

**RÉPUBLIQUE UNIE
DU CAMEROUN**

**MINISTÈRE DU PLAN ET DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE

A 1/50.000

FEUILLE BAFOUSSAM 3 c

texte et cartes



**J. P. MULLER
H. N. G. MOUKOURI KUCHI
J. BARBERY**

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE - MER

SECTION PEDOLOGIE

REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN

MINISTERE DU PLAN
ET DE L'AMENAGEMENT
DU TERRITOIRE

ETUDE PEDOLOGIQUE
A 1/50.000

FEUILLE BAFOUSSAM 3c

1972
Cote P.191

par

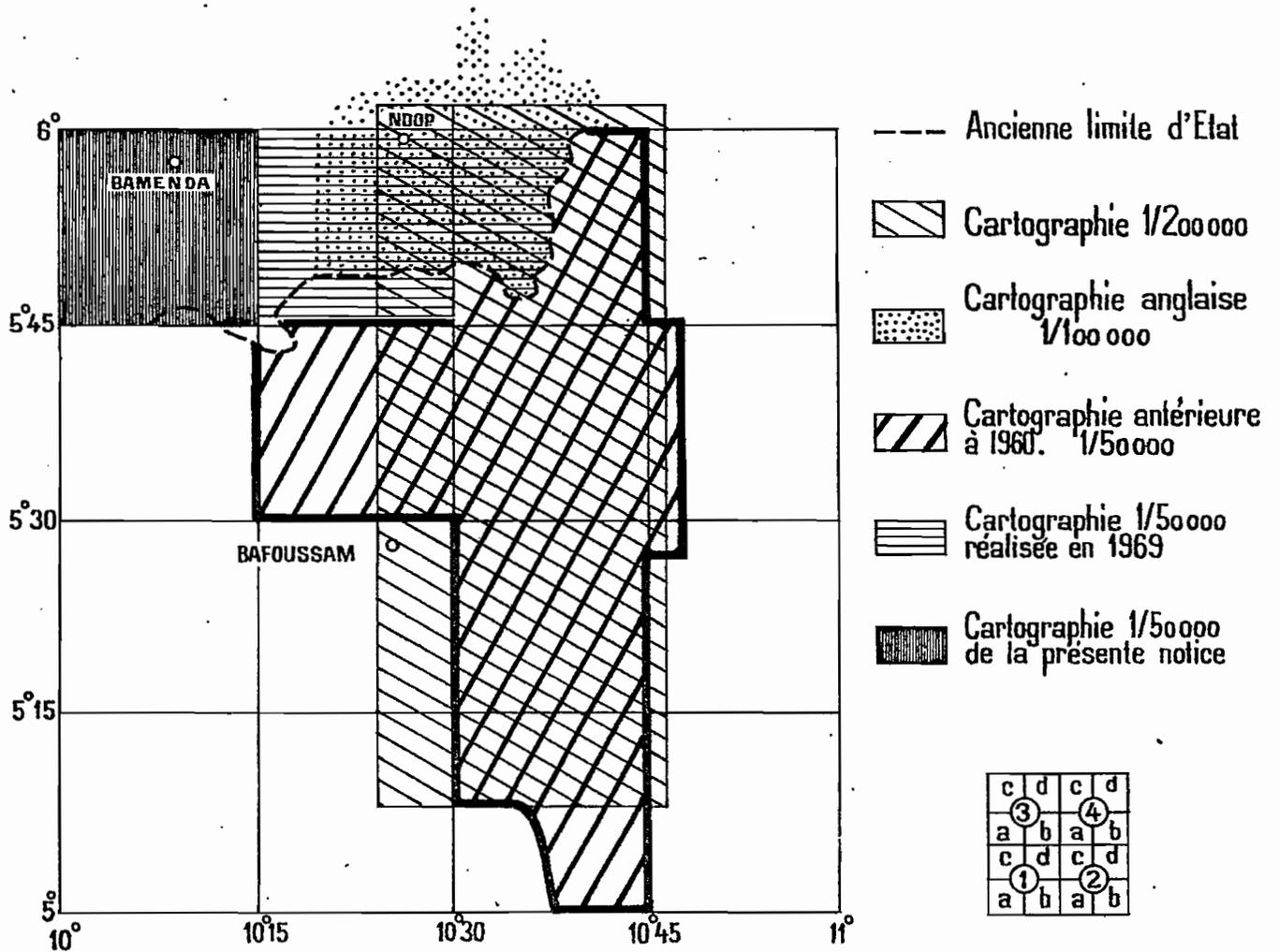
J.P.MULLER *

et H.Ng.MOUKOURI-KUOH **

J. BARBERY ***

- * Ingénieur Agronome - Pédologue à l'ORSTOM,
- ** Ingénieur des Travaux - Pédologue détaché du Ministère de l'Agriculture de la République Unie du Cameroun auprès de l'ORSTOM,
- *** Technicien - Pédologue à l'ORSTOM.

ETAT D'AVANCEMENT DES DIVERS TRAVAUX DE CARTOGRAPHIE PÉDOLOGIQUE DANS L'OUEST CAMEROUN



Feuille Fouban-Dschang
(1/200 000)

Résumé

En tant que milieu ouvert, la région naturelle située à l'Ouest des Monts de BAMENDA se différencie assez nettement des zones cartographiées voisines couvrant la plaine de NDOP (feuilles BAFOUSSAM 3d et 4c, NKAMBE 1b et 2a).

Cette zone montagneuse, bien qu'appartenant au domaine ferrallitique, apparaît nettement diversifiée : les conditions climatiques sont "ferrallitisantes", mais une relative fraîcheur du climat liée à l'altitude (1200 à plus de 2000 m) favorise l'accumulation humifère. La nature du matériau originel (issu de roches volcaniques ou du socle) constitue un important facteur de différenciation des sols de cette région. Le modelé accidenté est responsable du rajeunissement accompagné ou non de remaniement, et limite la pédogénèse hydromorphe à quelques vallées. L'action désaturante du climat peut être contrariée par des conditions particulières de roche-mère et de topographie.

Parmi les facteurs de la fertilité, les caractéristiques morphologiques jouent un rôle prépondérant. La faible profondeur et l'abondance des éléments grossiers défavorisent notamment ces sols, alors que l'accumulation humifère et la microstructuration les avantagent. Parmi les facteurs de l'environnement, l'action de l'homme et la pente sont primordiaux.

Une carte des aptitudes culturelles localise 48.000 Ha de terres de production et 18.000 Ha de terres de protection. Une attention toute particulière doit être apportée aux procédés de lutte contre l'érosion.

Abstract

As open country, the natural region situated to the West of the BAMENDA mountains can be quite clearly differentiated from the neighbouring mapped zones covering the NDOP plain (BAFOUSSAM sheets 3d and 4c, NKAMBE sheets 1b and 2a).

Although belonging to the "ferrallitic" domain, this mountainous zone appears to be clearly diversified : the climatic conditions are conducive to ferrallitisation but the relative freshness of the climate combined with the altitude (1200 to more than 2000 m) promotes humus-bearing accumulations. The nature of the parent material (volcanic rocks or hardpan) is an important factor of differentiation of the soils of this region. The broken relief is responsible for the rejuvenation, which may or may not be accompanied by a disturbance, and limits hydromorphic pedogenesis to a few valleys. The desaturating action of the climate can be offset by the special conditions of the parent rock and topography.

Morphological characteristics play a dominant role among the factors of fertility. The shallowness and the abundance of coarse elements is especially harmful to these soils, whereas humus-bearing accumulations and microstructuration are beneficial to them. The action of man and the slope are among the foremost of environmental factors.

A map of suitable land for farming shows 48,000 ha of production land and 18,000 ha of protection land. Special attention must be paid to erosion control methods.

I N T R O D U C T I O N

Les cartes pédologiques et d'aptitudes culturales de la feuille BAFOUSSAM 3c ont été réalisées dans le cadre d'une Convention entre le Gouvernement de la République Unie du Cameroun et l' O R S T O M.

Cette feuille s'ajoute à celles déjà réalisées dans l'Ouest-Cameroun, dont l'état d'avancement figure sur la planche 1. Parmi celles-ci citons les cartes pédologiques voisines à 1/50.000ème BAFOUSSAM 4c et 3d (par J.BARBERRY et M.VALLERIE).

Les études de terrain ont été effectuées de Janvier à Mars 1971. Au total 150 profils ont été examinés. De nombreuses observations faites sur coupes de routes et à la tarière ont complété l'ensemble.

La carte I G N BAFOUSSAM 3c et la couverture photographique aérienne à 1/50.000ème ont servi de documents de travail sur le terrain. Ces derniers ont permis notamment le choix de parcours jugés représentatifs (planche 2).

Une photo-interprétation au bureau a permis, à partir des données de terrain, d'extrapoler les limites pédologiques.

Parmi les documents compulsés relatifs à la zone, signalons les études de BRUNT et HAWKINS sur le Cameroun Occidental et l'étude d'un site théicole à 1/20.000ème par H.Ng. KUOH dans la région de SANTA.

Cette carte est le résultat d'un travail d'équipe. Pour atteindre les différents objectifs que nous nous sommes fixés, les étapes suivantes ont été franchies :

- Etude pédologique : observations ponctuelles, étude morphologique de profils et définition des différentes unités pédologiques (J.P. MULLER).
- Distribution géographique des différentes unités de sols : couverture de terrain et cartographie pédologique (J.BARBERRY).

- Approche des problèmes agronomiques afférents à la zone (H.Ng. KUOH).
- Analyses de laboratoire : Laboratoire de Physique et Chimie des sols (sous la direction de Lj. NALOVIC et J.M. MUSSOT).
- Interprétation de toutes ces données en termes d'utilisation des sols (J.P. MULLER et H.Ng. MOUKOURI KUOH).
- Notice explicative et analyse synthétique des résultats (J.P. MULLER).

Les travaux de cartographie ont été effectués au Centre ORSTOM de YAOUNDE sous la direction de J. QUINET.

