

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MÉR

CENTRE DE TANANARIVE

BASSE VALLÉE ET DELTA

DE LA

TSIRIBIHINA

Notice explicative de
la carte pédologique au 1/100.000^e

par

C. ZEBROWSKI

Pédologue - O. R. S. T. O. M.

TANANARIVE 1967

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE MER

CENTRE DE TANANARIVE

BASSE VALLEE ET DELTA DE LA TSIRIBIHINA

Notice explicative de
la Carte Pédologique au 1/100.000ème

par

C. ZEBROWSKI
Pédologue - ORSTOM

Tananarive 1967

S O M M A I R E

	Pages
Introduction	1
Données du milieu	2
Les milieux de sédimentation	5
1) Les levées alluviales et la plaine d'inondation	5
2) Le milieu fluvio-marin	7
Caractères des milieux de sédimentation : les sols	8
1) Le lit apparent et ses abords	8
2) La plaine d'inondation	12
3) Le milieu fluvio-marin	22
Fertilité des sols : mise en valeur	31
1) Eléments de la fertilité	31
2) Mise en valeur actuelle	33
3) Les cultures et les sols	35
Classification des sols	39
1) Facteurs d'évolution des sols	39
- la matière organique et les sols	39
- l'hydromorphie dans les sols	41
- la salure et les sols	46
2) Classification - Cartographie	48
Profils	52
Bibliographie	64

INTRODUCTION

La présente notice explicative se rapporte à la carte pédologique des sols alluviaux de la vallée de la Tsiribihina, fleuve de l'Ouest malgache, entre la sortie du plateau de Bemaraha et la mer. La portion étudiée est entièrement située dans la préfecture de Morondava, province de Tuléar.

Cette étude a été commencée par J. HERVIEU qui a dressé une esquisse géomorphologique et pédologique de la moyenne vallée et du delta de la Tsiribihina. De nombreuses descriptions de profils et analyses accompagnent ce lever.

Nous avons en outre à notre disposition :

- Un fond topographique au 1/100.000 dressé par l'I.G.N. en 1956;
- La couverture aérienne de la vallée au 1/40.000;
- Une carte géologique correspondant aux feuilles F, G, H, I, 49 (levés au 1/100.000 de A DE VENDEGIES en 1956 : S.P.M.).

Notre travail étant d'achever celui commencé par J. HERVIEU, nous avons, dans la mesure du possible, essayé d'identifier sur le terrain les profils décrits, afin de pouvoir utiliser les analyses déjà effectuées.

Le temps passé sur le terrain nous a permis, en outre, de préciser certaines limites de sols considérés non seulement comme faisant partie d'un système géomorphologique, mais encore comme unités de la classification des sols.

Les relations entre la géomorphologie, l'évolution des sols et leur classification ont été établies grâce au travail de thèse présenté par J. HERVIEU : Contributions à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical.

Nous avons d'ailleurs utilisé ce recueil tant pour des renseignements d'ordre général concernant la végétation, le climat, etc... que pour l'étude des sols alluviaux et de leur classification.

DONNEES DU MILIEUClimat - Végétation

La zone étudiée, située à une latitude de 19°45' Sud, est soumise à un climat tropical sec, semi-aride selon les critères de Thornthwaite.

Il est caractérisé par une température restant élevée toute l'année et par une saison sèche de 6 à 7 mois fortement accusée. La pluviosité est de 800 mm à l m dont 90 % tombent de Décembre à Mars. Elle augmente d'Ouest en Est alors que les températures moyennes restent pratiquement constantes :

<u>Ouest</u>	Belo/Tsiribihina	Betomba	Miandrivazo	<u>Est</u>
Pluviométrie	818 mm	1005 mm	1299 mm	
Température	26°		27,3°	

Climatologie de Belo/Tsiribihina

	Pluies (période 1935-60)	Températures (période 1952-60) Moyenne des maxima	Moyenne des minima
Janvier	254,4	32,4	22,8
Février	179,1	32,8	23,1
Mars	132,1	32,5	22,0
Avril	13,1	33,3	20,5
Mai	4,5	32,0	18,2
Juin	5,6	20,6	15,4
Juillet	3,7	29,9	14,2
Août	2,7	30,9	16,1
Septembre	6,4	32,0	18,6
Octobre	13,1	33,0	21,1
Novembre	49,9	33,7	22,0
Décembre	163,1	33,2	23,0

A ce climat correspond une végétation dont le type originel est la forêt tropicale décidue sèche. Les mangroves s'installent le long de la côte.

La déforestation entraîne infailliblement une érosion importante des sols du fait du caractère orageux des précipitations et il n'est pas rare de voir des rizières envahies par des colluvions provenant de zones déforestées.

Géologie - Hydrologie - Alluvionnement

Le socle cristallin malgache se termine à l'Ouest par une falaise dominant les terrains sédimentaires tertiaires et quaternaires.

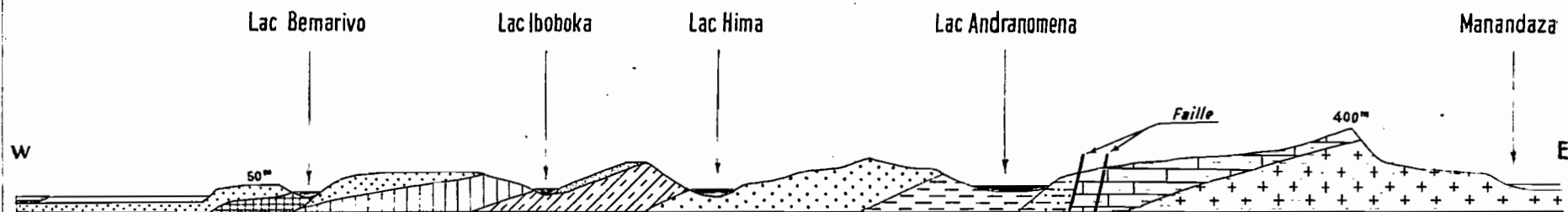
La Tsiribihina proprement dite, c'est-à-dire après la confluence, en aval de Miandrivazo, des rivières Mahajilo, Mania et Sakeny, coule dans le sédimentaire où elle joue le rôle de rivière conséquent dans le paysage des côtes jurassique^s et créta^{es} traversées (cf. coupe géologique). Elle se jette dans le canal de Mozambique après avoir formé un delta.

Son important bassin versant de 46.300 Km², dont les trois quarts sont situés sur le socle cristallin, est alimenté par des rivières prenant leur source sur les Hauts-Plateaux. Ceux-ci, par le régime de leurs rivières, régularisent le débit de la Tsiribihina en atténuant ses pointes de crues et en lui donnant un débit d'étiage relativement important.











Le profil d'équilibre est caractérisé par une forte rupture de pente au contact du socle cristallin et des terrains sédimentaires. Sur ces derniers, la Tsiribihina a une pente très faible (0,27°/oo) et elle travaille à établir son profil d'équilibre par remblaiement, ce qui explique l'importance des dépôts alluviaux : 81.000 ha pour la moyenne vallée de la Tsiribihina et 60.150 ha pour son delta.

COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE OUEST EN EST (x:720)

D'après la Carte Géologique au: 1/200.000^e



— LEGENDE —

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Trias moyen à lias moyen : grès et argilite du groupe de l'ISALO |  | Turonien sup. à campanien moyen : grès, grès calcaires et marnes |
|  | Bajocien - Bathonien : Complexe marno-calcaire du BEMARAHA |  | Campanien sup. et maestrichien : grès calcaires et marnes à huîtres |
|  | Oxfordien à Argovien : grès et marnes à Belemnites |  | Eocène calcaires et grès calcaires |
|  | Infra Valanginien et valanginien : Marnes |  | Grès et sables pliocène |
|  | Albien - Cénomaniens : Grès |  | Carapace argilo-sableuse |

Les zones de confluence de la dépression périphérique et celle des vallées affluentes aménagées dans les couches tendres de la série sédimentaire sont les lieux préférentiels de l'alluvionnement récent et actuel (J. HERVIEU 1966). C'est le cas des plaines d'Amkalalobe et du Bemarivo.

La nature granulométrique et minéralogique des sols alluviaux de la Tsiribihina s'explique par le fait que la plus grande partie du bassin versant est située sur le socle cristallin. Ce sont les sols formés sur ce dernier et en particulier les matériaux des zones de départ qui alimentent l'alluvionnement.

Du point de vue granulométrique, les sols alluviaux étudiés sont riches en limon mais pauvres en éléments de taille supérieure à 2 mm, ceux-ci s'étant déposés dans le cours amont du fleuve.

Du point de vue minéralogique, les sables sont constitués pour 90 à 95 % par du quartz et par l'amphibole pour les minéraux lourds. La biotite est abondante dans la fraction la plus grossière des sédiments fins.

Quant aux minéraux argileux, ils sont représentés par la kaolinite en premier lieu, puis par la montmorillonite, l'illite étant présente en moindre quantité.

LES MILIEUX DE SEDIMENTATION

J. HERVIEU a défini pour l'Ouest malgache un certain nombre de milieux de sédimentation que nous retrouvons dans la vallée de la Tsiribihina :

- Le lit apparent et ses abords (levée alluviale)
- La plaine d'inondation
- Le milieu fluvio-marin.

Répartition de ces unités dans le paysage

1) Les levées alluviales et la plaine d'inondation

Dans les basses vallées des cours d'eau et en particulier dans les plaines de niveau de base, le triage latéral des sédiments est plus perceptible, sur de petites distances, que le triage longitudinal.

A ce triage est associé un ensemble morphologique "levée cuvette de débordement." A mesure que l'on s'éloigne du lit du fleuve, la granulométrie, sableuse à limono-sableuse dans les levées alluviales, devient plus fine dans les cuvettes de débordement où le pourcentage d'argile est supérieur à 50 %.

Schéma géomorphologique d'une vallée alluviale



Ce schéma est, en fait, plus complexe par suite de l'existence de vallées secondaires affluentes et des changements de cours du lit principal du fleuve. Ainsi, la migration des méandres entraîne-t-elle une succession de levées alluviales et de cuvettes de débordement.

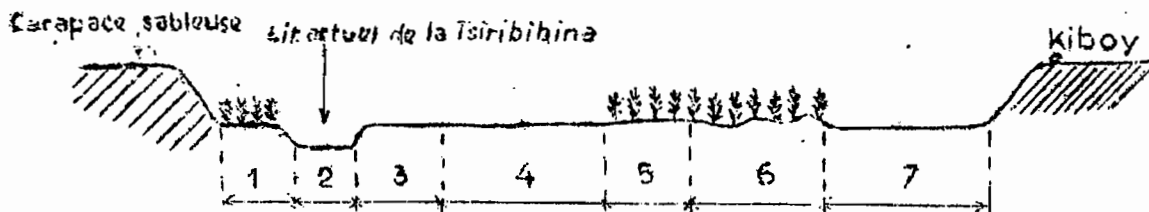
Dans son travail de thèse, J. HERVIEU a défini un système de terrasses inondables, de surfaces d'épandages, de cuvettes de débordement, de dépressions marginales et de zones à concentration temporaire. Ces unités étant regroupées sous le nom de plaine d'inondation.

Dans l'étude présente, nous retiendrons les termes de : terrasse inondable, cuvette de débordement et dépression marginale tels que les a défini J. HERVIEU.

- La cuvette de débordement typique est une zone légèrement dépressionnaire souvent formée par colmatage sur l'emplacement d'un ancien axe de drainage, mais elle peut se former en contrebas de la levée alluviale. La pente de la cuvette est d'autant plus nette que la rivière tend à exhausser son lit au dessus du niveau moyen de la plaine. La contre-pente est due soit à une ancienne levée, soit à une terrasse formée par un ancien bras.
- Les dépressions marginales sont des zones dépressionnaires situées en bordure de la plaine alluviale. Elles correspondent à des thalwegs secondaires, affluents colmatés par le remblaiement récent ou à d'anciennes cuvettes au contact de relief bordant la plaine.
- Les terrasses inondables se forment par comblement des anciens lits, débordement et recouvrement des levées, colmatage des cuvettes de débordement. Elles correspondent, le plus souvent, à la cote moyenne maximale atteinte par le remblaiement récent.

Si les levées de berges se distinguent bien des cuvettes de débordement par leur altitude, elles ne se distinguent des terrasses que par leur granulométrie plus grossière.

Un exemple de répartition de ces unités géomorphologiques nous est fourni par une coupe perpendiculaire à la Tsiribihina, en amont de Belo, sur la verticale passant par Kibory.



- (1) levée alluviale stabilisée (par la végétation)
- (2) lit actuel du fleuve
- (3) levée alluviale non stabilisée
- (4) Terrasse inondable formée par comblement d'une cuvette de débordement
- (5) Ancienne terrasse stabilisée
- (6) Zone d'anciens méandres : succession de levées alluviales et de cuvettes de débordement stabilisées
- (7) Dépression marginale

2) Le milieu fluvio-marin

Il s'étend de la plaine alluviale proprement dite à la mer, la sédimentation des alluvions est la conséquence de divers phénomènes, dont la gravité et la floculation par les électrolytes de l'eau de mer.

Deux zones sont à distinguer dans ce milieu : l'une semi-terrestre correspondant aux mangroves, l'autre, terrestre, est une zone intermédiaire, de transition avec la plaine alluviale proprement dite. La limite entre cette zone et les terrasses inondables n'est jamais bien tranchée.

CARACTERES DES MILIEUX DE SEDIMENTATION

LES SOLS

Le lit apparent et ses abords

I - Les bancs de lit

Les bancs de sable sont très fréquents dans la Tsiribihina. Déposés lors de la saison des pluies, ils sont émergés pendant la saison sèche.

