

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MÉR

**CENTRE DE TANANARIVE**

---

**NOTICE**

**CARTE PÉDOLOGIQUE**

DE

**TANANARIVE**

1/100.000<sup>e</sup>

par

**BOURGEAT (F.)**

Maître de Recherches

**1968**

NOTICE

CARTE PEDOLOGIQUE

TANANARIVE 1/100.000

BOURGEAT (F.)

Maître de Recherches - Centre O.R.S.T.O.M. Tananarive

La carte pédologique de la région de Tananarive a été établie à la demande du Ministère de l'Agriculture; cette région devait faire l'objet d'une cartographie au 1/200.000<sup>e</sup>. En raison de la diversité des sols, l'échelle au 1/100.000<sup>e</sup> a finalement été retenue.

Les levés et les limites de sols n'ont pu être faits qu'après la consultation de la couverture aérienne au 1/40.000<sup>e</sup> de l'I.G.N. et en utilisant les cartes topographiques au 1/100.000<sup>e</sup>.

La plupart des espèces botaniques ont été déterminées par P. MORAT, botaniste au Centre ORSTOM de Tananarive.

Les analyses des sols ont été effectuées au laboratoire du Centre ORSTOM de Tananarive sous la direction de M. de BONNEVIE.

Les travaux antérieurs concernant la région sont nombreux, en particulier ceux des géologues :

LAPLAINE (1953)<sup>(1)</sup> - RAKOTOARISON (1963)<sup>(2)</sup> - DELUBAC et COLLAB (1963)<sup>(3 & 4)</sup>

- 
- (1) LAPLAINE (L) 1953 - feuille géologique Tananarive/Miarinarivo au 1/100.000<sup>e</sup> - Trav. bur. Géol. - Tananarive n° 19  
73 p
- (2) RAKOTOARISON (W) 1963 - Etude géologique et prospection au 1/100.000<sup>e</sup> de la feuille de Miarinarivo/Arivonimamo - rapport annuel - Serv. Géol. Madagascar 1963.
- (3) DELUBAC (G) RAKOTOARISON (W) RANTOANINA (M) 1963 - Etude géologique et prospection des feuilles de Tananarive/Manjakandriana au 1/100.000<sup>e</sup> - Trav. du bureau géologique n° 114 - 49 p.
- (4) DELUBAC (G) RAKOTONANAHARY (W) RAKOTOARISON (W) 1964 - Etude géologique et prospection des feuilles au 1/100.000<sup>e</sup> Miarinarivo/Arivonimamo - Trav. bur. Géol. - Tananarive n° 120 26 p.

Les travaux pédologiques effectués dans la région sont dus à Didier de Saint AMAND .

LACROIX dans son étude sur la minéralogie de Madagascar a prélevé et analysé de nombreux échantillons dans la région considérée et fait de nombreuses observations s'y rapportant également.

---

### Généralités sur la région étudiée

Les limites de la zone étudiée sont évidemment arbitraires. La région appartient à ce que l'on a coutume d'appeler les Hauts Plateaux du Centre ; au Nord et au Sud, les limites de la feuille sont les ordonnées 826 et 776 (coordonnées Lambert). Celles-ci passent respectivement au Nord d'Antsahafilo et au Sud d'Ambalavao. A l'Est et à l'Ouest les limites sont les lignes d'abscisses 534 et 480 passant à l'Est de Carion et à Ampahimanga.

On peut distinguer les régions géographiques suivantes:

1°) La zone des collines qui comprend des massifs résiduels, généralement limités aux roches les plus dures : migmatites granitoïdes, granites. Ces reliefs dominant de 2 à 300 mètres au maximum des surfaces d'aplanissement toujours localisées aux roches les plus tendres (gneiss, migmatites).

2°) La plaine Betsimitatatra qui s'étend depuis Masindray jusqu'à Bevomanga. D'une superficie de 30.000 ha , elle est essentiellement aménagée en rizières.

3°) La partie septentrionale du massif de l'Ankaratra. Les coulées forment des lignes de crêtes tabulaires; on observe encore quelques cônes plus ou moins démantelés.

Les vallées (notamment les vallées périphériques du massif) suivent très souvent les lignes de contact entre les terrains cristallins et les terrains volcaniques. L'altitude s'élève lentement depuis Arivonimamo 1.400 m jusqu'à 1.650 à la limite sud de notre carte.

La présence de la capitale confère à cette région une importance économique de premier ordre. Elle est desservie par un important réseau routier. La densité de la population ne descend pas au dessous de 20 à 30 habitants au Km<sup>2</sup>; cette population est groupée en de nombreux villages établis à proximité des fonds de vallée cultivés en rizières. Outre la ville de Tananarive, on trouve comme centres administratifs ou commerciaux principaux : Ambohidratrimo (sous-préfecture), Merimandroso, Anjeva, Ampahimanga, Talata - Volonondry, Ambohimanga, Fenoarivo, Ivato, Carion, etc ....

---

#### A - ETUDE DES ROCHES-MERES

Nous résumons ici les travaux des géologues déjà cités. La presque totalité des terrains est constituée par le socle, c'est-à-dire par du Précambrien métamorphique.

Nous distinguerons avec LAPLAINE <sup>(1)</sup> les gneiss, les migmatites, les roches de granitisation, les roches éruptives et les roches volcaniques.

---

(1) LAPLAINE (L) 1953 - Etude géologique du massif cristallin malgache à la latitude de Tananarive - Thèse Nancy 143 p.

1°) Les gneiss (système du graphite). Ces roches dérivent d'une transformation métamorphique des sédiments silico-aluminés et carbonatés.

Elles forment le plus souvent des lambeaux résiduels au milieu des formations granitisées. C'est au Sud de Tananariv que s'étend le plus grand ensemble gneissique, celui-ci se prolonge au Nord de l'Ikopa par une bande étroite contournant le village de Fieferana et il englobe la capitale. Au Nord-Ouest on trouve un affleurement important dans la région Ambohimanga-Antambolo; dominant l'Ikopa sur sa rive droite, s'élève le mont Ambohimanoa formé de gneiss riche en quartzite.

Du point de vue pétrographique, on peut distinguer deux séries :

a) - une série silico-alumineuse : formée par des gneiss à biotite avec comme minéraux de métamorphisme du quartz, de la sillimanite, de la cordiérite, du graphite. On ne trouve pas de gneiss à deux micas.

b) - une série silico-calcique. Les gneiss à pyroxènes sont particulièrement abondants dans les environs de Tananarive; ils résultent d'un métamorphisme de roches calcaire et marneuses. Ces roches renferment du quartz, un plagioclase et une diopside verte; comme minéraux de métamorphisme, on rencontre du zircon, du sphène, de la magnétite et du graphite.

Les quartzites forment rarement des collines entières mais le plus souvent des bancs interstratifiés dans les gneiss (filons). Ces roches peuvent être constituées essentiellement de quartz mais il y a également des quartzites à magnétite, sillimanite, et à grenat. Les quartzites sont très fissurées, elle se débitent en plaquettes, la partie supérieure pouvant donner des grains de quartz à aspect saccharoïde.

## 2°) Les migmatites

### a) - Système du Vohibory

Cette série s'étend le long de la vallée de la Betsiboka; elle est constituée par des migmatites à amphiboles, des amphibolites à hornblende, des gneiss à amphiboles. Souvent, des pyroxènes sont associés aux amphiboles avec de la magnétite.

La série à amphibole correspond à un métamorphisme plus faible. Les collines sont criblées de "lavaka".

### b) - Système du graphite

Ces formations sont disposées en une bande discontinue orientée Est-Ouest à la hauteur d'Ivato; on les rencontre à Tsifahy, sur la route d'Antsirabe.

Les roches montrent des lits parallèles plus ou moins fins et continus de minéraux ferro-magnésiens en alternance avec des lits de quartz et de feldspath de composition granitique.

Les géologues ont distingué des migmatites ocellées et des migmatites schisteuses : les migmatites ocellées sont beaucoup plus rares, on y observe des phénocristaux de microcline; elles résistent mieux à l'altération.

## 3°) Les roches de granitisation

Ces roches seraient le résultat "d'une mésastomose régionale et d'un ultramétamorphisme et n'ont pas leur origine dans une intrusion d'origine magmatique".

a) - Les migmatites granitoïdes : ce sont des roches leucocrates, les ferro-magnésiens sont disposés en taches étirées et non en lits. Les granites migmatitiques sont des roches encore plus leucocrates. Au microscope, on observe des minéraux de quartz, microcline, oligoclase, hornblende verte, grenat apatite et zircon.

DELBOS<sup>(1)</sup> a tenté d'établir une classification minéralogique d'un certain nombre de granites. Les granites monzonitiques sont en général, des granites à biotite et hornblende verte, la feldspath est l'orthose ou le microline en association avec l'albite. Certains granites ont été analysés par H. BESAIRIE.

b) - les charnochites : (faciès malgachitique défini par A. LACROIX). Ces roches forment un massif important à l'Est de Fieferana. Elles ont une cassure à éclats gras, ROQUES<sup>(2)</sup> aurait mis en évidence, la présence de fer en excès dans les feldspaths. La composition minéralogique est aussi très variable on doit noter la présence fréquente d'hypersthène.

c) - le granite de Carion : Il ne représente pour L. LAPLAINE "qu'une variété structurale des granites migmatitiques". Cette hypothèse a été plus ou moins mise en doute par G. DELUBAC, "les migmatites granitoïdes encaissantes paraissent comme injectées par des filonnets de granites porphyroïdes". Si l'on admet cette façon de voir, le granit de Carion serait une formation plus récente.

Ce granite forme un massif de 200 Km dont nous n'avons étudié que la bordure occidentale; on y observe des dômes très caractéristiques et des phénomènes d'altération en boules.

Du point de vue pétrographique, nous avons affaire à un granite calco-alkalin potassique assez pauvre en quartz, riche en microline, hornblende et biotite.

---

(1) DELBOS (L) 1959 - Essai de classification des granites malgaches - Trav. bur. Géol. n° 93 - 43 p

(2) ROQUES (M) cité par L. LAPLAINE - Etude géologique du massif cristallin malgache à la latitude de Tananarive - Thèse Nancy 1953 p. 49



#### 4°) Les roches éruptives

a) - Les granites de type Ambatomiranty : Ils sont connus depuis fort longtemps et ont été décrits en 1914 par RP J MUTHON (1). Ils forment des filons dont la largeur dépasse rarement une centaine de mètres mais que l'on peut suivre sur des kilomètres. Ces filons recoupent la stratification générale des terrains environnants.

DELBOS (2) a étudié d'une façon détaillée ces granites; les principaux constituants sont le quartz, microcline, oligoclase, biotite, amphibole, sphène et apatite.

b) - Les séries éruptives plus récentes : Elles sont représentées par des gabbros et des dykes à faciès diabasique de dimensions très réduites. Les roches sont grenues et de couleur noirâtre.

#### 5°) Les roches volcaniques (massif de l'Ankaratra)

La plus grande partie des coulées au Sud d'Arivonimamo sont constituées d'Ankaratrites, qui, selon L. LENOBLE (3), seraient d'âge pleistocène. Ce sont des roches plus foncées que les basaltes, renfermant des phénocristaux d'olivine, des petits cristaux de néphéline et des microlites d'augite.

---

(1) RP J MUTHON 1914 - Les alignements granitiques dans la région de Tananarive

CR Acad. malg. Tananarive pp 73-83

(2) DELBOS (I.) 1957 - Les granites d'Ambatomainty de Behenjy et des Vavato près de Tananarive - Thèse Clermont 76 p

(3) LENOBLE (L) 1958 - Sur la chronologie des éruptions volcaniques de l'Ankaratra - CR ac. de Paris publiée 21 fév. t 206

En raison de la profondeur et de l'intensité de l'altération, ces roches seraient peut être plus anciennes : il est possible qu'il y ait eu plusieurs phases volcaniques dont la dernière a donné des épanchements d'Ankaratrite (seule roche reconnaissable dans la région). On observe, par ailleurs, quelques cônes volcaniques plus ou moins bien conservés.

#### 6°) Modes d'altération des roches

D'après A. LACROIX (1), on peut distinguer dans le mode d'altération latéritique :

1°) une altération dite kaolinique où tous les constituants de la roche, notamment les feldspaths sont transformés en argile type kaolinite. Sur gneiss, la zone de départ, rubannée, rose ou blanche, peut atteindre trente ou quarante mètres, elle conserve la structure de la roche-mère, est riche en biotite, les minéraux de néosynthèse sont représentés par la kaolinite associée à de la gibbsite.

Sur granites et roches résistantes, la zone de départ peut être pratiquement inexistante ou représentée par un horizon blanc sableux; l'horizon rouge plus ou moins remanié ne dépasse pas un ou deux mètres. Les affleurements de roche nue sont très fréquents.

2°) une altération de type gibbsitique où les constituants de la roche sont transformés en gibbsite. Ce deuxième mode d'altération s'observe surtout sur granite porphyroïde (région de Carion). On note dans la zone d'altération, la présence de masse poreuse en pain d'épices présentant une structure cloisonnée (lamelles de gibbsite)

---

(1) LACROIX (A) 1923 - Minéralogie de Madagascar - Soc d'édition géog. marit. et col. Paris t III pp 92-136.

La distinction entre ces deux types d'altération correspond davantage à un faciès morphologique qu'à une différence d'altération chimique. L'altération à "faciès gibbsitique" paraît plus fréquente sur le versant oriental de Madagascar. (J. HERVIEU<sup>(1)</sup>). Ceci n'a rien de surprenant puisque la ferrallitisation et l'individualisation de l'alumine y présentent le maximum d'intensité.

Sur nigmatite granitoïde, on observe souvent des débris d'altération ferruginisés. Ces débris ont le plus souvent subi des remaniements ultérieurs; "ce pseudo-concrétionnement" est souvent marqué sur les anciennes surfaces d'aplanissement très disséquées qui se trouvent à l'Est de la zone cartographiée. On reconnaît souvent la forme des anciens feldspaths altérés.

## B - LE CLIMAT

Le climat des Hauts Plateaux est caractérisé par une saison sèche bien marquée. On peut le classer dans le type humide mésothermique (classification THORNWAITE) ou thermoxerochiménique (classification GAUSSEN).

### 1°) Les facteurs climatiques

M. ALDEGHERI<sup>(2)</sup>, dans une étude faite avec la collaboration A. CHAUSSARD, a analysé les facteurs qui ont une action sur le climat.

Le climat à Madagascar dépend de la circulation atmosphérique générale et de l'orographie. On note l'influence de deux centres d'action principaux :

---

(1) HERVIEU (J) 1960 - Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200.000e feuille n° 3 Morananga/Brickaville  
Publ. IRSM - Tsimbazaza

(2) ALDEGHERI (M) avril 1964 - Monographie hydrologique de l'Ikopa et de la Betsiboka : les facteurs conditionnels du régime  
publ. roneo ORSTOM 2 vol. 152 p.

- la zone des basses pressions intertropicales dont l'axe subit une translation méridienne au cours de l'année ;

- la cellule océanique de haute pression dont le centre se trouve au Sud de l'archipel des Mascareignes.

En saison fraîche, le seul centre d'action est l'anticyclone océanique, qui envoie sur la Grande Ile un courant d'alizés de direction Est ou Sud-Est.

Ces vents chauds et humides provoquent un temps nuageux sur le versant oriental et la formation de précipitations avec une forte évolution diurne. Ces vents viennent heurter la grande chaîne montagneuse que l'on suit de Fort-Dauphin à Diégo-Suarez. Les ascendances orographiques provoquent des fortes précipitations sur le rebord abrupt oriental des Hauts Plateaux. Ensuite, les ascendances orographiques se terminent (exception faite pour quelques sommets de Ankaratra). Les alizés descendent lentement sur les Hauts Plateaux; l'air a abandonné de son humidité sur le versant au vent; les précipitations s'arrêtent, la nébulosité diminue, il en résulte un temps beau et sec.

Durant cette période, des courants d'air polaire peuvent s'observer en direction de l'équateur; si ces courants ont une direction Est, c'est-à-dire, s'ils contournent l'anticyclone océanique par la face orientale, on observe une accélération des vents alizés, une extension vers l'ouest de la zone nuageuse et une intensification des précipitations orientales. Si la direction de ces courants est Sud-Est, on observe, au contraire, une amélioration des conditions atmosphériques sur les régions orientales et un recul vers l'Est de la zone nuageuse.

En saison chaude, on constate un affaiblissement de l'anticyclone et l'intervention des basses pressions tropicales. La dépression "équatoriale" favorise l'arrivée de masse d'air venant de l'hémisphère Nord. Ces vents sont déviés par la traversée de l'équateur; ils sont chauds et humides.

On observe une instabilité due à la convection des courants d'air. Cette instabilité convective peut se développer en toutes régions. Le passage d'une dépression polaire dans le Sud de Madagascar s'accompagne d'un mouvement vers le Sud de la zone de convergence, le passage d'un anticyclone la rejette vers le Nord, et l'on observe un accroissement de l'instabilité orageuse vers le Nord-Ouest et les Hauts Plateaux.

## 2°) Cyclones tropicaux

Les cyclones sont des tempêtes dépressionnaires qui se forment sur les mers chaudes au voisinage de l'équateur. Ceux qui intéressent Madagascar se forment surtout dans l'Océan Indien, ils se dirigent alors vers l'Ouest puis vers le Sud-Est après avoir traversé ou non la Grande Ile. Les cyclones qui prennent naissance dans le Canal de Mozambique sont moins violents, ils peuvent traverser Madagascar en direction de l'Est et du Sud-Est.

Dès que le cyclone rencontre la terre, la violence des vents diminue, les précipitations deviennent abondantes : en 1959, à Madagascar, les précipitations recueillies en cinq jours ont dépassé 1.000 mm sur une zone de 500 km de long et une centaine de kilomètres de large, le maximum atteignant 1.893 mm.

De 1911 à 1960, Madagascar a subi l'influence de 201 perturbations ayant le caractère de cyclone; de 1935 à 1964, la région étudiée a été traversée par quatre cyclones.

### REPARTITION ANNUELLE DES 201 PERTURBATIONS DE 1911 à 1960

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nombre de perturbations	51	56	38	16	1	1	0	0	0	1	11	26

### 3°) Régime des vents

Les alizés dominant en saison sèche avec une direction Est et Sud-Est.

Durant l'été austral, les vents alizés d'Est dominant encore, on observe un léger renforcement des vents venant de l'hémisphère Nord de direction Nord-Ouest et Ouest. La fréquence de ces derniers est d'autant plus faible qu'on se rapproche du versant oriental.

Les vitesses moyennes du vent au sol varient entre 10 et 15 Km/heure à Arivoninano et 8 et 11 Km/heure à Ivato. Les vitesses les plus fortes ont lieu de Janvier à Mars (rafales précédant les orages), les vitesses instantanées maximales observées atteignent 100 Km/heure.

### 4°) Les températures

Les températures sont les plus fortes d'octobre à mai, le maximum est enregistré en juillet. L'amplitude annuelle de la température maximale moyenne mensuelle varie entre 7 et 8°.

Les écarts diurnes sont peu variables de décembre à mai, ils varient entre 9 et 16°. L'amplitude journalière maximale est de 15° en octobre.

Les températures moyennes annuelles varient entre 16°5 et 18°5

Station	Température moyenne annuelle
Mantasoà	16°6
Angavokely	17°1
Nanisana	18°3
Tananarive observatoire	18°5
Ivato	18°5

Dans les tableaux suivants empruntés à R. DUFOURNET (1)  
on peut voir la répartition des températures au cours de l'an-  
née pour les stations d'Andavokely, Mantasoa, Tananarive, Am-  
batobe.

---

(1) DUFOURNET (R) - MARQUETTE (J) - COUROUD (A) - 1958  
Atlas météorologique - Public. roneo ORSTOM-IRAM

## ANGAVOKELY (Manjakandriana)

Latitude S. 18°55

Longitude E. 47°44

Altitude : 1383 m

M o i s	P l u v i o m é t r i e											
	Moy. : Année la -			Année la +			E x t r ê m e s					
	: arrosée			: arrosée			Maxima			Minima		
	: 19	: Nbre:	1946	: Nbre:	: Nbre:	An-	: Nbre:	An-	: Nbre:	An-	: Nbre:	An-
: Haut.	: Haut.:	J.	: Haut.:	J.	: Haut.:	J.	: née	: Haut.:	J.	: née	J.	
Juillet	: 30.3:	1.6:	4	: 19.5:	-	: 67.1:	18	: 48	: 0	: 0	: 55	:
Août	: 32.3:	3.8:	4	: 62.5:	17	: 65.6:	19	: 52	: 2.5:	1	: 55	:
Septembre	: 19.9:	1.6:	4	: 54.4:	17	: 54.4:	17	: 46	: 1.6:	4	: 54	:
Octobre	: 40.6:	6.4:	2	: 85.7:	12	: 120.8:	14	: 48	: 0	: 0	: 56	:
Novembre	: 167.2:	79.7:	13	: 416.1:	28	: 416.1:	28	: 46	: 60.8:	7	: 47	:
Décembre	: 195.9:	188.2:	15	: 246.9:	22	: 309.3:	27	: 44	: 110.9:	14	: 48	:
Janvier	: 339.4:	236.2:	17	: 376.2:	28	: 815.1:	28	: 48	: 121.4:	14	: 49	:
Février	: 243.3:	35.5:	8	: 446.5:	26	: 446.5:	26	: 46	: 35.5:	8	: 54	:
Mars	: 204.7:	133.9:	15	: 262.3:	26	: 486.9:	23	: 49	: 72.7:	16	: 56	:
Avril	: 46.0:	2.7:	2	: 55.9:	-	: 83.8:	12	: 53	: 2.7:	2	: 54	:
Mai	: 26.6:	2.7:	2	: 31.7:	-	: 66.7:	20	: 52	: 2.7:	2	: 54	:
Juin	: 27.3:	1.6:	3	: 23.4:	14	: 66.6:	27	: 52	: 1.6:	3	: 54	:
Total ...	: 1373.5:	693.9:	89	: 2081.1:	190	:	:	:	:	:	:	:

M o i s	Durée du jour au 1er de chaque mois	T e m p é r a t u r e s		
		Maxima	Minima	Moyenne
Juillet	: 11.01	: 18.7	: 8.3	: 13.5
Août	: 11.16	: 18.7	: 8.2	: 13.4
Septembre	: 11.42	: 21.2	: 9.4	: 15.3
Octobre	: 12.42	: 23.6	: 10.8	: 17.2
Novembre	: 12.43	: 24.5	: 12.3	: 18.4
Décembre	: 13.04	: 25.0	: 13.6	: 19.3
Janvier	: 13.08	: 24.8	: 14.7	: 19.7
Février	: 12.50	: 24.8	: 14.1	: 19.4
Mars	: 12.25	: 24.3	: 13.9	: 19.1
Avril	: 11.53	: 23.8	: 13.3	: 18.5
Mai	: 11.25	: 21.9	: 11.5	: 16.7
Juin	: 11.04	: 20.0	: 9.5	: 14.7
Moyenne	:	: 22.6	: 11.6	: 17.1



MANTASOA (Manjakandriana)

