

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE TANANARIVE

SOLS ET PEDOGENESE DANS LA CUVETTE

D'AMBALAVAO

Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance au 1/50.000^e

1^{ère} Partie : Généralités - Classification et interprétation des sols

par **F. SOUBIES**

Elève 2^{ème} Année ORSTOM

TANANARIVE - 1969

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE DE TANANARIVE

" SOLS ET PEDOGENESE DANS LA CUVETTE
D'AMBALAVAO "

Notice explicative de la carte pédologique
de reconnaissance au 1/50.000^{ème}

1ère Partie : Généralités - Classification
et interprétation des sols

Par F. SOUBIES
Elève de 2me Année - ORSTOM
TANANARIVE 1969

ERRATA - 1ère Partie

- Corriger "matériel" en "matériau" :
- p.30 l.27 /p.49 l.23/ p.50 l.9/ p.51 l.16
- p.52 l.1/ p.53 l.14/ p.56 l.7/ p.69 l.24
- p.75 l.10
- p.14 l.15 ...de dômes qui s'observe sur ...
- p.17 l.8 ...plus puissantes ...
- p.17 l.10 ...granitoïdes...
- p.17 l.13 ... puissance(...
- p.20 l.10 ...altérabilité).
- p.23 l.1 ...approximation, ...
- p.25 l.28 ... - Vohitrosy" ...
- p.25 l.30 ... plongement ...
- p.26 l.14 ...genèse...
- p.28 l.9 ... de gneiss ...
- p.30 l.6 ...BUANEC ...
- p.31 l.20 ...("sheet ...
- p.37 l.12 ..."pulvéulents") ...
- p.37 l.16 ...végétal.
- p.38 l.18 ...polymorphus ...
- p.40 l.8 ..., papayers ...
- p.40 l.11 ...cultures pluviales ou de
décrue ...
- p.40 l.22 ...caractères morphologiques des
sols ...
- p.41 l.2 ...graminéen, sur les ...
- p.42 l.3 ...BUANEC
- p.47 l.15 ...plus, ou très ...
- p.47 l.21 ..., autour ...
- p.49 l.18 ...inclus ...
- p.50 l.21 Origine.Géomorphologie ...
- p.50 l.30 ...parallèlement au ...
- p.52 l.5 ... "limono-sableux fin" ...
- p.53 l.16 ... éliminé .
- p.56 l.18 ... eutrophes ...
- p.59 l.17 ...), il en résulte ...
- p.60 l.25 ...morphologies ... différentes.
- p.77 l.25 ... ferromagnésiens, ...
- p.85 l.14 ... niveaux ...
- p.87 l.25 ... scalpel.
- p.89 l.15 ... permettent ...
- p.90 l.2 ... tapissent, au pied ...
- p.91 l.19 ... (ANT 122)...
- p.91 l.25 ... jaune-rouge, ...
- p.93 l.24 ...a déjà été ...
- p.93 l.27 ... nodulcuses ...
- p.94 l.2 ... limite ...
- p.95 l.2 . On ne peut donc classer ...
- p.95 l.12 . Les 3 ...
- p.96 l.6 ...présentant, actuellement, dans...
déterminée, une ...
- p.96 l.26 ..., la solution peu satisfaisante
qui ...
- p.97 l.17 ... étude en ce sens ...
- p.99 l.12 ... de la stone-line ...
- p.100 l.12 ...situé sur la stone-line ; ...
- p.102 l.21 ... cuvette. Si la ...
- p.102 l.23 ... problème, la ...
- p.103 l.23 ... dessous : à un ...
- p.104 l.17 ... sur granito et de sols ...
- p.105 l.25 ... Les caractères ...
- p.106 l.24 ... actuellement, ou ... passé,
moins ...
- p.111 l.26 ... en relation, principalement,
avec ...
- p.118 l.7 ... comme le ...
- p.119 l.21 ... supérieurs à 2 ...
- p.121 l.12 ... sont résumées ...
- p.123 l.6 ... (c'est ...
- p.129 l.18 ..., T faible ; ...
- p.130 l.22 "1 m.e".
- p.136 l.14/15 ...également les considérer
tous ...
- p.136 l.18 ... cuvette ...
- p.137 l.17/18 ... s'estompent ...
- p.142 l.9 ... analysés, ...
- p.142 l.21 ... correspondent ...
- p.148 l.27 ... Gif - ...
- p.149 l.27 ... pas différer ...
- p.151 l.7 ... avis la ...

INTRODUCTION

Localisation

- La région d'Ambalavao se situe dans le Centre Sud de Madagascar à 460 km environ : au sud de Tananarive et 50 km au Sud-Ouest de Fianarantsoa : 21°49' latitude Sud - 46°56' longitude Est - 1000 m d'altitude environ . Sa prospection (Mai-Décembre 1968) nous a été confiée par G. AUBERT (1) et F. BOURGEAT (2). Il s'agit d'une magnifique alvéole d'érosion dont l'accès est très aisé par la RN 7 qui la traverse dans toute sa largeur. La zone, bien peuplée, est le siège d'une activité pastorale et agricole intense : élevage de boeufs, riziculture, tabac, agrumes. La petite ville d'Ambalavao, au milieu de la cuvette, en est le centre administratif et commercial : sous-préfecture et important marché.

- Des études d'ordre agro-pédologique, limitées quant aux surfaces prospectées, avaient déjà été entreprises par J. RIQUIER (1956 - boucle de la Mananantanana) , J. VIEILLEFON (1959 - Secteur d'Anjoma) et J. KILIAN (1963).

Plan de l'étude

- Cette étude comprend trois parties :

1 - Une première partie est consacrée à une étude du milieu naturel dans ses relations avec la pédogénèse. Les différents facteurs (climat, roches-mères, géomorphologie, l'homme, le temps) conditionnant la pédogénèse du lieu ont été successivement analysés. Parce que cette région n'avait fait jusqu'ici l'objet que de peu de travaux et restait de ce fait assez mal connue, un maximum de données a été recueilli. Elles servent à appuyer nos interprétations pédogénétiques sur des bases solides .

...

(1) Directeur de la section de Pédologie de l'ORSTOM

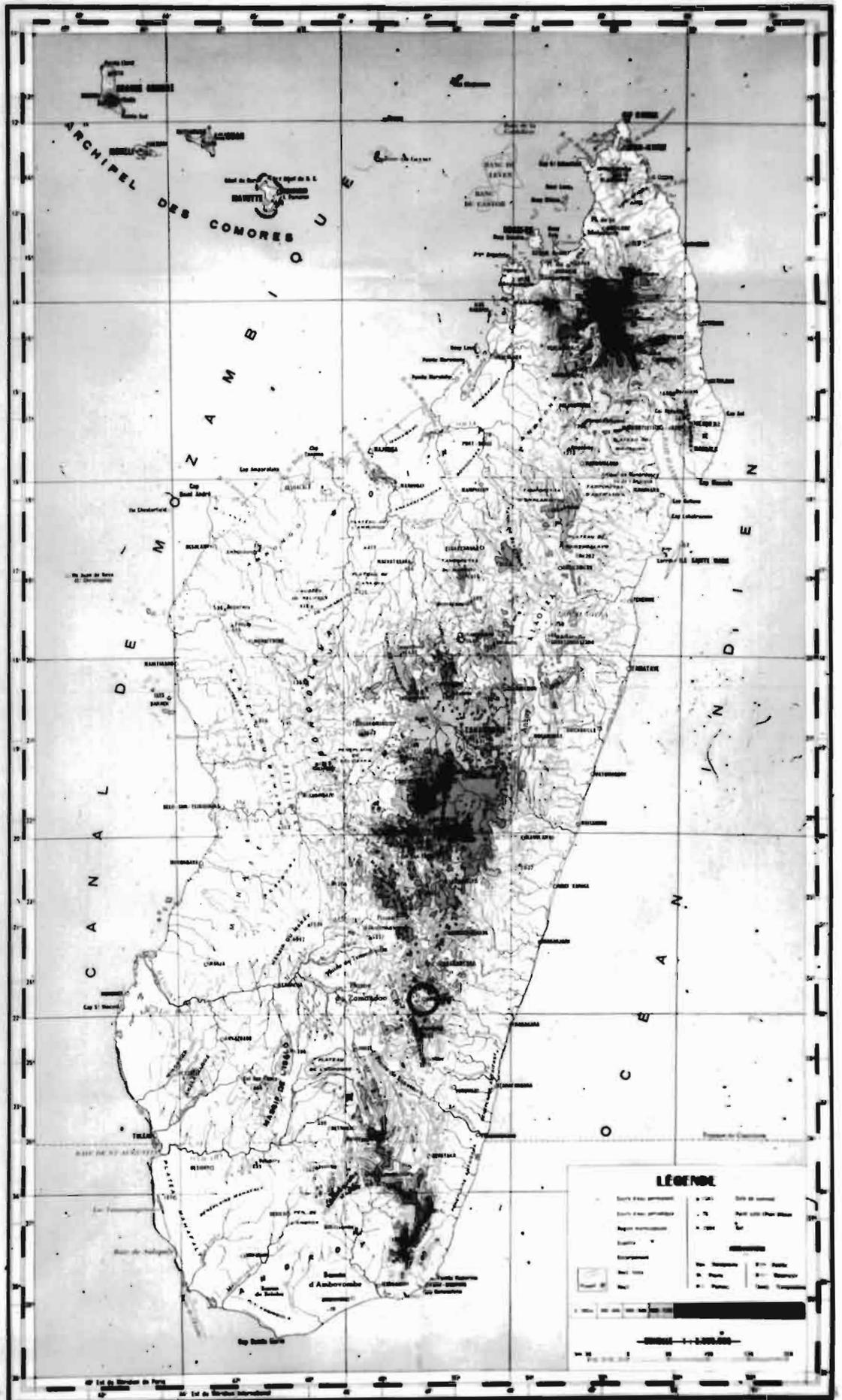
(2) Chef de la section de Pédologie au Centre ORSTOM de Tananarive.

2 - Les sols rencontrés au cours de notre prospection sont présentés dans une deuxième partie. Pour plus de clarté dans l'exposé, les descriptions et analyses de profils ont été rassemblées dans un fascicule à part.

3 - Dans une troisième partie sont rassemblées les conclusions de cette étude : essai de synthèse sur l'évolution pédogénétique passée et présente de la région, perspectives de recherche.

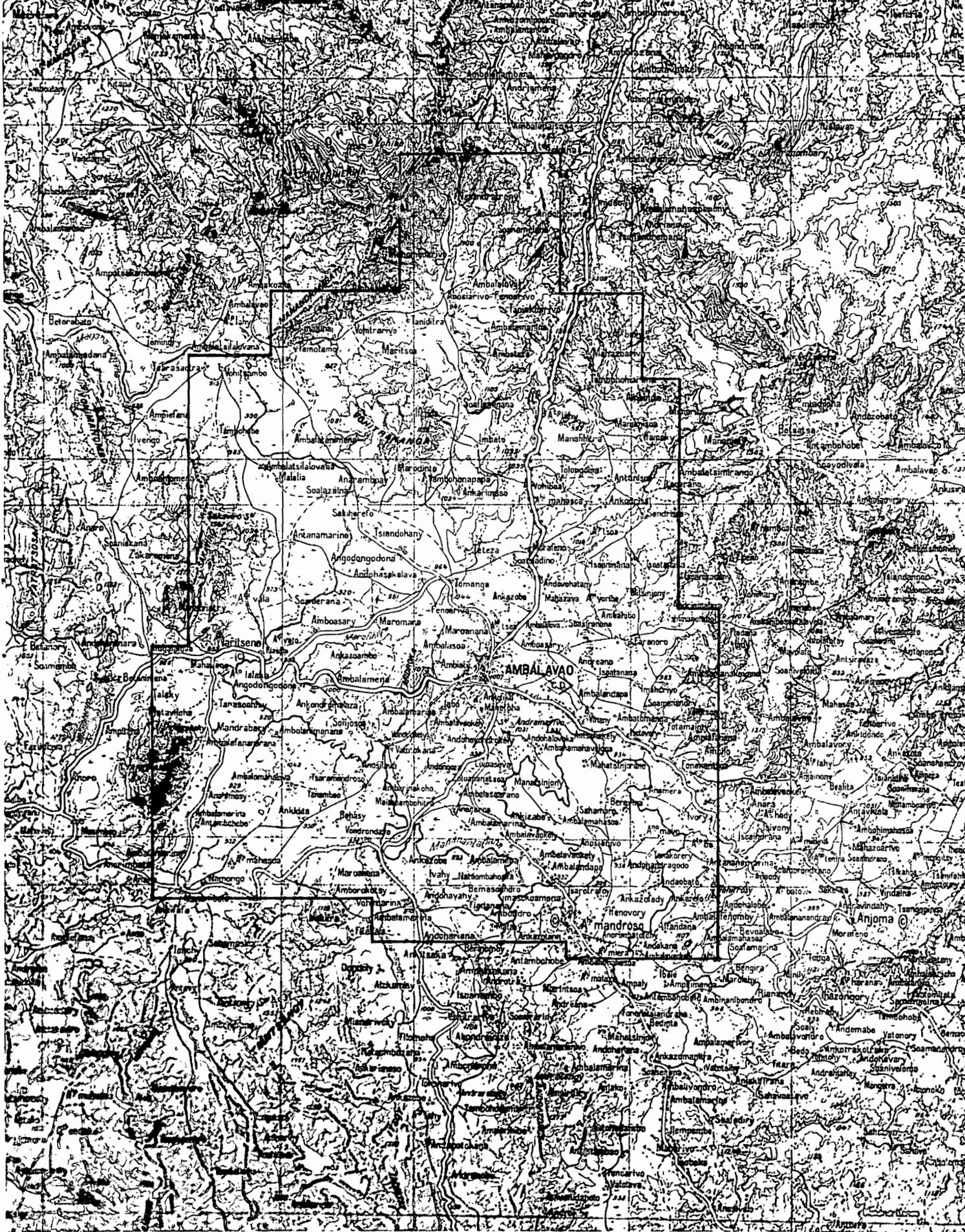
CARTE PHYSIQUE DE MADAGASCAR

AU 1:2.000.000



Carte de Situation

Echelle : 1/7.000.000



Extrait de la feuille au 1/100.000° N.54 - AMBALAVAO
La zone Cartographiée a été encadrée

Echelle : 1/130.000

SOMMAIRE

1re partie : LES FACTEURS DE LA PEDOGENESE

1.1. CLIMAT	pp. 4-12
1.1.1. Données climatiques	p.4
1.1.1.1. Précipitations	p.4
1.1.1.2. Régime thermique	p.5
1.1.1.3. Humidité - Nébulosité	p.5
1.1.1.4. Remarque	p.5
1.1.2. Indices climatiques	p.6
1.1.2.1. Indice d'aridité de Martonne	p.6
1.1.2.2. Indice de drainage calculé	p.7
1.1.2.3. Indice de Lang	p.8
1.1.2.4. Indice de Meyer	p.8
1.1.2.5. Bilan de l'eau et indice d'humidité selon Thornthwaite	p.9
1.1.2.6. Indice de capacité érosive du climat de Fournier	p.10
1.1.3. Conclusion : influence pédogénétique du climat.	p.10
1.2. ROCHES MÈRES	pp.13 - 24
1.2.1. Aperçu de géologie régionale	p.13
1.2.1.1. Formations du "groupe d'Ambatolampy" ..	p.13
1.2.1.2. Noyaux orthogneissiques internes	p.13
1.2.1.3. Granites andringitréens	p.14
1.2.2. Les roche-mères des sols - Pétrographie et fa- ciès d'altération	p.14
1.2.2.1. Les migmatites et migmatites granito- ïdes	p.14
1.2.2.1.1. Les migmatites	p.15
1.2.2.1.2. Les migmatites granitoïdes	p.17

SOMMAIRE (suite)

1.2.2.2.	Les granites andringitrécens	p.19
1.2.2.3.	Les gneiss à cordiérite et grenat ...	p.19
1.2.2.4.	Les gneiss granitoïdes et migmatites oeillées	p.20
1.2.2.5.	Pyroxéno-amphibolites	p.21
1.2.2.6.	Alluvions et colluvions	p.21
1.2.2.6.1.	Alluvions anciennes	p.21
1.2.2.6.2.	Alluvions récentes	p.22
1.2.2.6.3.	Colluvions récentes	p.22
1.2.3.	Influence pédogénétique des roches	p.22
1.2.3.1.	Actions indirectes	p.22
1.2.3.2.	Actions directes	p.23
1.3.	GEOMORPHOLOGIE	pp.25-32
1.3.1.	Données générales sur le modelé du paysage ...	p.25
1.3.2.	Les unités géomorphologiques essentielles : description et interprétation sommaire	p.26
1.3.2.1.	Les reliefs résiduels dans l'alvéole d'érosion	p.26
1.3.2.2.	Lames rocheuses de granite andringi- tréen :cuesta et dômes	p.26
1.3.2.3.	Le réseau hydrographique	p.27
1.3.2.3.1.	Les cours d'eau permanents	p.27
1.3.2.3.1.1.	Le cours de la Manantanana	p.27
1.3.2.3.1.2.	Les alluvions anciennes	p.28
1.3.2.3.2.	Les vallons	p.29
1.3.2.3.2.1.	Description	p.30
1.3.2.3.2.2.	Interprétation	p.31
1.3.2.4.	Modelé de surface lié à l'érosion actuelle	p.31
1.4.	VEGETATION	pp.33-41
1.4.1.	Végétation naturelle	p.33
1.4.1.1.	Végétation primaire	p.33
1.4.1.1.1.	La forêt	p.33

SOMMAIRE (suite 2)

1.4.1.1.1.1. Dynamique	p.33
1.4.1.1.1.2. Composition floristique	p.35
1.4.1.1.2. La pelouse à xérophytes	p.36
1.4.1.2. Végétation modifiée	p.37
1.4.1.2.1. Les savanes	p.37
1.4.1.2.1.1. Généralités	p.37
1.4.1.2.1.2. Coupe type	p.38
1.4.1.2.1.3. Données complémentaires	p.38
1.4.1.2.2. Végétation des terrasses alluviales actuelles ou "baibohos"	p.39
1.4.2. Cultures et reboisements	p.40
1.4.2.1. Cultures	p.40
1.4.2.2. Reboisements	p.40
1.4.3. Influence pédogénétique	p.40
1.5. L'HOMME	pp.42-43
1.5.1. Les feux de brousse	p.42
1.5.2. L'élevage extensif	p.43
1.5.3. La riziculture	p.43
1.6. LE FACTEUR TEMPS	p.43

SOMMAIRE

2me partie : LES SOLS

2.1. INTRODUCTION	pp.44-46
2.1.1. Documents utilisés pour la cartographie	p.44
2.1.2. Remarques préliminaires	p.44
2.1.2.1. Remarques d'ordre général	p.44
2.1.2.2. Problèmes de classification	p.45
2.1.2.3. Problèmes cartographiques	p.45
2.1.2.4. Limites du travail effectué	p.46
2.2. SOLS MINÉRAUX BRUTS	pp.47-48
2.2.1. Sols minéraux bruts d'érosion	p.47
2.2.1.1. Caractères généraux	p.47
2.2.1.2. Répartition	p.48
2.2.2. Sols minéraux bruts d'apport colluvial	p.48
2.3. SOLS PEU ÉVOLUÉS	pp.49-53
2.3.1. Sols d'érosion	p.49
2.3.1.1. Sous-groupe régosolique	p.49
2.3.1.2. Sous-groupe lithique	p.50
2.3.2. Sols d'apport alluvial ("baïbohos")	p.50
2.3.2.1. Origine, Géomorphologie, Cartographie .	p.50
2.3.2.2. Morphologie générale des profils	p.51
2.3.2.3. Caractéristiques chimiques	p.52
2.3.3. Sols d'apport colluvial	p.53
2.4. SOLS BRUNIFIÉS	pp.54-57
2.4.1. Localisation - Classification	p.54
2.4.2. Remarques complémentaires	p.55
2.4.3. Cartographie	p.56

SOMMAIRE (suite)

2.5. SOLS FERRALLITIQUES	pp.58-143
2.5.1. Généralités	p.58
2.5.2. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), typiques, modaux, sur migmatite S.SO, à "faciès struc- turé"	p.60
2.5.2.1. Remarques préliminaires	p.60
2.5.2.2. Sols "rouges structurés" non remaniés rencontrés en bordure des vallons de recreusement récent	p.61
2.5.2.2.1. Morphologie	P.61
2.5.2.2.2. Interprétations d'analyses et classifi- cation	p.63
2.5.2.2.2.1. Classification	p.63
2.5.2.2.2.2. Interprétations d'analyses	p.64
2.5.2.2.3. Répartition - Cartographie	p.65
2.5.2.3. Sols "rouges structurés" non remaniés rencontrés en bordure des lames de migmatites granitoïdes	p.66
2.5.2.3.1. Morphologie	p.66
2.5.2.3.2. Interprétations d'analyses et classi- fication	p.67
2.5.2.3.2.1. Classification	p.67
2.5.2.3.2.2. Interprétations d'analyses	p.68
2.5.2.3.3. Cartographie	p.68
2.5.3. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), typiques, jaunes, sur alluvions anciennes	p.69
2.5.3.1. Morphologie	p.69
2.5.3.2. Interprétations d'analyses et classifi- cation	p.70
2.5.3.2.1. Classification	p.70
2.5.3.2.2. Interprétations d'analyses	p.70
2.5.3.3. Répartition - Cartographie	p.71
2.5.4. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), typiques, jaunes, sur granite andringitréen	p.72
2.5.4.1. Morphologie	p.72
2.5.4.2. Interprétations d'analyses et classifi- cation	p.73

...

SOMMAIRE (suite 2)

2.5.4.2.1.	Classification	p.73
2.5.4.2.2.	Interprétation d'analyses	p.74
2.5.4.3.	Répartition - Cartographie	p.74
2.5.5.	Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B) typiques, jaunes, sur gneiss granitoïde et migmatite ocellée	p.76
2.5.5.1.	Morphologie	p.76
2.5.5.2.	Interprétations d'analyses et classification	p.76
2.5.5.2.1.	Classification	p.76
2.5.5.2.2.	Interprétations d'analyses	p.77
2.5.5.3.	Répartition - Cartographie	p.78
2.5.6.	Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B) remaniés, modaux, sur migmatite S.SO, à faciès "pulvérulent"	p.79
2.5.6.1.	Remarques préliminaires	p.79
2.5.6.2.	Morphologie générale des sols "rouges pulvérulents"	p.80
2.5.6.2.1.	Caractères essentiels	p.80
2.5.6.2.2.	Données complémentaires	p.81
2.5.6.3.	Interprétations d'analyses et classification	p.86
2.5.6.3.1.	Remarques préliminaires	p.86
2.5.6.3.2.	Classification	p.87
2.5.6.3.3.	Interprétations d'analyses	p.87
2.5.6.4.	Répartition - Cartographie	p.90
2.5.7.	Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B) remaniés, jaunes, sur migmatite S.SO	p.91
2.5.7.1.	Caractères morphologiques essentiels	p.91
2.5.7.1.1.	Sols jaunes à faciès "pulvérulent" ou sols "jaunes pulvérulents"	p.91
2.5.7.1.2.	Sols jaunes à faciès "structuré" ou sols "jaunes structurés"	p.91

SOMMAIRE (suite 3)

2.5.7.1.3.	Sols jaunes à faciès "jaune rouge" ou sols "jaune/rouge"	p.92
2.5.7.2.	Problèmes de classification	p.93
2.5.7.2.1.	Sols "jaunes pulvérulents"	p.93
2.5.7.2.2.	Sols "jaunes structurés"	p.93
2.5.7.2.3.	Sols "jaune/rouge"	p.94
2.5.7.2.4.	L'unité complémentaire de classification: "variété ou faciès"	p.95
2.5.7.3.	Interprétations d'analyses	p.97
2.5.7.3.1.	Sols "jaunes pulvérulents"	p.97
2.5.7.3.2.	Sols "jaunes structurés"	p.99
2.5.7.3.3.	Sols "jaune/rouge"	p.100
2.5.7.4.	Répartition - Cartographie	p.102
2.5.7.4.1.	Sols "jaunes pulvérulents"	p.102
2.5.7.4.2.	Sols de faciès "Jaune/rouge"	p.102
2.5.7.4.3.	Sols "jaunes structurés" remaniés	p.104
2.5.7.5.	Le problème du jaunissement des sols	p.106
2.5.8.	Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), remaniés, jaunes, sur granite migmatitique	p.108
2.5.8.1.	Remarques préliminaires	p.108
2.5.8.2.	Sols jaunes sur lames granito-migmatitiques de forte puissance	p.108
2.5.8.2.1.	Morphologie	p.108
2.5.8.2.2.	Classification	p.109
2.5.8.2.3.	Interprétations d'analyses	p.110
2.5.8.3.	Sols jaunes sur lames granito-migmatitiques de faible puissance	p.110
2.5.8.3.1.	Morphologie	p.110
2.5.8.3.2.	Classification	p.111
2.5.8.3.3.	Interprétations d'analyses	p.111
2.5.8.4.	Répartition - Cartographie	p.112

SOMMAIRE (suite 4)

2.5.9.	Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), remaniés, indurés, sur migmatite S.S0, à faciès "jaune/rouge" ou sols "jaune/rouge indurés"	p.113
2.5.9.1.	Morphologie	p.113
2.5.9.2.	Interprétations d'analyses et classification	p.113
2.5.9.2.1.	Classification	p.113
2.5.9.2.2.	Interprétations d'analyses	p.114
2.5.9.3.	Répartition - Cartographie	p.115
2.5.(10).	Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), remaniés, hydromorphes, sur colluvions anciennes	p.116
2.5.(10).1.	Introduction	p.116
2.5.(10).2.	Morphologie générale	p.116
2.5.(10).3.	Interprétations d'analyses et classification	p.117
2.5.(10).3.1.	Classification	p.117
2.5.(10).3.2.	Interprétations d'analyses	p.118
2.5.(10).4.	Géomorphologie des dépôts colluviaux anciens	p.120
2.5.(10).4.1.	Géomorphologie anciens : le problème du raccord avec les sols "rouges pulvé- rulents"	p.120
2.5.(10).4.2.	Géomorphologie issue des phénomènes de recroisement récent : les cuvettes "sémi- fermées" en tête de talweg	pp.121
2.5.(10).5.	Cartographie	p.123
2.5.(11).	Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), du groupe "rajeunis ou pénévulés", développés sur migmatite granitoïde S.S0	p.124
2.5.(11).1.	Morphologie	p.124
2.5.(11).2.	Interprétations d'analyses et classification	p.126
2.5.(11).2.1.	Classification	p.126
2.5.(11).2.2.	Interprétations d'analyses	p.126

...

SOMMAIRE (suite 5)

2.5.(11).3. Cartographie	p.126
2. 2.5.(12). Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), du groupe "rajeunis ou pénévolués", développés sur gnoiss à cordiérite et grenat	p.127
2.5.(12).1. Morphologie	p.127
2.5.(12).2. Interprétations d'analyses et clas- sification	p.128
2.5.(12).2.1 Classification	p.128
2.5.(12).2.2. Interprétations d'analyses	p.128
2.5.(12).3. Cartographie	p.129
2.5.(13). Sols ferrallitiques fortement désaturés en (B), re- maniés, modaux, sur migmatite S.SO, à faciès "pulvé- rulent"	p.130
2.5.(13).1. Classification	p.130
2.5.(13).2. Commentaires d'analyses	p.131
2.5.(14). Sols ferrallitiques fortement désaturés en (B), remaniés, modaux, sur migmatite S.SO, à faciès "struc- turé" ou sols "rouges structurés" remaniés	p.137
2.5.(14).1. Morphologie	p.137
2.5.(14).2. Interprétations d'analyses et classi- fication	p.138
2.5.(14).2.1. Classification	p.138
2.5.(14).2.2. Interprétations d'analyses	p.139
2.5.(14).3. Répartition - Cartographie	p.141
2.5.(15). Sols ferrallitiques fortement désaturés en (B), du groupe "rajeunis ou pénévolués", développés sur granite andringitréen et gnoiss granitoïdes	p.142
2.5.(15).1. Morphologie	p.142
2.5.(15).2. Classification	p.142
2.5.(15).3. Interprétations d'analyses	p.143
2.5.(15).4. Répartition - Cartographie	p.143

...

SOMMAIRE (suite 6)

2.6. SOLS HYDROMORPHES	p.144-152
2.6.1. Généralités	p.144
2.6.2. Sols à gley rencontrés dans les bas-fonds des vallons de recréusement récent	p.144
2.6.2.1. Sols à gley profonds	p.144
2.6.2.2. Sols à gley lessivés	pp.145
2.6.2.2.1. Présentation	p.145
2.6.2.2.2. Interprétation	p.146
2.6.2.3. Cartographie	p.146
2.6.3. Sols à gley et amphigley rencontrés sur alluvions récentes dans les basses vallées alluviales	p.147
2.6.4. Les "dépressions fermées"	p.149
2.6.4.1. Observations	p.149
2.6.4.2. Interprétation	p.150
2.7. Utilisation des sols	pp.152-156
2.7.2. Les basses vallées alluviales	p.152
2.7.3. Les bas-fonds des vallons	p.153
2.7.4. Les flancs des vallons	p.153
2.7.5. Les versants des reliefs résiduels	p.153
2.7.6. Les plateaux	p.154

3me partie : INTERPRETATION PEDOGENETIQUE D'ENSEMBLE

ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

3.1. Interprétation pédogénétique d'ensemble	Pp.157-161
3.2. Perspectives de recherche	pp.162-164

1ère PARTIE

LES FACTEURS DE LA PEDOGENESE

- Climat
- Roches-mères
- Géomorphologie
- Végétation
- L'homme
- Le temps

1.1. CLIMAT

1.1.1. Données climatiques essentielles

- Il ressort des statistiques météorologiques que le climat de la région d'Ambalavao peut être défini comme un climat tropical d'altitude contrasté (cf : tableau 1 et diagramme 2).

1.1.1.1. Précipitations

- On note une saison sèche très marquée, légèrement supérieure à 6 mois, pendant la période fraîche de l'année (Avril-Octobre), au cours de laquelle la région ne reçoit guère plus de 140 mm de pluie sur un total annuel de 990 mm environ.

- Les pluies, essentiellement constituées par de violents orages de saison chaude, se concentrent sur 5 mois de l'année environ (Novembre-Mars). Sur 850 mm reçus en moyenne durant cette période, soit plus des 8/10ème de la pluviométrie annuelle, plus de la moitié sont répartis sur les mois de Décembre et Janvier seulement.

- Il faut noter en outre que :

- 1 - Fréquemment, un à plusieurs des mois de saison sèche sont totale-
ment secs (pluviométrie = 0 mm).
- 2 - La région est assez régulièrement affectée (une fois tous les dix ans en moyenne) par des perturbations cycloniques. Les pluies torrentielles qui les accompagnent peuvent représenter près de la moitié des précipitations normales annuelles. Tombant en une ou deux semaines, elles entraînent des dégâts catastrophiques.

- Signalons enfin que des chutes de grêle affectent régulièrement certains secteurs de la cuvette (deux fois par an en moyenne) et que les pré-
cipitations occultes semblent abondantes en saison sèche (fortes rosées matinales accompagnées parfois de brouillards).

1

Données météorologiques

Voir remarque p.12.....

DONNÉES		MOIS												Année
		Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
Pluviométrie	<i>Moyennes mensuelles</i> (en mm)	234,6	145,7	139,0	26,3	16,3	15,0	13,6	12,6	15,4	37,7	112,4	218,8	moyenne annuelle 987,4 ^{mm}
	<i>Maxima mensuels</i> (en mm)	452,2	431,7	338,3	151,7	57,2	82,6	32,7	56,0	100,2	101,4	242,5	563,6	maximum annuel enregistré 1724,6 ^{mm}
	<i>Minima mensuels</i> (en mm)	22,6	38,0	60,3	1,5	0	0	0	0	0	2,1	15,8	52,5	minimum annuel enregistré 733,7 ^{mm}
	<i>Maxima en 24h</i> (en mm)	95,3	149,3	72,5	29,0	20,0	38,5	15,0	26,0	69,0	49,8	73,6	90,3	maximum absolu en 24h 149,3 ^{mm}
	<i>Nombre maximum de jours de pluie</i>	24	22	24	11	13	15	12	10	10	9	19	25	maximum annuel enregistré 131 jours
	<i>Nombre minimum de jours de pluie</i>	8	8	6	1	0	0	0	0	0	2	5	6	minimum annuel enregistré 59 jours
Température	<i>Moyennes mensuelles</i> (en °c)	23°6	23°5	22°3	21°4	18°3	16°1	15°4	16°0	18°9	21°3	21°4	22°4	moyenne annuelle 20°05
	<i>Maxima moyens (pour l'année 1968)</i> (en °c)	32°2	33°5	31°5	31°3	29°1	21°5	20°1	23°0	26°7	29°0	24°8	28°5	maximum moyen annuel 27°6
	<i>Minima moyens (pour l'année 1968)</i> (en °c)	13°1	12°9	11°2	9°7	6°5	7°7	7°5	6°5	9°1	6°4	12°6	14°3	minimum moyen annuel 9°8

②

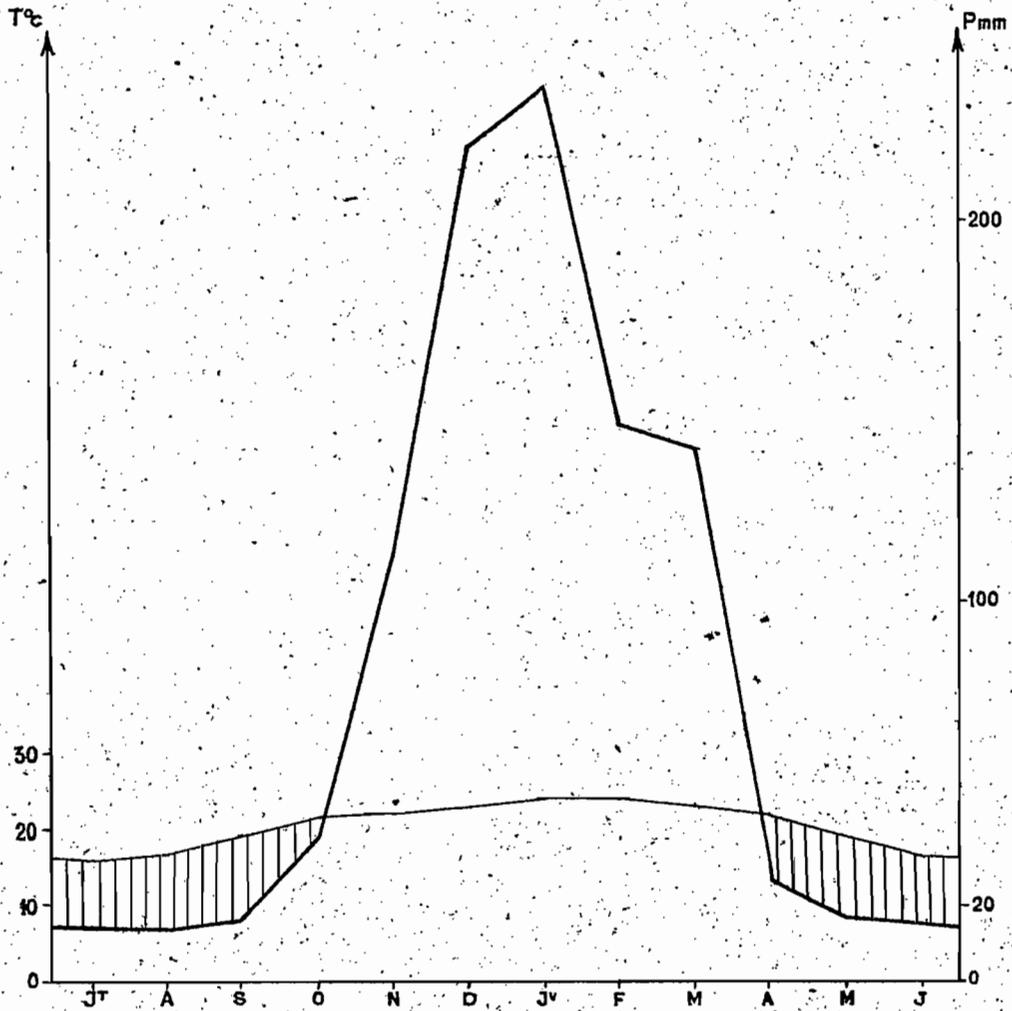


Diagramme ombrothermique (d'après : BAGNOULS et GAUSSEN)

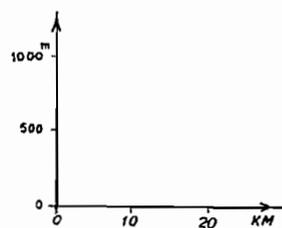
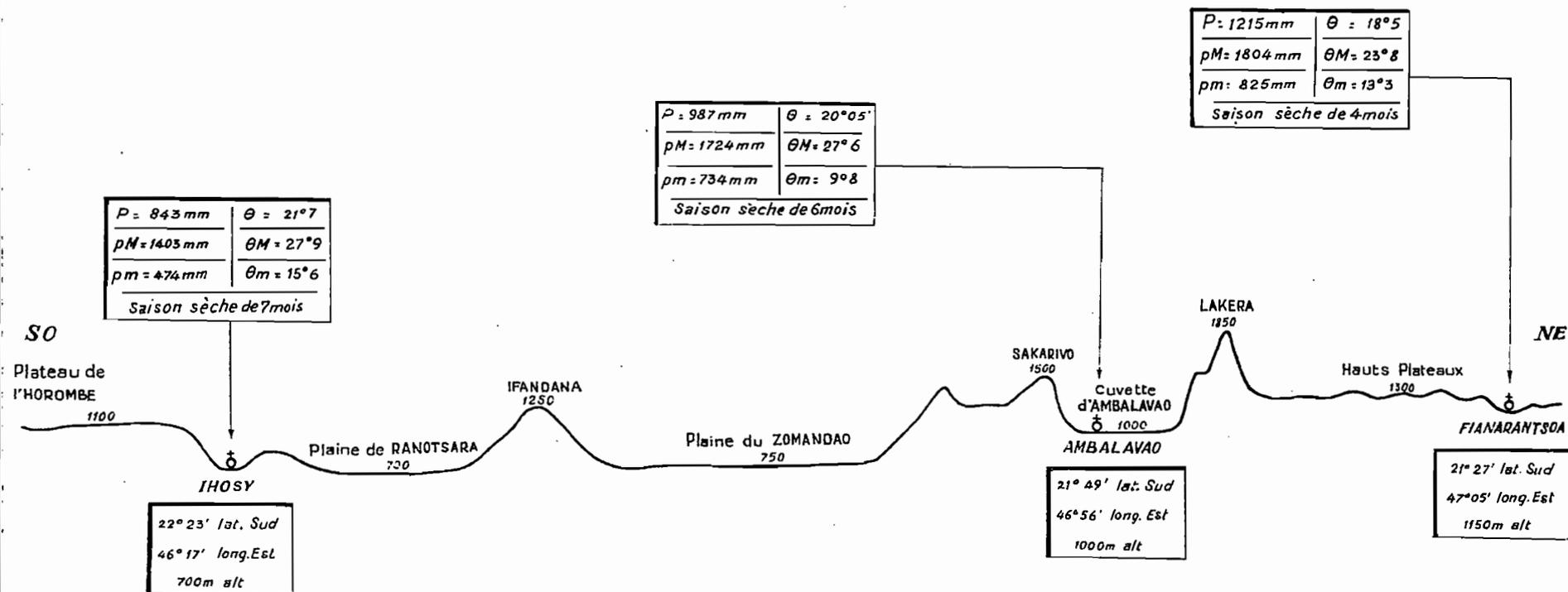
- Courbe umbrique
- Courbe thermique
- ▤ Période écologiquement sèche ($P_{mm} < 2T^{\circ}C$)

Pluviométrie moyenne annuelle : $P_{mm} \approx 1000mm$
Température moyenne annuelle : $T^{\circ}C \approx 20^{\circ}C$
Saison sèche > 6 mois

3

— Coupe Géographique très Schématique —

FIANARANTSOA — AMBALAVAO — IHOSY

Avec données géographiques et climatiques essentielles sur ces 3 localités

Échelle

LÉGENDE :

- | | |
|---|---|
| } | P = Pluviométrie moyenne annuelle |
| | pM = Pluviométrie maximale annuelle enregistrée |
| | pm = Pluviométrie minimale annuelle enregistrée |
| } | θ = Température moyenne annuelle |
| | θM = Maximum moyen annuel de température |
| | θm = Minimum moyen annuel de température |

1.1.1.2. Régime thermique

- En saison chaude (saison des pluies) la température moyenne est de l'ordre de 22° C, avec des maxima absolus oscillant entre 35° C et 40° C ; mais elle descend à 18° C environ en saison fraîche (saison sèche).

- L'altitude à laquelle se trouve cette région et sa morphologie "en cuvette" font que les amplitudes thermiques journalières y sont fortes et les minima absolus assez bas (au cours de la saison fraîche on observe parfois des gelées blanches le matin).

1.1.1.3. Humidité - Nébulosité

- Nous ne disposons d'aucune donnée hygrométrique sur la région. C'est d'ailleurs pour cela que nous avons calculé la durée de la saison sèche sur un diagramme de type "ombrothermique (cf : diagramme n° 2) et non sur un diagramme de type "Thorntwaite" (J. RIQUIER, 1959) plus représentatif de la réalité car intégrant un plus grand nombre de paramètres.

- Quant à la nébulosité, nous n'avons pas non plus de données précises mais il y a lieu de penser que cette cuvette est soumise à un très fort ensoleillement.

1.1.1.4. Remarque

- La région d'Ambalavao constitue une sorte de "marche" entre les plaines du Moyen-Ouest malgache et les hauts plateaux.

...

situés plus à l'Est ; on pourrait donc s'attendre à y observer un régime climatique intermédiaire entre ceux de ces deux domaines. A cette latitude ces deux domaines climatiques peuvent être caractérisés par les stations de Fianarantsoa à l'Est et Ihosy à l'Ouest. En se reportant au tableau n° 3, il apparaît que la région d'Ambalavao bien que très proche de Fianarantsoa par la distance, jouit en fait d'un climat très voisin de celui d'Ihosy. Ceci est à mettre en relation avec la morphologie "en cuvette" de la région qui par ses rebords (pic d'Ivohibe, plateau de Lakera, contreforts de l'Andringitra) est relativement protégée des pluies affectant la falaise orientale de l'île, mais est ouverte par son exutoire aux influences occidentales (chaleur et sécheresse).

- La région d'Ambalavao apparaît ainsi comme une sorte d'alvéole de pénétration des influences climatiques occidentales à l'intérieur des hauts plateaux malgaches. Au lieu d'un climat de type "hauts plateaux" qui serait "normal" à cette altitude, latitude et longitude, on observe en fait un climat plus sec, plus chaud, plus contrasté.

1.1.2. Indices climatiques

- Afin de mieux caractériser l'influence du climat sur la pédogénèse nous avons calculé un certain nombre d'indices climatiques. Il nous a paru nécessaire d'en calculer plusieurs, car chacun d'entre eux combinant les paramètres climatiques de façon très diverse - en essayant d'assigner à chacun de ces paramètres une importance en rapport avec son rôle quant au phénomène envisagé - leur signification pédogénétique est également très diverse.

1.1.2.1. Indice d'aridité de Martonne (P. DUVERGE 1949 et Ch. P. PEGUY 1961)

$$i = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

A_1 indice d'aridité
annuel

$$A_1 = \frac{P}{T + 10}$$

! P_{mm} = pluviométrie moyenne
! annuelle

! $T^{\circ}C$ = température moyenne
! annuelle

A_2 indice d'aridité
mensuel du mois
le plus sec

$$A_2 = \frac{12 p}{\theta + 10}$$

! P_{mm} = pluviométrie moyenne
! du mois le plus sec

! θ = température moyenne
! du mois le plus sec

$$A_1 = 32,9$$

$$A_2 = 9,6$$

$i = 21,2$

1.1.2.2. Indice de drainage calculé (AUBERT - HENIN 1945)

$$D = \frac{P^3}{1 + \delta P^2}$$

$$\delta = \frac{1}{0,15 T - 0,13}$$

P_m = pluviométrie moyenne annuelle

$T^{\circ}C$ = température moyenne annuelle

$D = 0,250$

...

1.1.2.3. Indice de Lang

$$I = \frac{P}{T}$$

P_{mm} = pluviométrie moyenne annuelle

$T^{\circ}C$ = température moyenne annuelle

$I = 49,3$

1.1.2.4. Indice de Meyer

$$N = \frac{P}{f(1-e)}$$

P = pluviométrie moyenne annuelle

$f(1-e)$ = déficit de saturation

F = tension de vapeur d'eau à la température moyenne annuelle

e = état hygrométrique de l'air

Ne disposant d'aucune donnée d'ordre hygrométrique sur la région nous avons extrapolé la valeur du coefficient N d'une carte des valeurs du coefficient de Meyer à Madagascar (C. MOUREAUX et G. TERCINIER 1953). Compte tenu de la remarque faite au paragraphe 1114, on peut admettre pour N une valeur de :

$N \approx 180$

1.1.2.5. Bilan de l'eau et indice d'humidité selon
Thornthwaite (J. RIQUIER 1959).

- Pour les mêmes raisons que celles invoquées ci-dessus il ne nous a pas été possible de calculer avec précision ces paramètres importants du climat, nous nous sommes cependant livré à une évaluation grossière à partir des calculs faits par J. RIQUIER pour les stations de Fianarantsoa et d'Ihosy, et des cartes d'isovaleur de l'E.T.P., E.T.R, Drainage, Deficit d'évapotranspiration, dressées par cet auteur pour l'ensemble de Madagascar.

- On peut ainsi admettre pour la région d'Ambalavao (stock d'eau du sol pris arbitrairement égal à 100 mm) :

- | | |
|--|------------------|
| 1 - Une évapotranspiration potentielle
de l'ordre de : | ETP = 1200 mm/an |
| 2 - Une évapotranspiration réelle
de l'ordre de : | ETR = 725 mm/an |
| 3 - Un déficit d'évapotranspiration | D = 500 mm/an |
| 4 - Un drainage (ruissellement +
infiltration) d'au moins : | d = 300 mm/an |

- La valeur élevée du déficit en eau est en bonne corrélation avec la valeur assez basse de l'indice d'aridité. A ce sujet, si l'on admet que les zones semi-arides correspondent à des valeurs de cet indice comprises entre 5 et 20 (Ch. P. PEGUY 1961), on voit que la région d'Ambalavao avec un indice de 21 est tout à fait à la limite de la zone semi-aride.

- L'indice d'humidité de Thornthwaite :

$$I_h = \frac{\text{Drainage (mm)} \times 100}{\text{ETP (mm)}}$$

serait approximativement de :

$I_h = 25$

1.1.2.6. Indice de capacité érosive du climat de Fournier
(F. FOURNIER 1960)

$$k = \frac{p^2}{P}$$

p = moyenne mensuelle la plus élevée des précipitations

P = moyenne annuelle des précipitations

k = 53,1

Remarque

Cette valeur élevée de k attribue au climat de la région une forte capacité érosive. On peut aller plus loin dans cette affirmation en tenant compte de la façon dont s'expriment les précipitations. L'essentiel des pluies s'abat en effet sous forme de violents orages et l'on note près de 20 jours par an en moyenne, où la pluie tombée est supérieure à 50 mm. Cette fréquence très élevée des précipitations les plus agressives (J. HERVIEU 1966) incite à penser que le climat d'Ambalavao est non pas simplement "érosif" mais très agressif.

1.1.3. Conclusion : influence pédogénétique du climat

- Deux faits essentiels sont à retenir en définitive de cette analyse quant à l'influence pédogénétique du climat.

1 - La région d'Ambalavao, avec un climat tropical d'altitude contrasté, apparaît comme remarquablement située à la limite climatique "ferrallitisation - ferruginisation", relativement aux normes couramment

admises (G. AUBERT 1966-1967). Il n'est qu'à regarder le tableau récapitulatif ci-dessous :

		Limites climatiques admises pour la genèse des sols ferrugineux tropicaux	Données relatives à la région d'Ambalavao
Paramètres climatiques	Saison sèche > 6 mois		Saison sèche un peu supérieure à 6 mois
	Moyenne annuelle des précipitations < 1200 mm		P mm \approx 1000 mm
	Moyenne annuelle de température \approx 25° C		T \approx 20° C *
Indices climatiques	Indice de Lang < 50		I = 49,3
	Indice de Meyer < 100		N = 180
	Indice de drainage calculé < 0,250		D = 0,250
	Indice d'humidité de Thornthwaite < 20		I _h = 25

* Il faut noter que pendant 7 mois de l'année sur 12, la température moyenne mensuelle est largement supérieure à 20° C.

On s'attendait donc à y observer des sols intergrades entre les sols ferrallitiques et les sols ferrugineux tropicaux. Cette conception "a priori" de la pédogenèse dulicé, qui supposait, implicitement, que les conditions climatiques étaient toujours restées dans cette région ce qu'elles sont de nos jours, s'est avérée, à l'analyse, totalement erronée. La plupart des sols rencontrés dans cette cuvette sont, en effet, franchement ferrallitiques et témoignent par là de l'existence passée en ces lieux de climats beaucoup plus humides que l'actuel.

2 - La grande agressivité du climat permettait de prévoir, par ailleurs, la présence dans cette région de profils "rajeunis" ou "tronqués". Les observations ont confirmé ici les prévisions : ces sols sont largement représentés dans la cuvette et sur ses pourtours.

REMARQUESA. Données météorologiques : remarques relatives au tableau n° 1

1 - Ambalavao possède deux postes météorologiques

a) - Un pluviomètre à la sous-préfecture dont nous n'avons pu avoir les données statistiques que pour la période 1936-1960. Elles nous ont été aimablement communiquées par les services de la météorologie nationale malagasy.

b) - Un pluviomètre et un thermomètre à maxima et minima à la "mission des tabacs" dont nous avons pu avoir les données pour la période 1963-1968 grâce à l'amabilité de Mr J.M. VIDALLES chef du secteur tabacole d'Ambalavao.

2 - a) - Les données de température sont donc relatives au poste de la "mission des tabacs" ; mais nous ne disposons des valeurs maximales et minimales mensuelles moyennes que pour l'année 1968; nous avons cru bon de les faire figurer.

b) - En ce qui concerne les moyennes mensuelles de pluviométrie nous les avons calculées à partir des données des deux postes (période 36/60 + période 63/68) pour serrer d'aussi près que possible la réalité (pluviométrie irrégulière d'une année à l'autre). Les autres données pluviométriques sont relatives au poste de la sous-préfecture.

B. Données météorologiques : remarque relative au schéma n° 3

Les données climatiques sur Ihosy et Fianarantsoa sont extraites de : "Atlas météorologique" - IRSM - Station Agronomique du lac Alaotra -- R. DUFOURNET - J. MARQUETTE - A. COURAUD - 1958.

1.2. ROCHES-MERES

Note préliminaire

- Notre prospection pédologique s'est en partie déroulée en compagnie de J. CHANTRAINE (Géologue - Service Géologique de Madagascar) venu à Ambalavao dresser la carte géologique de la région (feuille 1/100.000 - N.54 - à paraître. Photocopie du contre-calque ci-après). Une interprétation tant soit peu valable de la pédogénèse et morphogénèse du lieu, ne pouvait être tentée sans une certaine connaissance de la géologie structurale de cette alvéole d'érosion et de la pétrographie de ses roches (relations "sols - roches-mères" et "paysages - formations géologiques" très accusées du fait de l'érosion). Nous devons cette connaissance à J. CHANTRAINE et le remercions ici très sincèrement pour toute l'aide qu'il nous a apportée.

1.2.1. Aperçu de géologie régionale (J. CHANTRAINE, 1968)

1.2.1.1. Formations du "groupe d'Ambatolampy"

- La région d'Ambalavao est pour l'essentiel le domaine des formations du "groupe d'Ambatolampy" (ancienne série de plateforme métamorphisée) représentées principalement ici par des migmatites à biotite et hornblende qui couvrent la majeure partie de la plaine. Ces migmatites renferment des bancs de quartzites à magnétite et des niveaux à amphibolo-pyroxénites. Des bancs de gneiss à cordiérite et grenat s'y développent, surtout au Sud de la Mananantanana. Ces migmatites encaissent, enfin, de nombreuses lames de migmatites granitoïdes ou granites migmatitiques où se mêlent fréquemment les faciès précédents.

1.2.1.2. Noyaux orthogneissiques internes

- Les formations migmatitiques précédentes sont moulées autour de noyaux orthogneissiques internes qui en constituent le soubassement régional. Il faut y inclure :

1. Au nord-Est, l'anticlinorium du "Lakera". Roches ocellées d'allure migmatitique, à amphibole, passant localement à des gneiss granitoïdes.

2. Au Sud, l'anticlinorium de l'"Aody-Iantsangy". Même type, même faciès pétrographique que le précédent.

3. Cet anticlinal s'ennoie dans la plaine pour réapparaître au Nord dans le petit massif du "Vohitrakanga" où le caractère orthogneissique des roches est particulièrement net.

1.2.1.3. Granites andringitréens

- Les formations précédentes sont bordées à l'Ouest et au Nord par les granites andringitréens (ainsi nommés parce qu'ils entrent dans la constitution du massif de "l'Andringitra" qui culmine à 2658 m au Sud de la cuvette). Ces granites constituent d'énormes lames (la lame frontale du "Sakaviro" à près de 500 m de puissance) qui, lorsqu'elles sont en succession très serrée, engendrent de puissants massifs tel que le "Vohibe", au Nord de la cuvette (plus de 2000 m).

Cette disposition structurale, isoclinale, en laccolites, est essentiellement à l'origine de la remarquable succession de dômes sur la bordure occidentale de la cuvette. Ces granites, mis en place syntectoniquement, présentent des contacts francs et conformes avec les migmatites de l'Ambatolampy ; ils les recourent localement par des filons périphériques.

- Voir coupe géologique schématique (Schéma n° 4)

1.2.3. Les roches-mères des sols : pétrographie et faciès d'altération

1.2.2.1. Les migmatites et migmatites granitoïdes

- Ce sont des formations d'une grande hétérogénéité. Cette hétérogénéité s'exprimant fréquemment dans les profils pédologiques, une description détaillée de ces roches s'est avérée nécessaire.

TERRAINS RECENTS



ROCHES ÉRUPTIVES

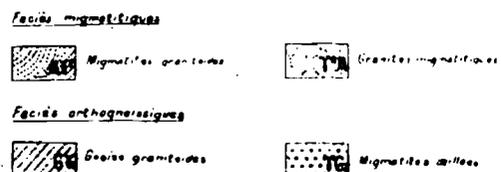


FORMATIONS MÉTAMORPHIQUES

faciès silico-alumineux - Type Ambalavao
caractéristique: schiste, gneiss, cordonite



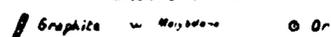
FORMATIONS ANATICTIQUES



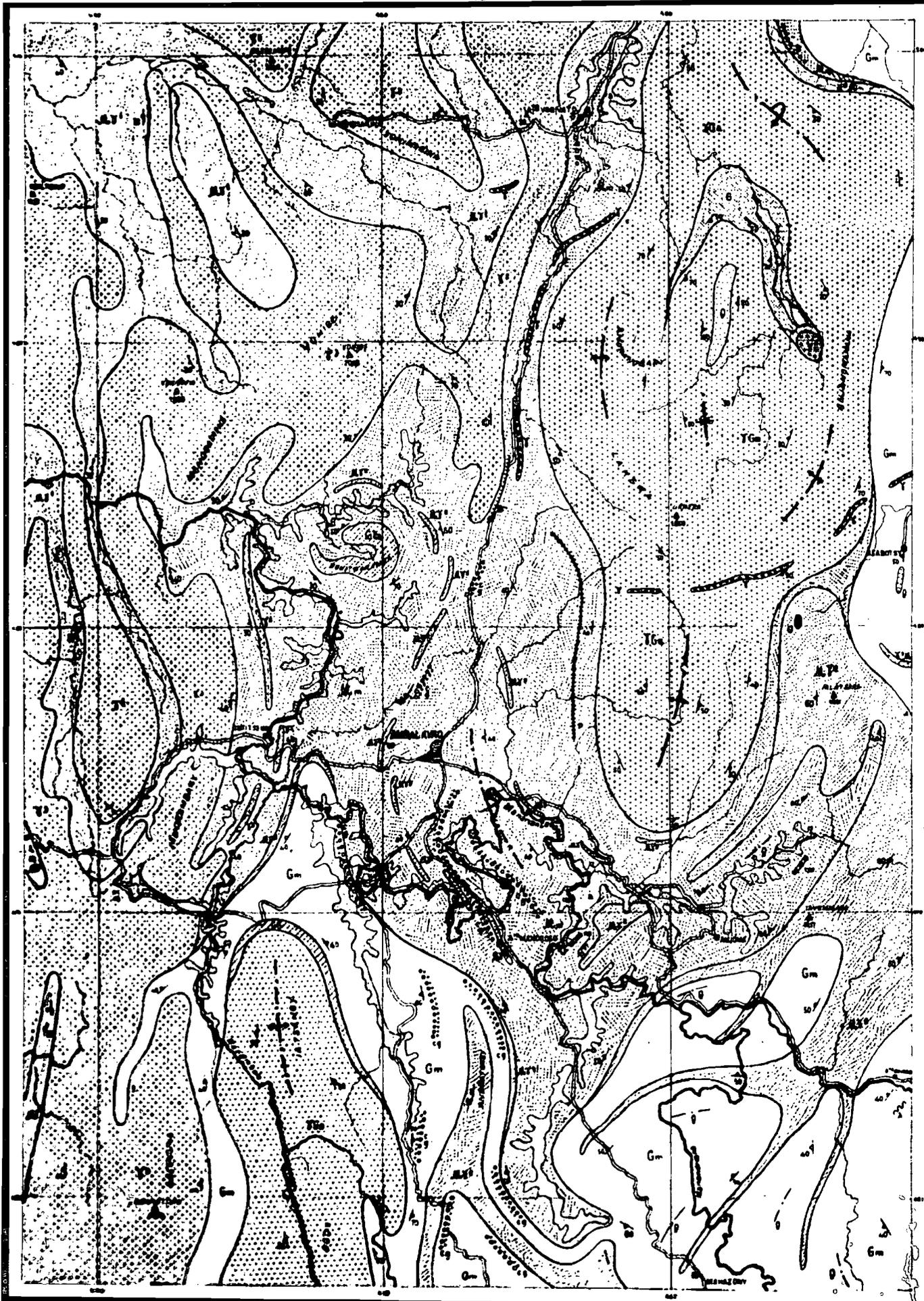
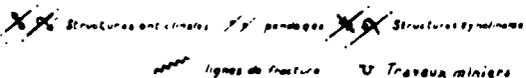
Faciès du type Antananarivo (Aotiragones)



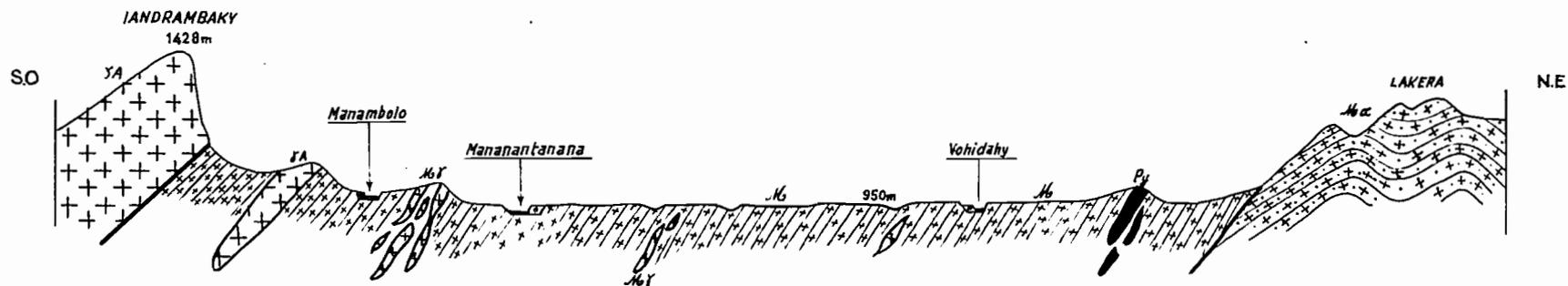
MINÉRAIS UTILES



SYMBÓLES



COUPE GÉOLOGIQUE SCHEMATIQUE à travers la plaine d'AMBALAVAO



— LEGENDE —

-  A : Alluvions anciennes
- b : Alluvions récentes de type "baibohos"
- YA : Granites Andringitréens (syntectoniques)
- Mγ : Migmatites granitoïdes
- Py : Pyroxéno-amphibolites
- M : Migmatites
- Mα : Migmatites ocellées du vieux socle

* Problèmes de vocabulaire

- Dans le langage courant le terme de "migmatites" ne semble pas renvoyer à une entité pétrographique bien définie ; il sert plutôt à désigner une formation géologique présentant, tant à l'échelle du cm ou du dm (échantillon) qu'à l'échelle du km (affleurement), une invraisemblable succession de zones claires quartzo-feldspathiques et pauvres en ferromagnésiens et de zones foncées très riches en ferromagnésiens. Les zones claires, quand elles prennent une grande extension, donnent de véritables bancs de granite ("granite migmatitique") ; les zones foncées, quant à elles, peuvent donner de véritables orthoamphibolites. Ce que l'on appelle ainsi "migmatite" à l'échelle de l'affleurement peut très bien s'appeler gneiss, granite ou amphibolite à l'échelle de l'échantillon.

- Pris dans ce sens régional, très général, le terme de "migmatites" peut alors servir à désigner la majeure partie des roches de la cuvette (granites andringitréens mis à part). Il convient donc de préciser que, dans la suite de ce rapport, le terme de "migmatites" n'a été utilisé que dans un sens plus restreint (pour éviter les confusions on parlera de "migmatites S.SO") pour désigner un certain type de roche (et non une formation géologique), d'allure migmatitique, que l'on va maintenant définir.

* Les migmatites S.SO

- Ce sont des roches à grain fin, à structure rubannée à l'échelle du cm ou du dm, formées de passées quartzo-feldspathiques et ferromagnésiennes (biotite, hornblende) se succédant en feuilletts ou petits lits. Des différenciations granitoïdes ou pegmatitiques de faible importance peuvent localement s'y développer. Elles sont riches en filonnets de quartz. Globalement ce sont des roches riches en ferromagnésiens et quartz mais pauvres en feldspaths potassiques (B. MOINE, 1963).

- Ces "migmatites S.SO" sont très répandues dans la cuvette d'Ambalavao où elles constituent la roche-mère de la majeure partie des sols recouvrant cette région.

Quoique très hétérogènes à petite échelle, elles constituent en tant que roches-mères de sols un matériau assez homogène.

- Elles sont toujours profondément altérées. Aussi bas que permettent de voir les coupes fournies par les "lavakas" (jusqu'à 20 m), on est toujours en présence d'une roche décomposée, s'effritant en poussière sous les doigts, mais dont la structure feuilletée, l'aspect primitif, est remarquablement conservé. La plupart des silicates primaires, le quartz mis à part, doivent y présenter des phénomènes de pseudomorphoses en des minéraux secondaires phylliteux ou autres (à préciser...).

- La profondeur de cette altération peut être mise en relation, outre le climat tropical, avec la foliation verticale à oblique, très serrée, de ces roches et avec leur richesse en lits de ferromagnésiens (P. BIROT, 1963). Ces deux faits permettent de concevoir une pénétration facile et profonde de la roche par des eaux météoriques abondantes et chaudes (donc très agressives) suivant les solutions de continuité offertes par les lits de biotite. Un puissant horizon d'altération peut ainsi se développer.

Il est cependant difficile d'imaginer que le seul climat actuel (cf. paramètres climatiques déjà vus), même agissant sur de très longues périodes, puisse engendrer de telles épaisseurs, assez fantastiques, de roche altérée. Une altération aussi considérable est sans doute l'expression d'anciens climats plus chauds et beaucoup plus humides dont nous avons d'autres raisons par ailleurs de soupçonner l'existence passée.

Le milieu d'altération au sein de ces profils d'altération très épais n'est sans doute pas très homogène. En particulier les passées granitoïdes incluses dans ces migmatites, résistant mieux que leur matrice à l'altération, peuvent créer des barrières qui entravent la circulation des solutions ; des surpressions locales se créent alors dans la nappe et des nappes perchées sont parfois engendrées (J.F. BUSSE, 1964).

1.2.2.1.2. Les migmatites granitoïdes

- Des problèmes de vocabulaires se posent encore ici. On peut désigner sous ce terme pris au sens large ("migmatites granitoïdes S.LO") des formations géologiques correspondant, à l'échelle de l'affleurement, à de vastes structures ocellées constituées par des ovoïdes granitiques relativement homogènes incluses dans un contexte plus lité.

- On y reconnaît, sur le terrain, une succession de lentilles ou lames de granite ("granite migmatitique") de plus en plus puissante vers l'axe de la formation (quelques dizaines de mètres, rarement plus), concordantes dans un matériel migmatitique très hétérogène ("migmatites granitoïdes S.SO").