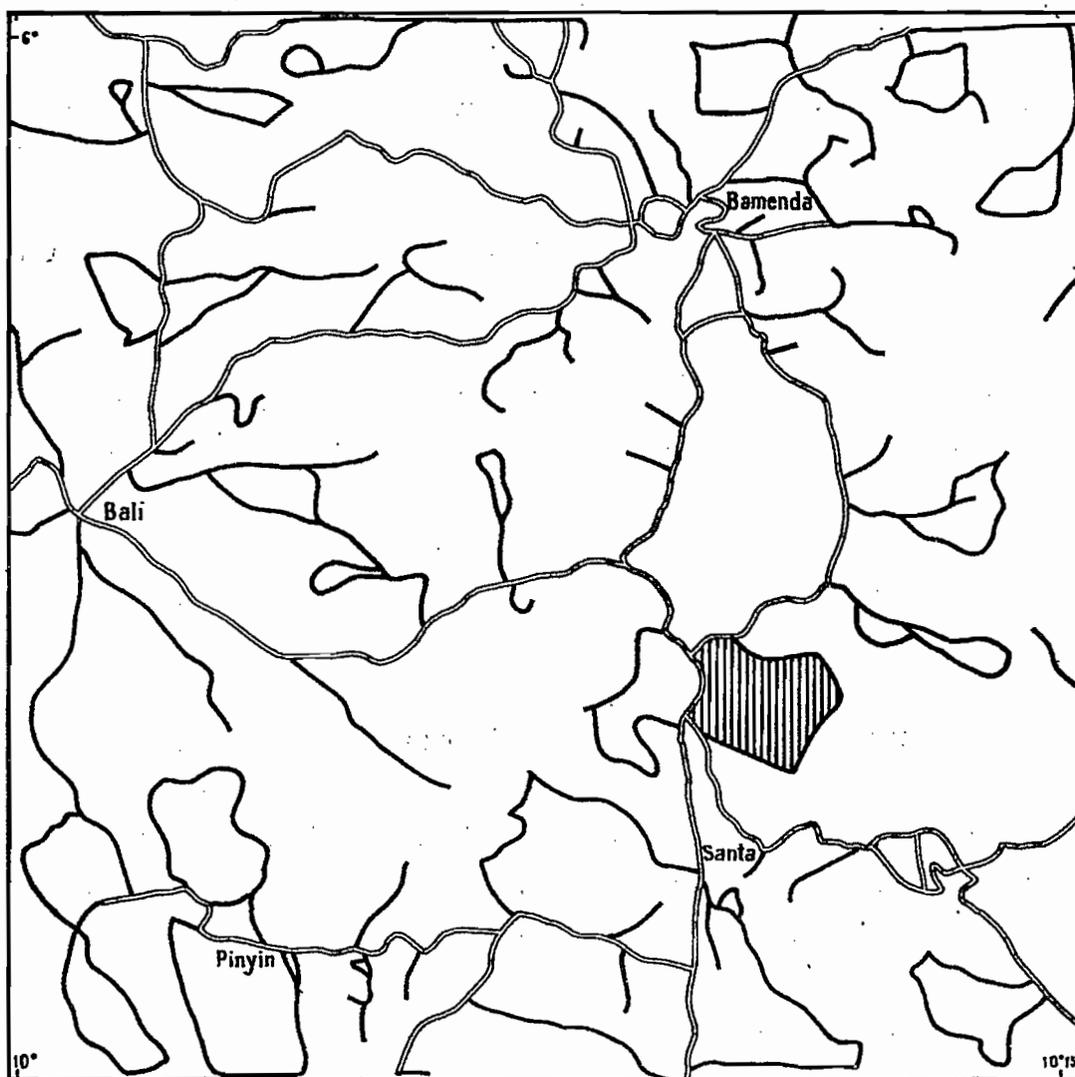
Dans une première partie nous étudierons les principales caractéristiques du milieu naturel et les facteurs de pédogénèse expliquant la formation de ces sols et leur répartition.

Dans une deuxième partie nous décrirons les principaux types de sols rencontrés.

Une troisième partie traitera des potentialités de ces sols à l'égard de l'agriculture. Il ne faudra pas cependant négliger que le choix de telle ou telle spéculation nécessite d'autres informations tant sur les facteurs agronomiques, physiques (climat, végétation,...), qu'économiques et humains (communications, populations ...).

La grande complexité pédologique de la région étudiée due à son modelé accidenté, à sa grande diversité climatique et géologique et à sa forte densité de population était difficile à exprimer dans une simple notice explicative. Il nous a paru préférable de rassembler dans un même rapport complet l'ensemble des données pédogénétiques de l'environnement, de la géographie des sols et de leurs aptitudes culturales.

PARCOURS DE COUVERTURE



Echelle 1/200.000^e



- ==== Routes
- Parcours complémentaires
- ▨ Cartographie existante à 1/20.000^e

PREMIERE PARTIE

LES FACTEURS DU MILIEU

SITUATION GEOGRAPHIQUE ET DOCUMENTS DE BASE

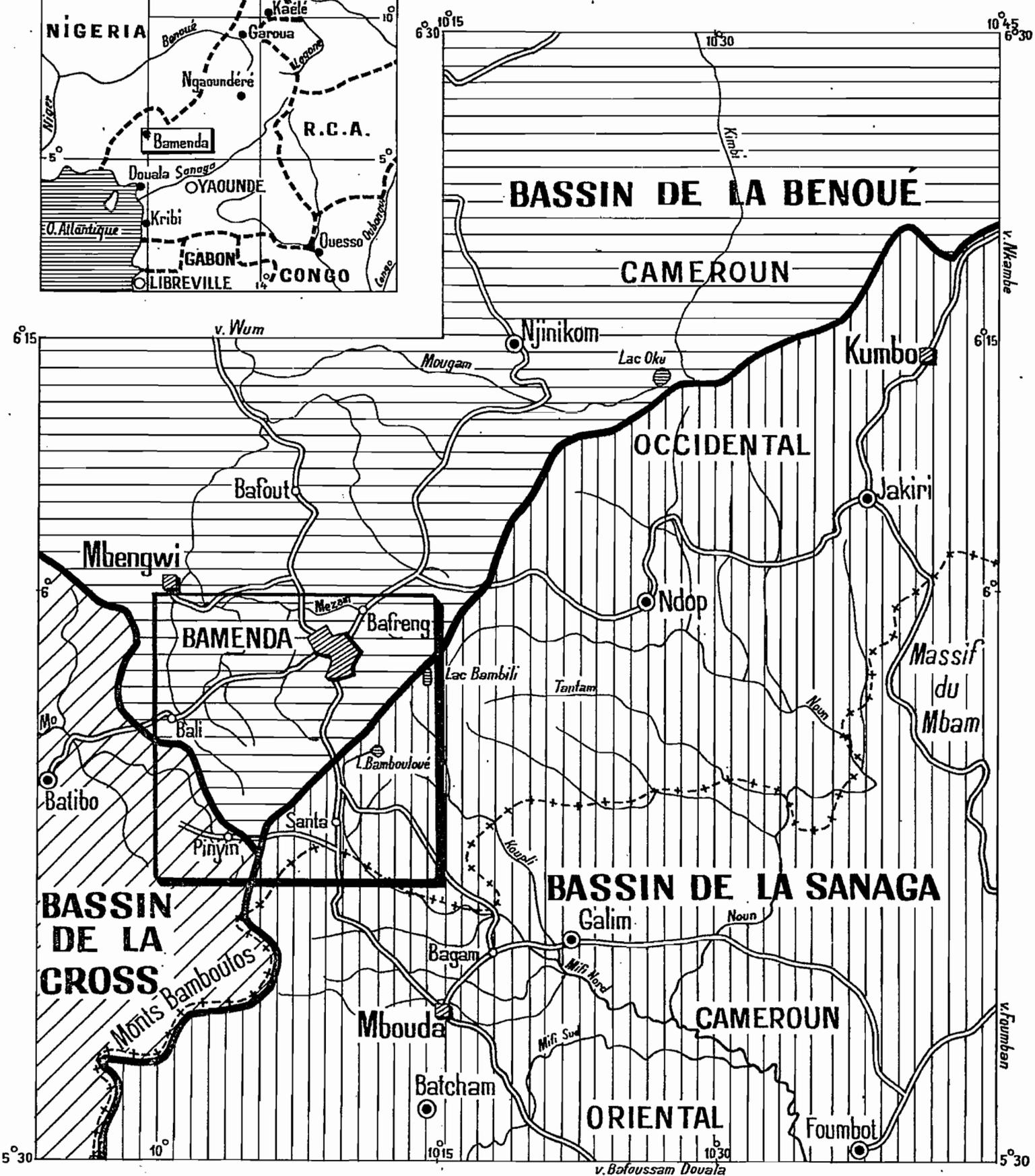
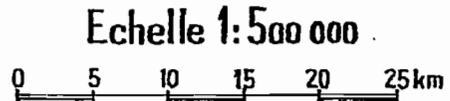
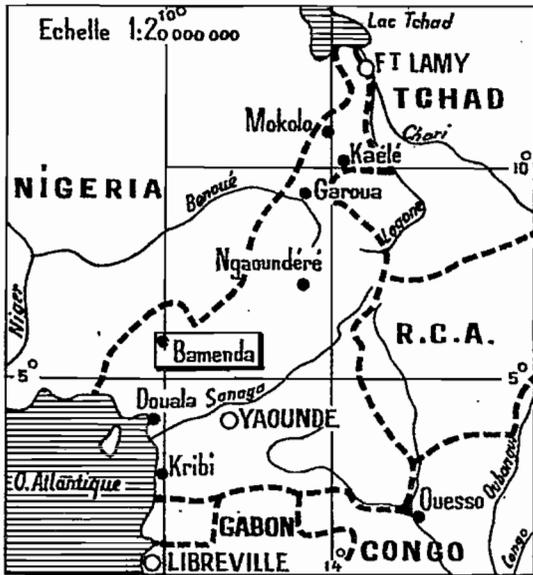
La feuille BAFOUSSAM 3c couvre une grande partie de l'arrondissement de BAMENDA dans le département de la MEZAM.

La zone cartographiée se situe entre 5°45' et 6° de latitude Nord et 10° et 10°15' de longitude Est.

Notre étude s'est appuyée sur deux types de documents :

- La carte I G N à 1/50.000° BAFOUSSAM 3c (ou FOUMBAN - DSCHANG 3c) : feuille NB 32-XI 3c
- Les photographies aériennes NB 32-X-XI-IR à 1/50.000° - 1965.

CROQUIS DE SITUATION



1 - CLIMATS

11 - LES DONNEES

Des postes pluviométriques relativement nombreux ont été installés dans l'Ouest-Cameroun, mais leur implantation souvent récente, l'extrême variabilité des climats (à grande échelle) de cette région montagneuse, et l'échelle de la carte, n'ont pas permis d'étudier avec précision le rôle du climat sur la pédogénèse et la répartition des différents types de sols.

11.1 - Pluviométrie (cf. tableau 1)

Les diagrammes pluviométriques de plusieurs stations ont été puisés dans les études de J.B. SUCHEL (1971) et HAWKINS & BRUNT(1965).

On constate immédiatement, en dépit du rapprochement des stations, une grande hétérogénéité dans les totaux pluviométriques annuels comme dans les régimes pluviométriques.

Cette diversité pluviométrique est le reflet d'une grande variété du relief.

D'après SUCHEL, 3 variables influenceraient la pluviométrie de l'Ouest-Cameroun :

- La latitude : plus on avance vers le Nord, plus on constate une modération des caractères océaniques de la mousson, un allongement de la saison sèche et une réduction du maximum mensuel et du nombre annuel de jours pluvieux.
- La position relative par rapport à la "dorsale camerounaise" : Le versant occidental est soumis à un régime plus océanique que le versant oriental mieux abrité et exposé aux "grains d'Est".
- Le relief : son rôle est complexe. L'altitude, l'orientation des versants, la disposition relative des formes, exercent une influence notable sur la pluviométrie.