La végétation est en général absente de ces bancs. Dans le cas des bancs assez élevés au dessus du niveau de l'eau, immergés uniquement à la pointe des crues, la végétation, composée de Phragmites communis et de Cynodon dactylon, peut être assez dense.

La taille des sables est, pour la plus grande partie d'entre eux, comprise entre 0,2 et 2 mm. Les grains de quartz sont en proportion très nettement dominante. Les minéraux lourds les plus représentés sont : l'amphibole, le zircon et le grenat.

Dans le cas où les bras du fleuve ne sont fonctionnels que pendant la saison des pluies, les bancs sableux sont souvent recouverts d'une pellicule argileuse d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, pellicule qui se fendille en polygones pendant la saison sèche.

La répartition et la morphologie de ces bancs de lit sont modifiées après chaque saison des pluies. Leurs limites ne peuvent donc être très précises.

II - Les levées alluviales

Les levées alluviales se forment surtout sur les rives convexes du fleuve. Elles constituent une partie des terres dite de "baiboa".

La sédimentation y est sableuse à limono-sableuse et est caractérisée par une alternance de dépôts sableux et limoneux très micacés. En surface les dépôts sont en général limoneux. Une grande épaisseur continue de sédiments fins limono-argileux indique le passage à un régime d'inondation de terrasse inondable (J. HERVIEU).

La topographie de ces levées est en général ondulée près du fleuve, plus régulière lorsque l'on s'en éloigne. Dans le cas d'une topographie ondulée la granulométrie des sédiments est plus fine dans les creux que sur les bosses.

Végétation

La végétation naturelle des levées récentes est Phragmites communis et Cynodon dactylon - Graminées - Elle est parfois brûlée sur les levées à sédiments fins en surface pour des cultures de décrue : haricot, lentille, maïs et tabac.

Sur les anciennes levées se développent des arbrisseaux tels que Pluchea sp. (Famonty) Composée . Acacia sp. (Fati-patika) Légumineuse. . Zizyphus jujuba (Mokonazo) Rhamnacée . Mucuncia pruriens (Takilotra) Légumineuses. Dans certains cas on peut rencontrer des arbres représentatifs de la forêt sèche de l'Ouest tels que : Tamarindus indica (Kily) Légumineuse . Gymnosporia linearis (Tsingilo) Celastracée . Ficus sakalarum (Adabo) Moracée

Les sols

- Morphologie

Les profils sont caractérisés par une succession de strates limoneuses et sableuses. Les épaisseurs de celles-ci sont très variables. L'horizon supérieur est presque toujours limoneux.

L'horizon humifère n'est bien marqué que dans le cas des sols de levée ancienne couverts par une végétation arbustive.

- Caractères physiques et chimiques

. La réaction est neutre à faiblement alcaline (pH 6,5 à 7,5)

. La texture est caractérisée par la richesse en sable fin (50 à 80 %)

. La structure est continue, légèrement feuilletée sauf dans l'horizon humifère des sols sur levée ancienne où elle est grumeleuse moyenne, à polyédrique fine

. Les sols de levées récentes, régulièrement inondées, restent humides 2 à 4 mois après le retrait des eaux ce qui permet les cultures de décrue. La dessiccation du sol est d'autant plus rapide que les horizons sableux sont plus épais et situés plus près de la surface. Les sols de levées anciennes n'étant plus inondés sont à pédoclimat plus sec que les précédents.

. Le taux de matière organique est peu élevé, il est en général inférieur à 1% sauf dans l'horizon humifère des sols sur levée ancienne.

. Le complexe absorbant est richement pourvu, les teneurs en chaux et en magnésie sont élevées (5 à 8 mé/100 g. pour Ca - 1,5 à 5 mé pour Mg), celles en potassium échangeable sont pauvres à moyennes (0,3 à 1,5 mé/100 g.)

. Les réserves minérales sont élevées surtout en calcium et en magnésium (11 à 20 mé/100 g. pour Ca - 7 à 12 mé/100 g. pour Mg).

Mise en valeur

Ces sols de levée sont en général riches, les teneurs en azote et en potassium sont néanmoins peu élevées.

La mise en valeur est fonction de la présence d'horizons sableux. Ces derniers gênent la remontée capillaire s'ils sont situés trop près de la surface et s'ils ont une grande épaisseur (cf. F. BOURGEAT) : les sols alluviaux du Nord-Ouest de Madagascar).

Dans la majorité des levées alluviales, la granulométrie des sols varie rapidement sur de petites surfaces d'où la difficulté de mettre de grands ensembles en valeur. Dans l'état actuel des possibilités de mise en valeur, où l'irrigation est difficile à réaliser, la meilleure solution consiste à cultiver les sols où la remontée capillaire n'est pas gênée par des bancs sableux, en culture de décrue, et ceux qui s'assèchent rapidement, pendant la saison des pluies.

LA PLAINE D'INONDATION

I - Les terrasses inondables

Elles se forment par comblement des anciens lits, débordement et recouvrement des levées, colmatage des cuvettes de débordement. Elles sont particulièrement étendues dans la zone de transition avec le milieu fluvio-marin mais y sont moins bien individualisées que dans la basse vallée de la Tsiribihina.

Végétation

Elle est peu différente de celle des levées : *Cynodon dactylon* est toujours fréquent mais *Phragmites communis* l'est moins. Dans les zones plus argileuses *Sporobolus rhyzomatosus* : Graminées, est très répandu.

Sur les terrasses anciennes, la végétation arbustive et arborée est fréquente. Parmi les espèces les plus répandues il faut citer : *Pluchea* sp. Composée, *Acacia* sp. Légumineuse, *Zizyphus jujuba* Rhamacées, *Tamarindus indica* Légumineuse, *Ceiba pentandra* Bombacée •

Deux grands palmiers sont également fréquents sur les sols de terrasses : *Borassus madagascariensis* (Dimaka) et *Medemia nobilis* (Satrabe) - Palmées.

- Morphologie

Les sols ont, dans la majorité des cas, un profil relativement homogène. Sur une grande épaisseur on ne distingue qu'un seul horizon brun jaune à brun rouge limoneux à limono-argileux très micacé. Néanmoins, dans la zone de transition avec le milieu fluvio-marin, des sols de terrasse inondable recouvrent d'anciennes mangroves : sous l'horizon brun rouge se trouve alors un horizon gris noir caractéristique des mangroves enterrées.

L'évolution des sols se manifeste dans le profil par l'apparition d'un horizon humifère, en particulier sur les terrasses anciennes, et par la présence dans les zones humides de taches brunes et noires extériorisant un début d'hydromorphie.

- Caractères physiques et chimiques

. La réaction du sol est en général neutre.

. La texture est limoneuse à argilo-limoneuse avec une fraction argileuse supérieure à 50 %

. La structure est légèrement litée sauf dans l'horizon humifère des sols à profil AC où elle est grumeleuse à polyédrique

. L'humidité est souvent élevée dans ces sols qui ont une bonne rétention pour l'eau

. La teneur en matière organique est inférieure à 1 % sauf dans les sols de terrasse ancienne où elle peut atteindre 3%

. Le complexe absorbant est bien pourvu en éléments échangeables, surtout en calcium (3,5 à 8 mé/100 g.) et en magnésium (2 à 5 mé/100 g.)

. Les réserves minérales sont importantes en ce qui concerne la chaux et la magnésie, plus faibles pour la potasse.

Mise en valeur

Au point de vue éléments fertilisants ces sols présentent les mêmes caractéristiques que les sols de levée alluviale. De texture plus fine que ces derniers, ils sont plus faciles à mettre en valeur parce que plus homogènes. Les cultures de décrue conviennent mieux que les cultures pluviales, du fait des teneurs en eau dans les sols, encore relativement élevées, à la fin de la saison sèche.

Quelque soit la culture effectuée, un apport d'azote serait bénéfique.

II - Cuvettes de débordement et dépression marginales

La cuvette de débordement provient du comblement d'anciens axes de drainages, la dépression marginale du colmatage de thalwegs secondaires affluents ou de celui de cuvettes de débordement au contact de relief de la bordure dédimentaire.

Les sols formés sur ces unités géomorphologiques, d'origines différentes, ont des caractères communs en ce qui concerne leur texture et leur évolution.

- La texture de ces sols est argileuse fine : 50 % au moins des éléments ont un diamètre inférieur à un micron.

- Le degré d'évolution de ces sols dépend de leur situation topographique par rapport à l'axe de drainage principal : la Tsiribihina. L'hydromorphie est prédominante dans le cas où ces sols, éloignés de la Tsiribihina, ne sont plus régulièrement alluvionnés.

Néanmoins, dans le cas des vallées secondaires, la nature des alluvions propre à ces vallées a une influence sur l'évolution des sols. Ainsi certaines alluvions très calcaires provenant de thalwegs secondaires donnent lieu à la formation de vertisols.

La végétation

Elle comprend des espèces, presque toujours herbacées, adaptées aux textures lourdes ainsi qu'à des milieux mal drainés.

Parmi les espèces adaptées à ces milieux, il faut citer tout d'abord *Sporobolus rhizomatus* (Matsia) - Graminée, de beaucoup la plus répandue et qui couvre d'immenses surfaces dans les milieux mal drainés et parfois légèrement salés.

On observe également : *Cyperus rotundus* (Tsingetsetse) - Cyperacées, *Ambrosia maritima* (Sarijamala) - Composée, *Cynodon dactylon* (Madavohita) - Graminée.

II - Cuvettes de débordement et dépression marginales

La cuvette de débordement provient du comblement d'anciens axes de drainages, la dépression marginale du colmatage de thalwegs secondaires affluents ou de celui de cuvettes de débordement au contact de relief de la bordure dédimentaire.

Les sols formés sur ces unités géomorphologiques, d'origines différentes, ont des caractères communs en ce qui concerne leur texture et leur évolution.

- La texture de ces sols est argileuse fine : 50 % au moins des éléments ont un diamètre inférieur à un micron.

- Le degré d'évolution de ces sols dépend de leur situation topographique par rapport à l'axe de drainage principal : la Tsiribihina. L'hydromorphie est prédominante dans le cas où ces sols, éloignés de la Tsiribihina, ne sont plus régulièrement alluvionnés.

Néanmoins, dans le cas des vallées secondaires, la nature des alluvions propre à ces vallées a une influence sur l'évolution des sols. Ainsi certaines alluvions très calcaires provenant de thalwegs secondaires donnent lieu à la formation de vertisols.

La végétation

Elle comprend des espèces, presque toujours herbacées, adaptées aux textures lourdes ainsi qu'à des milieux mal drainés.

Parmi les espèces adaptées à ces milieux, il faut citer tout d'abord *Sporobolus rhizomatus* (Matsia) - Graminée, de beaucoup la plus répandue et qui couvre d'immenses surfaces dans les milieux mal drainés et parfois légèrement salés.

On observe également : *Cyperus rotundus* (Tsingetsetse) - Cyperacées, *Ambrosia maritima* (Sarijamala) - Composées, *Cynodon dactylon* (Madavohita) - Graminée.

Dans les milieux très argileux, à inondation prolongée, les Cypéracées sont beaucoup plus fréquentes : *Scirpus maritimus* (Kiheraherana), *Cyperus articulatus* (Mita), *Cyperus latifolius* (Herana). Une légumineuse : *Mimosa asperata* (Roy) affecte plus particulièrement les bords de lac.

Dans les zones à engorgement permanent l'espèce de beaucoup la plus répandue est *Typha angustifolia* (Vondro).

Les sols

1) Les sols minéraux bruts

Ils se trouvent dans des dépressions régulièrement alluvionnées pendant la saison des pluies.

Les dépôts sont argileux à argilo-limoneux, brun jaune à brun rouge sur une grande épaisseur. Il n'y a pas d'horizon humifère différencié, le taux de matière organique est inférieur à 1 %.

La structure est continue avec des éléments en plaquettes.

L'humidité des sols est encore élevée à la fin de la saison sèche.

La réaction du sol est neutre (pH de 7 à 7,2)

Le complexe absorbant est richement pourvu surtout en calcium et magnésium échangeables.

Les réserves minérales sont élevées sauf en potassium;

2) Les sols peu évolués

⊕ Modaux

Les sols peu évolués modaux sont peu ou pas alluvionnés; toujours argileux. L'horizon humifère se développe, la teneur en matière organique totale y atteint 3 %.

La structure est grumeleuse dans l'horizon humifère, et à tendance polyédrique dans l'horizon sous-jacent qui est plastique.

Dans certains cas, le profil, marqué par l'hydromorphie, est légèrement tacheté.

La réaction du sol est plus acide en surface (6,2 à 6,5) qu'en profondeur.

La capacité d'échange est faible à moyenne (10 à 20 mé/100g) le calcium et le magnésium se trouvent à des taux plus élevés que le potassium.

⊕ Vertiques

Les sols peu évolués vertiques se trouvent sur les alluvions calcaires des vallées secondaires.

Ils sont caractérisés par un horizon brun assez clair en surface, à texture argilo limoneuse, à structure grumeleuse à polyédrique fine, puis par un horizon de même couleur mais de texture plus argileuse et de structure prismatique (les fentes de retraits sont importantes lors de la dessiccation du profil).

Enfin, par un horizon très humide vert olive, plastique.

Le relief du sol est presque toujours bosselé.

Une hydromorphie plus importante du sol s'exteriorise dans le profil par une couleur plus foncée : brun foncé atteignant le noir dans le cas des vertisols typiques.

