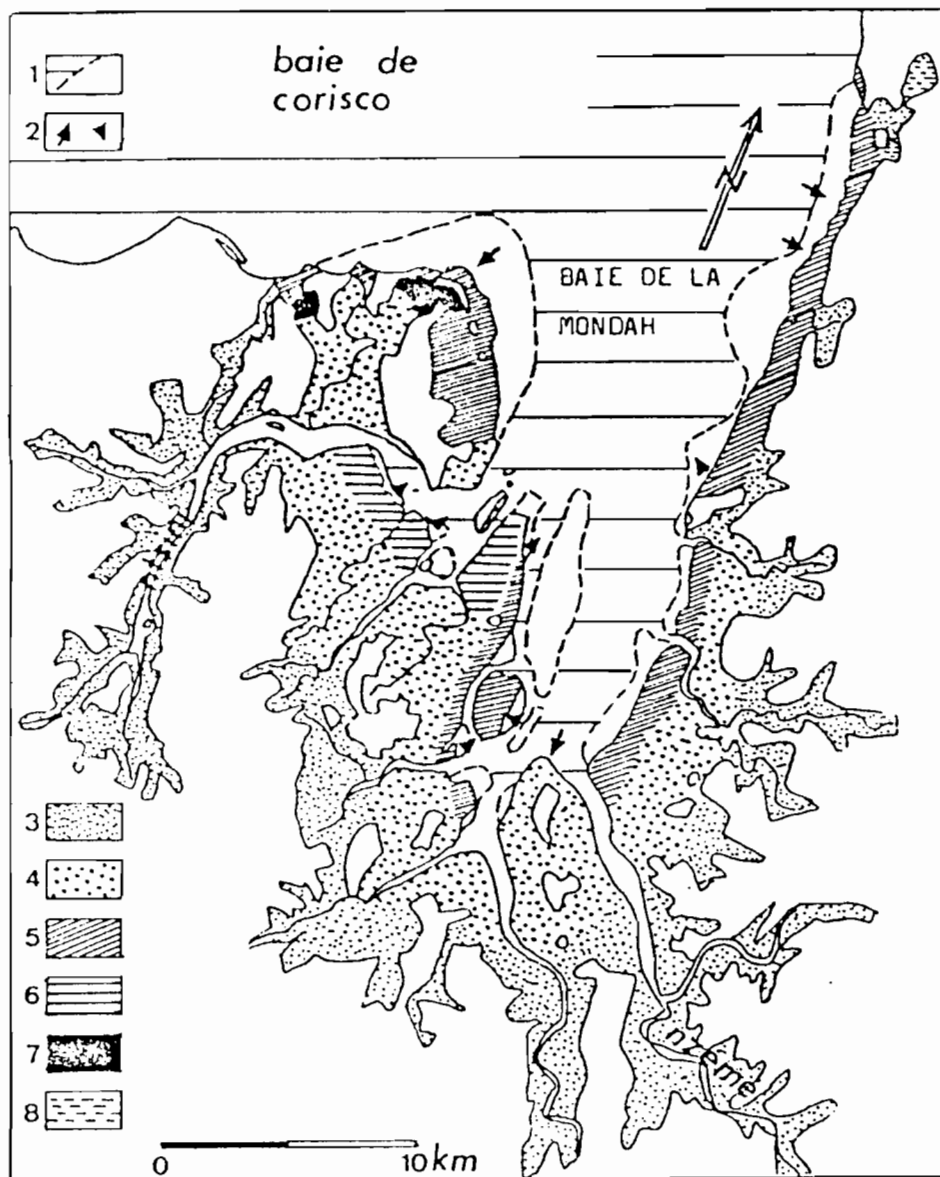


Figure 5 : Les mangroves de la Mondah : zonation générale
1. Baie et estran vaseux 2. Fronts de regression et de progression de la mangrove 3. Zone amont 4. Zone moyenne 5. Zone frontale 6. Zone à structures circulaires de végétation 7. Zone enclavée 8. Forêt inondée .

minent les faux dattiers.

4) Des ZONES A STRUCTURES CIRCULAIRES semblent constituer un maillon dans l'évolution de la mangrove (voir le commentaire à propos de la séquence IV).

Aussi, les différentes séquences que nous avons choisies permettent de mettre en valeur les principaux caractères morphologiques, pédologiques et floristiques de chacune de ces zones :

- Séquence I : mangrove sur substrat rocheux (zone amont) : MALIBÉ
- Séquence II : mangrove et tanne (zone amont) : BIKÉLÉ
- Séquence III : mangrove et tanne (zone moyenne) : MOKA
- Séquence IV : mangrove de la Pointe Busimba (zone à structures circulaires).
- Séquence V : prélèvements effectués d'amont (Ntsini) en aval (zone frontale d'Akanda).

2.1. La mangrove sur substrat rocheux de Malibé (séquence I) :

On pourra se reporter à l'étude de la végétation de ce site réalisée par J.F. VILLIERS (1973). A l'extrémité amont de la crique Malibé affluente de la crique Ntsini, près du village de forestiers de Nzengbour, la mangrove se développe à la surface d'une dalle rocheuse sur une étendue de quelques hectares. Ce phénomène n'est pas exceptionnel : on le retrouve tant dans l'estuaire du Gabon (Ikoy, Igominé) que dans la Mondah; il est cependant limité à quelques secteurs de mangrove encaissés au milieu des collines et à quelques arrières-mangroves; encore faut-il étendre l'expression "mangrove sur substrat rocheux" à toutes les zones où la roche n'affleure qu'occasionnellement mais n'est couverte que par une couche de vase peu épaisse.

A Nzengbour, la dalle rocheuse d'âge sénonien présente des faciès à huîtres et d'autres franchement grésocalcaires. Quelques secteurs où l'érosion semble active présentent un micro-modelé très riche : alvéoles de toutes tailles et micro-canyons. Le fond de la crique exondé à marée basse est également alvéolé (faciès "martelé") et parfois creusé de sillons dans le sens du courant. Des micro-cuestas marquent l'extrémité des strates. Au fur et à mesure que l'on avance vers l'aval (voir figure 6) la dalle rocheuse affleure de plus en plus rarement sauf sous la forme de promontoirs émergeant au-dessus de la surface de la vase et couverts d'une végétation xérophile calcicole inhabituelle.

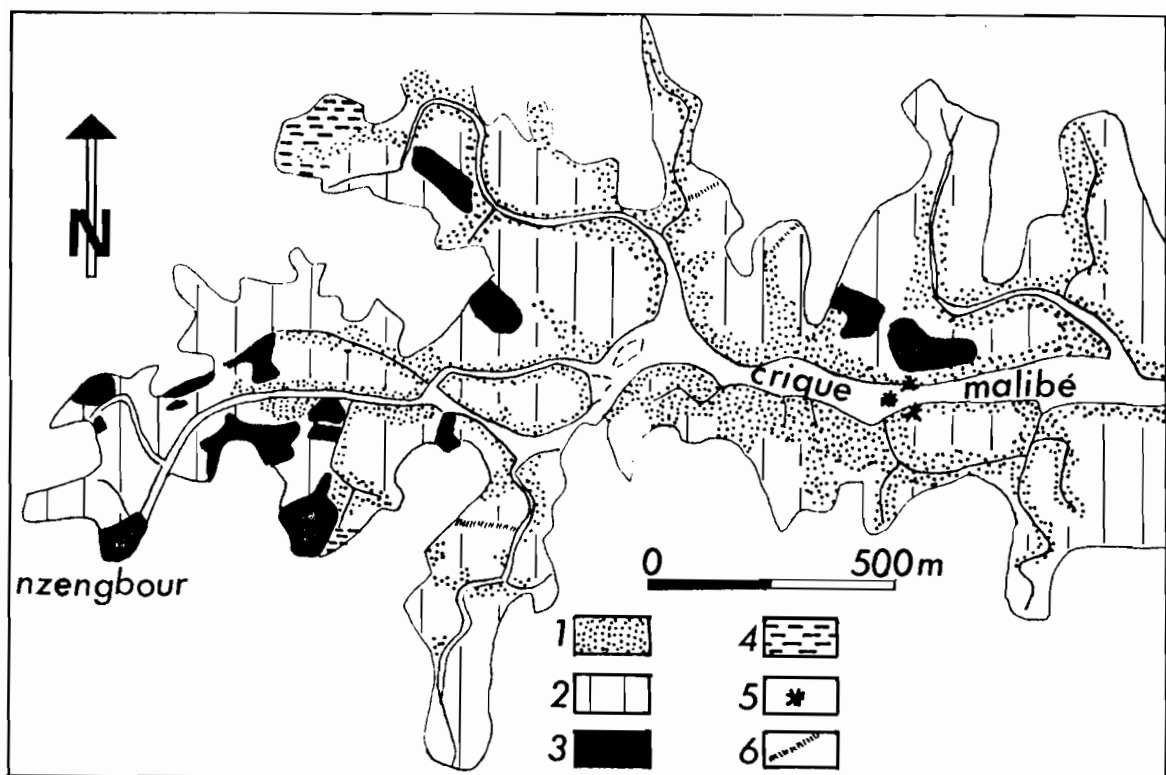


Figure 6 : La mangrove sur substrat rocheux de la Malibé.
 1. Rideaux de *Rhizophora racemosa* et *harrisonii* 2. Mangrove basse à *Rhizophora racemosa* et *harrisonii* 3. Substrat rocheux à couverture végétale épaisse ou inexistante 4. Forêt inondée 5. Pointements rocheux 6. Couloirs intra-mangroviens.

La zonation végétale est adaptée à des variations parfois minimes du niveau du substrat et à l'existence de dépressions (vasques et diaclases) où ont pu s'accumuler des matériaux meubles. Les bords de la crique sont en grande partie couverts de *Rhizophora harrisonii* qui se développent à la faveur d'accumulations de vase aujourd'hui consolidée par des millions de radicelles. Plus rarement, la dalle rocheuse nue tombe brutalement sur la crique. C'est là qu'on trouve le plus grand nombre de *Tympanotonus fuscatus* tous, de grande taille.

Derrière *Rhizophora racemosa* ou *harrisonii* d'une taille n'excédant pas trois mètres s'accrochent aux infractuosités. On peut noter l'existence de chimères de ces deux espèces ainsi que de *Rhizophora* aux feuilles anormalement petites. Ces mutations sont certainement liées au contexte édaphique difficile. On trouve également des *Avicennia nitida* et des *Laguncularia racemosa* isolés. Au niveau touché par les marées de vives-eaux, de véritables pelouses sont constituées par des herbacées : *Paspalum vaginatum*, *Eleocharis geniculata*, *Fimbristylis ferruginea*, *F. dichotoma* et *F. obtusifolia* et par le *Philoxerus vermicularis*. Ces plantes contribuent à la fixation des sédiments, sans nul doute.

A la limite de la terre ferme, on rencontre soit de grosses touffes d'*Acrostichum aureum*, soit de gros *Conocarpus erectus* dont les troncs rampent sur la dalle rocheuse, soit encore des *Phoenix reclinata*. Quelques *Pandanus* signalent un petit marécage.