- Ces formations constituent des lames discontinues, de quelques Km de longueur et quelques centaines de mètres de puissance (souvent moins), de pendage oblique à subvertical, encaissées dans les migmatites S.SO définies plus haut. Elles sont incluses à des niveaux altimétriques très variables dans ces migmatites. Les bancs situés à un niveau élevé dans les migmatites S.SO ont été dégagés depuis longtemps par l'érosion et forment des reliefs accusés dans la plaine (lames "hautes" ou "d'émergence ancienne"); d'autres bancs inclus dans les migmatites S.SO à des niveaux inférieurs, se signalent à peine dans le paysage actuel (lames "basses" ou "d'émergence récente"). D'autres lames enfin sont sans doute encore enfouies en profondeur.

- Les filons pegmatitiques (pegmatites potassiques) n'y sont pas rares. On note localement l'existence de petites passées de quartzite à magnétite (gros cristaux octaédriques) ou de gneiss à cordiérite et grenat.

- Ces migmatites granitoïdes S.LO constituent donc, au total, une roche-mère extrêmement hétérogène dont les composants essentiels quant à la pédogénèse, sont :

a) - les lames de granite migmatitique

b) - le matériel encaissant migmatitique, hétérogène, subordonné à ces lames, ou "migmatite granitoïde S.SO".

a) - Granites migmatitiques

- Ce sont des granites potassiques à faciès leucocrate et texture en général assez fine. L'essentiel de la roche (70 %) est constitué de microcline pérthitique et de quartz. Très peu de plagioclases (oligoclase) et de biotite. La structure est orientée, la texture granoblastique.

- Sur le sommet et les flancs des lames de migmatite granitoïde "hautes", ces granites, mis à nu par l'érosion, ne s'altèrent pratiquement plus ; ils présentent alors une morphologie de surface en boules ou petits dômes, sans doute issue de leur passé souterrain. Mais dans la partie basse de ces lames et dans les lames "basses", les mêmes granites, subaffleu-rants, supportent des sols jaunes plus ou moins profonds et présentent des profils d'altération avec boules et écailles emballées dans des arènes sablo-feldspathiques (granite migmatitique altéré, en place).

b) - Matériel encaissant ou "migmatite granitoïde S.SO"

- Par sa composition minéralogique ce matériel diffère peu des "migmatites S.SO". Il s'en différencie par une texture plus grossière, une structure nébulitique (on n'a pas de litage régulier). Les lits quartzo-feldspathiques sont fréquents, larges (plusieurs dm) et diffus, les septa ferromagnésiens puissants, les filonnets pegmatitiques fréquents. Cette roche très hétérogène constitue, pour l'essentiel, le support des sols "rajeunis" qui couronnent les lames de migmatite granitoïde les plus hautes.

- Ce matériel semble plus frais que les "migmatites S.SO", soit que sa structure lui confère une altérabilité moindre, soit que l'érosion, intense sur les pentes de ces lames et décapant sans arrêt la roche qui s'altère, ait entravé la genèse d'un horizon d'altération puissant (et plus probablement les deux phénomènes à la fois).

1.2.2.2. Les granites andringitréens

- Ces lames sont formées d'un granite calcoalcalin à tendance monzonitique. Son faciès est homogène et sa teinte rosée (feldspaths roses et quartz gris).

La texture est grenue à gros grain, l'orientation grossière à équante. L'élément dominant est le microcline perthitique. Les plagioclases sont de l'oligoclase. Ils sont pauvres en ferromagnésiens (biotite et hornblende). On n'y observe pas de filons de quartz ou de filons pegmatitiques.

- De même que pour les migmatites granitoïdes S.LO, on peut distinguer dans ces formations des lames structurellement hautes ou basses. Sur les lames "hautes" le granite depuis longtemps mis à nu par l'érosion affleure largement en dômes ou falaises imposantes (lithosols). Il ne s'altère pratiquement plus.

Les lames "basses" (comme la petite lame courant sur le front du "Iandrambaky" et du "Sakaviro") et la partie basse des lames "hautes" supportent des sols jaunes "rajeunis" ou "typiques" et présentent des profils d'altération épais analogues à ceux des granites migmatitiques : grosses boules à écailles concentriques emballées dans une arène d'altération.

1.2.2.3. Les gneiss à cordiérite et grenat

- Ils constituent des bancs de quelques km. de long, jamais très puissants, à structure tout à fait analogue à celle des migmatites granitoïdes S.LO. Des lames de granite migmatitique s'y mêlent d'ailleurs parfois.

- Ce sont des roches à structure litée et rubannée, à texture orientée et grain moyen à fin, très riches en ferromagnésiens (biotite). Ceux-ci sont fréquemment disposés en petits lits isolant des amygdales
quartzo-

feldspathiques (feldspaths potassiques et plagioclases sodiques) et cordiéritiques renfermant des grenats (almandin).

- Des ovoïdes de l'ordre du dm ou du m, à structure plus homogène que la roche largement litée qui les renferme et plus riches en grenats (grenats centimétriques) que celle-ci, s'y observent. Ils s'altèrent en boules avec écailles (mal définies) le coeur restant assez frais, alors que la matrice gneissique environnante présente un faciès d'altération assez analogue à celui des migmatites granitoïdes S.SO.

- Ces gneiss ne donnent pas de reliefs à pente aussi accusée que les lames de migmatite granitoïde (plus grande alterabilité). La partie haute des lames ; décapée par l'érosion, supporte des sols rajeunis. Le degré d'altération y est analogue à celui observé pour les migmatites granitoïdes S.SO. Les zones riches en gros grenats donnent des affleurements rocheux à ce niveau.

La partie basse des lames, où la roche quelle que soit sa structure supporte encore un épais horizon d'altération, est occupée par des sols rouges "pulvérulents" très analogues à ceux recouvrant les migmatites S.SO.

1.2.2.4. Les gneiss granitoïdes et migmatites ocellées.

- On peut les définir comme des gneiss feldspathiques de teinte claire à structure ocellée (migmatites ocellées) ou plus homogène (gneiss granitoïdes) souvent lités à l'échelle de l'affleurement. La texture est fine pour les gneiss granitoïdes, plus grossière pour les migmatites ocellées. Leur composition minéralogique est très proche de celle des granites migmatitiques (grands microclines perthitiques, quartz, oligoclase, biotite, hornblende) avec une plus grande richesse en hornblende pour les migmatites ocellées. Ils forment de grands massifs à structure anticlinale.

Leur comportement vis-à-vis de l'altération semble assez analogue à celui des autres granites de la cuvette (mais nous ne l'avons pas étudié aussi en détail). Comme pour ces derniers, les zones les plus homogènes résistant bien à l'altération forment de larges affleurements rocheux vers

les sommets. Dans les parties plus basses, la roche non encore complètement décapée par l'érosion supporte des sols jaunes "rajeunis" ou "typiques" avec horizon d'altération plus ou moins épais (coupoles avec écailles au contact).

1.2.2.5. Pyroxéno-amphibolites

- De même que les migmatites granitoïdes et les gneiss à cordiérite et grenat, ces roches forment des lames à structure hétérogène interstratifiées dans les migmatites S.SO. Des petites passées granitoïdes s'y mêlent parfois. Leur extension est très limitée (bordure Est de la cuvette). Résistant mieux à l'altération que les migmatites S.SO encaissantes, l'érosion les a façonnées en buttes à pente forte, bien marquées dans le paysage. La roche vert sombre est presque exclusivement formée de diopside qu'accompagnent un peu de hornblende, labrador et sphène. Des passées werneritiques ou phlogopitiques s'observent parfois.

- L'altération s'y fait actuellement en boules centimétriques à décimétriques présentant un cortex rouge et poreux, le tout emballé dans une matrice argileuse. Les sols qu'elles supportent sont très érodés et les boules dégagées par l'érosion parsèment les pentes.

1.2.2.6. Alluvions et colluvions

1.2.2.6.1. Alluvions anciennes

- Elles correspondent le plus souvent à un matériau argilo-sableux fin présentant dans sa partie inférieure des lits ou lentilles de sable grossier (parfois feldspathique). Leur base est jalonnée par un lit de galets roulés reposant très généralement sur la migmatite altérée en place à structure bien reconnaissable. Leur teinte est jaune dans la partie supérieure puis devient rouge ou bariolée. Ce matériau est parfois très épais mais il est souvent érodé.

1.2.2.6.2. Alluvions récentes

- Elles correspondent à un matériau limono-argilo-sableux fin et micacé, bordant le lit actuel des cours d'eau permanents et connu à Madagascar sous le nom de "baibohos". L'épaisseur du dépôt, subactuel, est de 2 m en moyenne, sans niveau de galets à la base.

- Cette sédimentation semble issue, pour une faible part, de l'abrasion par les rivières du puissant horizon de migmatite altérée qui tapisse leur lit et leurs berges et, en majeure partie, de l'afouillement de cet horizon par les nombreux "lavakas" qui rongent les collines.

1.2.2.6.3. Colluvions récentes

- On reconnaît, très localement, en bordure du fond des vallons de recusement récent, un mince liseré colluvial, sablo-argileux, hétérogène, de quelques mètres d'extension, où les produits issus de l'érosion en nappe des sols des plateaux se mêlent aux débris de l'horizon de migmatite altérée qui affleure sur les flancs de ces vallons.

- Cet horizon de migmatite altérée, très meuble, a souvent été "gratté" par l'homme pour parfaire le planage des rizières ; les sols mis en rizière dans le fond des vallons de recusement récent présentent donc, fréquemment, un horizon colluvial anthropique de surface difficilement reconnaissable de la migmatite S.SO altérée, en place, qui tapisse ces bas-fonds.

1.2.3. Influence pédogénétique des roches

- Elle est très importante. Les roches rencontrées dans la cuvette peuvent agir de façon directe ou indirecte sur la pédogénèse.

1.2.3.1. Actions indirectes

- Ces actions sont induites par la présence conjointe dans une région, de roches à vitesses d'altération très différentes et d'une vive érosion. Les phénomènes seraient les suivants. Chaque groupe de roche a, pour un climat

donné et en première approximations, une vitesse globale d'altération qui lui est propre ; elle est fonction de caractères intrinsèques tels que : structure, texture et composition minéralogique. A Ambalavao, on peut distinguer, de ce point de vue, deux catégories de roches : d'une part les migmatites S.S0 qui ont une vitesse d'altération très forte et d'autre part toutes les autres roches, moins rapidement altérables que ces migmatites (à des degrés divers). A partir du moment où, comme cela s'est sans doute produit à plusieurs reprises dans la cuvette, l'érosion hydrique sous toutes ces formes sévit dans une région, cette disharmonie dans les vitesses d'altération des roches induit la génése de reliefs et introduit corrélativement une diversification dans la pédogénèse. On peut ainsi parler d'une action indirecte des roches-mères sur la pédogénèse par l'intermédiaire de l'érosion.

- Sur les reliefs correspondant aux roches à vitesse d'altération faible, où l'érosion joue à plein, la roche-mère peut se maintenir très près de la surface et son action se fait alors directement sentir dans les profils "rajeunis" qu'elle supporte. C'est le cas de tous les sols "rajeunis" sur granite migmatitique, migmatite granitoïde S.S0, gneiss à cordiérite et grenat etc... qui présentent chacun des propriétés de texture, structure, couleur, etc... directement en rapport avec les caractéristiques des roches qu'ils surmontent (indépendamment de caractères communs à tous et liés, eux, à l'action du climat).

1.2.3.2. Actions directes

- Elles se relient à la composition minéralogique, la texture ou la structure particulière à chacune des roches-mères.

- Il y a ainsi, sans doute, une corrélation entre la teinte rouge sombre, particulière, des sols sur gneiss à cordiérite et grenat (quelque soit leur type) et la grande richesse de ces roches en ferromagnésiens.

- Les structures pulvérulentes ne s'observent que dans les sols développés sur migmatite S.SO et gneiss à cordiérite et grenat, formations riches en ferromagnésiens. Il y a probablement une corrélation entre ces deux faits.

- Les sols rajeunis sur pyroxéno-amphibolites, roches très riches en silicates calco-^{magnésiens,} ont un taux de saturation très élevé et sont riches en argile à forte capacité d'échange (montmorillonite). Le lien est ici évident.

- Les profils sur granites présentent toujours, dans cette région, une teinte jaune. Ce phénomène pourrait être mis en relation avec la relative pauvreté de ces roches en silicates ferromagnésiens, mais aussi, probablement avec une "certaine" hydromorphie induite dans ces profils par la structure homogène de ces roches (1). Les sols développés sur migmatite au voisinage de ces sols jaunes sur granite sont également jaunés dans leur partie supérieure (l'origine des phénomènes de jaunissement est ici difficile à cerner...).

- Les sols sur granite andringitréen sont toujours très riches en quartz grossier. Ceci est en rapport direct avec la texture grossière de ces granites.

- Il faut noter enfin que l'influence de la roche-mère tend à s'effacer avec le temps. Il y a ainsi moins de différence, par exemple, entre un sol jaune "typique" sur granite andringitréen et un sol "jaune pulvérulent" sur migmatite, qu'entre un sol "rajeuni" sur granite andringitréen et un sol "rajeuni" sur migmatite.

(1) Au plus fort de la saison sèche les sols sur granite sont encore humides à faible profondeur alors que les sols sur migmatite sont totalement secs.

1.3. GEOMORPHOLOGIE

1.3.1. Données générales sur le modelé du paysage.

- Analysée à petite échelle, la région d'Ambalavao peut se définir comme une cuvette à fond plat de 20.000 hectares environ, à 950-1000 m d'altitude, en pente douce vers le Nord-Ouest, parsemée de reliefs résiduels (1050 à 1150 m d'altitude) et enserrée dans un écrin montagneux de 1500 à 2000 m d'altitude.

A plus grande échelle se révèle l'extrême dissection de cette alvéole d'aplanissement par une infinité de vallons, témoins d'un encaissement récent du réseau hydrographique.

- Toute influence tectonique étant exclue (aucune faille de quelque importance n'a été décelée) on doit considérer cette cuvette, comme une surface d'aplanissement dont la genèse est tributaire d'une importante érosion ayant agi sur de très longues périodes (mouvement de surélévation du socle).

- Cette alvéole d'érosion s'inscrit, grossièrement, dans un triangle Nord-Sud de 15 km de base et 20 km de hauteur. Ses limites naturelles sont :

- 1 - A l'Ouest : les lames de granites andringitréens du "Iandrambaky" (1428 m) et du "Sakaviro" (1567 m) sculptées en dômes majestueux.
- 2 - Au Nord : les lames du "Manandrambato" (1617 m), "Vohibe" (2065 m) et celle du col d'Ambalavao (1483 m).
- 3 - A l'Est : le massif de migmatites ocellées et gneiss granitoïdes du "Lakera" (1950 m), puissant rebord d'érosion à pente très raide vers la plaine.
- 4 - Au Sud : le massif de migmatites ocellées du "Iantsangy-Aody" (1557 m), le massif de migmatites granitoïdes de l'"Andratongy" (1467 m) et les reliefs résiduels granito-migmatitiques de l'"Ifandana-Vohitroso" (1107 m et 1142 m). Ces derniers isolent au Sud-Est de la cuvette la petite plaine annexe d'Anjoma insérée entre le plogement méridional du "Lakera" et d'autres lames granito-migmatitiques.

- Trois vallées importantes débouchent sur la cuvette au Sud ; ce sont celles de la Manambolo, du Lananandro et de la Mananantanana. Cette dernière draine la cuvette en de multiples méandres jusqu'au corridor de Betorabato, exutoire de la plaine, où des chutes et rapides accidentent son cours.

1.3.2. Les unités géomorphologiques essentielles : description et interprétation sommaires.

1.3.2.1. Les reliefs résiduels dans l'alvéole d'érosion.

- Ils correspondent systématiquement à des lames rocheuses (migmatites granitoïdes, gneiss à cordiérite et grenat, pyroxénite, gneiss granitoïdes) qui soit par leur structure, texture, degré de fissuration, soit par leur composition minéralogique sont moins facilement altérables que les migmatites S.S0 qui les emballent.

Leur gènèse peut donc s'interpréter (cf. 1.2. Géologie) comme la somme d'une altération différentielle et d'une importante érosion (sans doute liée à un abaissement continu et important du niveau de base des rivières au cours du temps).

- Le raccord de ces reliefs à forte pente (> 30 %) avec le plateau migmatitique à pente douce vers les axes de drainage se fait par une rupture de pente assez marquée mais en général sans décrochement. On observe parfois de véritables petits inselbergs (Lames de granite migmatitique puissantes et homogènes. Nord du "Vohitrakanga") accentuant la platitude du paysage (héritée d'un climat semi-aride passé ?)

1.3.2.2. Lames rocheuses de granite andringitréen : cuesta et dômes.

- L'homogénéité de ce granite et la puissance de ces lames confèrent aux reliefs qu'elles ont donné par érosion différentielle des caractères très particuliers.

- Les lames de faible puissance, monoclinales, à faible pendage, bien emballées encore dans le matériel migmatitique, donnent fréquemment des reliefs de type "cuesta" assez remarquables (petite lame sur le front du "Sakaviro", "Manandrambato", etc ...).

- Les lames de forte puissance affectent en général, en partie ou totalité, des formes en dômes. Ces reliefs sont à classer dans les inselbergs du fait de la présence d'une rupture de pente très accusée à leur base (quand elle n'est pas empâtée par des éboulis). Leur surface rocheuse est marquée parfois de faibles cannelures (action du ruissellement actuel ou d'une couverture végétale passée ?). D'énormes écailles s'en détachent laissant des cicatrices de rupture bien visibles vers leur sommet (cf. HERVIEU 1963). La genèse de ces formes en dômes pourrait être rapportée : d'une part à cette desquamation (phénomène de décompression du granite ?) et d'autre part au passé souterrain de ces lames au sein des migmatites ; on aurait dans la forme en dôme le reflet du front d'altération ancien (1). Signalons à ce sujet que les mêmes dômes avec une même côte sommitale s'observent entre le col d'Ambalavao et Fianarantsoa-Ambohimahasoia ; ils sont emballés dans le même matériel migmatitique, mais ils ne le dominent que de 100 à 200 m car l'érosion a moins joué que dans la cuvette. Ceci accrédite l'hypothèse "alvéole d'érosion" pour la cuvette d'Ambalavao.

1.3.2.3. Le réseau hydrographique

1.3.2.3.1. Les cours d'eau permanents

1.3.2.3.1.1. Le cours de la Mananantanana

- Elle traverse la cuvette du SE au NW sur 30 km environ, en ligne droite. La longueur effective de son cours est de près de 65 km par suite de la présence de nombreux méandres engendrés par des seuils ralentissant l'écoulement des eaux. En amont du seuil de "Iaritsena" (barre de granite andringitréen) la pente est très faible et les méandres très nombreux. De même pour les petites rivières affluentes. En aval de ce seuil, la pente ...

(1) Une étude de la morphologie de ces dômes est actuellement entreprise par M. PETIT. - Maître assistant à la Faculté des Lettres de Tananarive.

est plus forte et les méandres sont, corrélativement, moins nombreux et à grande rayon de courbure ; ceci jusqu'au seuil de "Bctorabato" (lames de granite andringitréen, filons pegmatitiques de quartz), véritable niveau de base actuel pour tous les cours d'eau de la plaine.

-- En aval de ces différents seuils son cours est dans l'ensemble remarquablement adapté aux structures métamorphiques ; il se réfléchit sur les bancs de roches "dures" qui sont alors contournées par des méandres. La grande boucle en amont d'"Ambohimandroso", au Sud-Est de la plaine, s'explique par la présence à ce niveau d'un banc de gneiss à cordiérite et grenat formant un barrage difficile à franchir et qui est franchi à la faveur d'un enfoncement dans les structures.

-- Même au plus fort de la saison sèche elle est toujours approvisionnée en eau de par la localisation de ses sources en une zone bien arrosée (falaise orientale).

1.3.2.3.1.2. Les alluvions anciennes.

- Les cours d'eau permanents (Mananantanana, Manambolo, Marofihitra, Vohidahy essentiellement) sont encaissés de 10 à 20 m (de plus en plus d'amont en aval) dans des alluvions anciennes. Celles-ci garnissent généralement l'intérieur des méandres et sont souvent très érodées et corrodées par des petits vallons ouverts sur les rivières. Leur extension est limitée aux abords immédiats du cours actuel qui est donc fixé depuis longtemps.

-- Ces dépôts sont à relier à ceux décrits par J. HERVIEU (J. HERVIEU 1964) en bordure du Mangoky, en aval du confluent Mananantanana - Matsiatra et semblent tributaire de la même explication quant à leur genèse.

1 - Une origine "eustatique" ne saurait être envisagée /... Il paraît impossible, d'une part, qu'un relèvement du niveau de la mer, ait pu se faire ressentir aussi loin de celle-ci et la présence du seuil de Bctorabato exclut, d'autre part cette hypothèse.

2 - Une origine "tectonique" est également peu probable. Nous avons bien relevé une petite faille avec rejet de quelques mètres au niveau du seuil de "Iaritsena", mais celle-ci décale aussi bien des sols sur migmatite et granite que les alluvions anciennes ; d'autre part les mêmes dépôts d'alluvions existent en aval de ce seuil. Quant au seuil de "Betorabato" aucun dépôt important d'alluvions anciennes ne s'observe en son amont immédiat et rien ne permet de penser qu'à un moment donné de l'histoire de cette région il ait pu former une barrière ^{qui serait} ~~le~~ ^{Ce seuil} responsable de l'alluvionnement ancien observé dans la cuvette. / a probablement été rencontré depuis très longtemps par la Mananantanana (antérieurement au dépôt des alluvions) qui l'a progressivement usé (surimposition du lit sur les structures métamorphiques). L'aplanissement s'est effectué en fonction de ce niveau de base local; il constitue un frein à l'érosion et explique la conservation dans l'alvéole de paléosols remarquables.

3 - L'origine climatique semble assez certaine. Une période sèche ancienne (dont nous avons d'autres preuves par ailleurs) entraînant une diminution de la compétence des cours d'eau avec, corrélativement, un accroissement des apports terrigènes, serait à l'origine de ces importants dépôts.

- Un seul dépôt, une seule terrasse a été relevée (de même : J. HERVIEU 1964). Elle domine le lit actuel garni d'alluvions récentes de type "baibohos". Il faut cependant noter que les crues cycloniques, provoquant une montée des eaux de plus de 10 m, engendrent localement la genèse de petites terrasses à un niveau intermédiaire. Ces terrasses entaillées à même les alluvions anciennes n'ont pas de signification paléoclimatique.

1.3.2.3.2. Les vallons

- Leur étude et interprétation détaillée est inséparable de celles des sols qui les garnissent. Aussi nous bornerons-nous ici à une description très générale, des schémas et des coupes types étant donnés plus loin dans

la partie purement pédologique de ce rapport (cf : planche n° 7).

1.3.2.3.2.1. Description

- Il s'agit d' axes de drainage très ramifiés, à tracé souvent dichotomique, en "bois de renne" (P. GOURROUX) encaissés dans le plateau migmatitique de 15 à 30 m ; ils le dissèquent en une infinité de lambeaux. Ils rappellent beaucoup ceux décrits, entre autres, par B. LE BUANNEC (1967) dans la région de la Sakay. Leur fond très plat (phénomène accentué par la mise en rizière systématique), gorgé d'eau à la saison des pluies, est dépourvu de tout réseau hydrographique organisé. Leur largeur varie de 50 m à 100 m, rarement plus à leur débouché et souvent moins dans leurs dernières ramifications. Leurs flancs sont généralement convexes, avec une pente progressivement croissante jusqu'à la verticale au contact du bas-fond. Un petit talus colluvial s'observe parfois à cet endroit.

- La pente longitudinale, faible à leur exutoire (2 à 5 %) devient souvent plus forte (10 %) et irrégulière vers leur tête; des sections de 15 à 20 % alternent avec des sections à pente plus faible. Des petits affleurements granito-migmatitiques accidentent localement leur parcours ; ils constituent des freins au drainage et des points de résurgence pour la nappe. L'exutoire de ces vallons sur les cours d'eau permanents est souvent barré de cordons d'alluvions récentes entravant le drainage et induisant la genèse de petits marais à ce niveau.

- On observe assez fréquemment sur leurs bords, et surtout à leur tête, des dépôts colluviaux anciens partiellement déblayés, marqués par une hydromorphie révolue. Ils forment des sortes de petites terrasses planes, perchées de quelques mètres à plus de 10 m au-dessus du niveau de drainage actuel, avec un raccord concavo-convexe à pente douce vers le plateau (la morphologie transversale des vallons n'est donc plus alors celle, la plus répandue, décrite plus haut). A la tête de ces vallons, le déblaiement partiel de ce matériel a engendré une morphologie très particulière en amphithéâtre ou "cuvette semi-fermée". Ces dépôts sont la marque d'une histoire complexe pour cette région, le cheminement des vallons actuels ne faisant généralement qu'emprunter le tracé d'anciens axes de drainage beaucoup plus larges, situés à une cote plus élevée et anciennement remblayés. De là découle la distinction de "vallons anciens", dont la morphologie n'est que très partiellement conservée et de vallons actuels ou "vallons de recréusement récent", emboîtés ou non dans ces derniers.

- Sur toute la bordure Est (rebord d'érosion dans les migmatites ocellées) où la pente générale est notablement plus forte que dans le centre de la cuvette, les vallons ont vers leur tête une section en "V" et un système de ramification "en arête de poisson". Des petits ruisselets courant à même le rocher s'observent souvent. Les dépôts colluviaux anciens y sont totalement absents.

1.3.2.3.2.2. Interprétation

-- Les vallons de recreusement récent semblent être les témoins d'un encaissement sur place du réseau hydrographique effectué sous un climat plus humide que l'actuel et sous un couvert végétal probablement plus dense (altération > abrasion). Il n'est guère possible, en effet, d'expliquer la genèse de telles formes (morphologie des parois, fond plat, etc...) sous un couvert de savane herbeuse clairsemée et un climat tendant vers le semi-aride... D'ailleurs les flancs de ces vallons montrent en de nombreux endroits des traces actives de ravinement, avec petites falaises d'érosion, prouvant que l'équilibre morpho-climatique n'est plus réalisé ; nous verrons aussi que les sols garnissant ces flancs témoignent d'un climat passé plus humide. La morphologie des vallons anciens se relie aux phénomènes de remaniement qui seront étudiés plus loin.

1.3.2.4. Modelé de surface lié à l'érosion actuelle

- L'érosion en nappe diffuse ("sheet erosion") s'exerce surtout sur le plateau migmatitique. Elle contribue à conserver la morphologie plane de cette surface, morphologie héritée d'épandages anciens. Elle engendre d'autre part l'appauvrissement de la partie tout à fait supérieure des profils ; les éléments fins sont entraînés en suspension et un résidu sableux très caractéristique du phénomène s'accumule derrière les touffes de graminées.

- Sur les pentes, l'érosion hydrique devient linéaire et ravinante ("rill erosion" et gully erosion). Toutes les bordures de vallons sont ainsi marquées de rigoles d'érosion plus ou moins profondes. Elles dégèrent localement en "lavakas" lorsque la pente et le substratum y sont favorables

(sols "rouges structurés" ou "rouges pulvérulents" reposant sur l'épais horizon poudreux d'altération des migmatites). Ces entonnoirs d'érosion sont tout à fait analogues à ceux des hautes terres malgaches et nous n'avons rien à ajouter, quant aux modalités de leur genèse, aux multiples travaux, bien connus, effectués en ce domaine par J. RIQUIER (1954), M. PETIT et F. BOURGEAT (1965) entre autres. Signalons simplement qu'à leur débouché sur les axes de drainage nous n'avons jamais retrouvé de véritables dépôts "d'alluvions latérales" ; le climat très agressif fait que l'évacuation des déblais est quasi-immédiate. Nous n'avons pu repérer non plus de modelés liés à des lavakas anciens. Localement (piémont du "Sakaviro") on note l'existence de véritables "gully", formes d'érosion caractéristiques de des climats subarides.

1.3.3. Conclusion. Influence pédogénétique

- L'alvéole d'érosion d'Ambalavao présente une morphologie composite où l'on retrouve le témoignage de climats plus secs (reliefs résiduels et grandes étendues planes) et plus humides (vallons encaissés) que le climat actuel. Dans cette morphologie s'exprime une très longue histoire marquée par la succession de plusieurs pédogenèses.

- Quant à l'influence effective de cette morphologie sur la pédogenèse actuelle, on notera simplement que :

1 - L'existence de vallons encaissés permet en général un excellent drainage du plateau migmatitique et entraîne, corrélativement, un engorgement permanent de leurs bas-fonds où se localise à peu près toute l'hydromorphie du paysage.

2 - Les grandes surfaces planes à végétation clairsemée et pente faible permettent le maintien et le développement de l'érosion en nappe.

3 - Les reliefs résiduels à pente forte et les flancs abrupts des vallons sont autant de zones favorisant la concentration du ruissellement, le développement de l'érosion ravinante et, par conséquent, le décapage rapide des sols. Un lessivage oblique pourrait se développer au sein des profils qui garnissent les pentes de ces reliefs, mais ceci reste à prouver.

1.4. LA VEGETATION (*)

1.4.1. Végétation naturelle

1.4.1.1. Végétation primaire

1.4.1.1.1. La forêt

1.4.1.1.1.1. Dynamique

- La forêt constitue de très petits lambeaux (quelques dizaines à quelques centaines de mètres d'étendue) au pied des dômes ou barres rocheuses de granite andringitréen qui ceignent la cuvette au Nord et à l'Ouest.

- Ces lambeaux ont une composition floristique qui les rattache aux types "pentes occidentales" et "domaine du centre" constituant des peuplements épars en d'autres localités de l'île.

- La dynamique de ces formations forestières est délicate à interpréter. On peut noter à ce sujet qu'elles sont systématiquement localisées en des zones protégées des incendies (couloirs humides à l'abri de barres rocheuses) et peu favorables à l'occupation humaine. Par ailleurs, si de tels lambeaux ne s'observent pas dans la cuvette S.SO, actuellement couverte de savane herbeuse, nous avons cependant quelques raisons de penser qu'il a pu y exister puis disparaître dans un passé récent une couverture végétale certainement beaucoup plus dense que celle observable aujourd'hui, à savoir :

...

(*) Tous nos plus sincères remerciements vont à P. MORAT (Maître de recherches - Section Botanique - Centre ORSTOM de Tananarive) pour l'aide précieuse qu'il nous a apportée en ce domaine.

1 - Traces dans tous les sols d'une vie organique intense, aujourd'hui disparue

2 - Présence d'horizons tourbeux enterrés sous des dépôts alluviaux ou colluviaux peu évolués, de type "baibohos". Une datation au ^{14}C de l'un de ces horizons a donné : - 600 ans environ.

Ces arguments, sur lesquels nous reviendrons, témoignent en faveur de la disparition récente d'un couvert végétal qui tenait bien les sols.

- Il est donc permis de penser que ces lambeaux de forêt représentent les reliques (peut être différentes en composition et densité de population) d'une couverture forestière étendue, probablement, dans le passé à la quasi-totalité des barres rocheuses ceinturant la plaine ainsi qu'à leurs abords immédiats (zones à forte humidité atmosphérique). On peut de même imaginer pour la plaine S.SO un ancien couvert de type savane herbeuse dense, probablement arborée, passant peut-être localement (lames de migmatites granitoïdes) à une forêt claire. Cette végétation couvrant bien les sols aurait disparu récemment par le fait de l'homme (la datation ^{14}C est en accord avec cette hypothèse) : défrichements par le feu, etc...

Sa disparition brutale aurait entraîné une vague d'érosion catastrophique avec genèse de "lavakas" ou "gully" alimentant l'alluvionnement ou colluvionnement cité plus haut (d'où la fossilisation d'horizons tourbeux).

Cette disparition sans reconstitution ultérieure a pu être facilitée par un certain déséquilibre climat-végétation. La région d'Ambalavao est en effet une zone de transition sur le plan botanique ; les espèces de l'Est et de l'Ouest y sont en concurrence et toutes à la limite de leurs aires climatiques respectives. L'équilibre climat-végétation y est donc instable.

1.4.1.1.1.2. Composition floristique

Nous citons à titre d'exemple quelques espèces relevées par P. MORAT en notre compagnie :

1 - Lambeau forestier du "col du Sakaviro" :

Altitude 1400 m, Ouest de la plaine

Scutia sp.	- Rhamnacées
Brachylaena ramiflora	- Composées
Weinmannia sp.	- Cunionacées
Erythroxyton sp.	- Erythroxyllacées
Ilex mitis	- Aquifoliacées

Ces différentes espèces sont caractéristiques du "domaine du centre".

2 - Lambeau forestier du "Mandraihena" :

Altitude 1100 m, Nord de la plaine

Budleia madagascariensis	- Loganiacées
Rhus taratanana	- Anacardiacees
Dracaena	- Liliacées
Greweia lavanalensis	- Tiliacées
Ilex mitis	- Aquifoliacées
Asteropeia	- Théacées
Sarcolaena oblongifolia	- Chlaenacées
Hyparrhenia lecomtei	- Graminées

Ce groupement végétal est à rattacher au type "pentes occidentales" mais nous n'y avons pas observé le "tapia" (Vapaca bojeri - Euphorbiacées) arbre le plus caractéristique de ce type de formation.

En lisière de ce lambeau de forêt on note une végétation composée de :

<i>Pteris aquilina</i>	- Polypodiacées
<i>Philippia</i>	- Ericacées
<i>Helichrysum</i> sp.	- Composées
<i>Hyparrhenia lecomtei</i>	-- Graminées

qui témoigne d'un récent recul de cette forêt.

Dans les deux exemples cités la forêt se présente sous forme de futaie moyenne de 8 à 10 m dominée par de plus grands arbres de 15 à 20 m.

1.4.1.1.2. La pelouse à xérophytes

- Sur les dômes de granite andringitréen et sur le sommet dénudé de Vohitrakanga une végétation de plantes xérophytiques, étranges, se développe en touffes éparses à même le rocher.

On peut la considérer comme peu dégradée car protégée des incendies par l'absence de végétation graminéenne aux alentours.

- Nous y avons relevé la présence des espèces suivantes :

1 - Sommet du "Vohitrakanga" :

Altitude 1200 m, Nord de la plaine

<i>Pachypodium densiflorum</i>	- Apocynacées
<i>Eriospora setifera</i>	- Cypéracées
<i>Senecio</i> sp.	- Composées
<i>Aloe acutissima</i>	- Liliacées
<i>Xerophyta eglandulosa</i>	- Velloziacées
<i>Euphorbia milii</i>	- Euphorbiacées

2 - Lames rocheuses du "Sakaviro"

Outre les espèces précédentes, on note au-dessus de 1300 m l'apparition de :

Nematostylis spl	- Rubiacées
Jumellea sp.	- Orchidées
Kalanchoe tomentosa	- Crassulacées
Kalanchoe synsepala	- "

1.4.1.2. Végétation modifiée

1.4.2.2.1 Les savanes

1.4.1.2.1.1. Généralités

- La quasi-totalité de la cuvette (il s'agit essentiellement des grandes étendues planes à sols rouges ou jaunes pulvérulents) est recouverte par une savane herbeuse, monotone, en touffes éparses et sans litières du fait des brûlis, à Aristida et Heteropogon contortus ("Danga"). Cette dernière graminée annonce les savanes de l'Ouest, alors que l'autre marque le dernier stade de la dégradation du couvert végétal.

- Quelques différenciations peuvent y être notées. Elles paraissent en général moins liées à la typologie des sols et à leurs caractères physico-chimiques qu'au degré d'érosion et surtout aux facilités d'approvisionnement en eau des plantes. La pratique excessive des brûlis et le pâturage des boeufs sont probablement à l'origine de cette faible différenciation des associations végétales en fonction des types de sols.

- On peut citer par exemple le cas de la graminée Loudetia simplex ssp. stipoides. Cette graminée prolifère dans la plaine au voisinage des lames de granite, sur des sols assez divers, partout où semble se manifester un pédoclimat humide de surface une partie de l'année ; mais elle remplace aussi toutes les autres graminées en altitude (au-dessus de 1200 m sur les lames de granite andringitréen) sur des sols squelettiques, différents des précédents et apparemment bien drainés.

...

Le macro-climat plus humide serait ici en cause. Dans le même ordre d'idée on n'observe aucune différence marquante dans la végétation des sols jaunes/rouges d'alluvions anciennes et celles des sols jaunes ou rouges "pulvérulents" sur migmatite, pourtant bien différents, mais tous actuellement très bien drainés dans leur partie supérieure. L'humidité édaphique ou atmosphérique semble ainsi gérer en première approximation la répartition des espèces. Cette végétation graminéenne n'apporte en définitive, tout au moins dans cette région, que peu d'éléments intéressants pour la différenciation et la délimitation des sols.

1.4.1.2.1.2. Connextype

- Le schéma n° 5 donne une idée des différenciations observées dans la végétation graminéenne lorsqu'on passe des plateaux aux bas-fonds à travers l'un quelconque des nombreux vallons qui dissèquent la cuvette. Ces variations semblent essentiellement liées au rapprochement de la nappe phréatique de la surface.

1.4.1.2.1.3. Données complémentaires

- Au-dessus de 1100 m environ, *Heteropogon contortus* disparaît alors que *Chrysopogon montanus* (Graminées) et *Trahyogon polymorphus* (Graminées) apparaissent et se développent en compagnie de *Loudetia*.

- Si l'on excepte les reboisements dus à l'homme, la végétation arborée est réduite dans ces savanes à quelques individus ou groupes d'individus isolés :

- Bouquets de manguiers (*Mangifera indica* - Anacardiées) dans les vallons et autour des villages, accompagnés de quelques *Ficus* et goyaviers (*Psidium gayava* - Myrthacées).

COUPE SCHÉMATIQUE DE VÉGÉTATION

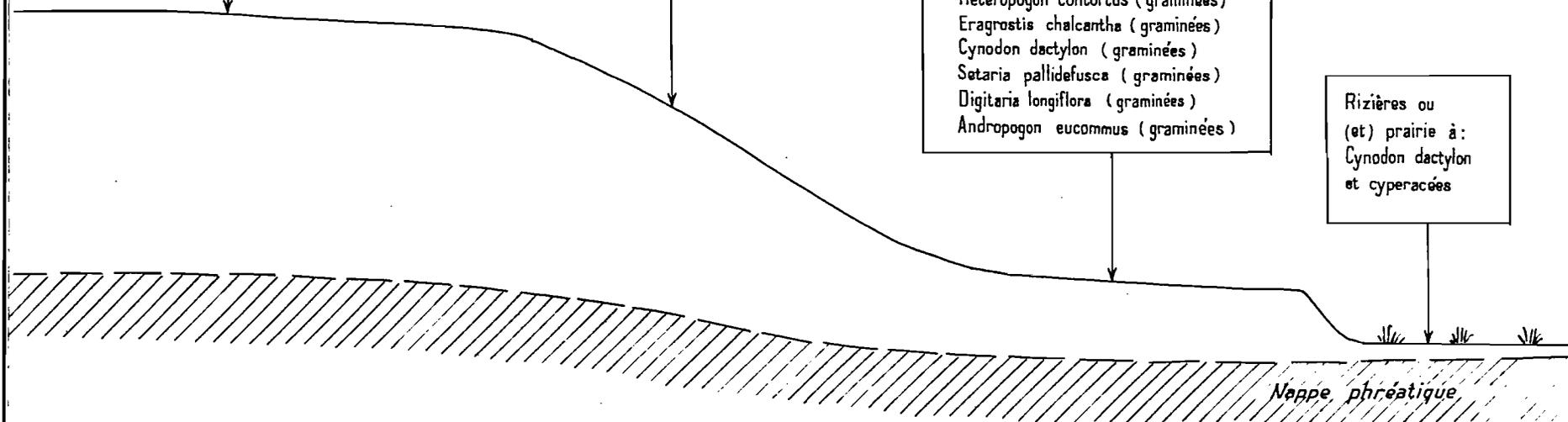
Couverture à 70%
par savane herbeuse à :
Aristida similis (graminées)
Heteropogon contortus (graminées)
Perotis latifolia (graminées)
Gomphocarpus fruticosus (Asclepiadacées)

Couverture à 50% par
savane herbeuse à :
Aristida multicaulis (graminées)
Sporobolus africanus (-" -)
Helichrysum gymnocephalum (composées)

Couverture à 70% par
savane herbeuse à :
Hyparrhenia rufa (graminées)
Heteropogon contortus (graminées)
Eragrostis calcartha (graminées)
Cynodon dactylon (graminées)
Setaria pallidifusca (graminées)
Digitaria longiflora (graminées)
Andropogon eucommus (graminées)

Rizières ou
(et) prairie à :
Cynodon dactylon
et cyperacées

Nappe phréatique



- Quelques arbustes ça et là :
 - Caccia occidentale (Cesalpiniées)
 - Caccia mimosoides (Cesalpiniées)
 - Homalium sp. (Flacourtiacées)
 - Barleria sp. (Myrothamnacées)
- Et aussi des "sakoa" (Poupartia cafra (Anacardiées)).

Ce dernier arbuste très typique des savanes du Sud-Ouest malgache a probablement été introduit ici par l'homme (fruits comestibles), mais il s'y développe et régénère assez bien. Ceci vient confirmer (cf. Ch. climatologie) que le climat régnant dans la cuvette est plus proche de celui des plaines du Moyen Ouest que de celui des Hauts Plateaux.

- Enfin de nombreuses agaves (Agave americana - Amaryllidacées) et Aloe (Aloe betsilensis - Liliacées) parsèment la savane et jalonnent les bords de chemins ou alentours de village.

1.4.1.2.2. Végétation des terrasses alluviales actuelles ou "baibohos"

- Les alluvions limono-sableuses et micacées qui bordent les cours d'eaux permanents sont couvertes de "bararatra" - Phragmites mauritanus (Graminées) avec comme plantes compagnes :

- Panicum maximum (Graminées)
- Eragrostis tenella (Graminées)
- Polygonum sp. (Polygonacées)
- nombreuses Cypéracés

Les goyaviers s'y développent très bien.

- Les laisses marécageuses sont riches en Eichornia crassipes (Pontederiacées).

1.4.2. Cultures et reboisements

1.4.2.1. Cultures

- A peu près tous les fonds de vallons sont mis en rizières, irriguées par les eaux pluviales ou par les sources jalonnant les talwegs et canalisées à cet effet.

- Les abords des villages sont parsemés de champs de manioc et maïs (sols rouges ou jaunes "pulvérulents" et alluvions anciennes) avec quelques citronniers, orangers, papaiers ou pamplemoussiers.

Mais la majeure partie de la plaine, non cultivée, est livrée au pâturage des boeufs. Seules sont utilisées de façon assez intensive, en cultures de décrue, les alluvions récentes de type "baibohos" : tabac surtout mais aussi cultures vivrières (tomates, haricot, etc...).

1.4.2.2. Reboisements

- Un gros effort a été entrepris. On note d'assez nombreux flots de reboisement en Eucalyptus sp. qui réussissent fort bien car résistants aux feux.

Des essais de reboisement en pin (*Pinus kasya*) ont également été tentés avec moins de succès.

1.4.3. Influence pédogénétique

- Il n'est pas douteux qu'une végétation de type forestier (pour les barres rocheuses) ou savane herbeuse dense, localement arborée (pour la plaine) recouvrirait encore récemment la cuvette. Quelques caractères physiques des sols pourraient être rapportés à son action. Nous en reparlerons dans la partie purement pédologique de ce rapport.

- L'action de la végétation actuelle, clairsemée et de type graminéen sur les sols, pourrait consister en une limitation des phénomènes de ferrallitisation car un pédoclimat humide de surface n'est plus entretenu ; mais le macroclimat lui-même n'y est pas favorable. On peut rapporter à son action une certaine répartition isohumique de la matière organique dans les profils et peut-être également, pour une part, la porosité généralement tubulaire et élevée des sols de la cuvette.

Par ailleurs cette végétation couvrant mal les sols favorise à l'excès l'érosion en nappe ainsi que l'induration des profils dans leur partie supérieure.

La mise en rizière des talwegs favorise le maintien d'une hydro-morphie de nappe, tout en entravant, corrélativement, l'érosion et la genèse d'un réseau de drainage organisé le long de ces axes d'écoulement.

L'action des cultures ou reboisement n'est que très limitée.

1.5. L'HOMME

- Nous reprendrons pour l'essentiel, parce qu'elles sont très explicites, les conclusions présentées par B. LE BUANNEC (1967) à la suite de l'étude pédo-agronomique d'une région très analogue de l'île.

- L'action de l'homme sur les sols se fait sentir par ordre d'importance, dans :

- Les feux de brousse
- L'élevage extensif
- La riziculture.

1.5.1. Les feux de brousse

- C'est une vraie calamité dans cette région. La cuvette est régulièrement incendiée tous les ans, dans sa quasi-totalité, à la fin de la saison sèche. Le spectacle est grandiose, mais les quelques bienfaits induits par cette pratique (repousse plus rapide de l'herbe lors des premières pluies : il faut bien nourrir un bétail affamé après une très longue saison sèche) ne sont rien en regard des dégâts qu'elle occasionne aux sols :

- Destruction de la matière organique et perte d'éléments minéralisés (cendres emportés par le vent). Lessivage rapide de ces éléments fertilisants à la première pluie (une faible partie va quand même fertiliser les rizières dans les bas fonds).
- Induration des horizons supérieurs soumis à une insolation directe.
- Aggravation de l'érosion sous un climat par lui-même très érosif. Le sol non protégé contre l'attaque des gouttes d'eau se désagrège rapidement en surface ; les particules fines entraînées par l'érosion en nappe s'en vont grossir la charge des rivières et seul subsiste un dépôt sableux.
- Destruction des reboisements en pins et eucalyptus, implantés à juste raison et à grand peine pour lutter contre l'érosion.

1.5.2. L'élevage extensif

- Dénudation de certaines zones par surpâturage, celles-ci deviennent alors des roies faciles pour l'érosion (parc à bocufs sur pentes surtout).
- Formation de rigoles, puis de ravines de plus en plus profondes et enfin de lavakas (si le sol et la pente y sont favorables) à l'emplacement des cheminements de bocufs.

1.5.3. La riziculture

- La mise en rizière des bas-fonds (rizières étagées avec murettes) entrave l'érosion qui devrait se manifester suivant leur axe étant donné leur pente ; corrélativement, l'hydromorphie se maintient près de la surface et gagne la totalité du bas-fond alors que se surimpose une hydromorphie temporaire de surface, artificielle.
- L'eau est fréquemment amenée aux rizières après un cheminement souvent fort long par des canaux taillés à même le sol ; nous avons pu observer la dégénérescence de certains en "lavakas" lorsqu'ils ont été tracés en des endroits à forte pente et où l'horizon argileux surmontant la migmatite altérée était peu épais.

1.6. LE FACTEUR TEMPS

- Il s'exprime par la présence et la coexistence dans le secteur de sols très évolués à stone-line profonde, de sols évolués érodés, de sols très peu évolués, de sols portant les traces d'une hydromorphie aujourd'hui disparue, etc ..., et ceci sur toutes sortes de matériaux. Par ailleurs, la confrontation des caractères physiques, chimiques et minéralogiques des sols de la cuvette avec les paramètres du climat actuel fait ressortir pour la plupart d'entre eux une dysharmonie certaine : on a des sols polyphasés, des sols à pédogénèses surimposées.

- Cette alvéole d'érosion apparaît donc, dans son aspect actuel, comme le résultat d'une très longue évolution au cours de laquelle ont probablement eu lieu d'importantes fluctuations dans le climat. Il n'est pas possible d'ignorer celles-ci dans la mesure où leur expression dans les sols et le paysage n'a pas encore été effacé ; retracer leur histoire mérite d'être tenté et sera une de nos principales préoccupations dans les paragraphes qui suivent.

2ème PARTIE

LES SOLS

2.1. INTRODUCTION

2.1.1. Documents utilisés pour la cartographie

- Fond topographique - Amplification au 1/50.000° de la feuille au 1/100.000° N 54 - IGN 1940.
- Photographies aériennes - 1 - Mission IGN au 1/100.000° n° 034, août 1950.
La zone cartographiée est couverte par les photographies n°s 734 à 739 et 673 à 678.
- 2 - Mission IGN au 1/25.000°. La partie Nord de la zone cartographiée est seule couverte par cette mission.
- Pour plus de clarté, (la carte pédologique eût été illisible sans cela) nous avons dû supprimer les courbes de niveau sur le fond topographique. Pour la même raison, le tracé des pistes principales et les noms géographiques essentiels ont seuls été conservés sur ce fond.

2.1.2. Remarques préliminaires

2.1.2.1. Remarque d'ordre général

- Dresser la carte pédologique d'une région implique, schématiquement, la résolution de deux séries de problèmes (G. AUBERT, 1966-1967) :
 - 1 - Placer les sols rencontrés dans un système de classification,
 - 2 - Donner une représentation cartographique de ces sols qui sera fonction de l'échelle adoptée et du but poursuivi.
 - L'application de ces deux propositions fondamentales au secteur prospecté a posé quelques difficultés que nous voudrions brièvement évoquer ici. Ces difficultés résultent essentiellement de la grande complexité du secteur d'Ambalavao, complexité liée d'une part à l'extrême dissection des sols par l'érosion et d'autre part à la rémanence de pédogénèses passées.
- MM. G. AUBERT (cours ORSTOM 1966-1967) et F. BOURGEAT (nombreuses communications orales) nous ont largement aidé à les résoudre. Nous les en remercions ici très sincèrement.

2.1.2.2. Problèmes de classification

- La classification utilisée est celle présentée en 1967 sous l'égide de l'INRA par la "Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols" (C.P.C.S. - Diffusion par le laboratoire de Géologie-Pédologie de l'ENSA de Grignon).

- Les sols rencontrés ont été indexés conformément à sa nomenclature (voir tableau n° 6 ci-après, tableau reproduit dans la légende de la carte). Ils seront présentés suivant l'ordre des classes proposé par cette classification. Pour la commodité de l'exposé, une terminologie d'ordre morphologique et à signification tout à fait régionale a souvent été utilisée pour désigner certains sols très caractéristiques de la région et particulièrement bien représentés.

- Des problèmes se sont surtout posés pour la classe des sols ferrallitiques, classe à laquelle appartiennent la majorité des sols de la cuvette. La nature des caractères pris en considération pour classer ces sols et leur mode de hiérarchisation aboutissait en effet (sols ferrallitiques sur migmatite S.SO) à mettre dans le même sous-groupe et la même famille des sols à caractères très différents. Nous avons dû ainsi introduire une unité complémentaire, provisoire, dénommée "variété ou faciès". Ce problème essentiel sera longuement discuté plus loin.

2.1.2.3. Problèmes cartographiques

Plusieurs remarques sont à formuler :

1 - Le travail cartographique effectué est, dans l'ensemble, beaucoup plus à but pédogénétique qu'agropédologique (il pourrait cependant, éventuellement, servir de support à une carte de mise en valeur).

Dans cette optique, nos appréciations sur l'aptitude culturale des sols ne sont que très générales ; elles ont été regroupées à la fin de cette deuxième partie.

2 - L'échelle utilisée, la plus grande dont nous pouvions disposer, est certainement inadaptée à une représentation cartographique aussi détaillée qu'il

l'aurait fallu de tous les sols rencontrés. De là l'utilisation fréquente de la notion de complexe ; il s'agit : soit de séquences de sols (toposéquences ou lithoséquences), soit d'associations de sols, soit encore de groupements de complexes. Ce mode de représentation rend l'al carte plus claire ; mais lui enlève aussi une certaine part de précision. Nous nous sommes efforcés de corriger cette imprécision par nos schémas, commentaires et photographies.

3 - On pourra également noter que la surface cartographiée est assez restreinte. Celle initialement prévue était notoirement plus grande, mais la complexité des problèmes que nous avons dû résoudre en un temps limité (sols complexes, délicats à interpréter, variations importantes des types de sols à courte distance, grande variété pédologique de la région, etc...) nous a forcé à limiter son étendue. Nous avons cependant toutes raisons de penser (prospections rapides effectuées aux abords de la zone étudiée en détail) que cette surface englobe dans ses limites un échantillon très représentatif de la pédogénèse du lieu.

2.1.2.4. Limites du travail effectué

- Il faut insister enfin sur le caractère nécessairement ponctuel de nos observations de terrain. Nous en avons effectué le plus possible dans le temps limité qui nous était imparti, mais on ne peut prétendre qu'elles intègrent à elles seules toute la diversité des phénomènes pédologiques de cette région.

- De même..., le nombre d'analyses physiques et chimiques dont nous avons pu disposer, quoique élevé, est limité. Un seul profil de type seulement a été analysé en général et souvent incomplètement. Une analyse minéralogique poussée de tous les profils essentiels (Rayons X, A.T.D., dosage des amorphes...) aurait été nécessaire à une interprétation complète de la pédogénèse du lieu ; le temps nous a manqué pour la réaliser entièrement et la présenter ici.

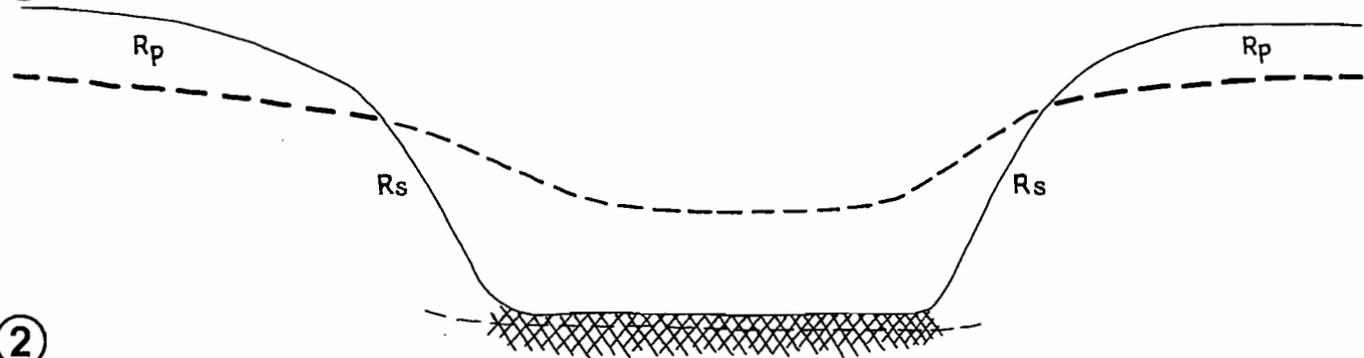
- Il ne faut donc pas s'étonner si dans la suite de ce rapport beaucoup plus de problèmes sont posés que d'autres résolus.

**CLASSIFICATION DES PRINCIPAUX SOLS RECONNUS DANS
LE PÉRIMÈTRE PROSPECTÉ (Classification.C.P.C.S.-1967)**

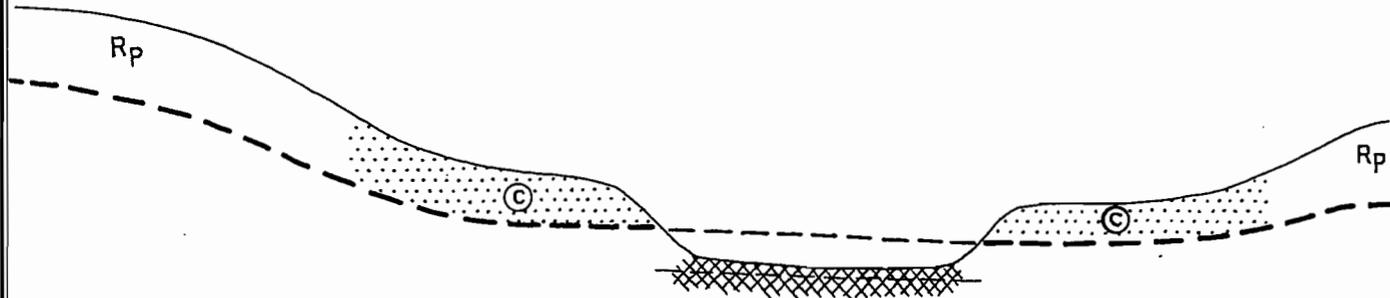
CLASSE	SOUS-CLASSE	GRUPE	Sous-groupe	Famille	"Variété ou faciès"	N° d'ordre des Profils Types	
I/ SOLS MINÉRAUX BRUTS	I/1 Non climatiques	I/11 D'érosion	I/111 Lithosols	I/1111 Sur granite Andringitréen			
				I/1112 Sur granite migmatitique			
				I/1113 Sur gneiss granitoïde et migmatite oeilée			
		I/13 D'apport colluvial	I/131 Modal	I/1311 Eboulis des granites Andringitréens			
II/ SOLS PEU ÉVOLUÉS	II/4 Non climatiques	II/41 D'érosion	II/411 Régosolique	I/4111 Sur migmatite altérée, en place		AMT 50	
		II/42 D'apport alluvial	II/421 Modal	II/4211 Sur alluvions récentes sableuses		II/4212 Sur alluvions récentes limono-sableuses et micacées	AMT 60
				II/43 D'apport colluvial			II/431 Modal
VII/ SOLS BRUNIFIÉS	VII/4 Sols brunifiés des pays tropicaux	VII/41 Sols bruns eutrophes tropicaux	VII/411 Peu évolué	VII/4111 Sur pyroxéno-amphibolite		AMT 140	
X/ SOLS FERRALLITIQUES	X/2 Moyennement désaturés en (B)	X/21 Typique	X/211 Modal	X/2111 Sur migmatite	X/2111B structuré	AMT 9 et 131	
			X/212 Jaune	X/2121 Sur alluvions anciennes		AMT 64	
				X/2122 Sur granite Andringitréen		AMT 92	
				X/2123 sur gneiss granitoïde et migmatite oeilée		AMT 134	
		X/24 Remanié	X/241 Modal	X/2411 sur migmatite	X/2411A Pulvérent	AMT 38	
				X/2421 sur migmatite	X/2421A Pulvérent	AMT 88	
			X/242 Jaune		X/2421B structuré	AMT 122 et 44	
					X/2421C Jaune/rouge	AMT 87	
					X/2422 sur granite migmatitique lames de forte puissance	AMT 121	
			X/2423 sur granite migmatitique lames de faible puissance	AMT 74			
			X/243 Induré	X/2431 sur migmatite	X/2431C Jaune/rouge	AMT 46	
			X/244 Hydromorphe	X/2441 sur colluvions anciennes		AMT 126	
		X/25 Rajeuni ou pénévolué	X/253 Avec érosion et remaniement	X/2531 sur migmatite granitoïde		AMT 40	
				X/2532 sur migmatite			
X/2533 sur gneiss à cordiérite et grenat			AMT 98				
X/3 Fortement désaturés en (B)	X/34 Remanié	X/341 Modal	X/3411 sur migmatite	X/3411A Pulvérent	AMT 125		
			X/3411B structuré	AMT 16			
X/35 Rajeuni ou pénévolué	X/353 Avec érosion et remaniement	X/3531 sur granite Andringitréen	X/3532 sur gneiss granitoïde et migmatite oeilée		AMT 93		
					AMT 132		
XI/ SOLS HYDROMORPHES	XI/3 Sols hydromorphes Minéraux ou peu humifères	XI/31 Sols peu Humifères à gley	XI/311 Sols à gley peu profond	XI/3111 sur alluvions récentes limono-sableuses et micacées		AMT 61	
			XI/312 Sols à gley profond	XI/3121 sur migmatite		AMT 110	
			XI/314 Sols à gley lessives	XI/3141 sur migmatite		AMT 55	
		XI/34 Sols à amphigley	XI/342A battement de nappes de forte amplitude	XI/3421 sur alluvions récentes limono-sableuses et micacées		AMT 147	

Coupes transversales, schématiques, des vallons de recréusement "récent"

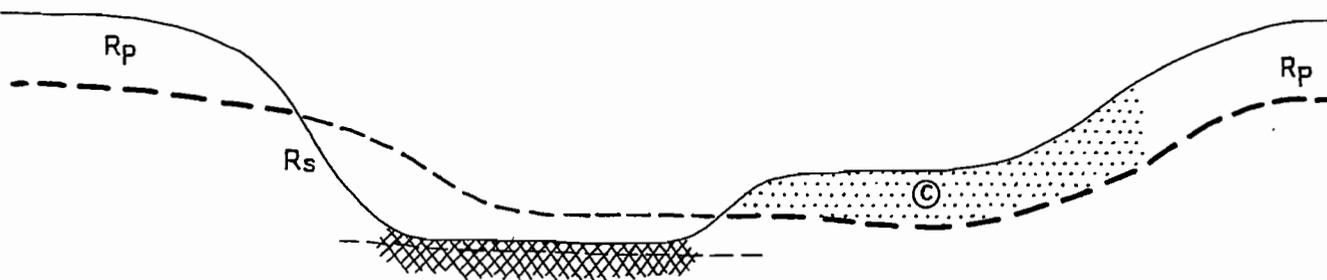
①



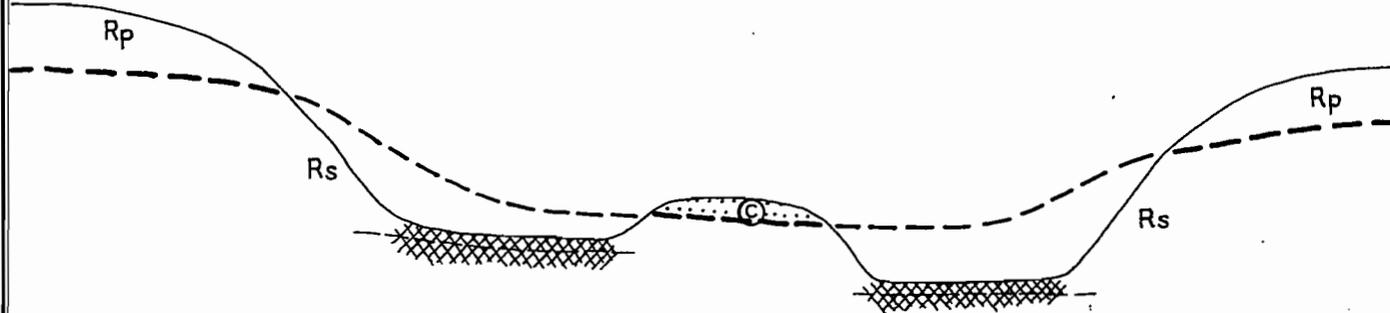
②



③



④



Rp : Sols "rouges pulvérulents"

⊙ : Matériel colluvial ancien à traces d'hydromorphie ancienne

— : Stone-line

Rs : Sols "rouges structurés"

▨ : Sols hydromorphes des bas-fonds

- - - : Ancien niveau, probable, de la stone-line déblayée

— : Nappe permanente

Amont

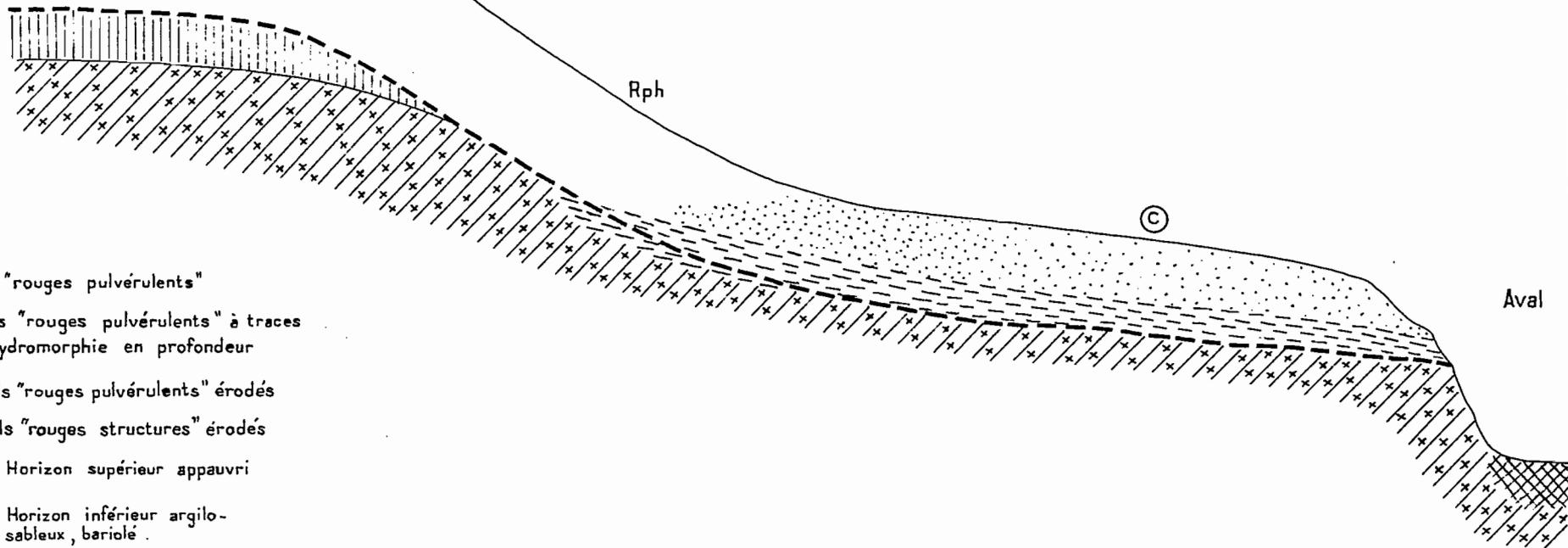
Rp

①

Tête de talweg : passage des sols "rouges pulvérulents" au matériel colluvial ancien à traces d'hydromorphie ancienne (C), peu érodé