Caractères chimiques :

Le profil étant calcaire dans son ensemble, la réaction est fortement alcaline (pH de 8)

La texture est limono-sableuse à argileuse

La teneur en matière organique totale atteint 2 à 3% dans les horizons supérieurs avec un rapport C/N de 11 à 12.

Les teneurs en éléments échangeables sont élevées pour le calcium (30 mé/100 g.) et le potassium (0,4 à 0,5 mé/100.), moyenne pour le magnésium (1 à 1,7 mé/100 g.).

Le taux de phosphore assimilable est très faible, inférieur à 0,03 o/oo.

Les réserves en éléments totaux sont très élevées pour le calcium (50 mé/100 g.) beaucoup moins pour les autres éléments.

3) Les vertisols

Comme pour les sols peu évolués à tendance vertique, les vertisols sont localisés sur les alluvions calcaires des thalwegs secondaires, mais dans des zones plus humides.

La surface du sol, légèrement ondulée, est couverte par *Sporobolus rhizomatosus* quand les sols ne sont pas aménagés en rizière.

Le profil est caractérisé par un horizon (B) noir épais, argileux à structure largement prismatique, faisant suite à un horizon plus ou moins bien marqué noir à structure grumuleuse à polyédrique fine, conduisant à classer ces sols comme vertisols grumosc¹iques.

L'horizon (B) fait place à un horizon gris verdâtre, tacheté de noir dans son début. Plastique lorsqu'il est humide, cet horizon tend vers une structure polyédrique à cubique en séchant et devient compact.

Caractères chimiques :

La réaction est alcaline (pH 8 à 9)

La texture est à dominance argileuse mais dans certains cas les sables peuvent se trouver en quantités notables.

Le taux de matière organique atteint 3% dans l'horizon de surface et reste supérieur à 1% dans l'horizon (B) qui peut atteindre 1 m d'épaisseur.

Les teneurs en éléments échangeables sont très élevées pour le calcium (30 à 40 mé/100 g.) et pour le magnésium (10 à 15 mé/100 g.), plus faibles pour le potassium dont le taux atteint au plus 0,6 mé/100 g.

Les teneurs en phosphore assimilable sont pauvres à moyennes (0,03 à 0,1 o/oo).

Les réserves en éléments totaux sont assez élevées surtout en calcium et en magnésium.

4) Les sols hydromorphes peu humifères

A l'exception des sols de la plaine du Bemarivo, les sols hydromorphes peu humifères qu'ils soient à pseudogley, ou plus rarement à gley, ont de nombreux caractères communs.

Le profil est caractérisé par l'absence d'horizon humifère bien marqué, et le taux de matière organique y est toujours inférieur à 5 % avec un rapport C/N de 13 à 15.

La texture est argileuse à argilo-limoneuse dans tout le profil.

La structure est le plus souvent litée.

L'hydromorphie se manifeste dans le profil par l'apparition de taches noires rouges et bleues formant un pseudogley. Il n'y a formation de gley que s'il existe une nappe permanente à faible profondeur.

Caractères chimiques :

La réaction de ces sols est en général neutre sauf en surface où le pH peut s'abaisser à 5,5. Elle est généralement alcaline dans le cas de sols recevant des eaux saumâtres, les sols sont alors légèrement salés mais la conductivité de l'extrait salin au 1/10 ne dépasse guère 0,5 mmhos.

Le complexe absorbant a une forte capacité d'échange et le pourcentage de saturation est assez élevé.

Les teneurs en éléments échangeables sont élevées pour le calcium et le magnésium. (10 à 12 mé/100 g. pour Ca et 3 à 5 mé/100 g. pour Mg) plus faibles pour le potassium (0,4 à 0,5 mé/100 g.)

Les teneurs en éléments totaux sont élevées surtout pour le calcium et le magnésium.

Cas particulier : Les sols de la plaine du Bemarivo

La plaine du Bemarivo résulte du colmatage d'une basse vallée, anciennement fluvio-marine, après la régression qui a suivi le dernier maximum marin (J. HERVIEU).

Les caractères morphologiques et physico-chimiques des sols ont pour origine le recouvrement d'une mangrove par les alluvions de la Tsiribihina.

Le profil comprend un horizon brun jaune à brun rouge avec des taches noires et rouges, argileux, plastique, non ou peu structuré, sous lequel se trouve un horizon de gley argileux, plastique en début duquel nous pouvons observer des taches beiges jaunes révélant la présence de sulfates.

Caractères physico-chimiques

La réaction du sol est très fortement acide du moins en surface, où le pH est de l'ordre de 4 à 5. Cette acidité est due à l'oxydation des sulfures. En profondeur le pH remonte et dépasse 7, par suite de la présence de sels résiduels dont les teneurs sont plus élevées en profondeur qu'en surface.

La texture est nettement argileuse dans l'ensemble du profil (50 à 60% d'argile).

La teneur en matière organique, voisine de 4% en surface décroît dans l'horizon sous jacent pour remonter dans l'argile gleyifiée. Le rapport C/N est de l'ordre de 15 à 16.

Le complexe absorbant, à capacité d'échange élevée (35 à 40 mé/100 g.), est médiocrement saturé : 35 à 40 % .

Les réserves minérales sont moyennes à faibles en chaux et en acide phosphorique, plus élevées en potasse.

Les caractères morphologiques et physico-chimiques de ces sols en font des sols hydromorphes acidifiés à sulfures et sulfates.

5) Les sols hydromorphes marécageux

Ces sols, très peu représentés dans la vallée de la Tsiribihina, sont situés en amont des lacs formés dans les vallées affluentes. Ils sont soumis à une hydromorphie totale et permanente.

L'horizon organique pouvant atteindre 1 à 2 m d'épaisseur est noyé dans l'eau, il est peu consistant et composé surtout de racines vivantes et mortes. Il fait place à un horizon gleyifié le plus souvent sableux.

Caractères physico-chimiques :

La réaction est acide sur tout le profil : pH de 5,5

La texture est à prédominance sableuse

La teneur en matière organique élevée dans l'horizon de surface 16 à 20% s'abaisse à 6% dans l'horizon gleyifié. Le rapport C/N est de 14.

Les éléments échangeables varient en fonction de la granulométrie. Le taux de saturation se situe entre 28 à 35%.

Les réserves en éléments totaux sont élevées pour le calcium et le magnésium, plus faibles pour le potassium.

Mise en valeur des sols de dépressions marginales

Du point de vue chimique ce sont des sols riches en chaux et en magnésie, plus pauvres en potassium et en azote.

De texture argileuse dans la majorité des cas, leur mise en valeur, en particulier pour les sols hydromorphos est difficile du fait de leur engorgement prolongé et de leur taux d'humidité élevé pendant la saison sèche.

Les sols minéraux bruts et peu évolués peuvent être cultivés en saison sèche en culture de décrue.

Les sols à pseudogley et gley et les vertisols restent très longtemps inondés et ne pouvant qu'être difficilement drainés, ils sont cultivés en rizières de décrue ce qui nécessite de nombreux repiquages au fur et à mesure que l'eau se retire (cas de la riziculture dans la plaine du Bemarivo). Les rendements sont faibles. Le contrôle de l'eau dans ces sols permet de porter la culture du riz à un haut rendement (cas de la plaine de Tsaraotana) à condition d'y apporter des engrais en particulier azotés et potassiques.

Les sols marécageux irrécupérables pour l'instant sont à laisser tels quels.

LE MILIEU FLUVIO-MARIN

I - Définition et extension

Le milieu fluvio-marin est défini par J. HERVIEU comme un domaine à la fois sédimentologique et biogéographique comprenant deux secteurs : un secteur semi-terrestre correspondant à la zone des mangroves et des plages, un secteur terrestre correspondant aux zones intermédiaires de transition avec la plaine alluviale proprement dite, zones intermédiaires à sol nu ou à végétation halophile.

Ce second secteur est particulièrement développé dans le delta de la Tsiribihina par suite de la rapidité et du stade avancé, du remblaiement de l'alluvionnement fluvial. Il est caractérisé en général par la présence d'une nappe salée permanente à faible profondeur. Les vastes surfaces planes dominent, recouvertes d'une végétation halophile herbacée avec arbres ou arbustes clairsemés.

La limite de ce secteur fluvio-marin interne avec les surfaces d'épandage fluvial est souvent difficile à préciser, parce qu'elle continue dans l'espace. Le passage au milieu terrestre émergé en permanence se marque par des recouvrements limoneux d'autant plus épais que l'on se rapproche des terrasses inondables.

L'extension des zones de mangrove, importantes dans le delta de la Tsiribihina, est due d'après J. HERVIEU à la stabilisation récente des zones de remblaiement ainsi qu'à la multiplication des bras en aval de Belo. La limite la plus interne atteinte par la mangrove dense coïncide assez bien avec la limite de pénétration dans les axes hydrographiques principaux des eaux de salinité notable au moins en saison sèche.

II - La végétation

1°) La forêt de palétuviers

Les espèces les plus répandues sont : *Avicennia officinalis* Verbenacées et *Rhizophora mucronata* - Rhizophoracées, les autres espèces habituellement décrites sont en quantité moindre, signalons :

<i>Ceriops boiviniana</i>	Rhizophoracée
<i>Brugiera gymnorrhiza</i>	Rhizophoracée
<i>Sonneratia alba</i>	Sonneratiacée
<i>Carapa obovata</i>	Maliacée

Il n'existe pas de zonation caractéristique dans la répartition des espèces, mais seulement des sites préférentiels.

Avicennia officinalis est l'espèce la plus répandue, c'est elle qui colonise en premier les bancs vaseux et c'est elle aussi qui supporte le mieux les excès de sel dans les zones de passage au secteur terrestre.

Il semble que *Rhizophora mucronata* s'installe après *Avicennia officinalis* et colonise surtout la partie interne des surfaces comprises entre les chenaux de marée.

2°) La végétation des zones salées intermédiaires

Dans ces zones, où les espaces dénudés occupent d'importantes surfaces dans le cas de sursalure, la végétation est fonction de la teneur en sel des sols.

Dans les sols très salés, souvent argileux, deux Chenopodiacées sont fréquemment observées : *Salicornia perrieri*, et *Arthrocnemum pachystachium*, elles sont parfois associées à *Salsola littoralis* - Salsolacée. Notons également la présence dans ces sols argileux salés de *Cressa critica* - Convolvulacées.

Lorsque la texture du sol devient moins argileuse et que la salure décroît, on peut observer des espèces, telles que :

- Salvadora angustifolia - Salvadoriacée
- Cryptostegia madagascariensis - Asclepiadacée
- Pluchea grevei - Composée
- Ficus cocculifolia - Moracée

Parmi les espèces supportant des teneurs notables en sels, citons : Cynodon dactylon, Cyperus rotundus et surtout Sporobolus rhyzomatus qui couvre d'importantes superficies dans les zones de passage aux terrasses inondables.

Enfin, il existe une espèce spécifique des vases molles, qui résiste bien à des teneurs élevées en sels : Typha angustifolia - Typhacée. Cette espèce se rencontre fréquemment dans la zone de transition avec la mangrove.

3°) La végétation des cordons littoraux et des dunes côtières

En bordure de mer, les premières plantes qui s'installent sur les sédiments littoraux sableux sont Scaevola plumieri - Goodeniaceae, et Ipomea pes-caprae - Convolvulacée

Sur les dunes et cordons littoraux anciens, on peut observer un bush xérophile à Mimosa sp. (Tsilotsilo).

III - Les sols de mangrove

1) La sédimentation

Les sédiments fluviomarins ont une granulométrie fine et contiennent 90% de poudres et colloïdes, ils ont une origine essentiellement fluviale. Les apports sont saisonniers et l'essentiel de la sédimentation se fait surtout en période de crues, par excès de charge et floculation des éléments en suspension. Les

vases se déposent sur les hauts fonds sableux situés dans les estuaires et dans les zones protégées de la houle par les accumulations sableuses littorales.

2) Caractères des sols

Le profil est caractérisé par la présence d'un horizon brun jaune à brun rouge, argilo-limoneux souvent très micacé, plastique, d'épaisseur très variable mais dépassant rarement un mètre, sous lequel se trouve un horizon argileux gris bleu à gris verdâtre, plastique, reposant lui-même sur un horizon sableux gris bleu. La présence de sels dans le sol n'a pas d'influence apparente sur la morphologie du profil.

La couleur très vive de l'horizon supérieur serait due aux composés du fer à l'état oxydé. Ce n'est qu'au niveau d'engorgement permanent par la nappe salée que le fer passe à l'état réduit en conférant au sol cette couleur gris bleu à gris verdâtre caractéristique des horizons profonds des sols de mangrove.

Les teneurs en eau sont variables et se situent entre 70 et 100 %.

La réaction du sol est neutre à légèrement alcaline, parfois acide en profondeur en présence de sulfures oxydés.

Les teneurs en matière organique sont peu élevées et ne dépassent guère 1,5% avec un rapport C/N compris entre 8 et 14.

Les teneurs en fer total sont assez élevées : 10 % dans la fraction argileuse.

Les teneurs en sels solubles sont élevées (conductivité de l'extrait de pâte saturée supérieure à 10 mmhos) avec forte prédominance de chlorures.

Le complexe absorbant a une capacité d'échange élevée dans l'horizon supérieur où il atteint une valeur de 30 mé/100 g. plus basse dans les horizons inférieurs. Le taux de saturation diminue de même en profondeur.

Les teneurs en éléments échangeables sont élevées pour le sodium et le potassium (rapport Na/T 30%) faibles pour le calcium. Le rapport Mg/Ca est supérieur à 1.

Les réserves minérales sont moyennes en chaux et en acide phosphorique, élevées en potasse (4 à 5 mé/100 g.)