Tableau 1 PLUVIOMETRIE MENSUELLE DE QUELQUES STATIONS (en millimètres)

STATION	ALTITUDE m	NBRE ANNÉES D'OBSERV.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL PLUVIOM.
BATIBO	1150	7	13	82	252	204	260	322	542	576	488	349	106	48	3242
MBENGWI	1250	6	32	46	192	192	192	269	297	319	321	258	78	54	2251
BAMBUI	1260	19	10	35	136	201	217	282	364	356	416	308	59	18	2402
B A L I	1341	9	33	63	236	272	263	269	292	287	383	328	99	53	2554
BAFUT	1370	7	17	47	176	184	202	312	404	284	386	265	114	32	2425
BAMENDA	1524	30	26	54	172	189	206	318	408	375	482	253	83	30	2596
BABADJOU	1542	9	16	37	110	180	181	207	228	191	303	260	45	13	1770
SANTA (DEPT. AGR.)	1676	8	13	63	152	212	200	260	256	222	320	284	30	12	2014
SANTA COFFEE ESTATE	1890	7	10	38	155	202	234	290	265	234	335	290	74	18	2145

BAMENDA = Stations situées dans le périmètre cartographié.

Tableau 2 TEMPERATURES MENSUELLES ET ANNUELLES DE QUELQUES STATIONS
(16°0 maxima, 12°5 minima)

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyennes annuelles
BALI (1889-92)	T°moy.max.	26,6	<u>27,0</u>	25,8	25,5	25,2	24,1	<u>21,2</u>	22,5	23,2	24,2	25,0	26,6	24,7
	T°moy.min.	11,5	12,3	13,1	14,8	14,2	14,1	14,1	14	14,1	14,1	13,1	11	13,2
	moy.	19,0	19,6	19,3	<u>20,1</u>	19,5	19,1	<u>17,6</u>	18,2	18,6	19,1	19	18,8	18,9
SANTA (1954-59)	T°moy.max.	25,5	<u>26,0</u>	24,9	23,8	23,1	21,8	<u>21,2</u>	<u>21,2</u>	21,5	22,1	23,3	24,5	23,2
	T°moy.min.	12,7	13,4	<u>13,9</u>	13,6	13,7	12,6	12,7	<u>12,5</u>	12,6	13,6	13,4	<u>12,5</u>	13,2
	moy.	18,9	<u>19,7</u>	19,4	18,7	18,4	17,2	16,9	<u>16,8</u>	17,0	17,8	18,3	18,5	18,2
BAMENDA (1951-60)	T°moy.max.	25,0	<u>26,5</u>	25,2	24,5	24,3	22,7	<u>20,8</u>	20,9	21,6	23,2	23,8	24,1	23,5
	T°moy.min.	<u>14,3</u>	14,9	<u>16,0</u>	15,9	15,6	14,8	<u>14,3</u>	14,5	14,5	14,9	15,0	14,5	15
	moy.	19,6	<u>20,7</u>	20,6	20,2	19,9	18,7	<u>17,5</u>	17,7	18,0	19	19,4	19,3	19

Tableau 3 HUMIDITES RELATIVES

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyennes
BALI (1948-55)	90	85	91	94	96	95	99	97	96	94	93	90	
SANTA (1954-60)	59	60	65	73	76	77	80	80	78	75	65	59	
BAMENDA (1951-57)	55	52	66	77	82	88	93	93	90	85	80	78	

(SANTA à 0900 GMT - BAMENDA, BALI à 0700 GMT)

En vertu de ces influences, les régimes pluviométriques de la région sont caractéristiques d'un type de mousson montagnard et "sub-montagnard".

Le poste de BATIBO par exemple, situé à 1150m et à 20 km à l'Est de la zone cartographiée, à proximité de l'escarpement dominant la plaine de MAMFE, soumis à l'influence de la mousson, a une pluviométrie de 3242mm alors que la pluviométrie annuelle de SANTA COFFEE ESTATE (1890m), poste abrité de la mousson par la dorsale trachytique joignant les Monts BAMBOUTOS au Monts de BAMENDA, et plus localement par le cratère égueulé vers le S E du Pic de SANTA, n'atteint que 2145mm.

Cette protection exercée par la dorsale trachytique est assez bien mise en évidence par le schéma à 1/500.000^e de la planche représentant quatre zones pluviométriques (cf. planche 6).

SUCHEL distingue à ce sujet les régimes à paroxysme des régimes d'abri :

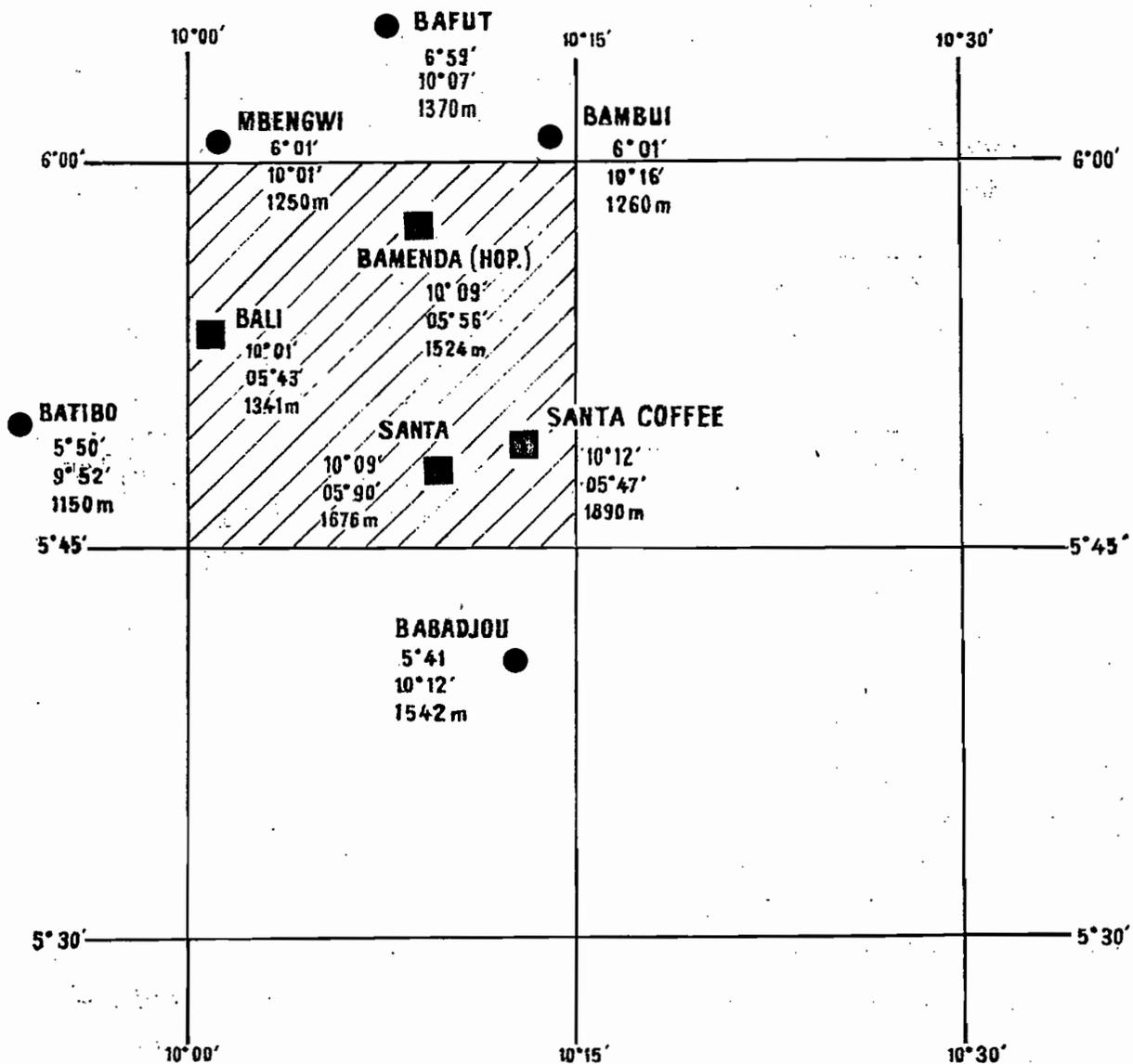
- Régimes à paroxysme : "le site favorise l'action directe de la mousson sans qu'un écran montagneux important s'interpose au devant". BAMENDA, BAMBUI et BATIBO connaissent ces régimes. Le profil pluviométrique a une forme en aiguille caractéristique des stations du littoral soumises au régime des moussons : remontée brutale des pluies de Juin à Octobre et ralentissement en Avril, le site de BAMENDA (haut de falaise et orientation vers le N O) très représentatif du versant occidental du massif trachytique, est favorable aux paroxysmes, mais la mousson s'est décantée d'une partie de son humidité sur le rebord d'un premier palier topographique, à une trentaine de kilomètres au S W (exemple BATIBO) BAMBUI, occupant un site de piedmont à la base d'un cirque tourné vers l'Ouest, situé un peu plus à l'intérieur du massif montagneux et à une altitude inférieure de 300m à celle de BAMENDA, est moins arrosée (2402mm) que cette dernière station (2595m) et présente un maximum de Septembre inférieur (416mm contre 489mm). Ce fait confirme qu'en

STATIONS CLIMATOLOGIQUES SITUATION

■ données de BRUNT et HAWKINS (1965)

● données de B.SUCHEL (1971)

▨ Zone cartographiée



"région de topographie cloisonnée les pluies orographiques sont presque toujours plus copieuses sur les hauts de versant ou d'escarpement qu'à leur base". Bien que la saison sèche soit un peu plus longue, la progression des pluies d'Avril-Mai plus lente, ou la dépression d'Octobre plus marquée que sur le littoral, la mousson conserve "une remarquable énergie" jusqu'au versant occidental de ce massif trachytique, pourtant situé dans une région très continentale.

Remarque : SUCHEL distingue des sous-types à paroxysme relativement simple (BAMBUI-NKAMBE), des sous-types à paroxysme complexe (BATIBO).

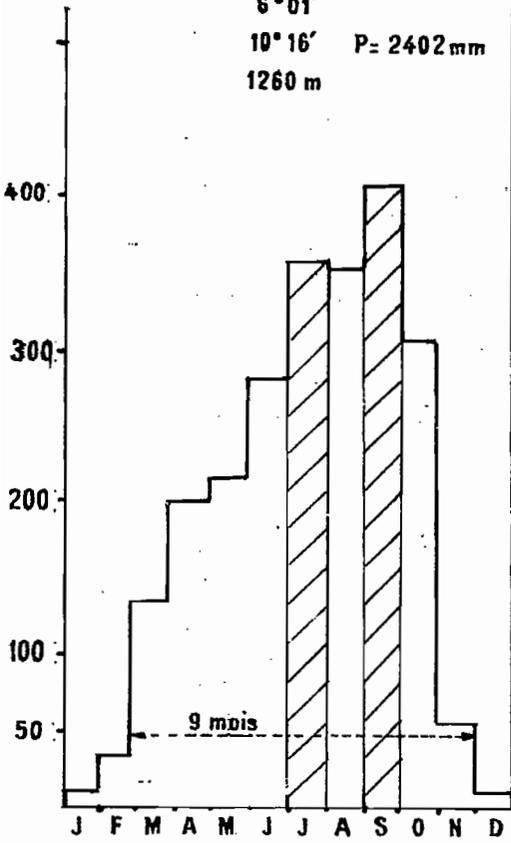
- Régimes "abrités" : ils sont caractérisés par une pluviosité annuelle modeste pour la région, un maximum mensuel modéré, une vraie saison sèche de 2 ou 3 mois en accord avec la latitude. A MBENGWI le régime est "pyramidal", à BABADJOU ou SANTA il est dit "à palier". Les zones correspondantes recevant un niveau moyen modéré de précipitations ne sont pas soumises aux excès de la mousson. SUCHEL note en outre une "remarquable régularité inter-annuelle des pluies" et une "grande rareté des averses torrentielles".
- Régimes de transition : On ne constate pas de régime d'abri bien caractérisé. Ils affectent des sites, déjà sous le vent des principaux massifs ou escarpements montagnards, ou situés dans les points bas du relief. De tels régimes sont relevés à BALI ou BAFUT sur un large replat granitique partiellement protégé par les BAMBOUTOS.