Coupe de la "briqueterie" (1km N.N.E d'Ambalavao)

8



Rp : Sols "rouges pulvérulents"

Rph : Sols "rouges pulvérulents" à traces d'hydromorphie en profondeur

Rpe : Sols "rouges pulvérulents" érodés

Rse : Sols "rouges structures" érodés

(C) {

- Horizon supérieur appauvri
- Horizon inférieur argilo-sableux, bariolé

Horizon rouge structuré sous la stone-line (argileux puis argilo-limono-micacé)

Migmatite s.so, altérée, à structure reconnaissable

Sols hydromorphes des bas-fonds

Stone-line

Aval

Rp

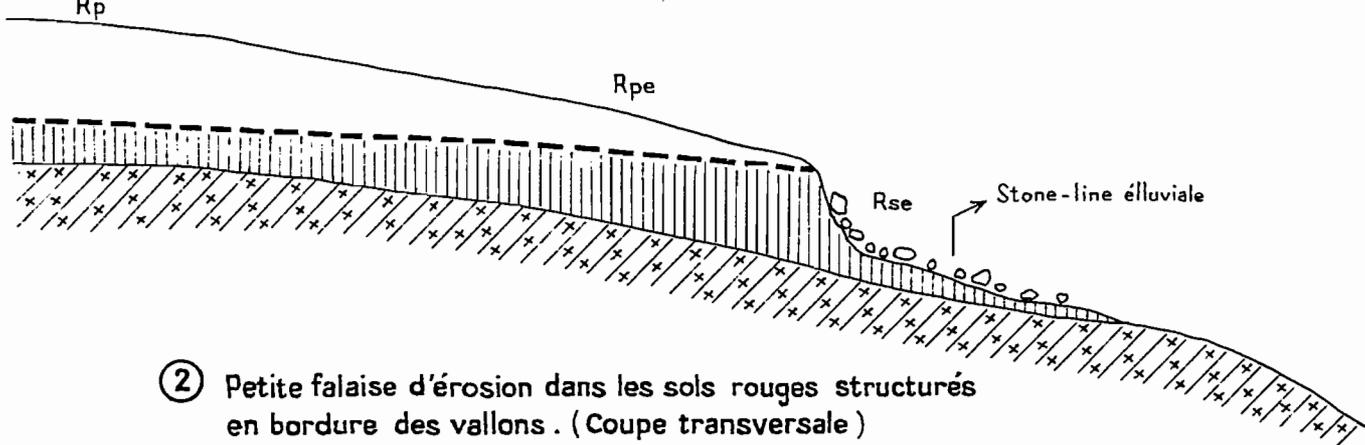
Rpe

Rse

Stone-line éluviale

②

Petite falaise d'érosion dans les sols rouges structurés en bordure des vallons. (Coupe transversale)

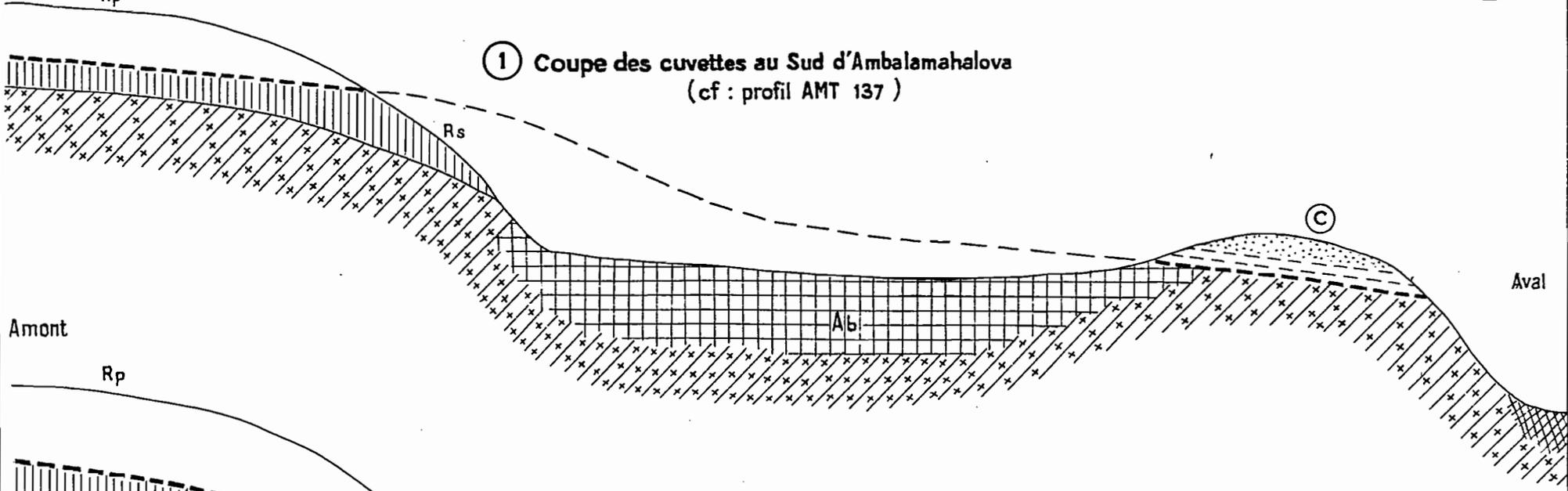


"Cuvettes semi-fermées" en tête de talweg : coupes schématiques

Amont

Rp

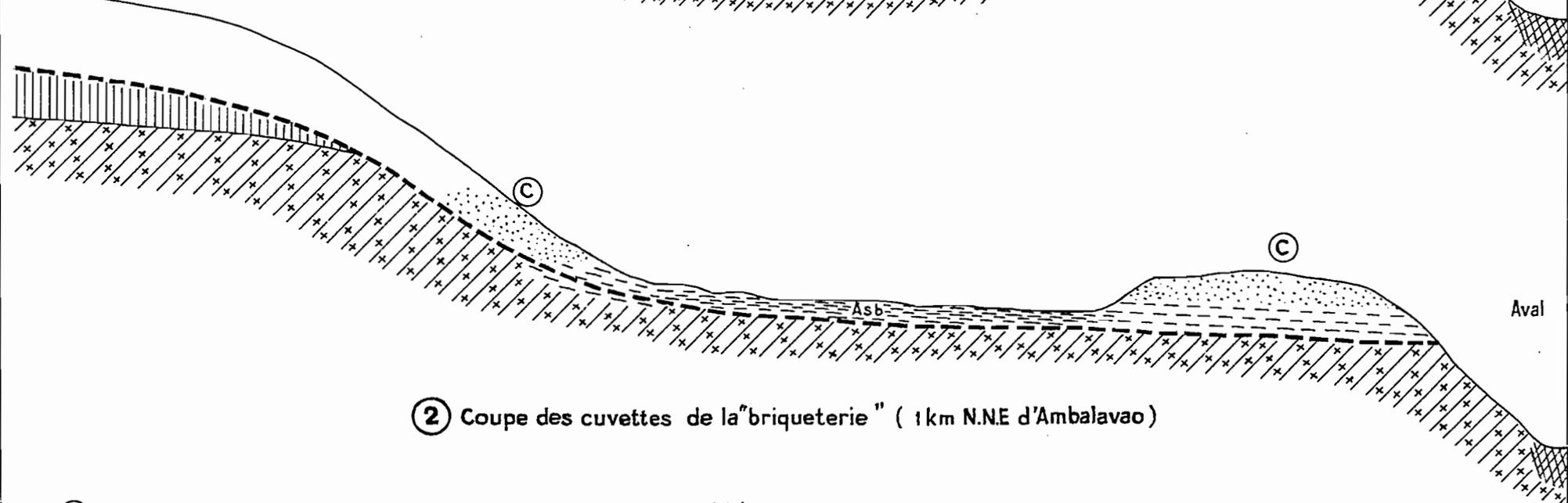
① Coupe des cuvettes au Sud d'Ambalamahalova (cf : profil AMT 137)



Amont

Rp

② Coupe des cuvettes de la "briqueterie" (1 km N.NE d'Ambalavao)



Ⓢ : Matériel colluvial ancien à traces d'hydromorphie ancienne, érodé

⊞⊞⊞ Ab : Niveau d'argile bariolée

Autres signes ou figurés conventionnels : voir les autres schémas

⊞⊞⊞ Asb : Niveau inférieur de Ⓢ, très lessivé en fer (matériel argilo-sableux, blanc)

----- : Stone-line

Passage des sols "Rouges pulvérulents" aux Alluvions anciennes . Coupes schématiques

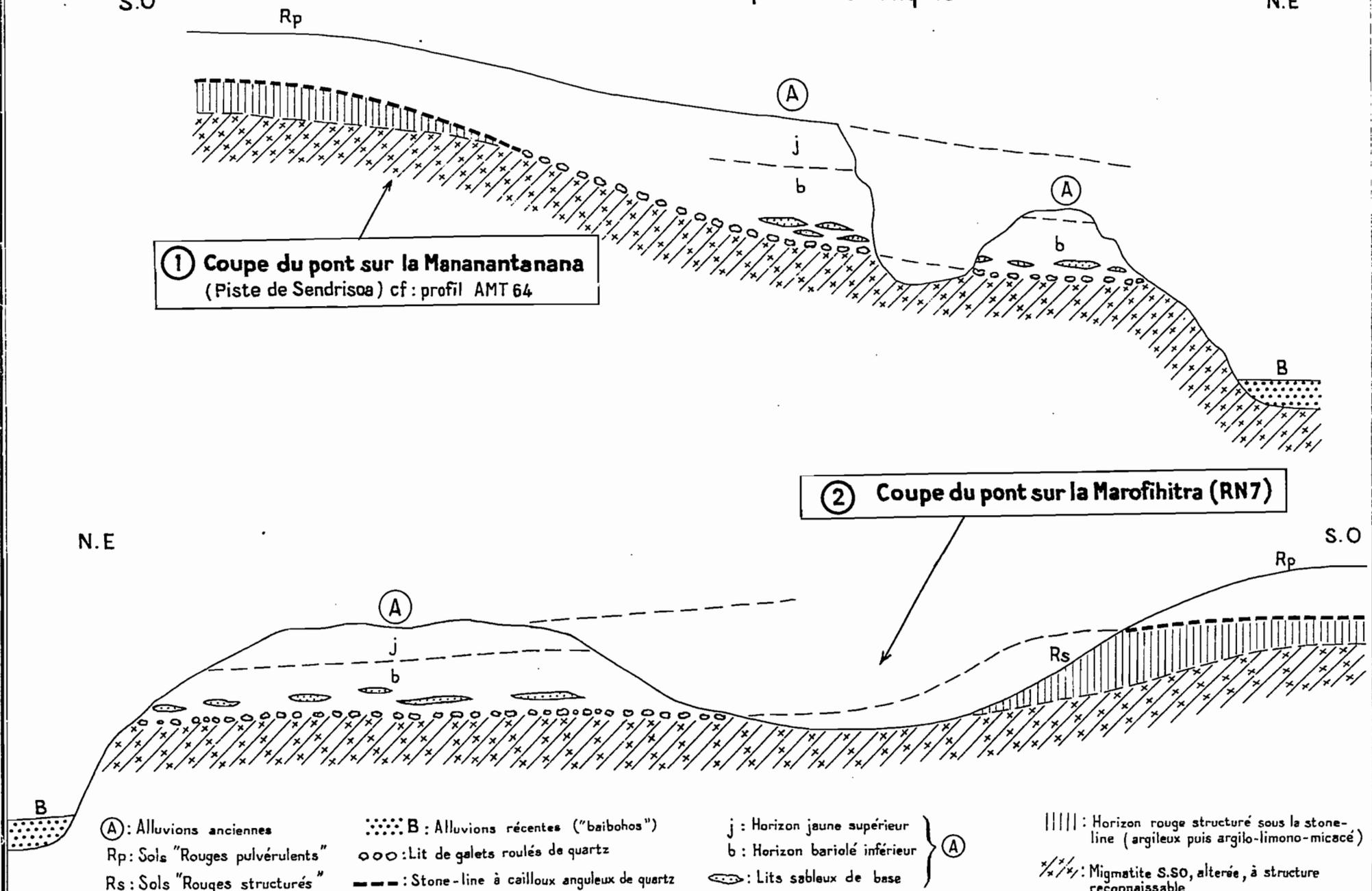
10

S.O

N.E

① Coupe du pont sur la Mananantanana (Piste de Sendrison) cf : profil AMT 64

② Coupe du pont sur la Marofihitra (RN7)



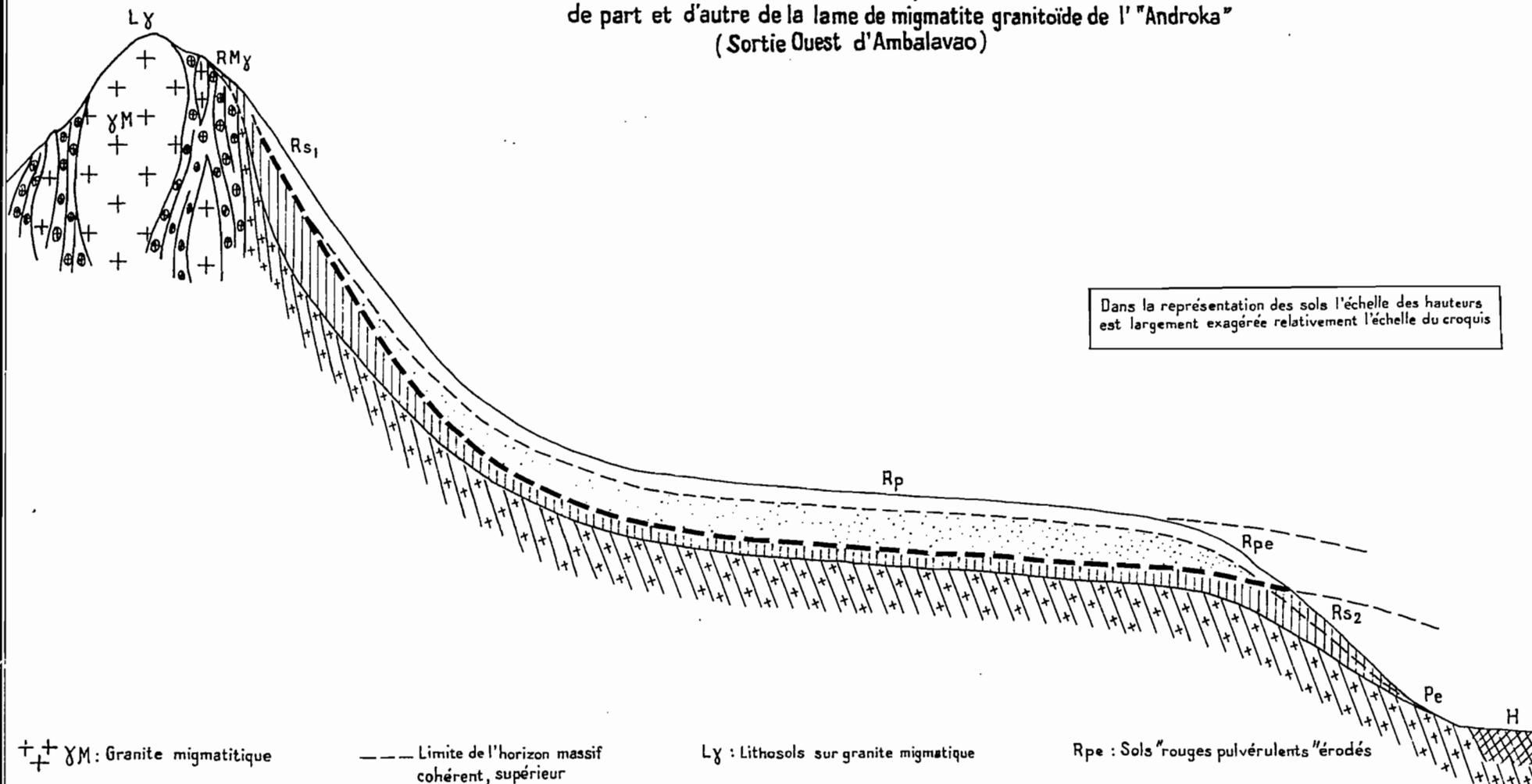
Ⓐ : Alluvions anciennes
Rp : Sols "Rouges pulvérulents"
Rs : Sols "Rouges structurés"

Ⓑ : Alluvions récentes ("baibohos")
○○○ : Lit de galets roulés de quartz
- - - : Stone-line à cailloux anguleux de quartz

j : Horizon jaune supérieur
b : Horizon bariolé inférieur
ⓐ } Ⓐ
○ : Lits sableux de base

||||| : Horizon rouge structuré sous la stone-line (argileux puis argilo-limono-micacé)
×××× : Migmatite S.S.O, altérée, à structure reconnaissable

Coupe schématique de la toposéquence de sols observable de part et d'autre de la lame de migmatite granitoïde de l' "Androka" (Sortie Ouest d'Ambalavao)

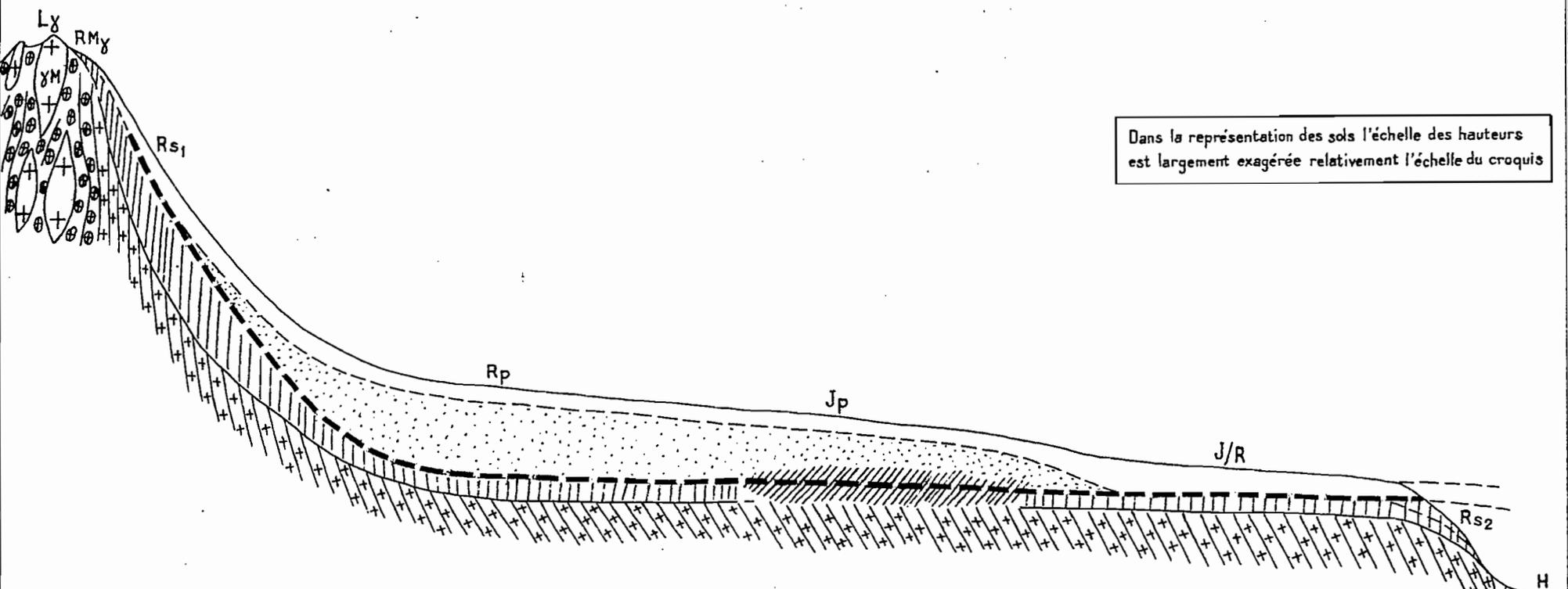


Dans la représentation des sols l'échelle des hauteurs est largement exagérée relativement l'échelle du croquis

- | | | | |
|---|--|--|---|
| <p>⊕ ⊕ γM : Granite migmatitique</p> <p> Migmatite granitoïde s.so, altérée, à structure reconnaissable</p> <p> Migmatite s.so, altérée, à structure reconnaissable</p> | <p>--- Limite de l'horizon massif cohérent, supérieur</p> <p> Horizon rouge pulvérulent</p> <p> Horizon rouge structuré argileux puis argilo-limono-micacé</p> | <p>LY : Lithosols sur granite migmatitique</p> <p>RMY : Sols rajeunis ou pénévulés sur migmatite granitoïde</p> <p>RS1 : Sols "rouges structurés" remaniés des hauts de pente</p> <p>Rp : Sols "rouges pulvérulents"</p> | <p>Rpe : Sols "rouges pulvérulents" érodés</p> <p>RS2 : Sols "rouges structurés" non remaniés des bordures de vallons</p> <p>Pe : Sols peu évolués sur migmatite altérée, en place</p> <p>H : Sols hydromorphes des bas-fonds</p> |
|---|--|--|---|

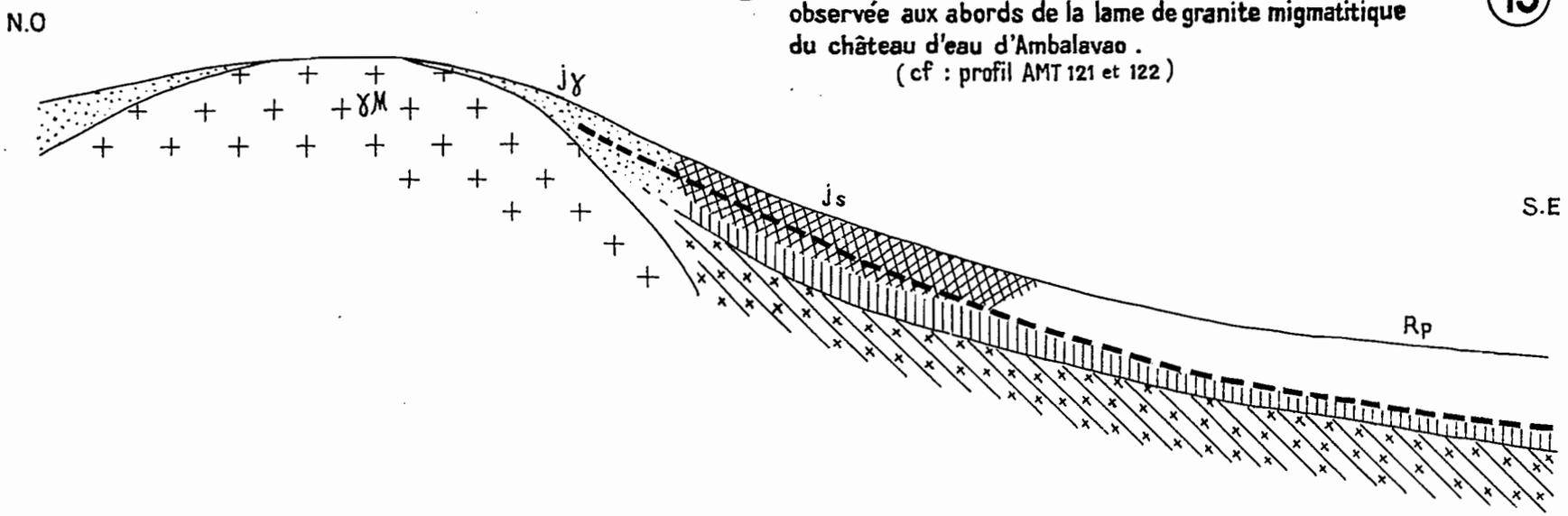
**Coupe schématique de la toposéquence de sols observable
sur le versant Est de la lame de migmatite granitoïde d' "Ambalamahalova"
(5 km 500 S.O. d'Ambalavao - cf: profil AMT 87 et 88)**

Dans la représentation des sols l'échelle des hauteurs est largement exagérée relativement l'échelle du croquis

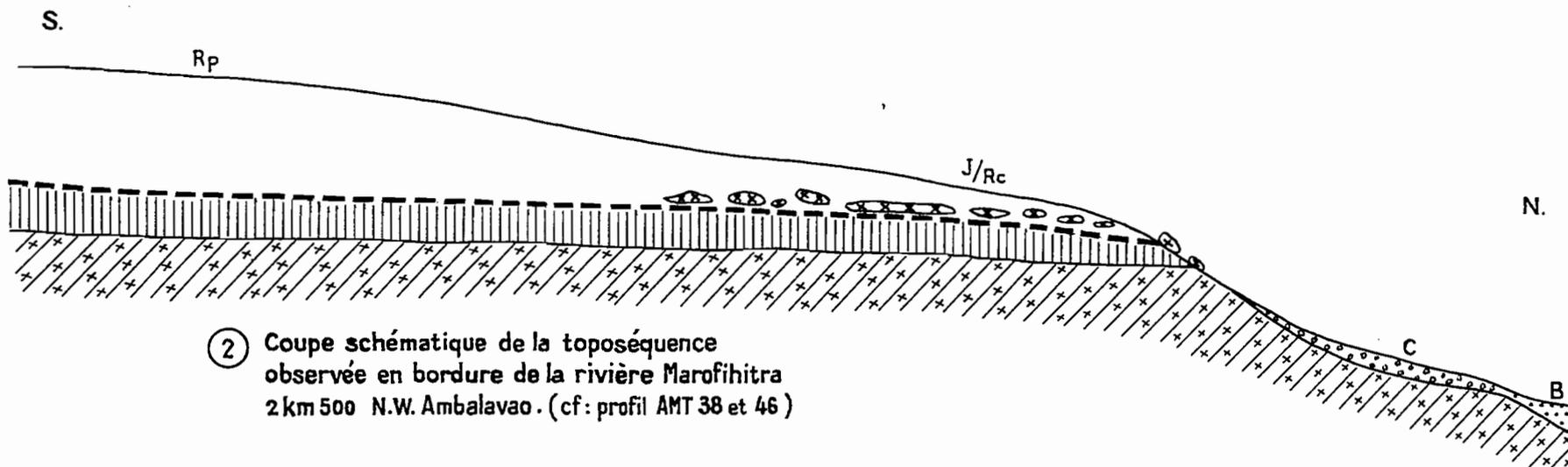


- | | | | |
|---|---|--|--|
| <p>+ + γ M : Granite migmatitique
+</p> | <p>— — — Limite de l'horizon massif, cohérent, supérieur</p> | <p>Ly : Lithosols sur granite migmatitique</p> | <p>//// Horizon hydromorphe inférieur des sols "jaunes pulvérulents"</p> |
| <p>⊕/⊕ Migmatite granitoïde s.so, altérée, à structure reconnaissable</p> | <p>⋯ Horizon rouge ou jaune pulvérulent</p> | <p>RMy : Sols rajeunis ou pénévulés sur migmatite granitoïde</p> | <p>J/R : Sols "jaune/rouge"</p> |
| <p>⊕/⊕ Migmatite s.so, altérée, à structure reconnaissable</p> | <p> Horizon rouge structuré, argileux puis argilo-limono-micacé</p> | <p>Rs1 : Sols "rouges structurés", remaniés des hauts de pente</p> | <p>Rs2 : Sols "rouges structurés" non remaniés des bordures de vallons</p> |
| | | <p>Rp : Sols "rouges pulvérulents"</p> | <p>H : Sols hydromorphes des bas-fonds</p> |
| | | <p>Jp : Sols "jaunes pulvérulents"</p> | |

① Coupe schématique de la toposéquence observée aux abords de la lame de granite migmatitique du château d'eau d'Ambalavao. (cf : profil AMT 121 et 122)



② Coupe schématique de la toposéquence observée en bordure de la rivière Marofihitra 2 km 500 N.W. Ambalavao. (cf : profil AMT 38 et 46)



+ M : Granite migmatitique

••••• : Sols jaunes sur granite

Js { Sols "jaunes structures" sur migmatitique s.so
Horizon jaune concrétionné

Rp : Sols "rouges pulvérulents"

||||| Horizon rouge structuré ; argileux puis argilo-limono-micacé, sous la stone-line

J/Rc : Sols jaune/rouge à cuirasse

⊗ Cuirasse discontinue

••••• Matériel colluvial récent, sableux

••••• Alluvions récentes de type "baïbohos"

/// Migmatite s.so, altérée, à structure reconnaissable

2.2 SOLS MINÉRAUX BRUTS

Tous les sols minéraux bruts rencontrés dans la région appartiennent à la sous-classe des sols minéraux bruts non climatiques et se répartissent dans les deux groupes suivants :

- Sols minéraux bruts d'érosion
- Sols minéraux bruts d'apport colluvial.

2.2.1

2.2.1 Sols minéraux bruts d'érosion

2.2.1.1 Caractères généraux

- Ces lithosols correspondent essentiellement aux affleurements rocheux qui garnissent les crêtes des reliefs résiduels disséminés dans la cuvette ou sur le pourtour de la dépression. On sait (cf : généralités) que ces reliefs sont systématiquement liés à des bancs ou massifs de roches "dures" dégagés par érosion différentielle au cours de plusieurs phases d'érosion. Les sols qui, dans le temps, recouvriraient probablement ces roches résistantes à l'altération ont été décapés ; ainsi mise à nu, la roche ne subit plus, ou très peu, d'évolution pédologique car la végétation ne parvient que très difficilement à coloniser ces zones.

- Le profil pédologique est le plus souvent réduit à sa plus simple expression : roche nue (quelques lichens) recouverte de pierrailles ou minces écailles issues de désagréations mécaniques. Ça et là, de façon très discontinue, se développe un mince horizon organique, plaqué à même le rocher, autour des quelques touffes de xérophytes ou graminées qui parviennent à ancrer leurs racines dans les diaclases ou les creux de la roche : horizon (A) formé d'humus peu évolué mêlé à du sable grossier.

- Lorsque la pente est nulle et la dalle rocheuse assez plane, il y a genèse de petites vasques de quelques mètres de diamètre, remplies d'eau à la saison des pluies.

...

2.2.1.2 Répartition

- Ces affleurements rocheux sont très développés sur les puissantes lames de granite andringitréen (dômes et cuesta) ceinturant la cuvette à l'Ouest et au Nord.

- Ils sont également bien développés sur la bordure de migmatites ocellées à l'Est et sur les gneiss granitoïdes du "Vohitrakanga" au Nord-Ouest.

- Ces lithosols prennent une certaine extension sur les lames de migmatites granitoïdes (S.LO) que lorsque les passées de granite migmatitique qu'elles renferment ont une puissance notable. Ex : "Ifandana" et "Vohitrosy" au Sud Est de la cuvette.

- Les lames de gneiss à cordiérite et grenat et celles de pyroxénite ne donnent que des affleurements rocheux trop limités pour être cartographiés isolément à l'échelle de la carte.

- La cartographie en tant qu'unités simples de ces lithosols ne pose aucun problème.

2.2.2 Sols minéraux bruts d'apport colluvial

- Il s'agit essentiellement des éboulis, amoncellement de blocs informes, tapissant le pied des dômes ou barres rocheuses de granite andringitréen.

- Ils ont pour principale origine le décrochement puis l'effondrement brutal, par gravité, d'énormes écaillés (formées au contact des dômes par un mécanisme qu'il serait intéressant de préciser) ou de pans de falaises. Ces effondrements se poursuivent sporadiquement de nos jours.

- Il est difficile de distinguer dans ces formations de piedmont ce qui correspond effectivement à un apport colluvial de ce qui correspondrait plutôt à des noyaux granitiques décapés des sols qui les recouvraient (lithosols). Ces éboulis recouvrent, très probablement, par endroit, des sols évolués ferrallitiques sur granite andringitréen ou migmatite.

...

2.3 SOLS PEU EVOLUES

- Tous ceux observés appartiennent à la sous-classe des sols peu évolués non climatiques. Cette faible évolution est liée :

- 1 - Soit au caractère récent d'apports alluviaux ou colluviaux.
- 2 - soit à l'érosion.

- Ils se répartissent ainsi dans les trois groupes :

- Sols d'érosion
- Sols d'apport alluvial
- Sols d'apport colluvial.

Leur extension est faible dans le domaine cartographié.

2.3.1 Sols d'érosion

2.3.1.1 Sous-groupe régosolique (cf : 2^{eme} partie AMT 50)

- Sur les flancs des vallons de recusement récent, immédiatement au dessus du niveau des rizières, quand la pente devient suffisamment forte pour que l'érosion en nappe devienne très intense et ravinante, on observe localement un décapage important des sols "rouges structurés" garnissant généralement les flancs de ces vallons et l'horizon de migmatite altérée sous-jacent est ramené en surface (quelques ovoïdes granito-migmatitiques incluses dans la migmatite S.S0 altérée apparaissent çà et là à ce niveau).

- Sur ce matériau d'altération, très meuble et très évolué (altération ferrallitique ancienne) se développe une maigre végétation graminéenne. Par le travail des racines et l'activité de la faune il y a homogénéisation du matériel sur une cinquantaine de centimètres (souvent moins) et, en particulier, disparition de la structure litée originelle de la migmatite. Une faible quantité (vu la couleur) de matière organique est incorporée aux produits d'altération et un début de structure se développe.

- Ces sols peu évolués d'érosion, régosoliques (sur matériau très évolué) n'ont qu'une extension transversale très limitée (quelques dizaines de mètres au maximum). Ils ont été cartographiés en complexe avec les sols "rouges structurés" plus ou moins érodés qui leur font suite en remontant les flancs des vallons. (complexe n° 6)

Remarque - On sait qu'en bordure des vallons existe localement, en continuité avec les sols "rouges pulvérulents", des dépôts de colluvions anciennes, plus ou moins érodés, formant terrasse au dessus du niveau de drainage actuel (cf : planche n° 7). Ces dépôts reposent (stone-line) sur la migmatite altérée en place. L'érosion a parfois été suffisante pour ramener en surface, sous ces dépôts et au dessus des rizières, l'horizon d'altération migmatitique. Des sols peu évolués analogues aux précédents s'observent alors. Leur extension est en général très limitée et ils n'ont pas été différenciés dans notre cartographie du matériel colluvial ancien (sauf en deux ou trois points-exemple : tête du vallon sous le profil type n° 9 - Nous avons inclu ces sols dans le complexe n° 6 pour ne pas compliquer la cartographie).

2.3.1.2 Sous-groupe lithique

- Sur le pourtour des affleurements rocheux de quelque importance (granites andringitréens, granites migmatitiques, gneiss granitoïdes et migmatites ocellées) garnissant la crête des reliefs résiduels, existe localement une très mince auréole (quelques mètres) où l'arène granitoïde d'altération affleure en surface. On peut y définir des sols peu évolués lithiques. Leur importance est insignifiante à l'échelle de la carte, aussi n'ont-ils pas été mentionnés dans notre légende.

2.3.2 Sols d'apport alluvial ("baibohos")

2.3.2.1 Origine géomorphologie. Cartographie

- En bordure immédiate des cours d'eau permanents on observe très généralement une terrasse alluviale récente d'extension très variable (quelques mètres à plus de 100 m), dominant le lit des rivières de 1 à 6 m environ.

Le matériel qui la constitue est essentiellement issu des "lavakas" afouillant le puissant niveau de migmatite altérée qui tapisse la plaine.

- La topographie de ces alluvions est généralement tourmentée. Elles se présentent en effet le plus souvent comme une succession de bourrelets de quelques dizaines de mètres d'extension transversale (rarement plus), allongés parallèlement au sens d'écoulement des eaux et séparés par des cuvettes de débordement.

Cette morphologie est liée aux divagations du lit des rivières lors des crues. Les bourrelets de berge sont garnis de sols peu évolués généralement bien drainés. L'hydromorphie se cantonne dans les cuvettes de débordement.

- Il n'a pas été possible, vu l'échelle de la carte et le temps dont nous disposons, de cartographier séparément les sols peu évolués des bourrelets de berge (qui vont être étudiés ici) et les sols hydromorphes des cuvettes de débordement (qui seront définis plus loin). Ils ont été mis en complexe (complexe n° 11 de notre légende).

2.3.2.2 Morphologie générale des profils

- Au vu des sondages effectués çà et là dans la plaine, on peut dégager les caractères généraux suivants pour ces profils alluviaux peu évolués :

- Texture à dominante limoneux-sable fin. On note parfois des différenciations texturales en strates mais celles-ci sont caractéristiques du dépôt lui même et non d'une évolution pédologique au sein d'un matériel initialement homogène.
- Très riches en paillettes de micas (comme les zones d'altération dont ils sont issus). Ces paillettes sont uniformément réparties dans toute la masse du dépôt.
- Structure peu développée, souvent continue. Faible cohésion et bonne porosité.
- Jamais d'horizon organique nettement différencié dans la partie supérieure.

Richesse en minéraux primaires, faible développement de la structure, persistance des caractères originels du dépôt, etc ..I, sont autant de critères permettant de classer ces sols dans les peu évolués.

- On note parfois quelques taches d'hydromorphie dans la partie inférieure des profils, mais vu la profondeur à laquelle cette hydromorphie se développe et vu sa faible intensité, il ne semble pas qu'il y ait lieu d'introduire le sous-groupe hydromorphe pour classer ces sols. Seul le sous-groupe modal a été retenu.

- Très localement le matériel devient très sableux : sable gris-blanc, bouillant, sans doute issu de l'érosion des colluvions anciennes. Ce caractère a été observé au débouché de certaines rivières sur la Mananantanana (sud du "Vohitrakanga"). Une deuxième famille peut être ainsi définie (l'autre correspondant à la texture "limoneux-sable fin" presque toujours rencontrée) mais son importance est négligeable.

- Un profil est donné pour exemple (AMT 60 - cf : 2me partie). Il est assez typique de ce qui peut être rencontré mais il présente surtout une particularité intéressante : on y observe la fossilisation sous le dépôt alluvial récent, limono-micacé, d'un niveau de gley (non actif) développé dans un matériau (1) très argileux. Ce niveau gleyifié ancien, rencontré à plusieurs reprises, peut affleurer localement en surface (2). Son existence est une des preuves (nous en aurons de plus tangibles en étudiant les sols hydromorphes des cuvettes de débordement) du développement passé en bordure des rivières, au cours d'une période où l'érosion devait peu jouer, de sols hydromorphes évolués. Ces sols ont été enterrés par d'importants apports issus d'une brutale vague d'érosion.

2.3.2.3. Caractéristiques chimiques

- Nous ne pouvons que commenter brièvement les deux analyses dont nous disposons sur AMT 60.

Eléments organiques. Teneur moyenne en matière organique jusqu'à grande profondeur. Ce caractère est lié à l'action des racines de graminées qui pénètrent très profondément dans le sol. Pauvre en azote. Rapport C/N bas.

...

-
- (1) S'agit-il du dépôt alluvial ancien ou du produit de la transformation par hydromorphie de la migmatite S.50 en place ?
 - (2) Par exemple aux abords du premier pont sur la Mananantanana de la piste Ambalavao-Sendrisoa (briqueterie).
 - (3) Probablement des sols humiques à gley (cf : étude du profil AMT 61) mais ici l'horizon organique a été érodé.
-

Complexe absorbant Pauvre en Ca. Très pauvre en K. Très pauvre en Mg, sauf en surface où on observe une teneur moyenne (remontée biotique ?). La capacité d'échange, la somme des bases échangeables, le taux de saturation sont faibles ; on retrouve ici les caractères du matériau migmatitique altéré dont sont issus ces dépôts alluviaux. Les réserves sont probablement élevées (richesse en minéraux primaires) mais peu de bases ont été jusqu'ici libérées par hydrolyse ; elles sont encore bloquées dans les réseaux silicatés.

2.3.3 Sols d'apport colluvial

- Au niveau du contact bas fond-flanc des vallons de recusement récent on observe parfois une sorte de petit talus ou bourrelet colluvial de 50 cm à 1 m 50 d'épaisseur. Il s'agit d'un matériau : brun-jaune, mal classé, sablo-argileux, feldspathique, micacé et à gravillons de quartz.

- Il est probable que ce matériel devait autrefois former un liseret continu en bordure des bas-fonds, mais les travaux de planage des rizières l'ont presque partout élimé.

- L'extension de ces formations colluviales est très faible : quelques mètres transversalement et quelques dizaines de mètres longitudinalement. Leur origine est à chercher dans le travail d'abrasion et de transport effectué par l'érosion en nappe sur le plateau et sur les flancs des vallons.

- Une certaine hydromorphie (taches rouilles) s'y manifeste mais toujours à des profondeurs supérieures à 1 m. On a donc classé ces sols peu évolués d'apport colluvial dans le sous-groupe modal et non dans le sous-groupe hydromorphe.

- Ils ont été cartographiés en complexe avec les sols hydromorphes des bas-fonds (complexe n° 10)

...

2.4. SOLS BRUNIFIES

2.4.1. Localisation - Classification

- Sur les pentes très érodées des lames de pyroxénite rencontrées sur la bordure Est de la cuvette, s'observent sporadiquement des sols à caractères très particuliers, caractères issus de leur développement sur une roche-mère très riche en bases (Ca - Mg). Quoique d'extension extrêmement limitée ces sols présentent un grand intérêt théorique.

- Le profil AMT 140 (cf : 2^{me} partie) a été choisi pour type. Les caractères essentiels suivants ressortent des analyses et de la description :

- * Structure bien développée, polyédrique à tendance cubique dans le A (0-15) ; moins bien développée dans le B (15-40) où elle est cubique.
- * A riche en matière organique à C/N moyen (< 14). (B) pauvre en matière organique et à C/N bas.
- * pH neutre
- * Complexe totalement saturé et extrêmement riche en Ca et Mg
- * Pas d'individualisation du fer sous forme de concrétions.

L'ensemble de ces caractères autorisent à ranger ce profil dans les sols bruns eutrophes tropicaux. La présence de débris de roche peu altérée jusqu' en surface et la faible épaisseur du (B) nous ont incité à le placer dans le sous-groupe peu évolué.

- La présence de tels types de sols dans la cuvette ne doit pas étonner, même si elle n'était pas absolument prévisible a priori. On sait, d'une part, que les roches basiques (ces pyroxénites sont très riches en silicates calciques : diopside, sphène, ...) sont des lieux de prédilection en pays tropicaux pour le développement de ces sols. Les paramètres climatiques du lieu sont, d'autre part, favorables à leur genèse : climat plutôt ferruginisant que ferrallitisant (cf : généralités).

- Il faut cependant noter que :

- 1) Nous n'avons pas rencontré la structure nuciforme typiquement attribuée à l'horizon A de ces sols ;
- 2) Nous ignorons tout sur la nature de l'humus (mull) de cet horizon. A-t-il, comme cela devrait être, une teneur équilibrée en acides humiques et fulviques avec une bonne proportion d'acides humiques gris ? Il serait intéressant de le vérifier.

2.4.2. Remarques complémentaires

- 1) La capacité d'échange très forte et le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ très élevé de l'horizon (40-120) laissent présager la présence d'argiles gonflantes. Leur genèse semblait normale étant donné la richesse en bases de la roche-mère. De la montmorillonite (S.lo) a été effectivement mise en évidence aux rayons X sur l'inférieur à 2 μ . Aucun caractère vertique n'apparaît cependant dans cet horizon (bon drainage du fait de la déclivité ?). Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ diminue considérablement dans les horizons supérieurs mais la capacité d'échange y reste encore élevée. Il est possible qu'on y assiste à une transformation partielle de la montmorillonite en kaolinite.
- 2) L'horizon (0 - 15) est appauvri en fer. Ceci est général pour tous les horizons de surface des sols de la région. On n'y observe cependant pas d'appauvrissement en argile.
- 3) Les teneurs en potassium sont très faibles sur tout le profil (sauf en surface où joue la remontée biotique). Ceci est à mettre en relation avec la pauvreté en micas de la roche-mère et l'absence de feldspaths potassiques dans celle-ci. Dans l'horizon (40 - 120) s'observent cependant des paillettes de phlogopite ; il semble, par suite, que les teneurs en K de cet horizon, tout en restant faibles, devraient être plus élevées que celles révélées par l'analyse dont nous disposons. On peut/ ^{donc} penser que ces micas, apparemment frais, sont, en fait, déjà profondément altérés (mais en quoi ? ...), le potassium ayant quitté les ...

...

espaces interfoliaires. Ce phénomène n'est pas spécial à l'horizon d'altération du profil 140, nous le retrouverons à plusieurs reprises dans les sols ferrallitiques sur roches acides.

- 4) Une observation très intéressante a été faite par C.GENSE (1) lors d'une visite du secteur d'Ambalavao en notre compagnie. Au voisinage du profil 140 (plus bas sur la pente) s'observe localement, sur forte pente ravinée, de la pyroxénite altérée en "pain d'épice". Ce matériel rouge sombre et très poreux est morphologiquement identique au "pain d'épice" à gibbsite développé sur roches basiques dans les zones humides de l'île (2). Quand on sait, comme nous le verrons plus loin, que des sols ferrallitiques riches en gibbsite ont été mis en évidence sur roches acides dans la plaine, il est permis de penser que ce "pain d'épice" est effectivement un "pain d'épice" à gibbsite. Ainsi, par le passé, sur ces pyroxénites comme sur toutes les autres roches de la cuvette, des sols ferrallitiques se seraient développés sous un climat beaucoup plus humide que l'actuel. Ces profils auraient été, ici, en quasi totalité, décapés par l'érosion et sur la roche saine ainsi ramenée en surface se formeraient actuellement, là où l'érosion n'est pas trop intense, des sols de type "bruns entrophes tropicaux" sensiblement en équilibre avec le climat plus sec qui caractérise de nos jours cette région (3).

2.4.3. Cartographie

- Les lames de pyroxénite présentent généralement, au vu des quelques observations effectuées, une association confuse de sols où à

...

(1) Chargé de recherches, section Géologie, Centre ORSTOM de Tananarive.

(2) Cet aspect nous avait totalement échappé, ce matériau ayant été assimilé (de loin) aux sols rouges "rajeunis" sur migmatite qui environnent la lame. Le temps nous a manqué pour étudier en détail les relations de ce "pain d'épice" avec la roche-mère ; son analyse est en cours.

(3) Ce seraient les seuls sols évolués de la région à posséder cette propriété.

l'échelle du mètre ou de la dizaine de mètres on passe brutalement de profils du type AMT 140 à des lithosols (roche très peu altérée affleurant sous forme de lames rocheuses en surface) quand ce n'est pas à des restes du vieux matériel ferrallitique -- cité plus haut.

- On peut cependant dire que les lithosols se rencontrent préférentiellement vers le sommet des lames, les sols bruns eutrophes peu évolués vers le milieu de la pente et les débris de sols ferrallitiques vers le bas ; mais il est impossible à l'échelle de notre carte (et même à plus grande échelle) de rendre de façon détaillée une telle association. Nous avons donc cartographié l'ensemble en complexe (complexe n° 9 de la légende).

2.5. SOLS FERRALLITIQUES

2.5.1. Généralités

- La majeure partie des sols de la cuvette est à ranger dans cette classe (1). Ces sols ferrallitiques se rencontrent sur tous les types de roches déjà définis dans la première partie de ce rapport. Les phénomènes de jaunissement y sont fréquents. Une des caractéristique essentielle de ces profils est qu'ils sont remaniés : une stone-line de cailloux de quartz, souvent très profonde, apparaît fréquemment en leur sein. Cette stone-line sépare généralement deux matériaux à propriétés radicalement différentes ; ramenée en surface par érosion elle constitue un niveau repère dans le paysage.

Une autre propriété commune à tous ces sols consiste en une répartition isohumique de la matière organique dans les profils : les taux de matière organique décroissent régulièrement avec la profondeur et cette matière organique pénètre profondément dans le sol. Ceci traduit l'action d'une végétation graminéenne fournissant l'essentiel de sa matière organique au sol par les racines. On peut ainsi dire que les sols ferrallitiques de cette cuvette présentent un "faciès steppisé" (B. LE BUANEC, 1968). Les taux de matière organique sont assez élevés en surface et cette matière organique est généralement bien humifiée (C/N moyen à bas)

La partie tout à fait supérieure de ces sols (15 à 30 premiers centimètres) est toujours appauvrie en argile et enrichie en bases relativement aux horizons plus profonds. L'appauvrissement est la conséquence de l'érosion en nappe, et l'enrichissement en bases traduit la remontée biotique effectuée par la végétation graminéenne.

Les horizons supérieurs présentent généralement une structure plus ou moins continue et une assez forte cohésion ; ils sont toujours fortement lixiviés en bases, riches en sable grossier et le rapport limon/argile y est toujours bas. Les taux de saturation augmentent ensuite en profondeur,

...

(1) Si $O_2 / Al_2 O_3 \leq 2$; S, T, V, faibles ou très faibles et pH fortement acide sur la majeure partie du profil.

de même que le rapport limon / argile, alors que les teneurs en sable grossier diminuent.

- Ces sols ferrallitiques sont à ranger, suivant les cas, dans l'une ou l'autre des sous-classes "moyennement désaturés" ou "fortement désaturés". Outre les difficultés de classification déjà évoquées au chapitre (2.1.), des problèmes se sont chaque fois posés pour définir l'horizon B. (dont les caractéristiques physicochimiques, on le sait, sont utilisées au plus haut degré pour classer les sols ferrallitiques). Il y a d'une part le fait que la base du A est difficile à délimiter car les taux de matière organique ne diminuent pas brutalement mais progressivement avec la profondeur. Et il y a surtout le fait que la partie du profil qui est pauvre en matière organique présente généralement une succession de niveaux à morphologie différente pouvant être considérés chacun comme représentant un (B) structural. En général on n'a donc pas un seul (B) mais plusieurs (B) possibles. Comme les taux de saturation de ces différents niveaux sont fréquemment très différents (variation continue des taux de saturation à travers le profil). Il en résulte que l'on est souvent fort gêné pour classer ces sols.

- Pour ne pas rompre avec certaines habitudes nous nous sommes astreint à présenter ces sols ferrallitiques en suivant l'ordre imposé par la classification C.P.C.S. 1967. Ceci aboutit, comme on le verra, à disperser dans l'exposé l'étude de sols génétiquement très liés. Une présentation des sols par unités géomorphologiques aurait certainement été beaucoup plus claire.

L'étude de chaque famille est centrée autour de un ou plusieurs profils types dont la place dans la classification est chaque fois, au vu des analyses disponibles, discutée.

Rappelons qu'un essai de synthèse sur la pédogénèse du lieu est présenté dans la troisième partie de ce rapport ; les principaux éléments d'observation ou d'analyse présentés dans les chapitres qui suivent seront alors repris.

2.5.2. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B),
typiques, modaux, sur migmatite S.SO, à faciès
structuré" (cf: 2me partie AMT 9 et 131)

2.5.2.1. Remarques préliminaires

I - L'introduction à ce stade de l'étude d'une unité supplémentaire de classification - le "faciès" - semble tout à fait arbitraire. Nous verrons plus loin, de façon détaillée, les raisons ayant motivé l'introduction de cette unité et le sens que nous donnons à ce terme de "faciès".

- On résumera ici en deux mots ce sens et ces raisons :

1) Il s'est avéré que les sols ferrallitiques rencontrés dans la plaine (sols sur migmatite S.SO) pouvaient être regroupés, indépendamment de leurs caractères physicochimiques qui obligent à les disperser dans la classification, sous un certain nombre d'aspects morphologiques ou (≡) "faciès" radicalement différents (faciès "structuré", "pulvérulent", et "jaune/rouge") et qui sont en quelque sorte une des expressions de la pédogénèse complexe de cette région. Ainsi, la morphologie des sols qui vont être étudiés ici n'a rien d'accidentel ; ses éléments essentiels (structure polyédrique bien développée sur une forte épaisseur, présence de "zones noduleuses cohérentes", etc...) se retrouveront dans d'autres sols ferrallitiques sur migmatite S.SO dispersés dans la classification (voir étude de AMT 16 et 122)

2) Etant donné la nature des caractères pris en considération dans la classification C.P.C.S. 1967 pour classer les sols ferrallitiques et le mode de hiérarchisation de ces caractères, on n'a pas pu, dans certains cas, séparer au niveau de la famille, des sols ferrallitiques sur migmatite S.SO à morphologie (≡) radicalement différente. On a donc été obligé de tenir compte de ces aspects morphologiques ou "faciès" pour classer ces sols. Dans la famille, qui va être étudiée seul le faciès "structuré" a été rencontré (du simple point de vue taxonomique on pourrait donc ici se passer de l'unité "faciès").

II - Les sols présentés dans ce chapitre, et que l'on appellera plus commodément "sols rouges structurés non remaniés" ont été rencontrés dans deux positions topographiques totalement différents :

1) D'une part en bordure des vallons de recreusement récent, sous le niveau repère des sols "rouges pulvérulents" remaniés.

2) D'autre part en bordure des lames de migmatites granitoïdes, au-dessus de ce même niveau repère.

Leur passé évolutif est probablement différent dans chaque cas. Deux profils prélevés dans l'une et l'autre de ces positions topographiques vont être successivement étudiés.

2.5.2.2. Sols "rouges structurés" non remaniés rencontrés en bordure des vallons de recreusement récent (cf : AMT 9)

2.5.2.2.1. Morphologie

- Ces sols présentent généralement la succession suivante d'horizons :

1) Un horizon organique de surface, graminéen, peu développé et discontinu.

2) 50 cm d'un horizon rouge, argilo-sableux, cohérent, à porosité tubulaire fine et structure polyédrique à tendance continue. Il est faiblement organique et concrétionné dans sa partie supérieure. On y note l'existence de "zones noduleuses cohérentes" (voir remarques en fin de §) assez indistinctes.

3) Vient ensuite 1 mètre d'un horizon rouge, friable, à structure polyédrique très bien développée. Dans sa partie supérieure il est argilo-sableux, riche en "zones noduleuses cohérentes" bien individualisées, et présente une porosité tubulaire et une certaine pulvérulence ; ces caractères disparaissent dans la partie inférieure où il devient argilo-limoneux.

4) Vient enfin 50 cm à 1 m d'un horizon rouge-rose, limono-argileux, très bien structuré, friable, très tendre, très riche en fines paillettes de micas. On y note parfois un faible concrétionnement (la teinte devient alors plus jaune).

- Ces sols sont très homogènes dans leurs caractères morphologiques d'un bout à l'autre de la cuvette. Les variations ne portent guère que sur l'épaisseur des différents horizons.

Remarques :1 - "Zones noduleuses cohérentes"

. On a ainsi désigné des sortes de ségrégations argilo-sableuses, compactes et cohérentes, toujours moulées dans un matériau structuré, friable et poreux, présentant un certain degré de pulvérulence. Elles s'en extraient facilement. Leur taille est centimétrique. Leur forme est noduleuse, ou arrondie. Elles ont une teinte toujours plus sombre que l'horizon qui les renferme et semblent plus riche en sable grossier quartzaux que celui-ci.

. Ces sortes de "concrétions" sont très caractéristiques du (B) structural des sols rouges ou jaunes "structurés", remaniés ou non, que l'on rencontre sur pente assez forte :

1 - soit au-dessus des sols "rouges pulvérulents, près des lames de migmatite granitoïde ou de granite.

2 - Soit en dessous d'eux, en bordure des vallons de recréusement récent.

. Il est difficile de dire s'il s'agit :

1 - d'anciennes cavités, aujourd'hui colmatées, créées par la faune du sol (mais laquelle?...))

2 - ou de différenciations in situ en cours de réalisation ou anciennement réalisées (par un processus dont la physico-chimie reste à définir ...) au sein d'un horizon initialement homogène. Ces nodulations seraient alors l'amorce d'un concrétionnement.

2 - "Traces tubulaires fossiles"

. Ces traces énigmatiques, mentionnées dans la description de AMT 9, se retrouvent dans à peu près tous les sols de la cuvette (sauf les sols hydromorphes). Il s'agit de cavités cylindriques allongées, légèrement tortueuses mais de section régulière ($\frac{1}{2}$ à 1 cm), verticales ou obliques. Elles sont colmatées par un matériau de teinte légèrement plus foncé que l'horizon qui les renferme.

• Leur morphologie est différente de celle des galeries (non colmatées) réalisées actuellement par les termites ou autres insectes. Pour cette raison, et parce qu'elles ne débouchent jamais en surface et sont comme "effacées" dans les horizons supérieurs, elles ne semblent pas pouvoir être rapportées à une activité quelconque de la faune actuelle. Elles font inmanquablement penser à des galeries de vers, mais aucun vers n'a jamais été rencontré dans tous nos profils au cours de la prospection ...

• Ajoutons simplement que si ces traces fossiles s'avéraient être effectivement dues à une ancienne activité de vers, cela serait en bon accord avec les autres observations d'ordre chimique et minéralogique, qui laissent à penser que cette région a été soumise par le passé à un climat beaucoup plus humide que l'actuel (un couvert végétal beaucoup plus dense que l'actuel avec litière favorable à l'activité de ces organismes aurait alors existé).

2.5.2.2.2. Interprétations d'analyses et Classification

Un seul profil a pu être analysé (AMT 9)

2.5.2.2.2.1. Classification

- Les limites du (B) sont difficiles à définir. On peut inclure dans un (B) structural "global" (ceci est discutable) les horizons (30-60), (60-120) et (120-160) dépourvus de micas et présentant à un degré plus ou moins élevé les propriétés suivantes : pauvreté en matière organique - structure ~~bien~~ développée - présence de "zones noduleuses cohérentes".

- On voit alors que : par la partie supérieure du (B) (30-60) ce profil serait à classer dans les moyennement désaturés, par la partie médiane (60-120) il se placerait à la limite des moyennement désaturés et faiblement désaturés et par la partie inférieure il se classerait dans les faiblement désaturés.

...

- On peut donc, semble-t-il, classer ce profil dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés, à la limite des faiblement désaturés (ou vice-versa) Il faudrait analyser d'autres profils pour trancher le problème et faire passer ces sols "rouges structurés" non remaniés rencontrés en bordure des vallons dans l'une ou l'autre de ces deux sous-classes.

- Ce profil qui n'est ni franchement humifère ou appauvri, ni remanié, rajeuni, jaune, induré ou hydromorphe, a été classé dans le groupe typique et le sous-groupe modal.

2.5.2.2.2.2. Interprétations d'analyses

- Le pH, fortement acide en surface, devient ensuite moyennement puis faiblement acide. Il est à nouveau fortement acide dans le niveau micacé.

- L'horizon de surface est assez riche en matière organique.

- La diminution du taux d'argile dans (60-120) pourrait faire penser à l'existence d'un horizon d'accumulation supérieur (10-60). Il ne s'agit en fait, probablement, que d'un accident de dispersion.

Ce genre d'accident a été systématiquement observé quand les matériaux analysés présentaient un certain degré de pulvérulence, ce qui est ici le cas. Une explication sera fournie plus loin (présence de pseudolimons et genèse de pseudo-sables lors de la dispersion - cf : AMT 38). Le rapport limon/argile augmente fortement sous cet horizon (il s'agit ici de limons liés à un moindre degré d'évolution du matériel et non de pseudolimons).

- La somme des bases échangeables est très faible dans la partie supérieure, puis un peu plus élevée, mais encore faible, en profondeur. La capacité d'échange est très faible, sauf dans l'horizon de surface (cf : richesse en matière organique). Le complexe apparaît très pauvre en Ca, pauvre en Mg, pauvre à extrêmement pauvre en K. La lixiviation en bases de la partie supérieure du profil (0-60) est très nette. La remontée biotique des bases ne semble jouer que sur le potassium.

...

- Les réserves en magnésium sont élevées dans la partie supérieure et très élevées en profondeur. Comme très peu de magnésium est fixé sur le complexe, on est en droit de se demander si des restes de silicates ferromagnésiens primaires peu altérés ne subsistent pas dans le profil pédologique (1). Les réserves en calcium sont faibles à moyennes et celles en potassium très faibles à faibles. La faible teneur en potassium de l'horizon (160-230), très riche par ailleurs en fines paillettes de micas, jointe au rapport Si O₂/Al₂O₃ bas et à la très faible B.E.C. de cet horizon porte à penser que les micas y sont totale-ment transformés bien qu'ayant conservé leur aspect extérieur (pseudomorphose probable en kaolinite - voir plus loin : RX sur AMT 125).

- On note un faible appauvrissement en fer de la partie supérieure du profil. La teneur en alumine libre semble plus importante en profondeur qu'en surface ; on observe un maximum dans l'horizon (60-120) qui est aussi l'horizon riche en "zones noduleuses cohérentes" (existe-t-il une corrélation ? ...)

2.5.2.2.3. Répartition - Cartographie

- En descendant vers les bas-fonds hydromorphes on assiste au décapage rapide par l'érosion des profils de type "AMT 9" (voir planches 7 à 12). L'horizon riche en "zones noduleuses cohérentes" est d'abord ramené en surface (sols "rouges structurés" non remaniés érodés) ; ces "concrétions" sont très nettement reconnaissables à la surface du sol. Puis les horizons plus inférieurs apparaissent à leur tour. On peut alors définir, très localement, entre les sols érodés du dessus et les sols peu évolués sur migmatite altérée en dessous (cf : AMT 50), des sols ferrallitiques "rajeunis" (horizon limono-argileux, micacé, à moins de 50 cm). Leur importance est négligeable mais nous les avons cependant signalés dans notre légende. Leur place dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés (X/2.5.3.2) est tout à fait arbitraire car nous ne disposons d'aucune analyse.

...

(1) Avec des rapports Si O₂/Al₂O₃ aussi faibles la seule autre hypothèse explicative serait d'imaginer la présence de silicates phylliteux à 7 Å du type antigorite etc..., ce qui semble exclu.

- En remontant vers le plateau on passe très rapidement aux sols "rouges pulvérulents". La stone-line à la base de l'épandage (cf. plus loin : AMT 38) est ramenée en surface sous ces sols, au niveau des sols "rouges structurés" ; graviers ou cailloux de quartz épars à la surface. On observe parfois à ce niveau une véritable petite falaise d'érosion tronquant les profils "rouges structurés" (voir planche 8, schéma n° 2).

- Cette toposéquence de sols, où dominant les profils de type AMT 9, forme une bande très continue, d'extension généralement faible (50 à 200 m), en bordure des vallons de recreusement récent. Il n'était pas possible à l'échelle de notre carte de cartographier isolément chacun des éléments de cette toposéquence. L'ensemble a donc été cartographié en complexe :

1. complexe n° 6, qui correspond exclusivement à cette toposéquence. Son extension est souvent trop faible pour qu'il ait pu être reporté sur la carte; il faut alors imaginer son existence en bordure des vallons.

2. Complexe n°7 qui inclue d'autres types de sols et sera défini plus loin (voir étude de AMT 16)

2.5.2.3. Sols "rouges structurés" non remaniés rencontrés en bordure des lames de migmatites granitoïdes (Cf : AMT 131)

2.5.2.3.1. Morphologie

- Dans la partie Nord-Est et Est de la cuvette, zone où l'érosion a beaucoup plus travaillé que dans le centre de la plaine, ont été repérés tardivement en bordure des lames de migmatites granitoïdes, au-dessus de sols rouges "pulvérulents" remaniés ; là où toutes les observations antérieures laissaient prévoir l'existence de profils "rouges structurés" remaniés du type AMT 16 (voir plus loin l'étude de ce

profil et voir planches 11 et 12, des profils "rouges structurés" non remaniés. Ces profils diffèrent assez peu (morphologie et physicochimie) des sols "rouges structurés" non remaniés rencontrés en bordure des vallons mais l'on peut raisonnablement penser, étant donné leur position topographique, qu'au-dessus des profils actuels a pu exister par le passé un recouvrement sur stone-line décapé depuis par l'érosion.

- Outre l'intérêt lié à sa position dans le paysage, le profil AMT 131 a été aussi choisi pour montrer l'influence d'une roche-mère plus riche en ferromagnésiens (ici : migmatite à nombreuses passées amphiboliques et larges zones surmicacées) sur la morphologie de ces sols "rouges structurés" : la teinte est d'un rouge plus sombre, la structure est bien développée jusqu'en haut du profil, on n'observe pas ou peu de tendance à la continuité dans les 50 premiers centimètres ; les "zones noduleuses cohérentes" sont bien individualisées.

- Ceci mis à part, la morphologie de AMT 131 est très analogue à celle de AMT 9. L'horizon inférieur argilo-limono-micacé n'a cependant pas été observé dans le cadre de cette coupe arrêtée à 220 cm, mais il existe au-dessous (cf : coupe fournie par le "lavaka" à côté de ce profil).

2.5.2.3.2. Interprétations d'analyses et

Classification

2.5.2.3.2.1. Classification

- La structure étant bien développée d'un bout à l'autre du profil sans qu'il y ait de notables variations dans sa forme ou ses dimensions, le choix du (B) est délicat. On doit éliminer les horizons (0-15) et (15-60) riches en matière organique et, de même, l'horizon (160-220) où existe des restes de minéraux primaires. On peut donc

....

prendre comme (B), l'un ou l'autre des horizons (60-130) et (130-160), le premier se différenciant du second par la présence de "zones noduleuses cohérentes" et par un certain degré de pulvérulence. Que l'on choisisse l'un ou l'autre de ces horizons, le profil est de toute façon à classer dans les moyennement désaturés (groupe typique, sous-groupe modal).