2.2. Mangrove et tanne de Bikélé (séquence II) (fig. 7, 8 et 9) :

Le tanne de Bikélé se situe dans la partie amont de la crique Abondo au nord du village de Bikélé situé sur la RN 1 (km 16 à partir de Libreville). La distance qui sépare la petite crique parallèle au tanne, de la terre ferme est de 280 m. Comme la plupart des tannes caractéristiques de la Mondah, celui de Bikélé comporte des affleurements gréso-calcaires et une accumulation de pisolithes ferralitiques. Par contre, nous n'avons pas observé de tubes racinaires comme il en existe, parfois de grandes dimensions, sur maints tannes.

Du point de vue végétal et morphologique, on distingue successivement :

1) un rideau très peu marqué de 4 m de haut formé de *Rhizophora racemosa* et de *Rhizophora harrisonii* mélangés sur le bord de la crique.

2) une formation de *Rhizophora harrisonii* de hauteur homogène (environ 3,50 m) s'étendant sur une centaine de mètres. La pénétration

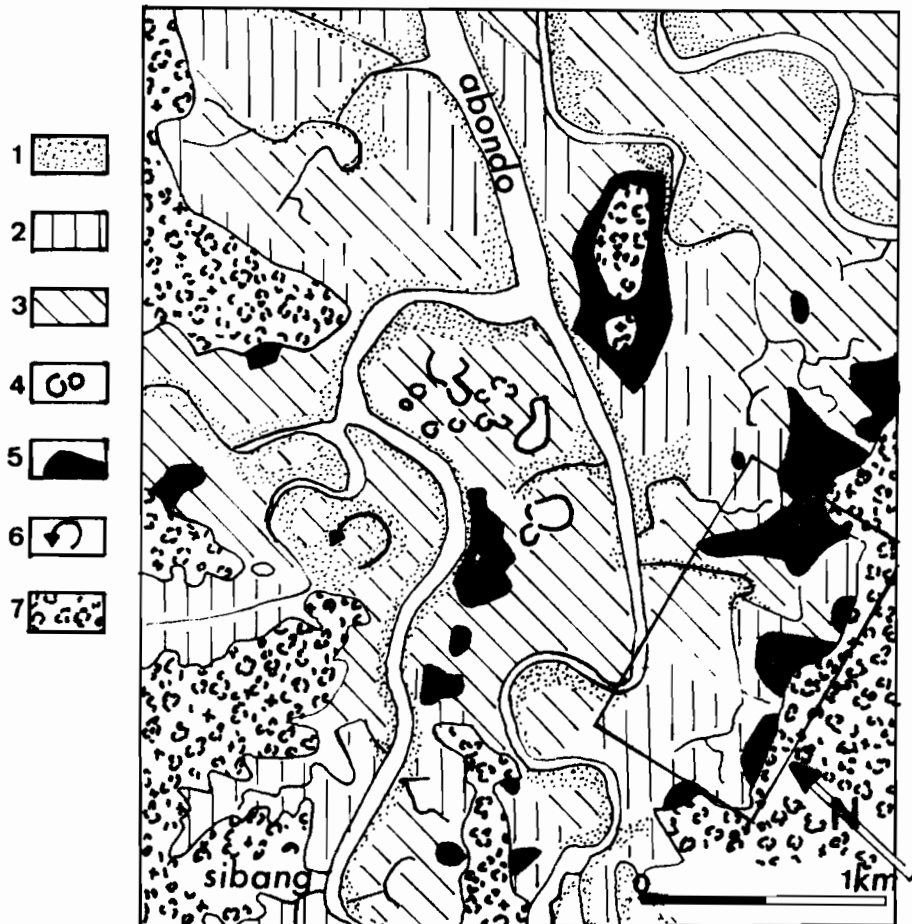


Figure 7 : Le tanne de Bikélé : croquis de situation.

1. Rideaux de *Rhizophora racemosa* et *harrisonii*;
2. *Rhizophora harrisonii* (peuplement monospécifique);
3. *Rhizophora racemosa* (peuplement monospécifique);
4. Structure circulaire de végétation (*Rhizophora harrisonii*);
5. Tanne;
6. Ancien méandre.

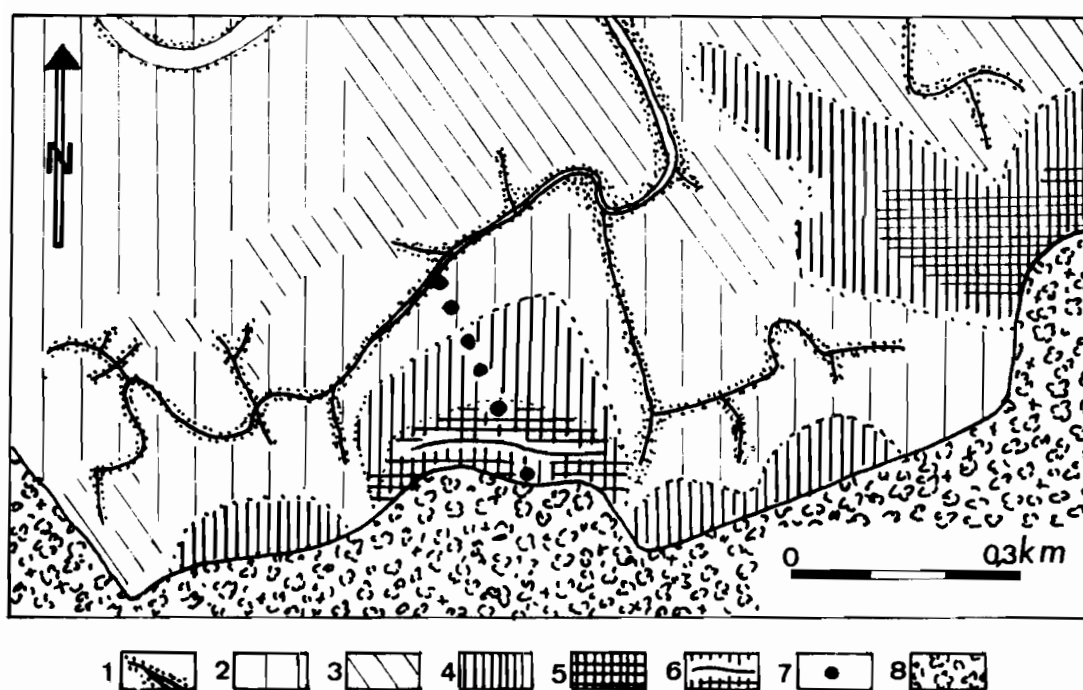


Figure 8 : Le tanne de Bikélé.

1. Criques et rideaux de *Rhizophora*;
2. *Rhizophora harrisonii* en peuplement monospécifique;
3. *Rhizophora racemosa* en peuplement monospécifique;
4. Tanne externe (sablo-argileux, en clair sur les photos aériennes I.R.);
5. Tanne interne à gravillons ferrallitiques superficiels;
6. Affleurement rocheux;
7. Pédons;
8. Terre ferme : forêt ombrophile.

est facile : les racines sont verticales et le sol très solide.

3) avec un ensemble de petits *Avicennia nitida* en buissons d'un mètre de haut commence le tanne. La surface du sol est très compacte.

4) le tanne vif sablo-argileux est absolument nu. On n'y trouve pas de coquilles de mollusques. Il est cependant troué de terriers de crabes. Sur les photos aériennes infra rouge il apparaît gris clair.

5) le tanne vif à gravillons se distingue très nettement du précédent : il apparaît très sombre sur les photos aériennes. En surface, on trouve des fragments de gravillons ferrallitiques qui donne à l'ensemble une coloration rouge-brunâtre. La surface du sol est très dure et bien drainée. On note l'absence de terriers de crabes et de coquilles. Un phénomène curieux est la présence de plusieurs "colliers" de gravillons de forme circulaire et de 40 cm environ de diamètre, à la surface du sol.

6) affleurement gréso-calcaire de seulement quelques mètres de largeur sans relief. Aux abords, on trouve épars quelques buissons très bas de *Conocarpus erectus* et d'*Avicennia* ainsi que quelques tiges rampantes de *Sesuvium portulacastrum*.

7) un tanne herbacé à *Paspalum vaginatum* épars.

8) un fourré de *Phoenix reclinata* où se mêlent quelques *Conocarpus erectus* au tronc rampant. La surface du sol est

2.3. La séquence de Moka :

Cette séquence se situe en bordure de la crique Moka (fig.10) dans la zone principale. Son axe principal est d'environ 300 m de long, mais certains prélèvements ont dû être faits en dehors de cet axe. Le tanne lui-même mesure environ 500 m sur 150 m, soit un peu plus de 7 ha.

On distingue successivement de la crique vers l'intérieur des terres (fig.11 et 12) :

1) un rideau de *Rhizophora* sp. le long de la Moka, sur le lobe du méandre; il s'agit de *R. racemosa* d'une quinzaine de mètres de haut, mais vers le sud le rideau, dont la hauteur et l'épaisseur déclinent, est formé de *R. harrisonii* de 3 à 5 mètres de haut.

2) une formation *R. harrisonii* de hauteur relativement homogène bien que déclinant du rideau vers le tanne (3 à 4 mètres).

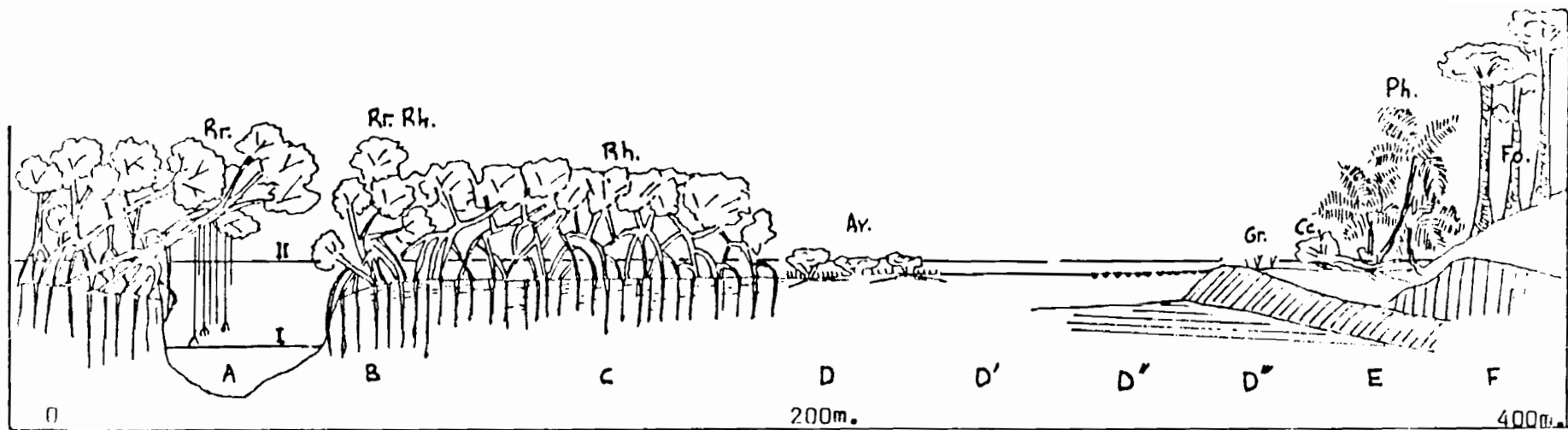


Figure 9 : Séquence mangrove-tanne de Bikélé.