Latitude S. 19°01

Longitude E. 47°50

Altitude : 1400 m

M o i s	P l u v i o n é t r i e										
	Moy.	Année la -			Année la +			E x t r ê m e s			
	arrosée	arrosée		arrosée		Maxima		Minima			
	Haut.	1945	Nbre	1939	Nbre	Haut.	Nbre	An-	Haut.	Nbre	An-
	Haut.	Haut.	J.	Haut.	J.	Haut.	J.	née	Haut.	J.	née
Juillet	37.9	16.1	11	29.3	11	99.6	23	44	13.2	12	52
Août	43.3	19.3	15	42.0	11	171.6	22	37	8.7	9	43
Septembre	22.7	11.5	8	17.5	4	51.2	15	53	9.0	5	56
Octobre	53.2	65.6	10	63.6	7	117.5	12	41	1.8	2	56
Novembre	144.3	92.2	2	199.0	16	272.3	22	42	2.3	3	43
Décembre	300.4	179.9	21	739.0	27	739.0	27	39	40.0	13	49
Janvier	289.9	169.2	15	314.4	22	581.7	24	56	89.7	19	44
Février	288.7	326.9	19	421.2	22	498.5	26	38	89.5	17	36
Mars	210.4	85.0	16	417.5	25	417.5	25	39	77.9	20	42
Avril	63.4	80.8	19	38.5	17	138.0	22	35	14.7	11	55
Mai	33.7	20.9	9	29.5	11	105.7	18	52	5.7	4	43
Juin	32.9	1.3	3	18.5	8	72.0	9	53	1.3	3	45
Total ...	1520.8	1068.7	148	2330.	181						

M o i s	Durée du jour au ler de chaque mois	T e m p é r a t u r e s		
		Maxima	Minima	Moyenne
Juillet	10.57	16.9	8.1	12.5
Août	11.13	17.5	8.4	12.9
Septembre	11.41	19.3	9.4	14.3
Octobre	12.13	22.4	10.3	16.3
Novembre	12.45	24.0	12.9	18.4
Décembre	13.08	24.1	14.2	19.1
Janvier	13.12	24.0	15.1	19.5
Février	12.54	24.6	15.1	19.8
Mars	12.26	23.8	14.7	19.2
Avril	11.52	22.2	13.3	17.7
Mai	11.22	20.1	11.1	15.6
Juin	11.01	18.2	8.8	13.5
Moyenne		21.4	11.8	16.6

TANANARIVE (Ambatobe)

Latitude S. 19°

Longitude E. 47°

Altitude 1310 m

M o i s	P l u v i o m é t r i e												
	Moy.	Année la -			Année la +			E x t r ê m e s					
		arrosée			arrosée			Maxima			Minima		
	Haut.	1947	Nbre	1941	Nbre	Nbre	An-	Nbre	An-	Nbre	An-		
Juillet	7	3	7	12	10	53	12	56	2	6	55		
Août	10	7	12	9	7	22	2	55	1	4	56		
Septembre	11	1	2	7	7	17.4	8	53	0	0	55		
Octobre	46	33	7	69	7	69	7	41	0.2	1	54		
Novembre	145	42	8	80	15	218	12	54	42	8	47		
Décembre	240	189	13	123	14	404	20	55	123	14	41		
Janvier	285	344	23	371	28	433	27	52	104.2	15	53		
Février	229	135	26	561	22	561	22	41	112	15	51		
Mars	221	152	20	396	22	521.7	24	53	111	9	56		
Avril	44	10	9	19	5	71	11	56	10	9	47		
Mai	15	12	11	13	6	18.4	6	54	8	9	56		
Juin	10	9	8	24	5	24	5	41	3	6	55		
Total ..	1263	937	136	1684	148								

M o i s	Durée du jour au 1er de chaque mois	T e m p é r a t u r e s		
		Maxima	Minima	Moyenne
Juillet	10.57	20.0	9.1	14.6
Août	11.13	20.4	8.9	14.7
Septembre	11.41	22.8	10.0	16.4
Octobre	12.13	25.6	11.9	18.8
Novembre	12.45	26.6	14.0	20.3
Décembre	13.08	26.2	15.5	20.9
Janvier	13.12	25.2	15.8	20.5
Février	12.54	26.0	15.4	20.7
Mars	12.26	25.2	15.6	20.4
Avril	11.52	24.4	13.8	19.1
Mai	11.22	22.5	11.6	17.1
Juin	11.01	20.5	10.1	15.3
		23.8	12.6	18.2

## 5°) La pluviométrie

Répartition dans le temps - Il existe deux saisons nettement délimitées. Les tableaux dans les stations comprises dans la zone étudiée ou limitrophe à celle-ci font apparaître une saison sèche d'avril à octobre. La saison des pluies débute en octobre ou novembre par des orages et s'installe définitivement en décembre pour s'arrêter brutalement en avril. Les hauteurs passent à Tananarive de 200/250 mm en mars, à 40/60 mm en avril; la pluviométrie moyenne mensuelle décroît régulièrement de janvier à mars. Le pourcentage des hauteurs d'eau tombée de novembre à mars par rapport à la pluie totale annuelle atteint 87 % à Tananarive.

### Répartition dans l'espace

<u>Stations</u>	<u>Moyenne annuelle de la pluviométrie en mm</u>
Nanisana	1282
Tananarive-Observatoire	1338,6
Tananarive-Tsimbazaza	1368
Evato	1301
Arivonimamo	1412
Mahitsy	1446
Ambohidratrimo	1271,9
Imeritsiatosika	1318,3
Imerimandroso	1298

### Nature et intensité

Ces précipitations sont orageuses ou dépressionnaires. Les pluies orageuses présentent une pointe d'intensité qui n'excède pas en général 20 à 30 minutes. Elles peuvent atteindre en moyenne 80 à 100mm/heure, avec parfois un paroxysme de 200 à 500mm/heure. La période préliminaire d'intensité inférieure à 10 mm/heure est de très courte durée.

Pour les précipitations dépressionnaires, les pluies sont régulières et de longue durée; en 1959, il a plu du mercredi 25 mars à 19 heures au samedi 28 mars à 15 heures, sauf quelques courtes interruptions. Le maximum d'intensité relevé n'a été que de 36 mm/heure pendant quelques minutes.

En raison de la saturation des sols, le coefficient d ruissellement pour le bassin de l'Ikopa a atteint cependant 70 (M. ALDEGHERI - 1964).

6°) Insolation et rayonnement solaire

La durée d'insolation a été mesurée à l'aide d'héliographes Campbell aux stations de Tananarive. Sur les plateaux, on observe que peu de variation pour l'insolation. Les mois à insolation la plus faible sont ceux de Janvier et Février.

Variations de l'insolation en heures (moyenne mensuelle à Tananarive).

Mois :	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
durée :												
insolation :												
Moy. 1941/60 :	180, 5	173, 7	189, 1	226, 7	223, 9	204, 0	206, 4	225, 7	241, 0	260, 1	224, 1	199, 3

Valeur du rayonnement mesuré à Tananarive à l'aide d'un solarimètre KIPP en 1959

Mois :	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Rayonnement global :	519, 7	525, 0	411, 2	491, 4	432, 6	384, 6	365, 0	467, 2	566, 3	584, 2	551, 1	612, 2
Rayonnement diffus :	224, 5	232, 0	218, 3	152, 4	112, 9	118, 5	152, 4	131, 4	136, 5	204, 5	228, 8	197, 5
Rayonnement solaire direct :	295, 4	293, 0	192, 9	339, 0	319, 7	266, 1	212, 6	335, 8	429, 8	379, 7	322, 3	414, 7

### 7°) Hygrométrie

La moyenne annuelle atteint 72 à Arivonimamo, 74 à Ivato. L'humidité relative subit des variations saisonnières. L'humidité maximale varie peu au cours de l'année et atteint 95 %. L'humidité minimale est voisine de 55 % en saison des pluies, elle baisse en saison fraîche et atteint la valeur la plus faible en octobre (40-45 %).

Variation de l'humidité relative au cours de la journée

Stations	7 heures	12 heures	17 heures
Arivonimamo	80 - 90 %	40 - 70 %	42 - 62 %
Ivato	90 %	42 - 62 %	47 - 70 %

L'humidité relative atteint son maximum le matin, son minimum à 12 heures, ce minimum varie suivant la saison.

### 8°) Evapotranspiration

Il existe des formules climatiques pour calculer le bilan hydrique des sols : la formule de Prescott qui tient compte de la température, de l'humidité de l'air s'est révélée la meilleure selon J. RIQUIER.<sup>(1)</sup>

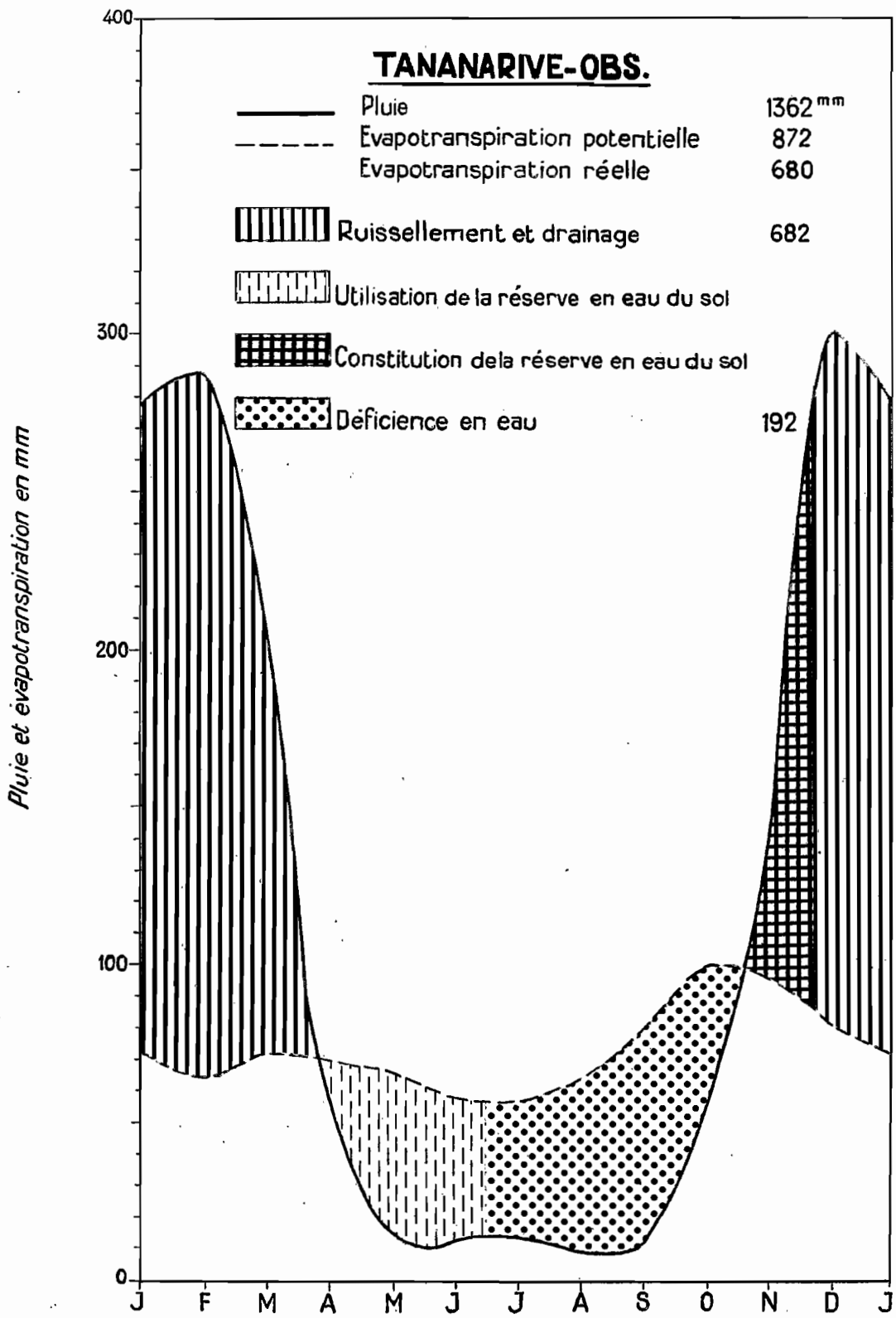
D'autre part, elle ne fait pas intervenir des facteurs difficilement mesurables.

Si EW mesure l'évaporation en mm par mois d'une surface d'eau libre -  $EW = 21 \text{ sd}$  (sd : déficit de saturation)

L'évaporation potentielle (quantité d'eau qui retournerait à l'atmosphère si le sol était toujours bien pourvu).

$$Et = kxEW \quad 0,75$$

(1) RIQUIER (J) 1959 - le bilan hydrique des sols Bull. ac. malg. nouvelle série t XXXVII pp. 17 à 20.



k est un coefficient variable suivant la végétation; nous avons pris  $k = 1,5$  (cas d'une évaporation moyenne, exemple prairie naturelle).

Bilan hydrique : J. RIQUIER<sup>(1)</sup> a adopté le mode de représentation de THORNTHWAITE qui permet de donner une représentation graphique du bilan de l'eau dans le sol. On admet par convention que la réserve moyenne en eau des sols est de 100 mm. Le déficit en eau entre la fin de l'utilisation de la réserve de la saison des pluies et la reconstitution de la réserve à la saison suivante dure du 15 mai au 15 novembre à Tananarive.

Le déficit en eau y atteint 328 mm, le ruissellement et le drainage 536 mm. A Mantasoa (localité située à l'Est de la zone cartographiée), le ruissellement et le drainage atteignent 791 mm. Le déficit en eau n'atteint que 4 mm., la saison sèche est peu marquée du fait de la proximité de la falaise de l'Angavo.

## C - LA VEGETATION

La forêt sclerophile n'est représentée que par des peuplements dispersés de Uapaca bojeri : Euphorbiacée qui résiste bien au feu et qui colonise des sols très érodés, surtout à l'Ouest de la zone étudiée. En association on rencontre localement des Weinmannia (ouunionacée), Agauria salicifolia (Euriacacée).

A la forêt succède directement la pseudo-steppe ou savane ouverte où les espèces buissonnantes sont représentées par des Helichrysum, Senecio, Vernonia, Psiadia.

La forêt dense ombrophile a complètement disparu.

---

(1) RIQUIER (J) 1959 - Le bilan hydrique des sols calculé d'après les données météorologiques courantes - Publ. serv. géol. A 1507.

La pseudo-steppe a été souvent assimilée à la prairie à *Aristida*. Cette dernière formation semble seulement constituer une étape ultime lors de la dégradation des sols par l'érosion. Les principales graminées rencontrées sont : *Aristida rufescens*, *Aristida sinilis*, *Ctenium concinum*, *Trachypogon polymorphus*, *Hyparrhenia rufa*, *Loudetia stipoïdes*, *Loudetia madagascariensis*. L'une de ces espèces est souvent dominante et forme 70 à 80 % du couvert végétal. *Hyparrhenia rufa* se rencontre sur les sols les plus riches. *Loudetia stipoïdes* sur les sols à structure dégradée dans l'Ouest de la zone considérée et sur les "tampoketsa" et leurs abords immédiats où les sols montrent un horizon concrétionné ou cuirassé.

En association, on trouve d'autres Graminées : *Cymbopogon plicatus*, *Sporobolus capensis*, *Eragrostis cilianensis*, *Panicum glanduliferum*, des Cypéracées : *Cyperus compressus*, *Fimbristylis*; des Légumineuses : *Desmodium mauritianum*, *Sarcobotrya* sp. des Apocynacées : *Cantaranthus roseus* (pervenue malgache) ; des Liliacées : *Dipcadi heterocuspa*; des Scrofulariacées : *Sopubia*, *Scoparia dulcis*, etc ....

On note parfois le passage à une brousse éricoïde très ouverte avec apparition de *Vernonia glutinosa*, de *Philippia*, d'*Helichrysum* et de Fougères. Cette formation constitue une savane très ouverte.

Sur les reliefs résiduels, où affleurent des blocs rocheux, la végétation est en général plus diversifiée, à côté des arbustes déjà cités, on peut observer : *Psychotria* sp (Rubiaceae) *Tetradenia fructicosa* (Labiée), *Vernonia polygalifolia* (Composée).

La strate herbacée est représentée par des Labiées : *Coleus* sp., des Graminées *Panicum* sp. *Hyparrhenia hirta*, *Hyparrhenia rufa*, *Trachypogon polymorphus* *Urelytrum madagascariensis*, *Neyraudia madagascariensis*, *Hyparrhenia cymbaria*, des Iridacées : *Gladiolus humberti*, *Dianella* ; des Orchidées : *Cynosorchis angustipetala*; des Melastomacées : *Dichaetanthera crassinodis*. Sur les sols les plus récents on note d'une façon générale une diversification des espèces.



## D - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

### 1°) L'IKOPA

L'Ikopa provient de la jonction de la Varahina Sud et de la Varahina Nord.

Les principaux affluents sont, sur la rive droite : l'Ihadiana; la Mamba; sur la rive gauche : la Sisaony, l'Andromba grossi de la Katsaoka, l'Ombifotsy qui draine le plateau d'Arivoninano.

La superficie du bassin versant de l'Ikopa à Bevomanga atteint 4.247 Km<sup>2</sup>.

La direction générale de l'écoulement est Est, Nord-Ouest, sauf pour la traversée des massifs de l'Ambohimirakitra et de l'Ambohimanoa, où l'écoulement se fait Sud-Nord.

Jusqu'à l'entrée de la plaine de Tananarive (Ambohinambola), la pente moyenne est de 2 o/oo; les chutes d'Antelomita qui totalisent 36 mètres ont été aménagées pour la production hydroélectrique.

Dans la traversée de la plaine de Tananarive, la pente est très faible 1 à 2,5 o/ooo.

De Bevomanga à Farahantsana, l'Ikopa coule sur un lit rocheux marqué par des chutes qui ont fait l'objet d'études en vue de leur aménagement.

Ce projet a été abandonné à cause des risques d'inondation de la plaine de Tananarive, après Farahantsana, le lit longitudinal est coupé de chutes et rapides.

### 2°) LA BETSIBOKA

Au Nord de la zone cartographiée, le Jabo et l'Amparihibe s'écoulent vers le Nord; ils donneront naissance, à leur confluence, à la Betsiboka.

### 3°) Les problèmes des inondations de la plaine de Tananarive

La plaine de Tananarive est le lieu de confluence des eaux de l'Ikopa, de la Sisaony, de l'Andromba et de la Mamba. Ces rivières ont des modules élevées et les hautes eaux se situent en janvier-février. La menace des inondations est quasi-permanente en saison de pluies.

#### a) Cause des inondations :

- Les anciennes digues qui jalonn<sup>aient</sup> le cours de l'Ikopa ne permett<sup>aient</sup> pas d'écouler plus de 350 m<sup>3</sup>/seconde; par suite de l'alluvionnement, le lit se surélève. En 1959, le débit de l'Ikopa a atteint 950 m<sup>3</sup>/seconde.

- Les seuils de Bevomanga à Farahantsana ne permettent que d'écouler 550 m<sup>3</sup>/seconde, et en période de crues, ils s'opposent à l'écoulement normal de l'eau.

- Les crues de la Sisaony qui ont, en général, vingt quatre heures d'avance sur celles de l'Ikopa, forment un barrage hydraulique à la confluence des deux rivières.

- Les travaux d'aménagements (routes, rizières, digue Est d'Itaosy) retardent la décrue.

#### b) Les remèdes

- Le déroctage des seuils a été entrepris en 1914-1918, puis abandonné en raison du coût prohibitif du projet. L'abaissement des seuils favoriserait le drainage des rizières, la récupération des marais. Il convient de ne pas oublier qu'en cas de drainage trop efficace et trop rapide, on risque une dessiccation inévitable des sols organiques ou des horizons organiques enterrés (horizons très fréquents pour les sols des rizières de la plaine de Tananarive). La matière organique hydrophobe peut former une pellicule à la surface des agrégats qui ne se réhumectent plus après dessiccation.

- La construction des réservoirs ou barrages de retenue en amont de la plaine peut permettre un écretage des crues.

Des barrages ont été effectués pour l'irrigation et la production hydroélectrique. Ceux d'Antelomita I et II ont une capacité qui ne dépasse pas 1.650.000 m<sup>3</sup>. Celui de Mantasoa (capacité de 70 millions de m<sup>3</sup>) présente la particularité d'être situé dans la zone de partage des eaux entre le versant Est et le versant Ouest, la digue d'Analavory permet de déverser les eaux sur la Côte Est quand le niveau du Lac atteint la cote 1.385 m.

Le barrage de Tsiazompaniry a une capacité de 225 millions de mètres cube, l'étude d'un déversoir sur la Côte Est est en cours.

D'autres barrages ont été projetés : celui d'Ampanafona sur l'Ikopa et celui d'Andramasina sur la Sisaony.

Les travaux entrepris depuis 1959 pour protéger Tananarive ont porté sur la construction et la surélévation des digues sur la rive droite de l'Ikopa. Des projets à moyen et à long terme sont en cours d'étude.

## GEOGRAPHIE PHYSIQUE ET GEOMORPHOLOGIE

### 1°) Etude des cycles d'érosion

Cette région des Hauts Plateaux est extrêmement accidentée. Les reliefs sont portés par des roches résistantes en particulier les granites filoniens d'orientation N-S ou E-W. Les reliefs dérivés des plus anciens cycles d'érosion sont essentiellement localisés sur les affleurements de roches dures (granites, migmatites granitoïdes), parfois sur des roches facilement décomposables comme le gneiss : lorsque celles-ci sont armées de filons de quartz ou de granite filonien qui s'oppose à l'encaissement du système hydrographique.

Selon F. DIXEY<sup>(1)</sup> et J. de SAINT-OURS, la surface du Crétacé supérieur serait particulièrement développée dans l'Imerina central, c'est à ce cycle qu'il faudrait attribuer le modelé des collines dont l'altitude se situe à 100 ou 160 m au-dessus de la plaine Betsimitatatra. Les auteurs précités reconnaissent d'ailleurs à cette surface un caractère polycyclique.

L'étude des différents cycles d'érosion et de leur emboîtement sur les Hautes terres a depuis fait l'objet de plusieurs études (P. BIROT<sup>(2)</sup> G. HOTTIN<sup>(3)</sup> R. BATTISTINI<sup>(4)</sup>).

---

(1) DIXEY (F) 1960 - The geology and geomorphology of Madagascar and a comparaison with Eastern Africa Quaterly journal of geological Society of London - vol. CX VI pp. 225-268.

(2) BIROT (P) 1963 - Contribution à l'étude morphologique des "plateaux" du centre de Madagascar. Madagascar revue de géographie n° 3 pp. 1 à 39.

(3) HOTTIN (G) 1961 - Recherches des bauxites sur les tampoquets de la région centrale Tr. bur. géol. n° 104 26 p.

(4) BATTISTINI (R) - Les problèmes morphologiques du Vakinankaratra Madagascar revue de géographie n° 5 p. 64-69.

Nous avons nous-mêmes, en collaboration avec M. PETIT, fait une étude des surfaces d'aplanissement avec un essai de cartographie (1). La plupart des auteurs admettent maintenant l'existence de trois cycles d'érosion.