2.5.2.3.2.2. Interprétations d'analyses

- le pH est moyennement acide dans la partie supérieure puis devient faiblement acide en profondeur.

- L'horizon (0-15) est nettement appauvri en argile. On observe pour l'horizon (60-130) le même accident de dispersion que pour l'horizon (60-120) de AMT 9. L'explication en est la même.

- Ce profil est dans son ensemble nettement plus lixivié en bases que AMT 9. Cette lixiviation est très marquée dans la partie supérieure (0-60). La remontée biotique est nettement marquée et joue sur toutes les bases. Le complexe est très pauvre en Ca, très pauvre à pauvre en K (sauf en surface) ; les teneurs en Mg échangeable augmentent continument de la surface (très pauvre) à la profondeur (riche). La somme des bases échangeables est très faible à faible, la capacité d'échange est faible.

- Les réserves en calcium sont faibles et celles en potassium très faibles (sauf en surface où elles sont nettement plus élevées). Les réserves en magnésium sont moyennes à élevées (même remarque à ce sujet que pour le profil AMT 9). Le rapport $\text{Si O}_2/\text{Al}_2 \text{O}_3$ est plus bas en profondeur qu'en surface (meilleur drainage en profondeur ?). Etant donné la valeur de ce rapport dans l'horizon (160-220) il est possible que les petites paillettes nacrées rencontrées dans cet horizon soient des paillettes de gibbsite.

2.5.2.3.3. Cartographie

Ces sols sont inclus dans le complexe n° 7 de notre légende, dont utilisation sera justifiée plus loin.

2.5.3. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B);
typiques, jaunes, sur alluvions anciennes
(cf : 2me partie AMT 64)

2.5.3.1. Morphologie

- Ces sols sur alluvions anciennes présentent très généralement la succession suivante d'horizons :

1 - Sous un horizon organique de surface peu prononcé, on rencontre 1 m à 1 m 50 d'un matériau jaune, poreux, argilo-limono-sableux fin, riche en argile et en concrétions peu indurées. La structure, assez continue dans la partie supérieure, est bien développée dans la partie inférieure.

2 - Vient ensuite 1 m 50 à plus de 3 m d'un matériau argilo-sableux fin, de teinte bariolée à dominante rouge, très bien structuré.

3 - On rencontre enfin 50 cm environ d'un matériau compact présentant une alternance de lits de sable grossier et de lits argileux bariolés. Les lits de sable grossier sont parfois riches en feldspaths altérés, blanchâtres; ex : coupe du pont sur la "Marofihitra" de la R.N. 7.

4 - Le tout repose, presque toujours, sur la migmatite S.SO altérée, à structure litée bien reconnaissable, par l'intermédiaire d'un lit de galets roulés, quartzeux et bien façonnés.

Remarques :

- En aval immédiat du seuil d'Ambohimandroso (Sud de la cuvette) les alluvions anciennes prennent localement un faciès très différent de celui que nous venons de décrire ; elles correspondent alors, de bas en haut, à un matériel presque exclusivement formé de sable très grossier (teinte bariolée à dominante rouge).

- Ces alluvions reposent très localement à même le rocher granitique peu altéré. Ex: sur la rive droite de la Mananantana au pont de Taritsena.

- Ces alluvions sont fréquemment érodées de sorte que, bien souvent, ce sont seulement des portions de la coupe type fournie par le profil AMT 64 qui peuvent être observées. Les concrétions ramenées alors en surface s'indurent et prennent une patine brillante très caractéristique.

2.5.3.2. Interprétations d'analyses et classification

2.5.3.2.1. Classification

- Un seul profil (AMT 64) a pu être analysé. Le (B) peut être pris dans l'horizon (130 - 190) ou dans l'horizon (190 - 280), ces deux horizons étant pauvres en matière organique et présentant une structure très bien développée. Que l'on prenne en considération l'un ou l'autre de ces deux horizons, ce profil doit être classé dans les moyennement désaturés (groupe typique et sous-groupe jaune).

2.5.3.2.2. Interprétations d'analyses

- Sur tout le profil le pH est fortement acide. La texture est homogène sur une grande épaisseur. La teneur en matière organique est faible (horizon organique supérieur fortement érodé) et celle en Azote très faible.

- Ce profil apparaît lixivié en bases sur sa plus grande partie : complexe très pauvre en Ca et K, pauvre en Mg et somme des bases échangeables et capacité d'échange très faibles.

La partie la plus inférieure avec une capacité d'échange encore faible mais une somme des bases échangeables nettement plus élevée (richesse en Mg surtout) est presque totalement saturée. Ce caractère est à mettre en relation avec l'hydromorphie (teinte bariolée) à laquelle a probablement été soumise cette zone par le passé.

- Les réserves en K sont très faibles sur tout le profil ; celles en Mg sont au contraire élevées. Les réserves en Ca sont très faibles sauf dans la partie inférieure où elles sont un peu plus élevées. On retrouve ici, pour l'essentiel, des caractéristiques analogues à celles des sols ferrallitiques en place sur migmatite.

- L'existence de rapports SiO_2 / Al_2O_3 relativement élevés dans la partie inférieure du profil peut s'expliquer par les actions d'hydromorphie qu'a anciennement subi ce niveau (genèse préférentielle de kaolinite dans des conditions de mauvais drainage). Le reste du matériau est nettement ferrallitisé.

2.5.3.3. Répartition - Cartographie

- Ces alluvions n'ont certainement pas l'extension qui leur avait été jusqu'ici attribuée. Au vu de nos sondages et après observations de nombreuses coupes, elles paraissent strictement limitées aux abords immédiats des vallées alluviales actuelles. Elles sont particulièrement bien représentées sur le pourtour de la grande boucle que fait le Mananantanana au Sud-Est de la cuvette ; un important dépôt est également observable au niveau du pont sur la Mananantanana de la piste de Sendrisoa. Elles garnissent généralement la concavité des méandres, et forment souvent de grandes étendues assez planes (lorsque l'érosion ne les a pas trop atteintes).

- Les relations de ce matériau alluvial avec l'épandage ancien (sur migmatite) ont pu être précisées de façon assez nette en deux points de la cuvette (cf : planche n° 10). On observe un passage latéral continu du matériau rouge (ou, plus fréquemment, jaune) "pulvérulent" au matériau alluvial ancien (1). La stone-line à cailloux anguleux de quartz passe sans discontinuité, après une nette inflexion, à un lit de galets roulés. Les variations latérales dans la texture, teinte et structure sont progressives mais rapides. Dans la surface topographique actuelle une faible inflexion (1 m) peut être notée au niveau du passage d'un matériau à l'autre, mais elle a souvent été effacée par l'érosion. Il paraît donc prouvé que dans cette région le remaniement des sols (épandages sur une surface d'érosion jalonnée par une nappe de gravats) et le dépôt d'alluvions ont été réalisés simultanément au cours d'une même phase d'érosion (phase sèche).

- Cette morphologie "originelle" (planche 10, schéma 1) a souvent été perturbée par le travail ultérieur de l'érosion. Les alluvions anciennes peuvent alors juxtaposer d'autres types de sols.

- A l'échelle de notre carte, la cartographie de ces alluvions anciennes en tant qu'unité simple ne pose pas de gros problèmes, si ce n'est celui de leur confusion possible avec les sols "jaunes pulvérulents" lorsqu'aucun décrochement ne se manifeste dans la topographie actuelle au niveau du passage d'un type de sol à l'autre.

(1) De tels passages latéraux ont été observés parfois sur les hauts plateaux de l'île. cf : BOURGEAT (F.) et PETIT (M.) - 1966 -

2.5.4. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B)
typiques, jaunes sur granite andringitréen
(cf : 2me partie AMT 92)

2.5.4.1. Morphologie

- Ces profils, qui rappellent beaucoup dans leur partie supérieure les sols "jaunes pulvérulents", sont dans leur totalité brun-jaunes à jaunes et riches en sable très grossier. La succession suivante d'horizons est généralement observée :

- Sur 30 cm un horizon organique de surface à structure polyédrique assez bien développée, sablo-argileux.

- Puis la structure se fond et l'on rencontre sur 50 à 70 cm un horizon massif, cohérent et poreux, également sablo-argileux.

- Vient ensuite sur 1 mètre un horizon à structure mieux développée, mais encore assez continue, plus friable, très riche en concrétions. Ces concrétions sont bien indurées.

- En-dessous se rencontre un matériau argilo-sableux, friable, bien structuré avec restes de minéraux primaires altérés et traces d'hydromorphie.

- Puis l'on passe à une arène d'altération sablo-feldspathique.

...

- Aucune trace de remaniement (stone-line) n' a pu être observée, mais :

1 - Ces sols passent latéralement à des profils qui eux sont remaniés (sols "jaunes pulvérulents").

2 - Ces granites andringitréens sont dépourvus, contrairement aux migmatites, de tout filon de quartz de sorte qu'un remaniement s'il a eu lieu, ne peut se matérialiser ici par un épandage de cailloux de quartz formant "stone-line" dans les profils.

Il est donc possible que la partie supérieure de ces profils, au-dessus du niveau à concrétions, corresponde à un épandage ancien.

- Le niveau à concrétions se transforme localement, lorsqu'il est ramené en affleurement par érosion, en une véritable cuirasse (cuirasse pisolithique et vacuolaire) ; ex : Nord de Iaritsena, en bordure de la piste longeant le "Sakaviro" à l'Est. On peut alors définir des sols ferrallitiques typiques indurés sur granite andringitréen. Leur existence a simplement été mentionnée sur la carte par la lettre "C" en surcharge.

2.5.4.2. Interprétations d'analyses et classification

2.5.4.2.1. Classification

- Seul le profil AMT 92 a pu être analysé (partiellement). On peut considérer que l'horizon (B) correspond à l'horizon concrétionné (85-170). On voit alors que ce profil doit être classé dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés (groupe typique, sous-groupe jaune).

....

2.5.4.2.2. Interprétations d'analyses

- Le profil apparaît fortement acide, pauvre en matière organique et très pauvre en azote. Il est appauvri en argile dans sa partie tout à fait supérieure.

- La somme des bases échangeables et la capacité d'échange sont toujours très faibles. Le complexe est très pauvre à pauvre en Ca, très pauvre en Mg, extrêmement pauvre en K. Toute la partie supérieure est très lixiviée en bases.

- Les réserves en calcium sont très faibles à faibles, celles en magnésium moyennes à élevées et celles en potassium très faibles. Etant donné la richesse en microcline de la roche-mère, cette faible teneur en potassium semble indiquer une longue évolution du matériau. L'horizon inférieur (170-200) a une teneur en magnésium nettement moins élevée que celle observée à ce niveau dans les sols sur migmatite (cf: roche-mère relativement pauvre en ferromagnésiens). Le rapport $Si O_2 / Al_2 O_3$ est plus élevé que dans les sols ferrallitiques rouges sur migmatite.

2.5.4.3. Répartition - Cartographie

- Ces sols sont particulièrement bien représentés sur les pentes de la "petite" lame de granite andringitréen qui longe à l'Est les dômes du "Sakaviro" et du "Iandrambaky". Ils ont été cartographiés en complexe (complexe n°4) avec les sols "rajeunis" développés sur ce même granite. Ces sols "rajeunis" occupent préférentiellement les abords des gros affleurements rocheux, mais on les observe également en association avec les sols précédents sans que l'on puisse définir une loi de répartition précise ; de là l'utilisation d'une unité cartographique complexe groupant ces deux types de sols.

- En bordure des lames de granite andringitréen du "col d'Ambalavao", du "Vohibe" et du "Manandrambato", ces sols jaunes typiques sont peu ou pas représentés ; le complexe cartographique renferme alors

...

essentiellement des sols "rajeunis" sur granite andringitréen, plus ou moins mêlés d'éboulis.

Remarque

- Dans la dépression qui borde à l'Est le "Sakaviro" (Nord et Ouest de Iaritsena) des sols qui avaient été considérés (trop rapidement) comme en place sur les granites andringitréens (ceux-ci affleurent en de nombreux points à cet endroit là) et avaient été assimilés à des profils du type AMT 93, ont pu être observés plus en détail (mais tardivement) à la faveur d'une coupe fournie par un "gully". La morphologie y est très différente de celle déjà vue. Un matériel visiblement colluvial (aucun tri), très riche en sable très grossier, de teinte jaune ou jaune-rouge dans sa partie supérieure, puis bariolé de gris et de rouge dans sa partie inférieure (partie riche en gros grains de feldspaths apparemment peu altérés) repose à 3 m environ sur une épaisse stone-line (20 cm) à cailloux peu façonnés de quartz ou de granite. Une autre nappe de gravats apparaît sporadiquement 1 à 2 m plus bas. Ce matériau peut reposer, localement, à même le granite sans aucune nappe de gravats à la base (il semble alors en place sur la rochemère).

On peut considérer que ce matériau représente un faciès particulier des colluvions anciennes hydromorphes qui encombrant en de nombreux points de la cuvette les vallons entaillés dans les migmatites ; l'épandage de ce matériau serait alors contemporain du dépôt de ces colluvions (grande phase de remaniement des sols) (1).

La richesse de ce matériau en un sable très grossier analogue à celui des sols en place sur granite andringitréen permet de penser qu' il a pour origine le décapage de sols ayant couvert par le passé les grandes lames ou dômes de granite andringitréen.

...

(†) Mais l'existence d'une deuxième stone-line, si elle se confirme, laisse présager une histoire plus complexe.

- Aucune analyse n'étant encore disponible qui permette de classer ces sols sur colluvions, nous n'avons pu, provisoirement, que délimiter simplement leur domaine.

2.5.5. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), typiques, jaunes, sur gneiss granitoïde et migmatite ocellée (cf : 2me partie AMT 134)

2.5.5.1. Morphologie

- Ces sols ont une certaine ressemblance avec la partie supérieure de certains sols "jaunes structurés" remaniés sur migmatite S.80 (voir plus loin) auxquels ils passent d'ailleurs latéralement. La richesse en argile du matériau fait qu'en pleine saison sèche on se trouve en présence d'un véritable "béton" difficile à creuser ; seules des coupes partielles ont pu être ainsi observées et les observations sont peu nombreuses (AMT 134 représente la coupe la plus complète dont nous disposons). La teinte jaune et le type de concrétionnement qui affectent ces sols semblent indiquer un pédoclimat humide une partie de l'année. Ceci est à mettre en relation avec le relief assez mou (au moins dans les limites de la zone prospectée) fourni par ces migmatites et ces gneiss.

2.5.5.2. Interprétations d'analyses et classification

2.5.5.2.1. Classification

- Trois des échantillons prélevés sur le profil type AMT 134 ont seulement pu être analysés. On peut considérer que l'horizon(B) commence à 85 cm (taux de matière organique faible et meilleure struc-

turation). Deux échantillons avaient été prélevés dans cet horizon , l'un en haut et l'autre en bas. Seul celui du bas a été analysé. Au vu de cette seule analyse le profil devrait être classé dans les faiblement désaturés ; mais étant donné la forte désaturation de la partie supérieure du profil, il est raisonnable de penser que l'analyse de l'échantillon prélevé dans la partie supérieure de (B) aurait permis de classer ce profil dans les moyennement désaturés, à la limite des faiblement désaturés (groupe typique, sous-groupe jaune). Cette solution a été provisoirement adoptée.

2.5.5.2.2. Interprétations d'analyses

- Sur tout le profil le pH est fortement acide. On note un faible appauvrissement en argile de l'horizon (5-25) . Le rapport limon / argile augmente nettement dans le bas du (B). La teneur en matière organique est moyenne et celle en azote très faible.

- Toute la partie supérieure est très nettement lixiviée en bases. La somme des bases échangeables et la capacité d'échange y sont très faibles ; le complexe y est pauvre en K et très pauvre en Ca et Mg. Dans la partie inférieure ce complexe est nettement mieux saturé (Ca et Mg surtout). La remontée biotique est peu marquée.

- Les réserves en calcium et potassium sont faibles à très faibles. Celles en magnésium sont faibles sauf en profondeur où elles sont élevées. Quoique élevées ces réserves en magnésium sont cependant nettement inférieures à celles relevées à ce niveau (près de la roche-mère altérée) dans les sols ferrallitiques sur migmatite. Ceci est en relation avec la relative pauvreté en ferromangésiens, en regard des migmatites S.SO, de ces gneiss feldspathiques. Pour la même raison les teneurs en Fe₂O₃ sont nettement plus faibles que dans les sols ferrallitiques sur migmatite.

2.5.5.3. Répartition - Cartographie

- Ces sols jaunes occupent la partie sommitale arrondie, et les pentes intérieures, du petit massif du "Vohitrakanga" au Nord de la plaine. On les trouve également sur la bordure de migmatites ocellées à l'Est de la cuvette (1). Ils se rencontrent en association avec des sols "rajeunis" (voir plus loin), ces derniers occupant préférentiellement les abords de gros affleurements rocheux. A l'échelle de notre carte il n'était guère possible de cartographier séparément les uns et les autres (nous n'en aurions d'ailleurs pas eu le temps). Ces sols jaunes ont donc été cartographier en complexe avec les sols rajeunis (complexe n° 3).

(1) Cette zone n'a été que très rapidement parcourue. La morphologie des quelques profils observés en cet endroit est assez analogue à celle de AMT 134 ou AMT 132 (sol "rajeuni" qui sera vu plus loin), mais il n'est pas certain que ce soit les seuls types de sols qui puissent exister dans ce secteur.

2.5.6. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B),
 remaniés, modaux, sur migmatites, SO, à faciès "pulvérulent"
 (cf : 2me partie AMT 38)

2.5.6.1. Remarques préliminaires

1 - Ces sols appartiennent à l'ensemble des sols "rouges pulvé-
 rulents" qui sont les sols les plus répandus, les plus caractéristiques et
 en même temps les plus complexes de la cuvette. Leur morphologie très par-
 ticulière est remarquablement homogène d'un bout à l'autre de la zone pros-
 pectée (de là l'utilisation du terme : "rouges pulvérulents").

- Les valeurs rencontrées pour leurs taux de saturation obligent
 à effectuer un clivage en leur sein, clivage qui apparaît ici, au vu de
 cette homogénéité dans la morphologie, assez arbitraire. Deux profils
 (AMT 38, AMT 125) assez analogues et très semblables d'aspect à tous les
 nombreux profils "rouges pulvérulents" observés dans la plaine avaient
 été choisis pour une analyse détaillée (1).
 Les résultats de ces analyses sont tels que l'on doit séparer ces deux pro-
 fils pour satisfaire à la classification C.P.C.S. 1967. Le profil AMT 125
 qui doit être classé dans les sols ferrallitiques fortement désaturés sera donc
 présenté et commenté plus loin.

- Disons de suite que faute d'un plus grand nombre d'éléments
 analytiques nous ignorons tout de la répartition respective des profils
 moyennement désaturés et des profils fortement désaturés ainsi révélés par
 l'analyse.

...

(1) Etant donné, d'une part, que nous avons affaire à des profils très
 particuliers et complexes dont les caractères chimiques ne semblaient
 pas devoir être très différents d'un bout à l'autre de la cuvette vu
 la constance dans leur morphologie et que, d'autre part, le nombre
 d'analyses dont nous pouvions disposer était limité, il nous a paru
 préférable d'analyser très en détail deux profils plutôt que d'en ana-
 lyser incomplètement un plus grand nombre.

On peut simplement dire que cette plus ou moins grande désaturation ne semble pas se marquer dans la morphologie des sols et que, sur ces grandes étendues planes, elle ne semble pas non plus pouvoir être reliée à des positions topographiques privilégiées (de nombreuses analyses en différents sites de la cuvette seraient nécessaires pour mettre en évidence des relations, s'il y en a). Une unité cartographique complexe groupant sols moyennement désaturés et fortement désaturés a donc été utilisée pour représenter ces sols.

2 - L'utilité de la notion de "faciès" n'apparaît pas encore très clairement à ce niveau de l'exposé. Elle apparaîtra beaucoup mieux dans le chapitre suivant où l'on devra séparer au niveau de la famille des sols à morphologie très différente, l'une de ces morphologies se rattachant à celle qui va être ici définie.

2.5.6.2. Morphologie générale des sols "rouges pulvérulents"

2.5.6.2.1. Caractères essentiels

(voir 2^{me} partie: description de AMT 38 et 125)

- Sous un horizon organique de surface, graminéen, à structure polyédrique bien développée, apparaît un monolithe argilo-sableux massif et poreux, pourvu de concrétions, reposant à 2 m en moyenne sur une nappe de gravats de quartz (stone-line) en général mince, continue, et très régulière. La cohésion de ce matériau est très forte dans les 70 cm supérieurs; elle devient ensuite très faible en même temps qu'apparaît un caractère pulvérulent. L'épaisseur du recouvrement sur stone-line peut atteindre près de 4 m. (grands lavakas à l'ouest du pont de la RN 7 sur la Marofihitra) mais elle peut descendre aussi jusqu'à 1 m (au Sud du profil AMT 137, près d'un bois d'Eucalyptus).

- Sous la stone-line se rencontre systématiquement la succession suivante d'horizons :

...

• 40 à 70 cm d'un matériau argilo-sabloux et friable à structure polyédrique très bien développée. Dans les 15 à 30 premiers centimètres ce matériau est assez riche en concrétions peu indurées et présente un certain degré de pulvérencence.

• Vient ensuite 70 cm à 1 m d'un matériau argilo-limonoux ou limono-argileux, bien structuré, très tendre, très riche en fines paillettes de micas.

• La migmatite S.SO altérée, à structure bien reconnaissable, se rencontre immédiatement en-dessous. Sa structure litée originelle se "fond" dans l'horizon micacé précédent.

Remarque

La succession d'horizons observée ici sous la stone-line rappelle beaucoup (épaisseur des différents horizons mis à part) celle déjà rencontrée dans les profils "rouges structurés" (AMT 9 et 131). On la retrouvera encore dans d'autres profils développés sur migmatite (AMT 122, 44, 87, 46, 16).

Cette remarque est à retenir car elle a fondamentalement guidé les interprétations pédogénétiques qui seront fournies plus loin.

2.5.6.2.2. Données complémentaires

1 - Hydromorphie - On a pu observer très localement (profil AMT 69) l'existence de traces d'hydromorphie dans le matériau sous stone-line : zones centrimétriques à décimétriques bien circonscrites d'une argile bariolée. Cette hydromorphie est peu accentuée et semble accidentelle.

2 - Cuirassement - En deux endroits, en bordure des vallons de recrousment récent (1er vallon au sud du profil AMT 40 et 2me vallon à gauche de la piste d'Ambohumandroso en venant d'Ambalavao), des niveaux cuirassés ont été repérés au sein des sols "rouges pulvérulents". Il s'agit d'une cuirasse vacuolaire développée de façon fragmentaire dans les profils, au niveau de la stone-line : blocs décimétriques bien circonscrits,

•••

de forme irrégulière, englobant parfois des éléments de la stone-line. La morphologie d'ensemble des profils (la teinte en particulier) ne varie pas lorsqu'apparaissent ces "accidents minéralogiques" (pas de traces d'hydromorphie). Les quelques observations effectuées ne permettent pas encore de dire si ce cuirassement est "en place" dans les sols ou s'il s'agit d'une ancienne cuirasse démantelée puis remaniée en même temps que les sols qui l'auraient renfermée. Le problème de l'allochtonie ou de l'autochtonie de ces cuirassements (ou encroutements) reste posé, de même que celui de leur extension (elle semble faible). Dans l'hypothèse d'un cuirassement "en place", il serait intéressant de voir si ce cuirassement est fossile ou se poursuit encore actuellement.

- En l'absence de toute analyse ces profils indurés n'ont pu être classés. Leur existence a simplement été mentionnée par la lettre "C" en surcharge sur la carte.

3 - Traces fossiles 'énigmatiques' - Dans l'horizon pulvérulent du profil AMT 69, puis par la suite, au même niveau, dans tous les sols "rouges (ou jaunes) pulvérulents" de la plaine, ont été repérées de nombreuses traces fossiles assez énigmatiques. Il s'agit de loges cylindriques très régulières ressemblant tout à fait à un doigt de gant. Elles ont 1,5 à 2 centimètres de diamètre, 4 à 6 centimètres de long et présentent extérieurement un mince cortex durci. L'intérieur, très lisse, est rempli du même matériau pulvérulent que celui constituant l'horizon qui les renferme. Après examen par des botanistes et entomologistes du Centre ORSTOM de Tananarive, il ne semble pas que l'on puisse rapporter ces traces à l'une quelconque des formes de vie végétale ou animale actuelle de cette région. Peut-être faut-il voir là une autre preuve de l'existence de climats passés plus secs ou plus humides en ce lieu ? Mais cette preuve ci reste à fournir ...

4 - Concrétions - Deux types de concrétionnement coexistent dans les sols "rouges pulvérulents".

a) Un premier type, rencontré dans tous les profils et

...

localisé dans l'horizon ^{et} continu et pulvérulent sur la stone-line ainsi que dans l'horizon structuré légèrement pulvérulent sous celle-ci, correspond à des concrétions peu indurées, sensiblement de même teinte que le sol. Ce sont des sortes de nodules centimétriques de "terre" compactée (voir description de AMT 38), rappelant beaucoup les "zones noduleuses cohérentes" des sols "rouges structurés".

b) Un deuxième type, sporadique et localisé surtout dans la partie supérieure des profils, correspond à des concrétions plus petites ($\frac{1}{2}$ cm), gris-noir, rondes et dures, présentant par place sur leur cassure un éclat métallique. Ce type de concrétionnement est particulièrement bien représenté dans les sols "rouges pulvérulents" entourant la butte de l' "Androka" (sortie Ouest d'Ambalavao) ; on peut voir parfois à cet endroit les concrétions du premier type prendre à leur périphérie, ou par place à l'intérieur, l'aspect des concrétions du deuxième type.

- Les concrétions du premier type n'ont pu être analysées mais, vu leur faible différenciation et induration, leur composition chimique et minéralogique ne doit pas être très différente de celle du matériau pulvérulent qui les renferme. Les concrétions du deuxième type semblent, vu leur couleur, riches en manganèse, mais cet élément n'a pu être dosé. Une analyse triacide de ces concrétions a révélé des teneurs en Si, Al, Fe, Ti peu différentes de celles du matériau encaissant. Par contre les teneurs en Mg (dosé après attaque nitrique) semblent très élevées (66 m.e. %). Ce résultat assez surprenant reste à confirmer.

- Faute d'observations et d'analyses plus poussées (analyses chimiques totales, plaques minces, RX) il est encore difficile de dire si le concrétionnement du premier type se relie à des actions climatiques actuelles (début de concrétionnement lié à l'action d'un climat plutôt ferruginisant ?) ou s'il est le résultat d'actions climatiques ou biotiques passées. Le deuxième type de concrétionnement semble, par contre, en cours de réalisation actuellement (sans doute sous l'influence locale

....

de conditions particulières de pédoclimat) (1). L'étude de la nature exacte de ces concrétions et de leur mode de genèse mériterait d'être entreprise.

5 - Horizons pulvérulents - Dans le niveau pulvérulent d'un profil (AIT 69.65-220 cm) quelques plaques minces de sol ont été réalisées (2) afin d'essayer de voir à quoi pouvait se relier le caractère pulvérulent si particulier du matériau. Le protocole suivi est le même que celui couramment adopté pour la confection de plaques minces de roches consolidées à la résine, mais l'on a opéré sur les faces d'un cubo de sol (30 cm d'arête) prélevé sur les flancs de la fosse d'étude.

- Dans le champ du microscope le sol apparaît alors formé par une multitude de petits granules arrondis de teinte brun rouille, empilés les uns sur les autres à la manière d'un tas de billes, et reliant entre eux de nombreux éclats de quartz fissurés. Dans cet édifice existent très fréquemment des lacunes (micropores - macropores). En lumière polarisée certains de ces granules apparaissent localement cryptocristallins (goethite ?). Le caractère pulvérulent du sol a donc pour origine un mode d'assemblage original pour les particules qui le constituent : au lieu d'un plasma plus ou moins continu on a un véritable empilement de microagrégats argileux (3) de la taille des limons (on peut parler de "pseudolimons") et de grains de quartz plus ou moins grossiers. L'horizon tout entier est une véritable poudre.

- Seraient à rattacher à cette architecture particulière les grandes variations dans l'intensité de la teinte et dans la cohésion observées entre l'état sec et l'état humide dans ces niveaux pulvérulents : à l'état humide le matériau devient rouge très sombre et forme une espèce de pâte foisonnante à toucher très particulier.

(1) Un concrétionnement analogue (?) a été observé par F. BOURGEAT dans les régions plus humides de l'île (communication orale).

(2) Grâce à l'aide de C. GENSE.

(3) Il est probable que ces microagrégats comportent un mélange de paillettes de kaolinite, gibbsite et goethite liées par du "for amorphe" (cf : analyse minéralogique de AIT 125).

- Le problème de la nature exacte des conditions (macroclimat, ambiance physicochimique du sol, etc...) ayant présidé à la genèse et au développement de la structure continue pulvérulente du niveau inférieur sur stone-line des sols "rouges pulvérulents" reste encore posé. On remarquera simplement que le caractère pulvérulent n'existe dans cette région que dans les sols développés sur des roches mères riches en silicates ferromagnésions et par conséquent riches en fer (migmatite S.SO et gneiss à cordiérite et grenat) et que ce caractère n'est vraiment développé que dans un matériau remanié ayant certainement subi (au moins) : d'abord une phase climatique humide, puis une phase climatique sèche (1).

6 - Porosité tubulaire - Si l'on examine l'ensemble des sols ferrallitiques de la région on constate que tous, peu ou prou, présentent une certaine porosité tubulaire, mais cette porosité prend un développement assez fantastique dans les niveaux pulvérulents des sols "rouges (ou jaunes) pulvérulents". Les caractères particuliers du mode d'assemblage des particules dans ces niveaux pulvérulents semblent favoriser le développement d'une telle porosité. Il est probable que les racines de graminées doivent jouer un rôle dans l'apparition de cette porosité mais d'autres phénomènes doivent également jouer. L'étude de la micromorphologie de ces sols permettrait sans doute de cerner le problème.

7 - Massivité et cohésion des horizons supérieurs - Tous les sols ferrallitiques de la plaine présentent dans leur partie supérieure des niveaux cohérents (sinon très cohérents) où la structure a une certaine tendance à la continuité quand elle n'est pas franchement continue. Le phénomène est maximum dans les sols "rouges (ou jaunes) pulvérulents" (de par la nature, sans doute, du matériau qui les constitue).

...

(1) Les phénomènes pourraient avoir été, très schématiquement, les suivants. Lors de la phase humide le fer est extrait des réseaux cristallins primaires et s'individualise sous forme d'hydroxydes ; une certaine structure se développe alors dans les sols. Lors de la phase sèche aurait lieu (avec ou sans l'aide des phénomènes de remaniement ?) une pectisation massive des hydroxydes de fer entraînant la genèse des pseudolimons et la destructuration du sol.

constitue). Comme ce phénomène est indépendant du type de sol, il est logique de l'attribuer à l'action du climat actuel (et aussi à l'action des brûlis); On pourrait alors voir dans l'existence de ces horizons supérieurs massifs et cohérents l'effet d'un climat plutôt ferruginisant (on sait que les sols ferrugineux tropicaux se caractérisent, entre autres, par une structure massive).

2.5.6.3. Interprétation d'analyses et classification (profil AMT 138)

2.5.6.3.1. Remarques préliminaires

1 - Parce que le recouvrement sur la stone line a une épaisseur importante (et parfois même considérable) et parce que la succession des horizons rencontrés sous la stone-line n'a qu'un faible développement et peut être considérée comme le résultat d'une deuxième pédogenèse réalisée postérieurement à l'épandage du matériau supérieur (voir 3me partie), on n'a pris en considération pour définir le (B) des sols "rouges (ou jaunes) pulvérulents" que le matériau situé au-dessus de la nappe de gravats.

2 - Le matériau situé sur la stone-line renferme dans sa partie inférieure des zones amygdaloïdes très pulvérulentes. Elles représentent le 1/6ème environ (en volume) de l'horizon qui les renferme. Afin de cerner leur origine elles ont été prélevées et analysées séparément (de même plus loin pour AMT 88 et 125).

3 - Les carottes prélevées en profondeur à la tarière à main représentent en regard de l'hétérogénéité de la roche-mère migmatitique, un volume trop faible de matériau pour être considérées comme absolument représentatives de celle-ci. Les résultats d'analyse chimique et physique sur ces prélèvements doivent donc être interprétés avec prudence.

2.5.6.3.2. Classification

- L'horizon (B) peut être pris dans le niveau (70 - 205) : faible teneur en matière organique, pulvérulence et faible cohésion. Par la partie supérieure du (B) (70 - 135) ce profil serait à classer dans les moyennement désaturés et par la partie inférieure (135 - 205) il se placerait dans les faiblement désaturés. On peut cependant remarquer que dans ce niveau faiblement désaturé la somme des bases échangeables est largement inférieure à 2 et que le pH est $\leq 5,5$. Nous avons donc rangé ce profil dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B) (groupe remanié, sous-groupe modal).

2.5.6.3.3. Interprétations d'analyses

- Le pH est très fortement acide dans la partie supérieure. Il s'élève ensuite un peu dans l'horizon pulvérulent et redevient à nouveau très fortement acide dans le matériau sous stone-line.

- L'horizon tout à fait supérieur (0 - 15) apparaît nettement appauvri en argile (érosion en nappe). Il semblerait qu'on ait ensuite, étant donné les faibles teneurs en "argile" du matériau pulvérulent sous-jacent, un horizon d'accumulation argileuse dans le niveau de forte cohésion (15-70). Cette interprétation (qui oblige d'ailleurs à supposer l'existence passée, au-dessus du sol actuel, d'un horizon lessivé) ne semble pas pouvoir être retenue. Si l'on examine en effet, à la loupe binoçulaire, les sables fins et grossiers séparés lors de l'analyse granulométrique du matériau pulvérulent, on y trouve, mêlés aux grains de quartz bien lavés, un assez grand nombre de petits glomérules argileux renfermant de fins éclats de quartz (1). Ils s'écrasent très facilement sous la pointe d'un scapel. Ces glomérules ne préexistaient pas dans le sol ; on ne voit en effet dans celui-ci (cf : plaques minces) que des granules de taille très inférieure (pseudolimons)

...

(1) On n'a jamais rencontré ces glomérules dans les sables recueillis après analyse granulométrique de matériaux non pulvérulents.

reliant entre eux des grains de quartz. Il semble donc qu'il y ait genèse, au cours de l'analyse granulométrique de ces matériaux pulvérulents, de petits agrégats argilo-sableux de la taille des sables (1) (pourquoi et comment ?). Ce phénomène, par lequel une assez grande quantité de particules de la taille des argiles passe dans la fraction sableuse, fausse complètement les résultats de l'analyse granulométrique (2) et lui enlève alors toute signification pédogénétique (on "fabrique" des horizons appauvris). D'autres techniques de dispersion sont à rechercher.

- L'horizon de surface est bien pourvu en matière organique. Les teneurs vont ensuite régulièrement en décroissant jusqu'à grande profondeur : l'action de la végétation graminéenne se marque ici fort bien. Les teneurs en azote sont faibles à très faibles (sauf dans le niveau 30-70). Le rapport C/N apparaît anormalement élevé dans le niveau (0-30) (cf : lessivage de l'azote minéralisée après brûlis et (ou) présence de débris charbonneux). Ce rapport devient ensuite bas à très bas.

- Sur tout le profil la somme de bases échangeables est très faible. La capacité d'échange est de même très faible, sauf dans l'horizon argilo micacé (255-350) où elle est assez élevée (nous reviendrons sur ce phénomène). La lixiviation ~~des~~ bases est nette dans la partie supérieure du matériau sur la stone-line (horizon de forte cohésion surtout). Les zones très pulvérulentes de la partie inférieure semblent plus lixiviées que le reste du matériau pulvérulent. La remontée biotique est peu marquée. Le complexe est très pauvre à pauvre en Ca et Mg, très pauvre à extrêmement pauvre en K (sauf dans le niveau micacé sous stone-line).

- Les réserves en calcium sont moyennes à faibles au-dessus de la stone-line (la teneur de (135-205) paraît aberrante et due à une erreur

-
- (1) On peut parler de "pseudosables" mais ce terme est plutôt réservé à des microconcrétions préexistant dans le sol.
- (2) Celle-ci semble de toute façon faussée dès le départ puisque pour l'essentiel ces horizons pulvérulents sont formés de pseudolimons dont la dispersion n'est probablement pas systématiquement réalisée.

d'analyse) ; elles sont très faibles à faibles au-dessous. Celles en potassium sont très faibles au-dessus de la stone-line, faibles à très faibles en dessous. La différence de degré d'évolution entre les matériaux situés au-dessus et au-dessous de la stone-line apparaît très bien dans les réserves en magnésium : le matériau au-dessus a des réserves nulles, très faibles ou faibles, alors que le matériau en-dessous a des réserves élevées ou très élevées. On remarquera que dans ce dernier cas la quantité de magnésium fixé sur le complexe est toujours faible. On peut encore imaginer ici (cf: étude de AMT9) que ce magnésium est bloqué dans des réseaux cristallins primaires (microdérifs de silicates ^{ferromagnésiens}). Les zones très pulvérulentes ont des réserves plus élevées en magnésium et moins élevées en calcium que le reste du matériau pulvérulent.

- Le rapport $\text{SiO}^2/\text{Al}^2\text{O}^3$ est toujours largement inférieur à 2. Il varie de façon assez irrégulière avec la profondeur et les valeurs observées ne permettant pas de différencier nettement le matériau au-dessus de la stone-line de celui au dessous de celle-ci (les différences seront beaucoup plus accusées sur le profil AMT 125). Les teneurs en fer augmentent régulièrement avec la profondeur de sorte que chaque horizon apparaît appauvri par rapport à celui qui le suit. On remarque que le niveau (255-350), quoique très riche en fines paillettes de micas, présente simultanément les propriétés suivantes : très faible teneur en potassium, rapport $\text{SiO}^2/\text{Al}^2\text{O}^3$ bas, capacité d'échange élevée. Les micas y semblent ainsi profondément altérés (teneur en K très faible et $\text{SiO}^2/\text{Al}^2\text{O}^3$ bas) et au cours de cette altération un minéral à forte capacité d'échange (qui reste à déterminer) semble avoir été engendré (à partir des micas ?). Ce phénomène, différent de ce que nous avons vu jusqu'ici pour les horizons inférieurs limono-micacés des sols ferrallitiques sur migmatites, SO (cf: AMT9) n'est probablement pas accidentel ; on l'a en effet retrouvé au profil AMT 87 (qui sera étudié plus loin).

2.5.6.4. Répartition - cartographie

- Dans le centre de la cuvette ces sols tapissent au pied des reliefs résiduels, de grandes zones planes à pente douce, disséquées en une succession de petits plateaux par l'érosion. Sur la bordure Est, où la pente d'ensemble est notablement plus forte, on n'en rencontre que des lambeaux épars, haut perchés par rapport au niveau de drainage actuel.

- La cartographie de ces formations ne pose pas de problème particulier (morphologie très caractéristique et sites topographiques bien définis).

2.5.7. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B) remaniés, jaunes, sur migmatite S-S0

- Trois 'sortes' de sols à morphologie très différente (ou "faciès" très différent, avec le sens donné à ce terme au paragraphe 2.5.7.2.4.) sont susceptibles d'être rangés dans cette unité de classification. Leur morphologie sera d'abord décrite, puis des problèmes de classification seront débattus et enfin, après interprétation des analyses, on parlera de la répartition et de la cartographie de ces sols.

2.5.7.1. Caractères morphologiques essentiels (cf. 2ème partie : AMT 88, 122 et 87)

2.5.7.1.1. Sols jaunes à faciès "pulvérulent" ou sols "jaunes pulvérulents" (AMT 88)

- Mis à part la teinte jaune qui affecte toute la partie supérieure du profil (A et début du (B)) et une certaine hydromorphie rencontrée parfois (mais pas toujours) en profondeur au niveau de la stone-line, peu de choses distinguent morphologiquement ces profils "jaunes pulvérulents" des profils "rouges pulvérulents" déjà vus.

2.5.7.1.2. Sols jaunes à faciès "structuré" ou sols "jaunes structurés" AMT 122

- Ces sols s'inscrivent, en particulier, dans la toposéquence schématisée sur la planche 13 (schéma n° 1).

. Le profil AMT 122 correspond au type le plus fréquemment représenté et la succession suivante d'horizons est alors rencontrée :

- sous un horizon organique graminéen de surface bien développé apparaît sur 50 cm environ, un horizon jaune à jaune rouge, argileux, faiblement sableux, concrétionné, assez bien structuré et cohérent.
- une stone-line peu marquée se rencontre à 80 cm - 1 m.

...

- vient ensuite 1 m d'un horizon rouge (mais parfois jauni dans sa partie supérieure), argilo-limono-sableux, très bien structuré, friable, légèrement pulvérulent, riche en "zones noduleuses cohérentes" (celles-ci sont largement dimensionnées dans la partie supérieure).

- sous cet horizon, qui rappelle beaucoup la partie médiane des profils AMT 9 et 131, la structure devient plus continue et la texture plus limoneuse. Des traces d'hydromorphie apparaissent parfois à ce niveau en même temps que des paillettes blanchâtres d'un minéral indéterminé (gibbsite ?).

- l'horizon argilo-limono-micacé, classique dans cette région dans la partie inférieure des profils ferrallitiques développés sur migmatite S.SO, doit probablement se rencontrer en-dessous mais aucun sondage n'a pu être fait pour le mettre en évidence.

2.5.7.1.3. Sols jaunes à faciès "jaune/rouge" ou sols "jaune/rouge"

- Ces sols s'inscrivent, en particulier, dans la toposéquence schématisée sur la planche 12. Leur morphologie est très généralement la suivante

- Sous un horizon organique graminéen de surface apparaît sur 1 m un horizon argilo-sableux jaune et massif, reposant sur une stone-line bien marquée.
- La structure et la teinte changent brutalement sous la stone-line où sur 50 cm environ apparaît un matériau très bien structuré, argilo-sableux et rouge. Ce matériau est parfois jauni dans sa partie supérieure ; celle-ci renferme des concrétions peu indurées (analogues à celles du (B) des sols rouges ou jaunes "pulvérulents").
- Vient ensuite, sur 1 m ou plus, un horizon bien structuré, limono-argileux, très riche en fines paillettes de micas.

- Notons ici que la succession des horizons sous stone-line rencontrée dans ces profils rappelle beaucoup, entre autres, celle déjà observée au même niveau dans les sols "rouges pulvérulents" (cf : AMT 38) (ou celle qui peut être observée à ce niveau dans les sols "jaunes pulvérulents" quand ceux-ci ne présentent pas de phénomènes d'hydromorphie en profondeur).

2.5.7.2. Problèmes de classification

2.5.7.2.1. Sols "jaunes pulvérulents" (AMT 88)

→ Pour les mêmes raisons que celles invoquées précédemment à propos de la classification de AMT 38, il semble que l'on doive considérer que l'horizon (B) correspond au niveau pulvérulent (90-250).

- Par la partie supérieure, jaune, de l'horizon (B) AMT 88 se place dans les moyennement désaturés. Par la partie inférieure, rouge, du (B) il se placerait : soit à la limite des moyennement désaturés et faiblement désaturés (zones très pulvérulentes), soit dans les faiblement désaturés (zones plus cohérentes) ; mais la somme des bases échangeables est toujours nettement inférieure à 2 dans ce niveau. Il semble donc que l'on puisse classer ce profil dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés. Parce que l'hydromorphie qui affecte la partie inférieure du profil se localise à grande profondeur (et parce que la teinte jaune supérieure peut aussi apparaître sans qu'existe cette hydromorphie de profondeur) il ne semble pas que l'on doive tenir compte de ce caractère dans la classification de ce profil. On peut donc classer AMT 88 dans le groupe remanié et le sous-groupe jaune.

2.5.7.2.2. Sols "jaunes structurés" (AMT 122)

- L'ensemble des horizons situés au-dessus de la stone-line, bien pourvus en matière organique et lixiviés en bases relativement aux horizons rencontrés sous celle-ci, peuvent être inclus dans un A global (bien que la structure soit assez bien développée et qu'il y ait concrétionnement). Par analogie avec ce qui a déjà été fait pour les profils AMT 9 et 131 on peut alors considérer que l'horizon (B) est représenté, dans la succession des horizons très bien structurés rencontrés sous la stone-line, par les horizons riches en "zones noduleuse cohérentes" (85-160)

- Deux horizons assez peu différents sont alors à considérer (85-125) et (125-160). Les taux de saturation de ces deux niveaux placent AMT 122 dans les moyennement désaturés. Cependant la valeur de S dans l'horizon (85-125) est à la limite de ce qui est admis pour cette sous-classe et avec

la valeur de S de (125-160) on est franchement dans les faiblement désaturés. Le pH est également limité pour cette sous-classe.

- On peut finalement classer ce profil dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés à la limite des faiblement désaturés, mais l'inverse pourrait être fait. Quoique riche en matière organique ce profil n'a pas des teneurs telles que l'on puisse le classer dans le groupe humifère et comme l'hydromorphe qui l'affecte est faible (quelques tâches de réduction du fer en profondeur) on peut le classer en définitive dans le groupe remanié, sous-groupe jaune.

2.5.7.2.3. Sols "jaune/rouge" (AMT 87)

- Il semble que l'on puisse prendre ici le (B) dans les horizons (100-140) situés sous la stone-line ; ils correspondent en effet à un matériau très bien structuré (alors que le matériau sur la stone-line est particulièrement massif), pauvre en matière organique et un peu moins lixivié en bases que le reste du profil. On est cependant gêné pour procéder de la sorte, étant donné le faible développement de ces horizons en regard de l'épaisseur du recouvrement sur la stone-line : on pourrait même définir un autre (B) dans la partie inférieure, pauvre en matière organique, du matériau situé sur la stone-line ; mais par analogie avec la solution adoptée pour le profil précédent nous n'avons pris en considération que le niveau (100-140).

- Deux horizons successifs, (100-115 et 115-140), peuvent être pris en considération. Par les caractéristiques (pH, S, V) de l'horizon (100-115), AMT 87 se classe dans les moyennement désaturés. Le taux de saturation de l'horizon (115-140) le placerait par contre dans les fortement désaturés mais S est largement supérieure à 1 et le pH largement supérieur à 5,5. Il semble donc que l'on puisse classer ce profil (complexe) dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés, à la limite des fortement désaturés.

- Le matériau sur la stone-line est appauvri en argile relativement

au matériau situé en dessous de celle-ci (1), mais l'indice d'appauvrissement est \gt à 1/1,4 (2). On ne peut donc pas classer ce sol dans le groupe appauvri et on doit alors le ranger dans le groupe remanié. Comme le sous-groupe appauvri n'existe pas dans ce groupe et qu'on ne peut tout de même pas le créer au vu de l'analyse d'un seul profil (d'ailleurs complexe), AMT 87 a finalement été rangé dans le sous-groupe jaune.

2.5.7.2.4. L'unité complémentaire de la classification "variété ou faciès"

- Trois sortes de sols à morphologie radicalement différente mais que l'on ne peut apparemment séparer (3) au niveau de la famille dans le cadre de la classification C.P.C.S. 1967, viennent ainsi d'être décrits. Les 3 types de morphologie que représentent ces sols n'ont rien d'accidentel ; certains de ces types ont déjà été rencontrés (cf. profils AMT 9, 131, 38) et nous les rencontrerons encore (cf. profils AMT 46, 125 et 16 étudiés plus loin). Ces 3 types de morphologie (qui ne concernent que les sols développés sur migmatite S-SO) peuvent être schématiquement définis de la façon suivante :

1. morphologie "pulvérulente" : épais recouvrement d'une stone-line profonde par un matériau pulvérulent.
2. morphologie "structurée" : matériau rouge, ou jaune puis rouge, remanié ou non superficiellement, à structure polyédrique très bien développée sur une assez forte épaisseur, présentant des ségrégations du type "zones noduleuses cohérentes".
3. morphologie "jaune/rouge" : superposition d'un matériau jaune massif et cohérent à un matériau rouge et très bien structuré, avec stone-line intermédiaire soulignant la discontinuité.

...

-
- (1) La teneur en argile de (100-115) est certainement plus élevée que ne l'indique l'analyse granulométrique. Cet horizon présente en effet un certain degré de pulvérulence et il y a probablement eu genèse de "pseudosables" à l'analyse granulométrique (cf. étude de l'AMT 38)
 - (2) On ne doit pas tenir compte dans le calcul de cet indice du taux d'argile de l'horizon de surface (0-15) car l'appauvrissement, est à ce niveau, un phénomène général à tous les sols de la région.
 - (3) La démonstration est sans doute ici assez boiteuse ; elle sera beaucoup plus probante lors de l'étude des profils AMT 125 et 16 (cf. étude des sols ferrallitiques fortement désaturés).

Les morphologies de ces trois "sortes" de sols sont tellement différentes qu'il ne saurait être question de garder ceux-ci dans la même famille. Comment alors les différencier dans le cadre de la classification adoptée ?

- On pourrait songer à introduire entre le "sous-groupe" et la "famille" l'unité "faciès". Mais cette unité ne peut que regrouper (G. AUBERT 1966-1967) des sols présentant actuellement dans une région déterminée une certaine "tendance évolutive" commune, tendance liée à l'influence régulièrement répétée d'un des facteurs de la pédogénèse actuelle (1). Or les trois morphologies reconnues représentent un ensemble de caractères tels qu'il est exclu de pouvoir les interpréter chacune comme la matérialisation de "tendances évolutives" actuelles. Chacun de ces "aspects morphologiques" ne peut en fait être compris que comme le résultat d'un passé pédogénétique complexe dont l'empreinte dans les sols n'a pas encore été effacée (voir en 3^{me} partie les interprétations pédogénétiques proposées). Ceci est d'autant plus facile à admettre que ces trois types de morphologies ne sont pas répartis au hasard dans le paysage actuel, chacun de ces types est attaché à des sites particuliers. La morphologie "pulvérulente" occupe ainsi les grandes étendues planes au pied des reliefs résiduels, la morphologie "structurée" : les bordures des vallons de recreusement récent et la bordure haute des lames de migmatites granitoïdes, la morphologie "jaune/rouge" : la bordure des vallons anciens ou des vallées alluviales anciennes.

- Il ne semble donc pas, en définitive, que la classification adoptée dans cette étude puisse permettre, de par la nature des caractères qui y sont pris en considération et leur mode de hiérarchisation, de séparer les trois sortes de sols à morphologie très différente auxquels nous avons affaire. Provisoirement, et faute de mieux, la solution provisoire et peu satisfaisante qui consiste à introduire après la famille et hors classification une unité supplémentaire de classification que l'on a appelée "variété ou faciès" (2)

...

(1) On peut ainsi parler d'un faciès "steppisé" pour l'ensemble des sols ferrallitiques de la cuvette.

(2) Le terme de "faciès", seul, aurait prêté à confusion dans la légende de la carte, mais on parlera plus simplement ici de "faciès".

a été adoptée. On dispose alors de trois "faciès" correspondant aux trois types morphologiques définis plus haut (faciès "pulvérulent", "structuré" et "jaune/rouge"), dans lesquels peuvent être provisoirement rangés les sols ferrallitiques complexes, rencontrés sur migmatite S-SO.

- Remarque importante

Ces "faciès" n'ont été reconnus et définis que pour les sols ferrallitiques développés sur migmatite S-SO, sols pour lesquels des problèmes de classification se sont posés et qui ont été particulièrement étudiés étant donné leur extension et leur grande variété.

En ce qui concerne les sols ferrallitiques développés sur d'autres types de roches et en particulier sur roches granitoïdes (granites migmatitiques, granites andringitréens, etc..) une prospection plus détaillée, en multipliant les observations, obligerait peut être à introduire, ici aussi, des "faciès" et à chercher alors leurs relations avec les "faciès" définis sur migmatite S-SO. Mais comme peu de profils ont été observés et analysés (faible extension de ces sols) et que leur classification n'a pas posé de problème, une étude dans ce sens n'a pas été entreprise.

On pourra remarquer que les différents faciès définis ne se rencontrent pas systématiquement tous les trois dans les différents sous-groupes où se rangent les sols ferrallitiques développés sur migmatite S-SO. Il est probable que d'autres prélèvements et analyses obligerait sans doute à introduire certains d'entre eux dans des sous-groupes où ils n'existent pas encore.

2.5.7.3. Interprétations d'analyses

2.5.7.3.1. Sols "jaunes pulvérulents" (AMT 88)

- Le pH est moyennement acide en surface, puis fortement acide dans l'horizon massif et cohérent supérieur (10-90). Il augmente ensuite en profondeur pour devenir voisin de la neutralité dans le niveau hydromorphe et concrétionné au-dessus de la stone-line. Sous la stone-line le pH est à nouveau fortement acide.

- On note un faible appauvrissement de surface. La courbe granulométrique est ensuite fortement accidentée dans l'horizon (B) et les taux d'argile révélés par l'analyse ne correspondent absolument pas aux teneurs réelles de ces horizons pulvérulents (cf : commentaires sur l'analyse de AMT 38). L'horizon d'argile bariolée sous la stone-line est très riche en argile et pauvre en limons (action de l'hydromorphie).

- L'horizon de surface est bien pourvu en matière organique et pauvre en azote. La teneur en matière organique décroît ensuite assez régulièrement dans les horizons sous-jacents qui, par ailleurs, sont très pauvres en azote.

- La somme des bases échangeables et la capacité d'échange sont toujours très faibles sauf dans l'horizon d'argile bariolée sous la stone-line où elles sont un peu plus élevées (mais faibles encore). Toute la partie supérieure du profil est nettement lixiviée en bases ; les taux de saturation augmentent ensuite en profondeur. La remontée biotique est bien marquée (horizon 0-10). Le complexe est très pauvre à pauvre en Ca et Mg (sauf l'horizon d'argile bariolée inférieur) ; il est également très pauvre à extrêmement pauvre en K (sauf l'horizon humifère supérieur).

- Les réserves en calcium sont faibles à moyennes sur tout le profil . La différence dans les degrés d'évolution du matériau au-dessus et au-dessous de la stone-line (1) se marque bien dans la valeur des réserves en magnésium (moyennes au-dessus, élevées à très élevées au-dessous) et également dans celles en potassium (très faible au-dessus, moyennes à faibles en dessous).

- Les teneurs en fer sont moins élevées que dans les deux sols "rouges pulvérulents" (38 et 125) analysés. L'horizon massif et cohérent supérieur est faiblement appauvri en cet élément ; de même l'horizon concrétionné inférieur (lessivage du fer à l'état ferreux). On n'observe pas ici d'augmentation régulière des teneurs en fer en profondeur. Le rapport

...

(1) Cette différence est aussi liée à l'hydromorphie.

$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, toujours inférieur à 2, ne présente pas de variations très significatives sur l'ensemble du profil ; il est dans l'ensemble plus élevé que dans les sols "rouges pulvérulents" AMT 38 et 125.

- Mises à part les modifications introduites par l'hydromorphie en profondeur (élévation du pH en particulier), ces sols "jaunes pulvérulents" ne semblent pas présenter au total, au vu de l'analyse d'un seul profil, de différences très marquantes dans leurs caractères chimiques avec les sols "rouges pulvérulents".

2.5.7.3.2. Sols "jaunes structurés" (AMT 122)

- On note une augmentation régulière du pH avec la profondeur : de fortement acide en surface, il passe à faiblement acide en profondeur.

- Le matériau concrétionné situé au-dessus de la ~~stone-line~~ est riche en argile (effet d'une hydromorphie ancienne ?). L'appauvrissement des horizons sous stone-line n'est probablement qu'apparent ; ces horizons présentent en effet une certaine pulvérulence et l'on est en droit, de ce fait, de relier cet appauvrissement à des accidents de dispersion (cf : discussion sur les analyses de AMT 38). L'appauvrissement de surface (érosion en nappe) ne joue que sur une faible épaisseur.

- La partie supérieure est assez riche en matière organique et cette matière organique est bien humifiée. Les teneurs en azote sont moyennes à élevées en surface, puis faibles ensuite.

- La somme des bases échangeables est très faible dans le matériau ^{situé} sur la stone-line ; elle est faible au-dessous. La capacité d'échange est moyenne sur tout le profil ; elle est un peu plus élevée que dans les profils "rouges structurés" (9, 131, 16) dont ces sols "jaunes structurés" sont à rapprocher. Le complexe est très pauvre à pauvre en Ca et K (sauf en surface pour ce dernier élément). Il est très pauvre en Mg au-dessus de la stone-line, mais est au contraire riche à très riche en cet élément au-dessous de celle-ci (effet du mauvais drainage de la partie inférieure du profil ?). La remontée biotique est bien marquée dans les cinq premiers cms.

- Les réserves en calcium et potassium sont très faible ou faibles. Celles en magnésium sont élevées au-dessus de la stone-line, très élevées en dessous. On retrouve ici des valeurs assez analogues à celles déjà relevées pour les profils "rouges structurés" (même degré d'évolution que ces derniers).

- L'appauvrissement en fer de la partie supérieure est peu marquée et l'on n'observe pas d'augmentation régulière des teneurs en profondeur. Les concrétions de (25-60) sont à peine plus riche en fer que le matériau qui les renferme, mais leur rapport Si O₂/Al₂O₃ est par contre nettement plus bas (plus grande richesse en gibbsite ?). Par ailleurs le rapport Si O₂/Al₂O₃ est nettement plus bas dans le matériau rouge sous la stone-line que dans le matériau jaune situé sous ~~la stone-line~~ ; ceci laisse supposer que le drainage du matériau situé ~~sur la stone-line~~ est actuellement (ou plutôt a été autrefois) moins bien réalisé que celui du matériau rencontré sous la stone-line. La teinte jaune de la partie supérieure serait alors corrélatrice de ce mauvais drainage (?).

La faible valeur du rapport Si O₂/Al₂O₃ dans la partie inférieure du profil permet de supposer que les paillettes blanchâtres que l'on y observe correspondent à des cristaux de gibbsite.

2.5,7.3.3. Sols "jaune/rouge" (AMT 87)

- Le pH est fortement acide en surface, il augmente ensuite régulièrement avec la profondeur, mais redevient à nouveau fortement acide dans l'horizon micacé.

- Le commentaire de l'analyse granulométrique a déjà été fait plus haut (§ 25723). Ajoutons ici qu'il semble qu'un faible lessivage avec accumulation en (40-80) affecte le matériau jaune appauvri situé sur la stone-line.

- Le sol est bien pourvu en matière organique ; les teneurs diminuent très régulièrement avec la profondeur. Les teneurs en azote sont faibles puis très faibles.

- La somme des bases échangeables est très faible. La capacité d'échange, moyenne en surface, devient ensuite faible ; mais elle augmente considérablement dans les horizons inférieurs et surtout dans le niveau micacé (140-250). L'ensemble du profil est très lixivié en bases ; cette lixiviation est particulièrement forte dans le matériau sur stone-line et dans le niveau micacé inférieur. Le complexe est très pauvre à pauvre en Ca et Mg et extrêmement pauvre en K.

- Les réserves en calcium et potassium sont très faibles ; celles en magnésium sont moyennes à élevées. En ce qui concerne ce dernier élément on ne note pas ici de différence marquante entre les matériaux sous et sur stone-line. Les réserves en Mg, K et Ca sont du même ordre de grandeur dans les horizons "rouges structurés"/^{situés} sous la stone-line que dans les horizons analogues des sols "rouges structurés" déjà vus (9,131).

- Les teneurs en fer augmentent assez régulièrement de la surface vers la profondeur jusqu'au niveau micacé où elles chutent brutalement (pourquoi ?). Le matériau/^{reposant} sur la stone-line est faiblement appauvri en cet élément relativement aux horizons rouges structurés situés en dessous. Le niveau argilo-micacé (140-250) présente simultanément les propriétés suivantes : très riche en fines paillettes de micas, très faible teneur en potassium, rapport Si O₂/Al₂O₃ bas, capacité d'échange élevée. On est ici en présence du même "type" d'altération que celui signalé en AMT 38 (255-350), mais il semble que l'on puisse affirmer ici que la forte capacité d'échange n'est pas liée exclusivement aux micas altérés puisque le niveau (115-140) dépourvu de micas présente le même groupe de propriétés. L'analyse minéralogique (RX, ATD) de ces niveaux serait particulièrement instructive.

...

2.5.7.4. Répartition - Cartographie

2.5.7.4.1. Sols "jaunes pulvérulents"

- Ces sols relaient fréquemment, mais pas toujours, les sols "rouges pulvérulents" au voisinage des alluvions anciennes ainsi qu'au voisinage des sols "jaunes structurés", des ~~alluvions anciennes~~ et des sols à faciès "jaune/rouge" auxquels ils passent alors en continuité. On les observe également en bordure des sols typiques jaunes sur granite andringitréen et en bordure des "dépressions fermées" hydromorphes qui parsèment la cuvette (cf : chapitre consacré aux sols hydromorphes). Le passage latéral de ces sols "jaunes pulvérulents" aux sols "rouges pulvérulents" se fait brutalement, le changement de teinte s'effectuant le plus souvent en quelques mètres.

- L'hydromorphie et le concrétionnement rencontrés en profondeur au profil type AMT 88 sont des phénomènes assez sporadiques dans ces sols. Assez souvent la teinte jaune supérieure se développe sans qu'existe en profondeur ces phénomènes d'hydromorphie (périphérie des affleurements granito-migmatitiques en particulier). Il n'y a donc de corrélation absolue entre les deux. L'horizon concrétionné inférieur (lorsqu'il existe) peut être ramené en affleurement par érosion, très localement, en bordure des vallons de recreusement récent ; les concrétions s'indurent alors et forment parfois des petits niveaux cuirassés.

- Ces sols sont assez bien représentés dans la cuvette si la délimitation sols "rouges pulvérulents" - sols "jaunes pulvérulents" ne pose aucun problème ; la délimitation sols "jaunes pulvérulents" - autres sols jaunes juxtés (cf plus haut) est par contre délicate. Ces sols ont été cartographié en unité simple mais il est possible que cette unité simple corresponde en fait à un complexe (un seul profil a été analysé et il s'avère qu'il est moyennement désaturé, mais l'existence de sols "jaunes pulvérulents" fortement désaturés peut être envisagée).

2.5.7.4.2. Sols de faciès "jaune/rouge"

- Ces sols n'ont qu'une extension très limitée. Ils garnissent des petits replats, plus ou moins marqués dans le paysage, perchés par rapport

au réseau de drainage actuel (cf : toposéquences types, schématisées sur les planches 12 et 13). Ils passent latéralement sans discontinuité (aucune inflexion dans la stone-line) aux sols jaunes (ou rouges) "pulvérulents" et semblent constituer, de par leur position dans le paysage, un terme de passage entre ces derniers sols et les colluvions anciennes ou les alluvions anciennes (1). Le problème de leur genèse sera discuté plus loin dans la 3^{me} partie de ce rapport.

- Dans ces sols à faciès "jaune/rouge", un concrétionnement se transformant souvent en un véritable cuirassement, se manifeste sporadiquement au niveau de la stone-line. Rien dans le paysage ne permet de prévoir à priori l'existence de ce cuirassement en profondeur. Ceci nous a amené à cartographier en complexe (complexe n° 8 de la légende) les sols à faciès "jaune/rouge" non indurés, qui viennent d'être étudiés ici, et ceux de même faciès mais indurés qui seront étudiés plus loin (cf : profil AMT 46).

- La cartographie de ces sols est assez délicate. Les replats dont nous avons parlé sont souvent peu marqués dans le paysage et seuls des sondages systématiques permettent alors de différencier ces sols des sols "jaunes pulvérulents". Comme il n'a pas été possible d'en effectuer un grand nombre il est probable que la confusion a parfois été faite entre ces deux "types" de sols. Signalons ici que la teinte jaune de surface constitue dans cette région (comme en beaucoup d'autres) un véritable "piège/^{cartographique} Lorsque cette teinte est observée on ne sait jamais très bien si l'on a affaire en dessous à un sol "jaune pulvérulent", à un sol à faciès "jaune/rouge", à un sol jaune "structuré", à des alluvions anciennes, ou encore à un sol jaune sur granite. La géomorphologie fournit en général une réponse mais celle-ci n'est pas toujours très explicite.

...

(1) La dissection par l'érosion des vallons anciens et des vallées alluviales anciennes fait que ce passage supposé des sols à faciès "jaune/rouge" aux colluvions ou alluvions anciennes est presque partout effacé. On n'a jamais pu l'observer avec quelque certitude au sein d'une succession de coupes ; mais une prospection détaillée devrait pouvoir le mettre en évidence.

2.5.7.4.3. Sols "jaunes structurés" remaniés

- Ces sols s'observent principalement (sur migmatite S.S0 ou migmatite granitoïde S.S0) aux alentours des noyaux, lames, ou bancs de granite migmatitique que renferment les lames de migmatites granitoïdes (S.L0) encore peu dégagées par l'érosion - lames "structuralement basses" et partie inférieure des lames "structuralement hautes" (cf : généralités).