En résumé, nous retiendrons que les régimes pluviométriques sont très variés. Donc si cette région, bien que continentale, est encore fortement influencée par la mousson, la dorsale trachytique s'étendant des Monts BAMBOUTOS aux Monts de BAMBENDA impose d'importantes nuances aux régimes pluviométriques : il faut distinguer le régime "de paroxysme" caractérisant le versant occidental de cette dorsale (région de BAMBENDA) du régime "abrité" sur le versant oriental (région de BABADJOU - SANTA); la zone de moyenne altitude de

PROFILS PLUVIOMÉTRIQUES

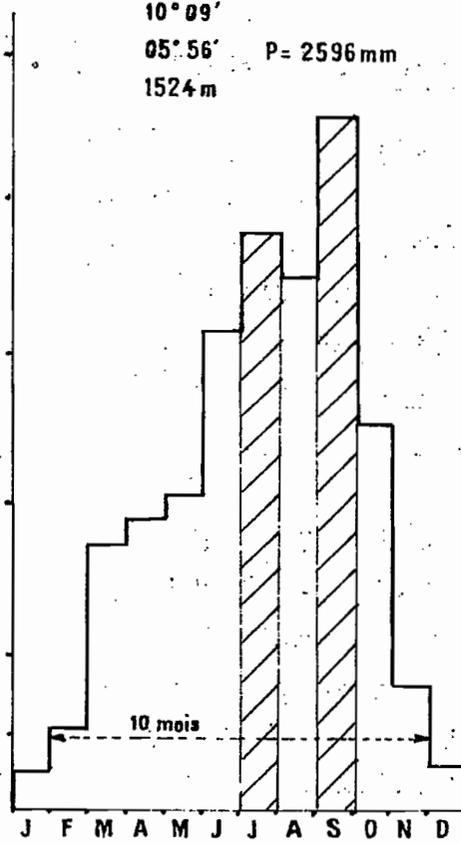
BAMBUI

6° 01'
10° 16' P= 2402 mm
1260 m



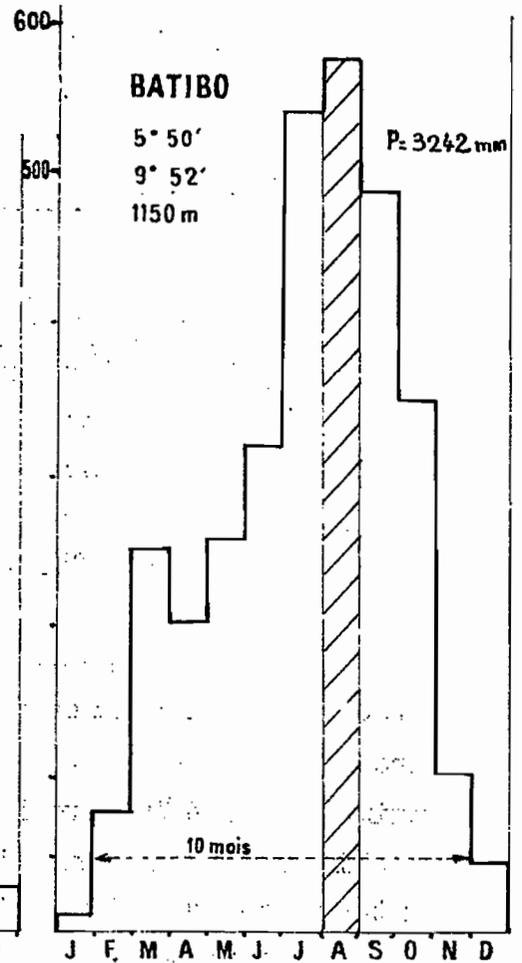
BAMENDA (HOP.)

10° 09'
05° 56' P= 2596 mm
1524 m



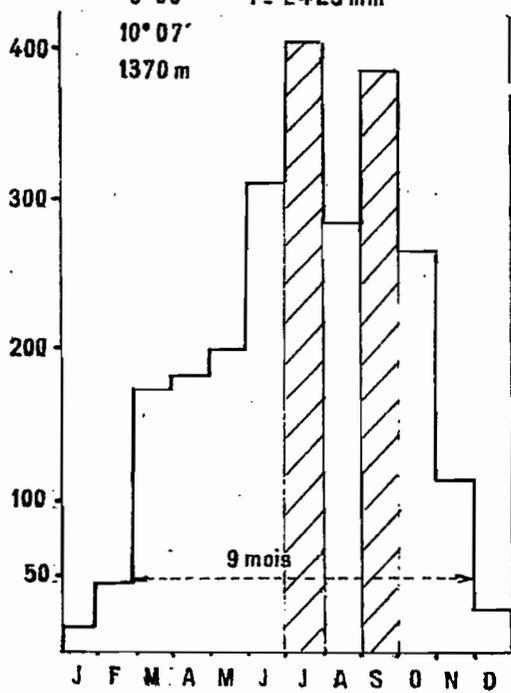
BATIBO

5° 50'
9° 52' P= 3242 mm
1150 m



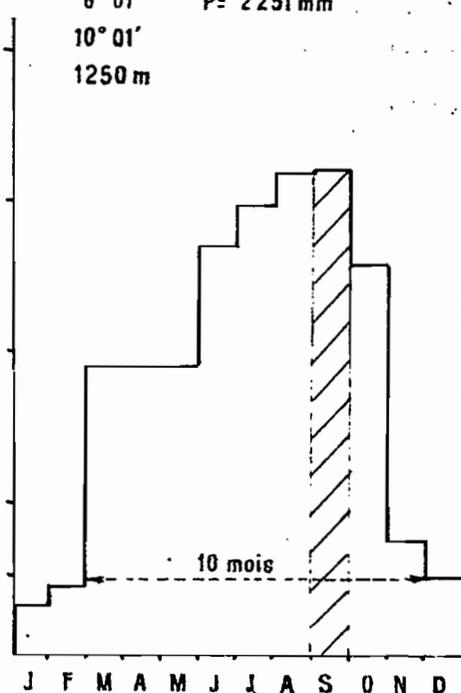
BAFUT

6° 59'
10° 07' P= 2425 mm
1370 m



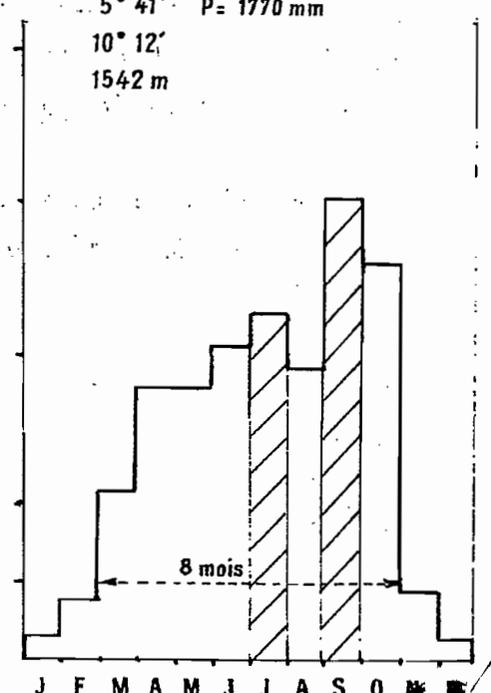
MBENGWI

6° 01'
10° 01' P= 2251 mm
1250 m



BABADJOU

5° 41'
10° 12' P= 1770 mm
1542 m



BALI - BAFUT, n'étant que partiellement abritée, est soumise à un régime de transition.

11.2 - Températures : (cf. tableau 2).

On constate un refroidissement, sensible sur les maxima en saison humide (amplitude de 5° environ) mais fluctuant d'une station à l'autre sur les minima : chute nette en début de saison sèche à BALI (amplitude de 3°7) mais peu nette en saison humide (0°8), baisse moyenne en saison humide et sèche à SANTA (1°4) et à BAMENDA (1°7). La courbe des moyennes reflète celle des maxima, mais elle présente des variations saisonnières atténuées (2°5, 2°9 et 3°2).

Ces données comparées à celles du poste météorologique d'altitude (1100m) de NGAOUNDERE (7°20' N - 13°20' E), qui enregistre une température moyenne de 22°2 avec des variations saisonnières de 6°2 pour les maxima et de 4°9 pour les minima, dénoncent une plus grande fraîcheur du climat et des variations saisonnières moins fortes dans ces zones montagneuses que dans l'ADAMAOUA, soumise à des influences continentales et tropicales.

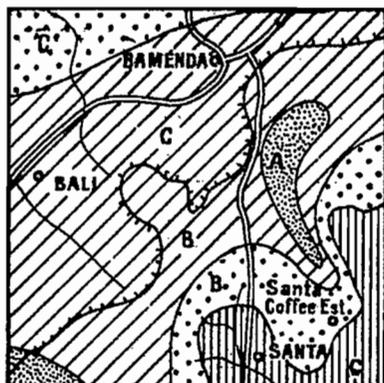
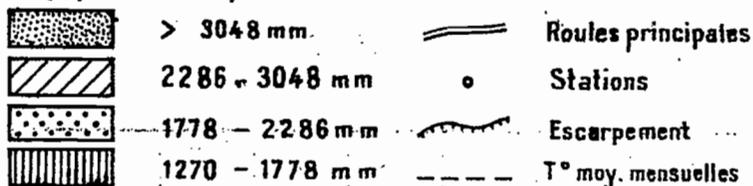
D'autre part la température moyenne annuelle diminuerait avec l'altitude, surtout par baisse des maxima. Nous manquons malheureusement de données mais d'après celles collectées par F.X. HUMBEL (1972) sur NKAMBE l'écart important entre maxima et minima subirait une diminution brusque au-dessus de 1400m. Enfin HUMBEL signale que si les variations de l'écart mensuel sont faibles en altitude, elles sont fortes dans les zones de piedmont.

En résumé, le régime thermique est plus frais mais moins contrasté que dans les régions de piedmont.

PROFILS PLUVIOMÉTRIQUES MOYENS ET LEURS EXTRÊMES

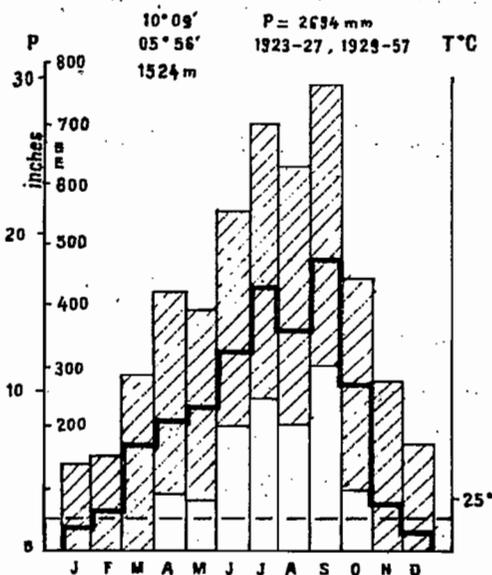
(D'après les données de BRUNT et HAWKINS)

ZONES PLUVIOMÉTRIQUES (Moy. pluviom. am.)