- Le cycle I ou surface fondamentale

La surface fondamentale est représentée par le niveau des "tampoketsa" qui se caractérise par leur platitude et leur aspect massif de haut-plateau. Le "tampoketsa" d'Ankazobe, situé au Nord-ouest de la zone cartographiée a une structure générale qui évoque celle d'une cuvette synclinale ; les bordures granitiques forment des murailles résistantes à l'érosion. Au Sud-Est, le plateau de la Sahanivotra correspond à une forme de rajeunissement lent de ce haut niveau; l'altitude s'y élève jusqu'à 1.800-1.850 m.

Il faudrait donc admettre que la surface des "tampoketsa" se trouvait dans la région de Tananarive à une altitude supérieure à 1.600 m.

P. BIROT admet même qu'elle se situait au-dessus de 1.800 m. Cette ancienne surface a été détruite par l'érosion.

G. HOTTIN a observé dans la région du Kamoro et d'Analamaitso que cette surface recoupait à la fois le substratum cristallin, des grès arkosiques riches en bois silicifiés, et des basaltes interstratifiés. Ces dépôts sédimentaires rappelant les dépôts crétacés de la Côte Est, il faudrait attribuer au maximum un âge crétacé terminal à cette surface fondamentale.

---

(1) BOURGEAT (F), PETIT (M) - Contribution à l'étude des surfaces d'aplanissement sur les hautes terres centrales malgaches à paraître.

- Le niveau intermédiaire

A l'Ouest de la région étudiée, ce niveau est représenté dans la région de Miarinarivo par des croupes plates dont l'altitude est voisine de 1.450 m. On observe un décalage altimétrique sensible par rapport au "tampoketsa"; à l'Est la surface de Manankavaly, de Mantasoa (située en dehors de la zone étudiée) représente des témoins plus ou moins rajeunis de ce même niveau ; l'altitude reste comprise entre 1.450 et 1.500 m.

Comme pour le niveau I cet aplanissement n'est pas localisé aux affleurements de roches tendres, il peut tronquer des granites, des gneiss et des migmatites; cependant, les reliefs résiduels y sont plus marqués. Le rajeunissement lent de ce niveau d'érosion est général, notons cependant dans la région de Talata-Volonondry un témoin bien conservé. Les reliefs dérivés <sup>dans</sup> le massif gneissique (Sud-Est de Tananarive) porte des sols rajeunis. L'érosion sous forme de "lavaka" y est très commune; la zone de départ rose limoneuse, micacée, est très épaisse et peut dépasser une vingtaine de mètres. Les reliefs dérivés portés par des roches granitiques ont une zone de départ sableuse de couleur plus blanche, l'érosion y est aussi très intense mais essentiellement sous forme de ravins.

- Le niveau inférieur

Il est essentiellement localisé aux affleurements de roches tendres (gneiss et migmatites). Cependant, dans la région d'Ilafy, il nivelle les charnockites à une altitude de 1.350 m.

Les principaux témoins de ce cycle d'érosion se situe à l'Est d'Ambatofotsy (entre le bassin versant de l'Ikopa et de la Sisaony), sur la route de Tamatave après Ambohimangakely, à Carion il nivelle des granites vers 1.400 m.

Il n'y a pas d'aplanissement général, mais évolution lente d'unités indépendantes à l'amont des seuils rocheux.

Les témoins du cycle III les mieux conservés se trouvent toujours en position de partage des eaux. Ailleurs, une reprise cyclique quaternaire a provoqué une première dissection du relief et on note fréquemment un système d'épaulement qui surmonte les vallées actuelles; les versants de raccord avec ces épaulements sont bien équilibrés. C'est à cet épicycle quaternaire que l'on doit la série de buttes qui émergent de la plaine Betsinitatatra. Localement on peut même observer de niveaux locaux d'aplanissement comme celui de la région d'Ivato à 1280 m.

Des alluvions anciennes contemporaines de cet épicycle se rencontrent fréquemment dans la zone étudiée; les principaux sites où nous les avons observées sont les suivants : Ivato (sortie de l'Aérodrome), Soavinimerina (région de Mahitsy), PK 23 de la route d'Arivonimamo, carrière au Sud de Tanjombato, région d'Am pangabe et de Fabaretana. Ces alluvions se présentent sous forme de lits argileux blancs bariolés, alternant avec des lits sableux gris; on note fréquemment la présence de galets de quartz roulés au contact du socle cristallin en place.

En dehors de la plaine on observe un encaissement brusque du système hydrographique et une reprise de l'érosion correspondant à une phase quaternaire plus récente. Les vallées présentent des profils évasés, les interfluves ont une forme convexe très marquée. Le modelé apparaît sous forme de coupes arrondies plus ou moins découpées en lanières dont les altitudes concordantes se situent entre 1.250 et 1.400 m.

Dans la région située en amont de Farahantsana, la conservation des niveaux locaux d'aplanissement et des témoins d'alluvions anciennes est liée à l'existence d'un seuil rocheux qui bloque la remontée de l'érosion le long de l'Ikopa. Dans cette

zone les sols sont <sup>les</sup> plus profonds et très destructurés, on y observe des sols "jaune ou beige-sur-rouge" liés aux affleurements de roches riches en quartz, sur roches mesocrates les sols ont une teinte plus rouge.

Dans les zones soumises à un rajeunissement lent, on observe des sols ferrallitiques typiques en association avec des sols rajeunis.

## 2°) Les formes d'érosion

Le coefficient de F. FOURNIER (1)  $F = \frac{M^2}{P}$

(M : précipitation du mois de pluviosité maximum

P : précipitation moyenne annuelle ) donne une indication sur la "personnalité" érosive du climat. A Tananarive  $F = 132$ , le pouvoir érosif de la pluie est élevé.

### L'érosion en nappe

La destruction de la forêt a provoqué une érosion en nappe importante entraînant la disparition de l'horizon humifère neuble. Il convient de noter qu'après une phase d'érosion active les anciens horizons d'accumulation relative mis en surface ont tendance à se compacter et à durcir. Ces horizons compacts constituent un frein pour l'érosion; on observe même sous pseudo-steppe une érosion faible tant que le sol n'est pas cultivé. Ce fait a été confirmé par les mesures de perte en terre sur parcelles d'érosion faites par le CTFT (SOUCHIER (B) (2) :

---

( 1 ) FOURNIER (F) 1959 - Climat et érosion. La relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques. Presses Univ. France Paris 201 p.

(2) SOUCHIER (B) 1961 - Parcelles de mesure, résultat de la campagne 59-60 - Lac alaotra, Tananarive - CTFT - Doc roneo 49 p.



ces pertes annuelles sont comprises à Tananarive entre 0,016 et 0,20 T/ha sur des pentes de 8 à 12%, ce qui correspond à un décalage d'une tranche de sol d'environ 1/1000 de mm.

### Les "lavaka"

Cette forme d'érosion a été étudiée par BRENON (1), J. RIQUIER (2), G. ROUGERIE (3).

Le processus envisagé par J. RIQUIER pour expliquer la formation de cette forme spectaculaire de l'érosion nous paraît le mieux correspondre à la réalité. L'eau de ruissellement canalisée par des sentiers ou des passages préférentiels décape l'ancien horizon d'accumulation relative et atteint la zone de départ plus meuble; il y a affouillement en profondeur; l'enlèvement de l'horizon compact de surface se fait par effondrement sous forme de prismes plus ou moins hexagonaux, ceux-ci se trouvant à un moment donné en porte à faux. Notons qu'un glissement de terrain le long d'un versant accusé peut mettre à nu la zone de départ et occasionner l'installation d'un "lavaka". Comme le note J. RIQUIER, les rivières peuvent entailler une colline et affouiller, dans un méandre convexe, la zone d'altération des roches, il se produit alors un "lavaka" qui, en coupe, a une forme semi-circulaire. Le point de départ des "lavaka" se fait

- 
- (1) BRENON (P) 1952 - Contribution à l'étude pétrographique et géologique des cuvettes de l'Antsihamaka et de l'Antanosinboangy. Thèse Nancy 1952 - Première partie fasc. II pp. 222-234.
- (2) RIQUIER (J) 1954 - Etude sur le "lavaka" Mem. IRSM - Série D tome VI pp. 169-189.
- (3) ROUGERIE (G) 1965 - les "lavaka" dans l'évolution des versants à Madagascar - bull. ass. géogr. Mars-avril 1965 pp 15 - 28

en bas de versant lorsque leur origine est due à l'affouillement d'une rivière. Dans les autres cas, les "lavaka" se forment au point de raccord convexe-concave du versant, c'est-à-dire dans la zone où l'eau de ruissellement a une vitesse maximale.

Si l'on envisage la répartition géographique des "lavaka" on note que ceux-ci ont leur maximum d'extension dans les affleurements de roches cristallines facilement décomposables : gneiss et migmatites. Leur généralisation est liée à un abaissement important du niveau de base de la région; cet abaissement pouvant être dû au creusement des rivières (Ikopa, Betsiboka) ou à l'intervention de failles.

L'homme a souvent été rendu responsable de la formation des "lavaka". Nous avons montré avec M. PETIT <sup>(1)</sup> qu'il existe des générations de "lavaka" les plus anciens sont situés à la limite des surfaces locales d'aplanissement et des reliefs résiduels, leur forme est émoussée et ils apparaissent comme des niches plus ou moins coalescentes. Dans certaines zones privilégiées le matériel issu des "lavaka" a formé des "terrasses" correspondant à des cones de déjection (alluvionnement latéral où le triage transversal des éléments suivant leur taille est très mal réalisé). Les sols qui se sont développés sur ce matériau sont évolués : sol jaune ferrallitique où l'on observe quelques micas à partir de un mètre.

Sous colluvionnement, nous avons observé dans le bassin versant de la Tafaina (PETIT-BOURGÉAT <sup>(2)</sup>), un horizon organique fossile qui marque la limite supérieure de cet alluvionnement. La

---

(1) PETIT (M) BOURGÉAT (F) 1965 - les "lavaka" malgaches : un agent naturel de l'évolution des versants - bull. ass. geog. fr. mars-avril 1965 pp. 29 33

(2) PETIT (M) BOURGÉAT (F) 1966 - Etude morphologique du bassin versant de la Tafaina - CR Serv.Géol. 1965 pp. 10-12.

datation au C<sup>14</sup> réalisée grâce à l'obligeance de Mme DELIBRIAS (Laboratoire radioisotope, Gif sur Yvette) a donné un âge de 11580 plus ou moins 400 ans. Il est donc certain que des "lavaka" se sont formés à Madagascar avant l'apparition de l'homme et nous pouvons conclure qu'il s'agit d'un agent naturel d'évolution des versants.

On admet actuellement qu'il y a eu des variations climatiques quaternaires à Madagascar. A certaines périodes, il y a eu une accentuation de la saison sèche (en durée et en intensité) et éventuellement une régression de la végétation forestière : Ces périodes auraient été favorables à la formation des "lavaka" qui ne s'observent pas de nos jours sous couvert forestier.

L'homme, en détruisant la forêt et en pratiquant des feux de brousse répétés a réduit le couvert végétal à une pseudo-steppe clairsemée; à l'écoulement en nappe le long des versants, succède un écoulement le long des ravines, le processus de formation de "lavaka" s'en trouve favorisé.

L'homme intervient pour favoriser ce processus naturel d'évolution des versants; la généralisation actuelle de cette forme d'érosion a certainement une origine anthropique.

### 3°) Le problème des "stones-lines"

Nous avons distingué avec M. PETIT, deux sortes de "stones-lines" (BOURGEAT-PETIT<sup>(1)</sup>) 1966 : les "stones-lines" de versant et les "stones-lines" sur niveaux locaux d'aplanissement.

En ce qui concerne les premières nous admettons que le matériel grossier s'est mis en place au cours d'une phase sèche

---

(1) BOURGEAT-PETIT) 1966 - Les "stones-lines" et les terrasses  
F M alluviales des hautes terres malgaches. Cahier  
ORSTOM - série Pédologie IV - 2, 1966.

qui favorise l'érosion, c'est un processus visible de nos jours dans les régions à relief accusé. La mise en place du matériel fin de recouvrement proviendrait d'un colluvionnement local, celui-ci se produisant pendant une phase à saison sèche moins marquée (peut-être sous végétation forestière) sous forme de "creep".

Les sols où l'on observe des "stone-lines" seraient donc des sols remaniés. Nous n'avons pas cru bon de retenir ce critère pour la classification des sols. Dans la zone considérée, le matériau grossier de la "stone-line" est uniquement composé de quartz aux angles émoussés, lorsqu'on n'observe pas de filon de quartz dans la roche-mère, la "stone-line" n'apparaît pas; on ne peut pas pour autant conclure que la partie supérieure du profil n'a pas subi de remaniement. On observe souvent sur le terrain une juxtaposition des sols remaniés et de sols en place; et à l'échelle de notre cartographie la distinction entre sols remaniés et sols en place n'a pu être de ce fait retenue.

#### 4°) Le colluvionnement

Au pied de certains reliefs résiduels, l'importance du colluvionnement ne peut être minimisée. Dans le bassin versant de la Tafaina, nous avons observé au Sud d'Ankofika, un colluvium qui atteint une épaisseur de trois mètres, il recouvre une terrasse alluviale ancienne et fossilise un ancien sol tourbeux.

Dans la zone située au Sud-Est de Fieferana, le fond d'anciens thalwegs, d'anciens "lavaka" ou d'anciennes loupes de glissement est colmaté par des formations colluviales parfois riches en quartz.

Sur la route d'Ivato avant l'arrivée à l'aérodrome, les alluvions anciennes viennent se plaquer sur le cristallin en place, elles disparaissent sous des colluvions qui atteignent une épaisseur de 1 à 2 mètres.

A l'échelle que nous avons adoptée pour notre cartographie, nous n'avons pas pu faire figurer sur la carte les sols colluviaux, ceux-ci présentent cependant un potentiel de fertilité intéressant en raison de leur haute teneur en matière organique et l'alimentation en eau au cours de l'année y est mieux assurée.

#### 5°) La plaine de Tananarive ou plaine de Betsimitatatra

##### Son origine - Importance de l'érosion

La configuration de la plaine de Tananarive, vaste hémicycle localisé, à ses roches tendres fait penser que l'érosion a joué un rôle prédominant dans son élaboration.

Un cycle d'érosion (vraisemblablement quaternaire ancien) a largement affouillé les terrains gneissiques, dégageant des affleurements rectilignes et successifs de granites migmatitiques.

Nulle part, à l'intérieur de la plaine, l'existence de failles n'a été prouvée, leur intervention avait été cependant envisagée par la plupart des géologues pour expliquer l'origine de cette plaine (NOIZET 1964-1966)<sup>(1,2)</sup>.

Les alignements des basses collines qui délimitent la plaine peuvent très bien correspondre à un niveau d'érosion.

Le réseau hydrographique ne semble pas lié à des accidents techniques qui seraient relativement récents et dont on

---

(1)(2) - NOIZET (G) 1965 - La plaine de Tananarive : site géologique et problème d'assainissement, communication à l'académie malgache du 18 Février 1965.

- communication à la semaine géologique 1966 (en cours d'impression).

ne retrouve aucune trace : tout escarpement ayant disparu :  
"Les seuls escarpements topographiques sont étroitement liés  
à la structure isoclinale différenciée qui a permis une action  
profonde de l'érosion différentielle" comme nous l'avons déjà  
signalé avec M. PETIT.

#### Etude du remblaiement - Existence d'un lit ancien

Le remblaiement peut atteindre une vingtaine de mètres  
et sa base se trouve située au-dessous du seuil rocheux qui  
barre la plaine à l'aval (le premier affleurement quartzitique  
à la sortie de la plaine a une altitude de 1240 m).

Nous avons déjà signalé que de nombreux témoins d'allu-  
vions anciennes se rencontrent à l'intérieur de la plaine; ces  
témoins, très souvent, disparaissent sous un important colluvion-  
nement. Il est possible qu'un ancien lit situé en dessous du  
seuil actuel existe dans la région du seuil de Farahantsana. La  
région a été prospectée en détail et rien ne vient confirmer  
cette hypothèse. En raison de la "fossilisation" possible des  
alluvions anciennes, des sondages seraient nécessaires pour le-  
ver d'une façon absolue l'indétermination. Il faut d'autre part,  
noter qu'on ne peut pas déterminer avec certitude l'épaisseur  
du colmatage alluvial. Les rendements des carottages atteignent  
rarement 50 %. On risque dans ces conditions d'intégrer dans  
l'épaisseur déterminée une part notable de zone d'altération en  
place surmontant le bedrock.

#### Existence possible d'une faille S-N dans la région d'Imeritsiatosika

Enfin on ne doit pas exclure la possibilité d'une sub-  
sidence ou d'un effondrement à l'ouest "d'Antambolo-Imeritsia-  
tosika". On observe à l'Est de cette ligne des sols profonds  
appauvris et nombreux témoins d'alluvions anciennes. D'autre  
part, il y a un décalage altimétrique d'une quarantaine de mè-

tres entre le niveau d'aplanissement situé au Sud-Est d'Imerintsiatosika et le niveau d'aplanissement situé au Nord-Ouest.

Cette tectonique serait à mettre en relation avec l'alignement de la faille de la Manandona dans la région d'Antsirabe et son prolongement par la zone faitière du massif de l'Ankaratra.

PHENOMENES PEDOLOGIQUES PRINCIPAUX

A - INFLUENCE DU CLIMAT

1°) Le climat actuel de la pédogénèse

Le climat joue un rôle essentiel dans la ferrallitisation et la rubéfaction. Les indices climatiques qui combinent les données météorologiques en essayant d'assigner à chaque élément précipitation, évaporation, température, un rôle important sont intéressants à considérer pour définir la pédogénèse actuelle.

Les rapports P/T définis par LANG (P : pluviométrie moyenne annuelle - T : température moyenne annuelle) pour les stations climatiques situées dans la zone cartographiée ou qui leur sont limitrophes sont les suivants :

Mantasoa	: 92,8
Nanisana	: 70
Tananarive-Observatoire	: 72,3
Tananarive-Tsinbazaza	: 72,3
Ivato	: 73,2
Arivoninamo	: 72

Si l'on excepte la station de Mantasoa où la pluviométrie est plus élevée en raison de la proximité de la falaise de l'Angavo, l'indice de LANG varie entre 70 et 80.

L'indice de MEYER défini par le rapport entre les précipitations annuelles en mm et le déficit de saturation de l'atmosphère, atteint à Tananarive 308, à Mantasoa 509.



Les pédologues admettent qu'à Madagascar, la ferrallitisation se produit pour un rapport P/T 60. Pour MOUREAUX et TERCINIER (1), un indice de MEYER compris entre 100 et 200 est l'indice de ferrallitisation faible. En fait, les analyses et observations se rapportent à de vieux sols qui ont pu évoluer sous des végétations et des climats différents, il serait plus exact de dire qu'entre certaines limites climatiques, les sols ont des caractères bien déterminées.

## 2°) Influence du climat ancien

Les climats anciens jouent souvent un rôle prépondérant sur l'évolution des sols.

Pendant longtemps les pédologues et en particulier J. RIQUIER, admettaient que les variations climatiques récentes étaient peu marquées à Madagascar. "Les sols étant en harmonie avec le climat actuel".

On admettait que l'intensité de la ferrallitisation caractérisée par le rapport  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$  suivait les limites climatiques actuelles. En fait dans la zone considérée, le rapport subit des variations qui ne peuvent être mises en corrélation avec des variations du climat actuel.

Les sols rajeunis ont des rapports  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$  voisin de 1,2 alors que pour les sols modaux situés sur le pourtour de la plaine, le rapport  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$  descend jusqu'à 0,6-0,8.

Nous savons par ailleurs (MILLOT 1966 (2)) que le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ne peut être considéré comme une critère de l'intensité de la ferrallitisation.

---

(1) MOUREAUX (C1) et TERCINIER 1953 - Carte des valeurs du coefficient de MEYER à Madagascar - Mém. IRSM, série D T VII pp 225 - 241.

(2) MILLOT (G) - Géologie des argiles  
MASSON & Cie Edit. pp. 152-153.

Nous pensons pouvoir dans un proche avenir mieux préciser ces variations climatiques anciennes qui ont modifié, intensifié ou ralenti l'évolution des sols. L'existence de périodes displuviales (où la saison sèche est très marquée en durée et en intensité) est favorable à l'érosion et la troncature des sols; l'existence de période isopluviale, à saison sèche peu marquée, est favorable à l'altération et à la pédogénèse intense.

Il est à noter que dans les sols les plus récents les minéraux primaires notamment les micas remontent presque jusqu' en surface, le rapport  $\frac{\text{limon}}{\text{argile}}$  est élevé. Sur les roches pauvres en quartz, la structure est mieux développée, le degré de structuration est élevé; on observe fréquemment des faces luisantes à la surface des agrégats.

#### B - INFLUENCE DE LA VEGETATION

Nous avons vu que la zone cartographiée est essentiellement le domaine de la prairie ou pseudo-steppe à Aristida. La forêt connaît une certaine extension dans la feuille de Manjakan-driana dont la publication doit se faire dans un proche avenir. Pour l'interprétation de certains sols, il ne nous semble pas nécessaire de rappeler les profils que l'on peut observer sous végétation forestière, ceux-ci ayant déjà été décrits par ERHART et J. HERVIEU.

A l'Est de la zone étudiée, sous forêt, la teneur élevée en matière organique de l'horizon de surface s'explique par l'abondance du sous-bois, il n'existe que très peu de forêt primaire à Madagascar. On observe des sols rouges sur les roches les plus riches en bases (gabbros, dykes à faciès diabasique) Les sols sont jaune sur rouge sur roches acides. Cet horizon jaune lié à une végétation forestière a suscité l'hypothèse d'un rôle

joué par l'humus forestier dans cette décoloration. Cette hypothèse n'a, jusqu'à présent pas été vérifiée d'une façon satisfaisante. Le plus souvent l'horizon jaune est séparé de l'horizon rouge sous-jacent par une stone-line, cette superposition est bien visible dans les "lavaka". Le développement de l'horizon jaune pourrait être dû à une ancienne végétation forestière actuellement disparue.

Sous prairie, l'horizon humifère est peu marqué mais la matière organique est bien répartie dans l'horizon supérieur. Sous couverture dense, l'horizon organique de surface a une structure grumeleuse; on peut observer :

- des sols brun-rouge sur roches basiques (gabbros, basalte)
- des sols rouge sur gneiss, migmatite à amphibole
- des sols rose à rouge sur roches plus ou moins leucocrates, (gneiss, granite).

Sur certaines surfaces d'aplanissement et, sur roches plus ou moins acides (gneiss, migmatites) on observe des sols jaunes sur rouge avec un passage graduel d'un horizon à l'autre.

#### C - INFLUENCE DU DRAINAGE

Les sols à drainage actuel ou passé déficient ont souvent des teintes jaunâtres, on observe dans le profil des taches ou concrétions ferrugineuses. Ces sols ont une extension limitée. (Anbohibao, PK 23, route d'Arivonimano).