A: Crique; B: rideau; C: formation de *Rhizophora harrisonii*; D: tanne à *Avicennia* rampants; D': tanne vif; D'': tanne vif à gravillons; D''': affleurement rocheux; E: fourré de faux-dattiers; F: terre ferme.

3) un ensemble *Avicennia* comportant :

une formation basse (1,5 à 3 m) mais dense et vivace. On peut trouver *Paspalum vaginatum* ou *Sporobolus* sp. en quelques endroits sur le sol;

une formation plus haute (10 à 12 m) d'*Avicennia* parfois de grande dimension, laissant un sous-bois aéré;

une formation à arbres épars et de taille variable dans le prolongement du tanne.

4) le tanne comportant :

une partie déprimée, criblée de trous creusés par les crabes violinistes avec quelques plaques de *Sesuvium portulacastrum* (Aizoacée) très chétifs et épars : c'est l'équivalent du tanne à *Sesuvium* du Sénégal;

une partie haute complètement nue couverte d'une pellicule de sable blanc : c'est le tanne vif;

une partie déprimée couverte de Cypéracées et de Graminées avec quelques buissons d'*Ormocarpum verrucosum* (Papilionacée) : c'est le tanne herbeux, ne couvrant qu'un liseré à la limite de la forêt littorale; il prend sa véritable extension au sud du tanne, et a donc une signification très faible dans la zonation, au contraire de ce qui se passe au Sénégal;

trois petites galeries coupent la continuité du tanne. Elles sont formées de *Conocarpus erectus* (Combrétacée), d'*Avicennia* et de *Syzygium guineense* (Myrtacée) avec un tapis épars de *Paspalum vaginatum*. D'un point de vue topographique, elles ne correspondent à rien : ni dunettes de sable, ni dépressions. Une hypothèse vraisemblable est qu'elles recouvrent un écoulement souterrain d'eau douce.

5) une formation de petits *Phoenix reclinata* (faux dattiers) en dépression formant marécage permanent.

6) une "forêt littorale" à *Syzygium guineense*. Cette forêt étendue forme un ensemble floristiquement homogène; on y trouve aussi quelques *Chrysobalanus icaco* (Rosacée). Les arbres en taillis ont de 10 à 12 m de haut. Ils sont couverts de nombreuses petites épiphytes. Pendant les périodes de fortes pluies cette forêt est inondée.

Il faut également faire mention :

d'un fourré de *Conocarpus erectus* précédant quelques faux dattiers entre la forêt d'*Avicennia* et la terre ferme;

de quelques grands *Rhizophora harrisonii* (12 mètres) entre la formation de faux dattiers précédemment décrite et la forêt littorale

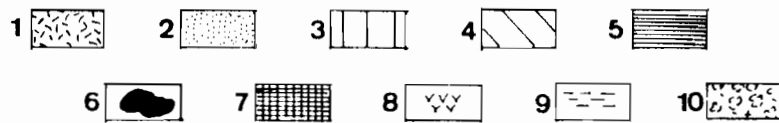
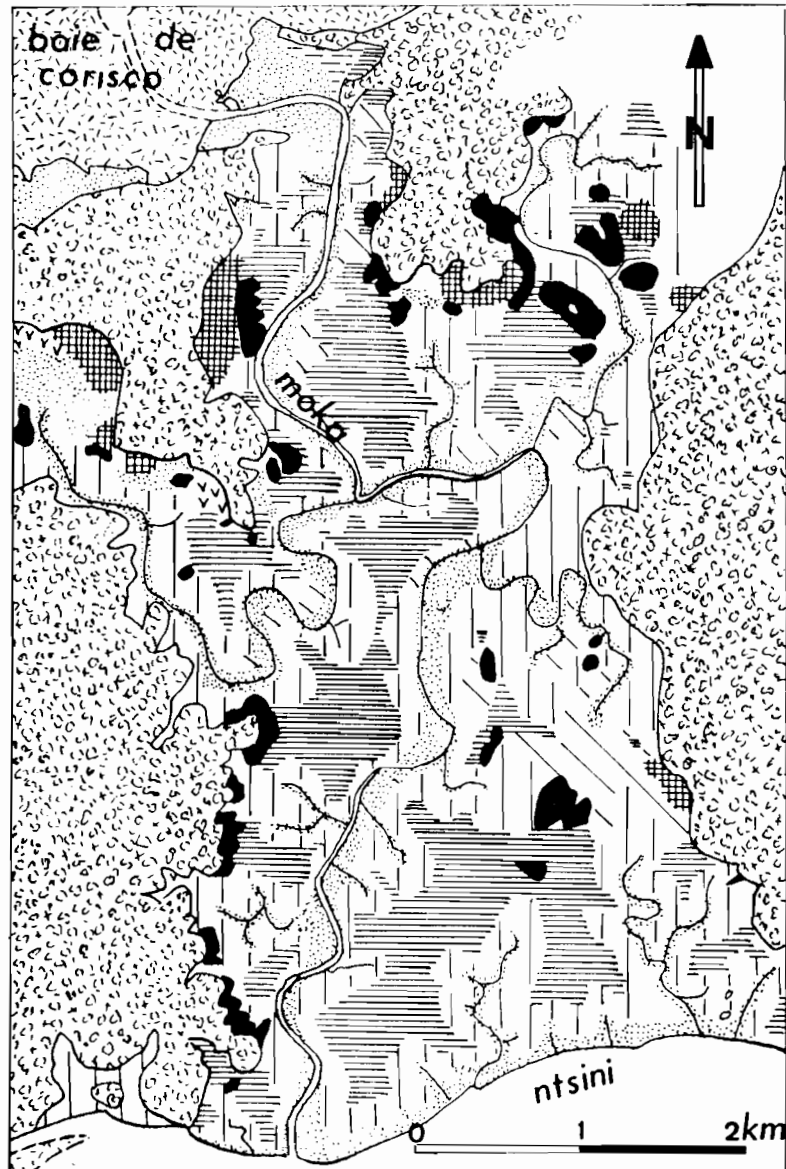


Figure 10 : Mangroves de la Moka, croquis de zonation floristique. 1.Estran vaseux nu 2.Grands Rhizophora principalement en rideaux 3.Rhizophora harrisonii 4.Rhizophora racemosa 5.Avicennia nitida 6.Tannes 7.Forêt littorale 8.Zone à Phoenix reclinata 9.Mangrove régressive 10.Forêt ombrophile.

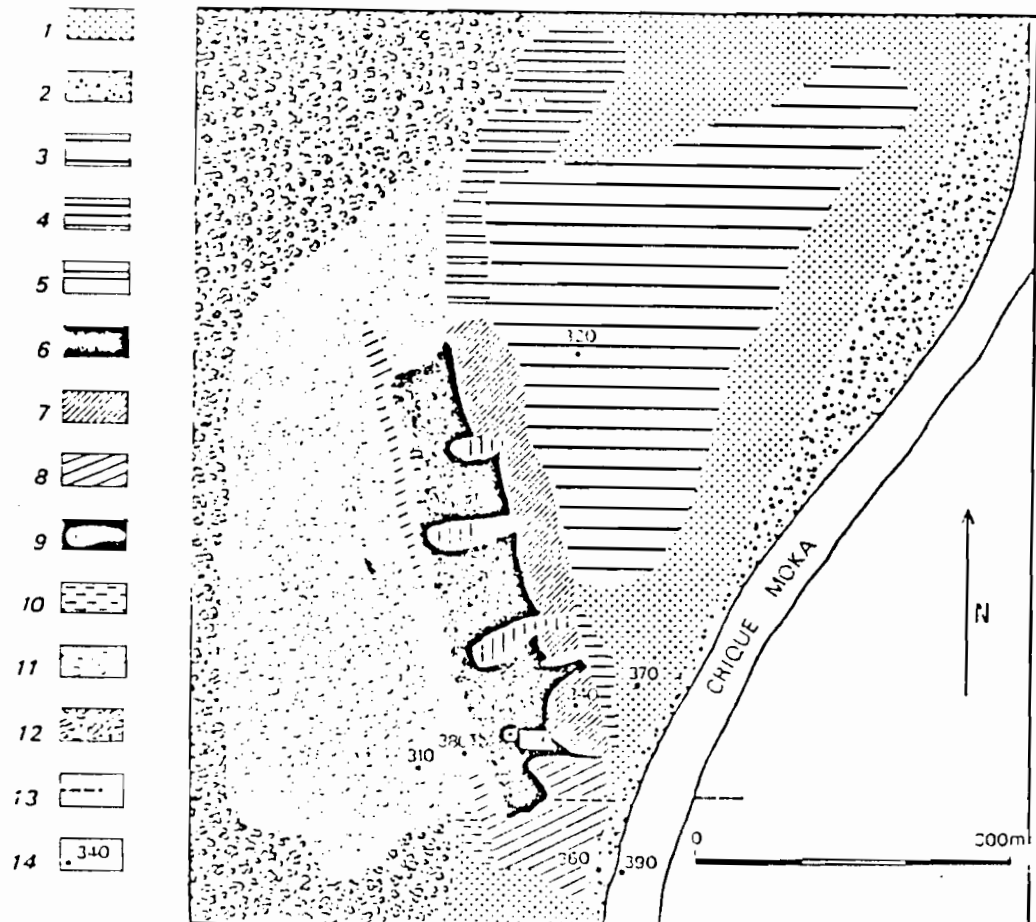


Figure 11 : Le tanne de Moka.

1. *Rhizophora harrisonii*;
2. Rideaux de *Rhizophora racemosa* ou *harrisonii*;
3. *Avicennia nitida*: formation basse;
4. *Avicennia nitida*: formation haute;
5. *Avicennia nitida*: formation éparse;
6. Tanne vif;
7. Tanne à *Sesuvium portulacastrum*;
8. Tanne herbeux;
9. Petites galeries: *Avicennia* et *Conocarpus*;
10. *Phoenix reclinata*;
11. Forêt littorale à *Syzygium*;
12. Forêt ombrophile;
13. Layon (profil sismique);
14. Pédons.