Autour des pointements rocheux granitiques ramenés en affleurement par l'érosion dans ces formations, s'observent des sols jaunes ferrallitiques remaniés sur granite (cf : étude de AMT 74 et 121) qui passent latéralement vers le bas à des sols "jaunes structurés" remaniés. Ces sols "jaunes structurés" passent eux-mêmes plus bas à des sols jaunes ou rouges "pulvérulents" remaniés. Cette succession de passages latéraux est assez théorique. On ne l'observe vraiment que lorsque les lames de granite migmatitique ont une extension notable ; Ex : toposéquence type de la lame du "chateau d'eau" d'Ambalavao - cf : schéma 1 de la planche 13 - .Le plus souvent on n'a pas de véritable toposéquence mais une association confuse de sols jaunes sur granite ^{et des sols jaunes} et sur migmatite qui se relaient à l'échelle de la dizaine de mètres sur la lame de migmatite granitoïde et à ses abords. Il faut ajouter que lorsqu'on s'élève sur la crête des lames de migmatites granitoïdes "structuralement hautes" on assiste rapidement au décapage des sols jaunes ferrallitiques qui recouvraient les noyaux granitiques dans la partie basse de ces lames ; ces granites sont alors mis à nu, des sols "rajeunis" sur migmatite granitoïde (S.S0) apparaissent à la périphérie de ces affleurements rocheux et les sols "jaunes structurés" remaniés précédents passent à des sols "rouges structurés" remaniés. Ces derniers sols sont tout à fait analogues aux sols "jaunes structurés" remaniés, mis à part les caractères de l'horizon supérieur sur stone-line (voir plus loin l'étude du profil AMT 16). Les sols "jaunes structurés" remaniés s'observent aussi à la périphérie de certaines lames de granite andringitréen peu accusées dans le paysage (cf : profil AMT 44) et aux abords des sols jaunes sur gneiss granitoïdes du "Vohitrakanga".

- Ces sols n'ont qu'une faible extension dans la zone prospectée. Leur cartographie en tant qu'unité simple a parfois été possible (cas des larges auréoles à la périphérie de certaines lames de granite migmatitique), mais le plus souvent ils n'ont pu être cartographiés qu'en complexe avec les sols jaunes ferrallitiques sur granite migmatitique auxquels ils sont associés (complexe n° 1 et n° 2 de la légende, qui seront définis plus loin).

Remarques

1 - Les profils "jaunes structurés" remaniés précédemment décrits (AMT 122) ne sont pas les seuls, quoique les plus répandus, à pouvoir être rencontrés sur migmatite à la périphérie des affleurements granitiques ; le concrétionnement de la partie supérieure (matériau jaune sur la stone-line) disparaît parfois et l'on observe alors des profils un peu différents (1) du type AMT 44 (cf : 2^{me} partie). Ce profil n'a malheureusement pu être analysé et par conséquent classé.

2 - Sur le flanc ouest de la lame de migmatites granitoïdes de "Vondrokely" (S.O. Ambalavao) on assiste au passage latéral (seulement observé en cet endroit) de sols "jaunes structurés" remaniés (en haut de pente) à des sols à faciès "jaune/rouge", faiblement concrétionnés (en bas de pente). Ces derniers semblent passer latéralement aux colluvions anciennes.

3 - Le caractère remanié des profils "jaunes structurés" est d'autant moins net que l'on est plus proche des sols jaunes sur granite migmatitique (appauvrissement de la roche-mère en filons de quartz). Les caractères de remaniement sont parfois très peu apparents à ce niveau .

...

(1) Mais encore plus proches par leur morphologie des sols "rouges structurés" remaniés.

4 - En deux endroits :

- 1 - A la hauteur du pont sur la "Vohidahy" de la piste Ambalavao-Anjoma.
- 2 - Flanc S.O. du vallon bordant au Nord le terrain d'aviation d'Ambalavao.

ont été tardivement repérés en position de bas de versant, des sols "jaunes structurés" apparemment non remaniés, morphologiquement assez analogues, à la teinte près, aux sols "rouges structurés" non remaniés déjà étudiés plus haut (AMT 9). Un examen superficiel et trop rapide avait initialement fait classer ces sols dans les alluvions anciennes pour le premier cas et dans les sols à faciès "jaune/rouge" pour le second cas. Ces sols paraissent assez accidentels et semblent correspondre à un jaunissement local (consécutif à des actions qui restent à préciser) des sols "rouges structurés" non remaniés généralement rencontrés en bordure des vallons de recreusement récent. Faute d'analyses ils n'ont pu être classés et ont été assimilés dans la cartographie aux sols "jaunes structurés" remaniés rencontrés en bordure des granites. Cette solution n'est évidemment que provisoire.

2.5.7.5. Le problème du jaunissement des sols

- On vient de voir qu'une assez grande variété de sols jaunes ou jaunis dans leur partie supérieure peut être observée dans la cuvette d'Ambalavao. On remarquera simplement ici que ces sols jaunes ne sont pas distribués au hasard : ils semblent systématiquement liés à des zones qui sont actuellement ou ont pu être par le passé moins bien drainées que le reste de la cuvette (abords des "dépressions fermées", lames de granites, alluvions anciennes et leurs abords, abords des colluvions anciennes).

- Il est encore difficile de dire si le jaunissement observé est dans chaque cas une conséquence directe ou indirecte (1) de ce mauvais drainage.

...

(1) On pourrait par exemple imaginer qu'un pédoclimat humide une partie de l'année ait pu favoriser par le passé l'implantation, à l'endroit où s'observent actuellement ces sols jaunes, d'une certaine végétation responsable de ce jaunissement.

Une étude en ce sens reste à faire ici. Il serait également intéressant d'étudier la minéralogie de chacun de ces types de sols jaunes (fort différents les uns des autres) afin de vérifier si dans chaque cas la teinte jaune se relie bien à la dominance de la goethite sur les autres composés ferrifères (P. SEGALEN, 1966-1967). Il faudrait aussi essayer de cerner le rôle joué ici par la taille des particules dans le développement de cette teinte jaune.

2.5.8. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B),
remaniés, jaunes, sur granite migmatitique
(cf : 2me partie AMT 121 et 74)

2.5.8.1. Remarques préliminaires

- On sait (cf. généralités et § précédent) que ces granites migmatitiques constituent des noyaux épars au sein de lames de migmatites granitoïdes (S.10), lames qui sont incluses à différents niveaux dans les migmatites S.SO. Dans la partie sommitale des lames structuralement les plus hautes, lames depuis longtemps dégagées par l'érosion (ou "lames d'émergence ancienne"), les granites mis à nu ne supporte plus aucun sol évolué ; mais sur la partie basse de ces lames et sur les lames structuralement basses (ou "lames d'émergence plus récente") des sols jaunes ferrallitiques sur granite migmatitique peuvent être, très localement, observés, associés à des affleurements rocheux et à des sols "jaunes structurés" sur migmatite.

- Sous le vocable de "granite migmatitique", deux types de roches mères (à composition minéralogique apparemment peu différente) sont en fait regroupées : d'une part des granites à grain fin constituant des lames ou noyaux de faible puissance (20 m) et d'autre part des granites à gros grain qui constituent des lames de plus forte puissance. Les sols jaunes qui ont pu être observés dans l'un et l'autre cas sont assez différents aussi bien par leur morphologie que par leurs caractères chimiques. Deux familles ont ainsi été distinguées. Les sols que renferment ces deux familles vont être successivement présentés (morphologie, classification, interprétation d'analyses) puis nous parlerons globalement de leur répartition et cartographie.

2.5.8.2. Sols jaunes sur lames granito-migmatitiques
de forte puissance (AMT 121)

2.5.8.2.1. Morphologie

- Sous un horizon organique de surface en général très bien développé (30 cm) et concrétionné apparaît sur 1 mètre environ un horizon jaun-brun, très argileux, bien structuré, assez cohérent et compact et très

concrétionné dans sa partie moyenne et inférieure. Une stone-line peu marquée (quelques cailloux de quartz situés à peu près au même niveau) se rencontre au sein de ce matériau à environ 50 centimètres de la surface. Sous ce niveau concrétionné apparaît sur 30 à 50 centimètres un horizon jaune rougeâtre qui présente des cristaux de feldspaths altérés dans sa partie inférieure. Il est plus limoneux, plus friable, plus poreux, mais aussi bien structuré que l'horizon précédent. Des débris arrondis, centimétriques à décimétriques, de granite altéré apparaissent ensuite sous cet horizon ; ils sont emballés dans une matrice limono-sableuse, très feldspathique, très poreuse et friable, à structure continue. On passe ensuite vers 250 cm. ou plus à une véritable arène d'altération : boules de granite avec écailles, emballées dans une matrice quartzo-feldspathique faiblement micacée (=granite altéré en place).

2.5.8.2.2. Classification

- On peut considérer que l'horizon (B) correspond à l'horizon (50-110) situé sous la stone-line, horizon qui présente simultanément les propriétés suivantes : bonne structuration, teneur en matière organique plutôt faible, absence de débris de minéraux altérés.

L'analyse de ce niveau placerait AMT 121 dans les faiblement désaturés, à la limite des moyennement désaturés. Le prélèvement a cependant été fait à la base de cet horizon et comme les taux de saturation diminuent de la profondeur vers la surface, il est permis de penser que l'analyse d'un échantillon situé un peu plus haut dans cet horizon aurait permis de classer AMT 121 dans les moyennement désaturés. On a donc gardé AMT 121 dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés.

...

2.5.8.2.3. Interprétations d'analyses

Ce profil n'a pu être que partiellement analysé.

- Le pH est moyennement acide. La partie supérieure est riche en matière organique. Cette matière organique est bien humifiée. Les traînées de matière organique observées dans le niveau (25-50) et le concrétionnement qui affecte la partie supérieure du profil témoignent d'une certaine hydromorphie de surface encore actuelle.

- La partie supérieure du profil (5-25) semble nettement appauvrie en argile (comme dans tous les autres sols ferrallitiques).

- La somme des bases échangeables est très faible à faible. La capacité d'échange est faible. La partie supérieure est très nettement lixiviée en bases relativement au reste du profil.

- Les réserves en calcium et potassium sont faibles à très faibles. Celles en magnésium sont élevées à très élevées. La roche-mère étant riche en feldspaths potassiques, ces faibles teneurs en K témoignent d'une longue évolution. La valeur élevée des réserves en magnésium, avec peu de magnésium échangeable, pose encore ici un problème (1).

- Comme dans les sols ferrallitiques développés sur migmatite S.50 les teneurs en fer semblent augmenter régulièrement de la surface vers la profondeur. De même qu'au profil AMT 122, les rapports SiO_2/Al_2O_3 sont nettement plus élevés dans la partie supérieure concrétionnée que dans la partie inférieure qui ne l'est pas.

2.5.8.3. Sols jaunes sur lames granito-migmatitiques de faible puissance (AMT 74)

2.5.8.3.1. Morphologie

- Elle est assez différente de celle décrite précédemment

...

(1) Ces granites migmatitiques étant pauvres en micas (contrairement aux migmatites S.50) on ne peut guère envisager ici la rétrogradation du magnésium dans des structures phylliteuses et l'on doit songer ici, encore plus qu'ailleurs, à la présence possible de micro-débris de silicates ferromagnésiens primaires (amphiboles) au sein du profil.

L'horizon organique de surface est peu développé et l'on passe rapidement en-dessous à un horizon sablo-argileux ou argilo-sableux, riche en sable grossier, poreux, massif et très cohérent. Cet horizon qui repose vers 90 cm-1 m. sur une stone-line peu marquée rappelle beaucoup l'horizon supérieur des sols "jaunes pulvérulents" sur migmatite S.S0 ou celui des sols typiques jaunes sur granite andringitréen. Dessous se rencontre sur 1 mètre environ un horizon argilo-sableux, friable, très poreux et peu structuré ; il se charge en cristaux altérés de feldspaths dans sa partie inférieure et l'on passe insensiblement vers 2 mètres à une arène d'altération.

2.5.8.3.2. Classification

- On peut considérer que l'horizon (B) débute sous la stone-line , à 90 cm, là où la cohésion diminue brutalement, et qu'il finit vers 140-150 cm, là où apparaissent les premiers feldspaths altérés. Le niveau (90-140) n'a malheureusement pu être encore analysé. Compte tenu des taux de saturation et de la valeur de "S" dans les horizons encadrant ce niveau, il semble que AMT 74 doive être classé dans les sols ferrallitiques fortement désaturés, à la limite des moyennement désaturés (ou vice-versa). On l'a gardé provisoirement dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés.

2.5.8.3.3. Interprétations d'analyses

- Ce profil, qui n'a été qu'incomplètement analysé, diffère essentiellement de AMT 121 : par des pH nettement plus bas, des teneurs en argile très inférieures, des taux de matière organique plus bas (en surface), des valeurs de "S" bien plus faibles, une plus forte désaturation de l'ensemble du profil et une très forte lixiviation du mètre supérieur.

- Ces différences peuvent être mises en relation principalement avec des conditions de drainage différentes d'un type de roche-mère à l'autre. L'architecture, la structure, la texture, le degré de fissuration de la roche-mère sont ici tels que la circulation des eaux de drainage à travers le profil est certainement beaucoup plus rapide que dans le cas

précédent (1). De là les différences observées.

2.5.8.4. Répartition - Cartographie

- Parce que ces sols jaunes sur granite migmatitique, quel que soit leur type, n'ont qu'une extension extrêmement limitée et même, souvent, quasiment ponctuelle (quelques dizaines de mètres autour de pointements rocheux granitiques), et parce que ces sols sont la plupart du temps associés à des sols "jaunes structurés" sur migmatite dont il est très difficile de les différencier sur le terrain, ils n'ont pu être cartographié qu'en complexe. Deux unités complexes ont ainsi été définies.

1 - Complexe des sols sur lames de migmatites granitoïdes d'émergence récente (complexe n° 2 de la légende)

Ce complexe correspond à la lithoséquence (2) : [sols jaunes sur granite migmatitique (ils sont du type AMT 74 ou 121 suivant les points)- sols "jaunes structurés" sur migmatite granitoïde S.S0 - rochers de granite] - rencontrée sur les lames de migmatites granitoïdes (S.L0) structuralement basses.

2 - Complexe des sols sur lames de migmatites granitoïdes d'émergence ancienne (complexe n° 1 de la légende)

Le problème posé par les lames de migmatites granitoïdes (S.L0) structuralement hautes était plus délicat à résoudre. A la lithoséquence précédente, rencontrée dans leur partie basse, succède en effet dans leur partie haute la lithoséquence : [sols rajeunis sur migmatite granitoïde (S.S0)- lithosols sur granite (affleurements rocheux)]. Comme il n'était pas possible, étant donné l'échelle de la carte, de séparer partout ces deux unités complexes, elles ont été regroupées en un seul complexe cartographique qui renferme donc des sols très variés.

(1) Les lames granito-migmatitiques de forte puissance donnent des reliefs en coupes assez aplaties.
 (2) Lorsque les lames de granite sont suffisamment puissantes et continues on observe une véritable toposéquence, mais c'est exceptionnel.
 Ex : lame du château d'eau d'Ambalavao.

2.5.9. Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), remaniés, indurés, sur migmatite S.SO, à faciès "jaune/rouge" ou "sols "jaune/rouge indurés" (cf : 2me partie AMT 46)

2.5.9.1. Morphologie

- Comme dans les sols de faciès jaune/rouge non indurés on observe dans ces sols la superposition , avec stone-line intermédiaire, d'un matériau argilo-sableux, jaune, massif et très cohérent (50 cm à 1 m) sur un matériau rouge, plus argileux, mieux structuré, micacé dans sa partie inférieure. Mais ici :

- 1 - Le matériau jaune supérieur est particulièrement riche en sable grossier.
- 2 - Un cuirassement plus ou moins continu se développe au niveau de la stone-line.
- 3 - Cette stone-line est en général plus diffuse que dans les sols jaune/rouge non indurés.
- 4 - Le degré de structuration des horizons rouges non micacés situés sous la stone-line (40 à 60 cm) n'est pas très élevé, et aucun ne présente de caractère pulvérulent.

2.5.9.2. Interprétations d'analyses et classification

2.5.9.2.1. Classification (AMT 46)

- On peut considérer comme pour AMT 87 que l'horizon (B) du profil correspond à l'ensemble des horizons rouges, pauvres en matière organique et non micacés rencontrés sous la stone-line (quoique le niveau (70-100), situé immédiatement sous celle-ci, soit ici assez massif et appauvri en argile).

On voit que par les caractéristiques de l'horizon (70-100) AMT 46 se placerait dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés, à la limite des fortement désaturés, et que par celles de l'horizon (100-130) AMT 46 serait à classer dans les faiblement désaturés. Faute de mieux, on a provisoirement laissé ce profil dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés (groupe remanié et sous-groupe induré).

2.5,9.2.2. Interprétations d'analyses

- Le pH garde le même ordre de grandeur que dans AMT 87 (moyennement à fortement acide) mais on observe ici une nette remontée du pH en surface et on n'a pas de brutale diminution de celui-ci dans l'horizon micacé inférieur (l'augmentation avec la profondeur est régulière).

- L'analyse granulométrique révèle, comme en AMT 87, un net appauvrissement de la partie supérieure jaune du profil mais ici l'appauvrissement semble également affecter la partie supérieure du matériau rouge situé sous la stone-line.

- Le profil n'est que moyennement pourvu en matière organique. Il est pauvre à très pauvre en azote.

- La somme des bases échangeables est très faible jusqu'à 1 m ; les valeurs de "S", tout en restant faibles, sont ensuite nettement plus élevées que dans AMT 87 aux mêmes niveaux. La capacité d'échange reste ici très faible sur tout le profil (sauf dans l'horizon organique de surface où sa valeur est, naturellement, plus élevée). On n'observe pas de brutale augmentation de "T" en profondeur. Le profil est, comme AMT 87, fortement lixivié en bases dans sa partie supérieure, il est par contre très peu désaturé dans sa partie inférieure.

- Les réserves en calcium, magnésium, potassium, sont sensiblement du même ordre que dans AMT 87 (faibles à très faibles en Ca, très faibles en K, moyennes à élevées en Mg).

- Comme on pouvait s'y attendre les concrétions du niveau cuirassé sont riches en fer. Leur rapport $Si\ O_2 / Al_2\ O_3$ est, par ailleurs, assez bas ; ceci permet de penser que les paillettes nacrées observées à l'intérieur pourraient correspondre à des agrégats de cristaux de gibbsite. Le matériau

jaune reposant sur la stone-line est, comme en AMT 87, légèrement appauvri en fer relativement au matériau rouge situé sous celle-ci.

- On peut dire au total que les caractéristiques chimiques du matériau jaune reposant sur la stone-line sont ici assez analogues à ce qu'elles étaient dans le profil homologue AMT 87 ; mais en ce qui concerne les horizons rouges structurés, micacés ou non, rencontrés sous cette stone-line, les caractéristiques sont par contre assez différentes. On est en présence d'un type d'altération différent (mais déjà rencontré, par exemple au profil AMT 9) (1) et qui reste à définir de façon précise.

2.5.9.3. Répartition - Cartographie

- Ce problème a déjà été abordé lors de l'étude des sols à faciès jaune/rouge non indurés. On signalera simplement ici que ces sols jaune/rouge indurés sont particulièrement bien représentés en bordure de la rivière "Marofihitra" à l'Ouest d'Ambalavao où ils passent latéralement à des sols "rouges pulvérulents" remaniés (cf. planche 13, schéma n° 2). Ils s'érodent activement actuellement et des blocs de cuirasse parsèment le sol à leur niveau. On a pu remarquer que la stone-line observée dans ces sols se charge en galets bien façonnés quand on se rapproche de la vallée alluviale actuelle ; ils semblent bien, par suite, que ces sols passaient autrefois en continuité à de véritables alluvions (aujourd'hui totalement déblayées). L'origine du cuirassement pourrait être recherchée dans l'action passée d'une nappe de bordure de plateau.

(1) L'horizon argilo-limoneux (130-250), très riche en micas, présente simultanément les propriétés suivantes : teneurs en K très faibles, Si O₂/Al₂O₃ bas, capacité d'échange très faible. Les micas sont donc, sans aucun doute, totalement altérés (et altérés probablement en kaolinite).

2.5.(10). Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), remaniés, hydromorphes, sur colluvions anciennes (cf : 2me partie, AMT 126)

2.5.(10).1. Introduction

- Un des traits les plus caractéristiques et originaux de la région d'Ambalavao consiste en la présence dans les vallons d'anciens dépôts (1) reposant sur une nappe de gravats. Ces dépôts ont été plus ou moins déblayés par l'érosion et sont actuellement perchés au-dessus des bas-fonds à hydromorphie active. L'examen des sables contenus dans ces matériaux révèle la présence de grains de quartz du type "émoussés luisants" (2) ; les cailloux de quartz de la nappe de gravats sont de même, assez souvent, légèrement émoussés. Ces matériaux ont donc probablement subi un certain, mais faible, transport en suspension dans l'eau et c'est pour cela que nous parlons de "dépôts". Etant donné la position de ces dépôts dans le paysage et l'absence de grano-classement en leur sein il semble que l'on doive les classer dans les colluvions (et non dans les alluvions).

2.5.(10).2. Morphologie générale

- Les sols développés sur ces dépôts colluviaux présentent généralement, quand l'érosion ne les a pas trop perturbés (voir 2.5.(10).4), la succession suivante d'horizons :

- Un horizon organique de surface très peu développé et très discontinu.

...

(1) Des dépôts aussi importants n'ont jamais été rencontrés jus qu'ici en zone ferrallitique à Madagascar (communication orale de F. BOURGEAT).

(2) Un examen morphoscopique rapide (loupe binoculaire) a été effectué sur les sables recueillis après l'analyse granulométrique, sables préalablement nettoyés à l'HCl dilué et chaud. Le même examen réalisé sur les sables contenus dans les sols "rouges pulvérulents" (matériau reposant sur la stone-line) n'a ici révélé que très peu de grains de quartz "émoussés luisants" : presque tous sont des "non usés" (avec traces de dissolution).

. 1 m 50 à 2 m 50 d'un matériau très sableux, massif, cohérent et poreux, généralement de teinte uniforme brun jaunâtre (mais parfois bariolé dans sa partie inférieure) Ce matériau est assez riche en petites concrétions sphériques, indurées, de teinte rouille.

. On passe ensuite brutalement à un horizon argilo-sableux bariolé et bien structuré renfermant des débris de feldspaths altérés. Cet horizon peut présenter des puissances très variables (de 50 cm à 2 m 50) ; suivant les points il s'arrête brutalement au niveau de la stone-line (et sous celle-ci apparaît alors la migmatite S.SO altérée, à structure reconnaissable) ou au contraire franchit celle-ci (la nappe de gravats est alors incluse dans cette argile bariolée).

- Ces dépôts peuvent donc présenter des épaisseurs considérables (jusqu'à 5 m). Ils sont actuellement bien drainés (1) mais ont visiblement été soumis par le passé à des phénomènes d'hydromorphie (cf: teinte bariolée).

2.5.(10).3. Interprétation d'analyses et Classification

2.5.(10).3.1. Classification (AMT 126)

- Un seul profil (le plus épais de tous ceux qui avaient été prélevés) a pu être analysé. On se heurte encore ici à des problèmes de classification assez délicats à résoudre. Ce profil n'est ferrallitique que dans sa première moitié (0-300) ; en-dessous, les rapports SiO_2/Al_2O_3 , les taux de saturation et le pH sont tels que l'on ne peut plus parler de ferrallitisation. On peut cependant convenir, étant donné l'épaisseur du matériau ferrallitisé, de garder ce profil dans les sols ferrallitiques

...

(1) Lorsque le recreusement des vallons n'est pas trop important la partie inférieure de ces profils peut encore être de nos jours temporairement engorgée.

et l'on peut alors procéder de la façon suivante pour le classer :

1 - Comme l'analyse granulométrique révèle l'existence d'un horizon d'accumulation argileuse (250-300) sous un niveau lessivé, on classe AMT 127 d'après les caractéristiques de cet horizon B.

2 - AMT 126 se place alors dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés (limite des faiblement désaturés) ; le groupe remanié s'impose et comme le sous-groupe lessivé n'existe pas ici, on peut convenir de ranger AMT 126 dans le sous-groupe hydromorphe (1).

- Cette solution, qui a provisoirement été adoptée, est assez discutable ; elle laisse en effet supposer que les caractères chimiques, physiques, morphologiques de ce profil sont issus pour l'essentiel d'un climat ferrallitisant, la part de l'hydromorphie étant tout à fait accessoire. En fait, la position du profil dans le paysage et la nature même de ces caractères (la morphologie surtout) portent à penser que ceux-ci sont, au contraire, essentiellement en relation avec des actions d'hydromorphie : on est vraisemblablement en présence d'un ancien sol à gley lessivé ayant évolué dans la partie supérieure, après disparition de la nappe et érosion de l'horizon organique supérieur (cf. : recréusement des talwegs), en sol ferrallitique.

Il y aurait donc superposition de deux pédogénèses très différentes et on est alors en droit de se demander s'il ne vaudrait pas mieux classer AMT 126 comme sol ferrallitique fortement désaturé (cf. : valeurs de S, T, V, pH de 0 à 250 cm) développé sur "matériau colluvial affecté par une hydromorphie ancienne"...

2.5.(10).3.2. Interprétations d'analyses

- Le pH augmente continûment de la surface vers la profondeur ; on passe ainsi d'un pH très fortement acide dans la partie supérieure du matériau lessivé, à un pH neutre (cf. : hydromorphie actuelle) dans la migmatite altérée en place.

...

(1) Parce que la partie la plus inférieure du profil (en-dessous de 4 m) est probablement engorgée temporairement en saison des pluies et parce que le reste du profil est marqué par une hydromorphie ancienne (redistribution du fer).

- L'analyse granulométrique révèle un fort lessivage dans (0-250) avec accumulation corrélative en (250-300). Ce lessivage aurait été réalisé au cours de la phase hydromorphe ancienne. Le matériau lessivé (0-250) semble avoir été ensuite fortement appauvri (1) dans sa partie supérieure (0-70).

- Le profil est très pauvre en matière organique et très pauvre en azote. C/N est bas.

- La partie lessivée du profil (0-250) est également, ce qui est normal, très fortement lixiviée en bases. Les valeurs de S et T y sont très faibles. Ces valeurs (S, T, V) augmentent ensuite brutalement à partir du niveau d'accumulation. Les horizons inférieurs encore mal drainés de nos jours sont totalement ou presque totalement saturés.

- Les réserves en calcium sont très faibles à faibles. Celles en potassium sont également très faibles, sauf en profondeur juste au-dessus de la stone-line et dans la migmatite altérée en place (potassium bloqué dans le réseau de feldspaths ou de micas peu altérés du fait de l'hydromorphie). Les réserves en magnésium sont, comme dans tous les sols ferrallitiques de la cuvette, très élevées (2). Ces réserves chutent cependant brutalement sous l'horizon d'accumulation (erreur d'analyse ?)

- Les rapports $\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$ sont voisins de 2 dans la moitié supérieure du profil et largement supérieur à 2 dans la partie inférieure. Ceci est en relation directe avec l'hydromorphie qui a affecté (partie supérieure) et affecte encore (partie inférieure) le profil (cf : genèse préférentielle de kaolinite en milieu mal drainé). La persistance de débris de feldspaths sur une grande partie du profil est également symptomatique de cette hydromorphie. Il est possible qu'un peu de montmorillonite existe dans la partie inférieure. On notera encore l'appauvrissement intense en fer du niveau lessivé.

...

(1) Il existe peut-être un deuxième ventre d'accumulation dans (70-120)

(2) Ici comme ailleurs, il semble que l'on doive admettre la persistance dans le profil pédologique de micro débris de silicates ferromagnésiens primaires.

2.5.(10).4. Géomorphologie des dépôts colluviaux anciens

2.5.(10).4.1. Géomorphologie ancienne : le problème du raccord avec les sols "rouges pulvérulents"

- Partout où l'érosion a encore relativement peu travaillé (tête des talwegs principalement), on peut observer le raccord régulier, sans décrochement, par une simple inflexion dans la surface topographique de ces dépôts colluviaux anciens avec les sols "rouges pulvérulents" qui les environnent. Ces dépôts se situent généralement 4 à 5 m en-dessous du niveau supérieur des sols "rouges pulvérulents" avoisinants. On y accède par une pente assez forte (20 % en moyenne). Un brutal changement de teinte s'observe en surface au bas de l'inflexion.

- Les relations de ces dépôts colluviaux anciens avec les sols "rouges pulvérulents" ont pu être précisées à la faveur d'une série de fosses d'études implantées à la tête d'un talweg là où ces dépôts étaient encore relativement bien conservés (1 km N.NE Ambalavao). Le schéma n° 1 de la planche 8 résume l'ensemble des observations effectuées. Le fait essentiel est qu'aucune discontinuité dans la stone-line n'a été observée quand on passe d'un type de matériau à l'autre ; la nappe de gravats effectue simplement une inflexion sensiblement adaptée à la surface topographique actuelle. Il semble donc assez probable que la mise en place sur une nappe de gravats des dépôts colluviaux (dans les talwegs) et du matériau rouge pulvérulent (sur les plateaux) s'est effectuée au cours d'une seule et même phase de remaniement des sols (1).

• On aurait donc ici, entre les sols "rouges pulvérulents" et les dépôts colluviaux anciens, la même continuité de passage que celle déjà observée entre les sols "rouges pulvérulents" et les alluvions anciennes.

...

(1) * Remaniement des sols à partir des axes de drainage, par recul d'une falaise d'érosion parallèlement à elle-même, suivant le schéma du "retournement" proposé par P.SEGALEN (P.SEGALEN, 1969) Voir 3me partie du rapport.

* Nous avons initialement interprété ces dépôts colluviaux comme correspondant à un remblaiement des talwegs effectué après recreusement de ceux-ci postérieurement au remaniement des sols.

- Il est probable que par le passé ces dépôts colluviaux anciens devaient garnir la totalité du bas-fond de chacun des vallons et qu'ils étaient plus épais que les témoins actuellement observables ; mais comme tous les vallons observés ont tous été plus ou moins soumis à des phénomènes de recrcusement, ceci n'est qu'hypothétique.

2.5.(10).4.2. Géomorphologie issue des phénomènes de recrcusement récent : les "cuvettes semi-fermées" en tête de talweg.

- Postérieurement à leur colmatage par les dépôts colluviaux qui viennent d'être étudiés, les axes de drainage (vallons) de cette région ont donc été soumis à un recrcusement. Les formes du paysage qui en résultent sont résumées par les coupes rassemblées sur la planche n° 7.

Dans la partie aval des vallons, les dépôts colluviaux anciens ont presque toujours été totalement déblayés (coupe n° 1). Ces dépôts sont généralement mieux conservés vers l'amont (recrcusement effectué de l'aval vers l'amont) ; ils s'y présentent : soit en terrasses situées de part et d'autre de l'axe de drainage actuel (coupe n° 2) ou n'existant seulement que sur un seul côté de cet axe (coupe n°3), soit en îlots ou langues résiduelles situées entre deux axes de recrcusement (coupe n°4). Signalons ici que dans la partie amont des vallons, là où les colluvions anciennes n'ont encore été que faiblement déblayées, les niveaux inférieurs de ces colluvions (argile bariolée reposant sur la migmatite altérée en place) peuvent parfois tapisser localement les bas-fonds à hydromorphie active .

- * A la tête des talwegs le recrcusement s'est fréquemment traduit par la genèse de dépressions en cuvette très caractéristiques de cette région. Ces dépressions correspondent à un affouillement du matériau colluvial ancien au niveau de ses contacts avec les sols "rouges pulvérulents". Suivant le degré du déblaiement deux types de cuvettes, dont les profils transversaux sont toujours très dissymétriques, peuvent être observés :

Type 1 : (le plus répandu). Le matériau colluvial ancien a été totalement

déblayé. On observe alors d'un côté de la cuvette (vers l'amont en général) un talus important (5 à 10 m), à pente raide, essentiellement garni de sols "rouges structurés" non remaniés (cf : complexe n° 6) ; de l'autre côté (en général vers l'aval) n'existe qu'un petit bourrelet colluvial rédiduel dominant le fond de la cuvette de 1 à 2 mètres (voir planche n° 9, schéma n° 1).

Type 2 : Le matériau colluvial ancien n'a été que partiellement déblayé et ceinture en majeure partie la cuvette. Les restes de ce matériau (moins d'un mètre) reposant sur la stone-line, garnissent le fond de la dépression. La dissymétrie du profil transversal est ici moins importante (voir planche n° 9 - schéma n° 2).

* Ces cuvettes présentent généralement un fond plat et une très faible pente aval. Elles affectent des formes "en goutte d'eau" avec un exutoire peu marqué à une extrémité ; l'exutoire est à peu près à niveau avec le fond de la cuvette (1). Elles sont perchées par rapport aux bas-fonds actuels à hydromorphie active (2).

* A chacun des deux types de cuvettes définis plus haut correspondraient, d'après les quelques observations recueillies (quelques cuvettes seulement ont été sondées), les types de sols suivant :

Cuvettes du type 1 (cf : 2me partie, profil AMT 137)

Sur 2 à 4 mètres la migmatite altérée en place est transformée en argile gris bleuté, bariolée de brun dans la partie supérieure, feldspathique et micacée dans sa partie inférieure. Un horizon organique, enfoui sous quelques dizaines de centimètres de colluvions récentes (plus ou moins anthropiques), peut parfois être rencontré dans la partie supérieure.

Cuvettes du type 2 (cf : 2me partie, profil AMT 32)

Sous un horizon organique de surface assez épais et visiblement très riche en matière organique, se rencontrent sur 50 cm à 1 m les restes, très fortement lessivés en fer, du matériau colluvial ancien (matériau argilo-sableux de teinte blanche).

...

(1) De là l'appellation de "cuvettes semi-fermées".

(2) Il est ainsi possible, qu'elles soient la marque d'un premier stade dans les actions de recreusement qu'ont subi les vallons.

Les sols rencontrés dans les cuvettes du type 2 seraient à classer dans les sols humiques à gley lessivés, mais ils n'évoluent plus actuellement en tant que tels ; il n'y a pas de nappe permanente à faible profondeur et la végétation qu'ils supportent est sans rapport avec les caractéristiques de l'horizon organique supérieur ; cet horizon organique est d'ailleurs, le plus souvent décapé par l'érosion (c'est par exemple le cas de la cuvette dont la coupe est donnée sur le schéma 2 de la planche 8). Les sols rencontrés dans les cuvettes du type 1 seraient à classer dans les sols à amphigley mais là aussi aucune nappe n'a été rencontrée même à grande profondeur (1) et l'on y observe, par ailleurs, la fossilisation d'anciens horizons organiques de surface.

Il semble donc que la plupart de ces cuvettes soient occupées par des sols dont la morphologie témoigne d'un type d'hydromorphie (hydromorphie intense) qui n'est certainement plus réalisé de nos jours (probablement à la suite de la grande vague d'érosion qui s'est abattue sur la région dans un passé assez récent. Voir chapitre 2.6.).

2.5.(10).5. Cartographie

- La cartographie en unité simple de ces dépôts colluviaux anciens ne pose pas de problème particulier ; mais les sols tapissant le fond des cuvettes n'ont pu être cartographiés que hors classification(2).

(1) Il est cependant possible qu'il y en ait une à la saison des pluies.

(2) On a vu qu'il peut y avoir d'une cuvette à l'autre de notables variations dans les types de sols. Cartographier les sols de ces cuvettes dans le cadre de la classification aurait donc impliqué le sondage systématique de chacune d'entre elles, ce qui n'a pu être fait.

- 2.5.(11). Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B) du groupe "rajeunis ou pénévoulés", développés sur migmatite granitoïde S.SO.
(cf : 2^{me} partie AMT 40)

Caractères généraux des sols ferrallitiques "rajeunis" observés dans la région

- On a classé dans le groupe des sols "rajeunis ou pénévoulés"(1) des sols ferrallitiques, développés sur des roches migmatitiques, gneissiques ou granitoïdes, présentant à faible profondeur (moins de 50 cm) et le plus souvent jusqu'en surface des débris de roche altérée et de minéraux primaires (plus ou moins altérés).

- Tous les sols rajeunis rencontrés au cours de la prospection ne peuvent être que classés dans le sous-groupe "avec érosion et remaniement" car ils ne présentent aucune trace d'hydromorphie ni d'apport éolien et sont actuellement soumis à une assez vive érosion ; mais ils ne sont pas remaniés. On observe simplement un pavage éluvial à leur surface (cailloux de quartz et (ou) débris de roche) ; ce pavage actuel ou subactuel, est issu de la désagrégation de filons de quartz ou de noyaux de roche peu altérée affleurant en surface à leur niveau.

- Ces sols garnissent essentiellement la crête et le haut des pentes des reliefs résiduels (2). Leur extension est faible à l'échelle de la carte.

- Sur ces pentes où la majeure partie de l'eau ruisselle, on s'attendait, a priori, à rencontrer des sols non ferrallitisés et peu lixiviés(3) Or il n'en est rien. Ces sols rajeunis sont fortement désaturés et présentent des rapports SiO₂/Al₂O₃ assez bas dans leur partie supérieure. On ne saurait donc les considérer comme étant en équilibre avec le climat actuel ; ils ne peuvent avoir acquis ces caractères que sous un

...

(1) Seul le terme de "rajeunis" a été utilisé dans notre exposé.

(2) On les rencontre également de façon sporadique en bordure des vallons de recreusement récent(cf:§ 2.5.2.2.3.) mais nous ne disposons ici d'aucune donnée analytique.

(3) Etant donné les paramètres climatiques de la région.

un climat beaucoup plus humide (1).

- Au niveau de ces sols l'équilibre altération-érosion n'est actuellement plus réalisé. Il l'a probablement été par le passé, sous un couvert végétal différent de l'actuel. L'a-t-il toujours été ? N'a-t-on pas eu à un moment donné troncature de sols jusqu'à la roche-mère puis réévolution ? Le problème reste posé.

2.5.(11).1. Morphologie (sols rajeunis sur migmatite granitoïde S.SO)

- Ces sols présentent généralement la succession suivante d'horizons :

- En surface : un horizon humifère peu développé, discontinu, bien structuré, argilo-sableux, souvent graveleux ou caillouteux.
- Sous cet horizon apparaît sur 30 cm à 1 m (suivant le degré d'érosion) un horizon rouge, également bien structuré, assez cohérent et argilo-sableux dans sa moitié supérieure, plus friable et argilo-fimono-sableux dans sa moitié inférieure. Cet horizon est très riche en paillettes de micas ; des débris peu altérés de roche, issus des passées gneissiques, granitoïdes ou pegmatitiques de la roche-mère, s'y rencontrent fréquemment.
- La roche-mère migmatitique altérée, très hétérogène et largement litée, apparaît immédiatement en-dessous.

(1) Rappelons ici que sur les pentes des lames de pyroxénite s'observent, dans des positions topographiques très analogues, des sols qui eux peuvent être considérés comme en équilibre avec le climat actuel (sols bruns eutrophes tropicaux).

2.5.(11).2. Interprétations d'analyses et Classification (AMT 40)

2.5.(11).2.1. Classification

- On peut considérer que l'horizon (B) correspond à l'horizon (50-100), horizon le plus pauvre en matière organique.

Par le taux de saturation de cet horizon, AMT 40 serait à classer dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés mais les valeurs de "S" et du pH sont ici celles de la sous-classe "faiblement désaturés". On est donc gêné pour classer ce profil.

En s'appuyant sur le fait que l'horizon (10-50), morphologiquement très peu différent de (50-100), est, lui, moyennement désaturé (presque fortement désaturé), on a provisoirement laissé AMT 40 dans les sols ferrallitiques moyennement désaturés.

2.5.(11).2.2. Interprétations d'analyses

- Le pH est moyennement acide dans la moitié supérieure, faiblement acide ensuite. Le profil est riche en matière organique dans sa partie superficielle.

- L'analyse granulométrique révèle un faible appauvrissement de surface et une très nette augmentation du rapport limon/argile en profondeur (moindre degré d'évolution de ce niveau).

- La somme des bases échangeables, qui est faible à très faible dans la moitié supérieure du profil, augmente fortement dans l'horizon argilo-limoncux inférieur. De même la capacité d'échange. Tout le profil est fortement lixivié en bases.

- Les réserves en calcium sont très faibles ; mais celles en magnésium et potassium sont, dès la surface, très élevées (K) ou extrêmement élevées (Mg). Ces valeurs reflètent la composition minéralogique de la roche-mère migmatitique (pauvre en plagioclases mais très riche en biotite) et montrent (forte teneur en potassium) que ces profils rajeunis sont nettement moins évolués que les autres sols ferrallitiques développés sur migmatite dans la cuvette.

- Le profil est riche en fer (cf : richesse en biotite de la roche-mère). Le rapport Si O₂/Al₂ O₃ est assez bas dans la moitié supérieure puis augmente ensuite notablement dans le bas du profil. Le matériau très micacé extrait de ce niveau présente simultanément les propriétés suivantes :

- Forte teneur en K, mais très peu de K échangeable.
- Très forte teneur en Mg et Mg échangeable en grande quantité.
- Capacité d'échange élevée.
- Rapport Si O₂/Al₂ O₃ assez élevé.

Cet ensemble de propriétés, que nous rencontrons ici pour la première fois dans les horizons argilo-limono-micacés inférieurs des sols ferrallitiques, semble témoigner d'une dégradation limitée des micas (transformation des biotites en Illite ? en Chlorites ? ...). Il serait intéressant de définir de façon détaillée ce nouveau "type d'altération".

2.5.(11).3. Cartographie

- Ce problème a déjà été abordé au paragraphe (2.5.8.4.)

2.5.(12). Sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B), du groupe "rajeunis ou pénévulés", développés sur gneiss à cordiérite et grenat.

(cf : 2me partie AMT 98)

2.5.(12).1. Morphologie

- Ces profils se présentent généralement de la façon suivante :
 - sous un horizon organique de surface, peu développé, caillouteux, et discontinu, se développe sur 20 à 50 cm un horizon de teinte très rouge, argilo-limono-sableux, peu structuré, friable, micacé et riche en petits débris arrondis de gneiss.

- . Cet horizon passe en continuité à un horizon de teinte rouge-rose, et à texture à dominante limoneuse, très riche en paillettes de micas. La structure y est continue et la cohésion très faible (consistance poudreuse).
- . Le gneiss altéré à structure régulièrement litée apparaît sous cet horizon entre 1 m et 1 m 50 de profondeur.
- . De gros ovoïdes de gneiss grenatifère sont fréquemment inclus dans ces profils.

2.5.(12).2. Interprétations d'analyses et Classification (AMT 98)

2.5.(12).2.1. Classification

- On peut considérer que l'horizon (B) correspond à l'horizon (20-50). Cet horizon, quoique contenant des quantités notables de matière organique, est en effet le mieux structuré et le plus riche en argile de tout le profil.

On voit alors que AMT 98 est à ranger dans la sous-classe des sols ferrallitiques moyennement désaturés (groupe "rajeunis ou pénévoués", sous-groupe "avec érosion et remaniement").

2.5.(12).2.2. Interprétations d'analyses

- Il convient de comparer ce profil au profil AMT 40 qui est son homologue sur une roche-mère à structure et composition minéralogique un peu différentes.

. On voit que AMT 98, situé dans une zone où l'érosion est plus vive qu'en AMT 40, présente, corrélativement, des teneurs en matière organique plus faibles en surface, et un appauvrissement plus marqué de la partie superficielle du profil.

. "S" et "T" restent ici faibles sur tout le profil : on n'a pas de brutale augmentation dans le niveau limono-micacé inférieur

surmontant la roche-mère altérée. Seule la partie médiane du profil est fortement désaturée. La remontée biotique est, comme en AMT 40, bien marquée.

. L'analogie entre les deux profils se marque surtout dans la valeur des réserves en bases ; on retrouve ici les mêmes ordres de grandeur qu'en AMT 40. Cette analogie se marque aussi dans un même mode de variation du rapport Si O₂/Al₂ O₃ avec la profondeur et dans des valeurs très voisines pour ce rapport. Les teneurs en fer sont de même élevées (mais moins fortes que celles prévisibles au vu de la richesse en ferromagnésiens de la roche-mère).

Tout ceci témoigne d'un degré d'évolution et d'un passé évolutif sensiblement identiques pour ces deux profils (ce qui était à prévoir étant donné leurs positions respectives dans le paysage).

. L'horizon limono-micacé inférieur présente cependant un groupe de propriétés (et une morphologie) différent de ce qui a été observé pour AMT 40. On retrouve ici sensiblement les mêmes paramètres qu'au profil AMT 16 au même niveau : teneurs en K et Mg très élevées avec peu de K et Mg échangeables, T faibles ; mais le rapport Si O₂/Al₂ O₃ est ici plus élevé. On peut en déduire, de même qu'en AMT 16, que les micas ne sont que peu altérés à ce niveau.

2.5.(12).3. Cartographie

- Ces sols ont été rencontrés, principalement, en deux endroits au Sud de la plaine : lame de "Maroanana" en bordure de la rivière "Lananandro" et lame d'"Ambalavaokely" entre Ambohimandroso et Ambalavao. Ils y occupent des surfaces suffisamment importantes à l'échelle de la carte pour pouvoir être cartographiés en unité simple.

- Ils passent très rapidement, latéralement, à des sols "rouges pulvérulents" de teinte rouge très foncée, probablement développés, eux aussi, sur gneiss à cordiérite et grenat. Ces derniers sols n'ont pas été différenciés des sols "rouges pulvérulents" développés sur migmatite S.SO.

2.5.(13). Sols ferrallitiques fortement désaturés en (B), remaniés, modaux, sur migmatite S.SO, à faciès "pulvérulent". (cf : 2me partie AMT 125)

- La morphologie générale, la répartition, le mode de cartographie des sols "rouges pulvérulents" ayant déjà été décrits plus haut, on se bornera ici à discuter de la place dans la classification de AMT 125 et à comparer les analyses de ce profil à celles, déjà commentées de AMT 38. Les résultats de quelques déterminations minéralogiques effectuées sur ce profil seront ensuite exposées.

2.5.(13)1. Classification

- Le profil AMT 125, situé à la lisière d'une vieille plantation d'Eucalyptus (40 ans d'âge), s'avère très riche en matière organique (1). Il y a certainement là une relation de cause à effet. Les teneurs en matière organique ne sont pas cependant telles que l'on doive classer ce profil dans un groupe humifère. En considérant, comme pour AMT 38, que l'horizon (B) est représenté par le niveau pulvérulent au-dessus de la stone-line, on voit que par la partie supérieure de (B) (70-120) AMT 125 est à classer dans les sols ferrallitiques fortement désaturés et que par la partie inférieure de (B) (120-170) il serait à classer (en ne tenant pas compte du taux de saturation des zones très pulvérulents qui ne représentent qu'une faible partie du matériau) dans les moyennement désaturés. On remarquera cependant que dans cette zone inférieure la somme des bases échangeables est largement inférieure à 1 m.é.

...

(1) Cette richesse en matière organique se marque dans des caractères de couleur et de structure de la partie supérieure légèrement différents de ceux observés dans les autres sols "rouges pulvérulents" de la cuvette. Ces caractères en attirant notre attention nous a incité à faire analyser ce profil plutôt qu'un autre.

Il paraît donc normal de ranger AMT 125 dans la sous-classe des sols ferrallitiques fortement désaturés et dans le groupe remanié. Etant donnée la teneur en matière organique du profil il conviendrait sans doute de le ranger alors dans un sous-groupe humifère mais parce que ce sous-groupe n'a pas été prévu dans la classification CPCS 1967 et qu'il paraît hasardeux de le créer au vu de l'analyse d'un seul profil, AMT 125 a finalement été laissé dans le sous-groupe modal (1).

2.5.(13).2. Commentaires d'analyses

- L'ordre de grandeur du pH (fortement à très fortement acide) et son mode de variation avec la profondeur sont sensiblement les mêmes que pour AMT 38 mais les valeurs sont un peu plus élevées en surface et dans l'horizon massif supérieur.

- La granulométrie montre, comme pour AMT 38, un net appauvrissement des 10 ou 15 premiers centimètres supérieurs mais l'appauvrissement "apparent" du matériau pulvérulent est ici peu marqué (cf : degré de pulvéulence de AMT 125 un peu moins fort que celui de AMT 38). Comme pour AMT 38 le rapport limon/argile augmente nettement dans le matériau sous la stone-line ; ceci est à mettre en relation avec un degré d'évolution moindre pour ce matériau.

- Comme déjà signalé, les teneurs en matière organique de AMT 125 sont dans l'ensemble plus élevées que celles de AMT 38 (surtout en surface: apports de feuilles, brindilles, etc..) ; mais la répartition de la matière organique dans le profil est la même : pénétration profonde et diminution régulière avec la profondeur (action des graminées).

...

(1) Il semble qu'un prélèvement effectué dans le secteur de AMT 125 hors de la zone d'influence du reboisement aurait permis de caractériser des sols "rouges pulvérulents" fortement désaturés et non marqués par cet enrichissement accidentel en matière organique (cf : très faibles valeurs de "S" dans AMT 125.)

- Les teneurs en azote, moyennes dans (0-30) deviennent ensuite très faibles. Le rapport C/N est élevé dans les dix premiers centimètres; (~~présence de charbon de bois issu des brûlis?~~). C/N est ensuite moyen ~~très~~ ~~bas~~.

- La somme des bases échangeables est très faible sur tout le profil et, mis à part les 30 premiers centimètres, les valeurs observées sont toujours assez inférieures à celles relevées dans AMT 38. La richesse en matière organique de la partie superficielle (0-30) du profil fait que la capacité d'échange est à ce niveau nettement plus élevée que pour AMT 38 (elle reste faible cependant). Les valeurs de T sont ensuite du même ordre que pour AMT 38, c'est-à-dire très faibles; dans le niveau argilo-limono-micacé inférieur (235-300) on n'observe pas cependant de brusque et forte augmentation de T.

- Comme dans AMT 38, la partie supérieure du profil (horizon massif et cohérent) est très fortement lixiviée en bases et nettement plus lixiviée que tout le reste du profil. La remontée biotique dans la partie tout à fait superficielle est mieux marquée que pour AMT 38. Les zones très pulvérulentes sont nettement plus lixiviées que les zones plus cohérentes (phénomène plus marqué que pour AMT 38). L'horizon micacé inférieur est, comme pour AMT 38, nettement plus lixivié ~~en bases que les horizons qui~~ ~~le précèdent~~ sous la stone-line.

- Mis à part les dix centimètres supérieurs, le complexe est très pauvre en Ca; très pauvre à extrêmement pauvre en Mg, extrêmement pauvre en K.

- Les réserves en calcium et potassium sont du même ordre que dans AMT 38. Celles en magnésium sont presque aussi élevées dans le matériau reposant sur la stone-line que dans le matériau situé au-dessous de celle-ci (la différence notée pour AMT 38 est ici peu marquée).

- Le profil est dans son ensemble nettement plus riche en fer que AMT 38 (surtout le matériau sur la stone-line) et l'on note, phénomène qui ne s'observait pas dans ce dernier profil, un faible enrichissement relatif en cet élément du niveau massif et cohérent supérieur (10-70) (?). Sous cet horizon on observe (comme dans AMT 38 dès la surface) une augmentation régulière des teneurs en fer avec la profondeur.

- Le rapport Si O₂/Al₂O₃ est très bas dans le matériau situé au-dessus de la stone-line; il augmente ensuite régulièrement sous celle-ci jusqu'à être voisin de 0,2x dans la roche-mère en place.

La différence de degré d'évolution entre les matériaux sur et sous stone-line apparaît ici, au travers de ce rapport, beaucoup mieux marquée que dans AMT 38. Le profil AMT 125 a par suite été préféré au profil AMT 38 pour effectuer des déterminations minéralogiques sur la fraction argileuse (voir plus loin).

- L'horizon argilo-limono-micacé inférieur (235-300), bien qu'absolument identique dans sa morphologie à son homologue (255-350) de AMT 38, présente des propriétés physicochimiques un peu différentes (1) de celles de ce dernier : très faible teneur en potassium et rapport Si O₂/Al₂O₃ bas comme pour AMT 38, mais capacité d'échange très faible. Les micas semblent donc ~~micacés~~ totalement altérés (nous allons voir plus loin que c'est très probablement en kaolinite qu'ils le sont) mais il n'y a pas eu genèse au cours de l'altération, comme en AMT 38, d'un "minéral" à forte capacité d'échange.

Récapitulatif

Le profil AMT 125 ne diffère essentiellement, en définitive, de l'autre sol "rouge pulvérulent" analysé AMT 38 que par une plus forte lixiviation, et des rapports Si O₂/Al₂O₃ plus bas, et des teneurs en fer et des réserves en magnésium plus élevées. Ces deux derniers caractères pourraient être mis sur le compte de variations locales dans la teneur de la roche-mère en silicates ferromagnésiens. Les deux autres caractères expriment un drainage plus intense ; mais comme l'intensité de ce drainage semble actuellement la même en AMT 125 et en AMT 38 (étendue plane à faible pente dans les deux cas) il faut admettre que c'est par le passé que la percolation a été plus forte dans le secteur de AMT 125 (2). La plus grande richesse en matière organique de AMT 125 ne semble correspondre qu'à un épiphénomène accidentel.

...

(1) Mais déjà vues ailleurs, en AMT 9, par exemple.

(2) Avant le remaniement existait probablement dans ce secteur une certaine topographie favorisant le lessivage. Elle aurait été effacée lors de la réalisation de ce remaniement.

Les zones "très pulvérulentes" du (B) des sols
rouges ou jaunes "pulvérulents"

- Au vu des analyses de trois profils (AMT 38,88,125) on peut simplement dire que ces zones de très faible cohésion sont en général plus lixiviées et un peu plus riches en matière organique et en fer que le matériau plus cohérent qui les renferme. Ceci ne permet pas d'éclaircir le problème posé par leur genèse. Doit-on y voir le résultat de l'action d'une certaine faune ou végétation (mais lesquelles ?) ou doit-on les considérer comme le résultat d'actions purement mécaniques liées au climat (translocations d'agrégats en particulier) ? Le problème reste posé.

2.5.(13).3. Déterminations minéralogiques (1).

Conséquences immédiates.

- Les échantillons prélevés dans les niveaux (30-70)/(70-120) et (120-170) zones cohérentes, (170-205), (205-235), (560-600) on pu être soumis à une analyse diffractométrique X. (spectres d'agrégats orientés et spectres de poudres sur l'inférieur à 2μ). Les résultats sont les suivants :

1 - Niveau (30-70) dans l'horizon massif et cohérent supérieur : présence de Kaolinite bien cristallisée et de gibbsite en quantité moyenne ; Goethite en assez grande quantité (pic isolé à $2,69 \text{ \AA}$ et pic à $4,14 \text{ \AA}$ sur le spectre de poudres).

2 - Niveaux (70-120) et (120-170) dans l'horizon pulvérulent au-dessus de la stone-line : même composition minéralogique que le précédent.

3 - Horizon rouge structuré (170-205) immédiatement sous la stone-line : Kaolinite bien cristallisée en grande quantité, gibbsite en plus faible quantité qu'au-dessus de la stone-line, Goethite en assez grande quantité.

4 - Horizon rouge structuré (205-235) : Kaolinite bien cristallisée en grande quantité, gibbsite en plus faible quantité que dans l'horizon précédent, goethite en assez grande quantité.

...

(1) Cette étude n'aurait pas été possible sans l'amicale collaboration de C.GENSE à qui nous adressons, une fois encore, nos plus sincères remerciements.

5 - Carotte prélevée entre 560 et 600 cm dans la migmatite altérée en place : Kaolinite bien cristallisée en grande quantité, pas de gibbsite, Goethite en assez grande quantité.

La fraction argileuse de ces échantillons a également été soumise à une analyse thermique différentielle. La Kaolinite apparaît très bien mais les pics de la gibbsite et de la Goethite sont superposés de sorte que l'on n'a pu différencier ces deux minéraux par cette technique.

- Il résulte de ces déterminations :

1 - Qu'il existe minéralogiquement une coupure très nette dans le profil au niveau de la stone-line : le matériau situé au-dessus de la stone-line est nettement plus riche en gibbsite que celui se trouvant en-dessous de celle-ci.

2 - Que le matériau reposant sur la stone-line semble de haut en bas homogène dans sa minéralogie ; il n'y a pas d'évolution notable, en ce domaine, au sein de ce matériau.

3 - Que, au contraire, une évolution très nette se manifeste dans les matériaux situés sous la stone-line : présence de gibbsite dans la partie supérieure (horizons rouges structurés) (1), absence de gibbsite en profondeur dans la migmatite altérée.

Ces remarques serviront plus loin à appuyer certaines interprétations pédogénétiques. On notera encore ici que la carotte (560-600) était très riche en paillettes de micas, or aucun pic des micas n'est sorti à l'analyse (spectre d'agrégats orientés aussi bien que diagramme de poudres); seule la Kaolinite apparaît.

On peut donc raisonnablement penser que les micas (biotite) sont ici (2) transformés en kaolinite (3). Cette pseudomorphose est, d'ailleurs, déjà

...

(1) L'horizon argilo-micacé (235-300) n'a malheureusement pu être analysé.

(2) Comme probablement dans beaucoup des horizons inférieurs micacés des sols ferrallitiques développés sur migmatite S.SO (cf: commentaires d'analyses).

(3) Il suffirait pour s'en assurer de séparer ces "micas" du reste du matériau (par sédimentation ou flottation). De tels phénomènes de pseudomorphose ont déjà été signalés par DEKIMPE et TARDY (Bul.Gr. Fr. des Argiles t XIX 1967 f.2). F. BOURGEAT les a également retrouvés sur les hauts plateaux (communication orale).

visible à l'oeil nu ; on remarque en effet que ces paillettes ont perdu toute élasticité et n'ont plus tout à fait l'éclat et la couleur de la biotite.

- L'intérêt essentiel de ces quelques déterminations réside, en fait, en ce qu'elles nous révèlent la présence dans ces sols "rouges pulvérulents" d'alumine libre individualisée sous forme de gibbsite (1). Ceci est capital car la gibbsite n'apparaît jamais dans les profils en-dessous d'une pluviométrie annuelle moyenne de 1200 mm et généralement de 1500 mm (2) ; comme la pluviométrie du lieu est actuellement de moins de 1 mètre, il est donc à peu près certain que cette région a été soumise par le passé à des climats beaucoup plus humides que l'actuel. Tous les sols ferrallitiques de cette cuvette apparaissent donc comme des sols polyphasés et, dans la mesure où la ferrallitisation ne se fait plus actuellement (ce qui est très probable, mais reste à prouver), on peut également tous les considérer comme des paléosols ferrallitiques.

(1) Cela était à prévoir étant donné la valeur des rapports SiO_2/Al_2O_3 . Il est, par suite, probable que tous les sols ferrallitiques de la cuvette contiennent de la gibbsite en plus ou moins grande quantité.

(2) G. PEDRO. Revue de géographie physique et de géologie dynamique. Vol. X, Fasc. 5 - Nov. Déc. 1968.

2.5.(14). Sols ferrallitiques fortement désaturés en (B), remaniés, modaux, sur migmatite S.S0, à faciès "structuré" ou sols "rouges structurés" remaniés (cf : 2me partie AMT 16)

2.5.(14).1. Morphologie

- Ces sols présentent très généralement la succession suivante d'horizons :

- . Sous un horizon organique de surface, graminéen, peu développé (10 cm) et discontinu, apparaît un horizon rouge, argilo-sableux, riche en sable grossier, massif et très cohérent ; cet horizon faiblement concrétionné et à porosité tubulaire fine bien développée, repose entre 50 et 80 cm sur une stone-line bien marquée.

- . Immédiatement sous la stone-line se rencontre sur 1 m à 1,50 m un horizon rouge à structure polyédrique bien développée et faible cohésion. Dans sa partie supérieure cet horizon est argilo-sableux, légèrement pulvérulent, présente une certaine porosité tubulaire et est très riche en "zones noduleuses cohérentes" ; ces caractères s'estompent dans sa partie inférieure où il devient argilo-limono-sableux.

- . Sous cet horizon se rencontre sur 50 cm à 1m, un horizon également bien structuré mais argilo-limoneux (ou limono-argileux) très tendre et très riche en fines paillettes de micas. La migmatite altérée, dont la structure litée est bien reconnaissable, se rencontre immédiatement sous cet horizon.

→ On notera que l'horizon supérieur de ces sols rappelle beaucoup l'horizon massif et cohérent supérieur des sols "rouges pulvérolents" et que par leur partie inférieure (succession des horizons rencontrés sous la stone-line) ces sols sont très proches des sols "rouges structurés" non remaniés déjà étudiés (AMT 9 et 131).

- Les variations observées dans la morphologie de ces sols ne concernent que leur partie tout à fait inférieure :

1 - La roche-mère migmatitique est parfois très hétérogène sous ces profils situés au voisinage de lames de migmatites granitoïdes ; l'horizon ~~1110~~ micacé inférieur n'est alors qu'à peine esquissé et l'on passe directement d'un horizon rouge, argilo-limono-sableux et structuré, à un horizon d'altération à larges passées quartzo-feldspathiques et micacées.

et
2 - Le matériau rouge structuré situé sous la stone-line présente parfois dans sa partie inférieure des zones argileuses bariolées, bien circonscrites, témoignant d'une faible hydromorphie temporaire à ce niveau.

2.5.(14).2. Interprétation d'analyses et Classification (AMT 16)

2.5.(14).2.1. Classification

- On peut considérer que le (B) structural est représenté par la succession des horizons (85-195), pauvres en matière organique, dépourvus de micas et très bien structurés, rencontrés sous la stone-line. Que l'on prenne alors en considération l'horizon (85-160) ou l'horizon (160-195) ce profil est de toute façon à classer dans les sols ferrallitiques fortement désaturés, groupe remanié et sous-groupe modal.

- On voit ici, une fois de plus, que l'on est obligé de ranger dans un même sous-groupe et une même famille deux profils (AMT 16 et AMT 125) à morphologie radicalement différente (l'une de ces morphologie se rapporte au "faciès structuré" et l'autre au "faciès pulvérulent"). Il est vrai que AMT 125 pourrait être rangé dans un sous-groupe humifère (qui reste à créer) ce qui permettrait de le différencier de AMT 16 ; mais le problème reste entier pour des sols "rouges pulvérulents" fortement désaturés et non enrichis en matière organique qui très certainement existent dans la région.

2.5.(141).2.2. Interprétations d'analyses

- Le pH est moyennement acide en surface, moyennement à fortement acide ensuite, puis dans l'horizon inférieur micacé il augmente nettement et devient faiblement acide.

- L'appauvrissement de l'horizon (85-160) n'est probablement qu'apparent (cf : caractère pulvérulent de ce niveau).

L'appauvrissement de la partie superficielle par érosion en nappe est peu marquée.

- Le profil n'est que moyennement pourvu en matière organique relativement aux teneurs habituellement observées dans la région. La teneur en azote est moyenne en surface, très faible après. C/N est bas.

- La capacité d'échange reste toujours faible et la somme des bases échangeables très faible (plus faible que dans les autres sols rouges ou jaunes "structurés"). Tout le profil est très fortement lixivié en bases ; il n'y a pas de différence notable de ce point de vue entre les matériaux situés au-dessus de la stone-line et ceux situés en-dessous. La remontée biotique est bien marquée (0-10). Le complexe est très pauvre en Ca, pauvre à très pauvre en Mg et K (sauf en surface et dans l'horizon micacé inférieur).

- Les réserves en calcium sont très faibles. Celles en magnésium sont élevées à très élevées ; elles deviennent extrêmement élevées dans le niveau micacé inférieur. Les réserves en potassium sont de même extrêmement élevées dans ce niveau mais elles sont faibles à très faibles au-dessus. Mis à part le niveau micacé inférieur, l'ordre de grandeur des réserves en bases est sensiblement le même que dans les autres sols rouges ou jaunes "structurés" (celles en calcium sont un peu plus faibles et celles en magnésium un peu plus élevées).

- Le matériau reposant sur la stone-line est nettement appauvri en fer relativement à celui situé au-dessous de la stone-line ; ce dernier est riche en fer dans sa partie inférieure.

. Le rapport Si O₂/Al₂ O₃ diminue sensiblement dans l'horizon (85-160) riche en "zones noduleuses cohérentes" (le même phénomène avait déjà été observé dans le profil AMT 9). Ces "zones

noduleuses cohérentes" ont pu être analysées ici séparément : elles semblent plus riches en calcium et magnésium et moins riches en fer que la matériau qui les renferme (1).

. Le niveau limono-argilo-micacé inférieur, quoique de morphologie tout à fait semblable à celle des horizons de même type déjà rencontrés (cf : profils AIT 9, 38, 87, 46, 125), présente un groupe de propriétés physico-chimiques différent de tout ce qui a été vu jusqu'ici dans ces niveaux micacés : teneurs très élevées en potassium et magnésium avec rapport Si O₂/Al₂ O₃ assez bas et faible capacité d'échange. On est en présence d'un autre "type d'altération" qui reste à définir (comme il n'y a que peu de Mg et K à l'état échangeable, il est probable que, pour une certaine part au moins, les biotites ne sont ici que peu altérées.