#### D - PHENOMENES DE LESSIVAGE

Le fer est souvent lessivé sous "savoka" à Philipina (région de Mantasoa). Notons la difficulté à observer des phénomènes de lessivage pour l'argile et le fer sur des sols formés sur matériaux le plus souvent remaniés. Dans la zone considérée les formations végétales denses à base de *Philippia* sont ~~inexistantes~~ et l'on<sup>n'</sup> observe pas de lessivage.

## E - INFLUENCE DE LA ROCHE-MERE

La ferrallitisation a pu se produire sur des roches très acides mais le phénomène est plus poussé sur les roches basiques. Sur les Hauts Plateaux, les sols développés sur granite, gneiss, à biotite sont le plus souvent faiblement ferrallitiques. Ceux développés sur basaltes sont fortement ferrallitiques, le rapport  $\text{SiO}^2/\text{Al}^2\text{O}_3$  pouvant atteindre 0,5 - 0,7.

### LES SOLS JEUNES SUR CRISTALLIN

Les vrais sols jeunes seraient ceux qui sont développés récemment sur une roche-mère en place et dans les conditions climatiques actuelles, nous ne connaissons pas de tel type de sol. Sur socle cristallin, lorsqu'il se forme des sols sur la zone de départ blanche, le sol est le plus souvent remanié et la zone de départ a subi un lessivage en base et une ferrallitisation très poussée. Les zones de départ blanches sableuses ont souvent un rapport  $\text{SiO}^2/\text{Al}^2\text{O}_3$  très bas en raison de leur perméabilité qui favorise le lessivage des éléments solubles.

Souvent on observe des roches ou blocs rocheux dans le profil de certains sols, <sup>il</sup> est très difficile de dire si le sol, qui enveloppe ces blocs, s'est formé à partir de ceux-ci ou s'il est antérieur à leur mise en place et remanié. Les analyses effectuées sur des échantillons prélevés à des distances de plus en plus grandes du centre de la roche doivent être interprétées avec beaucoup de prudence.

Lorsque la roche a été récemment mise à nue (reliefs résiduels), sa position topographique l'expose à une érosion intense et sous le climat actuel les phénomènes d'érosion semblent l'emporter sur ceux de pédogénèse.

ETUDE DES SOLS

- Classification

- Etude des types principaux

- Les Unités Cartographiques

—

C L A S S I F I C A T I O N

Nous avons adopté la classification française de G. AUBERT (1,2). Le relief accusé à Madagascar a provoqué dans le passé une érosion intense des sols et leur rajeunissement. Nous avons déjà noté l'influence de l'érosion sur l'évolution des sols ferrallitiques lors de la prospection de la feuille d'Ambilobe au 1/200.000e (3).

La classification que nous proposons pour les sols ferrallitiques est essentiellement basée sur les phénomènes de rajeunissement des sols, elle s'intègre dans le projet de classification des sols ferrallitiques récemment proposé par G. AUBERT et P. SEGALEN (4). Elle est assez différente de celle que nous avons adopté avec J. RIQUIER en 1964 (5).

La plupart des sols mêmes récents se sont développés sur un matériau fortement lessivé. La troncature des sols n'ayant pas atteint la roche-mère, il en résulte que les sols ferrallitiques de la zone considérée appartiennent essentiellement à la sous-classe fortement désaturée.

- 
- (1) AUBERT (G) 1964 - La classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride - Sols africains IX, 1 pp. 97-106.
  - (2) AUBERT (G) 1965 - Classification des sols - Tableaux des classes - sous-classes, groupes et sous-groupes des sols utilisés par la section de Pédologie de l'ORSTOM 1965 - cahier pédologie vol. III, fasc. 3, p. 269 - 288.
  - (3) VIEILLEFON (J) BOURGEAT (F) 1965 - Notice explicative - cart péd. rec. au 1/200.000e, feuille Ambilobe - Pub. ORSTOM Centre Tananarive p. 18.
  - (4) AUBERT (G) SEGALEN (P) 1967 - Projet de classification des sols ferrallitiques - cah. ORSTOM, ser. Pédol. Vol IV, n° 4, 1966 pp. 97-112.
  - (5) RIQUIER (J) BOURGEAT (F) - Définitions et classification des sols ferrallitiques de Madagascar - Communication colloque UNESCO Tananarive 1964.  
RIQUIER (J) BOURGEAT (F) - Histoire des sols ferrallitiques de Madagascar - Communication colloque UNESCO Tananarive 1964.

Les sols développés sur roche-mère acide non profondément décomposée ont des taux de saturation compris entre 40 et 50 %, le PH est compris entre 5 et 6, les éléments échangeables atteignent 1,5 à 3 me. Nous les avons donc rangé dans la sous-classe des sols moyennement désaturés.

Pour la définition des familles nous avons distingué :

- Les sols formés sur roches basiques (ankaratrite)
- Les sols formés sur roches plus <sup>ou moins</sup> acides profondément décomposées, il s'agit de roches facilement altérables (gneiss migmatite éventuellement migmatite granitoïde) Ces roches mères peuvent être assez riches en minéraux ferro-magnésiens et en nicas .

- Les sols formés sur roches acides riches en quartz; des affleurements de roches apparaissent le long des versants ou dans les thalwegs. Ces roches (migmatite granitoïde, granite migmatitique, granite) sont le plus souvent leucocrates pauvres en nicas et minéraux ferro-magnésiens.

- Les sols formés sur roches acides riches en quartz non profondément décomposées.

La roche-mère correspond à des granites ou des granites migmatitiques le plus souvent leucocrates. Le sol est peu profond très riche en limon et en minéraux primaires, la zone de départ blanchâtre est sablo-limoneuse.

Nous pouvons résumer dans le schéma suivant la classification adoptée :

- I - CLASSE I : LES SOLS A MINERAUX BRUTS

sous-classe d'origine non climatique  
groupe des sols bruts d'érosion : lithosols

- II - CLASSE VI ; Sols à mull

sous-classe sols à mull des pays tropicaux  
sols bruns tropicaux sur ankaratrite

- III - CLASSE IX : LES SOLS FERRALLITIQUES

III a - sous-classe des sols fortement désaturés

A Groupe typique

1°) sous-groupe induré

sols rouges cuirassés

2°) sous-groupe modal

a/ famille sur roches basiques

sols "rouges à brun rouge"

b/ famille sur roches plus ou moins acides  
profondément décomposées

b<sub>1</sub>) sols "jaune sur rouge"

b<sub>2</sub>) sols rouges (série Ivatp)

c/ famille sur roches acides riches en quartz

c<sub>1</sub>) sols "jaune sur rouge" —

c<sub>2</sub>) sols "beige-rouge" —

d/ famille sur alluvions anciennes

les sols jaunes

B Groupe des sols appauvris

1°) famille sur roches plus ou moins acides pro-  
fondément décomposées

sols "ocre beige à jaune sur rouge" —



- 2°) famille sur roches acides riches en quartz  
a/ sols "ocre beige à jaune sur rouge"  
b/ sols "jaune sur rouge"

C Groupe des sols rajeunis

- 1°) famille sur roches<sup>+</sup>-acides profondément décomposées  
a/ les sols "jaune sur rouge"  
b/ les sols rouges  
c/ les sols "beige-rouge"  
2°) famille sur roches riches en quartz  
a/ sols beige-rouge"  
b/ sols ocre-beige"

D Groupe des sols pénévlués

- 1°) famille sur roches plus ou moins acides profondément décomposées  
a/ les sols "beige à rouge"  
b/ les sols "ocre-jaune"

III b - sous-classe des sols moyennement désaturés

Groupe des sols pénévlués

fanille sur roches riches en quartz (non profondément décomposées)

- a/ sols "beige-rouge"

- IV - CLASSE X : LES SOLS HYDROMORPHES

- 1°) Sous-classe des sols hydromorphes organiques  
sols tourbeux oligotrophes  
2°) Sous-classe des sols hydromorphes moyennement organiques  
sols humiques à gley.

- 3°) Sous-classe des sols hydromorphes minéraux
- a/ sols à gley et pseudogley indifférenciés
  - b/ sols à pseudogley.
-

ETUDE DES TYPES PRINCIPAUX

I - CLASSE DES SOLS A MINERAUX BRUTS

- Sous-classe d'origine non climatique

- Groupe : Sols bruts d'érosion

lithosols

Localisation : Ces sols sont situés sur les reliefs dérivés de la surface II. On observe des dômes ou des affleurements plus limités sous forme de boules; les sols se sont formés <sup>sur</sup> les roches difficilement décomposables (granite, granite nignatitique).

Caractères : Sols peu profonds à profil (A) C

Morphologie : Profil TC 34 observé au Nord d'Ambohimangakely sous végétation très variée : Fougères (Pteris), Graminées (Hyparrhénia, Heteropogon), Composées (Erigeron sp).

Replat au sommet d'une dalle :

0 à 10 cm : Horizon gris organique devenant blanchâtre en séchant, sableux, particulière, très bon enracinement. La matière organique est bien liée à la matière minérale, et bien décomposée.

à 10 cm : Roche résistante : migmatite granitoïde non marquée; cette roche est très riche en quartz, et en micas.

Propriétés physico-chimiques :

Les éléments échangeables n'atteignent que 0,6 me, le taux de saturation est de 20 %. Le pH faiblement acide est voisin de 6.

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  est de 1,7.

Les éléments totaux sont abondants, ils atteignent 34 me %, ces sols sont riches en calcium, magnésium, potassium.

La matière organique atteint 4% et le rapport C/N voisin de 10 indique une bonne minéralisation de la matière organique. Il y a lieu de noter que cette minéralisation de la matière organique est essentiellement conditionnée par le drainage. Dans certaines dépressions observées sur dômes, il se développe un sol ayant des caractères tourbeux, notamment dans la partie Est de la zone étudiée.

Aptitude culturale

Ces sols doivent être conservés sous couvert naturel; il faut éviter les feux de brousse qui entraîneraient une érosion de l'horizon sableux superficiel et l'ensablement des rizières situées en contre-bas.

II - CLASSE VI : SOLS A MULL

- Sous-classe des sols à mull tropicaux
- Sol brun tropical sur ankaratrite

Localisation : Ces sols sont formés sur ankaratrite qui donnent des cônes volcaniques plus ou moins démantelés. Situés sur des pentes fortes (30 à 50 %) ils sont soumis à une érosion intense.

Caractères : Sols peu profonds à profil (A) C

Morphologie: Profil TB 5 observé au Sud d'Arivonimamo, sous culture de maïs avec comme adventices Hyparrhenia rufa quelques Helichrysum.

0 - 20 cm : Horizon brun à brun rouge argileux. Structure grumeleuse faiblement polyédrique en profondeur, degré structuration moyen à faible, porosité élevée, cohésion moyenne, très bon enracinement. Faible densité. On observe dans cet horizon de nombreux morceaux de roches peu altérés.

à partir de 20 cm : roche saine.

#### Propriétés physico-chimiques

Ces sols sont riches en limon (27,5 % de limon 46 % d'argile).

La capacité d'échange du complexe atteint 13,5 me % bien que la teneur en matière organique soit faible (0,75%) en raison de l'érosion très accentuée.

Les éléments échangeables sont abondants :

4,3 me  $\text{Ca}^{++}$  % 2,4 me  $\text{Mg}^{++}$  %. Le potassium est cependant déficient 0,10 me K + %.

Le taux de saturation atteint 51% et le pH est compris entre 5,5 et 6.

Le rapport  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$  est de 0,8. Ce rapport est toujours faible sur roches basiques. La présence d'allophanes est presque certaine.

## Aptitude culturale

Ces sols sont très fertiles, ils ne représentent qu'une très faible superficie, ils sont trop sujets à l'érosion et leur mise en valeur ne devrait pas être envisagée. Des reboisements sont à conseiller.

CLASSE VII : LES SOLS FERRALLITIQUES

Les sols ferrallitiques de la région de Tananarive ont fait l'objet de quelques études locales en particulier de J. RIQUIER (1-2).

II a - Sous-classe des sols fortement désaturés

A - Groupe typique

1°) sous-groupe induré

Localisation : La formation des cuirasses est assez limitée dans la zone étudiée. On trouve cependant des cuirasses cavernueuses ou pisolithiques d'extension réduite sous les coulées d'Ankaratrite; des cuirasses cavernueuses ou scoriacées de bas de pente sur roches acides.

Le dépôt d'alluvions anciennes sur cristallin a favorisé le développement de cuirasses discontinues au contact des deux formations géologiques

L'inventaire des zones où l'on observe des indurations riches en fer se heurte à des difficultés du fait de leur faible extension. Nous avons reporté sur la carte au 1/100.000 les principaux sites où nous avons observé ces formations.

- 
- (1) RIQUIER (J) 1953 - Résultats d'analyses concernant les sols de la ferme de Faharetana (Mém. IRSM, série D tome V).
- (2) BOURGEAT (F) - HERVIEU (J) - RIQUIER (J) 1964 - Présentation de quelques profils de sols ferrallitiques Etude à milieu pédogénétique dans les environs de Tananarive - Doc. ronéo - Centre ORSTOM - Tananarive 87 p.

Morphologie : Sur coulée d'Ankaratrite, on observe, au Sud d'Imerintsiatosika, le profil ANR 1, sous végétation de Graminées : *Aristida rufescens*; *Loudetia stipoides*, *Eragrostis cilianensis*, *Aristida* sp. *Sporobolus subulatus*, *Digitaria longiflora*, *Setaria pallidifusca*; de Cypéracées : *Fimbristylis*, *Cyperus obtusiflorus*, de Composées: *Emelia* sp. etc...

0 à 5 cm : Horizon sec, brun, humifère, limoneux, structure grumeleuse à poussiéreuse, cohésion faible, enracinement bon, quelques morceaux de cuirasses remaniés porosité forte.

50 à 90 cm : cuirasse massive à pisolithique (pisolithes de fer et de manganèse soudés dans une masse continue) partie jaunâtre entre les pisolithes en voie de dislocation.

90 à 250cm : Horizon rouge violacé avec des traînées subverticales jaunâtres, argilo-sableux, structure continue; compact, cohésion forte (horizon légèrement induré), enracinement nul, présence de petites concrétions noires.

250à450 cm : Horizon rouge à traînées jaunâtres, argileux, structure polyédrique avec des petits agrégats très argileux, cohésion très forte, porosité faible à l'intérieur des agrégats qui ont des surfaces luisantes.

450 à600cm : Horizon jaune rouille à taches allongées, argileux à structure cubique, cohésion forte, porosité faible.

600à1000cm : Horizon bleuté à taches jaune rouille, très argileux très compact, structure massive, humide, argileux, plastique.

en dessous de 1000 cm - nappe phréatique.



### Propriétés physico-chimiques

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  de la cuirasse est de 0,1; la teneur en fer atteint 33,55 %, celle en alumine 38,65 %, le résidu à l'attaque triacide représente que 3,34 %

Les cuirasses observées sur roches acides sont plus riches en quartz, le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  peut atteindre 1,6 (1); le résidu peut atteindre 20 à 30 %, le fer varie aux environs de 35 % et l'alumine aux environs de 20 %. sous-groupe modal (profondement appauvris)

### Aptitude culturale

Ces sols d'autant inaptes à toute culture que la cuirasse est plus continue et peu fragmentée.

2°) sous-groupe modal

a/ famille des sols sur roches basiques :

Les sols "rouge à brun rouge" sur Ankaratrite

Localisation : Ces sols se forment sur les coulées d'Ankaratrite qui forment au Sud d'Arivoninamo; des planètes plus ou moins disséquées par le réseau hydrographique encaissé ;

Caractères : Ces sols présentent un horizon B profond peu structuré à tendance poussiéreuse jusqu'à un mètre, ensuite la structure devient polyédrique avec une sous-structure polyédrique fine.

---

(1) RIQUIER (J) 1954 - Compte-rendu du V° Cong. Internat. Sc. Sol. Léopoldville - vol. IV pp. 227-236.

Morphologie : Profil TC 41 prélevé au Sud d'Imerintsiatosika :  
pente faible (voisine de 3 à 4 %) sous végétation  
dense de Graminées : Trachypogon polymorphus,  
Sporobolus subulatus, Chraspedorachis africana,  
Aristida sp. en association avec des plantes li-  
gneuses : Sarchobotrya spinosa, Vernonia sp.,  
Philippia, Helichrysum sp.,

0 à 10 cm : Horizon humifère brun rouge, structure grumeleuse  
à poudreuse, très bon enracinement, très forte  
porosité ;

10 à 100 cm : Horizon rouge à brun rouge, riche<sup>en</sup> préconcrétions  
de la taille des sables, structure continue se-  
condairement polyédrique, très friable, on note  
la présence de préconcrétions argileuses assez  
durcies et à contours très arrondis, enracinement  
moyen à faible;

100 à 200cm : Horizon brun rouge plus argileux, structure polyé-  
drique marquée avec une sous-structure polyédrique  
fine, degré de structuration élevé, présence de  
faces luisantes sur les agrégats, cohésion forte;

à partir de 200 cm : Horizon gris plus limoneux, présentant une  
structure polyédrique moyenne et une sous-struc-  
ture polyédrique fine à moyenne.

Propriétés physico-chimiques :

On note la présence de préconcrétions de la taille des  
sables en surface; le résidu obtenu par l'attaque triacide est  
nettement plus élevé que les sables obtenus par l'analyse gra-  
nulométrique. Des microconcrétions de taille plus faible (limons  
sont également abondantes.

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  est de 0,4 dans l'horizon B, dans l'horizon profond il atteint 1,3; on peut en déduire que ces sols ont subi une altération intense.

Les éléments échangeables ne dépassent pas 0,6 me, le taux de saturation est compris entre 5 et 16%, et le pH entre 5 et 8,5; potassium, calcium et magnésium sont déficients.

Pour les éléments totaux seul le magnésium qui peut atteindre 20mé % est en quantité élevée; le calcium ne dépasse pas 2 mé % et le potassium 1 mé %.

La matière organique est abondante, elle peut atteindre 5% dans l'horizon de surface. Le rapport C/N voisin de 19 indique cependant une minéralisation lente.

#### Aptitude culturale

Ces sols ont de bonnes propriétés physiques; on n'obtient pas d'horizon très compact, la perméabilité est élevée. Ils peuvent convenir à l'installation des cultures vivrières, arbustives, à des fourrages améliorés. Il conviendra cependant de faire des apports d'engrais minéraux sous forme de fumure de redressement (chaux, potasse, phosphore).

L'installation de reboisement d'Eucalyptus sur la surface des coulées ne se justifie que si la production de bois correspond à une nécessité locale. En raison de la topographie, il n'y a pas à craindre une érosion exagérée des sols. Cette érosion n'entraîne d'ailleurs jamais un ensablement des rizières situées en contre bas, les roches-mères étant dépourvues de quartz.

b/ famille sur roches plus ou moins acides profondément décomposées.

b<sub>1</sub>/ Les sols "jaune sur rouge" profonds

Localisation : Ces sols occupent une zone très étroite dans la région de Talata-Volonondry sur la surface à 1.450 m, peu rajeunie; à la limite des bassins versants de l'Ikopa et de la Betsiboka; l'encaissement des vallées reste faible.

Caractères : Les sols jaune sur rouge sont des sols très profonds, peu structurés, très friables, riches en microconcrétions. On n'observe pas de minéraux nettement visibles jusqu'à 3 ou 4 mètres de profondeur.

Variations : Dans les zones plus rajeunies, les sols rouges se développent sur les croupes d'interfluve, l'horizon de surface est brun rouge à beige, l'horizon sous-jacent est rouge à beige rouge, très poreux, très friable, à structure peu marquée. À partir d'un mètre ou 1,50 m, on note une structure polyédrique fine. Des micas plus ou moins altérés apparaissent de 1,80 m à 2 m. Ces sols seront étudiés ultérieurement (sol beige à rouge).

Sur les versants s'observent des sols "jaune sur rouge" beaucoup moins profonds; l'horizon jaune de surface est le plus souvent remanié et l'on note à la limite de l'horizon jaune et beige sous-jacent, un lit discontinu constitué par des galets de quartz émoussés.

Morphologie : Profil ~~TTB~~ 90 observé à l'Ouest de Talata- Volonondry, sous végétation de prairie (*Aristida similis*, *Ctenium*, *Concinum*, *Cyperus*).

0 à 15 cm : Horizon gris jaunâtre, grumeleux très grossier avec un faible degré de structuration, on note la présence de petits agrégats plus polyédriques, très forte porosité, très bon enracinement; en profondeur cet horizon devient plus continu et plus compact ;

15 à 60 cm : Horizon jaune à structure continue secondairement polyédrique sous-structure moyenne, argileux à argilo sableux, compact, porosité moyenne, enracinement moyen, les racines sont essentiellement développées dans l'horizon supérieur.

60 à 110 cm : Horizon ocre beige de transition moins compact, structure continue, secondairement polyédrique, peu développée, friable, porosité bonne, l'enracinement diminue nettement avec la profondeur;

110 à 260 cm: Horizon rouge à beige rouge, structure continue, très friable, peu compact, porosité tubulaire très marquée ; on note la présence de préconcrétions argileuses à contours arrondis plus ou moins durcies, pas de minéraux visibles, peu de quartz, les sables sont très fins.

260 à 420 cm: Même horizon où l'on note une très faible tendance au développement d'une structure à tendance polyédrique.

### Propriétés physico-chimiques

En raison de sa faible extension, nous n'avons pas prélevé ce type de sol pour l'analyser.

Le profil TC 77, situé sur le versant correspond à un sol appauvri.

La teneur en argile augmente régulièrement en profondeur, elle atteint 50 % à un mètre et le rapport limon/argile est voisin de 10 %.

Le rapport silice/alumine augmente régulièrement en profondeur, il passe de 0,6 à 1,5 entre 30 cm et 2 mètres.

Les éléments échangeables sont tous à un niveau très bas (0,3 à 0,5 me; Ca ++ %; 0,03 à 0,12 me Mg %).

Les éléments totaux ne dépassent pas 5 mé (1,5 à 2 me Mg ++ %; 0,6 à 1 me; Ca ++ %; 0,3 à 0,5 me K + %).

La matière organique atteint 3 à 4 %, teneur moyenne en azote 11,25%. Le rapport C/N voisin de 15 indique une minéralisation plutôt lente, peut-être du fait de la carence minérale de ces sols.

### Aptitude culturale

Ces sols sont chimiquement très carencés, des cultures vivrières ou des pâturages améliorés restent possibles à condition de prévoir une fumure de fond avec apport de dolomie.

La compacité de l'horizon jaune constitue un caractère nettement défavorable pour l'installation des cultures.

b<sub>2</sub>/ Les sols rouges (série Ivato)

Localisation : Ces sols s'observent sur le niveau d'érosion à 1.280 m d'altitude (aérodrome d'Ivato), mais aussi sur la surface de Talata-Volondry comme nous l'avons déjà signalé.

Caractères : Ces sols présentent un horizon rouge à structure très continue, très friable en profondeur; ils sont riches en pseudo-sables. La structure devient polyédrique en profondeur avec une sous-structure polyédrique fine très développée. La présence de minéraux altérés (micas) se situe vers 1,50 m de profondeur.

Variation : On observe le plus souvent ces sols en association avec des sols "ocre beige sur rouge" que nous étudierons ensuite.