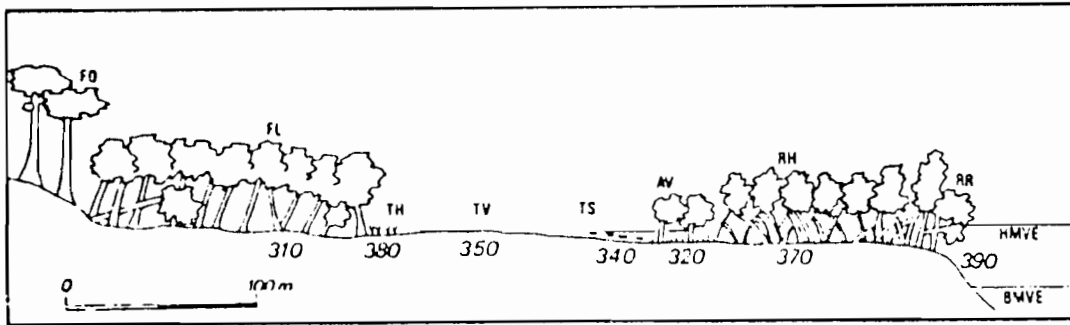


Figure 12 : Coupe type de la végétation du secteur du Tanne de la Moka.

FO : Forêt ombrophile; FL : Forêt littorale; TH : Tanne herbacé; TV : Tanne vif; TS : Tanne à *Sesuvium*; AV : *Avicennia nitida*; RH : *Rhizophora harrisonii*; RR : Rideau de *Rhizophora* sp.; HMVE et BMVE : haute et basse mers de vives-eaux; 310 : numéro de pédon.

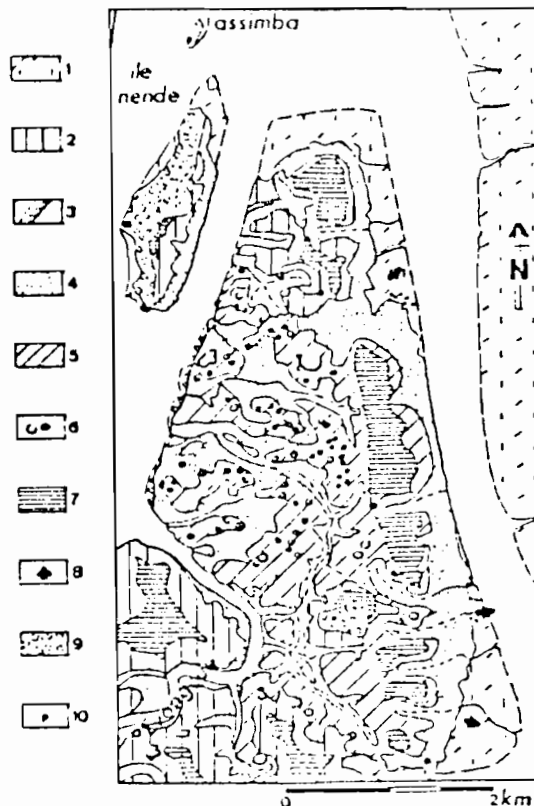


Figure 13 Les mangroves de la Pointe Busimba (Mondah) zonation floristique
1. Estran vaseux; 2. Petits *Rhizophora harrisonii*; 3. Front de mangrove stabilisé à petits *R. harrisonii* et *Laguncularia*; 4. Grands *Rhizophora*; 5. *R. racemosa* de taille moyenne; 6. Structures circulaires de végétation; 7. *Avicennia*; 8. Colonisation actuelle de l'estran; 9. Terre ferme; 10. Campement.

2.4. La mangrove de la Pointe Busimba (séquence IV) :

Les mangroves de la Mondah offrent à l'observation un phénomène qui ne semble pas avoir été signalé ailleurs : l'existence de petits ensembles de palétuviers dont la limite, très nette, est circulaire. Par commodité nous avons appelé ces ensembles "structures circulaires".

Description des "structures circulaires" (s.c.) :

Les s.c. ont un diamètre de 10 à 120 mètres. Les palétuviers qui les forment sont généralement de petite taille (2 à 3 m). Ils sont presque toujours de taille inférieure à ceux qui constituent la formation encaissante. Dans le cas contraire les palétuviers de la s.c. sont affectés par un "mitage" révélateur des peuplements vieillissants mal régénérés.

C'est *Rhizophora harrisonii* qui dans tous les cas observés apparaît d'une manière monospécifique au sein des s.c. Autour prédominent les *Rhizophora racemosa* associés à quelques *R. harrisonii*.

Alors que la taille des *R. harrisonii* de la s.c. est très homogène (2 m environ, parfois 3 m), sur le pourtour ces palétuviers sont un tout petit peu plus haut. A la périphérie on note une auréole de quelques mètres de large sans palétuviers mais encombrée par de nombreuses racines aériennes en arceaux provenant des *Rhizophora* de la formation encaissante. Ce secteur paraît être très légèrement déprimé (flaques résiduelles à marée basse). Cependant l'existence de cette auréole n'est pas générale.

La formation encaissante est composée d'arbres de taille hétérogène comme tous les groupements de *R. racemosa* (de 5 à 10 m là où nous avons échantillonné).

Les s.c. dans la zonation :

On trouve quelques s.c. dans les zones moyennes et amont mais elles sont rares et mal dessinées même si les caractères généraux restent identiques.

En fait la quasi-totalité des s.c. s'observe sur la presqu'île Busimba (fig.13) et la partie aval de la Kam. La Pointe Busimba est dissymétrique, sa partie orientale paraît être bien évoluée et remaniée ce qui la classe parmi les zones frontales. Sa partie occidentale forme une zone bien définie.

Nous pouvons émettre plusieurs hypothèses sur l'origine des s.c. :

elles pourraient répondre à des dolines mais leur absence totale d'organisation rend cette idée peu crédible. On peut également concevoir qu'elles correspondent à des concentrations de minéraux dans le sol ou à des remontées d'eau dans le sol, voire à des sources. A ces hypothèses mal étayées nous préférons celle d'une évolution de la mangrove (LEBIGRE, 1983).

Quatre profils ont été étudiés :

le premier (410) au centre d'un s.c. sous *Rhizophora harrisonii* de 2 m de hauteur;

le second (420) sur le pourtour extérieur de cette même s.c. Ce secteur dépourvu de palétuviers sert cependant d'ancrage à de nombreux rhizophores en arcs-boutants;

le troisième (430) en dehors des s.c. sous un peuplement de *R. racemosa* de tailles hétérogènes mais inférieures à 10 m. Celui-ci forme l'essentiel de la surface de la zone;

le dernier (440) au niveau du rideau de *Rhizophora racemosa* qui borde la petite crique par laquelle nous avons pu accéder en ces lieux extrêmement difficiles à pénétrer (l'équipe formée par B. BACHELIER, P. CHRISTI et J.M. LEBIGRE était équipée d'une tronçonneuse à essence). La hauteur du rideau à cet endroit était d'au moins une vingtaine de mètres.

2.5. Séquence Ntsini-Akanda (séquence V) :

Les différents prélèvements de cette séquence sont dispersés le long d'un axe qui va de la partie amont de la crique Ntsini au sud (fig.14) jusqu'à l'entrée de la baie (Pointe Akanda) au nord (fig.15).

Le prélèvement 230 (fig.2) a été effectué dans un secteur qui appartient selon notre classification aux "zones amont", le long de la crique Akoubégué, nom donné à la partie la plus amont de la crique Ntsini. Derrière un rideau assez peu fourni de *Rhizophora harrisonii* d'une taille de 4 à 5 m (un peu plus loin ce même rideau est formé par des *Rhizophora racemosa*) on trouve une étendue fort homogène de *Rhizophora harrisonii* moins hauts (2 à 3 m). Le sol est jonché de *Tympanotonus*. La densité des arbres est exceptionnellement faible et continue à fléchir en direction d'un tanne proche. Ce paysage est très caractéristique de toute la partie amont de la Ntsini.

Le prélèvement 210, comme le précédent, appartient à un secteur des "zones amont" et a été effectué à une vingtaine de mètres d'un petit cheñal de marée affluent de la Ntsini (appelée parfois Ambowé

à cette endroit). Derrière un rideau de *Rhizophora racemosa* se trouvent de grandes étendues de *Rhizophora harrisonii*. Mais dans ce cas précis les *R. racemosa* forment une inclusion au milieu des arbres de l'espèce précédemment citée. Leur hauteur avoisine 5 mètres mais en fait l'ensemble est de taille hétérogène, ce qui les distingue des *R. harrisonii* proches, moins hauts et de taille homogène. Au sud nous n'avons pas observé de *Tympanotonus*.

Le prélèvement 220 a été fait en face de l'île Nendé sur un front de *Rhizophora harrisonii* qui s'apparente à un rideau (si front il y a, il est très stable). Les arbres ont de 8 à 10 mètres.

Le prélèvement 240 a été réalisé sur un front d'*Avicennia nitida* (zones frontales) actuellement en régression, face à la baie de Carisco. Les arbres de 10 m de hauteur et davantage, semblent avoir dans un passé récent formé un petit peuplement ayant recolonisé une indentation de la baie (fig.15). Le front d'érosion est marqué par un petit talus de 50 cm en contrebas duquel s'étend un estran vaseux formé de vase très fluide et jonché d'arbres arrachés par la mer. Sous les *Avicennia* posés à même la surface de la vase on trouve d'importants dépôts de coquilles blanchies et en voie de corrosion complète : huîtres, *Arca*, *Tympanotonus*. La forme linéaire de ces accumulations ne permet pas de penser qu'il puisse s'agir de "kjökkenmoddings" et l'hypothèse d'une levée détritique est plus vraisemblable.

III. LES SOLS

Environ 30 profils ont été observés et décrits sur les cinq séquences et 85 échantillons ont été prélevés.

3.1. Principaux caractères morphologiques des sols :

1) Séquence de Malibé :

Les six profils observés sont très peu épais et reposent sur une dalle de calcaire oolithique et quartzeux.

A l'exception du profil 510, sous *Rhizophora*, qui a une épaisseur de 60 cm sur calcaire, tous les autres profils n'atteignent pas plus de 10 cm sur la dalle rocheuse.

Sous les palétuviers : *Rhizophora* et *Avicennia*, les profils sont très fibreux, de couleur brun rouge foncé 5YR 2/2 à consistance fluide à peu développée, avec dégagement d'une forte odeur de H₂S. Le pH mesuré *in situ* est de 6,9.