3) Mise en valeur

Ces sols, de par leur salure, et leur engorgement, ne peuvent être actuellement cultivés.

IV - Les sols de zones intermédiaires

Sols peu salés en surface

Ces sols se trouvent en bordure des bras de la Tsiribihina. Ils sont caractérisés par une teneur en sels solubles peu élevée et par une conductivité de l'extrait de pâte saturée comprise entre 4 et 7 mmhos dans les horizons de surface, supérieur à 10 mmhos en profondeur. La faible teneur en sel des horizons supérieurs, s'explique par un lessivage des sols par les eaux douces du fleuve après leur inondation par les grandes marées.

L'aspect morphologique du profil est peu différent de celui des sols de mangrove. L'horizon supérieur brun rouge est légèrement moins humide et a tendance à se structurer en séchant (structure polyédrique fine à moyenne). Il apparaît aussi dans cet horizon de nombreuses taches rouilles filiformes : la déshydratation de cet horizon le fait donc évoluer vers un pseudogley.

L'horizon inférieur gris bleuté est identique à celui sous mangrove mais contient en outre des débris végétaux très décomposés attestant la présence d'anciennes mangroves.

Le passage entre ces deux horizons est souvent marqué par des taches jaunes vifs (sulfates).

Caractères chimiques :

La réaction du sol est neutre en surface, acide en profondeur où le pH atteint des valeurs de 4 et, parfois de 3 au laboratoire. Ces valeurs très basses du pH ne sont pas observées sur le terrain. Elles proviennent de l'oxydation des sulfures pendant le séchage de l'échantillon.

Les teneurs en sels augmentent nettement en profondeur, l'extrait de pâte saturée a une conductivité de 4 à 7 mmhos dans l'horizon de surface brun rouge (les chlorures étant plus importants que les sulfates) et supérieur à 10 dans l'horizon gleyifié où les sulfates prédominent de beaucoup sur les chlorures (100 mé/kg de sol^c contre 50 mé/kg).

La teneur en eau du sol en place varie entre 50 et 60%.

Les teneurs en matière organique, faibles dans l'horizon de surface peuvent atteindre 8% dans l'horizon de gley avec un rapport C/N de 30.

Le complexe absorbant a une capacité d'échange moyenne à forte (25 à 30 mé/100 g.). Il est saturé, principalement par le sodium. Le rapport Na/T est supérieur à 20%.

Les réserves minérales sont élevées en magnésie et potasse, plus faibles en chaux.

Mise en valeur

Ces sols, assez riches dans l'ensemble, ont des taux de matière organique très faibles dans l'horizon brun rouge, toujours assez épais pour être le seul prospecté par les racines du riz. Les teneurs assez élevées en sels ainsi que les inondations régulières des sols ne permettent en effet que cette culture.

D'importantes surfaces, notamment parmi celles de la plaine de Kaday ont été mises en valeur. Les rendements sont fluctuants d'une année à l'autre, car ils dépendent de la quantité d'eau douce amenée dans ces sols pendant la végétation du riz.

"Cette eau lessive les sols de leurs sels, elle constitue un facteur limitant de la production, si elle vient à manquer on observe une chute des rendements".

Les rendements ne dépassent point 2 à 2,2 tonnes dans ces zones, il est certain que le contrôle de l'eau assurerait des rendements constants qui pourraient même être plus élevées après apport d'engrais principalement azotés.

2°) Les sols très salés

Ils sont situés plus à l'intérieur de la plaine deltaïque que les précédents et ne sont inondés que pendant la saison des pluies.

Ils sont caractérisés par leur surface dénudée et par la présence d'une nappe salée à faible profondeur. Pendant la saison sèche la surface de ces sols est boursoufflée, poudreuse, souvent découpée en polygones et les concentrations en sel sont très fortes dans les horizons supérieurs.

Sous la surface poudreuse, on peut observer des petits cristaux verticaux de sels blancs puis un horizon sec brun rouge limono-argileux très compact avec une structure à tendance lamellaire et caverneuse dans son début.

Cet horizon fait place à un horizon limono-argileux, humide, plastique, gris ocre avec des taches bleu gris le long de pores fins très nombreux et des taches noires et jaune vif.

Enfin, on passe progressivement vers 1 m à un horizon limono-argileux gris bleu, plastique, baignant dans une nappe d'eau salée.

Caractères chimiques :

La réaction est alcaline sur tout le profil (pH de 7,6 à 8,4).

Les teneurs en sels solubles sont extrêmement élevées dans la couche poudreuse superficielle (conductivité de l'extrait de pâte saturé : 200 mmhos) et très importantes dans le reste du profil (conductivité de 60 mmhos).

Le chlorure de sodium prédomine mais les sulfates sont assez abondants en particulier en surface.

La teneur en matière organique est assez élevée dans la couche poudreuse contenant de très fins débris végétaux, elle atteint 4% avec un rapport C/N de 26.

Dans le reste du profil elle est inférieure à 1%.

Le complexe absorbant a une capacité d'échange élevée. Il est sursaturé, riche en sodium et magnésium, avec un rapport Mg/Ca supérieur à 1.

Les réserves minérales sont moyennes en chaux et en acide phosphorique, élevées en potasse (15 mé/100 g.)

Mise en valeur

Ces sols sont trop salés pour être cultivés tels quels. Leur récupération paraît impossible du fait de la proximité de la mer maintenant une nappe salée à faible profondeur.

V - Les sols des cordons littoraux

1) Sols minéraux bruts

Ce sont les sols des sédiments sableux actuels, ils sont caractérisés par une texture sableuse avec 80% de sables fins contenant de nombreux minéraux noirs.

La réaction du sol est neutre.

Les teneurs en matière organique sont pratiquement nulles (0,1%).

La capacité d'échange (5,5 mé/100 g.) est très faible ainsi que les teneurs en magnésium et potassium échangeables. Le taux de calcium étant moyen (2,7 mé/100 g.).

Les réserves minérales sont faibles sauf pour le potassium (10 mé/100 g.)

2) Sols peu évolués

Ils correspondent aux sols des cordons littoraux anciens la végétation qui s'y développe est formée de *Cynodon dactylon* et de *Mimosa* sp.

Ces sols sont à texture identique à celle des sols minéraux bruts et leurs propriétés physico-chimiques sont semblables.

Ils se distinguent des sols minéraux bruts par la différenciation d'un horizon humifère bien marqué gris brun. Le taux de matière organique reste néanmoins faible, 0,7 à 1% avec un rapport C/N de 10.

Mise en valeur

Bien que chimiquement pauvres ces sols par leur texture légère conviennent particulièrement aux cocotiers quand la nappe salée est peu profonde.

FERTILITE DES SOLS : MISE EN VALEUR

I - Eléments de la fertilité

Les sols dits de "Baiboa" formés sur les alluvions récentes de l'Ouest malgache sont en général bien pourvus en éléments minéraux. Leur mise en valeur dépend surtout de leurs propriétés physiques, elles-mêmes en liaison étroite avec la texture du sol, donc avec les différentes unités géomorphologiques.

La réaction du sol, fonction du taux de saturation du complexe absorbant peut être prise en considération pour évaluer la fertilité du sol.

1°) Influence de la texture

Les unités géomorphologiques sont caractérisées par leurs positions topographiques auxquelles correspondent des textures bien définies.

- Les sols de levées sont limono-sableux à limono-argileux sableux.

- Les sols de terrasses inondables et surfaces d'épandage sont limono-argilo-sableux à limono-argileux ou argileux.

- Les sols de cuvettes et dépressions sont argileux à argileux fins.

- Les sols fluvio-marins sont surtout limono-argileux à argileux, parfois argilo-sableux. Les propriétés physico-chimiques d'un sol dépendent, en particulier, dans les horizons supérieurs, des teneurs en matière organique et en éléments fins. Les sols alluviaux étant tout particulièrement pauvres en matière organique, il existe une corrélation assez étroite entre les propriétés physiques et physico-chimiques des sols et leur teneur en éléments fins.

a) Eléments fins et eau du sol

La capacité de rétention pour l'eau est fonction de la teneur en éléments fins (argile + limon) du sol. J. HERVIEU a montré que pour un pF donné de 3, la capacité de rétention en eau varie de 30% pour un pourcentage d'éléments fins de 80 à 90%, à 5% pour une teneur en éléments fins de 10%. L'eau utile varie selon la texture entre 0,9 % pour les sols sableux, et 10 % pour les sols argilo-limoneux.

Ces résultats sont tout particulièrement intéressants dans le cas des sols alluviaux de la Tsiribihina où l'irrigation est pratiquement inexistante et où la longue durée de la sécheresse provoque, dans les horizons superficiels des sols, l'épuisement complet en eau. Ils permettent le choix du mode de culture (pluviale ou de décrue) et imposent les dates limites de plantation en fonction de la durée du cycle végétatif des plantes et de l'assèchement plus ou moins rapide du sol.

b) Eléments fins, matière organique et structure

Les sols alluviaux, pauvres en matière organique, ont une stabilité structurale d'autant plus faible que le sol est plus riche en éléments fins (indice d'instabilité supérieur à 1).

Cette instabilité structurale rend délicate la conduite des irrigations et est à l'origine, notamment dans les sols limoneux, de phénomènes de battance diminuant la perméabilité.

Le coefficient de perméabilité est faible dans les sols limoneux, très faible dans les sols argileux. Il peut devenir nul dans le cas de présence de sels.

c) Eléments fins et capacité d'échange

La capacité d'échange est fonction du pourcentage d'argile du sol. Elle augmente de 15 mé/100 g. pour 10 % d'argile à 45 mé/100 g. pour 80 % d'argile. Dans certains cas particuliers (vertisols) elle peut dépasser 60 mé/100 g. pour un pourcentage d'argile de 60. Ces chiffres élevés sont dus à la présence de montmorillonite dans les sols.

2°) La réaction du sol

Dans la majorité des cas, les sols ont un pH voisin de la neutralité ou alcalin dans le cas de présence de sels.

Corrélativement le taux de saturation du complexe absorbant est élevé, fréquemment supérieur à 70 %.

Le calcium et le magnésium échangeables ont des teneurs élevées : Ca^{++} : 5 à 8 mé/100 g., Mg^{++} : 1,5 à 5 mé/100 g. Les taux de potassium échangeables sont plus faibles (0,2 à 0,5 mé/100 g). Les réserves minérales varient dans le même sens.

Dans le cas des sols salés, le complexe absorbant est sursaturé par le sodium échangeable. Les teneurs en magnésium sont élevées et les taux de potassium s'élèvent au dépens du calcium. Le pH a une valeur comprise entre 7,5 et 8,3.

II - Mise en valeur actuelle

Faute de pouvoir contrôler l'eau, les agriculteurs de la basse vallée et du delta de la Tsiribihina sont assujettis aux variations climatiques, à l'inondation des plaines et au retrait plus ou moins rapide des eaux. C'est pourquoi dans les cultures de décrues y compris la riziculture sont tant répandues dans ces zones.

1°) Le riz

Il reste la culture principale avec le riz de première saison (Tsipala) et le riz de 2ème saison (Vary be).

Le riz de lère saison

Ce riz, donnant la meilleure qualité de grain du district, est cultivé dans le delta de la Tsiribihina et occupe une superficie de près de 2000 ha.

Les semis ont lieu de Novembre à Janvier, le repiquage de Janvier à Février et la récolte pendant la saison sèche de Mai à Juin.

L'irrigation des rizières n'est pas contrôlée et a lieu lors des débordements de la Tsiribihina, fréquents pendant la saison des pluies, plus rarement pendant la saison sèche où les eaux ne débordent qu'au moment des grandes marées.

Les rizières, installées près des bras du fleuve sont lessivées de leur sel par les eaux douces.

Les rendements dépendent des quantités d'eau amenées pendant la végétation du riz et varient de 1,5 à 2,2 tonnes/ha. Aucun apport d'engrais n'étant réalisé.

Le riz de 2ème saison

Le Vary be est surtout cultivé dans les lacs, en culture de décrue, où il occupe près de 9000 ha.

Le semis a lieu après la saison des pluies de Mars à Mai, au bord des lacs. Aucune préparation du sol ni apport d'engrais ne sont faits. Le riziculteur, de Mai à Juillet, se contente de repiquer en touffes, le riz à mesure que l'eau se retire. Il fait ainsi 3 à 4 repiquages au cours de la végétation (ce qui explique la méthode du repiquage en touffes : le riz est plus facile à transporter mais ne talle pas).

A l'épiaison la surface du sol est sèche et le riz végète sur les réserves en eau du sol. Faute d'eau les rendements ne dépassent pas 1,2 t/ha en général.

Néanmoins, dans la plaine de Tsaraotanana, la riziculture est mécanisée, les terres sont irriguées et les rendements atteignent 8 t/ha avec des engrais.

2°) Les légumineuses

Elles sont cultivées en décrue sur les "baiboas". Le pois du cap ne trouvant plus d'acheteur est délaissé au profit des lentilles (500 ha) et des haricots (1.500 ha).

Les semis ont lieu pour l'un et l'autre d'Avril à Juin et les récoltes d'Août à Septembre.

Les rendements atteignent 600 kg/ha pour les lentilles et 700 kg/ha pour les haricots.

La presque totalité des récoltes est exportée vers la Réunion et l'île Maurice.

3°) Le tabac

Le tabac est lui aussi cultivé en décrue, la récolte se faisant à la fin de la saison sèche.

Le Burley a remplacé, dans les concessions, le Maryland planté jusqu'en 1966.

Le mode d'exploitation relève du métayage : le propriétaire de la concession achetant la récolte au paysan.

Les rendements obtenus, après une légère préparation du sol, et sans engrais, ne dépassaient pas 2t/ha.