Morphologie : Le profil TC 50 a été observé sur la RN4 avant le lac d'Ambohitratrimo. Sous prairie à Aristida et Trachypogon polymorphus avec quelques Helichrysum

0 à 15 cm : Horizon humifère, grumelleux fin à moyen, degré de structuration élevé, très bon enracinement, cohésion moyenne à forte;

15 à 80 cm : Horizon rouge, texture argilo-sableuse, pauvre en quartz, très fin, riche en microconcrétions de la taille des sables, structure continue à tendance polyédrique, très friable, porosité tubulaire marquée, assez compact notamment dans la partie supérieure ;

80 à 140 cm : Horizon rouge à structure continue à tendance polyédrique grossière très marquée, pas de sous-structure nette, peu compact, très friable, porosité tubulaire élevée; les racines pénètrent à travers cet horizon:

140 à 190 cm : Horizon beige rouge, structure polyédrique moyen argileux à argilo-limoneux, sous-structure polyédrique fine, degré de structuration élevé; on observe des faces luisantes sur les agrégats, porosité élevée seulement entre les agrégats ;

190 à 280 cm : Horizon beige lie de vin, très micacé, structure polyédrique grossière à faible cohésion; on note la présence de feldspaths altérés et quelques fines micas.

#### Propriétés physico-chimiques

A l'attaque triacide, le résidu est très nettement supérieur à la quantité des sables trouvés par l'analyse granulométrique. Sauf en surface, l'argile ne dépasse pas 35 %.

La capacité d'échange est très faible et les éléments échangeables n'atteignent pas 0,22 me %. Le taux de saturation est inférieur à 15 %. Les éléments totaux sont en quantité très insuffisantes (2 à 3 me % d'éléments totaux): le magnésium est l'élément le moins déficient, il ne dépasse cependant pas 2 me %. Le pH est compris entre 8 et 8,5.

Dans l'horizon de surface la matière organique varie entre 2 et 4 % et l'azote total entre 1 et 1,5%; le rapport C/N compris entre 12 et 15 indique une bonne minéralisation.

#### Aptitude culturale

Ces sols sont chimiquement très carencés. Malgré un faible pouvoir de rétention en eau, ils ont de bonnes propriétés physiques. L'horizon B est relativement peu cohérent et très poreux.



Ces sols conviennent aux cultures vivrières : manioc, patate douce. L'apport d'une fumure minérale de fond reste indispensable et serait vite rentabilisée. L'expérience tentée par des exploitants (Hutte canadienne) montre que l'on peut y faire des pâturages améliorés.

C - Famille sur roches acides riches en quartz

c<sub>1</sub>/ Les sols "jaune sur rouge" profondément destructurés.

Localisation : Ces sols sont répartis autour de la plaine de Tananarive, notamment dans la région d'Ilafy sur le niveau d'érosion qui tronque des charnockites. Ces roches sont généralement riches en quartz.

Caractères : Ces sols sont très profonds, on ne trouve aucun minéral jusqu'à 3 mètres et plus. L'horizon jaune et rouge sous-jacent sont destructurés, l'horizon rouge est friable et très poreux. On peut y observer quelques morceaux de roche altérée ferruginisée à facies poreux, riches en gibbsite.

Morphologie : Profil TC 72, sous reboisement d'Eucalyptus au Nord de Lazaina.

- 0 à 8 cm : Horizon gris jaune ocre, grumeleux en surface puis structure devenant plus continue et plus compacte, très bon enracinement, très poreux;
- 8 à 60 cm : Horizon jaune ocre sablo-argileux à structure continue secondairement polyédrique moyenne peu marquée, on observe des trainées grises plus riches en matière organique correspondant à des remplissages d'anciennes cavités, très compact, porosité moyenne à faible.

60 à 100 cm : Horizon beige jaunâtre, argilo-sableux; structure continue à éclats, secondairement polyédrique moyen moins compact que l'horizon précédent, un peu plus friable, porosité tubulaire très marquée;

100 à 150 cm : Horizon beige-rouge, argilo-sableux, structure continue, très friable, poreux;

150 à 300 cm : Même horizon encore plus friable.

#### Propriétés physico-chimiques

On note à l'analyse granulométrique une proportion d'argile qui peut être faible, (elle varie entre 18 à 40% suivant les horizons) un rapport limon/argile x 100 élevé (toujours supérieur à 30%), une forte proportion de sables, ceux-ci sont toujours supérieurs au résidu obtenus par l'attaque triacide et il y a lieu de présumer la présence de microconcrétions de la taille des sables. A partir de 1,50 m la teneur en argile peut augmenter.

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  reste inférieur à 0,7 jusqu'à 3 mètres. Les éléments échangeables sont toujours inférieurs à 0,9 mé % ; 0,4 à 0,6 me Ca ++% ; 0,03 à 0,13 me Mg ++%.

Les éléments totaux n'atteignent pas 4 me (1,2 à 2,4 me Mg ++% ; 0,5 à 1,3 me Ca ++% ; 0,30 me K+ % au maximum).

La matière organique se situe aux environs de 3 %. Le rapport C/N compris entre 13 et 17 indique une minéralisation un peu lente, l'azote est un peu déficient.

#### Aptitude culturale

Ces sols sont situés sur des croupes d'interfluves à faible pente ce qui permettrait leur aménagement dans de bonnes conditions. Cependant, ces sols très carencés devraient recevoir une fumure de fond importante; leurs propriétés physiques sont plutôt défavorables.

Des cultures vivrières pourront être implantées, les rendements risquent d'y être assez faibles.

c<sub>2</sub>/Les sols "beige rouge" profondément  
déstructurés

Localisation : Ces sols se trouvent le plus souvent en association avec les précédents sols dans les zones un peu plus rajeunies par l'érosion.

Caractères : L'horizon B de ces sols est très profond. On y observe quelques rares morceaux de roche altérée à faciès poreux (les feldspaths sont remplacés par des lamelles de gibbsite). Cet horizon friable en profondeur jusqu'à 1 m - 1,50 m, est très compact à la partie supérieure. La structure est continue à éclats à faible tendance polyédrique grossière.

Morphologie : Profil TC 37, observé sous végétation plus ou moins clairsemée d'Aristida, Ctenium elegans ;

0 à 10 cm : Horizon humifère, gris beige, grumeleux, grossier devenant plus polyédrique (mal structuré) vers le bas, bon enracinement, porosité moyenne; on note des petites déjections de vers très arrondies atteignant quelques millimètres de diamètre ;

10 à 120 cm : Horizon beige-rouge, sablo-argileux, structure continue, à éclats à faible tendance polyédrique grossière, très compact, moyennement friable à l'état sec, porosité tubulaire moyenne, enracinement faible;

120 à 300 cm : Horizon beige, argilo-sableux, structure continue, secondairement polyédrique, moyenne peu marquée, très friable, très poreux; on observe quelques morceaux de roche à facies poreux de petite taille;

à partir de 300 cm : horizon sableux beige à beige rouge avec des trainées blanchâtres correspondant à d'anciens feldspaths altérés.

### Propriétés physico-chimiques

Le taux d'argile ne dépasse pas 38 %. Il est possible que nous ayons des pseudo-sables. Le rapport limon/argile x 100 peut atteindre 50 %. Ce rapport élevé peut être dû à la présence de microconcrétions de la taille des limons. Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  est inférieur ou égal à 0,8 jusqu'à 1,20 m, ensuite il remonte progressivement jusqu'à 1,8.

Les éléments échangeables se situent entre 0,3 et 0,6 me %. Le magnésium calcium, potassium sont déficients (0,10 à 0,4 me % Ca ++; 0,06 à 0,24 me % Mg++; 0,05 à 0,09 me % K+).

Le taux de saturation est très souvent inférieur à 10%; le pH reste cependant voisin de 5,5.

Les éléments totaux restent compris entre 2,5 et 4,5 me%; tous les éléments sont déficients et plus spécialement le potassium qui n'atteint que 0,10 à 0,25 me.

### Aptitude culturale

Les propriétés physico-chimiques de ces sols sont très voisines de celles des sols précédemment étudiés et les conclusions concernant leur mise en valeur restent les mêmes.

d/ famille sur alluvions anciennes

Localisation : Ces sols ont une faible extension, on les observe dans les pourtours de la plaine de Tananarive. Très souvent le sol a été tronqué et les lits argileux affleurent en surface ou sont observés sous colluvionnement.

Caractères : Lorsqu'on observe un profil complet, l'horizon B est de couleur jaune. La structure est peu marquée en général à faible tendance polyédrique. On note des variations brusques de la granulométrie, les lits sableux étant disposés en strates plus ou moins régulières.

Morphologie : Profil TC 3 observé dans la région d'Inerintsia-tosika sous pseudo-steppe à *Aristida* sp. *Helichrysum*.

0 à 10 cm : Horizon gris, structure à tendance grumeleuse peu marquée, secondairement poussiéreux, cohésion faible, porosité élevée, bon enracinement;

10 à 60 cm : Horizon jaune argilo-sableux, assez compact, porosité moyenne, structure continue à faible tendance polyédrique, quelques racines, mais celles-ci sont essentiellement localisées dans l'horizon supérieur. A la partie inférieure on observe des concrétions pisolithiques pouvant atteindre quelques centimètres.

60 à 110 cm : Horizon rouge tacheté, structure à tendance polyédrique, cohésion forte, enracinement nul. Cet horizon correspond au socle en place.

### Propriétés physico-chimiques

Sa granulométrie est sablo-argileuse avec souvent une prédominance des sables grossiers.

Les éléments échangeables sont à un niveau très faible (0,2 à 0,7 me %) le taux de saturation peut être inférieur à 10%.

Les éléments totaux sont le plus souvent voisins de 5 à 6 me %.

La matière organique atteint un niveau relativement élevé dans l'horizon de surface (2,5 à 3 %). Le rapport C/N voisin de 15 indique une minéralisation correcte.

### Aptitude culturale

Ces sols ont une extension réduite, ils portent souvent des cultures vivrières. Les zones planes correspondant aux terrasses les mieux conservées sont faciles à mettre en valeur.

L'alimentation en eau est en général bien assurée au cours de l'année. Ces sols sont très carencés et il conviendrait de corriger leur déficience minérale par une fumure de fond. Sur les terrasses érodées aucune spéculation ne peut être envisagée.

### B Groupe des sols appauvris

#### 1°) Famille sur roches plus ou moins acides profondément décomposées

Les sols "ocre beige à jaune sur rouge".

Localisation : Ces sols sont très répandus autour de la plaine de Tananarive. Ils se trouvent en association avec les sols rouge typiques (région d'Ivato) ou avec des sols beige rajeunis (Sud de la plaine).

Caractères : L'horizon B<sub>1</sub> est ocre à beige de structure continue, compact; la partie supérieure de l'horizon B<sub>2</sub> peut être assez cohérente. L'horizon B<sub>3</sub> a une structure polyédrique marquée avec une sous-structure polyédrique fine. Dans la région d'Imerintsiatosika, cette sous-structure est moins apparente.

On note la présence des minéraux (notamment de micas) à partir de 2 m - 2,50 m.

Morphologie : Profil TC 68 : observé à l'Est d'Andakana, sous végétation d'Aristida, Trachypogon polymorphus, Rynchelytrum repens, Helichrysum sp.

- 0 à 8 cm : Horizon humifère gris beige, grumeleux, degré de structuration élevé, très poreux, bon enracinement, quelques agrégats ont une structure polyédrique très fine avec une forte cohésion ;
- 8 à 40 cm : Horizon ocre à beige rouge, argileux à argilo-sableux, compact, structure continue à éclats à tendance polyédrique grossière, porosité tubulaire moyenne, enracinement plutôt faible. Les racines sont essentiellement localisées dans l'horizon humifère, le passage de ces horizons est net.
- 40 à 100 cm: Même horizon beige rouge, **plus argileux** que le précédent, structure plus continue, sous-structure polyédrique peu marquée, moins compact, plus friable, porosité tubulaire marquée ;

100 à 250 cm : Horizon beige, argileux, structure continue au sommet devenant plus polyédrique à la base en même temps qu'apparaît une sous-structure polyédrique fine. Le degré de structuration est élevé à la base et l'on observe quelques faces sur les agrégats ;

à partir de 250 cm : Zone de départ beige violacé, micacée, structure polyédrique grossière avec des agrégats poreux. Cette structure est moins marquée à la base et la texture devient limoneuse ;

#### Propriétés physico chimiques

Le taux d'argile augmente en profondeur, en même temps que le taux de limon diminue.

Le rapport limon sur argile peut être inférieur à 15 % dans les horizons intermédiaires.

Le résidu obtenu par l'attaque triacide est le plus souvent voisin de la somme des sables obtenus par l'analyse granulométrique.

Les éléments échangeables n'atteignent pas 1 me %; les éléments totaux sont compris entre 2,5 et 6 me %; le magnésium serait l'élément le moins déficient 0,5 à 2 me %; le taux de saturation est souvent compris entre 10 et 22 % mais le pH est moyennement acide 5,4 à 5,9.

La teneur en matière organique peut atteindre 4 % dans l'horizon de surface avec 1,5 % d'azote. La minéralisation est correcte sans plus (rapport C/N compris entre 13 et 16).

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  est faible dans l'horizon B; il augmente régulièrement avec la profondeur, il passe ainsi de 0,6 à 1,5.



### Aptitude culturale

Ces sols sont abondamment représentés sur le bas niveau d'érosion d'Ivato.

Leurs propriétés chimiques sont plutôt défavorables. Les propriétés physiques sont moyennes; l'horizon B est très compacté à la partie supérieure; cependant avec des apports d'engrais minéraux et une fumure de fond importante, on peut y envisager des cultures vivrières : manioc, patate douce et même maïs et fourrages améliorés.

#### 2°) Famille sur roches acides riches en quartz

a/ Les sols "ocre beige à jaune sur rouge"

Localisation : Ces sols sont répandus sur le bas niveau d'érosion moyennement rajeuni dont l'altitude est comprise entre 1.250 m et 1.350 m. On les retrouve également sur les niveaux d'érosion correspondant à la surface II, non recouverte par les coulées d'Ankaratrites au Sud d'Arivonimamo.

Caractères : L'horizon B de couleur ocre beige a une structure continue à faible tendance polyédrique grossière, il est en général compact, l'horizon B<sub>3</sub> de couleur rouge à rose plus argileux, présente une structure à tendance polyédrique grossière plus ou moins marquée ; on ne note pas de sous-structure. Les minéraux altérés n'apparaissent qu'à partir de 2 m - 2,50 m. La zone de départ est généralement sableuse beige rose à blanche.

Morphologie : Profil TC 105, observé au Sud de Masindray sous végétation plus ou moins clairsemée de Graminées : Aristida, Ctenium et rares Hyparrhenia (on note parfois le passage à une brousse ericoïde très ouverte avec apparition de Vernonia glutinosa, d'Helichrysum).

- 0 à 8 cm : Horizon gris beige, grumeleux grossier, cohésion moyenne, bon enracinement, bonne porosité ;
- 8 à 80 cm : Horizon beige ocre, argilo-sableux, structure continue à éclats à faible tendance polyédrique grossière, compact, porosité moyenne, enracinement moyen à faible, riche en quartz brillants et émoussés.
- 80 à 150 cm: Horizon beige plus rouge à l'état humide, plus argileux, structure à tendance polyédrique grossière, sous-structure absente, riche en quartz, porosité moyenne à forte, cohésion moyenne.

#### Propriétés physico-chimiques

L'argile augmente dans l'horizon profond, le rapport limon/argile peut y varier entre 8 et 35 % alors qu'il est plus élevé en surface.

Le résidu obtenu à l'attaque triacide est pratiquement égal à la somme des sables obtenus par l'analyse granulométrique.

Le rapport silice/alumine est compris entre 0,8 et 1 dans l'horizon B.

Les éléments échangeables sont tous déficients, la somme des cations échangeables varie entre 0,2 et 0,8.

La capacité d'échange est faible (2 à 7 me %) et le taux de saturation est souvent inférieur à 10 %.

Les éléments totaux varient entre 3 et 9 me; le magnésium peut atteindre et même dépasser 2 me %, le potassium varie entre 0,3 et 1 me %; le sodium est très variable mais il peut atteindre 1 me %.

La matière organique peut atteindre 3% dans l'horizon de surface, elle diminue rapidement en profondeur.

Variation : Sur les versants à pente peu accusée, on trouve des sols "jaune sur beige rouge" peu profond surmontant des roches altérées en boules.

Le profil TC a été observé au Sud d'Imerintsiatosika sur un versant dont la pente n'excède pas 10 % .

La végétation correspond à une brousse ericoïde riche en Aristida Vernonia, Helichrysum.

0 à 8 cm : Horizon gris devenant blanchâtre en séchant, argilo-sableux, structure peu marquée à tendance grumeleuse en surface avec une faible cohésion, bon enracinement, forte porosité ;

8 à 45 cm : Horizon jaune gris, argilo-sableux, structure peu marquée continue secondairement polyédrique moyenne, porosité tubulaire moyenne, on observe des remplissages d'horizon gris dans d'anciennes cavités ;

45 à 110 cm : Horizon beige rouge, structure polyédrique grossière, peu marquée, sans sous-structure, argileux à argilo-sableux, les agrégats sont poreux ;

110 cm : Zone de départ sableuse, blanche, surmontant des roches altérées en boules.

Ces sols ont des propriétés très voisines de celles des sols précédents, il faut noter un rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  très faible dans la zone de départ (0,3). Cette décroissance du rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dans la zone de départ est un caractère très fréquent.

#### Aptitude culturale

Ces sols portent le plus souvent de maigres pâturages extensifs. Ils sont assez fortement carencés et leurs propriétés physiques sont plutôt défavorables.

Après apport de fumier et d'engrais minéraux, on peut cependant y envisager quelques cultures vivrières.

b/ Les sols "jaune rouge" (série de l'Est)

Localisation : Ces sols occupent une certaine extension à l'Est de la zone étudiée dans la région de Manankavaly. Ils correspondent au niveau II faiblement rajourné.

Morphologie : Le profil TC 45 a été observé à l'Est de Manankavaly, sous végétation dense et variée. Parmi les Graminées nous pouvons citer : *Ischaerum rugosum*, *setaria pallidifusca*, *Panicum luridum*, *Ctenium elegans*, *Cymbopogon plicatus*, *Chraspedorachis africana*. Les Cypéracées y sont fréquentes (*Cyperus obtusiflorus*, *Finbrystilis sepia*.)

- 0 à 15 cm : Horizon gris, structure gruneleuse moyenne assez marquée, cohésion moyenne, porosité élevée ;
- 8 à 30 cm : Horizon gris jaunâtre, structure à tendance continue, assez cohérent, argileux à argilo-sableux, porosité moyenne, bon enracinement ;
- 30 à 65 cm : Horizon jaune, structure continue à éclats à tendance polyédrique moyenne riche en quartz, porosité élevée, enracinement moyen.
- 65 à 115 cm : Horizon beige rouge, argileux, structure à tendance polyédrique moyenne, peu développée, degré de structuration moyen.
- 115 cm : Zone de départ rose blanchâtre, riche en quartz.

### Propriétés physico-chimiques

Le résidu obtenu par l'attaque triacide est légèrement supérieur à la somme des sables obtenus par analyse granulométrique. La teneur en argile augmente largement en profondeur, le rapport limon/argile x 100 dans l'horizon enrichi atteint 13 %.

Le rapport silice sur alumine est voisin de 0,8 dans l'horizon jaune, il passe ensuite à 1,2.

Les éléments échangeables varient entre 0,20 et 1,6 mé %, le potassium et le sodium n'existent qu'en très faible quantité (0,3 à 0,12 me% K<sup>+</sup> ; 0,03 à 0,01 me % Na<sup>+</sup>)

Les éléments totaux varient entre 2,5 et 7,6 me %, le magnésium peut atteindre 3 me%, le potassium reste très déficient 0,10 à 0,4 me %.

Le taux de saturation se situe entre 10 et 20 %, le pH est acide : 5,3 à 5,9.

La matière organique atteint 3,5 % dans l'horizon de surface, 2,7 % dans l'horizon sous-jacent. Le rapport C/N voisin de 18 indique une minéralisation plutôt lente.

### Aptitude culturale

L'horizon organique de surface constitue une réserve appréciable pour ces sols dont les propriétés physiques sont relativement convenables (on n'observe pas d'horizon très compact) Ces sols devraient convenir après une fumure minérale de fond à des pâturages améliorés.

C Groupe des sols rajeunis

1°) Fa mille sur roches plus ou moins acides  
profondément décomposées

a/ Les sols "jaune sur rouge" sols remaniés

Localisation : Ces sols se trouvent sur le niveau d'érosion II rajeuni. Ils sont essentiellement développés à l'Est de la zone cartographiée, ils sont cependant représentés dans la région de Talata-Volonondry.

Caractères : L'horizon jaune est de faible épaisseur 10 à 40 cm de structure polyédrique moyenne, l'horizon sous-jacent de couleur rose beige est bien structuré surtout sur roche riche en minéraux ferromagnésiens. On observe des minéraux à faible profondeur, en général, moins de 50 cm. L'horizon jaune de surface est très souvent remanié.

Morphologie : Profil TB 50, observé sous végétation de prairie (*Pennisetum pseudo-tricoïdes*), à l'Est de Talata-Volonondry, pente 10 %.

0 à 20 cm : Horizon gris, argilo-sableux, structure grumeleuse à continue, faible degré de structuration, porosité élevée, enracinement important ;

20 à 40 cm : Horizon jaune, argilo-sableux, structure continue à éclats, assez compact, friable, porosité tubulaire élevée, remplissages gris dans d'anciennes cavités, passage brusque avec l'horizon suivant ;

40 à 110 cm : Horizon beige rose, devenant très rose en séchant, structure polyédrique grossière avec une sous-structure polyédrique fine, revêtement argileux sur les agrégats et donne une surface brillante, degré de structuration élevé, cohésion moyenne. On note la présence de fins micas, vers 80 cm.

110 cm : Zone d'altération constituée par des lits blanchâtres riches en quartz et en feldspaths altérés et des lits de couleur violacée, riches en micas;

#### Propriétés physico-chimiques :

La teneur en argile est très variable, celle-ci varie entre 30 et 50% dans l'horizon beige. Les limons augmentent régulièrement avec la profondeur. (On peut observer quelques anomalies sur certains profils mais celles-ci sont liées à l'hétérogénéité du matériau originel.

Le résidu obtenu par l'attaque triacide est égal ou légèrement supérieur aux sables.

Le rapport silice sur alumine est variable, le plus souvent il est compris entre 0,8 et 1,3.

Les éléments assimilables ne dépassent pas 1 me %, ils sont tous déficients.

Les éléments totaux restent faibles et se situent entre 4 et 7 me %: Le magnésium atteint 1,2 à 1,8 me%; le calcium 0,7 à 2,25 me%, le potassium 0,10 à 0,6 me %.

Le taux de saturation est compris entre 10 et 25 % et le pH voisin de 5,5.

La matière organique est le plus souvent voisine de 3% le rapport C/N compris entre 15 et 17 indique une minéralisation à peine correcte.

### Aptitude culturale

Les porosités chimiques sont très voisines de celles de la plupart des sols rajeunis. Cependant, l'horizon jaune, le plus souvent remanié, n'a pas toujours de bonnes propriétés chimiques; il peut être compact, mal structuré, moyennement perméable.