Sous *Acrostichum*, *Fimbristylis*, *Paspalum* et *Conocarpus* les profils

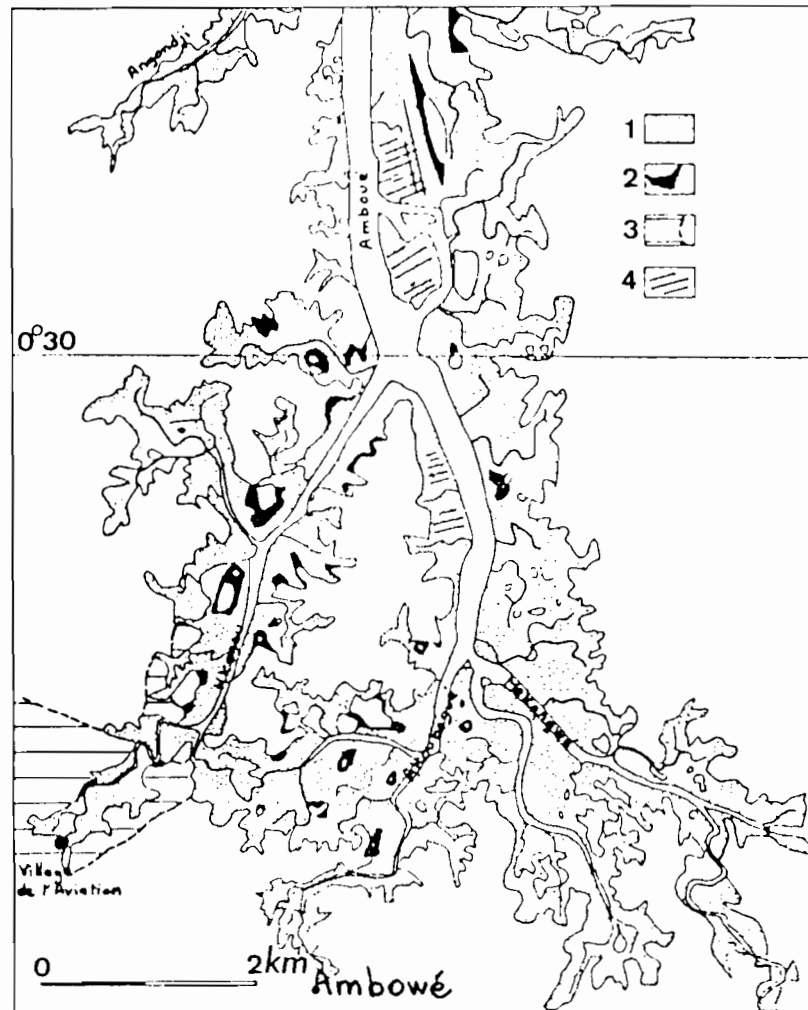


Figure 14 : Le secteur amont de la Ntsini.

1. Mangrove à *Rhizophora* sp.; 2. Tanne; 3. Dépôts sableux; 4. Lapiez.

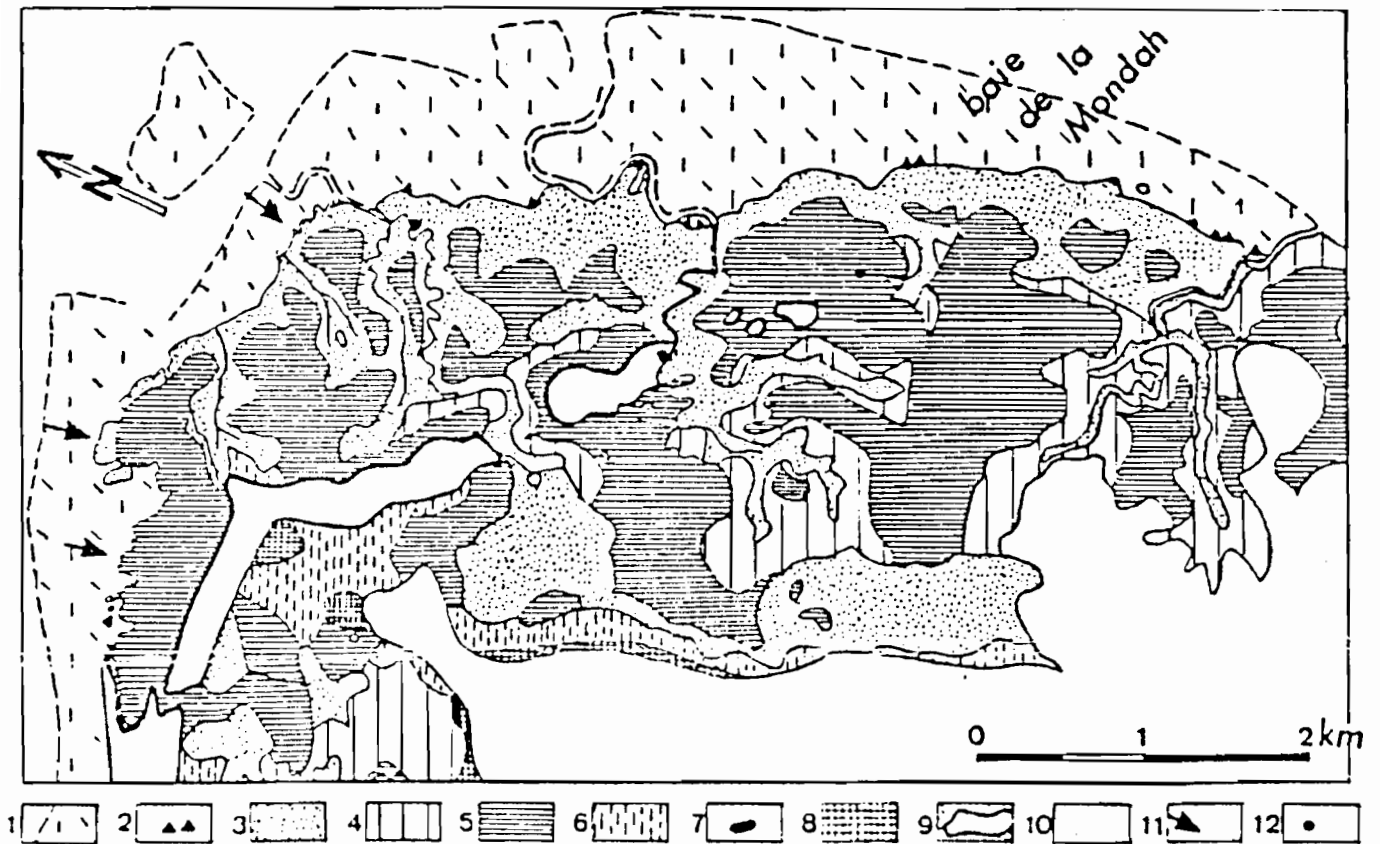


Figure 15 : Les mangroves de la Pointe Akanda (Mondah) : zonatio floristique.

1. Estran vaseux;
2. *Laguncularia*;
3. Grands *Rhizophora racemosa*
4. Petits *R. harrisonii*;
5. *Avicennia*;
6. *Phoenix reclinata*;
7. Tanne
8. Forêt littorale;
9. Cordon sableux;
10. Terre ferme;
11. Erosio actuelle;
12. Campement de pêche.

sont tres peu epais - 10 a 15 cm sans fibres avec quelques debris de calcaire de couleur brun rouge fonce 5YR 2/2 a brun gris fonce 2 5YR 4/2 Le pH est compris entre 6.9 sous *Acrostichum* a 7.5 sous *Conocarpus*

Description des profils

Profil 510 sous *Rhizophora racemosa* (ou hybride) a 10 m de la crique

0-5 cm vase et debris vegetaux sans consistance 5YR 2/2 brun rouge fonce pH 6.8

5-45 cm horizon tres fibreux consistant 7.5R 3/4 rouge traces de vase 5YR 2/2 brun rouge fonce forte odeur de H₂S pH 6.6

45-60 cm horizon fibreux (radicelles blanches) 10R 3/1 gris rouge fonce tres malleable forte odeur de H₂S pH 7

60 cm calcaire

Profil 520 sous petits *Avicennia* isoles sur la dalle rocheuse 10 cm de sol tres fibreux 5R 2/2 rouge tres fonce saturation du sol en eau pH 6.7

Profil 530 sous *Acrostichum aureum* zone plus haute sol epais de 10 a 15 cm 7.5YR 3/2 brun sombre pH 6.9

Profil 540 sous *Fimbristylis* - zone plus haute sol tres mince - 5 cm maximum 5YR 2/2 brun rouge sombre traces jaunes (5Y 6/3 - pale olive) sur les racines et sur la roche pH 7

Profil 550 sous *Paspalum vaginatum* - zone un peu plus basse que la precedente sol epais de 10 a 15 cm morceaux de calcaire en surface 1-2 cm couleur noir pH 7.3 en dessous 10YR 4/3 brun traces jaunes et rouges au niveau des racines et couche jaune au niveau de la roche
pH 7.1

Profil 560 sous *Conocarpus erectus* zone plus haute a la limite de la terre ferme quelques *Tympanotonus* sol peu epais 2.5Y 4/2 brun gris sombre pH 7.5 traces brunes en surface accumulation sous les grosses racines, 2.5YR 2/2 rouge tres fonce pH 6.7

2) Séquence de Bikélé :

Six profils ont été observés et prélevés sur un séquence de 280 m de long.

Profil 640: sous rideau de *R. harrisonii* et *racemosa* de 4 m de haut; surface du sol recouverte de *Tympanotonus fuscatus*. De 0 à 1 m, le profil est homogène, très fibreux, de couleur 2,5YR 2/2. Le pH est de 6,8.

Profil 630: sous *R. harrisonii* de 3,5 de haut, avec de nombreux *Tympanotonus* et littorines en surface.

0-50 cm: très fibreux, 2,5YR 2/2, pH 6,4.

50-70 cm: horizon de transition, fibreux, sableux, forte odeur de H_2S , pH 6,6.

70-100 cm: sableux, 10YR 6/1.

La nappe est très profonde dans ce profil.

Profil 620: sous petits *Avicennia* (1 m).

0-15 cm: gris clair, 10YR 5/2 avec grosses taches 2,5YR 4/8, consistance semi-développée, pH 6,1.

15-35 cm: gris brun foncé, 7,5YR 4/2, consistance peu développée, pH 5,8.

35-50 cm: gris N 6/0, quelques tubes racinaires jaunes 2,5YR 6/4.

50-80 cm: gris clair, pH 6,1.

Profil 610: sous tanne vif. Surface criblée de trous de crabes; pas de coquilles.

0-20 cm: gris 5Y 5/1 avec quelques taches rouilles plus ou moins indurées, consistant, pH 6,2.

20-60 cm: gris 5Y 5/1 avec taches rouilles et des tubes racinaires, 2,5 YR 4/6, quelques taches de jarosite (?), consistant, pH 3,7.

60-70 cm gris noir N3 et noir, tubes racinaires rouges, consistance semi-développée.

70-120 cm: gris N5 avec quelques petites inclusions brunes 10YR 6/4.

Profil 650: sous tanne vif sombre. Le profil est brun à brun foncé, très compact, colle à la main, mais très sec, le pH est de 6,2.

Profil 660: sous *Conocarpus* et *Phoenix*. Petits *Tympanotonus fuscatus radula*. Le profil est uniformément jaune brun clair 2,5Y 6/4 et gris N/6, compact, pH de 7.

3) Séquence de Moka :

De la vase nue de la slikke à la forêt littorale, neuf profils ont été observés et décrits et le pH a été mesuré *in situ*, en période

humide.

Profil 390: dans la slikke; la vase est fluide, de couleur noire 5Y 2/1 avec un pH de 7,2.

Profil 360: sous rideau de *Rhizophora harrisonii*, dans la zone séparant le tanne herbeux de la crique.

0-5 cm: vase sans consistance érodée par un filet d'eau venant du tanne.

5-42 cm: brun gris 10YR 5/2, assez fibreux, sableux, pH 5,5.