2.5.(14).3. Répartition - Cartographie

- Ces sols se rencontrent typiquement sur les flancs des reliefs résiduels fournis par les lames de migmatites granitoïdes "structuralement hautes" (partie haute de ces lames). Ils s'inscrivent alors dans les toposéquences schématisées sur les planches n° 11 et 12 : ils passent vers le haut à des sols rajeunis sur migmatite granitoïde (la stone-line disparaît et la migmatite altérée remonte très près de la surface) et vers le bas à des sols "rouges pulvérulents" (le matériau reposant sur la stone-line devient plus épais et acquiert un caractère pulvérulent, en même temps que les horizons situés sous la stone-line prennent un moindre développement). On rencontre également ces sols, sur migmatite S.SO, sur les flancs des reliefs résiduels fournis par les massifs de gneiss granitoïdes ou migmatites oeilées et au pied de certaines lames de granite andringitréen.

...

(1) Il faudrait donc les considérer plutôt comme les traces d'une activité biotique (concentration du calcium) que comme un début de concrétionnement (pas d'enrichissement en fer).

- Dans le centre de la cuvette et sur la bordure ouest où le remaniement, trait caractéristique de ces sols, apparaît toujours très nettement et où ces sols ne jouxtent jamais les sols "rouges structurés" non remaniés, rencontrés en bordure des vallons (cf : AMT 9), leur cartographie en unité simple ne pose que peu de problèmes. Il en est tout autrement sur la bordure Est et Nord de la cuvette où l'érosion a joué de façon plus intense qu'ailleurs. Les sols "rouges pulvérulents" ne constituent plus ici que des îlots restreints sur les pentes et l'on observe alors un passage latéral des sols "rouges structurés" remaniés (type AMT 16), situés au-dessus des sols "rouges pulvérulents" dans la topographie, aux sols "rouges structurés" non remaniés (type AMT 9) situés en-dessous de ces mêmes sols en bordure des vallons (1).

Parce que ce passage latéral est très difficile à apprécier sur le terrain et, également, parce que les caractères de remaniement des sols rouges à faciès "structuré" situés au-dessus des sols "rouges pulvérulents" ne sont plus ici très nets ou n'existent plus (cf : profil AMT 131), on a cartographié (2) un vaste complexe (complexe n° 7 de la légende) groupant :

- 1 - Sols "rouges structurés" remaniés (type AMT 16)
- 2 - Sols "rouges structurés" non remaniés (type AMT 131)
- 3 - Complexe de bordure des vallons de recroisement récent :
sols "rouges structurés" non remaniés (type AMT 9),
sols rajeunis et sols peu évolués sur migmatite S.SO
altérée en place.
- 4 - Et aussi quelques petits lambeaux de sols "rouges pulvérulents" incartographiables à l'échelle de la carte.

(1) On a plus des unités "fermées" mais des unités "ouvertes" l'une sur l'autre.

(2) Avec le temps, les moyens, le quota d'analyses dont on disposait il n'était guère possible de faire mieux.

2.5.(15). Sols ferrallitiques fortement désaturés en(B) du groupe "rajeunis ou pénévolués" développés sur granites andringitréens et gneiss granitoïdes. (cf : 2me partie AMT 93 et 132).

2.5.(15).1. Morphologie

- Il nous est difficile, ici, de dégager des caractères généraux et ceci pour plusieurs raisons :

- 1 - les seules fosses qui ont pu être ouvertes sont celles correspondant aux deux profils analysés, AMT 93 et 132.
- 2 - Les sondages profonds à la tarière à main sont très difficiles à réaliser dans ces sols riches en gros débris de roche altérée.
- 3 - Les coupes naturelles (lavakas) sont inexistantes sur ces reliefs granitoïdes.

- On ne peut donc considérer la morphologie observée dans les profils AMT 93 et 132 comme absolument représentative de ces sols rajeunis sur granite ou gneiss granitoïde.

2.5.(15).2. Classification

AMT 93 - Il semble que l'horizon (B) soit représenté par l'horizon (25-55), horizon encore assez riche en matière organique mais correspond à la partie la mieux structurée de tout le profil. On voit alors que AMT 93 est à ranger dans la sous-classe des sols ferrallitiques fortement désaturés.

AMT 132 - L'horizon (B) ne peut être ici représenté que par l'horizon (25-75) et AMT 132 se range dans la même sous-classe que le profil précédent.

2.5.(15).3. Interprétations d'analyses

- Les caractéristiques physicochimiques de ces deux profils "rajeunis" sont assez analogues à celles des horizons supérieurs des profils "typiques" (développés sur le même type de roche) qui les environnent : pH fortement acide, somme des bases échangeables très faibles, capacité d'échange faible ou très faible, forte désaturation, rapports $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ assez bas. Ils portent ainsi, comme ces derniers sols et comme les autres sols "rajeunis", l'empreinte d'un climat passé plus humide. La proximité de la roche-mère de la surface se marque dans des réserves en bases plus élevées (Mg surtout) que dans les sols "typiques" environnants.

- Ces deux profils "rajeunis" se différencient des deux autres profils "rajeunis" déjà vus sur gneiss et migmatite, par des pH et des taux de saturation nettement plus bas, par des réserves en magnésium et potassium nettement plus faibles et par des teneurs en fer très inférieures. Ces différences sont en relation avec les différences déjà notées dans les compositions minéralogiques et structure des roches-mères. La relative faiblesse des teneurs en potassium dans ces sols "rajeunis" développés sur roches granitoïdes est cependant assez étonnante étant donné la richesse en feldspaths potassiques de ces roches.

2.5.(15).4. Répartition - Cartographie

Ce problème a déjà été envisagé lors de l'étude des sols "typiques" jaunes sur granite andringitréen et gneiss granitoïde (voir § 2.5.4.3. et 2.5.5.3.).

2.6. SOLS HYDROMORPHES

2.6.1. Généralités

- Sauf accidents locaux (horizons inférieurs de certains sols ferrallitiques des plateaux et cas très particulier des "dépressions fermées" qui va être ici examiné) toute l'hydromorphie du paysage se localise dans les bas-fonds des vallons et dans la partie basse des vallées alluviales.

- Les sols hydromorphes qui peuvent y être observés (ceux des cuvettes semi-fermées mis à part) sont assez peu variés dans leur morphologie et sont tous à ranger de par leurs teneurs en matière organique dans la sous-classe des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères. Ils sont presque toujours mis en rizière.

2.6.2. Sols à gley rencontrés dans les bas-fonds des vallons de recroisement récent (cf : 2^{me} partie, AIT 110 et 55)

2.6.2.1. Sols à gley profond (AIT 110)

- La plupart des sols hydromorphes reconnus dans ces bas-fonds au cours de multiples sondages se rattachent au type représenté par le profil AIT 110. Au sein d'un matériau argilo-limono-sableux et fortement micacé (migmatite S.SO altérée en place et remaniée par l'homme dans sa partie supérieure) apparaît très généralement la succession suivante d'horizons :

- Un horizon brun à gris-brun piqueté de taches rouilles se rencontre d'abord. On peut l'interpréter comme un gley réoxydé car ces profils sont totalement engorgés 4 à 5 mois de l'année.

- Un horizon de gley de teinte uniforme gris-bleu lui fait suite (niveau d'engorgement permanent).

- La migmatite altérée à structure litée très reconnaissable se rencontre immédiatement en-dessous.

...

- Sur les passées granitoïdes qui accidentent localement ces bas-fonds la morphologie est un peu différente : présence de cristaux de feldspaths peu altérés, teneur en argile plus élevée et richesse en micas plus faible.

- La profondeur à laquelle apparaît le niveau de gley dans le profil AMT 110 oblige à classer celui-ci dans les sols à gley profond, mais il est à peu près certain (nous n'avons pas cependant fait des mesures précises) que l'on doit pouvoir rencontrer localement des sols à gley peu profond et peut-être même des sols à amphigley développés sur le même matériau migmatitique.

- Les résultats de l'analyse de AMT 110 appellent les commentaires suivants :

- Le pH est très bas, sauf dans le niveau de gley. La teneur en matière organique est relativement faible, mais cette matière organique est bien humifiée. Le sol est riche en azote.

- La capacité d'échange et la somme des bases échangeables sont faibles à moyennes. Le niveau gleyifié apparaît appauvri en argile et en fer et désaturé (action d'une nappe en mouvement transversal).

- Les réserves en bases sont du même ordre que celles relevées pour les horizons de migmatite altérée sous sol ferrallitique (grande richesse en magnésium en particulier). Le rapport SI O₂/A₁₂ O₃ est assez élevé.

2.6.2.2. Sols à gley lessivés (AMT 55)

2.6.2.2.1. Présentation

- Très localement, sans que rien ne les signale dans le paysage, des profils du type AMT 55 ont pu être repérés. Quoique formés sur la même roche-mère que les sols précédents ces profils se différencient nettement de ceux-ci par leur morphologie et leurs caractéristiques physicochimiques qui témoignent d'un degré d'évolution nettement plus élevé (épais horizon organique, lessivage, micas en profondeur seulement).

- Le profil AMT 55 n' a pu être qu'incomplètement analysé ; on voit ainsi que, faute de données sur les horizons situés en-dessous du niveau (70-100), on ne peut affirmer que cet horizon, nettement plus riche en argile, bases, et fer que les horizons qui le surmontent, soit un niveau d'accumulation absolue. Il apparaît cependant comme tel sur le terrain (texture nettement plus argileuse que les matériaux qui l'encadrent) au sein d'un matériau visiblement en place sur la roche-mère. Il semble donc que l'on puisse parler d'un véritable lessivage (et non appauvrissement) des horizons supérieurs de ce profil avec accumulation corrélative dans l'horizon (70-100).

2.6.2.2.2. Interprétation

- Ces sols à gley lessivés ne semblent pas être en équilibre avec le milieu actuel et ceci pour plusieurs raisons. Une première est que l'épaisseur de l'horizon organique de surface est sans rapport avec la végétation qui les surmonte actuellement. Les nombreux débris de racines que renferme la partie supérieure semblent correspondre à une végétation différente de l'actuelle et aujourd'hui disparue. Une deuxième est que cet horizon organique de surface s'érode actuellement (aux alentours du profil 55 on peut voir l'horizon lessivé apparaître en surface). Une troisième, essentielle, est que de tels profils ont pu être retrouvés, très localement, enterrés, fossilisés, sous des dépôts colluviaux récents ; Ex : bas-fonds situés au pied Sud de l'"Androka", en bordure de la RN 7 (non loin de AMT 50). Cette dernière observation recoupe celles dont il sera fait état plus loin à propos des sols hydromorphes sur alluvions récentes ; une interprétation d'ensemble sera alors proposée.

2.6.2.3. Cartographie

- A l'échelle de notre carte une cartographie détaillée des différents types de sols hydromorphes évoqués plus haut n'était guère possible ; elle aurait de toute façon demandé un nombre de sondages prohibitif en regard du temps que nous pouvions consacrer à l'étude de cette hydromorphie.

L'ensemble des sols hydromorphes de ces bas-fonds a donc été cartographié en complexe (complexe n° 10).

2.6.3. Sols à gley et amphigley rencontrés sur alluvions récentes dans les basses vallées alluviales. (cf : 2^{me} partie AMT 147 et 61)

- Sur les alluvions récentes limono-argilo-sableuses qui bordent les cours d'eau permanents ("baibohos"), là où la topographie favorise le rapprochement de la nappe de la surface (cuvettes de débordement allongées en arrière des bourrelets de berge), peuvent être observés des sols à gley plus ou moins profond qui dans l'ensemble se rattachent aux types représentés par les profils AMT 61 et 147. Ces sols hydromorphes ont été cartographiés en complexe avec les sols peu évolués développés sur le même matériau alluvial. (complexe n° 11 de la légende)M.

- Le profil AMT 147 est à classer dans le groupe des sols à amphigley, sous-groupe à battement de nappe de forte amplitude, de par l'épaisseur du pseudogley surmontant le niveau d'engorgement permanent. Les caractéristiques chimiques de ce profil sont un peu différentes de celles de AMT 110 (S,T,SiO₂/Al₂O₃ plus élevés et réserves en Mg et K plus fortes). Ceci est surtout à relier au fait que AMT 110 s'est développé sur la partie supérieure encore assez ferrallitisée de l'horizon d'altération des migmatites S.SO, alors que le matériau sur lequel est développé AMT 147 est surtout issu de la partie profonde, certainement moins ferrallitisée et lixiviée, de cet horizon. Le profil AMT 61 n'a pu être analysé ; la faible profondeur à laquelle s'y rencontre le niveau de gley justifie sa place dans la classification.

Des sols à gley profond existent aussi probablement, localement, dans ces cuvettes de débordement mais nous n'avons pu les mettre en évidence.

- Le principal intérêt de ces deux profils réside dans le fait que l'on peut y observer, enfoui sous le dépôt alluvial récent micacé et gleyifié, des horizons visiblement riches en matière organique témoignant de l'existence passée en ces lieux de sols hydromorphes beaucoup plus évolués que ceux sous lesquels ils sont actuellement fossilisés (sols

humiques à gley ou peut-être même : sols tourbeux). L'horizon organique prélevé au niveau (210-250) lors de l'ouverture du profil AMT 147 a pu être soumis (1) à une datation ^{14}C (2) ; l'époque d'enfouissement se situerait à : moins 600 ans \pm 60.

- Ces observations, jointes à celles, rapportées plus haut, qui ont pu être effectuées dans les bas-fonds des vallons, conduisent en définitive à admettre que dans un passé assez récent les basses vallées alluviales et les bas-fonds de cette cuvette étaient en partie ou totalité recouverts de sols hydromorphes évolués dont l'enfouissement ou l'érosion (suivant les points) ne peut avoir été provoqué ultérieurement que par une Brusque et intense vague d'érosion (3). Quand on sait que, pour l'essentiel, les alluvions qui fossilisent ces horizons organiques sont issues des "lavakas" de la région et que la genèse de ces "lavakas" nécessite un ruissellement intense des eaux pluviales, il semble alors que l'origine de cette vague d'érosion doive être recherchée dans la disparition en ces lieux d'un couvert végétal qui jusque là tenait bien les sols (lequel ?) La datation précédente, qui place le début de cette vague d'érosion en deçà des limites couramment admises pour le début de la colonisation de l'île par l'homme, porte à penser que celui-ci ne serait pas étranger à cette disparition (brûlis). L'action de l'homme serait ainsi à l'origine de la destruction d'un certain équilibre (4) sol-végétation-climat qui depuis n'a pu se reconstituer.

...

-
- (1) Nous remercions F. BOURGEAT à qui nous devons d'avoir pu bénéficier de cette datation. Des datations effectuées sur les hauts plateaux dans des profils analogues confirment cet âge.
- (2) Datation effectuée au Laboratoire des faibles radioactivités de Grif-sur-Yvette sous la direction de Mme DELIBRIAS.
- (3) Etant donné l'épaisseur importante des dépôts accumulés en un bref laps de temps.
- (4) Probablement "métastable".
-

2.6.4. Les "dépressions fermées" (1)

2.6.4.1. Observations

- Il s'agit de sortes de cuvettes de forme circulaire, elliptique, ou "en croissant" plus ou moins régulier, généralement de faible extension (10 à 30 m) et de faible profondeur (50 cm à 2m). Elles sont bien circonscrites, ont des flancs abrupts et un fond généralement très plat avec une très faible pente aval. Leur rebord supérieur est à peu près à niveau avec la surface topographique environnante (un peu plus haut parfois) (2). Elles sont remplies d'eau à la saison des pluies et sont fréquemment mises en rizières.

- Outre une position dans le paysage et un substrat totalement différents, ces dépressions diffèrent des cuvettes "semi-fermées" déjà étudiées plus haut par :

- des dénivellations très inférieures (d'où le terme de "dépressions").
- un allongement suivant l'axe de plus grande pente.
- une symétrie parfaite par rapport à cet axe d'allongement.
- un exutoire aval en général peu marqué et nettement perché par rapport au fond de la dépression (d'où le terme de "fermées").

- Elles ne semblent pas liées à un quelconque type de sol.

Elles sont, certes, plus fréquentes sur les grandes étendues plus ou moins planes à sols rouges ou jaunes "pulvérulents", mais on les rencontre également sur des sols "rouges structurés", sur des sols jaunes, sur gneiss granitoïde, etc ...

...

(1) Ces "dépressions fermées" ne semblent pas différer sensiblement des "cuvettes" observées plus au Nord dans le moyen-ouest malgache. (communication orale de F. BOURGEAT).

(2) Rien ne signale ainsi leur présence dans le paysage de sorte qu'il faut vraiment "tomber dessus" pour les voir.

La seule règle de répartition que nous ayons pu entrevoir est :

1 - qu'elles se localisent préférentiellement sur les crêtes d'interfluves.

2 - et qu'on les rencontre assez souvent, perchées par rapport au bas-fond actuel, à la tête des vallons de recroisement récent (1). On a également pu remarquer qu'elles sont d'autant plus profondes que haut perchées dans le paysage.

- Les sols à la périphérie de ces cuvettes sont jaunés dans leur partie supérieure (les sols rouges "structurés" deviennent ainsi des jaunes "structurés" et les rouges "pulvérulents" des jaunes "pulvérulents") sans que rien d'autre ne change apparemment dans leur morphologie. Le phénomène ne se remarque évidemment pas quand la dépression est localisée sur des sols déjà jaunés pour d'autres raisons. Le lessivage du fer (blanchiment) est intense aux abords immédiats de ces dépressions (s'agit-il d'une action actuelle ou passée ?).

2.6.4.2. Interprétation

- Une première idée vient à l'esprit pour expliquer le genèse de ces dépressions : il s'agirait de petites excavations réalisées par l'érosion en arrière de seuils rocheux (B. LE BUANEC, 1967).

Une seule parmi toutes les "dépressions fermées" observées est justiciable d'une telle interprétation (lame de granite migmatitique du château d'eau d'Ambalavao, à 50 m au Nord de AMT 121). Cette interprétation ne peut certainement pas être retenue pour les autres dépressions et en particulier pour celles développées sur les grandes étendues migmatitiques (les migmatites S.SO ne renferment que très peu de noyaux granitiques).

- Une autre explication restait donc à trouver. Le problème de la genèse de ces dépressions n'a malheureusement pu être abordé (faute de temps) qu'à l'occasion d'un seul sondage (AMT 143). Au vu de ce profil, il semble que :

- la stone-line remonte en surface au niveau de ces dépressions. ...

(1) Il semble alors qu'elles représentent les restes d'anciens axes hydrographiques (remarque déjà faite sur les hauts plateaux par HOTTIN, F. BOURGEAT et M. PETIT).

- ces dépressions soient cuirassées à faible profondeur.
 - des niveaux organiques y soient enfouis en profondeur.
- On ne se risquera évidemment pas à bâtir une théorie sur cette seule observation. Disons simplement que la région d'Ambalavao paraît être une région de choix pour une étude détaillée de ces curieuses "dépressions fermées" et que cette étude vaudrait la peine d'y être entreprise. Ajoutons qu'à notre avis le genèse de ces dépressions est probablement en relation avec des actions d'érosion et d'altération réalisées sous un climat et une végétation différents de ceux observables de nos jours dans cette région.

Cartographie

- On s'est simplement contenté de repérer ces "dépressions fermées" en indiquant par deux lignes concentriques les limites du fond de la dépression et les limites de l'auréole de jaunissement périphérique(1). Classer les sols hydromorphes centraux et les sols jaunes périphériques n'était guère possible, en effet, étant donné le temps et le quota d'analyses disponibles. Ce travail n'a donc pas été fait.

(1) Lorsque cette auréole n'apparaissait pas clairement, seul le bas-fond hydromorphe a été représenté.

2.7. Utilisation des sols

2.7.1. Introduction

- On se limitera à quelques appréciations générales. Des données plus précises pourront être trouvées dans les publications déjà citées de J. RIQUIER (1958), J. VIEILLEFON (1959), J. KILIAN (1963), B. LE BUANEC (1968)

- Les sols rencontrés dans la zone prospectée peuvent être répartis, quant au problème de leur mise en valeur, en cinq unités régionales qui vont être successivement analysées. Ce sont :

- 1 - Les basses vallées alluviales
- 2 - Les bas-fonds des vallons
- 3 - Les flancs des vallons
- 4 - Les versants des reliefs résiduels
- 5 - Les plateaux.

2.7.2. Les basses vallées alluviales

- Les lambeaux alluviaux bien drainés (sols peu évolués d'apport de type "baiboho") sont actuellement utilisés ⁽¹⁾ pour la culture du tabac et, à un degré moindre, pour celle de l'arachide et du manioc ; d'autres cultures vivrières sont également implantées sur ces sols.

Les cuvettes alluviales hydromorphes sont systématiquement mises en rizières. Le riz étant indispensable à l'alimentation d'une population de plus en plus nombreuse et le tabac constituant une culture de bon rapport pour les paysans, le mode de mise en valeur de ces sols alluviaux semble à première vue assez satisfaisant.

- Les façons culturales sont cependant assez artisanales. Elles semblent malheureusement devoir le rester car la topographie tourmentée de ces dépôts alluviaux, leur faible extension et les risques d'inondation constituent autant d'obstacles majeurs à une mécanisation poussée de l'agriculture dans ce secteur.

...

(1) En culture pluviale ou de décrue.

2.7.3. Les bas-fonds des vallons

- Ils sont en quasi-totalité mis en rizières et la riziculture constitue certainement le meilleur mode de valorisation de ces sols hydro-morphes étant donné les besoins alimentaires des populations locales. On pourrait encore installer, à peu de frais, dans les zones les plus marécageuses (débouché des vallons sur les cours d'eau permanents et amont de certaines barres rocheuses) des petits étangs voués à la pisciculture. Les produits de cette pisciculture (tilapia) pourraient constituer à l'avenir un appoint alimentaire non négligeable.

2.7.4. Les flancs des vallons

- Ils ne sont guère utilisés actuellement qu'à la tête des vallons (et au niveau du raccord flanc-bas-fond) pour la "culture" de quelques bananiers, manguiers, citronniers, orangers, pamplemoussiers et goyaviers.

- On pourrait songer à étendre et améliorer cette arboriculture fruitière. La partie inférieure des flancs des vallons (dépôts colluviaux anciens mis à part) constitue une zone favorable à ces cultures arbustives (fraîcheur des profils en saison sèche et abri du vent). Le climat est également assez favorable à ce genre de cultures (fort ensoleillement). Les plantations ne devraient être faites que sur des banquettes préalablement aménagées à cet effet étant donné l'intensité de l'érosion sur ces pentes. Pour limiter cette érosion, génératrice de lavakas, un réembrousaillement des flancs des vallons devrait être dès maintenant pratiqué partout où la spéculation précédente ne peut être envisagée.

2.7.5. Les versants des reliefs résiduels (1)

- Quels que soient les types de sols qui les recouvrent ces zones sont à reboiser de toute urgence étant donné la forte érosion à laquelle elles sont soumises. Ce travail a déjà été en partie entrepris (pin d'Indochine et Eucalyptus). Il paraît éminemment souhaitable qu'il soit pour-

...

(1) Lames de migmatites granitoïdes, lames de granite andringitréen, massif du Vohitrakanga, bordure Est et Nord de la cuvette.

suivi et, également, qu'une meilleure protection des jeunes plants soit assurée.

2.7.6. Les plateaux

- Cette unité englobe les grandes étendues planes à faible pente ($< 10\%$) garnies de sols rouges ou jaunes pulvérulents et actuellement livrées au pâturage extensif des boeufs ; on peut y rattacher les lambeaux d'alluvions anciennes encore peu disséqués par l'érosion. L'intensité de l'érosion n'est pas ici telle que l'on soit amené à prescrire d'urgence un reboisement ; d'autres spéculations peuvent être envisagées. Quelles que soient celles-ci un certain nombre de recommandations très générales doivent être formulées.

Recommandations

Fumure - Ces sols sont très désaturés, au moins dans leur partie supérieure, et les réserves en potassium et calcium y sont toujours très faibles. Les pH sont presque toujours fortement acides. Les teneurs en azote, en général, correctes dans les 20 centimètres supérieurs, sont ensuite nettement insuffisantes. On peut raisonnablement supposer en outre (étant donné la nature de la roche-mère et le degré d'évolution) que ces sols sont carencés en phosphore et soufre ; certaines carences en oligoéléments sont également possibles. Ces diverses déficiences devront être corrigées par une fumure ad-hoc dès la première mise en culture (1) et des apports réguliers d'engrais, adaptés aux exportations réalisées par les cultures que l'on aura implantées, devront être par la suite effectuées ; faute de quoi ces sols ne fourniront jamais de rendement vraiment rémunérateur et seront voués à un épuisement rapide.

Façons culturales - Si les 20 centimètres supérieurs de ces sols présentent une structure convenable celle-ci devient ensuite très massive. On peut ainsi craindre que se forment des semelles de labour. La pratique du sous-solage est donc fortement recommandée. Pour limiter au maximum l'érosion en nappe les cultures devront être faites en courbes de niveau

...

(1) Des tests en pots de cultures devraient être réalisés car l'analyse n'indique pas tout.

et si possible en "bandes alternées". Lors d'éventuels travaux de planage on aura intérêt à ne pas éliminer totalement les 20 ou 30 centimètres supérieurs, généralement mieux pourvus en matière organique et en bases que le reste du profil.

Dynamique de l'eau - Il serait souhaitable de connaître de façon plus précise qu'actuellement le bilan hydrique de ces sols (cf : 1ere partie - § Climat) afin de définir au mieux leur vocation culturale. Ceci nécessiterait, entre autres, l'installation dans cette région de postes météorologiques plus complets que ceux dont elle dispose actuellement.

Cultures possibles

- On ne peut proposer de cultiver que ce que les agriculteurs locaux sont capables de cultiver et que ce que l'on peut vendre. Dans cette région vouée de longue date à l'élevage des boeufs, une des premières choses à faire serait donc d'améliorer les pâturages existants. L'installation de prairies mixtes graminées-légumineuses, outre leur intérêt pour l'élevage du bétail, permettrait d'enrichir les sols en azote et d'améliorer leur structure en surface. Derrière ces prairies artificielles d'autres cultures pourraient être conduites.

Arachide - Il faudra autant que possible la cultiver avec d'autres plantes en couverture pour limiter l'érosion (sol mis à nu durant de longues périodes); le manioc conviendrait par exemple assez bien comme plante antiérosive.

Soja - Cette culture devrait bien réussir dans cette région et mériterait d'être introduite car si cette plante ne fournit qu'assez peu d'huile elle fournit par contre un très bon tourteau bien équilibré, riche en lysine, indispensable à l'élevage de porcs ou de volailles à hautes performances.

Riz de colline - Pour faire face à l'accroissement démographique des essais devraient être tentés car les bas-fonds sont actuellement en quasi-totalité aménagés et les possibilités d'accroissement des rendements ne sont pas illimitées. Un manque d'eau pendant la période végétative est ici à craindre.

Maïs-Coton - Etant donné l'irrégularité des pluies la mise en oeuvre de ces cultures semble liée à l'installation d'un réseau d'irrigation (sans parler des problèmes de défense sanitaire et d'encadrement des agriculteurs ...)

Signalons enfin que la vigne semble fort bien s'accomoder de ces sols "rouges pulvérulents" mais, comme partout ailleurs, des attaques de mildiou sont à craindre les années humides.

3me PARTIE

INTERPRETATION PEDOGENETIQUE D'ENSEMBLE

ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

3.1. INTERPRETATION PEDOGENETIQUE D'ENSEMBLE

- Un des traits pédologiques le plus caractéristique de la région d'Ambalavao consiste en la présence, dans la plupart des sols qui la recouvrent, d'une nappe de gravats ou "stone-line", souvent enfouie à assez grande profondeur. Cette nappe de gravats, mince (quelques centimètres à 30 cm d'épaisseur), monominérale (cailloux anguleux de quartz presque exclusivement) et assez continue, constitue une sorte de voile souterrain assez bien adapté dans l'ensemble à la topographie actuelle.

- La mise en place de cette stone-line pose un problème dont la solution ne semble pouvoir être, ici, fournie que par la théorie de "l'inversion des matériaux" ou du "retournement" proposée par P. SEGALEN (P. SEGALEN, 1969). On se rappelle qu'une remarquable continuité de passage a été observée dans cette région entre des sols remaniés (sols rouges ou jaunes "pulvérulents"), d'une part, et des dépôts d'alluvions anciennes, d'autre part. Ce fait d'observation, qui constitue la preuve que la mise en place de la stone-line est étroitement liée, ici, à des actions d'érosion réalisées au cours d'une phase climatique sèche, permet d'éliminer les théories "autochtonistes" parfois avancées pour expliquer la genèse des stone-line ("Différenciation in situ" et "Recouvrement termitique"). Comme les matériaux recouvrant la stone-line (sols "rouges pulvérulents") n'ont apparemment subi que très peu de transport (tous les quartz sont des "non usés") et comme la parenté chimique est toujours grande entre les matériaux situés sur et sous la stone-line, il semble en définitive que seule la théorie proposée par P. SEGALEN permette de rendre compte, de façon satisfaisante pour l'esprit, de la totalité des observations effectuées.

- La succession des phénomènes aurait ainsi été la suivante. Dans un passé assez lointain et à une époque qui reste à déterminer, alors que la région était depuis longtemps soumise à un climat beaucoup plus humide que l'actuel (cf : présence de gibbsite dans les matériaux remaniés et grande puissance de l'horizon d'altération des migmatites S.SO) (1), un assèchement assez brutal du climat a dû se produire. La couverture végétale dense qui jusque là recouvrait les sols et les préservait d'une érosion en masse a dû alors disparaître et une falaise d'érosion reculant des axes de drainage vers les hauteurs de commandement de la région (lames de migmatite granitoïde ou de granite) a alors balayé tout le paysage (2). Au fur et à mesure que cette falaise reculait, se réalisait à ses pieds, sur les replats d'érosion qui la bordaient, l'enfouissement, par les produits de l'érosion des sols, des cailloux de quartz épandus à la surface de ces replats (nappe de gravats éluviale issue du fauchage des filons de quartz inclus dans la roche-mère). Corrélativement, des dépôts alluviaux, dans les vallées, et colluviaux (?), dans les bas-fonds, étaient alors mis en place. (les apports terrigènes étaient alors très importants). C'est au cours de cette grande phase de remaniement qu'ont dû se dégager définitivement les reliefs résiduels parsemant la cuvette (lames de migmatites granitoïdes (3) et dômes de granite andringitréen) et se façonner les grandes étendues planes observables à leur pied. L'acquisition d'un caractère pulvérulent par les sols de cette région daterait également de cette époque (pactisation massive des hydroxydes de fer sous un climat devenu plus sec).

...

-
- (1) C'est au cours de cette phase humide (fin du tertiaire d'après F. BOURGEAT), sous un couvert végétal dense (forêt ombrophile sans doute), que l'alvéole d'érosion d'Ambalavao a dû se dégager à la suite d'un abaissement continu du niveau de base des rivières.
 - (2) Comme la stone-line ne renferme pas, dans cette région, de débris de cuirasse, il faut admettre que le maintien de cette falaise d'érosion était assuré par la simple cohésion des sols (ce qui est tout à fait plausible).
 - (3) La stone-line remonte progressivement vers la surface sur les flancs de ces lames, puis disparaît des profils au voisinage du sommet. Doit-on considérer cette disposition comme congénitale ou doit-on y voir l'effet d'actions érosives réalisées postérieurement au remaniement (auquel cas un recouvrement sur stone-line aurait pu autrefois exister sur le sommet des lames) ? Le problème reste encore posé...

- La question se pose de savoir si la troncature des sols, par la falaise d'érosion en mouvement dont nous parlions précédemment, s'est effectuée ou non jusqu'à la roche-mère. Si on se limite à la simple observation de profils tels que ceux fournis par les sols "rouges pulvérulents", il semble, à première vue, que la succession des horizons rouges structurés rencontrés dans ces sols sous la stone-line puisse correspondre aux restes fossilisés d'un ancien sol incomplètement tronqué lors de la mise en place de la stone-line. Cette hypothèse ne peut plus guère être soutenue après observation de certaines toposéquences (telle que celle représentée sur la planche n° 11) qui révèlent une remarquable constance dans les caractères de ces horizons sous stone-line (sols sur migmatite S.50) quelle que soit la position topographique où l'on se trouve. La seule hypothèse qui rende compte de toutes les observations effectuées consiste à admettre que la stone-line a été mise en place à même la roche-mère plus ou moins altérée et que postérieurement à cette mise en place, sous un climat dont on va essayer de préciser les caractéristiques, s'est effectuée sous la stone-line une pédogénération de la roche.

- Quelles étaient donc les caractéristiques du climat responsable de cette néopédogenèse ?

Si l'on se reporte aux déterminations minéralogiques effectuées sur le profil AIT 125, il ne semble pas qu'il ait pu être plus humide, qu'il ait pu avoir une "énergie pédogénétique" supérieure, au climat précédent le remaniement, car aucune évolution verticale dans la minéralogie des matériaux pulvérulents reposant sur la stone-line n'a été décelée. Mais il était certainement plus humide que le climat actuel. Cette affirmation s'appuie moins sur la présence de gibbsite dans les horizons rouges structurés situés sous la stone-line (cette gibbsite peut être héritée de la pédogénèse ferrallitisante antérieure) que sur la nature du modelé des vallons de recrussement récent, la morphologie des horizons rouges structurés et le fait que tous les profils ferrallitiques de la région sont fortement désaturés

dans leur partie supérieure. C'est au cours de cette nouvelle phase climatique humide, sous un couvert végétal probablement dense, qu'auraient été engendrés tous les sols à faciès "structuré" rencontrés dans la région et réalisé le recroisement des talwegs et des vallées alluviales.

- Il semble que le climat se soit, par la suite progressivement asséché (1) jusqu'à devenir ce qu'il est de nos jours. Une couverture végétale dense, en état d'équilibre instable avec le climat a dû certainement subsister sur la région jusqu'à l'époque historique. Elle aurait brutalement disparu il y a 600 ans (probablement parce que l'homme l'a brûlée) et sa disparition a entraîné le développement sur cette région d'une vague d'érosion assez catastrophique qui se poursuit encore actuellement.

- L'action du climat actuel sur des sols déjà marqués par des climats d'énergie pédogénétique très supérieure à la sienne est difficile à cerner. Ce climat n'est probablement plus ferrallitisant (cf : présence de sols bruns eutrophes sur les flancs des lames de pyroxénite) ; les horizons massifs et cohérents supérieurs des sols ferrallitiques de cette région (sols rouges et jaunes "pulvérulents" surtout) pourraient alors être interprétés comme correspondant à une dégradation superficielle et actuelle du matériau ferrallitique sous l'action d'un climat plutôt ferruginisant (2). En fait, les seules actions que l'on puisse rapporter, dans l'état actuel de cette étude, avec quelque sûreté, au climat actuel sont essentiellement des actions d'érosion.

...

(1) Il est possible qu'une variation climatique intermédiaire dont les témoins en seraient les sols à faciès "jaune/rouge" et les cuvettes "semi-fermées" observées en tête de talweg, ait eu lieu, mais il est difficile d'en affirmer l'existence.

(2) Certains types de concrétionnement rencontrés dans ces sols et certains phénomènes d'appauvrissement en fer de leurs horizons supérieurs seraient également justiciables de la même interprétation.

- Il apparaît en définitive que cette cuvette d'Ambalavao présente une histoire complexe marquée par une alternance de phases d'équilibre puis de déséquilibre "sol-végétation-climat" (1) que l'on peut rapporter à la venue sur cette région de climats plus humides et plus secs que celui auquel elle est de nos jours soumise. C'est essentiellement à partir de l'analyse et de l'observation de sols que cette histoire a pu être partiellement reconstituée. Ces sols sont tout à fait remarquables et ce n'est pas, à notre avis, un des moindre mérite de la pédologie que de permettre parfois cette plongée dans le passé ...

(1) Phases de biostasie et de rhexistasie dans le cadre de la terminologie d'Erhart (H.ERHART, 1967).

3.2. PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Au hasard des observations et analyses présentées dans la 1ère partie de ce rapport, un certain nombre de problèmes ont été soulevés. L'étude de certains d'entre eux mériterait, semble-t-il, d'être poussée plus avant.

Phénomènes d'altération

1. Dans les sols ferrallitiques développés sur migmatite nous avons chaque fois rencontré, au-dessus de la roche-mère altérée à structure reconnaissable, des horizons limono-argilo-micacés dont les propriétés physicochimiques sont fort différentes d'un profil à l'autre, alors que la morphologie de ces horizons ne varie guère (1). Ces propriétés semblent témoigner de degrés de dégradation variables pour les micas. Il serait extrêmement intéressant de préciser dans chaque cas, par une étude minéralogique soignée, le type de dégradation auquel on a affaire et de chercher les relations pouvant exister entre les conditions actuelles, ou passées, du milieu et les types d'altération que l'on aura ainsi définis (2).

2. Il importe également de savoir si oui ou non la ferrallitisation se poursuit actuellement dans cette région, sous des conditions climatiques qui sont à la limite de celles couramment admises pour qu'elle se réalise. La réponse à cette question devrait pouvoir être fournie, en particulier, par une étude minéralogique détaillée de profils d'altération prélevés au contact des roches-mères (si possible dans des conditions de drainage diverses). On a vu que sur roches basiques (flancs des lames de pyroxénite) la ferrallitisation ne semble plus se faire actuellement mais ceci n'exclut pas qu'il puisse encore se produire, de nos jours,

sur roche
...

(1) De telles observations ont déjà été effectuées sur les hauts plateaux par F. BOURGEAT (thèse à paraître).

(2) Nous espérons pouvoir bientôt entreprendre cette étude.

acide, une ferrallitisation limitée. Sur ce type de roche et sous profil ferrallitique, le contact du manteau d'altération avec la roche-mère saine n'a pu être observé que sur des roches granitoïdes (sur migmatite S.SO). L'épaisseur de roche altérée est telle qu'il paraît exclu, sauf forages très profonds, de pouvoir observer un jour le passage à la roche saine). L'étude de quelques profils d'altération prélevés sur granite est actuellement en cours.

Phénomènes de jaunissement

Ils sont particulièrement importants dans la région et affectent des sols assez différents. Il serait intéressant de vérifier dans chaque cas, en dosant le fer amorphe par la méthode SECALEN dans les horizons jaunes et les horizons rouges, que la teinte jaune se relie chaque fois à une dominance de la goethite sur le fer amorphe.

Phénomènes de concrétionnement et cuirassement

Divers types de concrétions ou ségrégations ont été observés dans les sols ferrallitiques de la région. Il serait intéressant de mieux les définir que nous n'avons pu le faire (plaques minces, analyses chimiques totales, ...) afin d'essayer de conclure quant à leur origine (doit-on les rattacher à des actions climatiques ou biotiques, et ces actions sont-elles actuelles ou passées ?).

Le problème posé par les cuirassements observés dans les sols "rouges pulvérulents" et, à travers lui, celui des mouvements du fer dans ces sols, mériteraient également d'être abordés.

Micromorphologie

Les techniques d'études propres à la micromorphologie, appliquées à des sols complexes tels que les sols "rouges pulvérulents", permettraient, probablement, de préciser la nature des actions subies par ces sols, actuellement et par le passé, et d'atteindre ainsi à une meilleure compréhension de la pédogenèse du lieu.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.). Cours de Pédologie générale ORSTOM. 1966-67
(document non publié)
- AUBERT (G.). Observations sur la classification des sols ferrallitiques.
Cah. ORSTOM, ser. Pédol., Vol. IV, n° 4 - 1966.
- AUBERT (G.) et SEGALIN (P.). Projet de classification des sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM. Ser. Pédol., Vol. IV, n° 4 - 1966
- BIROT (P.). Contribution à l'étude morphologique des "plateaux" du centre de Madagascar. Revue de Géographie n° 3 Université de Madagascar - Tananarive, 1963.
- BOURGEAT (F.) et PETIT (M.). Les lavaka malgaches : un agent naturel d'évolution des versants. Bull. Assoc. Géog. Français - Mars-Avril 1965.
- BOURGEAT (F.) et PETIT (M.). Les "stone-lines" et les terrasses alluviales des hautes terres malgaches. Cah. ORSTOM, ser. Pédol., Vol. IV, n° 2, 1966.
- BOURGEAT (F.), HERVIEU (J.) et RIQUIER (J.). Présentation de quelques profils de sols ferrallitiques. Etude du milieu pédogénétique dans les environs de Tananarive. Coll. UNESCO, 1964. ORSTOM. I.R.S.M.
- BUSSE (J.F.). Horizon d'altération dans les migmatites granitoïdes. Station hydrogéologique d'Andramasina. C.R. Semaine Géologique de Madagascar - 1964.
- CAILLERE (S.) et HENIN (S.). Minéralogie des argiles. Masson et Cie-Paris, 1963.

BIBLIOGRAPHIE (suite)

- CHANTRAINE (J.). Etude géologique de la feuille Ambalavao N 54. Republika Malagasy. Rapport annuel du Service Géologique, 1968.
- CHATELIN (Y.). Influence des conceptions géomorphologiques et paléoclimatiques sur l'interprétation de la genèse et la classification des sols ferrallitiques d'Afrique Centrale et Australe - Cah. ORSTOM, ser. Pédol., Vol V, n° 3 - 1967.
- DUVERGE (P.). L'indice d'aridité à Madagascar. Service météorologique de Madagascar - publication n° 18, Spet. 1949.
- ERHART (H.). La genèse des sols en tant que phénomène géologique. Masson et Cie. Paris, 1967.
- FOURNIER (F.). Cours ORSTOM sur l'érosion des sols, 1967 (document non publié).
- FOURNIER (F.). Climat et érosion. P.U.F. Paris 1960.
- HENIN (S.), FEODOIOFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.). Le profil cultural, principes de physique du sol - S.E.I.A. Paris 1960.
- HERVIEU (J.). Les plaines de la Zomandao et de Ranotsara .
Recherches sur l'aménagement du relief et l'évolution des sols à Madagascar dans le cadre d'unités géomorphologiques. Cah. ORSTOM, sér, Pédol., n° 3 - 1963.
- HERVIEU (J.). Sur les témoins d'un remblaiement ancien dans la moyenne vallée du Mangoky. Revue de Géog. n° 4. Université de Madagascar, Tananarive - 1964.

BIBLIOGRAPHIE (suite 2)

- HERVIEU (J.). Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. Les facteurs de sédimentation continentale, les produits de l'érosion, les sols alluviaux sur le versant occidental de Madagascar - Thèse Sciences, ORSTOM, Paris, 1966.
- HERVIEU (J.). Géographie des sols malgaches. Cah. ORSTOM, sér Pédol., Vol. V, n° 1 - 1967
- KILIAN (J.). Etude des sols cultivés en tabac dans la région d'Ambalavao, I.R.A.F. Madagascar - 1963.
- LE BUANEC (B.). Etude pédologique d'un périmètre de la Sakay. Rapport de stage, élève 2^{me} année ORSTOM. Document n° 182, IRAM, Madagascar, 1967.
- LENEUF (N.). Exposé introductif sur le processus de lessivage dans les sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM, sér Pédol., Vol. IV, n° 4 - 1966.
- MAIGNIEN (R.). Intensité de la ferrallitisation; caractérisation des différents stades. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. IV, n° 4 - 1966.
- MAIGNIEN (R.). Induration des horizons des sols ferrallitiques. Caractérisation des différents stades. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. IV, n° 4 - 1966.
- MOINE (B.). Etude géologique et prospection de la feuille de Fianarantsoa (coupure spéciale). Tr. Bur. Géol. Madagascar, n° 116 - 1963.

...

BIBLIOGRAPHIE (suite 3)

- MOUREAUX (C.) et TERCINIER (G.). Carte des valeurs du coefficient de Meyer à Madagascar. Mémoires IRSM. Série D, Tome V. Tananarive, 1963.
- PEDRO (G.). Cours ORSTOM de minéralogie des Argiles - 1966-1967 (document non publié).
- PEGUY (Ch.P.). Précis de climatologie - Masson et Cie, Paris - 1961.
- RIQUIER (J.). Etude sur les lavaka. Mémoires IRSM, Série D. Tome VI. Tananarive - 1954.
- RIQUIER (J.). Notice explicative de la carte d'utilisation des sols d'Ambohimandroso. District d'Ambalavao. Mémoires IRSM. Série D. Tome VII - 1956.
- RIQUIER (J.). Le bilan hydrique des sols calculé d'après les données météorologiques courantes. Service géologique de Madagascar. Tananarive - 1959.
- RIQUIER (J.). Définition et classification des sols ferrallitiques, de Madagascar. Cah. ORSTOM, ser. Pédol., Vol. IV, n° 4 - 1966.
- SEGALEN (P.). Cours ORSTOM de pédochimie - 1966-67 (document non publié).
- SEGALEN (P.). Altération des minéraux primaires, synthèse des minéraux secondaires au cours de la ferrallitisation. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. IV, n° 4 - 1966.

...

BIBLIOGRAPHIE (suite 4)

- SEGALEN (P.). Le processus de ferrallitisation et ses limites .
Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol.IV, n° 4 - 1966.

- SEGALEN (P.). Le remaniement des sols et la mise en place de la stone-
line en Afrique . Cah. ORSTOM, sér. Pédol., Vol. VII, n° 1,
1969.

- VIEILLEFON (J.). Notice sur la carte d'utilisation des sols. Feuille de
la Mananantanana. I.R.S.M. Tananarive, 1959.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE TANANARIVE

SOLS ET PEDOGENESE DANS LA CUVETTE

D'AMBALAVAO

Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance au 1/50.000°

2ème Partie : Profils types - Analyses.

par F. SOUBIES

Elève 2ème Année ORSTOM

TANANARIVE - 1969

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET
TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE DE TANANARIVE

" SOLS ET PEDOGENESE DANS LA CUVETTE

D. D'AMBRÁVÃO "

Notice explicative de la carte pédologique
de reconnaissance au 1/50.000^{ème}

2me Partie : Profils types - Analyses

Par F. SOUBIES
Elève de 2me Année - ORSTOM
TANANARIVE 1969

ERRATA - 2me partie

Corriger "matériel" en "matériau" :

p 21.1 21/ p25 1.18/ p.30 1.10/ p.311.7
p 35.1.14,16,17/ p.39 1.28,31/ p.50 1.5
15/ p.67 1.15/ p.77 1.15,27/ p.100 1.19
p.101 1.10/ p.106 1.21/ p.111 1.7/
m.114 1.13/ p.116 1.22/ p.119 1.3 -

p.3 1.20 : supprimer la virgule après
"rouille" et "granitoïdes"

p.4 1.9,10 ... au dessus du lit ...

p.7 1.27 ... (5 YR ...

p.8 1.4 ... pyroxénite ...

p.11 1.29 ... grossière ; ...

p.20 1.5 ... A 50 m du sommet.

p.38 1.20 ... (interagrégats).

p.39 1.18 ... (10 R ...

p.40 1.3 ... de forme arrondi, nodu-
leuse ou ...

p.40 1.12 Discontinuité ...

p.46 en haut de la page à droite :

lire 235-300 et non 235-250

p.49 1.24 ... grains ...

p.50 1.27 ... grains ...

p.54 1.28 ... concrétions ...

p.61 1.30 ..., on peut le subdiviser en
les ...

p.72 1.4 ... nombreuses et petites ...

p.72 1.11 ... et, vers ...

p.73 1.14 ..., emballant ...

p.84 1.6 ... Sous le ...

p.85 1.10 ... (nébulitique) ; ...

p.85 1.11 ... cristaux, ...

p.85 1.12 ... puissance, alternent ...

p.88 1.15 ... cordiérite ...

p.88 1.26 ... micacé ...

p.93 1.20 ... poursuivi ...

p. 73 1.10 ... altéré, à gros grain, sont ...

SOMMAIRE

<u>Remarques</u>	pp. 1 - 2
<u>Sols peu évolués</u>	AMT 50 : p. 3 AMT 60 : pp. 4 - 6
<u>Sols brunifiés</u>	AMT 140 : pp. 7 - 10
<u>Sols Ferrallitiques</u>	AMT 9 : pp. 11 - 15 AMT 131 : pp. 16 - 19 AMT 16 : pp. 20 - 24 AMT 64 : pp. 25-28 AMT 92 : pp. 29 - 33 AMT 134 : pp. 34 - 37 AMT 38 : pp. 38 - 43 AMT 125 : pp. 44 - 47 AMT 88 : pp. 48 - 52 AMT 122 : pp. 53 - 57 AMT 44 : pp. 58 - 60 AMT 87 : pp. 61 - 65 AMT 46 : pp. 66 - 70 AMT 121 : pp. 71 - 75 AMT 74 : pp. 76 - 79 AMT 126 : pp. 80 - 83 AMT 40 : pp. 84 - 87 AMT 98 : pp. 88 - 91 AMT 93 : pp. 92 - 95 AMT 132 : pp. 96 - 99
<u>Sols hydromorphes</u>	AMT 61 : pp. 100 - 101 AMT 110 : pp. 102 - 105 AMT 55 : pp. 106 - 109 AMT 147 : pp. 110 - 113 AMT 32 : pp. 114 - 115 AMT 137 : pp. 116 - 117 AMT 143 : pp. 118 - 119

REMARQUES

ANALYSES

- Les méthodes d'analyse utilisées sont décrites dans : "L'analyse des sols au centre ORSTOM de Tananarive". L. de BONNEVIE. Tananarive 1969.

- Sauf indications contraires, les horizons à concrétions ou "ségrégations" diverses ont été analysés globalement et les analyses triacide ont été effectuées sur sol total

DESCRIPTIONS

1 - Tous les profils ont été observés au cours d'une saison sèche particulièrement longue, alors qu'il n'avait pas plu sur la région depuis plusieurs mois.

2 - Les kilométrages indiqués dans la localisation des profils types ont été comptés à partir du centre d'Ambalavao, en ligne droite.

3 - Les couleurs des sols ont été déterminées à l'aide du code "MUNSELL" ("MUNSELL-SOIL-COLOR CHARTS" édition 1954).

La lettre "S" renvoie à la teinte à sec. La lettre "H" renvoie à la teinte après humectation

4 - Le sable grossier dont il est fait mention dans la description des textures est presque toujours un sable essentiellement quartzeux (éclats luisants de quartz).

5 - L'expression fréquemment utilisée dans la description des structures : "tendance à la continuité", renvoie à une certaine difficulté pour séparer les agrégats (qui pourtant existent) et à un "aspect" massif, sur la coupe, des horizons présentant cette propriété.

6 - Les sols rencontrés présentent fréquemment, à des niveaux variables, une porosité tubulaire.

- Il s'agit de fins canalicules traversant les agrégats (quand le sol a une structure fragmentaire) ou répartis de façon assez homogène dans toute la masse du sol (quand celui-ci a une structure continue).

- L'échelle des tailles utilisée pour décrire ces pores est à peu près la suivante :

grossier : diamètre > 1 mm

moyen : diamètre compris entre $5/10$ me de mm et 1 mm.

fin : diamètre $< 5/10$ me de mm.

- les termes de " bien, moyennement ou peu développée" sont purement subjectifs et ne renvoient pas à des comptages précis effectués sur une surface déterminée.

7 - L'activité de la faune est presque toujours (apparemment) très faible ou nulle. On ne l'a mentionnée que lorsque la densité de galeries (termites, insectes) était supérieure à la "normale" pour la région.

PROFIL AMT 50LOCALISATION

X = 449,75

Y = 474,70

2 km S.O. Ambalavao - 300 m au Sud de la R.N. 7

VEGETATION

Rares touffes de graminées, très déchaussées. Manguiers et goyaviers épars.

TOPOGRAPHIE

Rebord abrupt d'un vallon de recreusement récent. A 3 m au dessus des rizières.

Erosion très forte (ravinelements).

ROCHE-MERE

Migmatite S.SO

DESCRIPTION

0 - 50 cm = Horizon argilo-micacé, beige-rose, cohérent. Structure continue, faiblement polyédrique grossière. Enracinement des graminées superficiel et très discontinu. Quelques galeries de termites.

50 - 250 cm = Passage progressif à la migmatite altérée, en place. Structure particulière. Très friable. La structure litée et rubannée de la roche-mère se reconnaît remarquablement bien : alternance de zones surmicacées de teinte grise à brun-rouille, et de zones granitoïdes, riches en quartz et feldspaths et de teinte jaunâtre.
Le bas du profil est humide.

PROFIL AMT 60

LOCALISATION

X = 448,90

Y = 473,85

3 km 500 S.O. Ambalavao

VEGETATION

Prairie rase à graminées.

TOPOGRAPHIE

Bourrelet de berge en bordure de la Mananantanana, formant falaise au-dessus de son lit et le dominant de 5 à 6 m. Pente douce vers l'extérieur du méandre (cuvette de débordement).

ROCHE-MERE

Alluvions récentes de la Mananantanana ("baibohos").

DESCRIPTION

0 - 5 cm = Chevelu très dense de racines de graminées.

5 90 cm = Horizon jaune-rougeâtre (7,5 YR 6/6).

- Sablo-limoneux (sable fin)

- Structure polyédrique moyenne, faiblement développée et à tendance continue ; sous-structure particulière. Friable. Peu cohérent.

Bonne porosité.

- très riche en petites paillettes de micas. Traces tubulaires (fossiles ?) nombreuses et nettes. Bon enracinement graminéen.

90 -160cm = Passage progressif à un horizon de mêmes caractéristiques générales que le précédent mais à structure mieux développée, prismatique moyenne.

...

PROFIL AMT 60 (suite2)

160 - 180 cm = Passage très brutal à un horizon de teinte gris-bleu clair, à taches rouilles, argilo-limoneux, non micacé.

- Structure très bien développée polyédrique à prismatique moyenne avec une sur-structure prismatique large.
- Forte cohésion. Bonne porosité tubulaire grossière et fine.

180 - 220 cm = Passage progressif à un horizon de teinte gris-brun très pâle, à taches rouilles.

- Très argileux, non micacé.
- Structure continue. Forte cohésion. Bonne porosité tubulaire grossière.

PROFIL AMT 60

Profondeur (cm)	5 - 90	90 - 160
pH	5,1	5,1

GRANULOMETRIE

sable grossier %	2,4	0,7
sable fin %	48,6	18,6
limon grossier %	9,3	14,4
limon fin %	13,5	25,2
argile %	23,0	37,2

ELEMENTS ORGANIQUES

carbone %	0,75	0,84
matière organique totale %	1,29	1,45
azote total ‰	0,91	0,90
rapport C/N	8,2	9,3

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	2,15	1,92
Mg " " "	1,14	0,31
K " " "	0,09	0,07
Na " " "	0,00	0,00
S : somme des bases échangeables m.e. %	3,4	2,3
T : capacité d'échange m.e. %	10,7	7,0
S/T x 100 : taux de saturation	32	32

PROFIL AMT 140LOCALISATION

X = 456,50

Y = 476,60

5 km E - NE Ambalavao. A 10 m d'une piste jeepable

VEGETATION :

Touffes éparses de Danga et Aristida.

TOPOGRAPHIE :

A mi-pente d'une butte, très accusée dans le paysage, formée par une lame de pyroxéno-amphibolites. Pente forte (35 %). Nombreuses ravines d'érosion mettant en relief des petites lames rocheuses. Sol jonché de boules de roche altérée. Très bon drainage apparent.

ROCHE-MERE :

Pyroxéno-amphibolite.

DESCRIPTION :

0 - 15 cm = -Horizon organique de surface, discontinu, jonché de graviers de quartz et de débris peu altérés de pyroxénite ; il est fréquemment interrompu par de grosses boules vert-sombre de pyroxénite (50 cm à 1 m de diamètre), en place ou colluvionnées, à demi ancrées dans le sol.

-S : rouge jaunâtre (5 YR 4/6). H : brun rougeâtre (2,5 YR 4/4).

-Argilo-limoneux. Peu de sable grossier.

-Structure extrêmement bien développée, polyédrique moyenne à tendance cubique, sous-structure polyédrique fine.

-Enracinement graminéen dense.

15 - 40 cm = Passage à un horizon de caractéristiques suivantes :

-S : rouge-jaunâtre (5 YR 4/8). H : rouge-jaunâtre (5 YR 4/6).

-Argilo-limoneux.

PROFIL AMT 140 (suite 2)

- Structure cubique moyenne (prismatique par place) à tendance continue. Porosité tubulaire moyennement développée.
- De nombreuses petites boules de pyroxénites (quelques cm de diamètre), à cortex d'altération brun-rouge et poreux, sont incluses dans cet horizon ; celui-ci est fréquemment interrompu par les grosses boules de pyroxénite citées plus haut.

40 - 120 cm = Passage à la roche altérée en place. Elle est largement litée et très hétérogène. On y reconnaît des lits centimétriques ou des bancs décimétriques, vert-sombre, durs, riches en diopside (c'est la pyroxénite S-SO). Ces bancs alternent avec (ou sont traversés par) des lits riches en wernérites (lits blancs et très friables) ou phlogopite (larges lames brunes). Les bancs de pyroxénite S-SO sont localement altérés en boules ; elles sont analogues à celles rencontrées en surface et sont emballées dans une matrice brun-jaune, argilo-limono-sableuse et micacée.

PROFIL AMT 140

		matrice argileuse 15 - 40	matrice argileuse 40 - 120
Profondeur (cm)	0 - 15		
pH	7,3	6,8	7,3

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	12,2	6,2	15,1
Sable fin %	17,8	19,0	31,9
Limon grossier %	11,7	14,0	11,7
Limon fin %	21,6	28,6	22,0
Argile %	31,5	25,8	14,8

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,64	0,26	0,22
Matière organique totale %	2,82	0,44	0,37
Azote total ‰	1,26	0,45	0,38
Rapport C/N	13,0	5,7	5,7

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	11,4	27,4	31,4
Mg " " "	5,9	12,8	14,9
K " " "	0,41	0,06	0,02
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S : Somme des bases échan- geables m.e. %	17,7	40,3	46,3
T : Capacité d'échange m.e. %	19,5	34,5	43,0
S/T x 100 : Taux de saturation	90	100	100

PROFIL AMT 140 (suite)

Profondeur (cm)	0 - 15	matrice argileuse 15 - 40	matrice argileuse 40 - 120
-------------------------	--------	---------------------------------	----------------------------------

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	13,6	11,4	7,0
Résidu %	16,2	8,8	35,6
SiO ₂ combinée %	32,0	36,9	28,5
Fe ₂ O ₃ %	9,7	17,9	17,2
Al ₂ O ₃ %	24,8	21,1	8,4
TiO ₂ %	0,9	1,2	1,0
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	2,2	3,0	5,7

BASES TOTALES :

Ca m.e. %	35,4	35,5	47,6
Mg m.e. %	30,0	63,0	54,8
K m.e. %	1,00	0,28	0,58
Na m.e. %	2,40	1,40	1,00

PROFIL AMT 9

LOCALISATION :

X = 450,65

Y = 475,65

200 m au Nord de la RN 7, immédiatement après la sortie Ouest d'Ambalavao.

VEGETATION :

Touffes éparses de Danga et d'Aristida.

TOPOGRAPHIE :

A mi-pente sur la bordure d'un vallon de recréusement récent et à 5 m environ au-dessous du niveau supérieur des sols "rouges pulvérulents". La pente est forte (30 %), l'érosion en nappe est forte. Des débris de la stone-line jonchent le sol au-dessus du lieu de prélèvement.

ROCHE-MERE :

Migmatite S-SO.

DESCRIPTION :

0 - 10 cm = Horizon organique de surface, discontinu, riche en racines de graminées

- S : rouge jaunâtre (5 YR 4/6). H = brun rougeâtre sombre (2,5 YR 3/4).
- Argilo-sableux, riche en sable grossier.
- Structure polyédrique grossière ; sous-structure grumeleuse, moyenne à fine, friable.
- Quelques galeries de termites.

10 - 30 cm = Passage rapide à un horizon encore riche en racines de graminées et présentant les caractéristiques suivantes :

- S : rouge jaunâtre (5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).
- Argilo-sableux, riche en sable grossier.
- Structure polyédrique grossière à tendance continue ; sous-structure polyédrique moyenne à fine. Cohérent, porosité tubulaire fine bien développée.

PROFIL AMT 9 (suite 2)

- Présence de "zones noduleuses cohérentes" (cf : AMT 16 - 85-160 cm) de même teinte que l'horizon et de petites concrétions sphériques, millimétriques, noires, dures.
 - On note l'existence de quelques galeries de termites et de quelques traces tubulaires fossiles.
- 30 - 60 cm = Passage indistinct à un horizon assez analogue au précédent, mais s'en différenciant par un enracinement graminéen beaucoup plus faible et la présence d'un plus grand nombre de "zones noduleuses cohérentes", mieux exprimées dans le profil.
- 60 - 120 cm = Passage indistinct à un horizon de caractéristiques suivantes :
- S : rouge (2,5 YR 4/6). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).
 - Argilo-sableux, riche en sable grossier. Présence de quelques gravillons anguleux de quartz.
 - Structure polyédrique moyenne à grossière et sous-structure polyédrique fine très bien développées. Légère pulvérulence des agrégats à l'écrasement. Porosité tubulaire bien développée. Friable.
 - Présence de nombreuses "zones noduleuses cohérentes", de teinte plus sombre que le reste du profil, elles lui confèrent un aspect "marbré" et se détachent facilement des agrégats qui les moulent. Quelques traces tubulaires fossiles.
- 120 - 160 cm = Les "zones noduleuses cohérentes", la porosité tubulaire, la pulvérulence des agrégats à l'écrasement, disparaissent au bas de l'horizon précédent et l'on passe rapidement à un horizon :
- S : jaune rougeâtre (5 YR 6/8). H : rouge (2,5 YR 5/8).
 - Argile-limoneux.
 - Structure polyédrique moyenne remarquablement bien développée avec une sous-structure polyédrique fine. Friable. Présence de quelques traces tubulaires fossiles.
- 160 - 230 cm = Passage progressif à un horizon :
- S : jaune-rougeâtre (7,5 YR 7/6). H : jaune-rougeâtre (5 YR 6/8).

PROFIL AMT 9 (suite 3)

- Limono-argileux ;
- Même structure que l'horizon précédent, en plus émoussé. Friable, plastique, très riche en paillettes de micas (?) lui conférant un toucher onctueux et en paillettes nacrées, blanchâtres (feldspaths altérés ?).
- Présence de quelques concrétions ovoïdes centimétriques (1 cm), assez dures, de teinte rouge. Quelques traces tubulaires fossiles.

PROFIL AMT 9

Profondeur (cm) . . .	0 - 10	10-30	30-60	60-120	120-160	160-230
pH	5,5	5,2	5,7	6,1	6,1	5,3

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	25,9	24,8	25,0	24,4	8,2	0,7
Sable fin %	12,1	10,8	10,1	8,9	4,2	7,5
Limon grossier %	3,4	3,7	3,3	4,1	4,2	6,5
Limon fin %	2,8	3,2	3,5	11,6	31,1	48,7
Argile %	48,5	52,9	53,2	44,2	49,2	30,9

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,72	0,86	0,40			
Matière organique totale %	2,96	1,48	0,70			
Azote total ‰	1,29	0,70	0,49			
Rapport C/N	13,3	12,2	8,1			

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,83	0,71	1,15	1,80	2,16	2,32
Mg " " "	0,50	0,47	0,45	0,22	1,08	0,34
K " " "	0,23	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00
Na " " "	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,04
S : somme des bases échangeables m.e. %	1,6	1,4	1,6	2,0	3,3	2,7
T : capacité d'échange m.e. %	7,1	5,6	5,1	4,4	4,6	4,8
S/T x 100 : taux de saturation	22	25	31	45	71	56

PROFIL AMT 9 (suite)

Profondeur (cm) . . .	0-10	10-30	30-60	60-120	120-160	160-230
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>						
Perte au feu %	11,1	9,6	9,5	9,3	13,1	14,4
Résidu %	42,4	39,4	39,1	43,4	17,5	12,5
SiO ₂ combinée %	18,9	22,6	22,3	16,0	27,1	29,3
Fe ₂ O ₃ %	6,7	6,7	7,5	8,3	8,9	8,4
Al ₂ O ₃ %	20,7	21,6	22,7	24,1	33,0	35,0
TiO ₂ %	0,8	1,0	0,8	0,8	0,6	0,5
<u>SiO₂</u>	1,5	1,8	1,7	1,1	1,4	1,4
Al ₂ O ₃						
<u>BASES TOTALES :</u>						
Ca m.e. %	7,0	6,20	6,9	6,6	9,0	5,2
Mg m.e. %	8,0	8,0	8,9	9,0	14,8	18,3
K m.e. %	0,95	0,95	0,40	0,95	1,03	1,15
Na m.e. %	2,00	1,40	1,20	1,80	2,60	2,80

PROFIL AMT 131LOCALISATION

X = 452,85

Y = 482,50

7 Km N. Ambalavao. A 500 m du début de la nouvelle piste des Eaux et Forêts, piste s'embranchant sur la R.N. 7 après le village d'Ambatolahy, à droite en descendant du col d'Ambalavao.

VEGETATION

Couverture dense de grosses touffes d'Aristida

TOPOGRAPHIE

Pente forte (30 %). Erosion en nappe forte. Le profil a été observé sur les parois rafraîchies de la tranchée de la piste (tranchée ouverte au bull-dozer, 1 mois avant). La tête d'un grand "lavaka" s'arrête à 20 m de là, en contre-bas.

ROCHE-MERE

Migmatite S.SO riche en passées amphiboliques et zones surmicacées.