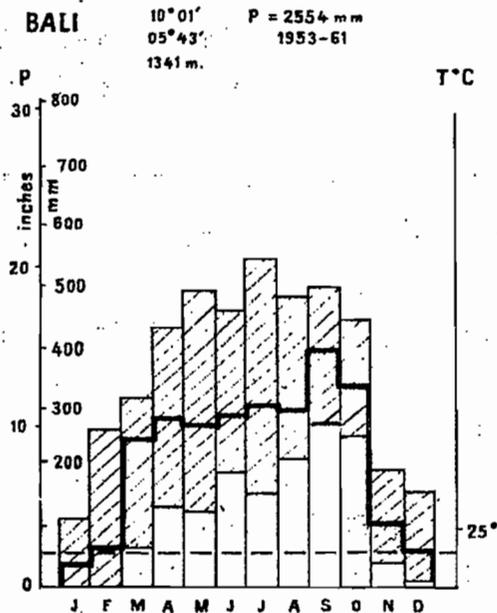


	CLASSES DE TEMPÉRATURES(°C)		ALTITUDES m.
	MOY. MAX. ANNUEL	MOY. MIN. ANNUEL	
A	16°7 → 18°9	8°9 → 10°6	> 2200m
B	20°5 → 22°3	12°6 → 14°2	1600-2200
C	21°8 → 30°8	11°1 → 14°4	1100-1600

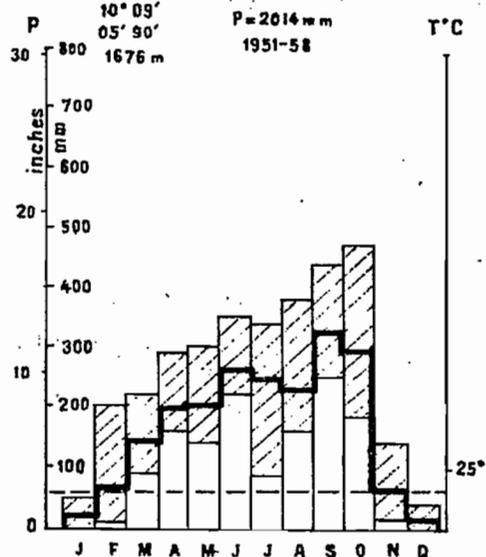
BAMENDA (HOP.)



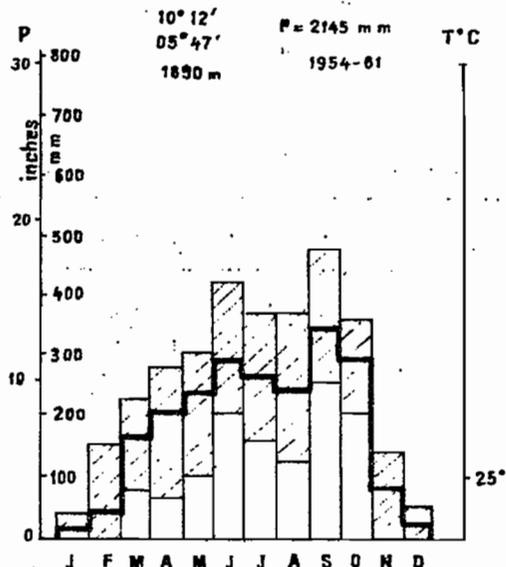
BALI



SANTA DÉPARTEMENT AGRIC.



SANTA COFFEE ESTATE



11.3 - Evaporation - Insolation - Humidité relative :

L'évaporation totale annuelle mesurée sur 8 ans à BAMENDA atteint 1150mm environ.

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
215	218	162	99	93	56	32	34	42	72	104	164

Elle subit au cours de l'année d'assez importantes fluctuations puisqu'elle dépasse 200mm en saison sèche et reste inférieure à 50mm durant 3 mois de la saison des pluies.

En raison des écarts thermiques journaliers cette évaporation est plus forte en zone de piedmont qu'en altitude.

L'insolation annuelle totalise 1766 heures à BAMENDA (moyenne sur 8 ans).

Les moyennes d'humidité relative élevées, mesurées à 07,00h et 09,00h GMT (cf. tableau 2 - planche 7) semblent différer d'une façon notable entre les régions situées sur socle et celles appartenant au massif trachytique. A BALI l'humidité ne serait jamais inférieure à 80 % alors qu'elle fluctue entre 60 et 80 % à SANTA, 50 et 95 % à BAMENDA. L'humidité relative est donc constamment élevée en saison humide (80 à 99 %) mais varie assez considérablement d'un site à l'autre en saison sèche (50 à 90 %). Ces différences supposent de même des variations importantes de l'évaporation entre les diverses stations.

12 - INDICES ET DIAGRAMMES CLIMATIQUES :

12.1 - Indice d'aridité de DE MARTONNE

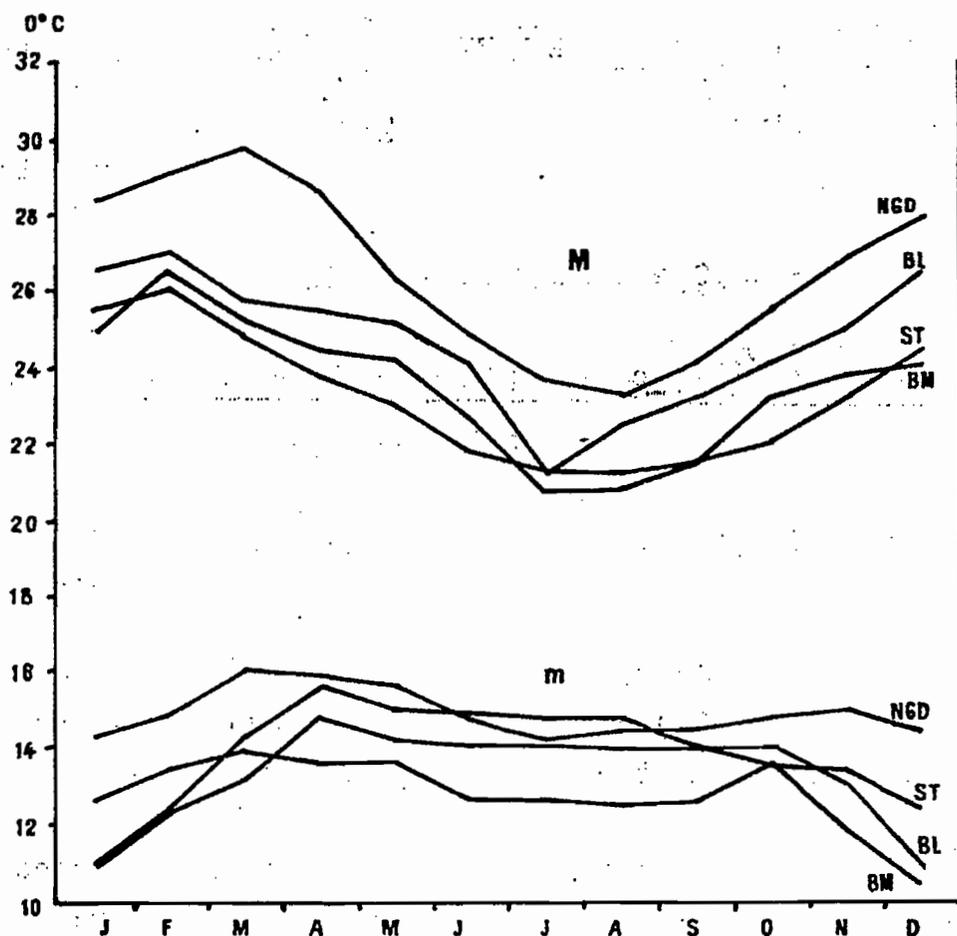
$$i = \frac{A1 + A2}{2}$$

A1 = indice d'aridité annuel

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

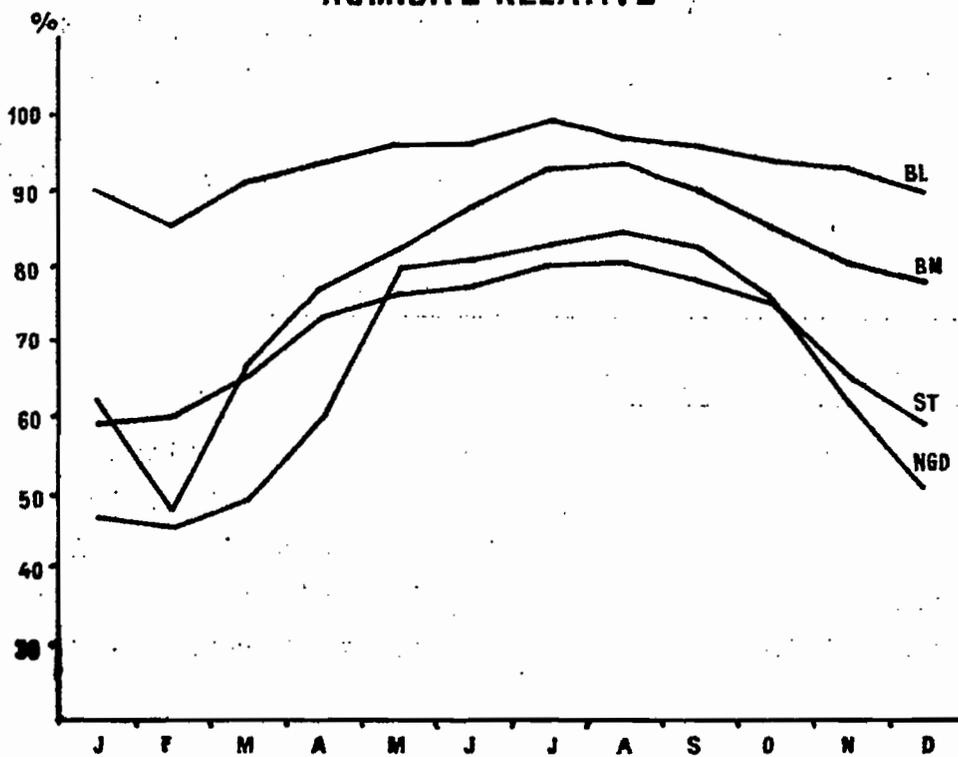
(Pmm = pluviométrie moyenne annuelle
T°C = Température moyenne annuelle)

TEMPÉRATURES



(NGD = NGAOUNDÉRE - BL = BALI - BM = BAMENDA - ST = SANTA)

HUMIDITÉ RELATIVE



$$A2 = \text{indice d'aridité du mois le plus sec} \quad \frac{12 P}{\theta + 10} \quad \left\{ \begin{array}{l} P_{\text{mm}} = \text{pluviométrie moyenne du mois le plus sec} \\ \theta^{\circ}\text{C} = \text{température moyenne du mois le plus sec} \end{array} \right.$$

Cet indice est égal à 50 à BAMENDA et BALI, 40 à SANTA

12.2 - Indice de drainage calculé de HENIN et AUBERT :

$$D = \frac{P^3}{(a + P^2)} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{l} P = \text{pluviométrie moyenne annuelle} \\ T = \text{température moyenne annuelle} \\ D = \text{drainage en mm/an.} \end{array}$$
$$a = 0,15 T - 0,13$$

Les valeurs de ce drainage calculé atteignent 1260mm à SANTA (1676m), 1800mm à BALI (1341m) et 1960mm à BAMENDA (1524m). Ces variations reflètent fidèlement celles de la pluviométrie.