42-70 cm: gris clair 10YR 6/1, à trainées jaunes le long des racines, peu fibreux, pH 5,5.

70-100 cm: gris très foncé 10YR 3/1, à taches jaunes 10YR 5/6 le long des racines, horizon peu fibreux, pH 6.

Profil 370: sous *Rhizophora harrisonii* de 4,5 m de hauteur environ situés sur un sol bosselé.

0-20 cm: brun gris foncé 10YR 3/2, très fibreux, pH 6,5.

20-100 cm: brun rouge foncé 5YR 3/2, très fibreux, pH 6,8.

Profil 320: sous *Avicennia nitida* de 1,5 m en moyenne, très gros, et *Tympanotonus fuscatus radula* en surface

0-20 cm: N4, gris foncé, pH 5,4.

20-100 cm: brun gris foncé 10YR 4/2, à taches brun jaune 10YR 5/6 le long des racines, disparaissant en profondeur. A partir de 80 cm fibres nombreuses, odeur H₂S, pH 5,4.

Profil 330: sous grands *Avicennia nitida* de 10 m de haut, non loin de la terre ferme dont ils sont séparés par un fourré de *Conocarpus erectus* morts, et où l'on trouve en surface *Tympanotonus fuscatus radula*.

0-30 cm: brun gris très foncé 10YR 3/2, pH 5,7.

30-60 cm: brun gris très foncé 10YR 3/2, à taches brun rouge 5YR 3/2. Quelques radicules, pH 4.

60-100 cm: brun gris très foncé 10YR 3/2, à taches brun rouge 5YR 2/2, pH 4.

Profil 340: sous tanne vif, dans une zone légèrement déprimée présentant quelques trous de crabes, quelques plages à *Sesuvium*.

0-20 cm: gris clair 10YR 6/2 et gris foncé N4 avec des amas noirâtres 10YR 2/1, sous la pellicule superficielle, odeur d'H₂S, taches brun jaune: 10YR 5/6 autour des racines, pH 7,8.

20-80 cm: idem avec quelques taches d'oxydation brun rouge, autour des racines, pH 3.

80-100 cm: brun foncé 10YR 3/3 et parfois gris, taches indurées brunes et jaunes le long des racines, pH 3,5.

100-120 cm: gris olive foncé 5Y 3/2, légèrement fibreux, pH 5/5.

Profil 350: sous tanne vif légèrement surélevé, pellicule de sable et tubes racinaires ferruginisés posés en surface.

0-60 cm: bariolé 10YR 4/8 (rouge), 7,5 YR 6/8 (jaune-rouge) et 5R 4/3, consistant.

60-100 cm: jaunâtre 2,5Y 6/6, consistant, pH 2,8.

Profil 380: sous tanne herbeux à *Paspalum vaginatum* et Cypéracées.

0-4 cm: débris de racines et de végétaux, brun 10YR 4/3.

4-25 cm: tacheté gris très clair, jaune 2,5Y 7/8 et rouge autour des racines. Quelques petites concrétions, pH 4.

25-60 cm: dominant jaune clair 2,5YR 8/6, pH 4,2.

60-100 cm: gris très clair et jaune clair, pH 3,5.

Profil 310: sous forêt littorale.

0-10 cm: sable mélangé à des débris végétaux et à des racines. Brun gris foncé 10YR 3/2, pH 3,6.

10-60 cm: sableux, brun à marbrures lie de vin, 5R 3/6 et orange, pH 6,8.

60-100 cm: horizon tacheté à dominante jaune-brunâtre 10YR 6/8, pH 8.

Du point de vue morphologique, on note que cette séquence présente de nombreuses similitudes avec certaines séquences mangroves-tannes du Sénégal : pedons riches en fibres sous *Rhizophora*, éclaircissement des horizons de surface sous *Avicennia*, présence de tubes racinaires ferruginisés (*iron pipes*) et surtout augmentation progressive de l'acidité des pedons de la mangrove jusqu'au tanne : le pH mesuré *in situ* passe en effet, d'une valeur de l'ordre de 6,5-7 sous *Rhizophora*, à des valeurs inférieures à 3,5 dans le tanne.

4) Séquence de Busimba :

Quatre profils ont été observés, essentiellement sous *R. harrisonii* et *R. racemosa*. Ils se caractérisent tous par leur richesse en fibres, leur consistance semi-développée et la forte odeur H₂S. Le pH mesuré *in situ* est de l'ordre de 6,5.

Profil 410: SCV - *Rhizophora harrisonii* de 2 m; quelques *Typanotonus*; forte odeur de H₂S.

0-40 cm: très fibreux, 5R 2/1, très malléable; pH 6,4.

40-60 cm: transition.

60-100 cm: peu fibreux, 5YR 2/1, très malléable, odeur de H₂S, pH 6,7.

Profil 420: Pourtour de la SCV, légèrement en dépression : flaques en surface, nombreuses racines en arcs boutants.

0-40 cm: très fibreux, 5R 2/2, très malléable, pH 6,5.

40-60 cm: transition.

60-100 cm: peu fibreux, 5YR 2/1, très malléable, pH 6,5.

Profil 430: sous *Rhizophora racemosa* - taille hétérogène jusqu'à 10 m.

0-40 cm: fibreux 5R 2/1, très forte odeur de H₂S, pH 6,3.

40-60 cm: transition.

60-100 cm: peu fibreux, 5YR 2/1, forte odeur de H₂S; racines blanchâtres et vieilles racines rouges; très malléable.

Profil 440: sous "rideau" de *Rhizophora racemosa* en bord de crique, 20 m de hauteur.

0-30 cm: très malléable, 5YR 2/1, peu fibreux, pH 6,5.

30-80 cm: 5YR 2/1, fibreux, pH 6,5.

5) Séquence de Ntsini-Akanda :

Quatre profils ont été observés dont trois sous *Rhizophora* et un sous *Avicennia nitida*.

Comme à Busimba, ils se caractérisent par leur richesse en fibres, leur consistance fluide à semi-développée, le dégagement d'une forte odeur de H₂S et un pH *in situ* plus acide, de l'ordre de 5,7 à 6,2.

En résumé : Du point de vue morphologique, les sols des mangroves de la baie de la Mondah sont, dans l'ensemble, très fibreux, de texture plus ou moins sableuse, à consistance fluide à semi-développée et à pH généralement acide et voisin de 6.

3.2. Les caractères chimiques des sols :

1) le pH :

A l'exception de la séquence de Moka où le pH *in situ* est nettement acide avec des valeurs inférieures à 3,5 sous *Avicennia* et sous les tannes, on observe que dans toutes les autres séquences, le pH *in situ* est compris entre 6 et 7. Mesuré sur sol séché à l'air, le pH est, dans l'ensemble, inférieur au pH *in situ*, en particulier dans les séquences de Moka, Busimba et Akinda où, notamment dans les horizons profonds, il est très acide et parfois inférieur à 2, indiquant une acidité "potentielle" élevée de ces sols.

2) la salinité :

Un des caractères dominants des sols de mangroves du Gabon et qui leur confie une forte originalité est leur salinité. En effet, compte tenu de l'environnement climatique de type équatorial avec des précipitations élevées, on aurait pu s'attendre à ce que les sols

soient totalement dessalés, comme c'est d'ailleurs le cas dans d'autres régions équatoriales : Guyane, Indonésie, par exemple. Or, il n'en est rien, comme l'indiquent les résultats concernant la salinité tant des nappes que des sols.

a) salinité des eaux :

Pour six échantillons d'eaux prélevés dans les nappes de la baie de la Mondah (Malibé, Busimba et Bikélé) ainsi que pour huit autres échantillons prélevés dans l'estuaire du Gabon, la salinité est généralement voisine ou supérieure à celle de l'eau de mer.

Tableau 7 : Salinité des eaux des nappes de la baie de la Mondah en m.moles/l.

<u>Séquence</u>	<u>Mer</u>	<u>Malibé</u>	<u>Busimba</u>		<u>Bikélé</u>	
Echantillon	1	520,0	410	430	620	660
Na ⁺ mmoles/l	300,0	260,0	428,0	548,0	596,0	324
K ⁺ mmoles/l	5,8	5,4	8,9	11,5	11,3	6,6
Mg ⁺⁺ mmoles/l	38,0	34,0	53,0	75,0	73,0	39,0
Ca ⁺⁺ mmoles/l	9,1	7,1	9,5	11,8	13,8	0,091
Σ Cations meq/l	400,0	347,6	561,9	733,1	780,9	408,8
Alcalinité	8,6	2,2	2,6	7,6	0,05	3,85
Cl ⁻ mmoles/l	372,0	320,0	500,0	636,0	664,0	384,0
SO ₄	17,2	17,6	28,2	36,2	39,2	21,3
Σ Anions meq/l	415,0	357,4	559,0	716,0	742,4	429,9
Conductivité calculée mmhos/cm	41,5	35,7	55,9	71,6	74,2	42,9

La conductivité a été calculée d'après la relation 10 C.E. mmhos/cm # Σ Anions meq/l, relation que nous avons largement vérifiée dans les mangroves du Sénégal, et d'une manière générale, pour toute salinité d'origine marine, donc chlorurée-sodique.

La salinité de l'eau de mer est d'environ 45 mmhos/cm. On remarque que la salinité est élevée. Par comparaison, dans l'estuaire du Gabon, certains échantillons d'eaux prélevés dans les nappes des tannes vifs ont une salinité supérieure à 100 mmhos. On trouve là des valeurs tout à fait comparables aux nappes des tannes du Sénégal.

Par ailleurs, on observe que la salinité est essentiellement chlorurée sodique, donc d'origine marine.

b) salinité des sols :

La salinité des sols a été déterminée sur l'extrait aqueux au 1/10e de 52 échantillons provenant des séquences de Malibé, Moka, Busimba et Akinda. Les résultats sont fournis en annexes, avec l'ensemble des autres résultats géochimiques et l'on observe que :

- A Malibé, les sols sont peu épais, sont salés sous *Rhizophora* et *Avicennia*, *Acrostichum*, *Fimbristylis*, *Paspalum* et *Conocarpus*.

- A Moka, la répartition de la salinité est très variable tant dans la séquence qu'au sein des profils, comme le montre la figure 16.

Sous la slikke, le profil est très salé -12 mmhos, ce qui représente environ trois fois la salinité de l'eau de mer, si l'on ramène à l'extrait saturé.

Sous *Rhizophora* extérieur, sous tanne vif et sous tanne herbacé (360, 350 et 380), les profils sont peu salés à dessalés.

Sous *Rhizophora* intérieur, sous *Avicennia* et sous tanne à *Sesuvium* (370, 320, 330, 340), les sols sont d'une part hypersalés, d'autre part la salinité augmente très nettement avec la profondeur.

- A Busimba, les profils sont hypersalés, avec des valeurs trois à quatre fois supérieures à celles de l'eau de mer et contrairement à Moka, c'est l'horizon de surface qui est plus salé que l'horizon profond.

A Akanda, tous les profils ont une salinité très élevée, triple de celle de l'eau de mer et l'on note peu de variations dans les profils.