III - Les cultures et les sols

Excepté le delta de la Tsiribihina ou les zones de mangroves occupent d'importantes superficies, 1/7 seulement des terres de la basse vallée sont cultivées. S'il est certain que la population n'est pas assez dense pour mettre la totalité de la vallée en valeur, il n'en est pas moins vrai qu'un des problèmes principaux dans ces zones reste la difficulté de maîtriser l'eau. Tant au point de vue drainage qu'irrigation, un contrôle de l'eau permettrait de récupérer des terres sur les lacs ou de mettre en valeur des terres trop rapidement asséchées après la saison des pluies.

Si la richesse chimique des sols permet d'imaginer de vastes opérations d'aménagement de ces zones, celles-ci sont pratiquement irréalisables dans l'immédiat. Néanmoins une connaissance des sols jointe à quelques petits travaux culturaux et à une fumure rationnelle favorise une augmentation de production, en permettant de cultiver ces sols d'une façon optima.

L'humidité du sol, dépendant de la position topographique des terres, étant le principal facteur limitant de production, il faut considérer les caractéristiques de chaque unité morphologique et tâcher de s'adapter à leurs particularités.

1) Les sols de levées

Ces sols de texture légère peuvent être cultivés en cultures de décrue avec des plantes à cycle végétatif court, si la remontée capillaire n'est pas gênée par la présence de bancs sableux : un horizon sableux de plus de 20 cm à moins d'un mètre de profondeur empêche la remontée capillaire de la même façon qu'un horizon de plus de 50 cm à partir de 1,50 m (F. BOURGEAT). Dans ce cas, comme dans celui des sols de levée ancienne, où la nappe est trop profonde pour que la remontée capillaire se fasse correctement, les cultures peuvent se faire pendant la saison des pluies.

2) Les sols de terrasses inondables et de surface d'épandage

Ces sols limono-argilo-sableux à limono-argileux restent humides longtemps après la saison des pluies, la remontée capillaire s'y faisant bien, ils peuvent être cultivés en culture de décrue soit avec des plantes à cycle végétatif assez long, aussitôt après la saison des pluies, soit à une époque plus avancée dans la saison sèche à condition que la plante ait un cycle végétatif plus court.

3) Les sols de cuvettes et de dépressions marginales

Ce sont des sols argileux souvent inondés, en bordure des lacs, pendant la saison des pluies et restant très humides pendant la saison sèche. Ils sont actuellement cultivés en rizières qui s'y adaptent bien mais qui souffrent néanmoins de la sécheresse en fin de cycle végétatif. Il est possible dans certains cas (plaine de Tsaraotana) d'installer un système de drainage et d'irrigation. Les rendements sont améliorés grâce à l'apport d'eau régulier et à l'augmentation de densité de plants de riz, par hectare. (suppression des cultures de décrue).

4) Les sols du milieu fluvio-marin

Si les sols de mangrove et des zones très salées sont irrécupérables, il n'en est pas de même pour les zones peu salées, parce que lessivées par les eaux douces, telle la plaine de Kaday où le riz vient très bien. L'aménagement de ces zones doit être réalisée à peu de frais pour être rentable, une brusque variation du cours du fleuve peut en effet obliger à abandonner les cultures (inondation, changement du cours du lit, etc...)

Cas de la plaine de Kaday :

Celle-ci est située au bord du bras Sud de la Tsiribihina. Ce bras tend actuellement à être délaissé par les eaux, au profit du bras Nord. Le lessivage des sols par les eaux douces de la Tsiribihina n'est plus aussi intense et la salure augmente dans les sols. Par contre les sols voisins du bras Nord sont de plus en plus lessivés. Il faudra soit abandonner les rizières de Kaday pour en aménager d'autres le long du bras Nord, soit draguer l'embouchure du bras Sud pour favoriser le passage des eaux nécessaires au lessivage des sols de rizières.

La culture du tabac et les sols :

Jusqu'à ces dernières années, la culture du tabac dans les concessions ne faisait pas l'objet de façons culturales intensives et était réalisée sur de petites parcelles confiées aux métayers. Devant le contexte économique actuel, les quelques planteurs qui persévèrent doivent moderniser leurs cultures. L'emploi d'engins mécanisés oblige souvent à niveler le terrain et à faire d'immenses parcelles facilitant les travaux du sol. Toutefois le sol reste hétérogène et le tabac vient plus ou moins bien suivant les endroits et suivant la préparation du sol, notamment dans les terres argileuses (un labour trop tardif étant aussi néfaste qu'un labour trop hâtif).

L'emploi d'engrais, en particulier azotés, et une conduite rationnelle de l'irrigation en fonction de la texture du sol permettra de remédier en partie à cette hétérogénéité du sol.

Conclusion :

Si les sols de "baiboa" sont des sols riches, leur mise en valeur dépend des façons culturales s'adaptant au mieux aux variations d'humidité qui sont fonctions de la texture du sol. Toutefois une fumure azotée, si possible organique donne de très bons résultats dans tous ces sols pauvres en azote.

CLASSIFICATION DES SOLS

A - Facteurs d'évolution des sols

Les sols alluviaux sont, à l'origine, des sols minéraux bruts d'apport. Dès que l'alluvionnement cesse, les sols évoluent en fonction des facteurs de la pédogénèse dont les principaux sont:

- la matière organique
- l'hydromorphie
- la salure

Quelque soit le facteur prédominant agissant sur le sol, la tendance évolutive est très instable et peut être remise en jeu par la modification d'un ou plusieurs facteurs : modalités de l'inondation fluviale et importance des crues, changements dans les conditions de drainage, variations de la salinité du milieu, modification ou destruction du couvert végétal. Ce sont ces variations faisant parfois rétrograder des sols peu évolués à l'état de sols minéraux, corrélatives à l'importance de l'alluvionnement dans la vallée de la Tsiribihina, qui sont à l'origine du faible degré d'évolution de la plus grande partie des sols.

Les sols présentent des caractères d'évolution d'autant plus marqués que l'influence du fleuve est plus atténuée, c'est-à-dire que les sols en sont plus éloignés. La topographie est donc en relation étroite avec les manifestations des autres facteurs de la pédogénèse.

I - La matière organique et les sols

Dès que l'intensité de l'alluvionnement diminue, la végétation se développe sur les sols et le taux de matière organique augmente. Des prélèvements dans les sols minéraux bruts des bancs de lits sableux révèlent des taux de matière organique totale in-

férieurs à 0,05 %, par contre dans des sols de bancs de lits inondés seulement lors de très grosses crues, une végétation de Phragmites communis, de Cynodon dactylon et de Panicum fluitans élève les teneurs en matière organique jusqu'à 3 %.

Ainsi le profil BTZ 44 a été observé sur un sol de levée alluviale formée sur un banc de lit. Ce sol, comme le prouve l'examen des photos aériennes, n'existait pas en 1955. A sa place coulait la Tsiribihina :

Sous végétation de Phragmites communis et de Panicum fluitans, nous avons :

- 0 - 10 : Horizon brun jaune, très légèrement humide, limoneux, très micacé, nombreux minéraux noirs
Structure en plaquettes de 4 à 6 mm d'épaisseur.
- 10 - 50 : Horizon humide, légèrement plus brun que le précédent, limono-argileux, quelques passées sableuses peu épaisses (0,5 cm) avec de nombreux minéraux noirs
Structure en plaquettes
- 50 : Sable fin micacé.

Le premier horizon a un taux de matière organique égal à 1,9 % avec un rapport C/N de 13.

Le deuxième horizon, correspondant à un dépôt antérieur, a un taux de matière organique égal à 2,6 % avec un rapport C/N de 12,6.

Ces résultats montrent que les teneurs en matière organique augmentent dès que la végétation s'implante et ceci très rapidement, en l'espace de quelques années.

Néanmoins les teneurs en matière organique dans le cas des sols hydromorphes ne sont jamais très élevées et ne dépassent pas 3 à 5%, excepté dans les sols à engorgement permanent.

La Matière organique dans les sols peu évolués

Les sols peu évolués occupent des positions assez élevées par rapport à la Tsiribihina et en sont en général éloignés : cas des sols de levées et terrasses anciennes.

La végétation arbustive et arborée se développe. Un horizon humifère assez net s'exteriorise dans le profil par sa couleur brune et par sa structure en général grumeleuse à polyédrique fine.

Mais les teneurs en matière organique restent peu élevées (inférieur à 5%) et le taux d'humification est médiocre, fréquemment inférieur à 15 - 20%.

Les valeurs du rapport C/N sont variables mais le plus souvent comprises entre 13 et 15. D'après J. Hervieu, les teneurs peu élevées de matière organique et le faible degré d'humification sont dus aux faits suivants :

- Pendant les périodes chaudes et humides, l'intense activité microbienne entraîne une minéralisation rapide des débris organiques, tandis que la longue saison sèche limite l'activité biologique.

Le phénomène de minéralisation et l'épuisement des réserves organiques est accentué par la destruction du couvert végétal naturel et la dénudation du sol après les cultures temporaires.

Quoiqu'il en soit, les sols peu évolués modaux se caractérisent plus par leur profil AC que par des teneurs élevées en matière organique, les sols minéraux bruts ayant souvent des taux de matière organique à peu près équivalents.

II - L'hydromorphie dans les sols

1) Influence de la topographie

Dès que l'on s'éloigne de la Tsiribihina, les sols de levée alluviale, limono-sableux font place aux sols de terrasse

limoneux puis au sol de dépression limono-argileux à argileux. L'hydromorphie se marque dans le profil par l'apparition de taches d'autant plus nombreuses que le sol est plus éloigné du fleuve.

Ainsi une coupe (N.S. Y = 209) perpendiculaire à la Tsiribihina en direction de Mahavelo montre la chaîne suivante :

Profil 1 : levée alluviale

Végétation : Zizyphus jujuba assez dense, quelques Mucuna pruriens ainsi que Phragmites communis

0 - 40 : Horizon sec brun jaune, aucune tache

limoneux micacé

Structure peu marquée à tendance polyédrique moyenne

Peu fragile

Poreux

Fin chevelu racinaire

40 - 80 : Horizon sec beige clair

Sable fin micacé

Structure particulaire

Très poreux

Pas de racines

80 -100 : Horizon légèrement humide brun jaune clair

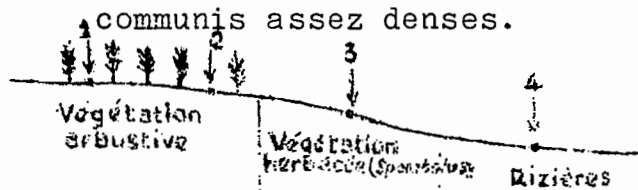
Limoneux, micacé

Structure légèrement en plaquettes

Poreux

Profil 2 : Passage levée alluviale à terrasse inondable

Végétation : Zizyphus jujuba, Mucuna pruriens, îlots de Phragmites communis assez denses.



0 - 50 : Horizon légèrement humide brun rouge, aucune tache
Limoneux, micacé
Structure peu marquée, très légèrement polyédrique fine,
Friable
Poreux
Rares radicelles

30 -100 : Horizon un peu plus humide que le précédent brun rouge,
quelques petites taches noires à contraste vague en dé-
but d'horizon puis distinct; de forme arrondie, diffu-
ses dans le profil
Limoneux, très micacé
Structure inexistante
Poreux

Profil 3 : Terrasse inondable

Végétation : Sporobolus rhizomatus, quelques Phragmites communis

0 - 30 : Horizon humide brun jaune à brun rouge, quelques petites
taches noires arrondies à contraste frappant
Quelques petites taches rouilles à contraste vague, le
long de racines
Limono-argileux
Structure à tendance nuciforme moyenne très friable,
cette structure donne un aspect spongieux à l'horizon
Très poreux
Quelques fines racines

30 -100 : Horizon humide brun jaune à brun rouge. Taches noires
de taille moyenne, arrondies, assez nombreuses à contraste
frappant. Ces taches sont souvent entourées d'une auré-
ole brune.
Quelques taches rouilles identiques à celles de l'hori-
zon supérieur mais à contraste distinct.
Quelques taches grises à gris bleutées à contraste dis-
tinct le long des racines
Argilo-limoneux
Structure litée horizontalement; plaquettes de 1 à 2 mm
d'épaisseur
Très poreux.

Profil 4 : Dépression marginale

Végétation : Culture de riz

0 - 50 : Horizon humide brun rouge. Nombreuses taches à contraste frappant. Les unes noires, petites arrondies, d'autres rouges également arrondies moyennes, parfois filiformes le long de racines, enfin de nombreuses taches bleu gris le long de racines.

Argileux

Structure peu marquée à tendance nuciforme très fine

Très poreux

Nombreuses radicelles

50 -100 : Horizon trempé, gris bleu

Argileux, plastique, peu collant

Peu poreux

Pas de racine.

L'hydromorphie se marque donc dans les sols par l'apparition dans un premier temps de taches noires, puis de taches noires et rouges. Quand les phénomènes de réduction sont assez importants on obtient un pseudogley et un gley dans le cas d'hydromorphie permanente.

Dans les sols hydromorphes, les phénomènes d'oxydo-réduction sont plus importants que celui d'accumulation de matière organique. Ainsi, à l'exception de quelques sols évoluant dans un milieu à engorgement permanent caractérisé par une végétation à *Typha angustifolia*, les teneurs en matière organique sont généralement inférieur à 5% et conduisent à classer les sols hydromorphes dans la sous-classe des sols peu humifères.

2) Vitesse des phénomènes d'oxydo-réduction

Certaines observations laissent supposer que dans les sols alluviaux hydromorphes les phénomènes d'oxydo-réduction, particulièrement intenses, changent rapidement l'aspect du profil.