On peut envisager ici des cultures vivrières : manioc, patates douces, maïs.

### b/ Les sols rouges

Localisation : Ces sols se trouvent sur le niveau d'érosion III, très fortement rajeuni dans le bassin versant de la Betsiboka et de l'Ikopa (région au Nord d'Ari-vonimamo). L'encaissement des vallées aboutit à un relief accidenté sous forme de croupes d'interfluves dont les sommets se situent entre 1.250 et 1.300 m d'altitude. La roche-mère correspond à un gneiss riche en minéraux ferro-magnésiens.

Caractères : L'horizon B est de couleur rouge, est bien structuré, peu compact, riche en quartz fin, très poreux.

L'horizon de transition avec la zone de départ est beige, plus ou moins violacé; on y observe des minéraux à moins d'1 m, notamment des micas; la structure est polyédrique très marquée avec une sous-structure polyédrique fine. La zone de départ située vers 1 m - 1,50 m est limoneuse, très riche en micas.

Morphologie : Profil TC 102, prélevé au Nord de Merimandroso, sous végétation très dense de Foucères, Aristidan rares *Hyparrhenia rufa*, *Chraspedorachis africana*, *Sarchobotrya spinosa*.



- 0 à 10 cm : Horizon humifère brun à gris rouge, grumeleux sur 5 cm; puis plus continue avec des éléments poussiéreux, riche en quartz fins, très brillants, porosité élevée, très bon enracinement;
- 10 à 50 cm : Rouge, sablo-argileux, riche en quartz fins, structure polyédrique moyennement marquée avec cependant quelques éléments poussiéreux, très poreux, les racines pénètrent bien dans cet horizon ;
- 50 à 110 cm : Horizon beige rouge à l'état sec, devenant plus rouge à l'état humide, structure polyédrique moyenne avec une sous-structure polyédrique fine, degré de structuration élevé, nombreuses faces luisantes sur les agrégats;
- 110 cm : Zone de départ rose, limoneuse, micacée, où l'on reconnaît la structure de la roche-mère.

#### Propriétés physico-chimiques

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  est de 0,9 au sommet de l'horizon B, il monte en profondeur pour atteindre 1,4 au sommet de la zone de départ.

Le résidu obtenu par l'attaque triacide est important, il est voisin de la somme sable fin et sable grossier déterminée par l'analyse granulométrique.

Le rapport limon/argile est compris entre 20 et 25 % dans les horizons de surface.

Un prélèvement effectué au Nord d'Arivonimamo indique une plus forte proportion d'argile en même temps qu'une teneur beaucoup plus faible en sable fin.

Les éléments assimilables atteignent suivant les prélèvements 0,5 à 1,4 me %; le taux de saturation est voisin de 20 % et le pH compris entre 5,2 et 5,6.

Les éléments totaux sont compris entre 2,8 et 5,5 me; le magnésium étant l'élément le moins déficient 1,5 à 3,2 me %.

La matière organique atteint 3% en surface et 1,8 % dans l'horizon B. On note aussi une très bonne distribution de la matière organique, ce qui paraît peu surprenant lorsqu'on examine l'excellente répartition des racines. La minéralisation est bonne et le rapport C/N compris entre 12 et 15.

#### Aptitude culturale

Ces sols ont de très bonnes propriétés physiques bien qu'ils soient un peu sujets à l'érosion; ils sont beaucoup moins carencés que les sols rouges de la série "Ivato", et les conclusions que nous formulons pour ce type de sols paraissent à fortiori s'appliquer ici.

Des mesures antiérosives efficaces devraient être prises si on envisage leur mise en valeur.

#### c/ Les sols "beige-rouge"

Ces sols sont développés sur roches facilement décomposables : gneiss d'Ambatolampy, mignatite, beaucoup plus rarement sur mignatite granitoïde.

Localisation : Ces sols se trouvent sur les niveaux d'érosion rajeunis (niveaux III II). Sur les bas niveaux, le relief est constitué par des croupes convexes d'interfluves plus ou moins découpées en lanières (régions d'Ambohinanga, Talata-Volondry).

A l'intérieur même de la plaine de Tananarive, les basses collines sur gneiss ou roches très altérées qui forment des îlots portent ce type de sol plus

ou moins remanié et colluvionné.

Sur les hauts niveaux, le relief est formé par de collines molles correspondant à des reliefs de rajeunissement; la présence de "lavaka" est plus ou moins généralisée.

Caractères : La partie supérieure de l'horizon B de couleur beige rouge a une structure à tendance polyédrique moyenne; on n'observe pas de sous-structure; il est en général peu compact.

Les traces de remaniement sont fréquentes : "stone-lines" discontinues, sols colluvionnés sur des anciennes terrasses alluviales. Dans ce cas, l'horizon B moins structuré peut acquérir une certaine compacité.

L'horizon de transition avec la zone de départ est de couleur beige-rouge à l'état sec, rouge plus ou moins violacé à l'état humide, il est en général bien structuré, il présente une structure polyédrique moyenne et le plus souvent (sauf sur roche très riche en quartz) une sous-structure polyédrique fine. On note la présence de minéraux en général à moins d'un mètre de profondeur.

Morphologie : Le profil 91 a été observé au Nord-Est de Fenoarivo sous végétation de jachère avec une couverture de *Rynchellytrum repens*, *Bindens pillosa*, et rares pieds d'*Hyparrhenia rufa*, *Neyraudia madagascariensis*;

0 à 8 cm : Horizon gris beige, structure peu marquée, faiblement grumeleuse en surface puis fondue, compact, (horizon remanié par l'homme);

8 à 50 cm : Horizon ocre-rouge, structure à tendance polyédrique grossière, peu compact, peu friable, argilo-sableux, porosité moyenne à forte, enracinement moyen, moyennement riche en quartz ;

50 à 120 cm : Horizon beige rose à structure polyédrique très marquée avec une sous-structure polyédrique moyenne à fine, faces luisantes sur les agrégats, degré de structuration élevé; on trouve à la base de cet horizon des micas en faible quantité ;

120 cm : Zone de départ blanche violacée avec des passages jaunâtres micacés, limoneux ;

Propriétés physico-chimiques :

Le résidu à l'attaque triacide (représenté dans les horizons supérieurs, essentiellement par le quartz) varie entre 10 et 45 % avec une fréquence maximale aux environs de 30 %. Pour la partie supérieure de l'horizon B, le résidu correspond sensiblement à la somme des sables obtenus par l'analyse granulométrique, ensuite le résidu est très nettement inférieur à la somme des sables du fait de la présence en abondance de minéraux plus ou moins altérés.

Le rapport limon/argile de ces sols est très variable, il serait essentiellement fonction du degré de rajeunissement; sur 15 profils analysés, le rapport varie entre 5 % et 25 % pour l'horizon B 3. Il est le plus élevé pour les sols très rajeunis où l'horizon B est de faible épaisseur.

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  varie entre 0,8 et 1,1 dans l'horizon B; 1 et 1,4 dans l'horizon B<sub>3</sub>; <sup>il est</sup> voisin de 1,7 dans la vraie zone de départ.

Les éléments échangeables <sup>atteignent</sup> 0,4 à 1,3 me; le taux de saturation de l'horizon B est en général inférieur à 20 %.

Le pH varie suivant les échantillons et la place dans le profil entre 4,8 et 5,7.

Les éléments totaux sont déficients; ils sont compris entre 3 et 8 me %; le magnésium est souvent supérieur à 2 me %; le calcium compris entre 0,5 et 2 me %; le potassium peut atteindre 0,6 me et le sodium 2 me.

### Aptitude culturale

Ces sols ont de bonnes propriétés physiques, ils sont chimiquement carencés. Après apport d'une fumure de fond on peut prévoir l'installation de cultures vivrières ou de fourrages améliorés. Des mesures antiérosives seraient nécessaires .

### 2°) Famille sur roches acides en général riches en quartz.

#### a/ Les sols "beige-rouge"

Ces sols s'observent <sup>parfois</sup> sur des niveaux parfois d'érosion rajeunis, mais le plus souvent sur les reliefs dérivés. On note souvent la présence des affleurements rocheux sur les versants .

Caractères : Ces sols présentent un horizon B généralement peu profond (1 m - 1,50 m), de couleur beige-rouge. Sa structure est plus ou moins marquée suivant la richesse en quartz. Le plus souvent on observe une structure polyédrique grossière avec des agrégats très poreux.

La zone de départ est blanche à rose, riche en quartz; celle-ci peut-être très réduite, le sol se formant au contact de la roche-mère.

Morphologie : Le profil TC 115 a été observé sur la route de Tamatave à la sortie de Tananarive, la végétation est constituée essentiellement par des Graminées (Aristida, Hyparrhenia rufa, Hyparrhenia cymbaria), sous pente voisine de 15 %.

0 à 12 cm : Horizon beige gris, humifère, grumeleux, degré de structuration élevé, cohésion bonne, enracinement fort ;

12 à 50 cm : Horizon beige rouge, argilo-sableux, structure polyédrique grossière assez marquée, les agrégats sont poreux, on n'observe pas de sous-structure, cet horizon est riche en quartz fins.

55 à 100 cm : Horizon beige rouge dont les propriétés sont très voisines de l'horizon précédent mais où la sous-structure polyédrique moyenne est mieux développée, les agrégats restent très poreux, on observe localement quelques micas à la base.

à partir de 100 cm : Zone de départ beige jaune, limono-sableuse, micacée.

Propriétés physico-chimiques :

On observe ici un horizon plus argileux de profondeur. Cependant les limons augmentent régulièrement en profondeur; cette variation de la granulométrie correspond à une variation du matériau originel, le rapport limon/argile reste voisin de 40 %. Il est souvent plus faible pour ce type de sol.

Pour les éléments échangeables ils se situent pour l'ensemble des prélèvements entre 0,8 et 1,4 me, le taux de saturation est compris entre 15 et 28 % et le pH est voisin de 5,5.

Le calcium varie entre 0,5 et 0,6 me %, le potassium atteint 0,2 me %.

Les éléments totaux sont compris entre 4 et 7,5 me %. La matière organique est souvent à un niveau assez faible pour l'échantillon prélevé. elle n'atteignait que 0,75 %.

### Aptitude culturale

Ces sols sont sujets à l'érosion, aménagés en terrasses ou cultivés suivant les courbes de niveau avec des travaux antiérosifs, ils conviennent à des cultures vivrières (manioc, maïs). Dans la région de Manjakandriana (plus humide), on cultive, en saison sèche sur ce type de sol, des pommes de terre. On peut prévoir des fourrages (Stylosanthès, Melinis, Guatemala...). Les rendements obtenus par M. Rakotomalala sur la route d'Arivonimamo prouvent que cette spéculation pourrait être facilement envisageable.

Ces sols sont chimiquement les plus riches des sols étudiés jusqu'ici, une fumure de fond avec apport de dolomie devrait cependant être préconisée. Les propriétés physiques paraissent favorables.

### b/ Les sols "ocre beige"

Ces sols s'observent sur des niveaux rajeunis dans la partie Est de la zone cartographiée, ils sont souvent en association avec des sols "beige rouge" dans la région d'Ambohimalaza.

Caractères : L'horizon B de couleur ocre beige, a une structure polyédrique grossière, les agrégats sont poreux. L'apparition de minéraux plus ou moins altérés se situe vers 1 m. La cohésion est en général moyenne à forte.

Morphologie : Profil TC 44, observé au Sud d'Ambohimalaza sous végétation de jachère : *Bidens pillosa*, *Rhynchelytrum repens*, *Hyparrhonia rufa*, sous-pente faible de 5 à 10%.

0 à 30 cm : Horizon organique, grumeleux en surface, puis plus poussiéreux, enracinement exceptionnel, cohésion moyenne à forte ;

30 à 150 cm : Horizon ocre beige, structure polyédrique grossière marquée, sous-structure peu apparente, les agrégats sont très poreux, cohésion moyenne à faible, les racines pénètrent bien dans cet horizon ; on observe quelques micas fins vers 1m.

150 cm : Horizon jaune sableux, riche en morceaux de roche altérée, présence de feldspaths altérés, blancs, structure peu marquée, très friable.

Propriétés physico-chimiques :

La teneur en argile varie entre 20 et 50%, on ne note pas la présence d'un horizon enrichi ; les limons augmentent avec la profondeur. Le rapport limon/argile varie entre 15 et 40%.

Le résidu obtenu par l'attaque triacide est voisin de la somme des sables obtenus par l'analyse granulométrique ou légèrement inférieur.

Les éléments échangeables varient suivant les échantillons entre 0,2 et 1,8 me%.

La capacité d'échange est relativement élevée compte tenu de la teneur en argile (T compris entre 2 et 8me%)

Le taux de saturation est très variable suivant les prélèvements, il se situe entre 3 et 30 %.



Les éléments totaux sont souvent élevés et peuvent atteindre 12 me% dans les horizons de surface; dans la zone de départ, ils peuvent atteindre 20 me; le magnésium est en général prédominant (1,4 à 30 me % suivant les prélèvements et les horizons); le calcium atteint 1 à 6 me %, le potassium 0,3 à 1 me %.

La matière organique est assez **abondante**; on note rarement des teneurs inférieures à 2 ou 3 %; le rapport C/N compris entre 12 et 15 indique une bonne minéralisation.

### Aptitude culturale

Ces sols parviennent parfaitement aux cultures vivrières (manioc, maïs). Plus à l'Est, dans les régions de Manjakandriana, on cultive sur ce type de sol, des pommes de terre en saison sèche. Cette spéculation n'est concevable que dans la zone de la falaise de l'Est où la pluviométrie est mieux répartie au cours de l'année.

### D GROUPE DES SOLS FERRALLITIQUES PENEVOLUES

#### Famille sur roches plus ou moins acides profondément décomposées

##### a/ sols "beige rouge"

Localisation : Ces sols se trouvent sur les niveaux d'aplanissement III très rajeunis (route du Sud après Tanjom-bato) ou sur les reliefs dérivés II. On les trouve en association avec les sols beige<sup>s</sup> du groupe des sols rajeunis.

Caractères : Sols essentiellement limoneux, l'horizon B est de couleur beige rose plus ou moins brune. On trouve des minéraux très altérés à très faible profondeur. (à 40 ou 50 cm au maximum). On note une variation très grande de la couleur à l'état sec et humide.

La structure de l'horizon B est variable. Sur roches riches en quartz, la structure est polyédrique moyenne, les agrégats sont poreux. Sur roches riches en minéraux ferro-magnésiens, la structure peut être polyédrique fine. Le degré de structuration est alors élevé et l'on observe des faces luisantes sur les agrégats.

Morphologie : Profil TC 98 observé dans la moyenne vallée de l'Andromba, sous végétation de Graminées : Pennisetum tripsicoïdes, Hyparrhenia rufa, Rynchellytrum repens, Eragrostis sp., Cynodon dactylon, etc...

- 0 à 8 cm : Horizon humifère, brun beige, structure grumeleuse, degré de structuration élevé, cohésion forte, très bon enracinement;
- 8 à 60 cm : Horizon beige rouge qui devient rose en séchant, limono-argileux, structure polyédrique très marquée, avec une sous-structure polyédrique fine, quelques faces luisantes sur les agrégats, degré de structuration élevé, cohésion moyenne;
- 60 à 120cm : Horizon beige, structure peu marquée (tendance polyédrique grossière), très poreux, cohésion faible, présence de minéraux altérés (feldspaths, micas,) quelques morceaux de roche altérée.

Propriétés physico-chimiques :

Le taux d'argile diminue en profondeur alors que les limons augmentent.

Le rapport limon/argile x 100 est au moins égal à 40 % dans l'horizon de surface. Il peut atteindre 70 % dans les horizons profonds.

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  varie entre 1,3 et 1,8. Le résidu obtenu par l'attaque triacide est compris entre 0,4 et 1,3 me et le taux de saturation de l'horizon BC varie entre 18 et 30%. Ces sols pourraient être classés dans la classe des sols moyennement désaturés.

Les éléments échangeables sont tous déficients (0,3 me%  $\text{Mg}^{++}$  ; 0,10 à 0,8 me %  $\text{Ca}^{++}$ ); le potassium peut cependant atteindre 0,3 me%.

Les éléments totaux sont seulement compris entre 4,5 et 7,5 me; le magnésium atteignant 1,2 à 3,8 me% ; le calcium 1,3 à 4,5 me%; le potassium ne dépasse pas 0,8 me %.

La teneur en matière organique peut atteindre 5 %. Le rapport C/N compris entre 10 et 13 indique par ailleurs une bonne minéralisation de l'azote qui peut atteindre 2%.

Le pH varie entre 5 et 5,7.

### Aptitude culturale

Ces sols ont d'excellentes propriétés physiques. Parmi les sols ferrallitiques sur roches acides profondément décomposées, ils correspondent aux sols les moins carencés.

Actuellement ces sols sont cultivés d'une manière peu intensive en manioc, patate douce, ananas, on note une extension de la viticulture dans la région d'Ambatofotsy.

Après une fumure de fond, on pourrait prévoir sur le bas niveau d'érosion une extension de cultures.

Ces sols sont cependant sujets à l'érosion et il conviendrait pour leur mise en valeur de prévoir des mesures antiérosives efficaces : banquettes, terrasses, établissement de courbes de niveau.

Les sols sur reliefs dérivés du cycle d'érosion Ils se forment sur des pentes trop fortes (supérieures à 20%) ils devraient permettre l'établissement de reboisements, notamment en pin.

#### b/ Les sols "ocre jaune"

Localisation : Ces sols sont fréquemment observés dans la partie Est de la zone, notamment sur les reliefs dérivés dans le massif granitique de Carion; ils sont en association avec des lithosols. Dans la région de Tananarive, on peut en observer très localement des sols "ocre jaune" ceux-ci sont peu profonds; la roche-mère inaltérée se trouvant en général à moins de deux mètres.

Morphologie : Profil observé TC 43 au Sud d'Anjeva sous-reboisement d'Eucalyptus; pente assez forte 10-15%.

0 à 30 cm : Horizon gris, structure grumeleuse assez grossière, cohésion moyenne, tendance à se compacter à la base. Bon enracinement, passage assez progressif avec l'horizon suivant.

30 à 120 cm : Horizon jaune, argilo-sableux, structure polyédrique grossière assez marquée, cohésion moyenne, porosité moyenne, présence de feldspaths altérés en argile, cohésion moyenne ;

120 cm : Zone de départ blanche avec quelques taches rouille sableuse particulière.

#### Propriétés physico-chimiques

Le rapport limon/argile de ces sols est généralement supérieur à 20 %, souvent il atteint 50 %.

Le résidu obtenu par l'attaque triacide est très souvent inférieur à la somme des sables du fait de la présence de minéraux primaires plus ou moins altérés, le rapport silice/alumine peut varier entre 0,8 et 1,6.

Les éléments assimilables sont déficients (S est inférieure à 0,8 me). Le taux de saturation se situe entre 10 et 18 %, le pH atteint cependant 5,5.

La matière organique varie en surface entre 2 et 4 %.

Les éléments totaux dépassent en général 8 me %, le magnésium est très abondant dans la zone de départ.

#### Aptitude culturale

Ces sols se trouvent en association avec des lithosols dans des régions où les pentes sont très accusées. Ils sont d'autre part très sujets à l'érosion. Le mieux serait d'y prévoir des reboisements.

### II b - Sous-classe des sols moyennement désaturés Groupe des sols pénévolués

#### Famille sur roches acides riches en quartz

##### Les sols "beige rouge"

Localisation : Ces sols subactuels se développent sur les reliefs dérivés ou résiduels du niveau d'érosion II.

Caractères : L'horizon B beige rouge a une structure polyédrique grossière poreuse, sans sous-structure, la cohésion est moyenne à faible; les minéraux remontent très haut dans le profil parfois jusqu'en surface.

Morphologie : Profil TC 13, observé à l'Ouest d'Androhibe, sous végétation : Hyparrhenia, Aristida, Bidens pillosa, Neyraudia madagascariensis; pente voisine de 50 %.

- 0 à 10 cm : Horizon gris beige, structure grumeleuse à poussiéreuse, cohésion faible, degré de structuration faible, très poreux, enracinement élevé ;
- 10 à 30 cm : Horizon beige rouge avec des taches jaune verdâtres, faiblement micacé, structure polyédrique grossière, agrégats poreux à cohésion moyenne, porosité élevée, les racines sont très développées ;
- 30 à 100 cm : Zone de départ limono-sableuse, riche en quartz, de couleur jaune avec des taches blanches, rosées, correspondant à des feldspaths altérés, nombreux micas (muscovite), la structure est peu marquée en profondeur, elle rappelle la structure de la roche-mère ;
- à partir de 100 cm : roche-mère altérée en boules, où l'on observe un certain alignement des minéraux (migmatite, granitoïde). On observe des lits de minéraux feldspatho-quartziques et des lits de minéraux ferromagnésiens, en particulier des micas.

Propriétés physico-chimiques :

Ces sols sont très riches en limons, le rapport limon/argile x 100 peut être supérieur à 100 %. Le résidu obtenu par l'attaque triacide est toujours supérieur à la somme des sables obtenus par l'analyse granulométrique du fait de la présence de minéraux primaires.

Le rapport  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  est très légèrement inférieur à 2 pour l'ensemble des horizons.

Les éléments échangeables atteignent 1,5 à 3 me. La capacité d'échange du complexe est élevée si l'on tient compte de la faible teneur en argile de ces sols (3,5 à 6 me %).

Le taux de saturation est compris entre 40 et 50 %, le pH reste acide 5 à 6 .

Ces sols se trouvent le plus souvent en association avec des sols rajeunis où le taux de saturation est le plus souvent inférieur à 20 %.

Le calcium échangeable varie entre 0,15 et 1,5 me %, le magnésium 0,7 à 1,2 me, le potassium 0,3 à 0,45 me.

Les éléments totaux atteignent 20 à 30 %; le magnésium et le potassium (respectivement 15 à 20 me % et 3 à 5 me %) sont abondants, le calcium varie entre 1,75 et 3 me %.

#### Aptitude culturale

Ces sols ont de bonnes réserves; les propriétés physiques sont excellentes. Cependant, en raison de leur faible teneur en argile, ils sont très sujets à l'érosion (érosion sous forme de ravins dégénéralant rarement en véritables "lavaka"). Cette susceptibilité à l'érosion est accentuée du fait que ces sols se développent sur des pentes souvent supérieures à 30 %.

L'érosion de ces sols risque de provoquer un alluvionnement grossier et un ensablement des rizières et nous estimons que des reboisements devraient être effectués en première urgence sur ce type de sol.

Des plantations de pins et d'eucalyptus sont à conseiller il n'y a pas à craindre de carence potassique. La reprise des plantations est cependant gênée par le déficit en eau prolongé de ces sols.

En matière de reboisement, deux buts peuvent être poursuivis :

- reboisement "productif" (pins pour la fabrication de la pâte à papier, par ex.)

- reboisement "antiérosif" qui a essentiellement pour but d'éviter l'érosion et l'ensablement des vallées alluviales aménagées en rizières.