DESCRIPTION

- 0 - 15 cm = Horizon organique de surface très riche en racines de graminées.
- S : rouge jaunâtre (5 YR 4/6). H : brun rouge sombre (2,5 YR 3/4).
 - Sablo-argileux, riche en sable grossier. Quelques gravillons anguleux de quartz.
 - Structure polyédrique émoussée, moyenne à grossière, bien développée. Sous-structure particulière. Très friable.
- 15 - 60 cm = Passage rapide à un horizon :
- S : rouge (2,5 YR 4/8). H. rouge noirâtre (10 R 3/6).
 - Argilo-sableux. Gravillons anguleux de quartz.
 - Structure polyédrique grossière bien développée ; sous-structure polyédrique moyenne à fine. Légère pulvérulence des agrégats à l'écrasement. Friable.

...

PROFIL AMT 131 (suite 2)

- Faible porosité tubulaire fine. Présence de "zones noduleuses cohérentes" de teinte plus sombre que l'horizon et lui conférant un aspect "marbré" (cf. profils AMT 16 et 9). Bon enracinement des graminées.

60 - 130 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : rouge sombre (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (10 R 3/6).

- Argilo-sableux, riche en gravillons anguleux de quartz.

- Structure polyédrique moyenne et sous-structure polyédrique fine très bien développées. Légère pulvérulence des agrégats à l'écrasement. Friable.

- Les "zones noduleuses cohérentes" deviennent indistinctes puis disparaissent au bas de cet horizon. Présence de traces tubulaires fossiles et de quelques filonnets de quartz en place.

130 - 160 cm = Passage progressif à un horizon de teinte légèrement plus claire que le précédent (S : 2,5 YR 5/8 - H : 2,5 YR 3/4), mais identique à ce dernier par les autres caractères (structure un peu plus fine).

160 - 220 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : rouge jaunâtre (5 YR 5/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).

- Argilo-sableux.

- Structure polyédrique moyenne et sous-structure polyédrique fine très bien développées. Faible porosité tubulaire.

- Présence de traces tubulaires fossiles, de filonnets de quartz et de nombreuses petites paillettes nacrées, blanchâtres (restes de feldspaths altérés ?).

PROFIL AMT 131

Profondeur (cm)	0 - 15	15-60	60-130	130-160	160-220
pH	5,6	5,6	6,0	6,1	6,1

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	36,8	24,6	23,0	21,2	24,4
Sable fin %	13,4	7,6	7,1	5,7	8,8
Limon grossier %	4,0	2,7	3,6	2,4	3,5
Limon fin %	5,1	3,2	15,2	10,2	12,5
Argile %	35,8	54,5	39,4	53,4	44,5

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,36	0,47	0,14		
Matière organique totale %	2,35	0,81	0,24		
Azote total ‰	1,25	0,77	0,38		
Rapport C/N	10,8	6,1	3,6		

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,48	0,40	0,93	0,54	0,38
Mg " " " "	0,29	0,04	0,81	1,48	1,95
K " " " "	0,26	0,06	0,08	0,06	0,11
Na " " " "	0,02	0,02	0,03	0,03	0,07
S : somme des bases échangeables m.e. %	1,0	0,5	1,8	2,1	2,5
T : capacité d'échan- ge m.e. %	8,7	7,9	6,8	7,4	7,8
S/T x 100 : taux de saturation	11	6	26	28	32

PROFIL AMT 131 (suite)

Profondeur (cm) 0 - 15 15-60 60-130 130-160 160-220

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	7,24	9,9	10,1	9,8	9,1
Résidu %	58,3	34,15	32,3	32,3	41,4
SiO ₂ combinée %	14,6	23,4	21,6	21,2	17,6
Fe ₂ O ₃ %	5,2	8,0	9,7	10,7	8,15
Al ₂ O ₃ %	14,5	25,0	26,0	24,9	24,7
TiO ₂ %	0,6	0,4	0,8	0,5	0,5
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,7	1,6	1,4	1,4	1,2

BASES TOTALES

Ca m.e. %	7,0	1,4	2,4	3,2	1,5
Mg m.e. %	5,8	7,3	7,4	7,5	9,8
K m.e. %	1,50	0,58	0,85	0,65	0,93
Na m.e. %	2,20	0,20	0,4	0,4	0,6

PROFIL AMT 16LOCALISATION :

X = 449,80

Y = 475,70

2 km O. Ambalavao. Flanc Ouest de la colline "Androka". A 50 m sous le sommet.

VEGETATION :

Touffes éparses d'Aristida et Danga. Quelques repousses d'eucalyptus.

TOPOGRAPHIE :

Pente forte (35 %). Erosion forte. Des rochers de granite migmatitique affleurent çà et là.

ROCHE-MERE :

Migmatite S-So.

DESCRIPTION :

- 0 - 10 cm = Horizon organique de surface, discontinu, riche en racines de graminées.
- S : rouge-jaunâtre (5 YR 4/8). H : brun-rougeâtre (2,5 YR 3/4).
 - Sablo-argileux, riche en sable grossier.
 - Structure polyédrique grossière émoussée, à tendance continue ; sous-structure particulière.
- 10 - 35 cm = Passage rapide à un horizon d'aspect massif :
- S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).
 - Argilo-sableux, riche en sable grossier. Présence de gravillons anguleux de quartz.
 - Structure polyédrique grossière à forte tendance continue. Cohésion forte. Porosité tubulaire fine bien développée.
 - Nombreuses traces tubulaires fossiles de teinte rouge violacée. Présence de quelques concrétions centimétriques (1 cm), peu indurées : rouges violacées, ovoïdales ou noduleuses, se dégageant facilement de leur matrice. Des concrétions millimétriques, rondes, noires, dures, les accompagnent ; elles présentent un aspect fibro-radié

PROFIL AMT 16 (suite)

et un éclat métallique à la cassure (certaines zones des concrétions précédentes ont un aspect analogue).

- Bon enracinement des graminées. Quelques galeries de termites.
- 35 - 65 cm = Horizon de mêmes caractéristiques que le précédent mais de teinte légèrement différente :
- S : 2,5 YR 5/6. H : 2,5 YR 4/6.
- 65 - 85 cm = Stone-line de gros cailloux et gravillons anguleux de quartz, emballés dans une matrice argilo-sableuse rouge.
- 85 - 160 cm = Passage brutal à un horizon de caractéristiques suivantes :
- S : rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).
 - Argilo-sableux (riche en gravillons anguleux de quartz au niveau de la stone-line).
 - Structure polyédrique moyenne à fine bien développée ; faible tendance continue et légère pulvérulence des agrégats à l'écrasement. Assez friable. Faible porosité tubulaire.
 - Présence au sein de cet horizon de nombreuses "zones noduleuses cohérentes" ; il s'agit de différenciations apparemment plus argileuses et plus riches en sable grossier que le reste de l'horizon, rouges violacées, centimétriques ($\frac{1}{2}$ à 5 cm), indurées, mais se brisant à la main, se détachant aisément du matériel argilo-sableux et structuré qui les moule.
- 160 - 195 cm = Passage progressif à un horizon :
- S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).
 - Argilo-limono sableux.
 - Structure très bien développée, polyédrique moyenne avec une sous-structure polyédrique fine à très fine. Friable.
 - Les "zones noduleuses cohérentes" de l'horizon précédent deviennent moins nombreuses et indistinctes. Présence de quelques filonnets de quartz, en place, et de quelques concrétions millimétriques, rouges et dures.

PROFIL AMT 16 (suite 3)

195 - 250 cm = Passage assez rapide à un horizon :

- S : rouge jaunâtre (5 YR 5/8). H : rouge (2,5 YR 4/6).
- Argilo-limoneux.
- Structure polyédrique fine, émoussée, très bien développée.
Très friable.
- Horizon très riche en paillettes de micas lui donnant un toucher onctueux.

PROFIL AMT 16

Profondeur (cm) . . .	0-10	10-35	35-65	85-160	160-195	195-250
pH	6,0	5,5	5,6	5,6	5,6	6,3

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	32,0	31,7	33,7	30,5	20,8	18,6
Sable fin %	10,8	9,1	9,5	9,4	9,5	18,2
Limon grossier %	3,6	2,9	3,3	8,4	8,8	10,0
Limon fin %	6,4	5,4	6,5	15,2	22,6	34,5
Argile %	43,4	49,0	45,7	34,7	37,2	21,8

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,0	0,36	0,23	0,1		
Matière organique totale %	1,73	0,63	0,39	0,18		
Azote total ‰	1,12	0,49	0,29	0,29		
Rapport C/N	8,9	7,3	7,9	3,5		

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,88	0,59	0,53	0,28	0,12	0,20
Mg " " "	0,64	0,00	0,40	0,60	0,81	1,11
K " " "	0,36	0,06	0,05	0,03	0,05	0,18
Na " " "	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
S : Somme des bases échangeables m.e. %	1,9	0,7	1,0	0,9	1,0	1,5
T : Capacité d'échange m.e. %	9,7	8,7	8,0	7,7	8,3	8,7
S/T x 100 : Taux de saturation	20	8	12	12	12	17

PROFIL AMT 16 (suite)

Profondeur (cm)	0-10	10-35	35-65	85-160	160-195	195-250	Zones no- duleuses hérentes 85-160
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>							
Perte au feu %	10,2	8,3	7,9	11,4	12,2	11,1	10,5
Résidu %	49,0	54,1	51,3	31,0	19,3	18,1	40,3
SiO ₂ combinée %	16,7	13,1	16,3	18,8	22,8	22,3	15,7
Fe ₂ O ₃ %	7,3	7,6	6,7	11,1	18,0	18,1	7,6
Al ₂ O ₃ %	18,4	17,7	18,6	28,2	28,0	25,1	25,6
TiO ₂ %	0,6	0,6	0,6	0,9	1,3	1,7	1,2
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,5	1,3	1,5	1,1	1,4	1,5	1,0
<u>BASES-TOTALES</u>							
Ca m.e. %	3,10	0,7	1,7	0,9	0,9	2,0	3,9
Mg m.e. %	13,5	15,1	9,0	11,8	10,6	93,7?	14,20
K m.e. %	1,70	1,13	0,85	0,85	1,18	32,0	0,93
Na m.e. %	1,80	0,80	0,40	1,60	0,60	0,40	0,60

PROFIL AMT 64LOCALISATION

X = 449,15

Y = 473,30

3 km 500 S.O Ambalavao. Piste d'Ambalavao à Sendrisoa. 100 m à l'ouest du pont sur la MANANANTANANA.

VEGETATION

Graminées en touffes éparses. Quelques arbrisseaux.

TOPOGRAPHIE

Terrasse en pente douce dominant le lit du fleuve de 20 m environ. Elle est en continuité avec les sols "rouges ou jaunes pulvérulents" avoisinants et disséquée par l'érosion en une succession de ressauts et falaises.

ROCHE-MERE

Alluvions anciennes sur migmatite S.SO altérée.

DESCRIPTION

- 0 - 15 cm = Horizon organique de surface , moyennement exploré par les racines.
- S : jaune-brunâtre (10 YR 6/6).
 - Argilo-limoneux.
 - Structure polyédrique à prismatique moyenne bien développée.
 - Nombreuses traces tubulaires fossiles. Présence de petites concrétions (1/2 cm) arrondies, peu indurées, de même teinte que l'horizon.
- 15 - 130 cm = passage indistinct à un horizon :
- S : jaune (10 YR 7/6). H : brun (7,5 YR 5/6)
 - Argilo-limoneux. Quelques gravillons de quartz bien façonnés.
 - Structure prismatique moyenne à grossière, sous-structure polyédrique fine à particulière. Tendance à la continuité. Forte porosité tubulaire par gros pores.

PROFIL AMT 64 (suite 2)

- Présence de concrétions arrondies ou noduleuses, centimétriques (1 à 2 cm), les unes de même teinte que l'horizon et peu indurées, les autres rouge-noirâtres et dures.

- Bien exploré par les racines. Nombreuses traces tubulaires fossiles.

130 - 190 cm = Passage à un horizon bariolé verticalement de rouge, rose, gris, jaune.

- Argilo-limoneux et finement sableux.

- Structure polyédrique moyenne à angles vifs très bien développée.

La porosité tubulaire disparaît dans cet horizon.

190 - 280 cm = Passage progressif à un horizon également bariolé mais de teintes plus vives.

- Même texture que (130 - 190)

- La structure s'élargit et devient prismatique avec une sous-structure polyédrique grossière.

280 - 340 cm = Passage brutal à un horizon présentant une alternance de lits grossièrement sableux de teinte rouge et de lits plus argileux et bariolés.

A 340 cm : on atteint un lit de galets de quartz, bien façonnés, reposant sur la migmatite altérée en place : matériel argilo-limoneux, micacé, de teinte rose, à fines passées quartzo-feldspathiques.

PROFIL AMT 64

	15-130	130-190	190-280	lits sableux 280-340	lits argileux 280-340
Profondeur (cm) ...	15-130	130-190	190-280		
pH	5,5	5,2	5,0	4,9	5,2

GRANULOMETRIE

sable grossier %	14,2	13,9	12,8	44,7	21,0
sable fin %	18,7	26,2	30,6	18,0	22,7
limon grossier %	6,1	11,6	2,0	0,9	2,0
limon fin %	3,6	2,3	3,8	1,0	2,8
argile %	57,5	56,8	52,1	37,2	49,5

ELEMENTS ORGANIQUES

carbone %	0,39	0,15		
matière organique totale %	0,68	0,25		
Azote total ‰	0,56	0,29		
Rapport C/N	7,0	5,0		

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	1,09	0,54	0,32	1,96
Mg " " "	0,50	1,02	1,60	2,76
K " " "	0,03	0,05	0,09	1,48
Na " " "	0,00	0,00	0,00	0,00
S : somme des bases échangeables m.e. %	1,6	1,6	2,0	6,2
T : capacité d'é- change m.e. %	4,6	4,7	5,3	6,7
S/T x 100 : taux de saturation	35	34	38	92

PROFIL AMT 64 (suite)

Profondeur (cm) ...	15-130	130-190	190-280	lits argileux 280- 340
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>				
Perte au feu %	8,66	8,79	8,44	8,15
Résidu %	41,23	40,56	39,50	39,53
SiO ₂ combinée %	21,64	21,60	24,59	24,19
Fe ₂ O ₃ %	7,15	6,55	4,65	5,85
Al ₂ O ₃ %	22,46	24,38	23,48	22,02
TiO ₂ %	0,9	1,0	0,5	0,9
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,6	1,5	1,8	1,9
<u>BASES TOTALES</u>				
Ca m.e. %	2,0	2,6	1,5	3,85
Mg m.e. %	7,0	10,9	11,1	12,9
K m.e. %	0,58	0,58	0,45	0,58
Na m.e. %	1,5	0,8	0,8	0,20

PROFIL AMT 92

LOCALISATION

X = 445,10

Y = 473,40

A 100 m au S.O. du profil AMT 93, sous le sommet de la lame de granite et sur son versant ouest.

VEGETATION

Touffes éparses de Danga et Aristida

TOPOGRAPHIE

Surface plane à pente assez forte (20%). Erosion en nappe : forte.

ROCHE-MERE

granite andringitréen.

DESCRIPTION

0 - 10 cm = Horizon organique de surface, riche en racines de graminées.

- S : brun jaunâtre (10 YR 5/4). H : brun foncé (10 YR 3/3).

- Sablo-argileux, riche en sable très grossier.

- Structure polyédrique émoussée, moyenne à grossière; sous-structure polyédrique fine à particulaire.

10 - 30 cm = Passage rapide à un horizon organique de caractéristiques suivantes :

- S : brun-olive clair (2,5 YR 5/4). H : brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4)

- Sablo-argileux, riche en sable très grossier.

- Structure polyédrique grossière à tendance continue ; sous-structure particulaire. Cohérent. Faible porosité tubulaire fine.

- Traces tubulaires fossiles assez nombreuses, quelques galeries de la faune, bon enracinement des graminées. Ces trois caractères se retrouvent sur tout le reste du profil.

...

PROFIL AMT 92 (suite 2)

30 - 85 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : brun-jaune clair (2,5 YR 5/4). H : brun-olive-jaune (2,5 YR 4/4)
- sablo-argileux, riche en sable très grossier.
- Structure polyédrique moyenne, moyennement développée ; sous-structure particulaire. Tendance à la continuité. Forte cohésion.
- Porosité tubulaire moyenne à fine bien développée et ceci jusqu'au bas du profil. Présence de quelques petites concrétions brun-sombre, millimétriques, vernissées. Quelques fentes de retrait fines garnies d'un matériel plus fin affectent cet horizon.

85 -170 cm = Passage rapide à un horizon :

- S : jaune (2,5 YR 7/6) ou jaune brunâtre (10 YR 6/8). H : brun jaunâtre (10 YR 5/6).
- Argilo-sableux, riche en sable très grossier.
- Structure polyédrique grossière et sous-structure polyédrique fine. Tendance à la continuité.
- Très riche en concrétions ovoïdales, centimétriques ; elles présentent un cortex rouge-brique et dur, et une zone centrale jaune-rouille et friable. Elles s'extraient facilement de la matrice argilo-sableuse qui les moule. Maximum de densité du concrétionnement entre 85 et 140 cm.

170 -200 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : jaune (10 YR 7/6)
- sablo-argileux, riche en sable très grossier.
- Structure polyédrique moyenne à fine, très bien développée, friable.
- Présence de nombreux petits points blanchâtres, millimétriques (feldspaths altérés ?).

...

PROFIL AMT 92 (suite 3)

200 - 260 cm = Passage progressif à un horizon argilo-sableux de même structure que le précédent, très piqueté de points blanchâtres. De larges marbrures jaune rougeâtre (7,5 YR 8/6) avec petites taches de teinte rouille affectent le fond jaune (10 YR 8/6) de cet horizon.

Le sondage a été poursuivi à la tarière hélicoïdale à main jusqu'à 540 cm. On passe en profondeur à un matériel quartzo-feldspathique meuble (granite altéré) analogue à celui rencontré à 3 m au profil AMT 93.

Profil AMT 92

Profondeur (cm)	matrice des concrétions			
	10 - 30	30 - 85	140 - 170	170 - 200
pH	5,1	5,5	5,4	5,6
<u>GRANULOMETRIE</u>				
Sable grossier %	44,0	38,9	29,4	33,8
Sable fin %	9,8	9,9	10,3	6,1
Limon grossier %	3,2	3,0	8,8	4,4
Limon fin %	2,9	1,4	10,5	9,2
Argile %	37,3	43,5	36,1	43,0
<u>ELEMENTS ORGANIQUES</u>				
Carbone %	0,62	0,27		
Matière organique totale %	1,07	0,47		
Azote total ‰	0,50	0,38		
Rapport C/N	12,4	7,1		
<u>COMPLEXE ABSORBANT</u>				
Ca échangeable m.e. %	0,16	0,48	1,21	1,66
Mg " " "	0,00	0,16	0,27	0,27
K " " "	0,06	0,02	0,01	0,03
Na " " "	0,00	0,00	0,00	0,00
S : Somme des bases échangeables m.e. %	0,22	0,66	1,49	1,96
T : Capacité d'échange m.e. %	4,2	4,1	3,8	3,8
S/T x 100 : Taux de saturation	5	16	39	51

PROFIL AMT 92 suite)

Profondeur cm)	Matrice des concrétions			
	10 - 30	30 - 85	140 - 170	170 - 200
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>				
Perte au feu %	7,8	8,1	10,0	9,25
Résidu %	54,65	52,8	33,45	37,8
Si O2 combinée %	15,3	15,7	23,8	23,7
Fe2 O3 %	7,2	6,9	8,95	5,15
Al2 O3 %	16,3	18,3	24,4	23,3
Ti O2 %	1,2	1,5	1,2	0,7
<u>Si O2</u> Al2O3	1,6	1,5	1,7	1,7
<u>BASES TOTALES</u>				
Ca m.e. %	3,45	3,95	5,05	4,65
Mg m.e. %	6,5	6,0	8,3	7,70
K m.e. %	0,45	0,38	0,73	0,85
Na m.e. %	0,40	0,00	0,60	0,00

PROFIL AMT 134

LOCALISATION

X = 449,90

Y = 483,10

A 500 m environ au Sud du profil AMT 132, dans la dépression entre les sommets Sud et Nord du Vohitrakanga.

VEGETATION

Couverture à 50 % par touffes de Danga.

TOPOGRAPHIE

Croupe arrondie à pente moyenne (15 %); à 50 m d'un vallon à flancs abrupts.

Bon drainage apparent. Erosion en nappe : forte.

ROCHE-MERE

Gneiss granitoïde.

DESCRIPTION

- 0 - 5 cm = Horizon organique de surface à enracinement graminéen moyen.
- S : brun (10 YR 6/3). H : brun foncé (10 YR 3/3).
 - Sablo-argileux, riche en sable grossier. Quelques gravillons de quartz.
 - Structure polyédrique grossière, émoussée, bien développée ; sous-structure polyédrique fine à particulaire.
 - Traces d'activité de la faune.
- 5 - 25 cm = Passage rapide à un horizon organique faiblement pourvu en racines de graminées.
- S : brun pâle (10 YR 7/4). H : brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4).
- Présence de traînées de teinte plus sombre.
- Argilo-sableux grossier. Quelques gravillons de quartz.
 - Structure continue ; secondairement et faiblement polyédrique grossière. Sous-structure particulaire, Cohérent.
 - Présence de quelques concrétions de teinte rouille.

PROFIL AMT 134 (suite 2)

25 - 85 cm =

25 - 85 cm = Passage rapide à un horizon :

- S : jaune (10 YR 7/6). H : brun foncé (7,5 YR 5/6).
- Argilo-sableux grossier.
- Structure polyédrique moyenne, émoussée, faiblement développée. Tendance à la continuité. Cohérent.
- Porosité tubulaire grossière moyennement développée. Présence de traces tubulaires fossiles. Des concrétions de teinte rouge, centimétriques, brisables à la main sont dispersées dans l'horizon.

85 - 150 cm = Passage progressif à un horizon de même teinte que le précédent mais où de larges marbrures brun-rouge se développent.

- Argilo-limoneux, faiblement sableux.
- Structure polyédrique moyenne très bien développée. Très compact.

Les difficultés rencontrées pour creuser le matériel inférieur, très compact, font que le reste de la coupe n'a été observé que par sondage à la tarière :

150 - 200 cm = Même matériel que 85-150 cm.

200 - 260 cm = Matériel argilo-sableux grossier, de teinte brun clair, très riche en feldspaths altérés.

> 260 cm = Arène d'altération granitoïde.

PROFIL AMT 134

Profondeur (cm)	5 - 25	25 - 85	85 - 150
pH	5,1	5,1	5,4

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	33,8	31,7	19,2
Sable fin %	7,9	7,5	5,3
Limon grossier %	4,2	3,7	6,0
Limon fin %	7,3	8,1	18,0
Argile %	46,8	49,5	50,8

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	0,73	0,35	0,16
Matière organique totale %	1,25	0,61	0,28
Azote total ‰	0,59	0,43	0,34
Rapport C/N	12,3	8,1	4,7

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,34	0,55	1,43
Mg " " "	0,08	0,04	0,73
K " " "	0,20	0,10	0,25
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S : Somme des bases échangeables m.e. %	0,62	0,69	2,41
T : Capacité d'échange m.e. %	5,2	4,1	5,0
S/T x 100 : Taux de saturation	12	17	48

PROFIL AMT 134 (suite)

Profondeur (cm) 5 - 25 25 - 85 85 - 150

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	8,5	10,3	11,2
Résidu %	50,5	40,3	28,0
SiO ₂ combinée %	20,3	19,9	26,5
Fe ₂ O ₃ %	2,9	3,8	4,4
Al ₂ O ₃ %	18,6	24,4	27,7
TiO ₂ %	0,5	0,5	0,3
<u>SiO₂</u>			
Al ₂ O ₃	1,8	1,4	1,6

BASES TOTALES

Ca m.e. %	4,55	2,40	4,5
Mg m.e. %	2,9	3,3	8,2
K m.e. %	0,45	1,28	1,00
Na m.e. %	0,80	1,00	1,40

PROFIL AMT 38LOCALISATION

X = 448,30

Y = 475,35

3,500 km O. AMBALAVAO, 500 m au Nord de la RN 7, 400 m au S.E. de AMT 46.

VEGETATION

Couverture à 60 % par touffes de Danga et Aristida.

TOPOGRAPHIE

Grande surface plane à pente douce (10 %) vers le Nord. Érosion en nappe : assez forte. Drainage apparent : bon.

ROCHE MERE

Migmatite S-SO.

DESCRIPTION

- 0 - 15 cm = Horizon organique de surface assez riche en racines de graminées :
- S : rouge-jaunâtre (5 YR 4/8). H : brun-rougeâtre sombre (2,5 YR 3/4).
 - Argilo-sableux, riche en sable grossier, d'aspect émousé.
 - Structure polyédrique grossière et sous-structure polyédrique fine, émousées, bien développées; tendance à la continuité. Friable. Poreux (intragrégats).
 - Présence de nombreuses petites concrétions éllipsoïdales, millimétriques, très peu cohérentes, de même teinte que l'horizon (déchets de la faune ?). Quelques galeries de termites ou insectes.
- 15 - 70 cm = Passage rapide quant à la structure mais plus progressif quant aux autres caractères à un horizon :
- Argilo-sableux, riche en sable grossier (certains grains d'aspect roulé).

PROFIL AMT 38 (suite 2)

- Structure continue et très forte cohésion (sonore au choc, le marteau rebondit quand on frappe l'horizon). Les éclats détachables au marteau éclatent en poussière par forte pression entre les doigts.

- Porosité tubulaire fine très bien développée. Faible enracinement graminéen. Quelques traces tubulaires fossiles. Quelques petites concrétions millimétriques, rondes, noires, dures.

On peut scinder cet horizon en deux sous-horizons d'après la teinte, la structure et la cohésion:

15-30 cm = S: rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6)

La structure de l'horizon (0-15) disparaît rapidement en même temps que la cohésion augmente et qu'apparaît une porosité tubulaire.

30-70 cm = teinte légèrement plus claire et cohésion très forte.
(maximum à 50 cm)

70 - 205 cm = • Passage progressif, indistinct, en 20 cm, à un horizon :

- S : rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6) mais (10 YR 3/6) dans la moitié inférieure de l'horizon.

- Faible enracinement graminéen présent dans tout l'horizon.

- Argilo-sableux fin.

- Structure continue.

- Porosité tubulaire moyenne, fine et grossière remarquablement bien développée.

- Faible densité apparente. Peu cohérent, très friable et pulvérulent

• On y reconnaît, quant à la cohésion et la texture :

1 - Des sortes d'amygdales, lentilles, ou poches de 10 à 30 cm de puissance, allongées verticalement, à structure quasiment particulière (matériel bouillant) et suivies par de fines fentes de retrait. Les racines de graminées suivent préférentiellement ces zones où la texture est plus fine qu'ailleurs.

2 - Entre ces zones très pulvérulentes, le matériel est plus cohérent, mais les éclats que l'on peut en extraire, très facilement au couteau, éclatent aisément en fine poussière sous la pression des doigts.

PROFIL AMT 38 (suite 3)

• Dans tout cet horizon sont disséminées d'assez nombreuses "concrétions" de forme noduleuse, arrondie ou ellipsoïdale. Elles sont :

- centimétriques ($\frac{1}{2}$ à 2 cm).
- cohérentes mais brisables à la main.
- de teinte brun-rouge sombre.
- apparemment plus riches en argile et parfois en grains de quartz que la matrice pulvérulente qui les renferme ; elles s'extraient très facilement de cette matrice.

• Cet horizon a été divisé arbitrairement en deux parties égales (70-135 cm et 135-205 cm) pour les prélèvements.

205 - 215 cm = Discontinuité extrêmement nette introduite par une nappe de gravats très continue, à gros cailloux anguleux de quartz laiteux (1 à 10 cm) tassés les uns contre les autres.

215 - 230 cm = Passage brutal à un horizon :

- S : rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (10 R 3/6)
- Argilo-sableux, assez riche en gravillons anguleux de quartz (2 cm)
- Structure bien développée, polyédrique, émoussée, moyenne à fine, sous-structure polyédrique fine. Friable. Porosité tubulaire faible. Légère pulvérulence des agrégats à l'écrasement.
- Mêmes "concrétions" qu'en (70-205 cm). Très peu de racines.

230 - 255 cm = Passage rapide à un horizon :

- S : rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge (10 R 4/8).
- Même texture que (215-230 cm).
- Structure polyédrique moyenne à fine, à angles vifs et très bien développée ; sous-structure polyédrique fine.
- Porosité tubulaire, "concrétions" et pulvérulence disparaissent dans cet horizon. Quelques racines de graminées descendent jusqu'à ce niveau.

...

PROFIL AMT 38 (suite 4)

- 255 - 350 cm = Passage progressif à un horizon :
- S : rouge pâle (2,5 YR 5/8). H : rouge (10 R 4/8).
 - Argilo-limoneux, riche en petites paillettes de micas.
 - Structure bien développée polyédrique à nuciforme moyenne ; sous-structure polyédrique fine à très fine. Friable.
 - Frais, très tendre, onctueux au toucher, porosité tubulaire faible.
- Présence de quelques traces tubulaires fossiles.

Le reste du profil a été reconnu par sondage à la tarière à main. Immédiatement sous l'horizon argilo-limono-micacé (255-350) apparaît la migmatite altérée, très friable, à structure litée bien reconnaissable.

Co = zones plus cohérentes
Pu = zones très pulvérulentes

Profondeur (cm)				Co	Pu	Co	Pu	stone line				carotte	carotte
	0 - 15	15 - 30	30 - 70	70-135	70-135	135-205	135-205		215-230	230-255	255 -350	470-510	600-640
pH	5,0	4,8	5,1	<u>5,4</u>	5,5	<u>5,5</u>	5,3		5,3	5,0	4,8	4,65	5,2
<u>GRANULOMETRIE</u>													
Sable grossier %	32,8	29,9	28,6	<u>28,8</u>	26,3	<u>20,9</u>	20,3		20,0	13,4	3,5		
Sable fin %	13,7	11,6	11,0	<u>23,1</u>	24,1	<u>12,6</u>	10,1		7,5	7,4	18,0		
Limon grossier %	4,0	3,3	3,3	<u>11,7</u>	13,1	<u>8,3</u>	6,4		3,5	3,7	4,3		
Limon fin %	7,7	6,7	2,1	<u>10,8</u>	10,2	<u>9,6</u>	6,3		10,4	16,5	37,4		
Argile %	39,8	50,8	51,8	<u>20,7</u>	20,9	<u>44,7</u>	53,5		55,0	55,7	34,7		
<u>ELEMENTS ORGANIQUES</u>													
Carbone %	1,27	0,56	0,31	<u>0,10</u>	0,16	<u>0,05</u>	0,14		0,07				
Mat. org. tot. %	2,19	0,97	0,54	<u>0,17</u>	0,28	<u>0,08</u>	0,24		0,12				
Azote total ‰	0,62	0,32	1,28	<u>0,21</u>	0,22	<u>0,17</u>	0,18		0,17				
Rapport C/N	20,4	17,5	2,7	<u>4,7</u>	7,2	<u>2,9</u>	9,3		3,8				
<u>COMPLEXE ABSORBANT</u>													
Ca échang. m.e. %	0,56	0,41	0,26	<u>0,54</u>	0,83	<u>1,42</u>	1,23		0,96	0,88	1,03		
Mg " m.e. %	0,44	0,11	0,50	<u>0,34</u>	0,16	<u>0,09</u>	0,07		0,64	0,52	0,26		
K " m.e. %	0,10	0,01	0,01	<u>0,00</u>	0,02	<u>0,00</u>	0,00		0,01	0,16	0,34		
Na " m.e. %	0,00	0,02	0,01	<u>0,01</u>	0,00	<u>0,01</u>	0,01		0,01	0,03	0,03		
S : Somme des bases échang. m.e. %	1,10	0,55	0,78	<u>0,89</u>	1,01	<u>1,52</u>	1,31		1,62	1,59	1,66		
T : Capacité d'éch. m.e. %	5,73	4,05	3,63	<u>2,35</u>	2,69	<u>2,47</u>	2,84		2,78	2,1	14,1		
S/T x 100 : taux de saturation	19	13	21	<u>38</u>	38	<u>61</u>	46		58	75	12		
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>													
Perte au feu %		9,68	9,16	<u>9,01</u>	9,52	<u>9,66</u>	10,04		9,77	11,16	12,64	11,07	12,64
Résidu %		46,47	45,24	<u>45,21</u>	40,87	<u>35,15</u>	32,36		27,25	23,63	14,43	2,43	8,14
SiO2 combinée %		15,79	16,39	<u>14,84</u>	18,52	<u>21,85</u>	22,50		26,21	22,07	25,77	29,93	28,23
Fe2O3 %		7,61	7,52	<u>8,23</u>	8,28	<u>9,14</u>	9,53		10,25	13,65	15,45	26,50	20,50
Al2O3 %		18,47	18,20	<u>20,11</u>	22,65	<u>19,91</u>	22,85		25,66	28,77	32,13	28,48	30,08
TiO2 %		0,9	0,9	<u>1,0</u>	0,9	<u>1,0</u>	0,9		0,6	1,3	1,5	1,8	1,6
<u>SiO2</u> / <u>Al2O3</u> %		1,4	1,5	<u>1,2</u>	1,4	<u>1,8</u>	1,6		1,7	1,3	1,4	1,8	1,6
<u>Bases totales</u>													
Ca m.e. %		9,50	5,90	<u>8,0</u>	3,80	<u>20,50</u>	5,10		1,3	4,7	5,2	4,5	3,9
Mg m.e. %		1,00	0,90	<u>2,50</u>	3,10	<u>0,00</u>	5,80		9,6	14,9	10,5	10,2	18,0
K m.e. %		0,25	0,35	<u>0,50</u>	0,75	<u>0,50</u>	0,75		0,53	1,7	0,9	0,3	1,5
Na m.e. %		1,00	1,25	<u>1,75</u>	1,00	<u>1,00</u>	1,00		0,80				

PROFIL AMT 125LOCALISATION

X = 449,80

Y = 479,40

4,500 km NO. Ambalavao. A 100 m d'une "dépression fermée".

VEGETATION

Couverture à 80 % par Aristida et Danga. Le sondage est implanté à la lisière d'un bosquet de grands eucalyptus.

TOPOGRAPHIE

Grande surface plane à pente très faible vers le Nord. Erosion en nappe faible.

ROCHE MERE

Migmatite S-SO.

DESCRIPTION

Le profil est morphologiquement tout à fait analogue à AMT 38. Il ne s'en différencie que par certains caractères mineurs : teinte légèrement plus sombre, pulvérulence du (B) moins élevée, continuité moins forte dans le A, plus grande richesse en racines de graminées des horizons de surface, stone-line moins marquée. On se bornera donc à indiquer à quels horizons de AMT 38 correspondent ceux de AMT 125.

0 - 10 cm = cf: AMT 38 (0 - 15).

10 - 30 cm = cf: AMT 38 (15 - 30)

Couleur - S : rouge (2,5 YR 4/6). H : brun rougeâtre sombre (2,5 YR 3/4)

30 - 70 cm = cf: AMT 38 (30 - 70)

Couleur - S : rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6)

70 - 170 cm = cf: AMT 38 (70 - 205)

Comme pour AMT 38, on a divisé arbitrairement cet horizon en deux

PROFIL AMT 125 (suite 2)

parties égales pour les prélèvements en vue d'analyse : les horizons (70 - 120 cm) et (120 - 170 cm) correspondent aux horizons (70 - 135 cm) et (135 - 205 cm) de AMT 38.

Couleur - S : rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (10 R 3/6) aussi dans les parties très pulvérulentes que dans les zones plus cohérentes et aussi bien dans la moitié supérieure que dans la moitié inférieure.

A 170 cm on observe une stone-line continue mais peu marquée à graviers anguleux de quartz laiteux.

170- 205 cm = cf: AMT 38 (215-230).

Les "concrétions" sont ici très nombreuses.

Couleur - S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge (10 R 4/6)

205- 235 cm = cf: AMT 38 (230-255)

Couleur - S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge (2,5 YR 4/6)

235- 300 cm = cf: AMT 38 (255-350)

On a également fait un sondage à la tarière à main. . .

La migmatite altérée, à structure litée conservée, apparaît immédiatement sous cet horizon.

Co = zones plus cohérentes
Pu = zones très pulvérulentes

Profondeur (cm)	0 - 10	10 - 30	30 - 70	70 - 120	70-120	120-170	120-170	170-205	205-235	235-250	380-420	560-600
				Co	Pu	Co	Pu				carotte	carotte
pH	5,3	5,3	5,3	<u>5,5</u>	5,35	<u>5,45</u>	5,3	5,15	5,10	4,95	4,80	4,90
<u>GRANULOMETRIE</u>												
Sable grossier %	20,0	18,7	18,3	<u>19,0</u>	15,9	<u>17,1</u>	14,1	5,7	2,9	1,4		
Sable fin %	9,0	8,5	7,8	<u>8,0</u>	9,9	<u>13,9</u>	9,6	5,4	3,6	9,4		
Limon grossier %	4,6	3,6	3,9	<u>4,7</u>	6,3	<u>9,3</u>	6,2	4,3	5,2	7,8		
Limon fin %	11,5	6,5	6,0	<u>12,8</u>	10,0	<u>10,7</u>	10,3	16,8	23,9	30,0		
Argile %	47,3	57,9	59,7	<u>51,2</u>	52,2	<u>45,1</u>	58,4	65,8	59,7	47,3		
<u>ELEMENTS ORGANIQUES</u>												
Carbone %	2,81	1,46	0,60	<u>0,26</u>	0,27	<u>0,16</u>	0,27	0,08				
Mat. organ. tot. %	4,84	2,51	1,04	<u>0,44</u>	0,46	<u>0,28</u>	0,46	0,14				
Azote total ‰	1,41	1,12	0,46	<u>0,21</u>	0,43	<u>0,20</u>	0,21	0,21				
Rapport C/N	19,9	13,0	13,0	<u>12,3</u>	6,2	<u>8</u>	12,8					
<u>COMPLEXE ABSORBANT</u>												
Ca échang. m.e. %	1,14	0,47	0,41	<u>0,52</u>	0,50	<u>0,63</u>	0,28	0,81	0,84	0,50		
Mg échang. m.e. %	0,71	0,26	0,27	<u>0,03</u>	0,02	<u>0,01</u>	0,06	0,06	0,06	0,29		
K " m.e. %	0,23	0,07	0,02	<u>0,01</u>	0,00	<u>0,01</u>	0,01	0,00	0,00	0,00		
Na " m.e. %	0,01	0,02	0,00	<u>0,00</u>	0,00	<u>0,01</u>	0,01	0,01	0,02	0,03		
S : somme des bases échang. m.e. %	2,09	0,82	0,70	<u>0,56</u>	0,52	<u>0,66</u>	0,36	0,9	0,9	0,8		
T : capacité d'échang. m.e. %	10,3	7,1	5,1	<u>2,8</u>	3,3	<u>2,0</u>	2,4	2,0	2,1	3,2		
S/T x 100 : taux de saturation	20	11	14	<u>20</u>	16	<u>33</u>	15	45	45	25		
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>												
Perte au feu %		14,21	13,25	<u>12,39</u>	15,40	<u>14,42</u>	15,45	14,92	14,43	14,30	13,70	13,50
Résidu %		26,34	30,35	<u>46,48</u>	17,98	<u>25,34</u>	19,91	14,05	7,45	6,7	4,0	2,0
SiO ₂ Combinée %		16,62	15,76	<u>12,12</u>	17,98	<u>13,47</u>	15,88	22,25	25,68	27,8	33,9	36,3
Fe ₂ O ₃ %		12,60	13,00	<u>10,15</u>	12,25	<u>14,70</u>	15,25	16,10	17,40	17,8	15,9	15,9
Al ₂ O ₃ %		28,67	27,46	<u>21,06</u>	32,64	<u>31,49</u>	32,14	32,96	33,34	33,10	31,90	31,80
TiO ₂ %		1,2	1,0	<u>1,0</u>	1,5	<u>1,5</u>	1,5	1,5	1,3	1,4	1,3	1,3
<u>SiO₂</u> <u>Al₂O₃</u>		1,0	1,0	<u>1,0</u>	0,9	<u>0,7</u>	0,8	1,1	1,3	1,4	1,8	1,9
<u>Bases totales</u>												
Ca m. e. %		4,0	3,0	<u>4,0</u>	6,5	<u>3,4</u>	4,0	3,5	4,0	8,30	6,50	5,70
Mg m. e. %		11,1	15,5	<u>8,3</u>	5,0	<u>11,3</u>	7,8	9,2	10,8	13,60	12,10	13,50
K m. e. %		1,0	0,9	<u>1,2</u>	1,3	<u>0,8</u>	0,6	1,0	1,0	0,88	0,68	0,80
Na m.e. %		0,8	0,6	<u>2,1</u>	1,2	<u>1,2</u>	0,8	0,8	3,2	1,80	2,20	2,00

stone-line

PROFIL AMT 88LOCALISATION

X = 447,20

Y = 473,35

200 m à l'ouest de AMT 87, non loin d'un "Sakoa" isolé.

VEGETATION

Couverture à 80 % par touffes d'Aristida et Danga.

TOPOGRAPHIE

Surface plane, en pente de 10 à 15 % environ, au pied de la butte de migmatites granitoïdes d'Ambalamahalova. Forte érosion en nappe. Bon drainage apparent.

ROCHE-MERE

Migmatite S.SO.

DESCRIPTION

L'ensemble du profil est bien exploré par les racines de graminées jusqu'à 250 cm et l'on trouve quelques galeries de la faune jusqu'à cette profondeur.

- 0 - 10 cm = Horizon organique de surface riche en racines de graminées.
- S : brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4). H : brun-rouge sombre (5 YR 3/4).
 - Sablo-argileux, riche en sable grossier (certains grains sont usés).
 - Structure polyédrique grossière à tendance continue ; sous-structure polyédrique émoussée fine, ou particulière.
 - Friable, poreux. Présence de petites concrétions millimétriques, brun-rouge sombre, arrondies, dures.
- 10 - 30 cm = passage rapide à un horizon :
- S : brun-jaunâtre (10 YR 5/6). H : brun (7,5 YR 4/4). Présence de taches jaunes brunâtres.
 - Sablo-argileux, riche en sable grossier.

...

PROFIL AMT 88 (suite 2)

- Structure polyédrique grossière à forte tendance continue, sous-structure particulaire.
- Cohérent. Porosité tubulaire moyennement développée. De nombreuses petites concrétions rouge sombre, millimétriques, rondes, dures, sont disséminées dans cet horizon.

30 - 90 cm =

- passage indistinct à un horizon :
- S : brun (7,5 YR 5/6). H : brun foncé (5 YR 5/6).
- Sablo-argileux, riche en sable grossier.
- Structure continue. Très forte cohésion. Porosité tubulaire bien développée.
- présence de traces tubulaires fossiles et de nombreuses petites concrétions analogues à celles de (10-30 cm).

90 -170 cm =

- Passage assez rapide, en 20 cm à un horizon que l'on peut définir dans son ensemble comme :
 - Brun
 - Argilo-sableux
 - Structure continue.
 - Très peu cohérent, très friable, pulvérulent à l'écrasement.
 - Porosité tubulaire moyenne et, surtout, porosité tubulaire fine remarquablement développées. Densité apparente faible.
- On note l'existence au sein de cet horizon de zones lenticulaires, allongées verticalement, de 10 à 20 cm de puissance, à texture assez fine et structure quasiment particulaire (zones boulanges).
Couleur : S : brun (7,5 YR 5/8). H : rouge jaunâtre (5 YR 4/8)
 De fines fentes de retrait n'atteignant pas le sommet de cet horizon se développent préférentiellement dans ces zones.
- Le reste de l'horizon a une cohésion légèrement plus forte, est un peu plus riche en sable grossier (certains grains ont un aspect usé) et présente par place une structure polyédrique large, très peu prononcée. Les fragments de forme quelconque que l'on peut très facilement tailler au couteau dans ce monolithe poreux éclatent en poussière par faible pression entre les doigts.

...

PROFIL AMT 88 (suite 3)

Couleur : S : rouge jaunâtre (5 YR 5/8). H : rouge jaunâtre (5 YR 4/8).

- Des "concrétions" peu indurées, argilo-sableuses, ovoïdes, centimétriques ($\frac{1}{2}$ à 1 cm) de même teinte que l'horizon sont incluses dans ce matériel pulvérulent (surtout dans les zones boulanges).

170 - 250 cm = Passage rapide, en 15 cm, à un matériel de caractéristiques identiques au précédent mais de teinte rouge :

Couleur zones très pulvérulentes : S : rouge (2,5 YR 4/8).

H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).

Couleur zones plus cohérentes : S : rouge (2,5 YR 5/8).

H : rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).

250 - 320 cm = Passage progressif à un horizon de même teinte, structure et porosité que le précédent mais s'en différenciant par :

- La texture : sablo-argileux, riche en gravillons anguleux de quartz.
- La cohésion : matériel un peu plus cohérent, de pulvérulence à l'écrasement moins élevée. Les zones lenticulaires, verticales, fortement pulvérulentes, disparaissent dans cet horizon.

320 - 400 cm = Passage assez rapide à un horizon :

- S : jaune brunâtre (10 YR 6/6). H : brun foncé (7,5 YR 4/4).

- Sablo-argileux, riche en gravillons anguleux de quartz.

- Structure polyédrique grossière à tendance continue. Friable. Porosité tubulaire très élevée.

- présence de larges marbrures brun verdâtre et d'assez nombreuses concrétions rouge sombre. Celles-ci sont de 2 types :

1 - Centimétriques, noduleuses, englobant des grains de quartz et brisables à la main.

2 - Millimétriques, rondes, sans grain de quartz et dures.

A 400 cm : stone-line à gros cailloux anguleux de quartz laiteux.

Le reste du profil a été reconnu par sondage à la tarière à main :

400 - 540 cm = Argile bariolée de rose, blanc, brun et jaune, micacée et feldspathique.

↳ 540 cm = pyigmatite S.SO altérée à structure litée bien reconnaissable.

Profondeur (cm)	10			Co	Pu	Co	Pu	250-320	320-400	stone-1	400-460	carotte	carotte
	0 - 10	10 - 30	30 - 90	90 - 170	90 - 170	170-250	170-250					495-540	585
pH	5,85	5,45	5,35	<u>5,85</u>	5,75	<u>6,05</u>	5,95	6,60	6,65		5,55	5,35	5,70
GRANULOMETRIE													
Sable grossier %	39,2	36,5	37,1	<u>34,2</u>	32,9	<u>33,1</u>	32,3	36,0	48,2		22,0		
Sable fin %	13,0	13,3	12,2	<u>21,3</u>	15,5	<u>29,9</u>	24,7	15,1	20,7		11,0		
Limon grossier %	4,1	4,3	3,5	<u>12,0</u>	7,6	<u>15,8</u>	13,7	10,4	8,7		3,1		
Limon fin %	4,5	3,2	1,2	<u>13,3</u>	6,9	<u>11,1</u>	9,2	13,8	6,7		5,2		
Argile %	35,9	40,9	44,2	<u>15,4</u>	32,5	<u>8,3</u>	16,8	21,7	13,9		56,0		
ELEMENTS ORGANIQUES													
Carbone %	1,40	0,84	0,23	<u>0,33</u>	0,25	<u>0,03</u>	0,14						
Mat. org. totale %	2,42	1,45	0,40	<u>0,56</u>	0,43	<u>0,06</u>	0,25						
Azote total ‰	1,08	0,57	0,25	<u>0,20</u>	0,31	<u>0,22</u>	0,17						
Rapport C/N	12,9	14,7	9,2	<u>16,5</u>	8,0	<u>1,3</u>	8,5						
COMPLEXE ABSORBANT													
Ca échang. m.e. %	0,74	0,48	0,60	<u>1,07</u>	1,05	<u>1,07</u>	0,98	1,33	0,82		1,63		
Mg " m.e. %	0,62	0,26	0,26	<u>0,11</u>	0,13	<u>0,09</u>	0,12	0,37	0,29		1,91		
K " m.e. %	0,36	0,02	0,00	<u>0,00</u>	0,08	<u>0,05</u>	0,08	0,05	0,03		0,06		
Na " m.e. %	0,01	0,02	0,01	<u>0,03</u>	0,03	<u>0,04</u>	0,03	0,03	0,04		0,04		
S : somme des bases échang. m.e. %	1,7	0,8	0,9	<u>1,2</u>	1,3	<u>1,2</u>	1,2	1,8	1,2		3,6		
T : capacité d'éch. m.e. %	5,8	5,0	3,6	<u>3,4</u>	3,7	<u>2,6</u>	3,1	3,5	2,8		6,3		
S/T x 100 : Taux de saturation	29	16	25	<u>35</u>	35	<u>46</u>	38	51	42		57		
ANALYSE TRIACTIDE													
Perte au feu %		7,8	7,5	<u>8,1</u>	9,2	<u>7,8</u>	8,5	6,6	4,1		10,3	10,7	7,8
Résidu %		56,0	54,8	<u>49,0</u>	47,1	<u>46,4</u>	42,8	50,5	70,0		32,3	30,8	45,8
SiO2 combinée %		15,2	15,9	<u>17,9</u>	16,0	<u>20,2</u>	18,8	17,3	11,5		24,3	21,1	20,0
Fe2O3 %		5,6	5,8	<u>7,1</u>	7,5	<u>7,1</u>	7,6	7,4	4,1		7,8	6,0	5,2
Al2O3 %		15,5	16,7	<u>18,3</u>	15,0	<u>19,2</u>	20,1	18,4	10,7		25,7	25,5	20,1
TiO2 %		1,0	1,1	<u>1,2</u>	1,2	<u>1,1</u>	1,0	0,8	0,8		0,7	0,6	0,8
SiO2													
Al2O3		1,7	1,6	<u>1,7</u>	1,8	<u>1,8</u>	1,6	1,6	1,8		1,6	1,4	1,7
Bases totales													
Ca m.e. %		5,4	6,1	<u>7,4</u>	7,0	<u>5,9</u>	6,9	7,8	4,5		5,7	6,0	6,0
Mg m.e. %		7,5	6,4	<u>5,7</u>	6,2	<u>6,0</u>	6,0	6,2	5,0		11,4	11,3	47,9
K m.e. %		0,68	0,60	<u>0,60</u>	0,60	<u>0,60</u>	0,75	0,88	0,75		1,15	1,95	9,50
Na m.e. %		1,80	2,20	<u>2,00</u>	1,80	<u>1,80</u>	2,20	1,80	4,00		1,60	2,20	1,80

PROFIL AMT 122LOCALISATION

X = 453,65

Y = 477,15

2 km 500 N.O. Ambalavao. 200 m S.E du château-d'eau.

VEGETATION

Couverture graminéenne assez dense (80 %). Petits plants d'Eucalyptus, épars.

TOPOGRAPHIE

A 100 m du sommet d'une lame de granite migmatitique, et 50 m de la bordure d'un petit vallon. Surface plane à pente assez forte (15 %). Erosion en nappe : moyenne.

ROCHE-MERE

Migmatite S.SO.

DESCRIPTION

- 0 - 5 cm = Horizon organique de surface, riche en racines de graminées.
- S : brun (10 YR 4/3). H : brun sombre (7,5 YR 3/2).
 - Argilo-sableux.
 - Structure polyédrique moyenne émoussée ou grumeleuse, bien développée. Friable.
 - Quelques galeries d'insectes ou de termites.
- 5 - 25 cm = Horizon organique à faible enracinement graminéen (celui-ci se poursuit jusqu'à 150 cm).
- S : brun sombre (7,5 YR 4/4). H : brun foncé.
 - Argileux, faible proportion de sable grossier.
 - Structure polyédrique émoussée, grossière à moyenne, à tendance continue. Cohérent.
 - Présence de nombreuses traces tubulaires fossiles, et d'une porosité tubulaire moyennement développée (ces deux caractères s'observent jusqu'en bas du profil). On note l'existence de quelques petites concrétions millimétriques, noires, dures.

PROFIL AMT 122 (suite 2)

- 25 - 60 cm = Passage rapide à un horizon :
- S : jaune rougeâtre (7,5 YR 6/6). H : rouge jaunâtre (5 YR 4/6).
 - Argileux, faible proportion de sable grossier.
 - Structure polyédrique émoussée moyenne, bien développée. Tendance à la continuité. Cohérent.
 - Présence de nombreuses concrétions ; elles sont de deux types :
 - 1 - millimétriques, noires, dures.
 - 2 - centimétriques, rouge jaunâtre, ovoïdales, se brisant à la main.
- 60 - 85 cm = Passage progressif à un horizon :
- S : rouge jaunâtre (5 YR 5/8). H : rouge (2,5 YR 4/6).
 - Argileux, faible proportion de sable grossier.
 - Structure polyédrique grossière à moyenne, bien développée. Tendance à la continuité. Cohérent.
 - Même densité et type de concrétionnement qu'au-dessus. Apparition de petites "zones noduleuses cohérentes", assez indistinctes, de teinte un peu plus sombre que l'horizon.
- A 85 cm : on observe une mince stone-line discontinue, à cailloux anguleux de quartz.
- 85 -125 cm = Passage rapide à un horizon :
- S : rouge (2,5 YR 4/8). H : rouge noirâtre (10 R 3/6).
 - Argilo-sableux.
 - Structure polyédrique moyenne très bien développée. Friable. Légère pulvérulence des agrégats à l'écrasement.
- L'horizon est lardé de langues verticales de teinte rouge sombre, cohérentes ; elles lui confèrent un aspect "marbré". Présence de nombreuses petites concrétions, ovoïdales, millimétriques, rouge sombre, se brisant à la main.

...

PROFIL AMT 122 (suite 3)

125 - 160 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge noirâtre (10 R 3/6).
- Argilo-limono-sableux.
- Structure polyédrique fine à moyenne très bien développée. Friable. Pulvérulence des agrégats à l'écrasement.
- Présence de nombreuses "zones noduleuses cohérentes", rouge violacées, centimétriques.

160 - 185 cm = Horizon de même teinte, texture et structure que le précédent. Il s'en différencie par les caractères suivants :

- Les "zones noduleuses cohérentes" deviennent moins nettes et plus petites.
- Apparition de petites paillettes nacrées (reste de feldspaths altérés ?) et de quelques taches gris verdâtre.

185 - 220 cm = Passage indistinct à un horizon :

- S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge (10 R 4/6).
- Argilo-limono-sableux.
- Structure polyédrique émoussée moyenne à fine, bien développée.
- Horizon fortement piqueté de petites paillettes nacrées, blanchâtres. Quelques taches gris verdâtre.

220 - 310 cm = Horizon de même teinte et texture que le précédent. Humide.

Structure continue, faible cohésion. Très nombreuses petites paillettes blanchâtres. Nombreuses taches gris-verdâtre.

PROFIL AMT 122

Profondeur (cm)	0 - 5	5 - 25	25-60	60-85	85-125	125-160	185-220
pH	5,5	5,5	5,7	5,9	6,1	6,1	6,1

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	17,4	15,3	14,1	10,9	14,3	13,8	14,5
Sable fin %	9,2	8,2	6,6	6,9	14,3	14,4	17,8
Limon grossier %	7,5	5,2	4,7	6,0	8,0	8,8	8,4
Limon fin %	11,8	6,5	6,2	10,4	10,5	14,7	17,7
Argile %	49,3	58,6	63,9	62,2	39,5	29,9	26,5

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	2,16	1,43	0,62	0,25			
Matière organique totale %	3,73	2,46	1,08	0,43			
Azote total ‰	1,72	1,32	0,70	0,45			
Rapport C/N	12,5	10,8	8,8	5,5			

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,94	0,51	1,12	1,52	1,44	1,20	0,73
Mg " " "	0,86	0,25	0,41	0,86	1,68	2,77	3,36
K " " "	0,41	0,06	0,03	0,04	0,05	0,14	0,22
Na " " "	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04
S : somme des bases échangeables m.e. %	2,3	0,8	1,6	2,4	3,2	4,1	4,3
T : capacité d'échange m.e. %	12,6	11,6	10,3	9,5	9,5	10,8	11,1
S/T x 100 : taux de saturation	18	7	16	25	34	38	39

Profil AMT 122 (suite)

Profondeur (cm)	5 - 25	25-60	concrétions dans 25-60	60-85	85-125	125-160	185-220
---------------------------	--------	-------	------------------------------	-------	--------	---------	---------

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	13,2	12,3	12,2	12,9	11,7	12,5	12,4
Résidu %	26,0	25,3	35,9	17,6	23,3	29,3	27,0
SiO ₂ combinée %	25,8	29,0	13,1	24,0	18,3	18,3	21,7
Fe ₂ O ₃ %	7,9	8,9	10,4	8,4	8,7	7,3	7,1
Al ₂ O ₃ %	26,5	29,4	28,2	31,5	32,6	31,0	30,2
TiO ₂ %	1,5	1,5	1,2	1,2	0,9	0,7	0,7
$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	1,6	1,7	0,8	1,3	1,0	1,0	1,2

BASES TOTALES

Ca m.e. %	1,4	2,5	3,5	3,2	3,1	2,6	2,8
Mg m.e. %	12,5	10,6	10,3	10,4	13,1	15,2	16,0
K m.e. %	1,05	0,78	0,93	0,93	0,93	1,25	2,03
Na m.e. %	1,20	1,60	0,40	1,00	2,00	0,80	1,00

PROFIL AMT 44

LOCALISATION

X = 446,60

Y = 475,60

5 km O. Ambalavao. A 100 m de la RN 7, près de la piste du terrain d'aviation

VEGETATION

Graminées en touffes éparses.

TOPOGRAPHIE

Bordure d'une petite lame de granite andringitréen. Pente moyenne à forte vers la Marofihitra en contre bas. Erosion en nappe : forte. Bon drainage apparent.

ROCHE MERE

Migmatite S-SO.

DESCRIPTION

- 0 - 20 cm = Horizon organique de surface bien exploré par la faune mais peu exploré par les racines de graminées.
- S : brun (7,5 YR 5/6). H : brun sombre (7,5 YR 4/4).
 - Argilo-sableux, riche en sable grossier.
 - Structure polyédrique grossière et sous-structure polyédrique fine à moyenne, bien développées. Tendance à la continuité. Cohérent. Bonne porosité tubulaire par gros pores.
- 20 - 75 cm = Passage progressif à un horizon :
- S : jaune-brunâtre (10 YR 6/6). H : rouge-jaunâtre (5 YR 4/8).
 - Sablo-argileux, riche en sable grossier.
 - Structure polyédrique moyenne à grossière, à forte tendance continue (surtout vers le bas); elle est un peu mieux développée par endroit et alors existe une sous-structure polyédrique fine. Cohérent.

PROFIL AMT 44 (suite 2)

- Porosité tubulaire fine bien développée. Peu exploré par la faune et les racines de graminées.

A 70 - 75 cm, apparaît une stone-line peu marquée et discontinue à graviers anguleux de quartz.

- 75 - 95 cm = Passage indistinct à un horizon :
- S : rouge-jaunâtre (5 YR 5/8). H : rouge (2,5 YR 4/8). Teinte localement plus rouge (2,5 YR 5/8).
 - Argilo-sableux.
 - Structure continue, secondairement et faiblement : polyédrique grossière.
 - Très bonne porosité tubulaire grossière et moyenne. Faible pulvérulence à l'écrasement.
- 95 - 125 cm = Passage rapide à un horizon :
- S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge (10 R 4/6)
 - Argilo-limono-sableux grossier. Quelques gravillons anguleux de quartz.
 - Structure polyédrique moyenne et sous-structure polyédrique fine très bien développées. Friable.
 - Porosité tubulaire fine moyennement développée. Présence de "zones noduleuses cohérentes" brun-rouge sombre et de traces tubulaires fossiles de teinte jaunâtre.
- 125 - 205 cm = Horizon de mêmes caractéristiques générales que le précédent. La structure est un peu plus fine, la friabilité et la porosité plus élevées. Les "zones noduleuses cohérentes" disparaissent dans cet horizon.

PROFIL AMT 44 (suite 3)

205 - 250 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : rouge clair (2,5 YR 6/8). H : rouge (2,5 YR 4/8).
- Limono-argileux, riche en fines paillettes de micas.
- Structure polyédrique moyenne et sous-structure polyédrique fine à très fine très bien développées.
- Porosités tubulaires moyenne et fine très bien développées. Très friable. Très tendre. Toucher onctueux.

PROFIL AMT 87LOCALISATION

X = 447,60

Y = 473,10

5 km 500 S.O. Ambalavao - 700 m E-N.E. du village "Ambalamahalova", 400 m E. du profil AMT 88, en contrebas, près d'un champ de manioc.

VEGETATION :

Couverture à 70 % par savane herbeuse à Danga en touffes éparses.

TOPOGRAPHIE :

Replat à pente très faible au pied de la lame de migmatites granitoïdes d'Ambalamahalova. Bordure périphérique de vallons encaissés. Erosion en nappe : moyenne. Drainage apparent : moyen. Des petites concrétions sphériques, millimétriques, noires, jonchent le sol.

ROCHE MERE :

Migmatite S-SO.

DESCRIPTION :

- 0 - 15 cm = -Horizon organique de surface bien exploré par les racines de graminées.
 -S : brun sombre (7,5 YR 4/4). H : brun-rouge sombre (5 YR 3/4).
 -Sablo argileux, riche en sable grossier. Certains grains de quartz sont usés et bien arrondis.
 -Structure polyédrique grossière émoussée à tendance continue. Sous-structure grumeleuse fine ou particulière. Bonne porosité. Assez friable.
- 15 - 90 cm = Passage rapide à un horizon de caractéristiques suivantes : jaune-argilo-sableux aspect massif, bonne porosité tubulaire fine - riche en concrétions millimétriques, sphériques, noires, dures - présence de traces tubulaires fossiles - moyennement exploré par les racines de graminées - repose à 90 cm sur la stone-line -
 = Par la teinte et la structure, on peut le subdiviser en 3 sous-horizons suivants :

PROFIL AMT 87 (suite 2)

15 - 40 cm :

-Traînées de matière organique.

-S : brun (7,5 YR 5/8). H : rouge jaunâtre (5YR 4/6).

-Par endroits : structure massive, fortement cohérente ; ailleurs : cohésion moindre et structure polyédrique moyenne, bien développée avec sous-structure polyédrique fine.

40 - 80 cm :

-S : jaune rougeâtre (5YR 6/8). H : rouge jaunâtre (5YR 4/8).

-Riche en sable grossier dont certains grains ont un aspect roulé.

-Structure massive, forte cohésion (sonorité au choc) ; secondairement : structure polyédrique grossière avec sous-structure polyédrique moyenne.

-Les traces tubulaires fossiles apparaissent plus rouges sur le fond jaune de l'horizon.

80 - 90 cm :

-S : rouge-jaunâtre (5YR 5/8). H : rouge (2,5 YR 4/6).

-Même structure que (15-40 cm).

-Présence de quelques concrétions centimétriques arrondies, peu indurées, de même teinte que l'horizon.

90 - 100 cm = Stone-line régulière à cailloux ou graviers anguleux de quartz.

-Une matrice argileuse, pulvérulente emballe ces cailloux. On y observe quelques concrétions centimétriques, ovoïdes, peu indurées de teinte brun-rouge.

100 - 115 cm = S : rouge (2,5 YR 5/8). H : rouge (2,5 YR 4/6). Présence de marbrures de teinte plus jaune.

-Argilosableux, riche en sable grossier et gravillons anguleux de quartz.

-Structure polyédrique moyenne et sous-structure polyédrique fine très bien développées. Tendance à la continuité. Porosité tubulaire moyenne bien développée.

-Présence de traces tubulaires fossiles indistinctes et de quelques concrétions peu indurées (comme en 90 - 100 cm).

PROFIL AMT 87 (suite 3)

115 - 140 cm = Mêmes caractéristiques générales que l'horizon précédent, mais :

- Teinte légèrement plus claire, pas de marbrures jaunâtres.
- Structure légèrement émoussée, plus friable.
- Pas de traces tubulaires fossiles, ni de concrétions friables.
- Présence de quelques petites paillettes nacrées blanchâtres (feldspaths altérés ?).

140 - 250 cm =-Passage progressif à un horizon rouge-rose.

- Argilo-limoneux, "micacé", à filonnets de quartz.
- Structure polyédrique moyenne émoussée et sous-structure polyédrique fine très bien développées.
- Présence de nombreuses paillettes blanchâtres (comme en 115-140 cm).