Ainsi le profil BTZ 32 près de Binaka Nord a été observé à deux époques voisines de l'année.

- Au mois de Juin

Le lac Hima était tout proche du lieu d'observation

- 0 - 10 : Horizon trempé, noir, sous une pellicule brun rouge
Argileux, fluide
- 10 - 100 : Horizon très humide brun rouge avec de très nombreuses taches bleu noir
Argileux, plastique, collant.

- Au mois d'Octobre

Les eaux du lac se sont retirées à 500 m au-delà du profil qui s'est asséché et présente l'aspect suivant :

- 0 - 10 : Horizon sec brun jaune, quelques petites taches noires et rouilles à faible contraste
Argileux
Structure cubique grossière très dure, quelques éléments en plaquettes
Nombreuses fentes de retrait de 1 cm de large
- 10 - 20 : Horizon gris noir très légèrement humide. Fines taches rouilles le long de pores tubulaires
Argileux
Structure en plaquettes, dure
Poreux.
- 20 - 80 : Horizon légèrement humide brun rouge, nombreuses taches noires et rouilles : les taches noires étant petites, arrondies, les taches rouilles étant plus ou moins arrondies et très larges.

Argileux

Structure continue à tendance polyédrique très fine,
ferme

Poreux (nombreux pores tubulaires).

80 -100 : Horizon humide brun noir à taches rouilles et noires,
les taches rouilles étant beaucoup plus petites que
celles de l'horizon supérieur

Argileux, plastique, peu collant.

Ces profils montrent qu'en l'espace de quelques mois,
les taches rouilles se sont développées à mesure que le sol s'assé-
chéait.

Il semble par ailleurs que lorsque la nappe phréatique
s'abaisse, un horizon gleyifié subit rapidement des phénomènes
d'oxydation. Ainsi les profils dans les lacs de dépression margi-
nale, révèlent la présence d'horizon gleyifié, notamment en sur-
face, tandis qu'à 10 mètres du bord du lac, dans le même type de
sol, les horizons sont assimilables à ceux d'un pseudogley typique.

Notons enfin que dans le cas des alluvions calcaires
(vallées secondaires), l'hydromorphie des sols tend à les faire
évoluer dans le sens vertisolique.

III - La salure et les sols

La présence de sels dans les sols alluviaux de la Tsiri-
bihina est fréquente mais leur influence sur les caractères morpho-
logiques du profil est souvent peu nette. Seule la végétation per-
met dans ce cas de déterminer les sols salés.

La végétation dépend essentiellement des teneurs en sel
du sol.

- *Sporobolus rhizomatus* s'adapte dans des sols où la
conductivité de l'extrait salin est inférieur à 7 - 8 mmhos.

- *Cressa critica* supporte des teneurs en sels légèrement
plus élevées (extrait salin de 10 à 20 mmhos).

- *Salicornia perrieri* et *Arthrocnemum pachystachium* se trouvent dans des sols très salés où la conductivité de l'extrait salin atteint 60 mmhos.

Les phénomènes de salure peuvent être dus :

- soit à une origine géologique du sel : ce phénomène observé dans des vallées de la zone sédimentaire est assez exceptionnel.

- soit à une origine fluvio-marine ancienne : cas de la plaine du Bemarivo. La salure est donc résiduelle mais assez importante pour influencer le type de végétation et donner naissance à une nappe salée.

- soit à une origine fluvio-marine actuelle : dans ce cas la salure prend toute son importance et peut être le facteur principal de la pédogénèse.

Néanmoins, l'hydromorphie accompagne toujours les phénomènes de salure et il est parfois difficile de déterminer quel est le facteur prépondérant.

Il existe un équilibre entre les manifestations d'hydromorphie et de salure, équilibre dépendant :

- de la situation des sols par rapport aux influences marines (les sols sont en général d'autant plus salés que plus près de la mer)

- de la possibilité de lessivage des sols par les eaux douces

- de la position topographique des sols.

Ainsi nous avons vu qu'à Kaday, au bord de la Tsiribihina, le profil du sol est celui d'un sol hydromorphe : les teneurs en sels sont peu élevées, du moins en surface, par suite du lessivage des terres par eaux douces. Seule l'analyse chimique, indiquant un rapport Na/T supérieur à 20% conduit à classer ces sols dans la classe des sols halomorphes.

Par contre à Tsangajoly, dans une zone légèrement dépressionnaire, assez éloignée de la Tsiribihina, les sels s'accumulent; la surface des sols est poudreuse, le profil présente tous les caractères de celui d'un sol très salé à alcali.

B - Classification - Cartographie

Dans les sols alluviaux de la Tsiribihina, et par la nature même de l'alluvionnement encore actuel, la majeure partie des sols sont des sols minéraux bruts d'apport ou des sols peu évolués.

Les sols minéraux bruts sont des sols recevant annuellement de nouveaux apports pendant les crues du fleuve.

L'hydromorphie est le principal facteur des sols; elle est d'autant plus marquée dans les profils que la texture du sol est plus fine. Elle se manifeste plus par des phénomènes d'oxydo-réduction (taches dans le profil) que par une accumulation de matière organique. Sauf dans quelques cas où l'engorgement est total et permanent, les sols sont des sols à pseudogley (sous-classe des sols peu humifères).

Dans les alluvions calcaires, l'hydromorphie conduit à la formation de vertisols.

A cette hydromorphie s'ajoute un phénomène de salure, notamment dans le milieu fluvio-marin qui tend, dans certains cas, à devenir le principal facteur de la pédogénèse.

Certains sols hydromorphes, légèrement salés, formés sur d'anciennes mangroves, présentent par suite d'oxydation des sulfures, des pH relativement bas en profondeur. Ils restent classés dans les sols hydromorphes mais dans un groupe acidifié à sulfures et sulfates.

Un autre caractère d'évolution est la différenciation d'un horizon humifère qui conduit à classer les sols dans la classe des sols peu évolués (profil AC).

Cet horizon humifère se manifeste dès qu'une végétation arbustive s'installe à la surface du sol. Il est légèrement structuré mais reste pauvre en matière organique. Quelques taches noires dues à une hydromorphie temporaire peuvent en même temps se manifester dans le profil.

Classification des sols salés

Nous avons mis dans la classe halomorphe les sols présentant une conductivité de l'extrait de pâte saturée supérieure à 4 mmhos, tous ces sols ayant un rapport Na/T supérieur à 15 % ont été classés dans les sols à alcalis!

- Les sols de mangrove de par leurs caractères particuliers forment un sous-groupe à part.

- Les sols de la zone intermédiaire lessivés par les eaux douces et présentant dans leurs horizons supérieurs une évolution vers un pseudogley ont été classés dans un sous-groupe peu salé à alcali (conductivité de l'extrait de pâte saturée comprise entre 4 et 7 mmhos dans les horizons inférieurs - Na/T très supérieur à 20%).

- Les sols de la zone intermédiaire à structure poudreuse ont été classés dans un sous-groupe très salé à alcali (conductivité supérieure à 60 mmhos, pouvant atteindre 200 en surface).

Représentation cartographique des sols

Nous avons représenté sur la carte les différentes unités géomorphologiques (ou milieu de sédimentation) définies dans le texte. Les signes indiquant l'évolution des sols ont été surajoutés.

Nous pensons en effet que la connaissance de ces milieux est fondamentale :

- pour la cartographie des sols : les sols peu évolués étant sur des formations anciennes, élevées, perméables telles que levées alluviales et terrasses anciennes. Les sols hydromorphes étant en général dans les zones à texture fine dans les dépressions marginales.

- pour la mise en valeur de ces sols : celle-ci, nous l'avons vu, dépend essentiellement de l'unité géomorphologique considérée (texture, perméabilité, etc...)

Classification

I - Classe des sols minéraux bruts

Sous-classe des sols minéraux bruts d'origine non climatique

Groupe des sols bruts d'apport

Sous-groupe fluviatile

- sols sur bancs de lits
- sols de levée
- sols de terrasse inondable
- sols de cuvette et dépression

Sous-groupe marin

- sols de dunes.

II - Classe des sols peu évolués

Sous-classe des sols peu évolués d'origine non climatique

Groupe des sols peu évolués d'apport

Sous-groupe modal

- sols de levée
- sols de terrasse inondable
- sols de cuvette et dépression
- sols sur ancien cordon littoral

Sous-groupe verticale

III - Classe des vertisols

Sous-classe des vertisols topomorphes

Groupe des vertisols grumosoliques

IV - Classe des sols halomorphes

Sous-classe des sols halomorphes à structure dégradée

Groupe des sols à alcali non lessivé

- Sous-groupe des sols très salés à alcali
- Sous-groupe des sols salés de mangrove
- Sous-groupe des sols peu salés à alcali (à faciès hydromorphe)

V - Classe des sols hydromorphes

Sous-classe des sols moyennement organiques

Groupe des sols humiques à gley

Sous-classe des sols hydromorphes minéraux

Groupe des sols à gley

- Sous-groupe des sols à gley de profondeur
- Sous-groupe acidifié à sulfure et sulfate

Groupe des sols à pseudogley

- Sous-groupe des sols tachetés.

Profils

Classe des sols minéraux bruts

Sous-classe des sols minéraux bruts d'origine non climatique

Groupe des sols bruts d'apport

Sous-groupe fluviatile

1) Sol de banc de lit BTZ 62

X = 208,1 Y = 709,2

Végétation : nulle

Profil :

0 -100 : Horizon légèrement humide beige très clair. Quelques minéraux noirs.

Sables grossiers

Structure particulaire meuble

Très poreux

2) Sol de levée BL 18

Situation : X = 214 Y = 707,5 Z = 6 m

Végétation : quelques bararata (Phragmites communis)

Profil :

0 - 70 : Horizon légèrement humide, jaune beige. Quelques fines stratifications obliques

Limono-sableux, très micacé

Structure particulaire, meuble

Très poreux

Enracinement très faible

70 : Sable moyen bien trié, particulaire (ancien banc de lit)

3) Sol de terrasse inondable : BL 20

Situation : X = 216 Y = 707,8

Végétation: culture de lentille

Profil :

0 -200 : Horizon légèrement humide, beige rougeâtre
Limono-argileux, micacé
Structure continue, meuble. Quelques éléments en plaquettes
Poreux

4) Sol de dépression marginale : BL 41

Situation : X = 211,6 Y = 704,5

Végétation: culture de haricots

Profil :

0 -180 : Horizon humide, brun rouge
Limono-argileux, légèrement plus argileux après 80 cm,
micacé
Structure légèrement en plaquettes, plastique

Sous-groupe marin

Situation : dune côtière près d'Ambozaka BL 2

X = 187,6 Y = 716,1

Végétation: néant.

Profil :

0 -100 : Horizon légèrement humide, beige clair
Sable fin dominant, très micacé
Structure particulière, meuble
Poreux.

Classe des sols peu évolués

Sous-classe des sols peu évolués d'origine non climatique

Groupe des sols peu évolués d'apport

Sous-groupe modal .

1) Sol de levée : BL 16

Situation : Sud de Mahavelo

X = 209 Y = 710,8 Z = 6 m

Végétation: arbustive dominant : Zizyphus jujuba,
Pluchea sp. Acacia sp., Mucunia pru-
riens. Quelques Ficus sakalarum.

Profil :

0 - 30 : Horizon sec, brun clair

Sablo-limoneux

Structure particulaire légèrement nuciforme, friable

Poreux

Quelques radicelles

30 - 70 : Horizon légèrement humide, brun avec quelques petites
taches rouilles à contraste vague

Limono-argileux

Structure particulaire à sec; humide : légèrement plas-
tique

Poreux

Quelques radicelles

70 : Horizon légèrement humide; jaune brunâtre

Sablo-limoneux, très micacé

Structure particulaire, meuble

Poreux

Rares radicelles

2) Sol de terrasse inondable : BL 17

Situation : Près du village Soalafika

X = 212,7 Y 707 Z = 6 m

Végétation: Peuplement peu dense de *Mimosa asperata*,
Sporobolus pyramidalis

Profil :

0 - 30 : Horizon légèrement humide, brun jaune, quelques taches rouilles à contraste très faible

Limono-argileux, très micacé

Structure continue, légèrement plastique

Peu poreux

Quelques radicelles

30 : Horizon humide, jaune brun

Argilo-limoneux, devenant argileux en profondeur

Structure continue, plastique

Peu poreux

3) Sol de cuvette de débordement et de dépression marginale B 12

Situation : Est de Betomba

X = 247 Y 712,1

Végétation: Cultures de tabac

Profil :

0 - 15 : Horizon légèrement humide brun

Argilo limoneux

Structure grumeleuse moyenne à polyédrique fine, friable

Poreux

Passage graduel à l'horizon inférieur

15 : Horizon humide, brun jaune, quelques petites taches noires

Argileux

Structure peu marquée, quelques éléments en plaquettes plastique

Peu poreux.

4) Sols sur ancien cordon littoral : BTZ 47

Situation : Ouest de Bejio

X = 194,6 Y = 712,4

Végétation: quelques Mimosa sp. Tapis peu dense
de Cynodon dactylon.