Quoi qu'il en soit on constate que la quantité d'eau susceptible de drainer dans les sols est très importante en regard de celles enregistrées dans d'autres régions (600mm à YAOUNDE, 680mm à NGAOUNDERE).

12.3 - Diagrammes ombro-thermiques de GAUSSEN (planche 8)

Le diagramme de BAMENDA donne un indice Xérique de 1 mois et 20 jours environ celui de SANTA de 2 mois et 15 jours.

La saison sèche est donc très peu marquée dans cette région.

13 - INFLUENCES PEDOGENETIQUES ET AGRO-PEDOLOGIQUES :

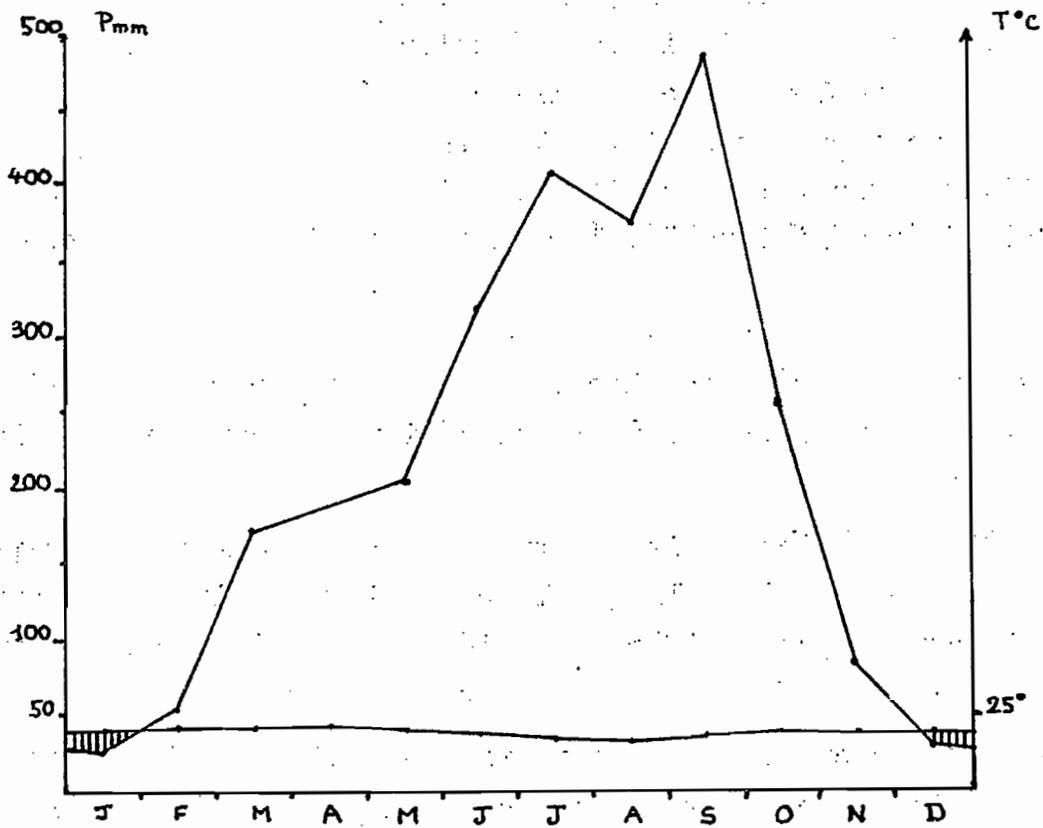
13.1 - Influences pédogénétiques :

Bien que très variés, les éléments du climat mentionnés ci-dessus soulignent une certaine agressivité de ce dernier, impliquent une altération de type ferrallitique, un entraînement intense des éléments solubles et une possibilité d'entraînement des colloïdes si d'autres conditions nécessaires se trouvent réunies.

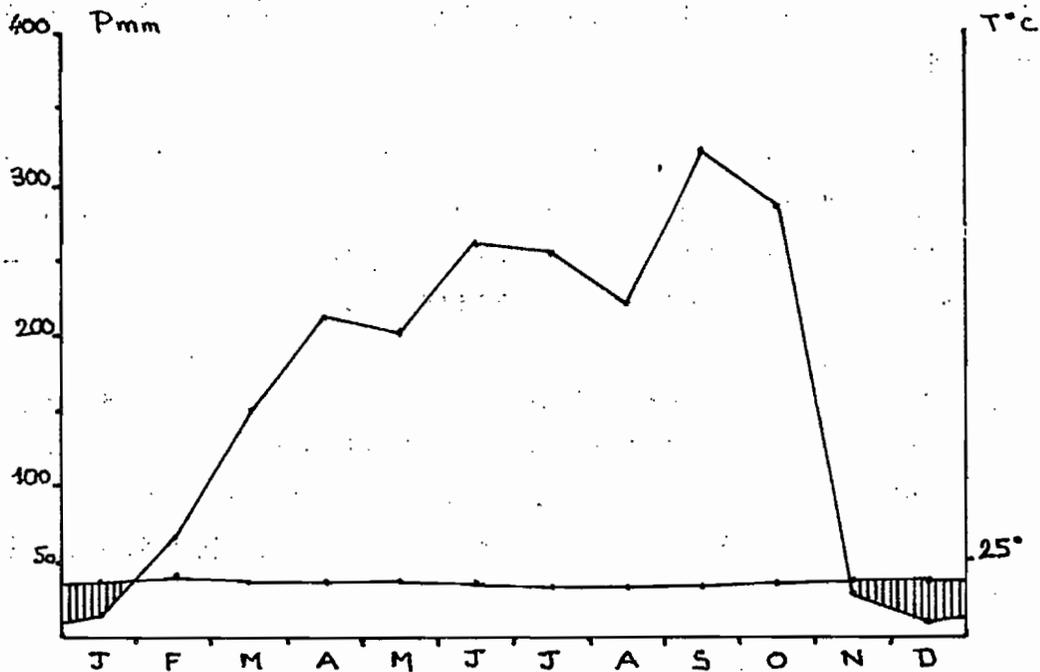
DIAGRAMMES OMBROTHERMIQUES

DE GAUSSEN

BAMENDA



SANTA



(P 1cm = 50mm - T 1cm = 25°)

Si une certaine fraîcheur du climat peut provoquer un ralentissement de l'évolution des sols, l'importance du drainage en rapport avec une forte pluviométrie, une humidité relative élevée et une évaporation modérée, ainsi que l'échelonnement des pluies sur près de 10 mois stimulent au contraire cette évolution. Des ces 2 catégories de facteurs antagonistes la seconde l'emporte du point de vue de l'altération, les conditions climatiques restant dans leur ensemble "ferrallitiques" malgré les variations locales constatées.

Cependant ces variations locales peuvent influencer largement sur le développement de processus pédogénétiques secondaires de la ferrallitisation :

- Bien que l'on n'ait pas pu déterminer de loi de répartition précise à l'échelle de la carte il ne fait aucun doute que l'accumulation humifère est liée à la fraîcheur relative du climat.

- Les caractéristiques climatiques expliquent la forte désaturation du complexe absorbant de la majorité des sols ferrallitiques. Mais certains sols de piedmont ou quelques sols rajeunis, sont moyennement et même parfois faiblement désaturés. L'action désaturante du climat peut donc être contrariée par des conditions particulières de roche-mère et de topographie.

Notons enfin que la pédogénèse de plusieurs sols s'apparenterait plus à celle de sols bruns eutrophes tropicaux et que J.L. DHOORE (1964) situe géographiquement cette région en position excentrique par rapport au domaine ferrallitique.

D'autres facteurs de pédogénèse tels que la topographie ou la couverture du sol peuvent modifier notamment l'action des agents climatiques sur l'évolution des sols, et notamment accentuer ou contrarier les effets de l'érosion responsable du "rajeunissement des sols"

Remarquons que l'appauvrissement en argile décelé dans plusieurs profils ne peut avoir lieu qu'en présence d'un mouvement d'eau important dans le sol. Mais d'autres facteurs essentiels peuvent intervenir, comme la texture ou la végétation, ce qui paraît suffisant pour ne pas établir une corrélation directe avec la pluviométrie.

La période de sécheresse est relativement courte et semble insuffisante pour déterminer un concrétionnement des hydroxydes libérés par l'altération. Cependant de nombreux éléments ferruginisés et indurés sont notés dans les sols. Si la plupart sont des fragments de roche ferruginisée (éléments pré-existants dans la roche ou concentrations d'hydroxydes, au cours de l'altération, dans des noyaux résistants), un certain nombre d'entre eux ont une configuration de nodules ferrugineux (ou manganésifères). La présence de ces éléments pourrait s'expliquer par une fragmentation de carapaces ou cuirasses, ou un simple transport d'éléments dont la formation se serait effectuée sous les paléo-climats à alternance saisonnière marquée.

En fait nous manquons de données climatiques, et celles dont nous disposons ne sont que des valeurs moyennes établies pour des périodes de plusieurs années. Il serait évidemment plus intéressant, pour une pluviométrie donnée, de connaître la répartition des pluies et surtout les intensités extrêmes, afin d'avoir une idée plus précise sur le drainage de l'eau tombée par exemple.

13.2 - Influences agro-pédologiques :

132.1 - Action directe sur la plante :

BRUNT & HAWKINS ont mis en évidence une zonalité climatique responsable d'une zonalité de la végétation naturelle (cf. chapitre correspondant). De même les conditions climatiques locales sont propices à certaines cultures mais défavorables à d'autres. Ainsi au niveau d'une planification les obstacles climatiques sont presque les plus difficiles à surmonter, et s'il n'existe pas à proprement parler de vocation des sols (voir chapitre sur les aptitudes cultu-

rales), les données climatiques définissent par contre une vocation non plus à l'échelle de l'unité de sol mais de la région climatique.

132.2 - Action indirecte :

Elle s'effectue par l'intermédiaire du sol. L'influence des diverses variables climatiques n'est pas la même d'un type de sol à l'autre. Ainsi :

- Un sol où l'abondance du plasma permet une forte capacité de rétention pour l'eau sera moins sensible à l'étalement des pluies ou à l'évaporation qu'un sol à squelette prépondérant.

- L'intensité des pluies, facteur important de l'érosion, jouera un rôle d'autant plus tangible que la stabilité structurale des horizons superficiels est faible mais aussi que les pentes sont fortes ou que le couvert végétal est clairsemé ...

Notons, comme le souligne la remarque précédente, qu'une étroite interdépendance existe entre les effets du climat et le rôle des autres facteurs tels que la végétation ou la topographie.

Rappelons enfin que le pédo-climat est un reflet du climat atmosphérique mais que ses variations sont amorties par les conditions du sol telles que :

- La perméabilité
- La texture : la présence de pseudo-particules favorise en particulier les échanges gazeux entre le sol et l'atmosphère, le drainage interne ...
- Le type d'argile ...