PROFIL AMT 87

Profondeur (cm) . .	0-15	15-40	40-80	80-90	100-115	115-140	140-250
pH	5,3	5,5	5,6	5,8	6,0	5,9	5,4

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	39,2	33,5	30,5	30,5	21,9	14,9	24,4
Sable fin %	14,9	12,2	10,7	10,6	9,5	7,4	8,0
Limon grossier %	4,5	4,0	3,6	3,4	6,0	3,4	3,0
Limon fin %	5,3	4,2	3,8	7,2	14,5	14,7	12,8
Argile %	33,0	43,3	47,4	41,4	40,1	54,9	45,1

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,56	0,65	0,24	0,12			
Matière organique totale %	2,7	1,11	0,41	0,21			
Azote total ‰	0,99	0,57	0,36	0,27			
Rapport C/N	15,7	11,4	6,6	4,4			

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,68	0,65	1,02	1,04	1,52	1,64	0,95
Mg échangeable m.e. %	0,36	0,00	0,00	0,00	0,02	0,62	0,00
K échangeable m.e. %	0,09	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01
Na échangeable m.e. %	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02
S : somme des bases échangeables m.e. %	1,16	0,68	1,10	1,12	1,57	2,31	0,98
T : capacité d'échange m.e. %	9,4	7,9	8,0	7,3	6,8	14,5	16,8
S/T x 100 : taux de saturation	12,3	8,6	13,7	15,3	23,1	15,9	5,8

PROFIL AMT 87

Profondeur (cm) . .	15-40	40-80	80-90	100-115	115-140	140-250
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>						
Perte au feu %	10,6	9,4	9,9	10,9	11,6	10,7
Résidu %	38,6	39,3	39,9	23,9	21,7	29,6
SiO ₂ combinée %	18,4	19,9	17,7	25,9	23,4	23,0
Fe ₂ O ₃ %	9,0	9,5	9,8	11,8	13,35	6,75
Al ₂ O ₃ %	23,0	21,9	23,8	28,8	29,1	29,0
TiO ₂ %	1,3	1,0	1,5	0,9	0,9	0,5
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,4	1,6	1,3	1,5	1,3	1,3
<u>BASES TOTALES</u>						
Ca m.e. %	0,6	2,7	2,4	2,3	2,5	1,7
Mg m.e. %	10,4	6,9	9,2	7,0	9,3	8,5
K m.e. %	0,13	0,38	0,40	0,45	0,38	1,30
Na m.e. %	0,00	0,20	0,80	0,40	0,20	0,20

PROFIL AMT 46

LOCALISATION :

X = 448,35

Y = 475,90

3,500 km O. Ambalavao par la RN 7. A 100 m à l'Est du petit village "Ankazoambo".

A 250 m au Sud de la rivière "Marofihitra". Près d'une haie d'eucalyptus.

VEGETATION :

Couverture à 50 % par savane herbeuse à Aristida et Danga, en touffes éparées.

TOPOGRAPHIE :

Zone assez plane, à pente moyenne (10 %) vers la "Marofihitra" au Nord, perchée de 10 m environ au-dessus de la terrasse d'alluvions récentes (à laquelle on accède par une forte pente à quelques mètres de là). Des blocs de cuirasse affleurent çà et là.

La surface est mamelonnée, l'érosion en nappe très forte. Drainage apparent : excellent.

ROCHE-MERE :

Migmatite S-So.

DESCRIPTION :

- 0 - 20 cm = -Horizon faiblement organique de surface, à faible enracinement graminéen.
- S : brun-jaune (7,5 YR 6/6) ; H : brun-rouge sombre (5YR 3/4).
 - Sablo-argileux ; forte proportion de sable grossier.
 - Structure massive ; secondairement et faiblement : polyédrique grossière émoussée. Forte cohésion. Porosité tubulaire faible.
 - Présence de concrétions, millimétriques, arrondies, gris-noir, dures, disséminées dans l'horizon.
 - Quelques galeries de termites.

20 - 40 cm = Passage indistinct de l'horizon précédent à celui-ci.

-S : brun-jaune (7,5 YR 5/8); H : rouge jaunâtre (5YR 5/8).

-Sablo-argileux. Riche en sable grossier. Présence de quelques gravillons de quartz dans la partie inférieure (certains sont bien façonnés).

-Structure massive ; secondairement et faiblement : polyédrique moyenne. Très forte cohésion (sonore au choc). Porosité tubulaire assez forte (par gros pores).

-Mêmes concrétions que dans (0-20 cm).

Quelques racines de graminées.

40 - 70 cm = Passage rapide et irrégulier à un horizon très cohérent, concrétionné, comportant 3 phases :

1. Des nodules de $\frac{1}{2}$ cm à 10 cm de diamètre, à cortex très dur (éclat métallique parfois). On trouve sous ce cortex un matériel sablo-argileux de teinte brun-jaune, friable et pulvérulent ; des paillettes nacrées (gibbsite ?) s'y observent. Ces nodules sont localement soudés en une cuirasse vacuolaire englobant des gravillons de quartz.

2. Une stone-line discontinue à cailloux anguleux de quartz (plus ou moins mêlés à la cuirasse).

3. L'ensemble est emballé dans une matrice argilo-graveleuse de teinte jaune-brun où sont présentes de petites concrétions analogues à celles des horizons (0-20 cm) et (20-40 cm).

70 - 100 cm = Passage rapide et irrégulier à un horizon :

-S : rouge jaunâtre (5 YR 5/8). H : rouge (2,5 YR 4/6)

-Sablo-argileux, riche en gravillons anguleux de quartz.

-Structure continue et forte cohésion, comme l'horizon (20-40 cm). Porosité tubulaire bien développée.

-Présence de quelques fentes de retrait et de petites paillettes blanchâtres (feldspaths altérés ?).

100 - 130 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : rouge (2,5 YR 5/8). H : très rouge (10 R 4/8)
- Argilo-sableux, riche en gravillons anguleux de quartz.
- Structure polyédrique fine bien développée, tendance à la continuité par endroit. Forte porosité tubulaire.

130 - 250 cm = Passage progressif à un horizon :

- S : rouge-rose (5 YR 5/8)
- Argilo-limoneux, très riche en paillettes de "micas".
- Structure polyédrique moyenne émoussée et sous-structure polyédrique fine très bien développées. Très friable et tendre ; onctueux au toucher. Porosité tubulaire bien développée.
- Présence de quelques filonnets blanchâtres, quartzo-feldspathiques (10 cm de puissance). Un ovoïde de granite migmatitique (50 cm) est emballé à 2 m dans cette matrice argilo-limono "micacée".

PROFIL AMT 46

Profondeur	0 - 20	20 - 40	70 - 100	10 - 130	130 - 250
pH	5,6	5,1	5,5	5,8	6,0

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	42,7	38,5	32,6	26,3	19,0
Sable fin %	16,2	14,5	11,5	8,5	16,2
Limon grossier %	3,9	3,0	4,5	3,6	5,8
Limon fin %	4,3	2,1	8,4	6,5	19,7
Argile %	30,4	39,4	40,9	53,7	37,5

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	0,92	0,28	0,16		
Matière organique totale %	1,59	0,49	0,27		
Azote total ‰	0,70	0,72	0,31		
Rapport C/N	13,1	3,9	5,0		

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,42	0,35	1,17	2,69	2,53
Mg " " "	0,31	0,48	0,10	0,29	1,20
K " " "	0,18	0,05	0,02	0,04	0,06
Na " " "	0,04	0,01	0,03	0,06	0,03
S : Somme des bases échangeables m.e. %	0,9	0,89	1,3	3,1	3,8
T : Capacité d'échange m.e. %	9,0	4,3	4,5	4,7	4,7
S/T x 100 : taux de saturation	10	21	20	65	80

PROFIL AMT 46 (Suite)

Profondeur (cm)	0 - 20	20 - 40	concrétions		100-130	130-250
			40 - 70	70 - 100		

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	6,91	12,09	6,51	9,54	9,15	10,72
Résidu %	62,66	57,67	55,55	42,06	39,17	28,86
SiO ₂ combinée %	11,78	13,75	6,40	17,13	21,60	24,24
Fe ₂ O ₃ %	5,3	6,1	22,9	8,2	6,4	9,7
Al ₂ O ₃ %	13,56	18,11	9,79	22,33	23,29	27,13
TiO ₂ %	0,4	0,5	0,2	0,6	0,6	0,4
<u>SiO₂</u>	1,5	1,3	1,1	1,3	1,6	1,5
Al ₂ O ₃						

Bases totales

Ca m.e. %	4,5	0,9	2,3	0,1	3,8	3,6
Mg m.e. %	5,3	7,0	8,0	7,5	10,6	8,0
K m.e. %	0,85	0,65	0,53	0,33	0,73	0,45
Na m.e. %	1,4	0,8	1,2	0,2	1,2	0,4

PROFIL AMT 121LOCALISATION :

X = 453,50

Y = 477,40

2 km 500 Ambalavao. 100 m au N du château d'eau. 200 m E. RN 7.

VEGETATION :

Savane herbeuse moyennement dense parsemée de petits eucalyptus et goyaviers.

TOPOGRAPHIE :

Crête sommitale arrondie d'une lame de granite migmatitique. Pente faible (2 %) vers le N suivant l'axe de la lame, pente douce vers le N.O; versant S.E à forte pente. Drainage apparent : moyen à médiocre. Erosion en nappe : faible. Le granite affleure en coupole à 100 m au Sud du point de prélèvement et 5 m plus haut.

ROCHE MERE :

Granite migmatitique à grain grossier (charnockitique).

DESCRIPTION :

- 0 - 5 cm = Horizon organique de surface à très fort enracinement graminéen.
- S : brun (10 YR 5/3). H : brun-gris très foncé (10 YR 3/2)
 - Argilo-sableux. Forte proportion de sable grossier (certains grains ont un aspect roulé).
 - Structure polyédrique grossière et sous-structure polyédrique fine, émoussées et à tendance grumeleuse, très bien développées. Friable.
- 5 - 25 cm = Passage rapide à un horizon organique, riche en racines de graminées et de caractéristiques suivantes :
- S : brun jaunâtre (10 YR 5/4). H : brun foncé (10 YR 3/3).
 - Argilo-sableux. Quelques grains de quartz d'aspect roulé.

PROFIL AMT 121 (suite 2)

- structure polyédrique grossière bien développée. Tendance à la continuité. Bonne porosité tubulaire fine.
- Présence de nombreuses, petites concrétions (1 à 3 mm) noires, arrondies, dures.

25 - 50 cm = passage progressif à un horizon jaune-brunâtre (10 YR 6/6) avec langues brunes de matière organique dans sa partie supérieure.

- Argilo-sableux.
- Structure polyédrique moyenne, à tendance cubique, très bien développée.
- Présence de traces tubulaires fossiles et, vers le bas de l'horizon, de concrétions centimétriques très peu indurées et peu différenciées.

A 50 cm : on rencontre une nappe très clairsemée de cailloux anguleux de quartz.

50 -110 cm = passage progressif à un horizon très concrétionné

- S : jaune brunâtre (10 YR 6/8). H : brun foncé (7,5 YR 5/6)
- Argilo-sableux
- Structure polyédrique moyenne à tendance continue ; sous-structure polyédrique fine. Cohérent.
- Présence de nombreuses petites (2 mm) concrétions arrondies, indurées, de teinte rouille, disséminées dans l'horizon ; elles sont mêlées à des concrétions plus grosses (1 cm), peu indurées et de forme plus irrégulière. Densité maximum de concrétionnement à 65-90 cm.
- Traces tubulaires fossiles. Des fentes de retrait moyennes à fines se développent au-dessus et au-dessous de cet horizon.

110 -140 cm = passage progressif à un horizon :

- S : jaune rougeâtre (7,5 YR 7/8). H : rouge jaunâtre (5 YR 5/8)
- Argilo-sableux fin
- Même structure que l'horizon précédent, mais plus friable et une porosité tubulaire se développe.

PROFIL AMT 121 (suite 3)

- Apparition de zones de teinte plus rouge que l'horizon, riches en feldspaths altérés, blanchâtres. Traces tubulaires fossiles. Quelques racines de graminées pénètrent encore jusqu'à cette profondeur.

140 -250 cm = Passage progressif à un horizon jaune-rosé (10 YR 8/6), limono-sableux, à structure continue ; très friable, très riche en petits grains (1 mm) blanchâtres de feldspaths altérés. Porosité tubulaire bien développée. Des morceaux, de la taille des cailloux, de granite altéré et à gros grain sont emballés dans cette matrice. Quelques traces tubulaires fossiles encore.

Le sondage a été poursuivi jusqu'à 450 cm pour étude et analyse du profil d'altération. Une arène d'altération quartzo-feldspathique, à structure particulière, emballant de grosses boules de granite avec écailles successives à leur contact apparaît au-dessous de l'horizon précédent.

PROFIL AMT 121

Profondeur (cm)	5 - 25	50 - 110	110 - 140
pH	6,0	5,8	5,8

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	14,2	11,5	12,6
Sable fin %	10,1	7,5	14,4
Limon grossier %	8,8	7,6	9,7
Limon fin %	14,2	9,8	21,2
Argile %	48,0	61,0	38,3

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,65	0,27	0,21
Matière organique totale %	2,85	0,46	0,36
Azote total ‰	1,19	0,60	0,36
Rapport C/N	13,8	4,5	5,8

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,94	1,28	1,31
Mg " " "	0,69	0,80	1,26
K " " "	0,37	0,06	0,20
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S : somme des bases échangeables m.e. %	2,0	2,1	2,8
T : Capacité d'échange m.e. %	8,2	5,0	5,7
S/T x 100 : Taux de saturation	24	42	49

PROFIL AMT 121 (suite)

Profondeur (cm) 5 - 25 50 - 110 110 - 140

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	11,7	11,6	12,6
Résidu %	40,2	27,2	23,45
SiO ₂ combinée %	20,4	26,7	24,5
Fe ₂ O ₃ %	7,5	8,65	9,2
Al ₂ O ₃ %	20,9	27,1	30,9
TiO ₂ %	1,5	1,5	0,9
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,7	1,7	1,3

BASES TOTALES

Ca m.e. %	4,65	3,55	3,95
Mg m.e. %	11,5	10,5	14,5
K m.e. %	0,78	0,73	1,25
Na m.e. %	0,20	1,00	1,60

PROFIL AMT 74LOCALISATION

X = 447,10

Y = 474,80

8 Km ouest Ambalavao par la R.N. 7. A 400 m au Sud du petit village Angodongodona

VEGETATION

Couverture à 60 % par savane herbeuse à Aristida et Danga.

TOPOGRAPHIE

Interfluve à pente assez forte vers le sud (20 %) armé d'une lame de granite migmatitique, entre la vallée de la Marofihitra et un vallon de recréusement récent. Erosion en nappe forte. Drainage apparent : bon. Affleurement rocheux à 20 m de là.

ROCHE-MERE

Granite migmatique à grain fin.

DESCRIPTION

0 - 5/10 cm = Horizon organique de surface à faible enracinement graminéen.

- S : brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4). H : brun sombre (7,5 YR 4/4).

- Sablo-argileux, riche en sable grossier.

- Structure polyédrique émoussée à grumeleuse, moyenne, à tendance continue. Friable. Forte porosité tubulaire (fine et grossière). Quelques galeries de termites.

5/10-20/25 cm = passage rapide à un horizon assez organique encore, mais à très faible enracinement graminéen.

- S : brun jaunâtre (10 YR 5/4). H : brun foncé (7,5 YR 4/4).

- Sablo-argileux, riche en sable grossier.

- Structure polyédrique moyenne à forte. Tendance continue. Cohérent : forte micro-porosité tubulaire.

...

PROFIL AMT 74 (suite 2)

- 20/25-90 cm = Passage progressif à un horizon :
- S : jaune rougeâtre (7,5 YR 6/6). H : brun (7,5 YR 5/6).
 - Argilo-sableux, riche en sable grossier.
 - Structure continue ; secondairement et faiblement : polyédrique émoussée moyenne. Très cohérent (sonore au choc). Porosité tubulaire moyenne et grossière bien développée.
 - Traces tubulaires fossiles. Quelques galeries de termites. Quelques cailloux de granite en stone-line à 90 cm.
- 90 - 180 cm = Passage rapide quant à la cohésion mais progressif quant aux autres caractères à un horizon :
- S : jaune rougeâtre (5 YR 6/8). H : rouge jaunâtre (5 YR 5/8)
 - Argilo-sableux, riche en sable grossier.
 - Structure continue; secondairement et faiblement : polyédrique émoussée moyenne. Cohésion faible : matériel très friable et localement pulvérulent (au voisinage de fines fentes de retrait verticales). Porosité tubulaire fine très bien développée.
 - Présence de quelques concrétions centimétriques, noduleuses, peu indurées, peu différenciées. Des grains de feldspaths altérés apparaissent dans la partie inférieure de cet horizon où un filon quartzo-feldspathique, centimétrique, en place, peut s'observer sur la coupe.
- 180 - 250 cm = Passage indistinct à un horizon d'altération hétérogène, légèrement humide, friable, à structure polyédrique émoussée moyenne, assez bien développée et porosité tubulaire très bien développée. On y distingue des zones sablo-limoneuses, blanc-rosé (7,5 YR 8/4), quartzo-feldspathiques et très friables, au sein d'un matériel quartzo-feldspathique et micacé (plus cohérent), jaune-rougeâtre (5 YR 7/8), argilo-sableux.

Les horizons inférieurs ont été reconnus par sondage à la tarière. L'arène d'altération se poursuit jusqu'à 420 cm, niveau où se fait le contact avec le granite non altéré.

PROFIL AMT 74

Profondeur (cm) ↓ . . .	10 - 25	25 - 90	140 - 180
pH	5,3	5,2	5,4

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	41,0	41,3	40,5
Sable fin %	13,6	11,4	14,6
Limon grossier %	4,2	3,7	10,1
Limon fin %	3,4	2,4	8,6
Argile %	37,0	40,5	24,0

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	0,92	0,37	0,15
Matière organique totale %	1,59	0,64	0,25
Azote total ‰	0,70	0,45	0,41
Rapport C/N	13,1	8,2	3,5

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,30	0,40	0,78
Mg " " "	0,14	0,03	0,15
K " " "	0,21	0,12	0,07
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S: somme des bases échangeables m.e. %	0,65	0,55	1,00
T: capacité d'échange m.e. %	4,9	4,1	3,5
S/T x 100 : Taux de sa- turation	13	13	28

PROFIL AMT 74 (suite)

Profondeur (cm) 10 - 25 25 - 90 140 - 180

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	8,0	8,3	8,8
Résidu %	58,2	50,05	48,1
SiO ₂ combinée %	13,3	15,0	18,3
Fe ₂ O ₃ %	5,75	6,0	6,35
Al ₂ O ₃ %	15,9	14,7	20,9
TiO ₂ %	0,7	0,6	0,5
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,4	1,7	1,5

BASES TOTALES...

Ca m.e. %	3,95	3,25	2,65
Mg m.e. %	7,3	6,0	7,6
K m.e. %	0,66	0,58	0,78
Na m.e. %	0,60	0,00	0,20

PROFIL AMT 126LOCALISATION

X = 448,25

Y = 475,40

3 km O. Ambalavao. A 100 m au Nord de la R.N. 7.

VEGETATION

Touffes éparses d'Aristida

TOPOGRAPHIE

"Langue" résiduelle de "matériel colluvial ancien à traces d'hydromorphie ancienne". Elle se situe à la tête d'un talweg et suivant son axe ; elle est bordée de part et d'autre par des vallons de recreusement récent (4 à 5 m de dénivelé). Surface bombée, en pente vers l'aval (10 %). Drainage apparent : excellent. Une stone-line à gros cailloux de quartz, légèrement façonnés, apparaît sur les flancs de cette "langue" colluviale, à 2 m au-dessus du bas fond actuel.

ROCHE-MERE

Colluvions anciennes sur migmatite S.SO

DESCRIPTION

0 - 6 cm = Horizon organique de surface, discontinu, à forte densité de racines de graminées.

- S : brun jaunâtre (10 YR 5/4).
- Sablo-argileux, très riche en sable grossier.
- Structure polyédrique moyenne émoussée ; sous-structure particulière. Friable.

6 - 70 cm = Passage très rapide à un horizon de caractéristiques suivantes :

- S : jaune brunâtre (10 YR 6/6). H : brun jaunâtre (10 YR 4/4).
- Sablo-argileux, riche en sable grossier.
- Structure polyédrique moyenne à tendance continue ; sous-structure particulière. Porosité tubulaire forte.

PROFIL AMT 126 (suite 2)

- Présence de quelques galeries de termites, de traces tubulaires fossiles et de petites concrétions de teinte rouille.

70 -120 cm = Mêmes caractéristiques générales que l'horizon précédent, mais :

- Teinte plus rouge (7,5 YR 6/6)
- Apparition, par place, de zones massives, très cohérentes, vivement colorées en rose, ocre ou gris.

120 -250 cm = Passage progressif à un horizon vivement coloré : marbrures verticales roses, rouges et gris-brun.

- Sablo-argileux, riche en sable grossier.
- Structure continue, grèseuse ; secondairement et faiblement : polyédrique grossière. Forte porosité tubulaire.
- Présence de petits grains blanchâtres (feldspaths altérés ?). Les racines de graminées descendent jusque dans cet horizon.

250 -300 cm = Passage brutal, sans discontinuité apparente dans la morphologie du profil, à un horizon essentiellement argileux ; mêmes teintes bariolées qu'au dessus.

- Structure très bien développée : prismatique grossière, avec une sous-structure polyédrique ou cubique, moyenne à fine, à arêtes tranchantes. Porosité tubulaire nulle. Présence de grains de feldspaths altérés (?) comme au dessus.

> 300 cm = Le reste du profil a été reconnu par sondage à la tarière hélicoïdale.

300-360 cm = argilo-sableux, feldspathique, gris à larges taches brun-rouille.

360-460 cm = argilo-limono-sableux. Teinte grise ou brun-rouille.

480-500 cm = stone-line

> 500 cm = migmatite S.SO altérée, à structure reconnaissable.

PROFIL AMT 126

Profondeur cm) . .	6-70	70-120	120-250	250-300	300-360	400-480	500
pH	4,9	5,0	5,4	5,6	5,7	6,5	6,8

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	44,1	35,5	42,6	15,5	26,6	31,7	36,4
Sable fin %	17,0	13,5	12,6	6,6	12,6	17,1	32,3
Limon grossier %	6,2	5,0	5,0	3,2	8,2	6,3	5,4
Limon fin %	5,8	6,4	5,9	9,7	11,1	16,2	12,8
Argile %	26,8	41,1	34,9	64,6	40,1	27,2	14,3

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	0,29	0,17	0,09				
Matière organique totale %	0,49	0,29	0,16				
Azote total ‰/∞	0,31	0,25	0,15				
Rapport C/N	9,3	6,8	6,5				

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,42	0,57	0,61	1,19	0,72	4,55	2,18
Mg échangeable m.e. %	0,04	0,04	0,08	2,02	1,42	7,43	2,75
K échangeable m.e. %	0,03	0,03	0,04	0,19	0,12	0,20	0,13
Na échangeable m.e. %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S : Somme des bases échangeables m.e. %	0,5	0,6	0,7	3,4	2,3	12,2	5,1
T : Capacité d'échange m.e. %	4,0	4,8	3,9	9,2	6,6	12,1	6,2
S/T x 100 : Taux de saturation	12	12	18	37	35	100	82

PROFIL AMT 126 (suite)

Profondeur (cm) . . .	6-70	70-120	120-250	250-300	300-360	400-480	500
<u>ANALYSE TRIACIDE</u>							
Perte au feu %	4,8	6,4	5,4	10,7	4,4	5,2	2,9
Résidu %	72,0	56,4	64,1	25,05	52,2	55,1	73,4
SiO ₂ combinée %	10,9	17,9	15,6	30,2	17,7	18,0	11,7
Fe ₂ O ₃ %	3,1	3,4	2,2	5,05	9,1	9,2	3,3
Al ₂ O ₃ %	9,5	15,6	13,5	25,8	11,3	10,6	7,0
TiO ₂	0,6	0,7	0,6	0,8	0,6	0,4	0,2
$\frac{SiO_2}{Al_2O_3}$	1,9	1,9	2,0	2,0	2,6	2,9	2,8
<u>BASES TOTALES</u>							
Ca m.e. %	2,35	3,05	0,85	3,55	1,0	4,9	2,9
Mg m.e. %	7,3	9,5	11,2	14,9	2,6	22,0	44,5
K m.e. %	0,20	0,13	0,13	0,13	0,28	3,55	10,0
Na m.e. %	0,60	1,40	1,40	0,20	0,20	0,80	0,60

PROFIL AMT 40

LOCALISATION

X = 447,60

Y = 475,35

4 km. O. Ambalavao. A 50 m à droite de la R.N. 7 en allant vers Iaritsena. sous le sommet d'une petite butte de migmatites granitoïdes.

VEGETATION

Couverture à 50 % par touffes éparses de Danga et Aristida.

TOPOGRAPHIE

Pente moyenne (15 à 20 %). Erosion en nappe forte. Des rochers de granite migmatique affleurent aux alentours. Epandage de cailloux de quartz et quartzite à magnétite en surface.

ROCHE-MERE

Migmatite granitoïde S.SO, hétérogène.

DESCRIPTION

0 - 10 cm = Horizon organique de surface, très riche en cailloux de quartz ou quartzite à magnétite.

- S = rouge jaunâtre (5 YR 5/6). H = rouge noirâtre (2,5 YR 3/6)
- Argilo-sableux, riche en sable grossier et paillettes de micas.
- Structure polyédrique moyenne bien développée, sous-structure polyédrique fine. Friable. Bien aéré. Bon enracinement des graminées.

10 - 50 cm = Passage rapide à un horizon :

- S = rouge (2,5 YR 5/6). H = rouge noirâtre (2,5 YR 3/6)
- Même texture et structure que l'horizon précédent, mais plus cohérent et pauvre en gravillons ou cailloux de quartz.
- Riche en paillettes de micas. Bon enracinement des graminées. Présence de traces tubulaires fossiles.

PROFIL AMT 40 (suite 2)

50 - 100 cm = Passage indistinct à un horizon de caractéristiques suivantes :

- Même teinte rouge que le précédent.
- Argilo-limono-sableux. Riche en paillettes de micas.
- Structure polyédrique moyenne à tendance prismatique et sous-structure polyédrique fine très bien développée.
- Porosité tubulaire forte. La pénétration des racines de graminées s'arrête dans cet horizon.

100 - 250 cm = Passage progressif et indistinct à la migmatite altérée, très hétérogène (nébullitique) ; très friable et à porosité tubulaire forte. Des passées quartzo-feldspathiques à gros cristaux, de 10 à 20 cm de puissance alternent avec des passées surmicacées de même puissance et à structure finement feuilletée. Les zones pegmatitiques quartzo-feldspathiques pénètrent dans les horizons supérieurs, jusqu'en surface ; les zones surmicacées se perdent dans ces horizons (elles dominent dans cet horizon de roche altérée).

PROFIL AMT 40

Profondeur (cm)	0 - 10	10 - 50	50 - 100
pH	6,0	5,6	6,4

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	28,7	27,2	27,0
Sable fin %	13,0	13,4	17,5
limon grossier %	4,9	4,3	9,9
Limon fin %	10,6	10,1	20,2
Argile %	38,5	43,0	23,6

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,38	0,50	0,15
Matière organique totale %	2,39	0,87	0,27
Azote total ‰	0,94	0,42	0,18
Rapport C/N	14,6	11,9	8,3

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,96	0,38	0,72
Mg " " "	1,06	0,80	4,16
K " " "	0,46	0,12	0,11
Na " " "	0,04	0,03	0,07
S : Somme des bases échangeables m.e. %	2,5	1,3	5,1
T : Capacité d'échange m.e. %	10,6	6,1	17,7
S/T x 100 : Taux de saturation	23	21	28

PROFIL AMT 40 (suite)

Profondeur (cm) 0 - 10 10 - 50 50 - 100

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	9,44	8,76	6,74
Résidu %	43,38	38,17	41,87
SiO ₂ combinée %	15,46	16,72	19,40
Fe ₂ O ₃ %	13,55	15,40	10,65
Al ₂ O ₃ %	17,02	19,77	17,85
TiO ₂ %	1,1	1,1	0,8
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,6	1,4	1,8

BASES TOTALES

Ca m.e. %	1,9	2,3	0,9
Mg m.e. %	22,4	37,5	88,9
K m.e. %	8,25	11,75	20,25
Na m.e. %	1,4	1,8	0,8

PROFIL AMT 98

LOCALISATION

X = 449,05

Y = 470,50

6 km S.O. Ambalavao. Près du petit village de Maroanana ; en bordure de la piste de Sendrisoa.

VEGETATION

Touffes éparses et très en relief de Danga et Aristida.

TOPOGRAPHIE

A mi-pente d'une colline . Pente forte (30 %) vers la Mananantanana en contre-bas. Erosion en nappe très forte. Des boules de gneiss de toutes tailles émergent du sol. La surface est jonchée de débris de roche altérée et de gravillons de quartz.

ROCHE-MERE

Gneiss à cordiérite et grenat.

DESCRIPTION

0 - 10/20 cm = Horizon organique de surface, discontinu

- S = rouge jaunâtre (5 YR 4/8). H = rouge noirâtre (2,5 YR 3/6).
- Sablo-argileux
- Structure polyédrique émoussée à tendance grumeleuse , moyenne à fine, bien développée. Très friable et poreux.
- Fort enracinement des graminées. Nombreux débris de roche altérée millimétriques à centimétriques.

20 - 50 cm = Passage rapide à un horizon de caractéristiques suivantes :

- S = rouge (2,5 YR 5/8). H = rouge (10 R 4/6).
- Argilo-limono-sableux. Riche en sable grossier. Faiblement minacé.
- Structure polyédrique fine mal développée ou particulière. Friable. Porosité tubulaire forte.

...

PROFIL AMT 98 (suite 2)

- Présence de nombreux petits débris centimétriques, arrondis, friables, de gneiss altéré ; localement on a de véritables boules décimétriques de gneiss grenatifère avec écailles d'altération au contact.

- Bon enracinement des graminées

50 - 140 cm = Passage progressif et indistinct à un horizon rouge-rose, limono-argilo-sableux fin et micacé.

- Structure continue - faible cohésion (pulvérulence). Forte porosité tubulaire.

- Présence de débris arrondis de gneiss altéré et de filonnets de quartz. Enracinement des graminées jusqu'à 80 cm.

140 - 250 cm = Passage progressif, en 40 cm, au gneiss altéré en place, dont la structure litée et rubannée est bien reconnaissable. Des lits quartzo-feldspathiques ou cordiéritiques, blanchâtres, à texture plus ou moins grossière et structure poudreuse, très friables, alternent avec des lits micacés ou grenatifères, brun-rouille, plus consistants.

PROFIL AMT 98

Profondeur (cm)	0 - 20	20 - 50	50 - 140
pH	5,4	5,7	6,2

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	31,8	26,2	30,4
Sable fin %	25,4	14,2	24,6
Limon grossier %	8,1	8,4	10,5
Limon fin %	11,5	15,7	17,2
Argile %	23,5	35,0	18,3

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	0,8	0,29	0,11
Matière organique totale %	1,37	0,51	0,18
Azote total ‰	0,85	0,57	0,29
Rapport C/N	9,4	5,0	3,7

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,54	0,36	0,27
Mg " " "	1,62	0,55	2,24
K " " "	0,44	0,28	0,23
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S : Somme des bases échangeables m.e. %	2,6	1,2	2,7
T : Capacité d'échange m.e. %	6,2	5,3	5,4
S/T x 100 : Taux de saturation	41	22	50

PROFIL AMT 98 (Suite)

Profondeur (cm) 0 - 20 20 - 50 50 - 140

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	9,6	11,9	9,7
Résidu %	35,5	28,9	30,05
SiO ₂ combinée %	19,5	17,9	23,6
Fe ₂ O ₃ %	13,9	17,25	13,2
Al ₂ O ₃ %	20,1	25,0	23,2
TiO ₂ %	1,5	1,5	1,5
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,6	1,2	1,7

BASES TOTALES

Ca m.e. %	2,15	2,45	3,95
Mg m.e. %	61,7	33,7	55,0
K m.e. %	17,0	6,75	15,75
Na m.e. %	0,20	1,20	3,80

PROFIL AMT 93LOCALISATION

X = 445,30

Y = 473,35

7 km 500 S.O Ambalavao. Sur la lame de granite bordant à l'est la dépression au pied du "Iandrambaky". A 10 m sous le sommet.

VEGETATION

Touffes de Danga très clairsemées et quelques Aloe.

TOPOGRAPHIE

Pente moyenne à forte. Grandes affleurements rocheux çà et là. Sol jonché de pierraille granitique. Drainage apparent : moyen.

ROCHE-MERE

Granite andringitréen.

DESCRIPTION

- 0 - 7 cm = Horizon organique de surface riche en racines de graminées.
- S : brun-jaunâtre (10 YR 5/4). H : brun foncé (10 YR 3/3)
 - Sablo-argileux, très riche en sable très grossier.
 - Structure polyédrique grossière faiblement développée, sous-structure grumeleuse peu stable. Friable.
- 7 - 25 cm = Passage rapide à un horizon organique assez riche en racines de graminées.
- S : brun jaunâtre (10 YR 5/4). H : brun (10 YR 4/3).
 - Sablo-argileux, riche en sable très grossier.
 - Structure continue, secondairement polyédrique moyenne. Cohérent. Forte porosité tubulaire.
 - Présence de quelques débris centimétriques de granite altéré.

PROFIL AMT 93 (suite 2)

- 25 - 55 cm = passage progressif à un horizon :
- S : brun-jaune (10 YR 6/4). H : brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4).
 - Argilo-sableux, riche en sable très grossier.
 - Structure polyédrique moyenne et sous-structure polyédrique fine bien développées. Tendance à la continuité. Cohésion assez forte. Porosité tubulaire bien développée.
 - Présence de débris arrondis de granite altéré (5 à 10 cm) et de quelques concrétions rouges, arrondies, les unes centimétriques (1 cm) et peu indurées, les autres millimétriques et dures. Peu de racines de graminées.
- 55 -250 cm = On passe progressivement à un horizon comportant de grands débris arrondis de granite altéré (20 à 50 cm) emballés dans une matrice :
- S : jaune (10 YR 8/6). H : brun (7,5 YR 5/6). Quelques taches brunes.
 - Argilo-sableux, riche en sable grossier.
 - Structure continue. Faible cohésion. Friable et meuble. Forte porosité tubulaire (1/2 mm).
 - Riche en gros débris de cristaux altérés de feldspaths (1/2 cm). Présence de micas à partir de 150 cm.

Le creusement a été proussivi jusqu'à 5 m pour étudier le profil d'altération :

- à 3 m : on passe à un granite largement lité, altéré en place ; très friable et dont les minéraux sont piquetés de pores.
- à 5 m : a été rencontrée une grosse boule de granite avec écailles d'altération à son contact.

PROFIL AMT 93

	matrice		
Profondeur (cm)	7 - 25	25 - 55	55 - 150
pH	5,5	5,6	5,6

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	41,0	34,6	35,8
Sable fin %	11,6	11,3	12,8
Limon grossier %	5,1	5,3	6,5
Limon fin %	6,0	3,4	6,8
Argile %	34,6	44,7	38,2

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	1,15	0,54	0,29
Matière organique totale %	1,99	0,93	0,49
Azote total ‰	0,85	0,55	0,36
Rapport C/N	13,5	9,8	8,0

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,21	0,31	0,74
Mg " " "	0,04	0,00	0,02
K " " "	0,19	0,16	0,18
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S : Somme des bases échangeables m.e. %	0,44	0,47	0,94
T : Capacité d'échange m.e. %	5,8	4,8	4,7
S/T x 100 : Taux de saturation	8	10	20

PROFIL AMT 93 (suite)

Profondeur (cm)	7 - 25	25 - 55	matrice 55 - 150
---------------------------	--------	---------	---------------------

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	9,2	9,2	8,4
Résidu %	51,9	49,2	50,9
SiO ₂ combinée %	16,05	17,5	17,6
Fe ₂ O ₃ %	5,6	5,65	5,85
Al ₂ O ₃ %	17,2	19,2	18,8
TiO ₂ %	0,9	0,8	0,6
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,6	1,5	1,6

BASES TOTALES

Ca m.e. %	5,15	5,05	5,65
Mg m.e. %	15,40	15,50	26,2
K m.e. %	2,50	2,10	3,83
Na m.e. %	3,00	3,00	3,80

PROFIL AMT 132LOCALISATION :

X = 449,65

Y = 482,70

7 km N-NE d'Ambalavao. Sous le sommet Nord du "Vohitrakanga", à 15 m au-dessus d'un bas-fond.

VEGETATION :

Touffes de graminées éparses, déchaussées.

TOPOGRAPHIE :

Pente très forte (35 %). Erosion en nappe très forte. Très bon drainage apparent.

ROCHE-MERE :

Gneiss granitoïde à grain fin.

DESCRIPTION :

0 - 5 cm = Horizon organique de surface riche en racines de graminées.

-S : brun jaunâtre (10 YR 5/4). H : brun jaunâtre foncé (10 YR 3/4).

-Argilo-sableux grossier.

-Structure polyédrique grossière émoussée, sous-structure polyédrique fine à particulaire

5 - 25 cm = Passage rapide à un horizon assez riche encore de racines de graminées.

-S : brun jaunâtre clair (10 YR 6/4). H : brun jaunâtre foncé (10 YR 3/4).

-Argilo-sableux grossier.

-Structure polyédrique moyenne bien développée, sous structure polyédrique fine. Faible porosité tubulaire. Quelques galeries de la faune.

25 - 75 cm = Passage progressif à un horizon à enracinement graminéen moyen.

- S : jaune-rougeâtre (7,5 YR 6/6). H : rouge jaunâtre (5 YR 4/8).

Quelques zones de teinte plus foncée.

- Argilo-sableux grossier.

- Structure polyédrique à angles vifs, moyenne à fine. Tendence à la continuité. Porosité tubulaire bien développée.

PROFIL AMT 132 (suite 2)

- Présence de nombreux cristaux de feldspaths altérés, de traces tubulaires fossiles assez indistinctes, de quelques galeries de la faune et de quelques concrétions ovoïdales, millimétriques, peu indurées, de même teinte que l'horizon.
- Des débris de roche altérée, arrondis, centimétriques à décimétriques, de teinte claire, sont disséminés dans cet horizon.

75 - 80 cm = Lamelle discontinue de roche altérée.

80 - 85 cm = Passée argilo-sableuse, jaune (10 YR 8/6), à structure polyédrique émoussée moyenne, très feldspathique et poreuse.

85 - 90 cm = Ecaillés de roche altérée au contact de la roche saine, tapissant le fond de la fosse d'étude

PROFIL AMT 132

Profondeur (cm)	0 - 5	5 - 25	25 - 75
pH	5,5	4,9	5,1

GRANULOMETRIE

Sable grossier %	31,2	29,7	27,8
Sable fin %	10,2	9,1	8,3
Limón grossier %	5,8	4,3	5,3
Limon fin %	10,1	10,1	7,7
Argile %	40,1	43,1	47,8

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone total %	1,68	1,20	0,59
Matière organique totale %	2,90	2,06	1,02
Azote total ‰	1,22	1,05	0,78
Rapport C/N	13,7	11,4	7,5

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	0,56	0,15	0,17
Mg " " "	0,38	0,00	0,00
K " " "	0,37	0,17	0,12
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S : somme des bases échan- geables m.e. %	1,31	0,32	0,29
T : capacité d'échange m.e. %	7,3	7,1	5,4
S/T x 100 : taux de satu- ration	18	5	5

PROFIL AMT 132 (suite)

Profondeur (cm) 0 - 5 5 - 25 25 - 75

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	9,9	9,7	10,2
Résidu %	52,3	49,4	43,4
SiO ₂ combinée %	16,7	18,9	19,5
Fe ₂ O ₃ %	4,3	4,4	4,05
Al ₂ O ₃ %	19,3	17,9	23,6
TiO ₂	0,6	0,6	0,5
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	1,5	1,8	1,4

BASES TOTALES

Ca m.e. %	3,85	1,55	5,55
Mg m.e. %	13,0	11,3	13,8
K m.e. %	1,45	0,98	0,93
Na m.e. %	0,40	0,40	1,60

PROFIL AMT 61

LOCALISATION

X = 448,80

Y = 473,90

A 100 m au N.O. de AMT 60

VEGETATION

Prairie à cyperacées et graminées.

TOPOGRAPHIE

Cuvette de débordement à pente faible, anciennement mise en rizière.

ROCHE MERE

Alluvions récentes de la Mananantanana ("baibohos").

DESCRIPTION

Le profil, humide dès la surface, est gorgé d'eau à faible profondeur (nappe à 60 cm à l'ouverture).

- o - 15 cm = Horizon de teinte gris-brun à nombreuses petites tâches ou trainées de teinte rouille.
 - Argilo-limoneux, très riche en finespaillettes de micas.
 - Structure polyédrique moyenne à fine bien développée, Très plastique. Présence de nombreuses petites racines donnant au matériel une consistance fibreuse.

- 15 - 55 cm = Même teinte, texture et structure que l'horizon (0-15). Les racines disparaissent, la teinte rouille n'apparaît plus que sur les interfaces des agrégats et une porosité tubulaire moyenne ($\frac{1}{2}$ mm) se développe.

- 55 - 90 cm = Passage rapide à un horizon de gley, gorgé d'eau :
 - Teinte uniforme gris bleu.

PROFIL AMT 61 (suite 2)

- = - Argilo-limoneux et micacé.
- Structure fondue. Très plastique. Porosité tubulaire grossière avec faible réoxydation sur les parois des pores.

90 - 120 cm = Passage brutal à un horizon de teinte noire, de 10 à 30 cm d'épaisseur, argilo-limoneux, apparemment très riche en matière organique et à consistance butyreuse (horizon organique de type "anmoor", enfoui).

120 cm = Nouvel horizon de gley actif, de teinte gris-bleu clair; dans un matériel de texture légèrement différente de (55-90) et non micacé.

PROFIL AMT 110LOCALISATION

X = 451, 75

Y = 474,30

1,500 km S. AMbalavao. Vallon bordant la piste Ambalavao-Ambohimandroso.

VEGETATION

Prairie rase sur rizière.

TOPOGRAPHIE

Vallon à fond plat, de 20 à 30 m de large, à parois très raides près du fond. La migmatite altérée à structure bien conservée affleure de part et d'autre du bas fond. Pente longitudinale très faible.

ROCHE MERE

Migmatite S.50

DESCRIPTION

Le profil est humide dans sa partie supérieure et totalement engorgé dans sa partie inférieure (nappe à 100 cm à l'ouverture).

- 0 - 60 cm = Horizon de teinte brun foncé à nombreuses petites taches rouges et jaunâtres mal circonscrites.
- Argilo-sableux, riche en petites paillettes de micas. Quelques grains de feldspaths peu altérés.
 - Structure polyédrique moyenne bien développée. Plastique.
 - Présence de très nombreuses racines de graminées donnant une consistance un peu fibreuse à cet horizon.
 - Trainées rouilles de réoxydation le long des racines et sur les interfaces des agrégats.

PROFIL AMT 110 (suite 2)

60 - 100 cm = Passage indistinct à un horizon de teinte gris-brun foncé, sablo-argileux, plus humide que le précédent.

La structure s'élargit et se fond, les tâches rouilles de réoxydation n s'observent plus que le long des racines de graminées.

100 - 140 cm = Passage rapide à un horizon totalement engorgé, de teinte gris-bleu (gley). Sablo-argileux et micacé. Structure fondue. Consistance pâteuse.

Le creusement a été interrompu à ce niveau par suite de venues d'eau trop importantes. Par sondage à la tarière à main on rencontre à 160 cm la migmatite altérée à structure conservée, non affectée par la gleyification.

PROFIL AMT 110

Profondeur (cm) :	0 - 20	20 - 60	60 - 100	100 - 140
pH	4,9	4,5	5,0	5,6

GRANULOMETRIE

sable grossier %	19,2	23,8	39,2	42,1
sable fin %	10,9	19,4	18,0	17,3
limon grossier %	4,6	5,5	6,2	5,3
limon fin %	11,8	10,9	8,3	7,4
argile %	47,3	33,7	25,0	22,8

ELEMENTS ORGANIQUES

Carbone %	2,01	1,30	0,89	0,99
matière organique totale %	3,47	2,24	1,54	1,71
azote total ‰	1,90	1,68	1,05	2,81
rapport C/N	10,5	7,7	8,4	3,5

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	2,03	4,37	1,53	0,94
Mg " " "	0,93	3,70	0,97	1,29
K " " "	0,06	0,09	0,04	0,04
Na " " "	0,00	0,00	0,00	0,00
S : Somme des bases échangeables m.e. %	3,0	8,2	2,5	2,3
T : Capacité d'échan- ge m.e. %	9,9	11,7	8,2	7,4
S/T x 100 : Taux de satu- ration	30	70	30	31

PROFIL AMT 110 (suite)

Profondeur (cm) 20 - 60 60 - 100 100 - 140

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	9,8	5,9	6,1
Résidu %	46,7	67,9	68,8
SiO ₂ combinée %	20,5	12,6	11,2
Fe ₂ O ₃ %	7,35	3,9	4,1
Al ₂ O ₃ %	16,8	10,1	10,5
TiO ₂ %	0,8	0,7	0,6
<u>SiO₂</u>	2,1	2,1	1,8
Al ₂ O ₃			

BASES TOTALES

Ca m.e. %	4,65	5,65	4,65
Mg m.e. %	30,8	16,8	17,8
K m.e. %	1,78	0,53	0,78
Na m.e. %	0,0	1,60	3,80

PROFIL AMT 55LOCALISATION

X = 449,90

Y = 473,60

3 km S.O. Ambalavao. A 150 m Est du 1er pont sur la piste Ambalavao-Sandrisoa.

VEGETATION

Prairie rase sur rizière.

TOPOGRAPHIE

Vallon à fond plat, évasé et peu accusé. Pente longitudinale faible (5 %).

ROCHE MERE

Migmatite.

DESCRIPTION

Le profil est très humide dans sa partie supérieure et totalement engorgé dans sa partie inférieure (la nappe à 150 cm à l'ouverture est remontée ensuite à 20 cm).

- 0 - 20 cm = Horizon gris noir apparemment très riche en matière organique.
 - Sablo-argileux. Quelques micas.
 - Structure fondue. Plastique. Faibles trainées rougeâtres de réoxydation.
 - Présence de nombreuses petites racines mortes (quelques mm de section) donnant une consistance fibreuse au matériel.
- 20 - 40 cm = Horizon de mêmes caractéristiques que le précédent mais de teinte plus sombre et sans micas.
- 40 - 70 cm = Passage très brutal à un horizon de teinte gris-brun clair.
 - Sableux, faiblement argileux.
 - Structure fondue, assez cohérent, riche en petites racines comme les horizons précédents.
 - Dépourvu de micas.

PROFIL AMT 55 (suite 2)

70 - 110 cm = Passage rapide à un horizon de teinte gris-bleu (gley)

- Argilo-sableux et micacé.
- Structure fondue. Plastique.
- L'enracinement s'arrête dans cet horizon.

110 - 160 cm = Horizon analogue au précédent mais de texture plus sableuse et plus riche en micas.

160 - 200 cm = Passage progressif, festonné, à la migmatite altérée. Sa structure litée est bien reconnaissable et se fond dans les horizons supérieurs. Contact avec la migmatite très peu altérée à 200 cm.

PROFIL AMT 55

Profondeur (cm)	0 - 20	20 - 40	40 - 70	70 - 110
pH	4,6	5,0	3,2	4,0

GRANULOMETRIE

sables grossiers %	34,9	38,3	41,1	27,1
sable fin %	19,2	20,8	25,9	23,6
Limon grossier %	6,7	7,8	8,2	4,8
limon fin %	10,4	10,1	10,4	7,0
argile %	24,1	19,2	13,5	33,3

ELEMENTS ORGANIQUES

carbone %	1,80	1,94	0,48	0,30
matière organique totale %	3,11	3,34	0,83	0,52
azote total ‰	1,38	0,96	0,38	0,25
rapport C/N	13	20	12,6	12,0

COMPLEXE ABSORBANT

Ca échangeable m.e. %	1,27	1,98	1,80	8,48
Mg " " " "	0,60	0,78	1,74	7,90
K " " " "	0,53	0,03	0,01	0,20
Na " " " "	0,18	0,00	0,00	0,00
S : somme des bases échangeables m.e. %	2,6	2,8	3,5	16,6
T : capacité d'échan- ge m.e. %	8,7	9,4	5,1	16,1
S/T x 100 : taux de saturation	29	30	68	100

.../

PROFIL AMT 55 (suite)

Profondeur (cm) 0 - 20 20 - 40 40 - 70 70 - 110

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	6,34	5,24	3,03	6,19
Résidu %	72,21	79,17	84,10	57,21
SiO ₂ combinée %	11,05	8,06	5,85	17,97
Fe ₂ O ₃ %	2,08	1,44	1,74	4,75
Al ₂ O ₃ %	8,13	5,61	5,18	15,00
TiO ₂ %	0,4	0,4	0,2	0,5
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	2,3	2,4	1,9	1,9

BASESTOTALES

Ca m.e. %	3,6	0,1	4,8	5,8
Mg m.e. %	9,3	7,1	9,9	53,3
K m.e. %	0,73	0,48	1,18	6,25
Na m.e. %	1,2	1,6	0,8	0,3

PROFIL AMT 147

LOCALISATION :

X = 449,40

Y = 476,40

2,500 km O-NO Ambalavao. En bordure de la Marofihitra, à 100 m au Nord d'un petit village.

VEGETATION :

Rizière moissonnée et à sec.

TOPOGRAPHIE :

Terrasse alluviale étroite et plane, régulièrement inondée chaque année, longeant la Marofihitra. Elle est bordée au Sud par un escarpement de 7 m environ, cuirassé (sols jaune/rouge indurés).

ROCHE MERE :

Alluvions récentes ("baibohos")

DESCRIPTION :

Le profil est humide dans sa partie supérieure et gorgé d'eau dans sa partie inférieure (nappe à 180 cm à l'ouverture).

- 0 - 80 cm = Horizon brun clair à nombreuses petites taches rouilles :
- Argilo-limono-sableux fin. Très riche en fines paillettes de micas.
 - Structure continue. Plastique. Toucher onctueux. Assez compact.
- 80 - 160 cm = Passage progressif à un horizon de teinte brune à nombreuses et fines taches ou trainées de teinte gris bleu et rouille.
- Argilo-limoneux, très micacé.
 - Mêmes caractères structuraux que (0-80).

PROFIL AMT 147 (suite 2)

160 - 210 cm = Passage rapide à un horizon de gley gorgé d'eau. Teinte uniforme gris-bleuté. Texture argilo-limoneuse. Riche en micas. Structure fondue. Plastique. Compact.

210 - 250 cm = Passage brutal à un matériel de teinte noire, peu micacé, poreux de consistance pateuse, de densité apparente faible, apparemment très riche en matière organique. Quelques débris végétaux à structure fibreuse sont reconnaissables.

Par suite de venues d'eau trop importantes, le sondage n'a pu être poursuivi au delà de cet horizon organique enfouï.

PROFIL AMT 147

Profondeur (cm)	0 - 80	80 - 160	160 - 210
pH	6,1	5,7	5,3

GRANULOMETRIE

sable grossier %	2,1	0,7	0,4
sable fin %	14,3	5,4	7,9
limon grossier %	11,8	11,0	12,6
limon fin %	29,1	36,6	32,9
argile %	37,6	40,2	38,9

ELEMENTS ORGANIQUES

carbone %	1,07	0,39	0,26
matière organique totale %	1,85	0,67	0,46
Azote total ‰	1,75	1,48	0,90
Rapport C/N	6,1	2,6	2,8

COMPLEXE ABOSRBANT

Ca échangeable m.e. %	4,2	4,0	2,6
Mg " " "	5,2	5,7	4,1
K " " "	0,16	0,10	0,09
Na " " "	0,00	0,00	0,00
S : somme des bases échangeables m.e. %	9,6	9,8	6,8
T : capacité d'échange m.e. %	13,9	16,4	18,4
S/T x 100 : taux de saturation	69	59	37

PROFIL AMT 147 (suite)

Profondeur (cm) 0 - 80 80 - 160 160 - 210

ANALYSE TRIACIDE

Perte au feu %	10,1	10,9	10,9
Résidu %	29,6	23,3	29,4
SiO ₂ combinée %	27,4	30,0	27,7
Fe ₂ O ₃ %	9,5	12,2	10,5
Al ₂ O ₃ %	19,9	21,5	16,0
TiO ₂ %	0,9	0,6	1,1
<u>SiO₂</u> Al ₂ O ₃	2,3	2,4	2,9

BASES TOTALES

Ca m.e. %	5,8	5,9	4,65
Mg m.e. %	53,9	52,0	38,2
K m.e. %	9,00	8,25	6,8
Na m.e. %	0,40	0,60	0,00

PROFIL AMT 32

LOCALISATION

X = 449,20

Y = 475,40

2 km 500 O. Ambalavao.

VEGETATION

Couvert dense de grosses touffes de graminées. Quelques repousses de goyaviers et eucalyptus.

TOPOGRAPHIE

Cuvette à fond plat, étroite, allongée "en goutte d'eau", encaissée de 3 à 4 m par rapport au niveau supérieur des sols rouges pulvérulents. Elle est bordée sur son flanc Est de sols "rouges structurés" érodés et sur son flanc ouest, de matériel "colluvial ancien à traces d'hydromorphie ancienne". (érodé lui aussi).

ROCHE-MERE

Colluvions anciennes érodées, sur migmatite S.SO.

DESCRIPTION

Remarque : tout le profil est très bien drainé et les racines des arbres s'y développent parfaitement.

0 - 15 cm = Horizon gris sombre, argilo-sableux, de structure grumeleuse moyenne à fine, très bien développée . Très poreux . Riche en petites racines.

15 - 35 cm = Passage rapide à un horizon gris-noir, visiblement très riche en matière organique. Argilo-sableux. Structure polyédrique moyenne à tendance continue ; sous-structure polyédrique fine à particulière.

...

PROFIL AMT 32 (suite 2)

35 - 65 cm = Passage brutal à un matériel gris-blanc, sablo-argileux, feldspathique, massif. Porosité tubulaire fine bien développée - quelques traînées charbonneuses dans la partie supérieure.

65 - 105 cm = Horizon de mêmes caractéristiques générales que le précédent mais plus argileux.

A 105 cm : présence d'une stone-line discontinue à cailloux anguleux de quartz.

105 - 250 cm = Migmatite S.SO altérée, à structure rubannée remarquablement nette : alternance de lits quartzo-feldspathiques de teinte grise et de lits de teinte ocre, riches en ferromagnésiens.

PROFIL AMT 137LOCALISATION

X = 446,50

Y = 471,50

7 km S.O Ambalavao

VEGETATION

Prairie rase et clairsemée

TOPOGRAPHIE

Cuvette à fond plat allongée en "goutte d'eau". Elle est bordée au Sud par un amphithéâtre de sols "rouges structurés" (ils la dominent de 6 à 8 m) ; elle est fermée au Nord par un talus de colluvions anciennes érodées.

ROCHE-MERE

Migmatite S.SO

DESCRIPTION

Remarque : le profil a été reconnu par sondage. De haut en bas il est humide et compact ; la structure est toujours continue.

- 0 - 40 cm = Horizon argileux de teinte brune, piqueté de taches de teinte rouille ou grise.
- 40 - 50 cm = Passage brutal à un horizon argileux gris-noir, probablement riche en matière organique.
- 50 -130 cm = Argile bariolée (gris-bleu et brun clair), très plastique.
- 130 -190 cm = Même matériel que (50-130) se chargeant en lamelles nacrées, blanchâtres (feldspaths altérés ?)

.....

PROFIL AMT 137 (suite 2)

190 - 250 cm = Passage progressif à une argile plastique gris-bleuté, feldspathique et micacée.

250 - 300 cm = Passage rapide à la migmatite altérée, à structure litée très reconnaissable.

PROFIL AMT 143LOCALISATION

X = 449,70

Y = 479,55

4 km 500 N.O. Ambalavao. A 150 m environ au N.O. du profil AMT 125.

VEGETATION

Rizière moissonnée.

TOPOGRAPHIE

Cuvette à fond plat de 25 m de diamètre environ et 2 m de profondeur, inscrite dans les sols "rouges pulvérulents". Elle domine légèrement le paysage environnant (pente douce de 2 à 3 % à la périphérie).

ROCHE-MERE

Migmatite S.SO.

DESCRIPTION

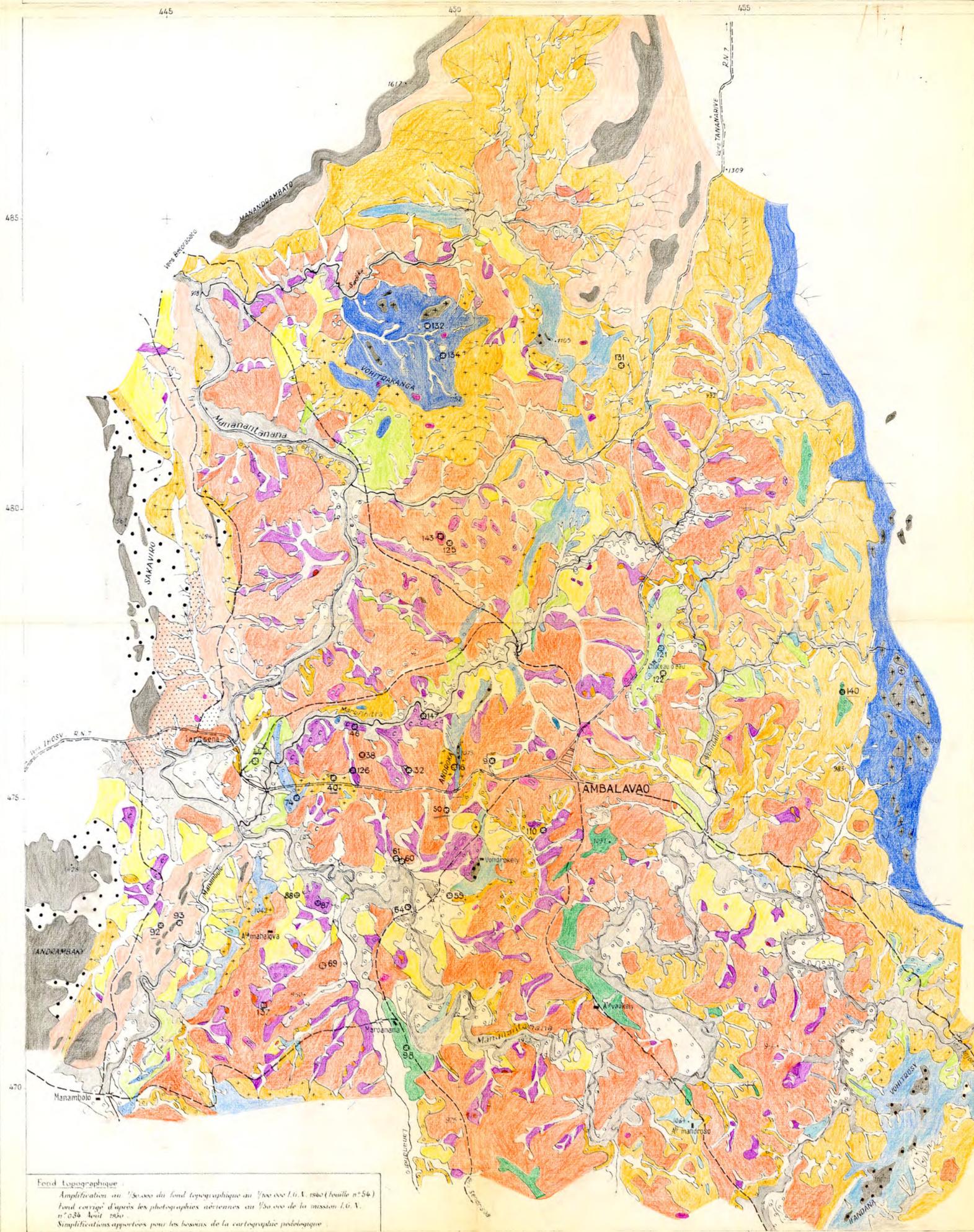
Remarque : le profil est très humide au-dessus de la cuirasse, puis peu humide au-dessous de celle-ci. Il n'y a pas de nappe permanente. La structure est fondué.

- 0 - 30 cm = Argilo-sableux. Teinte gris-bleu avec rares petites trainées brun-rouille.
- 30 - 50 cm = Argilo-sableux. Teinte bleu-gris.
- 50 - 70 cm = Argile bleu-gris à larges taches rouilles.
- 70 - 90 cm = Carapace ferrugineuse, vacuolaire et conglomératique, discontinue, englobant de nombreux cailloux anguleux de quartz.

PROFIL AMT 143 (suite 2)

90 - 240 cm = Passage brutal, sous la cuirasse, à une argile micacée à marbrures grisâtres, brun-rouille ou jaunâtres. Ce matériel présente quelques veinules ou lits, sub-horizontaux, charbonneux ou simplement riches en matière organique (quelques cm de puissance).

De même s'y interstratifient de nombreux petits lits d'une argile gris clair. On note, vers le bas, la présence de quelques passées quartzo-feldspathiques.



Fond topographique :
Amplification au 1/50.000 du fond topographique au 1/200.000 (L.G.V. 1960) (feuille n° 54)
Fond couvert d'après les photographies aériennes au 1/50.000 de la mission L.G.V. n° 034 Août 1950.
Simplifications apportées pour les besoins de la cartographie pédologique.

SIGNES CONVENTIONNELS	
	Ville
	Village
	Route principale
	Piste journalière
	Rivière
	Ruisseau
	Pont
	Point géodésique
	Château d'eau
	Emplacement des profils types



LÉGENDE

CLASSIFICATION DES SOLS RECONNUS DANS LE PÉRIMÈTRE PROSPECTÉ (Classification C.P.C.S. 1967)

CLASSE	SOUS-CLASSE	GROUPE	SOUS-GROUPE	Famille	VARIÉTÉ ou FACIÈS		
I/	I/1	I/11	I/111	I/1111 sur granite andringitréen			
				I/1112 sur granite migmatitique			
				I/1113 sur gneiss granitoïde et migmatite ocellée			
				I/1311 foudis de granite andringitréen			
II/	II/4	II/41	II/411	II/4111 sur migmatite altérée, en place			
				II/4211 sur alluvions récentes sableuses			
				II/4212 sur alluvions récentes limono-sableuses et micacées			
VII/	VII/4	VII/41	VII/411	VII/4111 sur pyroxéno-amphibolite			
X/	X/2	X/21	X/211	X/2111 sur migmatite	X/2111 B STRUCTURE		
				X/2121 sur alluvions anciennes			
				X/2122 sur granite Andringitréen			
				X/2123 sur gneiss granitoïde et migmatite ocellée			
				X/24	X/241	X/2411 sur migmatite	X/2411 A PUYERLENT
				X/242	X/2421 sur migmatite	X/2421 A PUYERLENT	
						X/2421 B STRUCTURE	
						X/2421 C JAUNE/ROUGE	
						X/2422 sur granite migmatitique lames de forte puissance	
						X/2423 sur granite migmatitique lames de faible puissance	
						X/2431 sur migmatite	X/2431 C JAUNE/ROUGE
						X/2441 sur colluvions anciennes	
		X/2531 sur migmatite granitoïde					
		X/2532 sur migmatite					
		X/2533 sur gneiss à cordiérite et grenat					
XI/	XI/3	XI/31	XI/311	XI/3111 sur alluvions récentes limono-sableuses et micacées			
				XI/3121 sur migmatite			
				XI/3141 sur migmatite			
				XI/3421 sur alluvions récentes limono-sableuses et micacées			

UNITÉS CARTOGRAPHIQUES : définition et mode de représentation

A. Unités simples	
	Lames rocheuses de granite andringitréen (I/1111)
	Lames rocheuses de granite migmatitique (I/1112)
	Lames rocheuses de gneiss granitoïde et migmatite ocellée (I/1113)
	Foudis de granite andringitréen (I/1311)
	Sols jaunes sur alluvions anciennes (X/2121)
	Sols jaunes pulvéulents remaniés (X/2421 A)
	Sols jaunes structurés remaniés (X/2421 B)
	Sols rajelés sur gneiss à cordiérite et grenat (X/2533) avec affleurements rocheux
	Sols rouges structurés remaniés (X/3411 B)
	Matériel remanié à traces d'hydromorphie ancienne (X/2441)
B. Unités complexes	
	Complexe des sols sur lames de migmatites granitoïdes d'émergence ancienne (X/2531 et rochers de granite migmatitique dans la partie basse)
	Complexe des sols sur lames de migmatites granitoïdes d'émergence plus récente (X/2422, X/2423, X/2421B et rochers de granite migmatitique)
	Complexe des sols jaunes sur gneiss granitoïde et migmatite ocellée (X/3532, X/2123 et rochers)
	Complexe des sols jaunes sur granite andringitréen (X/2122, X/3531 et rochers)
	Complexe des sols rouges pulvéulents (X/2411A et X/3411A)
	Complexe de bordure des vallons de recouvrement récent (X/2111B, X/2532, II/4111)
	X/3411B et complexe n°6 non différenciés (X/3411B et X/2111B essentiellement)
	Complexe des sols jaunes/rouges, indurés ou non, bordant les vallons anciens (X/2421C, X/2431C)
	Complexe des sols sur lames de pyroxéno-amphibolites (VII/4111, affleurements rocheux et autre matériel non encore classé)
	Complexe des sols hydromorphes des bas-fonds (II/4311, XI/3121, XI/3141)
	Complexe des sols sur alluvions récentes 'baïbous' (II/4211, II/4212, X/3111, X/3421)
	Lettre C en surcharge : zones à crasse affleurante

C. Unités spéciales (provisoire)

1. "Dépressions fermées"
 - Zone d'hydratation périphérique
 - Zone d'hydromorphie centrale
2. "Cuvettes semi-fermées" des têtes de vallons anciens (Hydromorphie ancienne ou actuelle)
3. Sols jaunes colluvionnés sur granites andringitréens (piedmont du "SAKAVIRO")