Profil :

0 - 20 : Horizon sec, gris

Sable fin

Structure particulaire à tendance massive

Poreux

Quelques radicelles

Passage diffus à l'horizon inférieur

20 : Horizon sec, beige très clair, quelques minéraux noirs

Sable fin

Structure particulaire, meuble

Poreux

Quelques radicelles jusqu'à 60 cm

Sous-groupe verticale

Situation : Est de Soaserana

X = 261,4 Y = 690,9

Végétation: culture de tabac

Profil :

0 - 60 : Horizon sec, brun clair

Limono-argileux

Structure grumeleuse à polyédrique sur 10 cm puis prismatique large avec fentes de retraits

Porosité due aux fentes de retrait

60 : Horizon humide, verdâtre

Argilo sableux, plastique

Peu poreux

Pas de racines

CLASSE DES VERTISOLS

Sous-classe des vertisols topomorphes

Groupe des vertisols grumosoliques : BL 42

Situation : Sud Est d'Antandava

X = 235,7 Y = 697,2

Végétation: Rizière

Microrelief bosselé

0 - 20 : Horizon sec, noir

Argileux avec peu de sable fin

Structure grumeleuse moyenne à tendance polyédrique
fine dure

Très poreux

Fines radicelles

Passage graduel avec l'horizon inférieur

20 - 80 : Horizon très humide, gris noir, quelques petites taches
noires

Argilo-sableux

Structure continue à l'état humide, plastique, collant,
devenant largement prismatique en séchant

Peu poreux

Pas de racine:

Passage graduel avec l'horizon inférieur

80 -120 : Horizon très humide, brun jaune

Sablo-argileux, quelques particules blanchâtres calcaires

Structure continue, plastique, collant

Peu poreux

Pas de racine.

Classe des sols halomorphes

Sous-classe des sols halomorphes à structure dégradée

Groupe des sols à alcali non lessivé

1) Sous-groupe des sols très salés à alcali : BTZ 26

Situation : Est de Tsangajoly

X = 198,8 Y = 697,7

Végétation: surface dénudée sauf quelques très rares plages de Salicornia

Profil :

0 - 0,5 : Couche poudreuse

0,5- 0,7 : Cristaux blancs de sel, verticaux

0,7- 7 : Horizon brun rouge, sec

Argileux, l'ensemble formant une masse très compacte

Structure à tendance lamellaire, légèrement caverneuse

Poreux

Passage tranché avec l'horizon inférieur

7 - 20 : Horizon brun rouge, très légèrement humide

Argileux, moins compact que l'horizon précédent

Structure à tendance polyédrique fine, ferme

Poreux

Passage tranché avec l'horizon inférieur

20 - 80 : Horizon humide, gris ocre. Très nombreuses taches bleu gris le long d'un réseau de pores tubulaires fin et dense

Quelques taches noires. A 80 cm quelques taches jaunes de soufre.

Argilo-limoneux, très micacé, plastique

Très poreux

Passage graduel avec l'horizon inférieur.

80 -140 : Horizon très humide, gris, taches bleues le long d'un ancien réseau de racines, entourées d'une gaine jaune ocre d'un centimètre de large.

Limono-argileux, micacé, très plastique

Nappe à 1 m

Passage graduel avec l'horizon inférieur.

140-220 : Horizon trempé, bleu noir

Limoneux à sable fin micacé, passant progressivement à un horizon bleu noir à sable fin.

2) Sous-groupe des sols salés de mangrove : BL 8

Situation : Près du village de Tsimanandrafozana

X = 187,7 Y = 700,2 Z = 3

Végétation: Peuplement dense d'Avicennia officinalis

Profil :

0 - 60 : Horizon très humide, brun rouge

Argilo-limoneux, légèrement micacé, plastique collant

Nombreuses racines et pneumatophores

Passage progressif à l'horizon inférieur

60 -150 : Horizon trempé, noir bleuté, quelques petites taches jaunes de sulfate dans le début de cet horizon

Argilo-limoneux, plastique, collant

Quelques racines mortes, moyennes, filamenteuses, mal décomposées

Passage graduel avec l'horizon inférieur

150 : Horizon trempé, gris clair

Sable fin riche en minéraux noirs

3) Sous-groupe des sols peu salés à alcali et à faciès hydromorphe : BL 7

Situation : Est de Kaday

X = 195,4 Y = 700,6

Végétation: Rizière

Profil :

- 0 - 50 : Horizon humide, brun jaune, nombreuses taches rouilles filiformes
Argilo-limoneux, micacé
Structure à tendance polyédrique fine à moyenne, plastique
Poreux
Important chevelu racinaire sur 20 cm
Passage graduel avec l'horizon inférieur
- 50-200 : Horizon très humide, gris plomb, quelques taches jaunes de soufre en début d'horizon
Argilo-limoneux, plastique
Assez nombreux débris végétaux très décomposés.

Classe des sols hydromorphes

Sous-classe des sols hydromorphes moyennement organiques

Groupe des sols humiques à gley BTZ 55

Situation : Nord de Mazoarivo

X = 219,4 Y = 720,1

Végétation: *Tpha angustifolia* dense

Profil :

- 0 -150 : Horizon trempé, noir
Limono-argileux, fluide
Nombreux débris végétaux plus ou moins décomposés,
difficiles à ramener avec la tarière
- 150 : Horizon trempé, bleu noir
Sableux
Structure particulaire
Poreux
Pas de racine

Sous-classe des sols hydromorphes minéraux

Groupe des sols hydromorphes peu humifères à gley

Sous-groupe des sols à gley de profondeur BL 37

Situation : Sud Est de Tsaraotana

X = 234 Y = 701,3 Z = 12 m

Végétation: Rizières, Jachère dense à *Echinochloa*
sp. (ahidrano).

Profil :

- 0 - 40 : Horizon humide, brun à fines taches rouilles verticales
Argileux, plastique
Poreux
Nombreuses radicelles
Passage graduel avec l'horizon inférieur

40 : Horizon très humide, gris bleuté
Argileux, plastique
Peu poreux
Quelques débris végétaux mal décomposés de 40 à 60 cm

Sous-groupe acidifié à sulfures et sulfates BL 25

Situation : plaine du Bemarivo - Ouest du village
Ankirondro

X = 206 Y = 716,1

Végétation: Rizières

Profil :

- 0 - 20 : Horizon sec, brun jaune, quelques petites taches rouilles
Argileux
Structure polyédrique fine, dure
Poreux
Nombreuses radicelles
Passage graduel à l'horizon inférieur
- 20 - 70 : Horizon humide, brun gris, nombreuses petites taches
rouilles et noires
Argileux, légèrement plastique, non collant
Peu poreux
Enracinement moyen
Passage graduel à l'horizon inférieur
- 70 -120 : Horizon humide, gris plomb, quelques petites taches
rouilles et beige jaune (sulfates)
Argileux, plastique, non collant
Passage progressif à l'horizon inférieur
- 120 : Horizon trempé, gris bleu
Argileux, plastique, collant.

Groupe des sols hydromorphes à pseudogley

Sous-groupe des sols à taches BTZ 63

Situation : Sud de Mahavelo

X = 209,3 Y = 712,1

Végétation: Matsia

Profil :

- 0 - 30 : Horizon humide, brun jaune à brun rouge, quelques petites taches noires à fort contraste, quelques petites taches rouilles à contraste très faible
- Limono-argileux
 - Structure à tendance nuciforme moyenne, friable (aspect général spongieux)
 - Très poreux
 - Quelques racines
 - Passage graduel à l'horizon inférieur
- 30 -100 : Horizon humide, brun jaune à brun rouge. Nombreuses taches noires d'un cm de diamètre, à contraste très fort. Souvent entourées d'une auréole brune
- Quelques taches gris à gris bleuté le long des racines
 - Structure en fines plaquettes horizontales
 - Poreux
 - Quelques fines racines verticales.

B I B L I O G R A P H I E

=====

- AUBERT (G.) 1965.- Cours de Pédologie Inédit
- BOURGEAT (F.) Les sols alluviaux du Nord-Ouest de Madagascar
Inédit
- BOURGEAT (F.) 1964 .- Etude de la Basse vallée du Kamoro ORSTOM
- GRAFFIN (P.) 1967.- Mangoky - Notice explicative de la carte pé-
dologique au 1/10.000
- HERVIEU (J.) 1966.- Contribution à l'étude de l'alluvionnement
en milieu tropical.
- HERVIEU (J.) 1962.- Delta du Mangoky périmètre de 5.000 ha Tanan-
dava - Ambahikily - Notice explicative 2^o par-
tie - Aptitude des sols à l'irrigation (J.
HERVIEU) Contribution à l'étude du flétrisse-
ment (J. RIQUIER).
- RATSIMBAZAFY (C.) 1967.- Reconnaissance pédologique du périmètre
du lac Bemarivo
- VENDEGIES (A. de) et KUNTZ (G.) S.P.M. Carte géologique au
1/100.000 - F.G.H. 49.
- WEISS (H.) 1967.- Introduction à l'étude botanique des Mangroves
de la région de Tuléar.

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
BTZ 621	7,4	0,3	0	0	0,1	11	88,6	0,41	0,24	0,056	4
BL 181	7,4		19,0	11,0	29,5	38,2	1,6	8,6	5	0,32	15,6
BL 201	6,9		45,6	37,8	5,3	8,7	0,5	9,1	5,3	0,50	10,6
BL 411	7,1		37,2	34,4	13	12,2	0	20,0	11,5	1,07	10,7

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T mé/100 g.	S	V %	Eléments totaux mé/100 g.			
	Ca	Mg	K	Na				Ca	Mg	K	Na
BTZ 621	0,86	0,25	0,02	0,05	1,4	1,2	85,6	6,00	7,20	1,30	0,44
BL 181	7,85	0,04	0,30	1,20	14,3	9,4	65,7	16		12,3	
BL 201	5,75	5,7	0,12	6,0	29,8	17,55	58,8	6,4		6,1	
BL 411	13,7	5,2	0,75	0,13	26,4	19,8	75	16,3		8,4	

N° échantillon	Humidité équiva- lente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o/oo	P ₂ O ₅ total o/oo	Sels solubles o/oo	cl o/oo	SO ₃ o/oo
BL 181	26,1	1,4	1	0,4	16,2	0,04	1,25	3	1,02	0,53
BL 201	48,7	2,9	1,9	1	31,8	0,030	1,50	5,5	2,41	0,58
BL 411	58,7	3,5	2,0	1,5	11,5	0,020	1,40			

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
BL 21	7		0	0	7,9	75,1	16,6	1,2	0,7	0,07	10
BL 161	7,1		16,4	13,8	18,7	49,2	1	8,65	5,0	0,33	15,1
BL 162	6		43,7	22,1	5,4	27,5	0,5	7,8	4,5	0,55	8,2
BL 163	6,7		15,6	8,4	22,5	52,5	0	2,6	1,5	0,06	25

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T	S	V	Eléments totaux mé/100 g.			
	Ca	Mg	K	Na	mé/100 g.		%	Ca	Mg	K	Na
BL 21	2,65	0,05	0,95	9,4	5,5			3,9			24,2
BL 161	8,4	3,75	0,17	0,15	17,8	12,45	69,9	12			12
BL 162	5,9	3	0,13	0,75	23,5	14,3	60,8	8,9			9
BL 163	5,6	0,05	0,07	3,55	14,5	9,25	63,7	6,9			16,8

N° échantillon	Humidité équivalente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o/oo	P ₂ O ₅ total o/oo	Sels solubles o/oo	cl o/oo	SO ₃ o/oo
BL 21	13,1	0,7	0,5	0,2	58	0,010	0,70	17	7,88	1,19
BL 161	25,3	1,3	0,7	0,6	15	0,020	1,15	2,30	0,90	1,32
BL 162	35,4	3	1,0	2,0	38,4	0,015	1,65	3,4	1,45	0,58
BL 163	23,6	1,8	0,8	1,0	69	0,010	1,10	4,9	2,20	0,22

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
BL 171	6,6		30,2	18,6	14	36,3	0,1	8,1	4,7	0,35	13,4
BL 172	6,4		33,4	27,8	14,2	23,5	0,1	12,3	7,1	0,69	10,2
BL 173	6,1		57,7	20,7	13,4	7,6	0	6,2	3,6	0,27	13,3
B 121	6,3		45,9	35,7	9,2	7,4	0	26,0	15,0	0,72	21
B 122	6,6		56,4	32,4	2,8	7,6	0	3,5	2,1	0,25	8,4

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T mé/100 g.	S	V %	Eléments totaux mé/100 g.			
	Ca	Mg	K	Na				Ca	Mg	K	Na
BL 171	8,6	0,20	0,175	0,34	17	9,3	54,7	10			8,8
172	3,9	0,30	0,10	1,30	22,4	5,6	25	9,8			8,8
173	5,1	0,45	0,12	1,45	26,4	7,3	27,6	13,7			6,4
B 121	9,7		0,15	0,17				11,5			6,8
122	10,7		0,07	0,17				14,5			16,9

N° échantillon	Humidité équivalente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o/oo	P ₂ O ₅ total o/oo	Sels solubles o/oo	cl o/oo	SO ₃ o/oo
BL 171	33,8	1,2	0,5	0,7	14,8	0,030	0,60	10,5	4,15	1,25
172	45,4	2,4	1,7	0,7	19,4	0,025	1,40	7,5	3,01	1,14
173	40,1	1,1	0,9	0,2	17,7	0,015	1,35	9,3	3,37	2,48
B 121	38,6	3,2	2,8	0,4	12,3	0,015	1,70			
122	35,1	2,2	1,6	0,6	12,8	0,015	1,10			

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
BTZ 471	7,1	0,6	4,8	0,4	1,0	81,3	12	7,19	4,17	0,41	10
472	7,6	0,4	0,0	0,0	0,5	92,8	6,2	0,67	0,39	0,08	5
BL 461	7,8		27,6	8,3	12,6	48,9	0,9	20,8	12,0	1,0	11,7
462	8,0		31,7	14	7,1	45,5	0,9	6,0	3,5	0,5	7,2
BL 421	8,5		58,2	11,2	3,8	12,1	6,3	29,1	16,8	1,08	15,5
422	8,6		34,0	6,1	1,8	30,0	22,8	11,0	6,4	0,27	23,7
423	9,0		10,6	5,4	2,8	73,4	3,6	11,0	6,4	0,50	12,8