En résumé, on peut dire que les sols de mangroves et tannes de la baie de la Mondah sont tous sursalés et ce résultat qui est confirmé par l'analyse minéralogique paraît tout à fait surprenant dans le contexte climatique de la région et doit être attribué, semble-t-il au moins à deux facteurs :

- un facteur hydrologique : la baie de la Mondah ne reçoit que peu d'eau douce et malgré les fortes précipitations, les influences marines sont prépondérantes au point que la salinité de l'eau des criques est élevée en toutes saisons;

- un facteur géologique, moins évident peut-être, qui est l'existence de dômes de sels (diapirisme) provenant de la série des évaporites qui pourrait avoir provoqué localement une accumulation anormale de sels dans les sols.

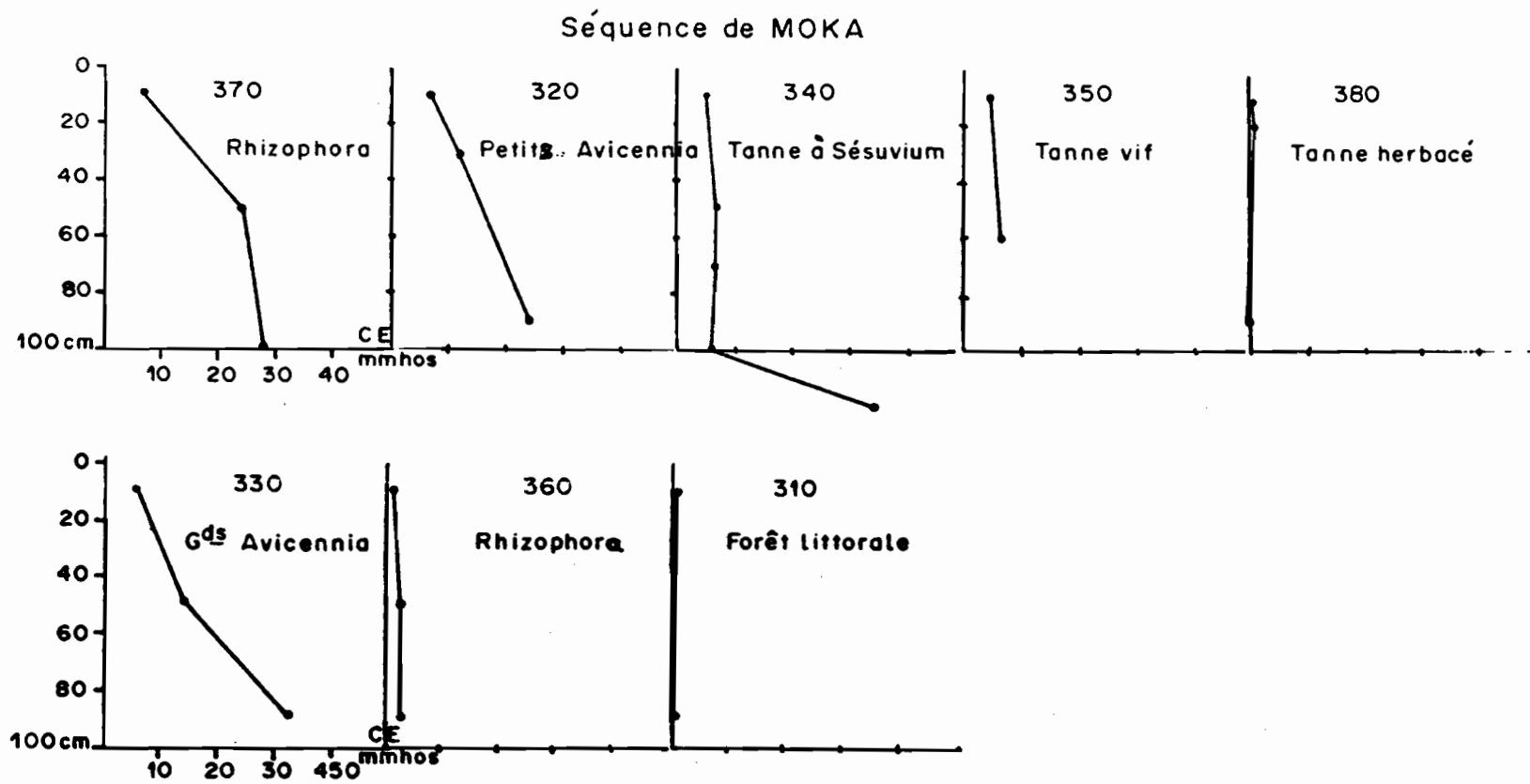


Figure 16 : Répartition de la salinité de l'extrait au 1/10e en mmhos/cm.

c) géochimie :

Sur les 85 échantillons, on a dosé les éléments majeurs et traces. Les résultats sont exprimés en g pour 100 g du sol séché à 110° pour les éléments majeurs et en ppm pour les éléments traces. Le tableau 8 donne la moyenne et l'écart type pour les différentes séquences.

- les éléments majeurs : On distingue assez nettement deux groupes de séquences : les séquences de Busimba et Akinda, d'une part et les séquences de Moka, Malibé et Bikélé, d'autre part. Le premier groupe de séquences est plus argileux que le deuxième groupe qui est essentiellement formé de sable quartzeux et l'on constate que la plupart des éléments majeurs sont corrélés à l'argile et donc à Al_2O_3 et de ce fait, les séquences de Busimba et Akinda sont nettement plus riches en matière organique (perte à 1000°), en Mg, Fe, Ti, Na et K que les séquences de Moka, Malibé et Bikélé. Par ailleurs, toutes les séquences sont très pauvres en Ca et Mn dont les teneurs sont généralement inférieures à la limite de détection.

- les éléments traces : Leur répartition est très hétérogène et variable selon les séquences. Ba est mieux représenté que Sr. Parmi les métaux, on a, par ordre décroissant V, Cr, Ni, Cu et Co. C'est à Moka que les teneurs en éléments traces sont les plus faibles et c'est à Bikélé qu'on observe les teneurs les plus élevées en V, Ni et Co; or ces deux séquences ont sensiblement les mêmes taux d' Al_2O_3 et de SiO_2 . Par contre, Cr et Zn sont mieux corrélés à l'argile.

3.3. Les caractères minéralogiques :

La plupart des échantillons provenant des cinq séquences ont été analysés par diffraction X sur poudres désorientées. Les résultats qualitatifs sont consignés dans le tableau 9 et confirment en grande partie les résultats de l'analyse chimique. On constate que :

- le quartz est présent dans tous les échantillons avec une nette abondance dans les séquences de Moka et de Bikélé;

- l'argile, essentiellement représentée sous forme de kaolinite est présente dans presque tous les échantillons en faibles quantités. Certains échantillons contiennent un peu de gibbsite;

- la halite est présente de manière presque générale, sauf sous forêt littorale et sous tanne herbacé. C'est à Moka, à Busimba et à Bikélé qu'on relève les quantités les plus importantes, en particulier sous *Avicennia* et dans les horizons profonds du tanne à *Sesuvium*;

- la pyrite et la jarosite : FeS_2 et $KFe_2(SO_4)_2(OH)_6$ sont présents

Séquence	Nombre d'échantillon		Perte à 1000°	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	Sr	Ba	V	Ni	Co	Cr	Zn	Cu
MALIBE	8	M	13,25	62,7	5,6	1,06	3,1	0,7	1,35	1,9	74,8	336	49,7	46,6	9,8	55,5	19,1	7,6
		G	9,9	17,2	4,3	0,8	2,8	0,1	0,86	0,5	14	112	33	25,7	6,1	16,5	10,3	11
BIKELE	16	M	10,16	71	4,5	1,8	3,15	0,7	1,41	1,03	29,3	161	92	97,2	25,3	58,3	37,3	14,2
		G	12,4	22,2	3,6	3,2	1,9	0,2	1,4	1,17	17,6	134	97	23,6	26,4	44	47	17,5
MOKA	43	M	13,1	74,8	5,6	0,8	2,3	0,57	2	0,65	60	92	40,5	22,4	10,4	65,7	23,1	4,5
		G	14,6	21,2	4,7	0,9	2	0,1	2,7	0,56	78	77	22,4	22	5,3	61,6	26,4	1
BUSIMBA	7	M	40,2	39	10,8	2	3,6	0,6	4,6	1,5	103,6	171	71	37,3	9,3	76,7	46,7	14,9
		G	14,7	15,3	4,4	0,5	1,8	0,1	1,8	0,4	17	55,3	13,7	11	2,4	24,2	27,5	5,8
AKINDA	9	M	33,7	43,5	10,4	1,6	4,2	0,8	3,3	1,4	84,2	173	69,2	32	15,6	76	38,7	33
		G	11,25	12,5	2,1	0,3	0,6	0,1	0,7	0,3	22,5	64,7	7,4	9,9	2,5	11,1	11,3	12,3
	83	M		59,2	7,3	1,45	3,3	0,7	2,5	1,3	70,4	186	64,5	47,1	27,1	66,4	33	14,9

Tableau 8 Composition chimique moyenne des sols des séquences

Sequence	Profil	Vegetation	echantillon	Profondeur cm	pH in situ	pH sec	C 1/10 mmhos/cm	Q	Argile	Halite	Pyrite	Jirosite	autres minéraux
MALIBÉ	510	Rhac	511	0 - 5	6.8	6.4	4.57	+		+			
			512	30 - 40	6.6	2.6	3.50						
			513	50 - 60	7	5.7	10.6	+		+			
	520	Avicen.	520		6.7	5.2	6.9	+		+			F
	530	Achiost.	530		6.9	7	1.7						
	540	Fimbris.	540		7	7	1.9						
550	Paspalum	550		7.1	6.6	0.9							
560	Conocarp.	560		7.5	7.6	2.03							
B I K F L E	610	Tanne vif	611	5 - 15	6.2	6.7		+++					
			612	25 - 35	3.7	4.2		+++					
			613	60 - 70	6.2	5		+++					
			614	110 - 120	4	3.3		+++					
	620	Avicennia	621	5 - 15	6.1	6.2		+++					
			622	40 - 50	5.8	2.8		+++					
			623	70 - 80	6.1	3.3		+++					
	630	Rh. Harris.	631	10 - 20	6.4	4		+++		++			
			632	90 - 100	6.6	5.4		+++		+			
	640	Rhiz.	641	10 - 20	6.8	3.9		+++		+++			F
			642	90 - 100	6.5	5		+++		+			
	650	Tanne vif	651	0 - 5		7		+++		+			
652			10 - 20	6.2	6.9		++		+				
653			50 - 60	6.5	7.3		+		+				
660	Phoenix	661	10 - 20	6.9	7								
		662	80 - 90	7	6.7								
A K O H	310	Forêt littorale	311	0 - 5	4	4.6	0.37	++					
			312	40 - 50	4.2	3.2	0.27	+++					
			313	90 - 100	3.5	3.4	0.26	++					
	320	Petits Avic	321	0 - 10	5.4	2.6	7.34	+	+	+			
			322	30 - 40	5.4	4	11.56	++	++				
			323	90 - 100	5.4	1.2	24	+	+	++	+	+	G
	330	Grands Avic.	331	0 - 10	5.7	4.1	5.6	+	++	+			
			332	45 - 55	4.0	3.3	14	++	+	++			
			333	90 - 100	4	1.7	31.9	+	+	+++	+	+	G
	340	Tanne à Sesuvium	341	0 - 10	7.8	5.5	4.63	++		+			
			342	10 - 20			5.04	++		+			
			343	50 - 60	3.0	3.4	6.9	++		+			
			344	90 - 100	3.5	3.5	6.5	++		+			
			345	105 - 115	5.5	2.4	5.6	++		+			
			346	120 - 130	6	1.2	34.3	+		+++		+	
350	Tanne vif	351	0 - 10	3.6	3.1	3.7	++	+	+	+			
		352	50 - 60	3.1	3.1	4.2	++	+	+				
		353	90 - 100	2.8	3.0								
		354	110 - 120	2.3	3.7								
		355	170 - 180	2.6	3.0								
		356	20 - 30	2.9	3.7								