2 - ROCHES MÈRES ET MATÉRIAUX ORIGINELS

Faute de documents géologiques à grande échelle nous avons établi une esquisse géologique à partir de nos observations de terrain, la disposition géographique de certaines unités pédologiques ne pouvant s'expliquer qu'à partir d'une certaine connaissance du substratum géologique.

21 - LES FORMATIONS.

On a rencontré deux grands types de formations :

- les formations volcaniques
- les formations du socle.

Les faciès pétrographiques de différents types de roches, notamment de roches volcaniques, observées sur le terrain, apparemment très variables, semblent n'avoir que peu d'influence sur la morphologie d'ensemble des profils. Nous ne présenterons ici que les grands traits des principaux types de roches nous ayant permis d'expliquer certains aspects de la pédogénèse et aidé à délimiter des zones statistiquement homogènes de sols.

21.1 - Les formations volcaniques de recouvrement occupent les moitiés Sud et Est de la carte et sont traditionnellement subdivisées en 3 séries :

- La série noire supérieure, quaternaire ou actuelle, n'est pas représentée dans la zone.

- La série blanche moyenne, essentiellement trachytique est largement représentée par le massif puissant des Monts de BAMENDA qui prolonge les Monts BAMBOUTOS au Sud-Ouest. Cette zone est caractérisée par :

... Des trachytes aphyriques, aux couleurs variées, dont l'altération profonde apparaît rose, blanche, ou violette. Les fronts de coulées forment des falaises élevées où le trachyte a un débit en colonnes. Ces trachytes abondent en ensembles monotones.

• Des trachytes porphyriques abondants dans la région de SANTA et au Sud-Est de BAMEUDA. La roche, de couleur sombre, comporte de nombreux et grands phénocristaux.

• Des tufs trachytiques facilement altérables, constituant la base des coulées topographiquement les plus basses et pouvant contenir des éléments du socle ou de basalte.

• Des rhyolites formant la falaise de BAMEUDA.

- La série noire inférieure est représentée par des placages de basalte aphyrique, à débit polygonal régulier, sur le massif trachytique ou les formations du socle. Ce basalte est associé à des quantités variables de tuf.

Nous signalerons à BALI et dans la région Nord-Ouest de la carte quelques formations lacustres liées au volcanisme ancien.

21.2 - Formations du socle.

On distingue 4 grands types de roches :

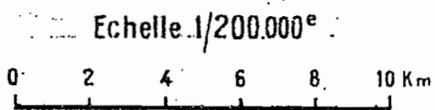
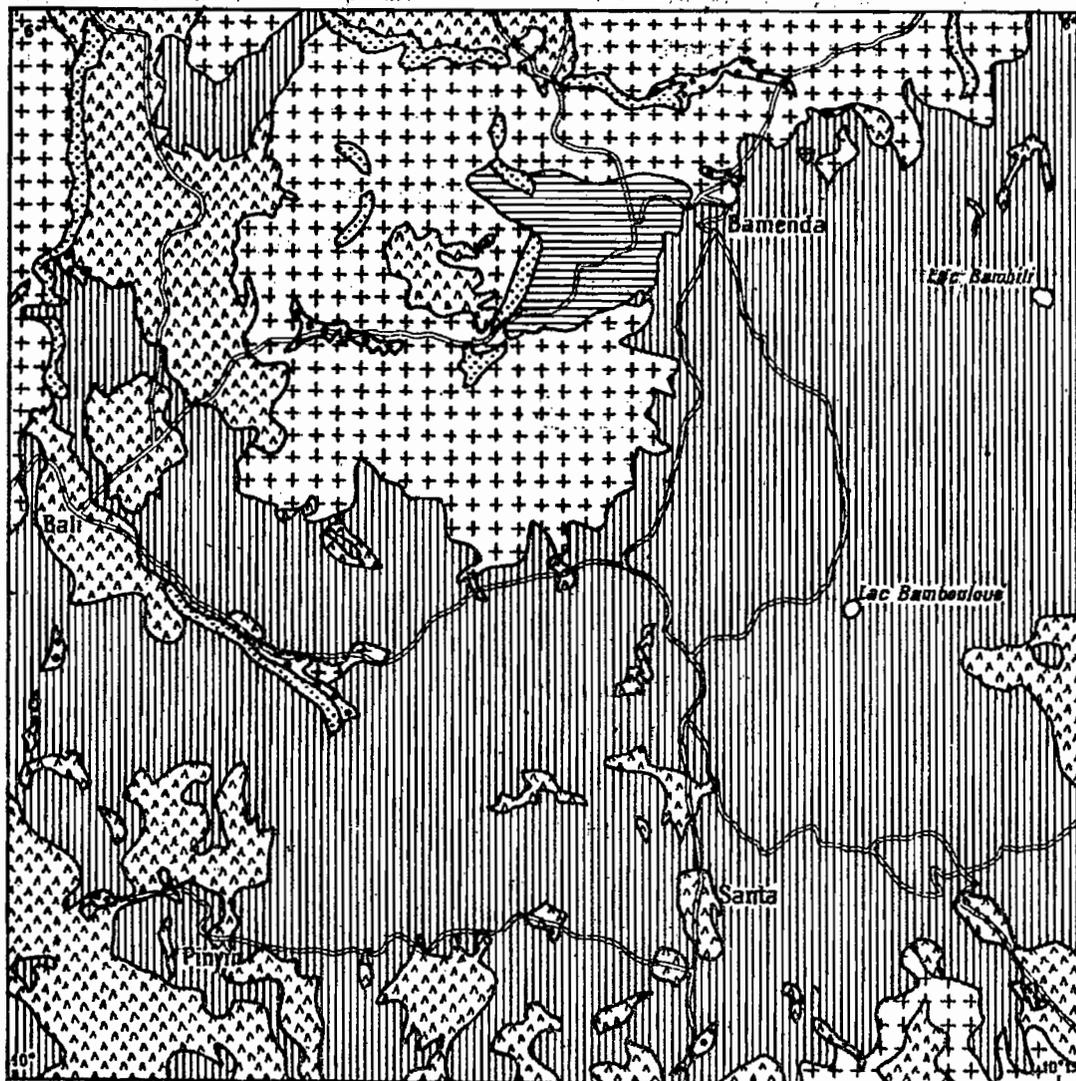
- Des granites calco-alkalins à biotites, akéritiques à monzonitiques. Ils ont une grande extension. La dominante est un granite à grain fin, leucocrate à texture grenue, un peu hétérogranulaire avec $Or/plag = 0,24$ et $An \% = 22,6$ %; mais à l'affleurement l'hétérogénéité est très grande, avec variations dans le grain et la couleur des éléments.

- Au Sud-Est de la carte affleurent des anatexites, dont les termes rencontrés sont sensiblement identiques à ceux des granites monzonitiques avec cependant une plus grande hétérogénéité et des orientations plus visibles. - $Or/plag = 0,51$ à $0,75$. $An \% = 21$ à 28 %.

- Un granite "alkalin" à 2 micas rencontré dans la région de BAMEUDA. Sensiblement équi-granulaire il est dépourvu d'orientation. Il est alcalin avec $Na > K$. La muscovite abonde. $Or/plag = 0,60$ et $An \% \text{ calculé} = 0,0$ %. Le quartz est granulitique.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE

(d'après les observations de terrain)



-  Granite monzonitique
-  Granite alcalin à deux micas
-  Basalte
-  Ensemble trachytique
-  Alluvions
-  Colluvions
-  Routes

- Au contact du socle et de l'ensemble trachytique affleure un gneiss embréchitique à "trame leuco-mésocrate sur laquelle se détachent des rubans de matériau quartzo-feldspathique blanc" (J.C. DUMORT 1968). On trouve aussi des gneiss rubanés à 2 micas. Leur texture est granoblastique. Ils sont caractérisés par l'abondance de quartz au grain grossier.

Sur la carte, granites calco-alcalins et anatexites ont été regroupés sous la seule appellation "granite monzonitique". Les gneiss embréchitiques, très localisés, n'ont pas été représentés.

21.3 - Alluvions et colluvions.

Il est possible d'identifier l'origine du matériau colluvionné très localement, sous forme de glacis de piedmont, au pied de certaines falaises s'il s'agit de trachyte ou basalte, ou de certaines collines hautes sur socle. Mais l'étroite imbrication des épanchements et leur extrême division expliquent le qualificatif "indifférenciées" donné généralement aux colluvions.

Le réseau hydrographique actif, caractéristique d'une phase érosive vive dans toute la zone, le profil en long pentu de l'ensemble des cours d'eau, s'opposent à un fort alluvionnement qui n'est cartographiquement représenté que par quelques bandes étroites sur socle. Comme les colluvions, ces alluvions sont indifférenciées.

22 - INFLUENCES PEDOGENETIQUES ET AGRO-PEDOLOGIQUES.

Elles sont importantes. Elles peuvent être directes ou indirectes.

22.1 - Actions indirectes.

En influant sur la forme du relief soit directement par l'orogénèse soit indirectement par la vitesse globale d'altération, la nature de la roche-mère joue un rôle déterminant dans le double jeu de l'érosion et de la vitesse d'altération, qui conditionnent un certain nombre des caractéristiques des sols et en particulier leur épaisseur (cf. rajeunissement). Ainsi :

. La tectonique tertiaire et le volcanisme ont érigé des reliefs très accidentés à partir de laves trachytiques peu fluides. Ces reliefs portent des sols peu épais.

. Les épanchements basaltiques fluides ont induit des interfluves larges, formant de véritables plateaux qui portent des sols épais.

. Le socle présente une succession de collines, qu'enserme un réseau hydrographique à maille géométrique assez régulière, portant des sols d'épaisseur moyenne.

- L'extrême hétérogénéité de chaque groupe de roches-mères caractérisant cette zone explique la difficulté que l'on a à fournir un seul orthotype par unité pédologique. La pédogénèse n'a pas par ailleurs, et comme dans d'autres régions, atténué des différenciations entretenues par la jeunesse des formes du relief.

22.2 - Actions directes.

Ces actions sont variées. La roche-mère intervient sur :

- La vitesse d'altération, et l'épaisseur des profils :

. Par sa composition minéralogique : les roches très riches en minéraux ferro-magnésiens comme le basalte s'altèrent plus vite que les roches riches en éléments blancs comme certains trachytes, toutes conditions égales par ailleurs. Les granites alcalins à 2 micas fournissent à l'altération des minéraux réputés peu altérables (quartz et muscovite) qui, en s'accumulant, entravent l'approfondissement du sol tandis que l'abondance de la biotite dans les granites monzonitiques favorise une altération profonde.

. Par sa structure : la structure granoblastique des gneiss embréchités semble freiner leur altération dans la mesure où les feuillets sont disposés sub-horizontalement. La structure grenue normale n'entrave pas a priori la circulation verticale de l'eau entre les grains.

. Par sa texture : certains horizons B des sols rajeunis présentent des restes de minéraux, très friables qui sont les noyaux de phénocristaux que l'altération n'a pas entièrement résorbés - exemple : feldspaths dans les sols sur gneiss - embréchites.