A ces deux objectifs correspondent des conditions d'installation différente. Pour les reboisements "productifs", il convient de prévoir un pourcentage de reprises de jeunes plants élevé et des surfaces de reboisement importantes.

Si l'on envisage, au contraire, des reboisements "antiérosifs", ceux-ci seront davantage dispersés et l'on attache moins d'importance à la réussite optimale de l'opération. A titre d'exemple, nous pouvons signaler que les reboisements effectués à Ambatomirahavavy sur la route d'Arivonimano, correspondent à ce but et nous paraissent judicieux.



## IV - CLASSE X : SOLS HYDROMORPHES

Les sols hydromorphes de la région ont fait l'objet d'étude de Didier de Saint Amand (1-2-3). La cartographie au 1/20.000<sup>e</sup> de la plaine de Tananarive fait l'objet d'une étude par les pédologues de l'I.R.A.M. (4-5).

### 1°) Sous-classe des sols hydromorphes organiques

#### GROUPE DES SOLS TOURBEUX

##### Les sols tourbeux oligotrophes

Localisation : Ces sols occupent des cuvettes de décantation à l'intérieur de la plaine de Tananarive, ils ont leur maximum d'extension dans la région de Laniera.

Caractères : La matière organique qui atteint 30 à 50 % est du type peu fragmenté, a une texture spongieuse : elle est le constituant principal du sol. L'épaisseur de l'horizon tourbeux atteint souvent 1 m ou plus. L'hydromorphie est totale et permanente.

- 
- (1) DIDIER DE SAINT AMAND (R) 1954 -  
Etude des sols de la région de Laniera environs de Tananarive - Rapport annuel - stat. agron. Lac Alaotra pp. 65 - 89.
  - (2) DIDIER DE SAINT AMAND (R) 1954  
Les sols du marais de Tangaina - rapport ronéotypé - St. agr. Lac Alaotra - 14 p.
  - (3) DIDIER DE SAINT AMAND (R) 1955  
Pédologie de la basse vallée de l'Andromba - Rapport annuel St. Agr. Lac Alaotra ann. II pp. 113 - 136 - Ngo Chan Bang Latrille (E) VAILLE (J) 1966. Etude pédologique.
  - (4) Etude pédologique de la plaine de Tananarive - campagnes 1965-1966 - Doc. n° 107 - IRAM.
  - (5) LATRILLE (E) Rapport stage ORSTOM - Etude pédologique de la région Alaso<sup>ra</sup> - facteurs du milieu - Etude des sols - Doc. roneo IRAM 139 p. Mars 1966 -

Morphologie : Profil TB 106, observé sous végétation dense de "zozoro" (Cyperus Imernensis) "Herana" (Cyperus latifolus).

0 à 40 cm : Horizon noirâtre, tourbeux, avec nombreux débris végétaux en voie de décomposition, gorgé d'eau, les éléments minéraux noyés dans la masse organique sont de texture limono-argileuse, la nappe phréatique est voisine de la surface ;

40 à 100 cm : Horizon brun à marron, les débris végétaux sont plus finement divisés, la structure reste spongieuse, la texture des éléments minéraux est argilo-limoneuse;

à 110 cm : on passe à un horizon argileux, gris blanchâtre, plastique, très cohérent;

Variations : L'horizon sous-jacent à l'horizon organique tourbeux peut être sableux et même sableux grossier.

Propriétés physico-chimiques :

La matière organique atteint 30 à 60 %. Le rapport C/N compris entre 20 et 35 indique une minéralisation lente. Nulle part, on n'observe la formation de sulfures.

Les éléments échangeables atteignent 2 à 4,5 me ; le calcium atteint un niveau moyen à faible ainsi que le magnésium (1 à 2,5 me % Ca<sup>++</sup>; 0,9 à 1,8 me % Mg) le potassium ne dépasse pas 0,2 me.

La capacité d'échange est élevée (40 à 50 me %), le taux de saturation est inférieur à 10 %, le pH reste cependant compris entre 4,5 et 5.

Aptitude culturale

Après drainage, ces sols conviennent à la riziculture, les rendements obtenus augmentent lorsque le sol évolue et la matière organique se minéralise.

Les essais réalisés par l'IRAM indiquent des rendements de 5 à 6 tonnes dès la deuxième année. En cas de drainage, il convient d'éviter un assèchement trop brusque qui transformerait les agrégats organiques en agrégats hydrophobes qui ne se réhumectent plus et se comportent comme des sables. On peut craindre dans ces sols un déséquilibre entre l'azote et le phosphore : des apports d'engrais phosphatés sont nécessaires pour assurer une bonne minéralisation de la matière organique; une faible quantité d'azote minéral au départ peut favoriser cette minéralisation.

Les essais réalisés par J. VELLY - J. CELTON - et P. ROCHE (1), en vase de végétation confirme que le phosphore est l'élément le plus déficient.

L'expérimentation au champ conduit à une interprétation plus difficile Ngo Chan Bang - E. LATRILLE - J. VAILLE.

---

(1) VELLY (J.) - CELTON (J.) - ROCHE (P.) - Déc. 1966 -  
Fertilisation de fond en rizière à Madagascar  
Document I.R.A.M. - 1° 103.

2°) Sous-classe des Sols Hydromorphes moyennement organiques

GROUPE DES SOLS HUMIQUES A GLEY

Localisation : Ces sols se développent sur des terrasses, l'alluvionnement reste faible en raison de l'endiguement des rivières.

Caractères : La matière organique de type anmoor, est en général comprise entre 8 à 20 %, elle est bien liée à la matière minérale.

La végétation est surtout représentée par des Cypéracées "harefo" (*Heleocharis* sp.) "Herana" (*Cyperus latifolus*), des Graminées : (*Leersia hexandra*).

La végétation adventice des rizières est riche en Cypéracées : "*Cyperus latifolus*" *Pycnus mundtii*, *Cyperus medicaulis*, et Graminées (*Bachiara/arcata*)

La teneur en argile varie le plus souvent entre 30 et 60 % au moins dans les horizons de surface.

Morphologie : TB 35 observé sous rizière au Sud d'Ambohijanahary:

0 à 30 cm : Horizon gris noir à l'état humide, gris blanchâtre à l'état sec, argilo-limoneux, structure en mottes; porosité plutôt faible, enracinement moyen; on observe des veinules rouillées le long d'anciennes racines ;

30 à 80 cm : Horizon noir organique où l'on observe aucun débris végétal; la matière organique est bien liée à la matière minérale, argilo-limoneux, enracinement faible, structure peu marquée massive, taches rouillées à contours mal délimités assez nombreuses;

80 cm : Horizon argileux, humide, gris bleuté, compact, plastique.

### Propriétés physico-chimiques

La texture d'ensemble est assez équilibrée; la teneur en sable fin est très variable suivant les prélèvements, elle varie entre 3 et 50 %.

La matière organique est abondante, c'est une matière organique évoluée, le rapport C/N est voisin de 15.

La capacité d'échange est moyenne à forte : 15 à 30 me%

Les éléments échangeables varient entre 2 et 5 me%

Le taux de saturation en surface, est compris entre 10 et 20%, le pH acide 5 à 5,5.

Ces sols sont parfois plus riches en magnésium échangeables qu'en calcium.

### Variation :

On observe très souvent dans la plaine de Tananarive, des sols moyennement organiques en recouvrement sur des anciens sols tourbeux.

Le profil TB 11 observé au Nord de Fenoarivo se présente ainsi :

0 à 20 cm : Horizon gris devenant blanchâtre en séchant, la matière organique est bien évoluée, liée à la matière minérale, argilo-limoneux, structure peu marquée, nombreuses taches rouilles le long des racines ;

20 à 40 cm : Horizon très voisin du précédent où l'on note des taches rouilles plus nombreuses, celles-ci ont des contours assez marqués.

à 40 cm : Horizon organique à structure spongieuse, noir, où l'on retrouve quelques débris végétaux en voie d'altération, la teneur en matière organique de cet horizon atteint 29 %, le rapport C/N est voisin de 29.

Nous n'avons retenu dans notre cartographie que les caractères du sol le plus récent. Le sol fossilisé est très variable, il peut s'agir d'un ancien sol à gley humique ou d'un ancien sol tourbeux. La profondeur de l'horizon organique fossilisé varie très rapidement d'un point à un autre et seule une cartographie de détail peut tenir compte de ces variations.

#### Aptitude culturale

Ces sols conviennent à la riziculture. On observe une carence marquée en phosphore. L'IRAM préconise sur ce type de sol, une fumure de fond sous forme de 300 unités de  $P^{2}O_5$ .

Pour prévoir des cultures intercalaires, il faudrait assurer un drainage efficace. On devra éviter la dessiccation des horizons tourbeux enterrés et il conviendra d'abaisser progressivement le plan d'eau ou de faire des irrigations d'appoint en saison sèche.

3°) Sous-classe des sols hydromorphes minéraux

a/ Sous-groupe à gley ou pseudo-gley indifférenciés

Localisation : Ces sols occupent des terrasses où l'engorgement n'est que temporaire au cours de l'année. Certains sols développés dans des cuvettes de décantation proches du lit des rivières sont soumis à un engorgement prolongé.

Caractères : La matière organique totale est inférieure à 8 10 % en surface, le plus souvent elle est voisine de 5 %.

On observe des taches grises ou rouilles qui correspondent à des composés du fer réduits ou oxydés

Morphologie : Profil TB 32 observé dans la vallée de l'Ikopa au Sud-Ouest d'Ambohidratrimo, sous rizière avec comme adventice des Graminées : *Echinochloa colona* *Bracharia erecta* ; les diguettes sont couvertes de *Cynodon dactylon* (Chiendent).

0 à 40 cm : Horizon gris devenant blanchâtre en séchant, argileux, structure peu marquée, taches et veinules rouilles diffuses plus abondantes le long des racines ;

40 à 60 cm : Horizon beige gris, argileux, peu micacé, structure massive, taches rouilles et grises, assez importantes, porosité faible, enracinement faible (nappe observée en juin à 50 cm).

60 à 120 cm : Horizon gris, argileux, humide, plastique, légèrement humifère avec des taches rouilles et grises, porosité très faible ;

120 cm : Horizon gris, limono-argileux, micacé, peu à moyennement organique ;

### Propriétés physico-chimiques

Ces sols ont une teneur élevée en argile au moins dans les horizons supérieurs 40 à 65 %.

Le triage est bien réalisé et on observe peu de sable.

La matière organique est moyennement abondante et le rapport C/N compris entre 10 et 12 indique une bonne réalisation.

Le taux de saturation est compris entre 15 et 20 %. La somme des bases échangeables est faible à moyenne. Les réserves atteignent un niveau relativement satisfaisant 2 à 6 me% Ca<sup>++</sup> ; 1 à 5 me% Mg<sup>++</sup> ; 0,3 à 1 me% K<sup>+</sup>.

### Aptitude culturale

Ces sols conviennent à la riziculture, ils sont comme tous les sols des Hauts-Plateaux, carencés en phosphore. La carence en potassium paraît moins nette. Cette hiérarchie de carence a d'ailleurs été confirmée par les essais au champ de l'IRAM. Comme culture dérobée, on<sup>ne</sup> peut prévoir sur ce type de sols que des fourrages si le drainage est efficient.

### Variation :

Comme les sols précédents, on observe très souvent dans la plaine de Tananarive ce type de sol en recouvrement sur un ancien sol minéral à gley, un sol humique à gley ou un sol tourbeux

Dans les cuvettes de sédimentation proches des rivières, sous engorgement permanent et végétation de "zozoro", on observe des sols limoneux, micacés, gris ardoise de couleur très homogène. L'alluvionnement semble l'emporter sur le processus de pédogénèse

Sur la route de Masindray, on observe dans une cuvette le profil TB 23 sous végétation dense de Cypéracées :



- 0 à 25 cm : Lacès de racines vivantes et plus ou moins flottantes ;
- 25 à 150 cm : et plus horizon gris ardoise, faiblement organique la matière organique est bien décomposée, limono-sableux, micacé, structure peu marquée (on peut reconnaître l'allure lamellaire du dépôt).

La mise en valeur de ces sols est conditionnée essentiellement par les possibilités de drainage, la teneur en matière organique n'excède pas 3 %.

b/ Sous-groupe à pseudo-gley

Localisation : Ces sols sont essentiellement localisés dans la partie amont de la plaine où les dépôts de crue sont les plus importants. Ils forment un bourrelet peu marqué dans la moyenne vallée de la Sisaon et de l'Andromba. Dans la plaine elle-même, en raison de l'endiguement de l'Ikopa, les crues ne sont qu'exceptionnelles et les dépôts récents peu importants : on observe essentiellement des sols hydromorphes à gley.

Sur le pourtour de la plaine, il se forme un alluvionnement diffus à partir des cours d'eau temporaires. Quelques "lavaka" forment des cônes de déjection. La granulométrie de ces dépôts est souvent hétérogène. Il n'y a pas de formations caractéristiques dans cet alluvionnement latéral (bourrelets, terrasses, cuvettes), la pente longitudinale est accusée (3 à 5 pour mille).

Caractères : Ces sols sont caractérisés par un horizon humifère très peu marqué, lorsque celui-ci se dessèche, il prend une teinte gris beige. On observe, en général, quelques taches rouilles notamment le long des racines. Ces taches ont parfois un contour assez net mais elles sont de petite taille et peu nombreuses.

On n'observe jamais de trainées grises indiquant la présence de fer réduit. Certains de ces sols pourraient être classés dans la sous-classe des sols peu évolués d'origine climatique, sous-groupe hydromorphe.

Sous-groupe Hydromorphe

On note la présence de micas; la texture est limoneuse à argilo-limoneuse, parfois sableuse. Les sols à texture limoneuse sont très riches en micas.

La végétation naturelle est essentiellement à base de Graminées : Cynodon dactylon , Pennisetum pseudotricoides; quelques Cypéracées.

Ces sols ont parfois été aménagés en rizières, les traces d'hydromorphie restent peu nombreuses et à faible développement, la végétation adventice est essentiellement représentée par des Graminées et Cypéracées : Echinochloa colona, Leersia hexandra, Pycnus Mundtii et sp.; les diguettes des rizières sont recouvertes de Cynodon dactylon.

Morphologie : Profil TB 2 : observé dans la vallée de l'Andromba au Sud d'Ankeribe, sous prairie (Pennisetum pseudotricoides).

- 0 à 20 cm : Horizon gris beige, micacé, quelques trainées rouilles le long de certaines racines, faiblement organique, structure grumeleuse, degré de structuration moyen, humide, peu plastique, bonne porosité, enracinement bien développé.
- 20 à 120 cm : et plus ; horizon beige, limoneux, structure à tendance lamellaire, porosité moyenne à faible, très micacé, quelques taches rouilles.

Variations :

a) - Les sols à profil complexe

On observe fréquemment dans la plaine, ce type de sol en superposition sur un ancien sol tourbeux ou sol à gley fossilisé, sous alluvionnement récent. Ces sols complexes sont fréquents dans la vallée de l'Andronba mais on les retrouve en bordure de l'Ikopa.

Le profil TB 22, observé au Nord d'Alasora, dans une rizière avec comme adventice des "zozoro" *Cyperus Imernensis* se présente de la façon suivante :

- 0 à 10 cm : Horizon beige brun avec quelques taches rouilles le long de certaines racines, structure peu marquée, porosité moyenne, texture argilo-limoneuse, micacé ;
- 10 à 60 cm : Horizon beige avec quelques trainées rouilles, structure lamellaire, porosité moyenne ;
- 60 à 80 cm : Horizon organique enterré brun noir, la matière organique est bien liée à la matière minérale, argilo-limoneux ;
- à partir de 80 cm : on observe un horizon tacheté à trainées grises et rouilles.

A l'échelle de notre carte, il ne nous a pas paru possible de préciser la nature du sol enterré et nous n'avons cartographié que le sol développé sur le dépôt de recouvrement.

b) - Les épandages sableux

Quelques dépôts sableux non stabilisés ou couvert par une végétation de *Bararata rabougris* (*Phragmites mauritianus*) s'observent en boudure des lits. Ceux observés dans la région d'Alasora en bordure de l'Ikopa seraient dus à des ruptures de digues de la rivière au moment du cyclone de 1959. La superficie de ces épandages reste réduite et ceux-ci n'ont pas été cartographiés.

Propriétés physico-chimiques

La texture dominante est limoneuse ou limono-argileuse, parfois sableuse; l'argile varie le plus souvent entre 20 et 45 %, le limon peut dépasser 40 %.

La teneur en matière organique de l'horizon de surface se situe en général vers 3 %, elle n'atteint qu'exceptionnellement 4 à 5 %.

Le rapport C/N, en général, voisin de 12, indique une bonne minéralisation.

Le  $p^H$  est compris entre 4,8 et 6 et le taux de saturation varie entre 20 et 50 %.

Les éléments échangeables sont à un niveau moyen : le calcium atteint 1,5 à 3 me %; le magnésium 0,5 à 1,5 me ; le potassium est plus variable 0,03 me à 0,5 me%.

Les réserves sont moyennes en potassium, plutôt faibles en calcium et magnésium. Les teneurs en phosphore total et assimilable restent à un niveau moyen.

### Aptitude culturale

Ces sols parviennent parfaitement à la riziculture. En raison de leur richesse minérale (présence de minéraux non décomposés), il y a tout lieu de penser que ces sols ne présentent pas de carence marquée en calcium, potassium et magnésium. Ce fait a été confirmé par les essais de l'IRAM (J. VELLY - J. CELTON - P. ROCHE, 1966); la seule carence, d'ailleurs peu marquée, qui apparaît en vase de végétation est celle du phosphore. L'apport d'engrais azotés devrait cependant améliorer les rendements.

Ces sols peuvent porter des cultures dérobées, on peut y envisager des cultures maraîchères dans les zones bien drainées et protégées de l'inondation.

LES UNITES CARTOGRAPHIQUES

Nous observons le plus souvent une juxtaposition complexe des différents types de sols que nous avons décrits. Nous avons représenté sur la carte le type de sol dominant. Le tableau ci-dessous indique les variations observées. Nous indiquons les aptitudes culturales principales :

Unité représentée

Type de sol:	Sol dominant	Variations observées:	Aptitudes culturales principales
Lithosol	1°) Série de l'Ouest :	Sols pénévulés "ocre-jaune"	Reboisement antiérosif
	{ Lithosol sols rajeunis "beige-rouge" sols pénévulés "beige-rouge" S/classe moyennement désaturée.		
Sols ferralitiques S/classe fortement désaturés	2°) Série de l'Est :	Sols rajeunis "beige-rouge"	Reboisement antiérosif
	{ Lithosol sols rajeunis "ocre-beige" sols pénévulés "ocre-jaune"		
Sol brun tropical	-	L I T H O S O L	Reboisement
Groupe typique sur ankaratrite	Sols rouges	Sol peu profond sur zone départ lessivée	cultures vivrières arboriculture fourrages



: sur roches :	} Sols "beige rouge"	: - Lithosol	: } Fourrages améliorés, cultures vivrières
: riches en quartz :		: - Sols appauvris "ocre beige à jaune sur rouge"	: } nécessité de mesures antiérosives.
:	:	:	:
:	} Sols "ocre beige"	: - Lithosol	: } Fourrages améliorés, cultures arbustives
:		: - Sols appauvris "jaune sur rouge"	: } nécessité de mesures antiérosives.
:	:	:	:
: Groupe des sols pénévulés :	:	:	:
: sur roches acides profondément décomposées :	Sols "beige-rouge"	: - Lithosol sur quartz	: Reboisement productif
:	:	: - Sols rajeunis "beige rouge"	:
: Sols Hydro-morphes :	:	:	:
: Sols tourbeux :	Sols tourbeux	: Sols tourbeux évolués par culture	: Riziculture après drainage
: Sols humiques à gley :	Sols humiques à gley	: <u>Sols complexes</u>	: Riziculture
:	:	: Sols à pseudogley	:
: Sols à gley et pseudogley :	Sols à gley et pseudogley indifférenciés	: { Sols à gley à engorgement permanent	: Riziculture Cultures fourragères associées après drainage et irrigation.
:	:	: { Sols complexes	:
:	:	:	:
: Sols à pseudogley :	Sols à pseudogley	: Sols peu évolués d'apport	: Riziculture
:	:	: Sols bruts d'apport	: Horticulture
:	:	: Sols complexes	: Cultures fourragères.
:	:	:	:
:	:	:	:



C O N C L U S I O N S .



La zone étudiée montre une très grande diversité des sols. Ceux-ci ne se distinguent guère quant à leurs propriétés chimiques. Les sols hydromorphes sont moyennement désaturés. La plupart des sols ferrallitiques sont fortement désaturés. Cependant les propriétés physiques (structure, compacité, porosité) sont très variables suivant les types de sols. Il doit être tenu compte essentiellement de ces propriétés pour la mise en valeur des sols. Des reboisements devraient permettre de diminuer l'érosion et l'ensablement des rizières.

Le drainage de la plaine devra être lent et progressif, si l'on veut récupérer l'ensemble des sols tourbeux.