Séquence	Profil	Végétation	Échantillon	Prolongeur cm	pH in situ	pH sec	C & 1/10 mhos/cm	Q	Argile	Halite	Pyrite	Jarosite	autres minéraux	
M O K A	360	Rhiz	361	5 - 10	5.5	4.0	0.74	+++						
		harr	362	40 - 50	5.5	3.9	1.86	+++		+				
			363	90 - 100	6.0	2.5	2.2	++		+				
	370	Rhiz	371	0 - 10	6.5	4.3	7.85	++	+	+				
		harr	372	45 - 55	6.5	1.8	22.8	+	+	++	++	++	G	
			373	90 - 100	6.8	1.5	28.3	+	+	+++	++	++	G	
	380	Tanne herbacé	381	0 - 5	4.0	4.6	0.09	+++						
			382	10 - 20	4.2	3.2	0.57	+++	+					
			383	80 - 100	3.5	3.4	0.48	+++	+			+		
	390	Vase	390	0 - 20	7.2	6.7	12.8	+	+	+	+	+		
	B U S I M B A	410	Rhiz	411	10 - 20	6.4	4.2	24.9	+	+	++	+		
			harr	412	90 - 100	6.7	3.0	14.6	+	+	+			
420		Struct Circ	421	10 - 20	6.5	5.	24.3	+	+	++		+		
			422	90 - 100	6.5	2.5	15.9	+	+	++	+	+	G	
430		Rhiz rac	431	10 - 20	6.3	4.6	22.2							
			432	90 - 100	6.5	3.4	17.7	+	+	+	+		G	
440		Rhiz rac	441	10 - 20	6.5	5.3	7.5							
			442	70 - 80	6.5	2.1	0.5	+	+	+	++	+		
A K I N D A	210	Rhiz rac	211	0 - 5	6.5	4.2	14.8	+	+	+			G	
			212	40 - 50	6.2	1.4	19.15	+	+	+		+	G	
			213	90 - 100	6.3	1.7	16.75	+	+	+	+	+	G	
	220	Rhiz harr	221	0 - 5	7.5	6.7	8.7	+	+	+	+	+		
			222	40 - 50	6.8	1.9	14.	+	+	+	+	+	G	
			223	90 - 100	6.2	2.1	14.7	+	+	+	+	+	G	
	230	Rhiz harr	231	0 - 5	6.1	4.9	10.6	++	+	+		+	G	
			232	40 - 50	5.8	1.8	14.7	+	+	+	+	++		
			233	90 - 100	5.7	1.8	10.2	++	+	+	+	+	G	
240	Avicennia	241	0 - 10	7.4										
		242	40 - 50	6.6	7.1									
		243	90 - 100	6.8										

Tableau 9

Résultats Analytiques des sols de la MONDAH
 (+ présent ; ++ abondant ; +++ très abondant
 F = feldspath ; G = gypse)

a Busimba, a Akinda et en profondeur, dans certains profils de Moka,

- le gypse a été reconnu dans un des profils sous *Avicennia* de la séquence de Moka,

- parmi les autres minéraux représentés de manière beaucoup plus rare et en faibles quantités, on signalera le mica et un feldspath (sanidine)

CONCLUSION

L'étude phyto-pédologique des mangroves de la Mondah permet de mettre en évidence leur profonde originalité, en même temps elle amène au moins autant de nouvelles questions que de réponses

Bien qu'appartenant au domaine équatorial, ces mangroves sont caractérisées par la présence de tannes, surfaces herbeuses ou nues (tannes vifs) typiques des arrière-mangroves des régions tropicales à fort contraste saisonnier, Sénégal ou Ouest malgache par exemple. En effet, dans la plupart des mangroves équatoriales on observe des transitions vers la forêt inondée (littoral oriental de Sumatra où l'on passe insensiblement de la mangrove à la forêt marécageuse sur tourbe) ou vers des prairies marécageuses (Guyane). Il faut cependant noter une autre exception en Nouvelle-Guinée (GUILCHER, 1965)

Malgré des précipitations très abondantes, la salinité des nappes et des sols est dans l'ensemble très largement supérieure à celle de l'eau de mer d'où la présence quasi générale de halite et parfois même de gypse. Cette sursalure peut s'expliquer par deux facteurs

- d'une part le contexte hydrographique de ces mangroves dans une ria ne drainant par l'intermédiaire de petits cours d'eau que de minuscules bassins-versants,

- d'autre part, mais avec beaucoup de réserves, on peut avancer que la nature géologique d'un sous-sol où on note la présence d'évaporites et de phénomènes de diapirisme contribue à expliquer cette accumulation surprenante de sel

Passons maintenant aux questions soulevées. La sursalure est-elle à l'origine du processus de tannification ? Cela ne semble pas évident au travers des résultats des analyses. Les sols hypersalés de la Pointe Busimba portent de beaux palétuviers. A l'inverse, le tanne vif de la Moka a un profil peu salé et on n'observe pas d'efflorescence ou de croûtes salines sur les tannes de la Mondah. Ce sont les résultats de la teneur des échantillons en sulfates et en soufre libre qui pourront ultérieurement nous éclairer. Les mangroves de



Grands Rhizophora (Massotie). Des palétuviers d'une hauteur supérieure à 30 m sont observables dans plusieurs secteurs de mangrove autour de Libreville.

(Photo J.M. LEBIGRE)



Grands Rhizophora Racemosa de zone frontale (Akanda). Formation monospécifique en bordure de la baie. Campement de pêcheurs utilisant le bois de palétuvier pour fumer le poisson.

(Photo J.M. LEBIGRE)



Mangrove de zone amont (N'Tsini). Vastes étendues de *Rhizophora* petits et épars dans les secteurs «tannification», plus grands au niveau des rideaux qui bordent les criques. Sol constitué pour l'essentiel par les radicelles des *Rhizophora*, à très forte acidité potentielle. Mauvaise cicatrisation du layon sismique ouvert par les pétroliers.

(Photo J.M. LEBIGRE)



Mangrove sur substrat rocheux (Malibe). Le fond du chenal formé de grès calcaire se découvre à marée descendante.

(Photo J.M. LEBIGRE)

la Mondah sont des mangroves à Rhizophoracees pour l'essentiel (les *AVICENNIA* croissent eux-mêmes sur des sols très riches en radicelles de *RHIZOPHORA*) ce qui suggère un rôle important du soufre dans la pédogenèse ce qui semble confirmer par la forte acidité des tannes et la forte acidité potentielle des échantillons pris sur les paletuviers

La seconde question mal élucidée concerne les "structures circulaires" de la Pointe Busimba Ce phénomène est tout à fait original et n'a pas été observé ailleurs - les analyses de sol ne permettent pas de trancher pour l'une ou l'autre des hypothèses que nous avons émises précédemment Toutes nos observations correspondent à des années moyennes concernant la pluviométrie, ce qui correspond à une grande stabilité du point de vue floristique Il est tentant de penser que les phénomènes les plus significatifs de la dynamique végétale et pédologique se déroulent pendant des années climatiquement exceptionnelles C'est à ce moment là que nous pourrions répondre aux problèmes soulevés par cette étude

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOUTIN, J Les pollens et les spores des sédiments du delta de l'Ogooué, Montpellier, EPHE, Lab de Palynologie, 1967, 160 p
- GIRARDIN, N La mangrove, Libreville, DEP, 1978, 35 p
- GUILCHER, A Questions de morphologie climatique en Mélanésie équatoriale (Nouvelle Bretagne, Nouvelle Guinée, Guadalcanal) Bull Ass Géographes Fr, 338-339, 1965, pp 28-40
- LEBIGRE, J M Les mangroves du Gabon un milieu méconnu et potentiellement riche Revue Gabonaise d'Etudes politiques, économiques et juridiques, 4, 1980, pp 37-42
- LEBIGRE, J.M Les mangroves des rias du littoral gabonais Essai de cartographie typologique Bois et Forêts des Tropiques, 199, 1983, pp 3-28.
- LEBIGRE, J.M Le littoral du Gabon aspects géomorphologiques et biogéographiques, Libreville, Institut Pédagogique National, 1983, 58 p.
- LEBIGRE, J M. Les tannes approche géographique Madagascar, Revue de Géographie, 43 (à paraître)
- LEBIGRE, J M. et MARIUS, C Etude d'une séquence mangrove-tanne en milieu équatorial, baie de la Mondah (Gabon) Trav et Doc de Géo Trop, 51 (Géomorphologie générale), 1984, pp 131-140
- LERIQUE, J et TOURNE, M Etude hydro-pluviométrique du bassin-versant de la Nzémé, Libreville, ORSTOM et SEEG, 1972, 2 tomes
- MARIUS, C Contribution à l'étude des mangroves du Sénégal et de la Gambie - Ecologie, Pédologie, Géochimie, mise en valeur (Thèse d'Etat Sciences Strasbourg 1984) Strasbourg, ULP, 1984, 309 p
- MICHOLET, J. , WENGER, R , DERUMEUX, F et GUILLAUME, H A (non daté). Notice explicative de la carte géologique du bassin côtier du Gabon au 1/200 000e, Elf-Spaf, 14 p.
- RAPONDA-WALKER, A Toponymie de l'Estuaire du Gabon et de ses environs Bull Inst Rech. Sc au Congo (ORSTOM), II, 2, 1963, pp. 87-121
- ROSSO, J C et WEYDERT, P Thanatocoenoses marines quaternaires du Gabon inventaire et signification écologique de la malacofaune Géobios 12 (1), 1979, pp. 133-136
- VILLIERS, J F Etude floristique et phytosociologique d'une mangrove atlantique sur substrat rocheux du littoral gabonais Annales Fac. Sc. Cameroun, 14, 1973, pp. 3-46
- WEYDERT, P. et ROSSO, J C Description et signification paléo-écologique de la série holocène terminale du port à bois d'Owendo C.R. Acad. Sc , Paris, t 293 (21 septembre 1981), 1981, pp. 173-178.