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T mé/100 g.	S	V %	Eléments totaux mé/100 g.			
	Ca	Mg	K	Na				Ca	Mg	K	Na
BTZ 471	2,87	0,72	0,35	0,06	5,1	4,0	78,5	10,0	20,0	2,43	0,65
472	1,20	0,27	0,22	0,02	2,3	1,7	74,0	8,4	8,8	1,92	0,74
BL 461	29,0	0,55	0,60	0,17	23,4			175,0		7,1	
462	30,0	1,70	0,40	0,13	22,1			191,0		6,2	
BL 421	32,25	14,2	0,80	3,45	66,4	50,7	76,3	76,0		6,5	
422	40,2	9,4	0,30	6,0	32,2	50,6		30,5		4,0	
423	7,4	6,2	0,23	9,7	25,5	23,5	92,1	11,0		4,3	

N° échantillon	Humidité équivalente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o.oo	P ₂ O ₅ total o/oo	Sels solubles o/oo	Cl o/oo	SO ₃
BL 461	35,1	1,5	1	0,5	7,2	0,005	1	0,58		
462	36,9	2,1	1,3	0,8	34,7	0,005	0,35	0,44		
BL 421	70,1	4,2	2,8	1,4	14,4	0,300	1,15	1,10	0,09	0,46
422	56,2	2,7	1,4	1,3	24,5	0,065	0,85	1,33	0,29	0,36
423	44,6	1,5	1,2	0,3	13,6	0,010	0,55	2,3	0,32	0,72

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
BTZ 261	7,5	8,4	23,6	24,0	5,0	6,0	0,3	41,9	24,3	0,90	26,6
262	8,2	7,9	31,8	34,0	7,5	9,7	0,2	8,93	5,18	0,43	12,0
263	8,4	9,5	40,1	35,9	4,2	3,2	0,2	9,89	5,74	0,43	13,3
264	7,8	11	32,3	27,0	16,3	6,8	1,0	9,05	5,25	0,26	20,1
265	7,8	4,4	9,3	8,0	18,0	53,5	1,2	6,27	3,64	0,182	20,3

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T mé/100 g.	S	V %	Eléments totaux mé/100 g.			
	Ca	Mg	K	Na				Ca	Mg	K	Na
BTZ 261	9,12	7,00	1,60	35,8	11,8			34,00	115,20	7,93	267,4
262	2,6	13,4	1,92	10,1	14,7			32,40	107,20	11,38	19,57
263	1,9	11,2	2,40	13,5	18,7			16,40	76,80	13,05	32,83
264	2,1	9,4	2,70	15,9	19,1			10,80	78,40	15,35	41,31
265	1,15	3,5	1,60	10,8	8,6			9,20	65,60	13,04	34,35

N° échantillon	Humidité équivalente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o/oo	P ₂ O ₅ total o/oo	Conductivité en mmhos/cm	Cl	SO ₃
BTZ 261								208	70,5	8,2
262								93,5	20,3	3,2
263								68,5	20,7	2,5
264								99,0	24,0	2,5
265								111,0	17,9	2,3

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
BL 81	7,2		45,3	32,3	3,0	13,9	2,9	10,4	6,0	0,61	9,8
82	6,5		33,7	29,5	3,4	27,4	4,8		12,1	0,48	25
83	5,4		1,7	0,5	3,8	67,0	26,7	1,4	0,8	0,12	7,6
BL 71	6,9		47,9	21,5	8,1	18,7	0,0	44,3	25,6	2,07	12,3
72	3,3		46,4	20,4	7,0	20,1	0,1	78,3	45,2	1,37	32,9

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T mé/100 g.	S	V %	Eléments totaux mé/100 g.				
	Ca	Mg	K	Na				Ca	Mg	K	Na	
BL 81	1,85	12,6	2,10	12,65	35,5	29,2	82,2	3,6			10,0	
82	0,40	3,75	1,80	8,15	25,0	14,1	56,4	3,6			9,7	
83	0,90	0,05	0,23	0,50	3,4	1,7	50	3,0			4,9	
BL 71	7,0	0,2	0,82	4,0	32,7	12,0	36,6	3,6			8,7	
72	2,6	5,35	1,05	1,75	28,5	10,7	37,5	3,9			10,1	

N° échantillon	Humidité équivalente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o/oo	P ₂ O ₅ total o/oo	Sels solubles o/oo	Cl o/oo	SO ₃ o/oo
BL 81	58,9	3,5	2,0	1,5	33,5	0,050	2,25	24,5	12,7	1,62
82	53	3,1	1,7	1,4		0,040	1,35	28,0	13,45	2,05
83	35,9	1,0	0,6	0,4	71	0,005	0,60	8,1	3,48	1,67
BL 71	52,7	13,6	3,0	10,6	30,7	0,020	1,75	3,75	1,38	0,51
72	45,3	4,8	2,6	2,2	6,1	0,010	1,15	11,7	1,85	8,13

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
Z 551	5,4	5,2	34,0	13,9	4,9	4,4	32,1	162,1	94,0	6,76	14
552	5,5	0,5	5,3	3,3	2,2	6,7	82,9	5,88	3,4	0,24	14
371	4,2		69	15,0	0,4	18,3	0,8	60	34,6	2,32	14,9
372	3,2		69,7	9,1	0,8	15,2	0,5	69,3	40,0	2,12	18,8

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T	S	V	Eléments totaux mé/100 g.			
	Ca	Mg	K	Na	mé/100 g.		%	Ca	Mg	K	Na
Z 551	4,72	2,20	0,58	1,48	31,8	8,98	28,4	8,80	10,40	2,17	2,17
552	0,55	0,17	0,05	0,06	2,4	0,83	34,6	52,00	24,00	0,38	1,09
371	10,65	2,6	0,40	0,52	50	14,15	28,3	10,5		4,3	
372	8,4	5,8	0,40	0,60	53	15,2	28,6	8,5		3,4	

N° échantillon	Humidité équivalente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o/oo	P ₂ O ₅ total o/oo
BL 371	55,4	9,4	2,6	6,8	15,6	0,005	1,80
372	55,3	9,0	6,0	3,0	12,9	0,005	1,70

N° échantillon	pH	Humidité %	Argile %	Limon %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %	Matière organique tot. o/oo	Carbone o/oo	Azote total o/oo	Rapport C/N
BL 251	4,8		61,6	13,6	4,2	16,0	0	40,8	23,6	1,46	16,1
252	5,3		60,8	14,0	5,5	16,0	0,2	40,8	23,6	1,51	15,6
253	5,5		56,4	22,0	2,3	18,6	0	7,1	4,1	0,19	21,5
254	7,0		58,4	21,0	5,6	14,2	0				
BTZ 631	5,5	5	38,4	29,0	16,4	6,6	0,6	23,1	13,4	1,18	11,3
632	6,8	4,6	33,2	45,2	8,0	2,3	0,2	14,6	8,43	0,73	11,3

N° échantillon	Eléments échangeables mé/100 g.				T mé/100 g.	S	V %	Eléments totaux mé/100 g.			
	Ca	Mg	K	Na				Ca	Mg	K	Na
BL 251	7,10	8,15	0,50	0,60	36,5	16,35	44,7	12,5		8,2	
252	6,20	4,55	0,47	1,25	36,7	12,45	33,8	11,0		8,2	
253	6,25	3,35	0,90	3,65	43,8	14,15	32,8	7,7		9,1	
254								8,2		13,5	
BTZ 631							80	15,20	46,00	9,34	1,74
632								16,80	38,00	5,63	3,04

N° échantillon	Humidité équivalente %	Humus total o/oo	Acides humiques o/oo	Acides fulviques o/oo	Humus MO %	P ₂ O ₅ assimilable o/oo	P ₂ O ₅ total o/oo	Sels solubles o/oo	cl o/oo	SO ₃ o/oo
BL 251	42,5	5,3	2,3	3,0	12,9	0,015	1,10	2,80	1,06	0,45
252	48,1	7,1	4,2	2,9	17,4	0,010	0,90	2,45	0,78	0,67
253	58,3	1,7	0,7	1,0	23,9	0,040	2,0	4,4	2,98	1,35
254	59,4						0,55	9,3	3,37	2,05

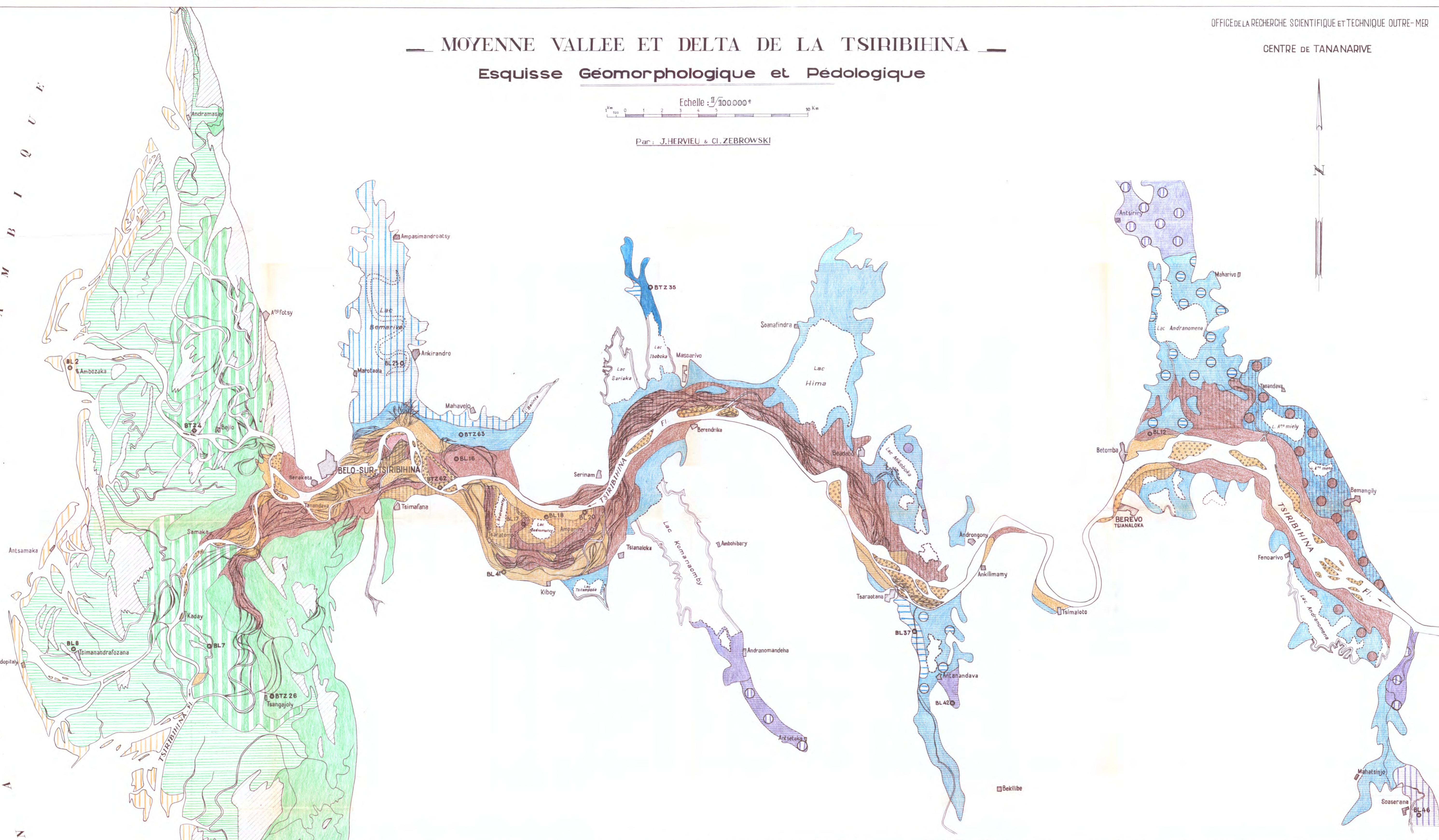
MOYENNE VALLEE ET DELTA DE LA TSIRIBIHINA

Esquisse Géomorphologique et Pédologique

Echelle : 1/100.000

Par: J. HERVIEU & Cl. ZEBROWSKI

M O Z A M B I Q U E
E
D
L
A
N
C



— LEGENDE —

I Sols minéraux bruts — d'origine non climatique — Sols bruts d'apport fluviale marin	II Sols peu évolués — d'origine non climatique — sols peu évolués d'apport modél vertique	III Vertisols — Topomorphe — grumosolique	IV Sols halomorphes — à structure dégradée — à alcali non lessivé Sol très salé à alcali Sol salé de mangrove Sol peu salé à alcali	V Sols hydromorphes — Sol moyennement organique Humique à gley Sols hydromorphes minéraux — Sols à gley Sol à gley de profondeur Sol acidifié à sulfure et sulfates	Complexes Vertisol et sol peu évolué vertique Vertisol et pseudo-gley Gley plus pseudo-gley Sol peu évolué (de terrasse) plus pseudo-gley Sol peu évolué (de dépression) plus pseudo-gley Sol à pseudo-gley — Sol tacheté	Signes Particuliers Cordon littoral Banc de lit Lévee alluviale Terrasse inondable Cuvette de débordement et dépression marginale Trains de méandres Limite de lac permanent Limite de lac à étendue variable Villes et villages Fleuves et rivières
--	--	--	---	--	---	---