Profil TC 34

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 341	6	1,6					7,1	10,1	5,8	23,1	52,0

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
341	39,6	23,3	2,16	10,8	1,1	0,09	0,25	0,12	8,95	1,56	17

N° échant.	Eléments tctaux mé / 100 gr				ANALYSE TRIACIDE						
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
341	12,16	16,04	4,35	0,43	7,55	76,45	6,09	3,50	5,98	0,50	1,7

Profil TB 50

N° échant.	pH	Humidité %	Graviers ou racines	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim. fin %	Lim. gros %	Sab. fin %	Sab. gros %
TB 51	5,7	5,2	15,7				46,0	27,5	7,3	5,0	1,1

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
51	74,12	43,612	4,40	9,9	4,33	2,36	0,13	0,03	13,41	6,85	51,1

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr		ANALYSE				TRIACIDE				
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> <sup>00</sup> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
51					21,37	5,23	12,61	25,90	27,77	6,32	0,8

# profil ANR 1

N° échant.	pH	Humidité	Hum.équ.	pF	Perméab. cm/h	Indice Hénin	Argile %	Lim. fin %	Lim. gros %	Sab. fin %	Sab. gros %
ANR 11	4,8						23,2	32	9,7	19,1	11,2
12	5,6										
13	5,4						28,5	11,7	7,0	32,5	19,7
14	5,3						40,6	22,6	5,0	26,6	3,7
15	5,3						50,6	22,6	6,0	17,8	1,0
16	5,2						44,5	18,7	8,0	25,4	1,7

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé / 100gr				T mé / 100 gr	S	V %
					Ca	Mg	K	Na			
11	6,88	4,05	3,3	12,5	1,38	0,16	0,13	0,50	20,72	2,17	
12					1,25	0,27	0,02	0,12	5,6	1,64	
13					1,25	0,27	0,02	0,17	6,50	1,71	
14					1,55	0,26	0,02	0,35	7,30	2,17	
15					1,57	0,21	0,08	0,26	11,87	2,12	
16					1,78	0,36	0,06	0,23	14,77	2,43	

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr		ANALYSE				TRIACIDE				
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> V %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
11			0,52	1,93							
12			0,40	1,93	19,70	3,34	2,10	33,55	38,65	4,0	0,1
13			0,40	0,48	14,53	1,68	14,54	32,45	32,93	5,32	0,7
14			0,85	0,50							
15			0,21	0,52							
16			0,40	0,52							



Profil TC 77

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ.	PF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC771	5,3	2,1					31,8	12,3	3,8	11,1	35,0
772	5,9	1,6					33,5	9,0	5,0	11,2	32,7
773	5,85	1,3					51,6	5,0	2,9	7,7	28,8
774	5,55	0,7					33,0	12,9	6,0	12,2	33,0

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100gr				T	S	V
					Ca	Mg	K	Na	mé / 100	gr	%
771	33,3	19,6	1,25	15,7	0,54	0,12	0,09	0,05	3,44	0,81	23,5
772	11,3	6,3	0,39	17,1	0,24	0,03	trace	0,01	3,8	0,28	7,3
773					0,3	0,03	0,09	0,02	0,9	0,44	47,8
774					0,5	0,09	0,05	0,02	2,3	0,65	27,7

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE				TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
771	1,00	1,88	0,51	1,74								
772	0,88	1,52	0,29	1,52	15,75	35,16	9,28	9,10	28,35	1,5	0,6	
773	0,60	1,68	0,43	1,96	14,59	29,2	12,63	9,90	30,39	1,15	0,7	
774	0,60	2,16	0,28	1,09	12,02	25,26	25,38	5,53	29,61	0,45	1,5	

Profil TC 50

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 501	5,00	1,5					53,2	4,1	9,7	16,6	18,7
502	5,80	1,2					31,0	19,5	6,2	14,1	20,4
503	5,25	0,9					35,2	24,7	7,9	14,6	12,1
504	5,65	0,1					15,7	20,5	5,6	18,1	40,3

N° échant.	M.O. total	Carbone total	Azote total	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S / 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
501	22,2	13,1	0,95	13,8	0,1	0,05	0,042	0,03	6,01	0,22	3,7
502	9,4	5,5	0,35	15,8	0,13	0,09	trace	0,005	3,58	0,22	6,14
503					0,08	0,07	trace	trace	0,94	0,15	15,9
504											

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> <sup>°°</sup> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
501	0,40	3,20	0,38	0,65							
502	0,60	2,40	0,26	0,22	18,4	15,9	12,6	16	35,1	2	0,6
503	0,20	2,52	0,26	0,65	14,84	23,9	13,57	15,00	30,63	1,50	0,80
504	0,12	2,00	0,26	0,43	7,09	50,20	17,98	7,75	16,30	0,60	1,90

Profil TC 72

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
721	5,85	1,3					36,1	9,1	6,3	15,4	26,7
722	6,3	0,9					27,2	11,2	3,5	17,3	35,8
723	6,70	0,9					18,2	12,8	8,0	17,4	36,3
724	6,30	1,1					38,7	11,2	10,1	16,4	20,2
725	5,70	0,7					43,3	9,2	2,4	7,7	34

N° échant.	M.O. total o/oo	Carbone total o/oo	Azote total o/oo	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100gr				T mé /	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
721	28,5	16,7	0,98	17,0	0,6	0,13	0,11	0,05	6,78	0,88	12,9
722	4,7	2,7	0,20	13,7	0,4	0,06	0,05	0,03	3	0,53	17,6
723					0,5	0,07	0,09	0,05	3,1	0,72	22,9
724					0,43	0,03	0,05	0,05	2,5	0,56	22
725					0,35	0,26	0,1	0,03	2,1	0,74	35,2

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE				TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO2 %	Fe2O3 %	Al2O3 %	TiO2 %	SiO2/ Al2O3	
721	0,56	2,40	0,26	0,74								
722	1,28	1,80	T2	T2	16	29,52	11,67	8,99	31,54	1,25	0,6	
723	0,84	1,20	0,26	0,74	12,52	47,92	7,3	7,00	23,26	1,2	0,5	
724	0,76	1,20	0,17	0,65	17,61	23,06	13,63	9,3	34,21	1,5	0,7	
725	0,84	1,72	0,29	0,43	10,51	42,25	14,56	6,5	23,41	0,9	1,1	



Profil TC 37

N° chant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
C 371	5,6	2,2					38,6	10,7	3,9	10,8	28,0
372	5,4	1,3					33,3	16,5	6,4	10,9	28,2
373	5,5										
374	5,6	1,0					33,8	13,5	6,2	11,2	30,7

N° chant.	M.O. total	Carbone total	Azote total	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T	S	%
					Ca	Mg	K	Na	mé / 100	gr	
371	35,0	20,6	1,32	15,6	0,39	0,06	0,09	0,016	6,2	0,56	9,03
372	7,8	4,6	0,32	14,2	0,13	0,05	0,06	0,032	2,42	0,27	11,1
373					0,29	0,24	0,04	0,054	1,25	0,62	
374					0,32	0,16	0,05	0,01	1,92	0,54	28,1

N° chant.	Eléments totaux		mé / 100 gr		ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> <sup>00</sup> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
371	1,64	1,76	0,26	0,43							
372	0,64	1,56	0,13	0,22	13,05	41,93	11,25	7,60	24,52	1,00	0,8
373					11,59	31,08	22,28	6,60	26,44	0,50	1,4
374	2,12	2,20	0,26	0,74	11,26	31,55	23,80	6,73	25,39	0,50	1,6

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Profil TC 3		Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin	Sab.gros %
					Perméab. cm / h	Indice Hénin					
31	5,20	5,5					33,3	13,4		9,6	35,2
32	5,95	1,8					29,5	12,0	6,4	12,8	32,6
33	6,55	2					45,1	6,5	4,9	11,3	29,2

N° échant.	M.O. total	Carbone total	Azote total	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100gr				T mé / 100 gr	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
31	28,5	16,74	1,14	14,7	0,05	0,11	0,042	trace	6,33	0,2	3,1
32					0,05	0,14	0,021	trace	3,45	0,2	5,7
33					0,40	0,30	0,045	trace	2,33	0,74	31,7

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> <sup>00</sup> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
31											
32	1,60	2,60	1,79	0,43	10,54	55,61	8,75	6,30	18,73	1,65	0,8
33	0,60	16,40	1,28	0,43	10,81	42,93	14,40	8,20	22,81	1,00	1,1

Profil TC 68

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
681	5,4	1,6					37,7	11,5	3,6	11,1	28,0
682	5,85	3,9					41,0	11,9	3,0	10,6	28,3
683	5,95	1,0					52,8	6,5	2,4	9,4	24,8
684	5,90	0,9					47,0	21,0	3,3	8,7	17,9
685	5,85	1,1					31,2	21,2	5,6	22,3	16,4

N° échant	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
681	42,6	24,6	1,5	16,4	0,54	0,09	0,102	0,038	7,39	0,77	10,4
682	13,0	7,6	0,57	13,4	0,34	0,02	0,003	0,016	4,54	0,41	9,0
683					0,32	0,03	0,035	0,02	2,76	0,40	14,5
684					0,33	0,06	0,029	0,02		0,44	
685					0,42	0,26	0,077	0,03	3,49	0,79	22,6

N° échant	Eléments totaux mé / 100 gr		ANALYSE				TRIACIDE				
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> ‰	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
681	2,32	0,64	0,26	0,22							
682	1,40	1,28	0,08	trace							
683	0,76	0,14	0,10	0,22	13,25	35,35	12,35	11,00	28,03	1,20	0,7
684	1,24	1,40	0,10	trace	13,37	24,67	19,14	12,00	32,42	1,20	1,0
685	1,36	1,80	0,10	0,22	11,68	19,52	26,43	12,05	29,91	1,30	1,5

Profil TC 105

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin. %	Lim.gros %	Sab.fin. %	Sab.gros %
TC 1051	5,15	2,3					38,0	15,6	3,3	9,0	28,6
1052	4,95	0,7					39,1	16,5	5,2	9,0	27,0
1053	5,	1,1					46,7	16,5	4,3	7,9	24,8

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport c / n	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
1051	34,01	20	1,125	17,8	0,41	0,05	0,07	0,02	7,06	0,55	7,7
1052	10,58	6,22			0,3	0,01	0,02	trace	4,01	0,32	7,9
1053					0,2	0,03	0,02	trace	2,4	0,23	9,5

N° échant.	Eléments totaux mé / 100gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1051	0,92	2,20	0,77	0,87							
1052	0,92	1,68	0,22	0,22	12,34	37,25	12,99	9,53	26,04	1,35	0,8
1053	2,92	1,60	trace	trace	12,68	34,23	15,23	9,47	26,40	* 1,15	1

Profil TC 10

N° hant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Indice Hénin	Perméab. cm / h	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros
TC101	5,3	1,0					27,5	6,4	3,9	18,6	38,3
102	5,4	1,0					24,1	8,5	5,2	22,1	34,2
103	5,7	1,0					42,6	10,9	5,6	9,9	20,5
104	5,9	0,3					9,8	12,5	8,0	16,2	50,4

N° échant.	M.O. total o/oo	Carbone total o/oo	Azote total o/oo	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100gr				T	S	V %
					Ca	Mg	K	Na	mé / 100 gr		
101	28,1	16,6	0,99	16,6	0,04	0,03	0,07	trace	4,76	0,14	2,9
102	10,6	6,2	0,56	11,2	0,07	0,12	0,054	trace	2,99	0,24	8,0
103					0,06	0,15	0,23	0,03	0,96	0,47	48,9
104					0,07	0,14	0,08	0,005	1,07	0,29	27,1

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				A N A L Y S E			T R I A C I D E			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> <sup>oo</sup> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
101	3,70	2,70	0,77	0,03							
102	5,80	2,70	1,02	0,43	10,64	55,87	8,62	5,7	18,80	1,00	0,8
103	2,30	1,60	0,89	0,0	13,93	28,15	19,99	5,5	30,90	0,65	1,1
104	0,30	3,50	1,02	0,0	14,88	46,02	4,83	5,1	28,61	0,50	0,3

Profil TC 45

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / H	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 451	5,85	2,2					39,4	10,5	3,2	11,0	29,0
452	5,60	1,9					43,6	7,7	2,7	9,7	30,7
453	5,90	1,2					48,6	6,5	2,2	9,4	28,5
454	5,70	0,7					50,3	6,5	2,7	13,9	42,04
455	5,35	0,4					18,5	18,7	5,5		

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
451	35,2	20,7	1,15	18,0	1,05	0,42	0,12	0,03	7,4	1,62	21,2
452	27,4	16,1	0,93	17,3	0,35	0,32	0,03	0,005	6,2	0,70	11,2
453					0,13	0,16	0,03	trace	2,2	0,29	13,2
454					0,09	0,09	trace	0,005	1,03	0,19	18,4
455					0,13	0,18	0,003	0,02	0,48	0,33	

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	Perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> ‰	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
451	1,00	5,00	0,38	1,09							
452	3,22	1,41	0,33	0,87	13,12	45,41	13,60	5,2	21,63	0,85	1,1
453	1,84	1,43	0,13	0,43	13,08	43,75	11,41	5,5	24,78	0,55	0,8
454	4,56	2,12	0,26	0,65	11,10	39,07	18,74	4,61	27,26	0,50	1,2
455	0,68	1,20	0,13	0,43	9,27	52,96	13,85	2,78	20,11	0,25	1,2

Profil TB 50

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TB 501	5,6	2,3					43,1	7,1	2,8	11,0	30,9
502	5,5	1,8					45,2	5,8	2,8	11,1	32,1
503	5,4	2,2					44,1	19,8	3,3	8,7	26,
504	5,7	1,2					13,0	22,3	6,3	16,0	40,7

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100gr				T	S	
					Ca	Mg	K	Na	mé / 100 gr		
501	33,81	19,89	1,250	15,9	0,11	0,18	0,061	0,011	4,8	0,362	7,5
502					0,09	0,17	0,032	0,011	1,2	0,303	25,2
503					0,13	0,29	0,032	0,016	1,53	0,468	31,0
504					0,06	0,29	0,027	0,011	1,84	0,388	21,0

N° échant	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
501	2,24	1,40	0,32	1,74							
502	1,40	1,20	0,26	1,30	12,35	46,92	10,72	8,00	22,35	1,05	0,8
503	1,68	1,48	0,38	1,74	11,95	33,4	16,4	10,9	26,1	1,1	1,1
504					9,07	41,02	17,56	8,90	22,93	1,00	1,3

Profil TC 102

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	PF	Perméab. cm /h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 1021	5,5	1,5					28,7	7,5	4,3	26,3	28,5
1022	5,8	1,1					27,0	6,3	4,4	27,5	31,6
1023	5,5	0,8					31,1	24,4	5,0	17,7	19,9
1024	5,2	0,8					26,4	23,9	5,0	18,9	25,0

N° échant.	M.O. total o/oo	Carbone total o/oo	Azote total o/oo	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100gr				T mé /	S 100 gr	V %
					CA	Mg	K	Na			
1021	30,4	17,89	1,17	15,2	0,83	0,4	0,14	0,01	6,56	1,39	21,1
1022	17,9	10,56	0,87	12,1	0,52	0,2	0,3	0,03	5,49	1,06	19,3
1023					0,5	0,06	0,18	0,05	1,31	0,78	
1024					0,6	0,24	0,3	0,02	1,54	1,14	

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1021	1,02	1,52	0,26	0,24							
1022	1,02	3,20	0,38	0,87	8,52	61,47	7,05	8,97	13,40	1,45	0,9
1023	1,06	2,68	0,64	0,65	11,1	38,46	17,07	10,2	22,49	1,25	1,3
1024	1,38	1,80	0,38	0,65	9,62	43,5	17,69	6,83	21,45	1	1,4



Profil TC 91

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Permeab. cm/h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 911	5,3	1,3					35,2	12,7	3,4	9,2	34,8
912	5,6	1,0					50,2	6,5	4,5	11,4	24,0
913	5,35	0,8					50,3	16,5	4,7	10,7	12,9
914	5,50	0,4					26,7	13,2	8,2	15,0	29,9

N° échant.	M.O. total o/oo	Carbore total o/oo	Azote total o/oo	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T	S	V %
					Ca	Mg	K	Na	mé / 100 gr		
911	30,4	17,86	1,15	15,5	0,57	0,13	0,07	0,02	0,01	0,79	13,1
912	9,5	5,60	0,41	13,6	0,34	0,10	0,06	trace	3,46	0,5	14,4
913					0,69	0,04	0,13	0,02	1,41	0,88	62,4
914					0,46	0,22	0,10	0,03	1,11	0,81	72,9

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				A N A L Y S E			T R I A C I D E			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> ** %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
911	2,14	4,24	0,64	0,87							
912	1,94	2,16	0,26	0,43	12,42	27,97	16,74	13,5	26,44	2,35	1,1
913	2,06	2,44	0,38	0,74	11,99	14,82	25,38	17,72	27,57	2,60	1,6
914	1,42	2,24	0,26	0,43	9,95	25,68	27,02	10,15	26,34	1,30	1,7

Profil TC 115

N° chant.	pH	Humidité %	Hum.équ.	pF	Perméab. cm / h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC1151	5,15	1,7					25,1	15,1	4,3	12,4	38,2
1152	5,7	1,6					38,2	16,1	4,8	14,1	26,0
1153	5,5	1,2					55,0	21,7	2,9	7,0	14,2
1154	5,5	1,6					30,9	24,6	7,0	19,9	17,0

N° chant.	M.O. total o/oo	Carbone total o/oo	Azote total o/oo	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T	S	V %
					Ca	Mg	K	Na	mé / 100	gr	
1151	75,7	43,9	2,4	18	0,63	0,38	0,2	0,2	5,8	1,41	24,3
1152	14,01	8,74	0,5	16,4	0,51	0,26	0,2	0,19	4,1	1,16	28,
1153					0,63	0,30	0,05	0,23	2,4	1,21	
1154					0,47	0,20	0,22	0,27	2,1	1,16	

N° chant.	Eléments totaux				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> <sup>oo</sup> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> / Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1151	0,52	5,20	0,77	0,87							
1152	0,68	2,60	0,64	0,74	13,53	33,93	10,22	14,52	25,79	1,8	0,7
1153	0,40	2,72	0,26	0,74	12,35	20,73	23,12	14,0	28,79	1,3	1,4
1154	1,08	5,40	0,77	0,74	11,87	15,33	18,17	24,35	27,3	3,0	1,1

Profil TC 44

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm/h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 441	5,7	2,6					39,1	7,4	8,0	19,1	17,8
442	5,25	2,2					52,6	8,2	4,0	16,0	14,0
443	5,45	3,0					30,0	14,6	6,0	17,4	26,0

N° échant.	M.O. total ‰	Carbone total ‰	Azote total ‰	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
441	31,0	18,2	1,25	14,6	0,34	0,1	0,19	trace	8,2	0,63	7,7
442	9,2	5,4	0,54	9,8	0,06	0,07	0,016	trace	4,7	0,146	3,1
443					0,06	0,09	0,05	0,01	5,8	0,21	3,6

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
441	5,88	6,12	1,02	0,87							
442	2,68	9,04	0,38	0,43	15,68	28,01	14,70	13,40	27,87	1,25	0,9
443	2,00	15,60	1,79	0,87	13,46	36,80	8,41	11,60	29,65	1,50	0,5

Profil TC 98

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm/h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 981	5,15	2,6					48,5	19,5	6,2	13,1	11,9
982	5,30	1,5					38,5	21,3	7,9	14,2	13,6
983	5,35	1,3					35,2	26,7	6,4	13,0	17,2

N° échant.	M.O. total o/oo	carbone total o/oo	Azote total o/oo	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T mé / 100 gr	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
981	51,2	30,16	2,19	13,7	0,71	0,24	0,31	0,02	10,17	1,27	12,4
982	1,9	1,11	0,11	9,7	0,42	0,03	0,2	0,02	2,8	0,67	24
983					0,66	0,23	0,18	0,01			

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
981	2,46	3,60	0,77	0,65							
982	1,34	1,80	0,56	0,74	2,42	22,37	30,66	12	29,63	1,75	1,8
983	1,74	2,40	0,77	0,43	10,61	25,67	24,82	11,4	25,87	1,60	1,6

Profil TC 43

N° chant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	pF	Perméab. cm/h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
IC 431	5,5						40,1	9,2	4,6	11,9	27,6
432	5,5						37,6	14,0	7,8	12,8	25,2
433							5,8	6,5		22,2	53,2

N° chant.	M.O. total o/oo	Carbone total o/oo	Azote total o/oo	Rapport C / N	Eléments échangeables mé/100 gr				T	S	V %
					Ca	Mg	K	Na	mé / 100 gr		
431	23,7	13,9	0,82	16,9	0,27	0,36	0,09	0,01	6,85	0,73	10,6
432	2,0	1,2	0,08	14,7	0,23	0,22	0,04	0,016	2,72	0,50	18,3
433											

N° chant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
431	2,40	4,00	0,77	0,74							
432	5,60	2,20	0,38	0,87	15,54	28,29	23,54	8,0	25,67	1,15	1,6
433	6,76	35,5	6,27	0,87							

Profil TC 13

N° échant.	pH	Humidité %	Hum.équ. %	PF	Perméab. cm/h	Indice Hénin	Argile %	Lim.fin %	Lim.gros %	Sab.fin %	Sab.gros %
TC 131	5,5	1,0					10,8	15,0	9,8	26,0	33,8
132	5,5	1,5					19,6	24,0	12,3	25,0	14,2
133	6,1	2,4					7,8	23,6	13,4	30,8	20,9

N° échant.	M.O. total	Carbone total	Azote total	Rapport C / N	Eléments échangeables mé / 100gr				T mé / 100 gr	S 100 gr	V %
					Ca	Mg	K	Na			
131	26,2	15,4	1,65	9,3	1,51	1,2	0,28	0,04	6,16	3,03	49,0
132	11,2	6,6	0,59	11,2	0,33	0,74	0,41	0,06	4,85	1,54	31,7
133					0,17	0,78	0,46	0,08	3,69	1,49	40,3

N° échant.	Eléments totaux mé / 100 gr				ANALYSE			TRIACIDE			
	Ca	Mg	K	Na	perte feu %	résidu %	SiO <sub>2</sub> °° %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	TiO <sub>2</sub> %	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
131	2,82	15,69	3,40	0,43							
132	1,13	21,80	4,60	0,43	9,55	33,24	25,72	8,00	23,70	1,2	1,8
133	1,74	25,30	5,11	0,22	8,85	33,76	28,73	3,85	25,90	0,55	1,9

















CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE AU 1/100.000  
**TANANARIVE**

Levée de M. F. BOURGEAT

Campagnes 1964-1965

**LÉGENDE**

- CLASSE I. - DES SOLS À MINÉRAUX BRUTS**  
LITHOMIS
- Association avec sols rajeunis et pénévols "beige rouge"
  - Association avec sols rajeunis "ocre beige" et pénévols jaunes
- CLASSE VI. - DES SOLS À MILLE**  
SOUS-CLASSE SOLS À MILLE DES PAYS TROPICAUX
- Sol brun tropical sur Ankaratrie
- CLASSE IX. - DES SOLS FERRALLITIQUES**  
1° SOUS-CLASSE DES SOLS FORTEMENT DÉSATURÉS  
GROUPE DES SOLS TYPIQUES
- Sols "rouge à brun rouge" sur roches basiques
  - Sols "jaune sur rouge" sur roches ± acides profondément décomposées
  - Sols rouges sur roches ± acides profondément décomposées
  - Sols "jaune sur rouge" sur roches riches en quartz
  - Sols "beige rouge" sur roches riches en quartz
- GROUPE DES SOLS APPAUVRIS
- Sols "ocre beige à jaune sur rouge" sur roches ± acides profondément décomposées
  - Sols "ocre beige à jaune sur rouge" sur roches en quartz
  - Sols "jaune sur rouge" sur roches riches en quartz
- GROUPE DES SOLS RAJEUNIS
- Sols "jaune sur rouge" sur roches ± acides profondément décomposées
  - Sols rouges sur roches ± acides profondément décomposées
  - Sols "beige rouge" sur roches ± acides profondément décomposées
  - Sols "beige rouge" sur roches ± riches en quartz
  - Sols "ocre beige" sur roches riches en quartz
- 2° SOUS-CLASSE DES SOLS MOYENNEMENT DÉSATURÉS (association avec sols rajeunis et lithomis)  
GROUPE DES SOLS PÉNÉVOLS
- Sols "beige rouge" sur roches profondément décomposées
- CLASSE XI. - SOLS HYDROMORPHES**  
1° SOUS-CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES
- Sols tourbeux oligotrophes
- 2° SOUS-CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES MOYENNEMENT ORGANIQUES
- Sols humiques à gley
- 3° SOUS-CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX
- Sols à gley à pseudogley indifférenciés
  - Sols à pseudogley
- Signes Particuliers**
- Cuirasse (Sol typique sous groupe induré) AA Alluvions anciennes : terrains érodés ou sols ferrallitiques typiques jaunes
  - Complexes 7226 - Numéros et emplacement des échantillons

**SIGNES CONVENTIONNELS**

- Ville
- Village
- Route principale
- Route secondaire
- Piste jeepable
- Sentier
- Rivière
- Lac
- Évacrement
- Chemin de fer
- Point géométrique

**CARTE D'ASSEMBLAGE**