. Par son architecture d'ensemble : l'altération en boules de certains granites matérialise l'existence de zones homogènes moins accessibles à l'altération. Ainsi certains sols rajeunis sur granite présentent-ils des blocs de roche à structure conservée dans leur profil. La structure en prismes de certains basaltes, favorisant un écoulement préférentiel de l'eau, ralentit l'altération de ces prismes qui subsistent, faiblement altérés, dans certains sols rajeunis.

- La nature des horizons d'altération, et en particulier sur :

. Leur composition minéralogique : variable d'une part suivant les proportions de minéraux altérables et de minéraux résistants tels que le quartz, et à un degré moindre la muscovite (ex.: granite à 2 micas), et d'autre part suivant le degré d'altération de ces minéraux altérables. Un horizon d'altération peut être évolué géochimiquement et contenir de la gibbsite en quantité appréciable.

. Leurs caractères structuraux : l'agencement structural est plus ou moins proche de celui de la roche-mère. Dans certains cas la structure de la roche peut être conservée de façon apparente (ex.: structure en pain d'épice de certains granites altérés) ou au contraire avoir disparu (ex.: basalte ou trachytes fortement altérés).

. La distribution générale des couleurs liée aux conditions hydriques : En milieu bien drainant, l'agencement de taches diversement colorées reproduit plus ou moins fidèlement l'emplacement des minéraux ferro-magnésiens et des silicates d'alumine de la roche. En position de mauvais drainage, des marbrures cachent souvent la structure originelle, (notamment microlithique) et colorent en blanc, jaune ou rouge les horizons d'altération, empêchant ainsi une bonne identification de la nature du matériau originel.

- La couleur des sols : les sols les plus rouges (10 R) observés sur roches riches en éléments ferro-magnésiens (basalte, trachyte, andésite); les plus jaunes (7,5 YR) sur granites pauvres en éléments noirs. Les sols sur granites calco-alcalins et certains trachytes présentent des couleurs intermédiaires. La teinte jaune de certains sols sur granite peut être attribuée à une relative pauvreté de la roche-mère en silicates ferromagnésiens, mais aussi à une possible hydromorphie liée à la structure homogène de quelques roches.

- La texture des sols : l'abondance des grains de quartz dans la roche détermine celle des sables quartzeux dans les sols. Ne contenant pratiquement pas de quartz les basaltes donnent des sols très argileux (texture déterminée après traitement de défermentation - voir plus loin). Les sols sur granite ont un squelette sableux quartzeux plus ou moins important. La taille et l'abondance des grains de quartz dans certains granites du centre de la zone explique l'abondance de sable quartzeux dans la terre fine et un refus important constitué de graviers quartzeux (2 à 5mm). Le mode d'alluvionnement et la texture des matériaux transportés détermine la texture d'ensemble limoneuse des sols sur alluvions et les discontinuités granulométriques qui les caractérisent. L'appauvrissement en argile est lié à une certaine texture grossière des sols.

- La structure des horizons :

Les structures "farineuse, poudreuse" de certains horizons B argileux contenant d'abondantes pseudo-particules ne se rencontrent que dans des sols développés sur roches riches en éléments ferro-magnésiens : basalte surtout, dans une certaine mesure granites et trachytes.

- La nature des éléments grossiers :

La présence de fragments de roche ferruginisés, dans le solum de certains sols sur trachytes notamment, s'explique par la préexistence de niveaux fortement ferruginisés dans la roche-mère.

Signalons l'abondance de bombes volcaniques, de natures diverses, à dominante trachytique, observées dans les sols avoisinant les deux appareils volcaniques du centre et de l'Est (Pic de SANTA).

- La richesse en éléments chimiques : les sols rajeunis sur basalte ou certains granites riches en éléments calco-magnésiens ont un taux de bases totales relativement élevé.

3 - MODELE ET TOPOGRAPHIE

Les travaux de prospection nous ont permis de distinguer plusieurs ensembles homogènes en intégrant divers caractères géomorphologiques. Une carte de synthèse nous aide à comprendre la distribution géographique de certaines unités de sols et à expliquer les limitations ou l'intérêt de leur utilisation.

31 - LES UNITES PAYSAGIQUES ESSENTIELLES : (cf. planches 11 et 12)

31.1 - Le massif trachytique :

Ce massif appelé aussi "haut plateau", occupant les 2/3 Sud et Est de la carte, orienté NE-SO, culminant à 2900m, généralement très tourmenté, à une morphologie variée. Nous avons mentionné quatre grands types de modelés dans cette zone de collines et d'escarpements où la distinction de grands ensembles topographiques homogènes s'avère difficile. On observe :

- Une sorte d'étagement en gradins dans certaines zones du versant des Monts de BAMBANDA dominant cette ville.

- Un relief fortement accidenté : Ces zones particulièrement escarpées, d'altitude variable, englobent toutes les falaises contournées, fronts de coulées verticaux, à forte dénivelée (50m), à structure prismatique, et les zones avoisinantes, dont les piedmonts à pentes fortes, recouverts de rocaille. On y remarque aussi des pics, résidus de cônes des appareils volcaniques les mieux conservés (pic de SANTA). Dans ces zones où affleure la roche-mère, des pitons dénudés de trachytes s'élèvent au milieu de sols très peu profonds occupant des surfaces homogènes faibles sur des pentes très fortes. Ce relief est soumis à une érosion très active, et l'eau de ruissellement s'écoule par de nombreuses chutes.

- Un relief accidenté : Il couvre la majeure partie du massif. Nous avons regroupé sous cette terminologie, l'ensemble des zones à pentes irrégulières fortes (dominance des pentes supérieures à 20 %), à lignes de crêtes aigües, à interfluves étroits à versants courts et pentus. Sur ce type de relief les sols morphologiquement rajeunis dominent : sols à faible épaisseur relative, présen-

tant un horizon d'altération à moins de 1,50m. L'érosion y est encore forte, l'eau accumulée s'écoule en majeure partie par ruissellement en nappes ravinantes ou en rigoles.

- Un relief ondulé de deux types :

+ La falaise dominant la ville de BAMENDA délimite une sorte de gradin qui, entaillé par l'érosion, présente une succession d'interfluves allongés dans le sens de la pente générale. Les surfaces horizontales sont réduites. Les pentes de 10 à 20 % dominant.

+ Les épanchements en "langues" de lave basique dans les zones trachytiques très accidentées, forment des interfluves larges à versants abrupts. Ces coulées ont repoussé les talwegs sur leurs bords. Il est souvent difficile de localiser leur centre d'émission. L'association de ces interfluves et de ceux plus étroits du massif trachytique proprement dit, confère à certaines zones une morphologie ondulée de collines à surfaces horizontales réduites avec dominance des pentes de 10 à 20 %.

- Un relief largement ondulé : le paysage se compose d'un ensemble de collines ou grandes surfaces sub-horizontales, interrompues par des pentes faibles (pentes dominantes inférieures à 10 %), provenant généralement d'une anastomose de coulées basaltiques dans une zone à relief plus mou.

31.2 - Paysages sur socle et épandages volcaniques superficiels.

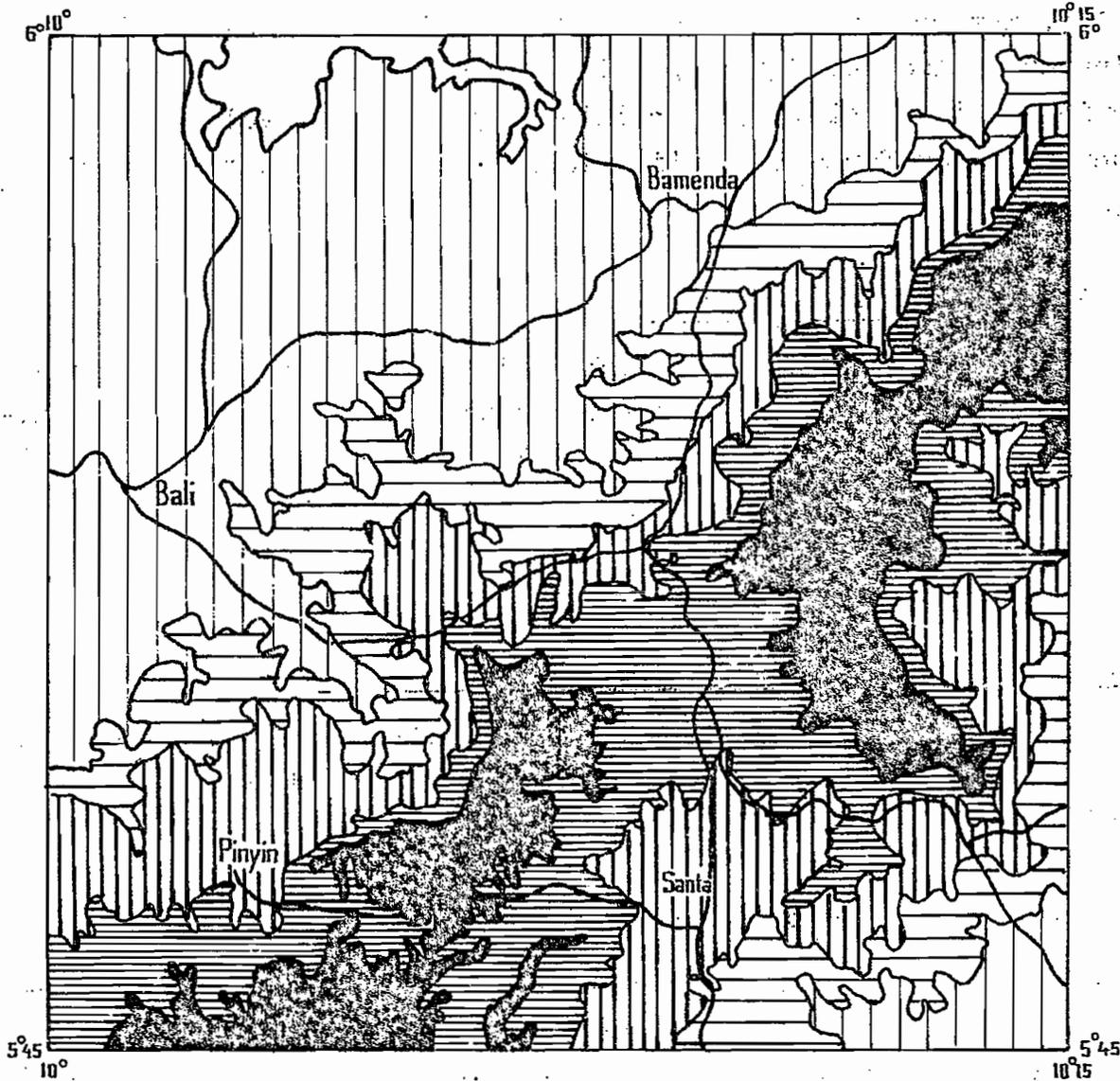
Ce sont :

- Un paysage accidenté qui constitue une entité bien individualisée au centre de la carte, en contact direct avec le massif trachytique. Il s'agit d'un ensemble de collines en dômes, à versants convexo-concaves, à pentes fortes (pentes dominantes 20 %), parsemées de blocs de granite. L'érosion y est intense.

- Des paysages ondulés et largement ondulés : très imbriqués et peu nettement différenciés, ils sont constitués d'une succession de collines évasées à dénivellation pouvant atteindre 100m,

CARTE HYPSONÉTRIQUE

Echelle 1/200 000
0 2 4 6 8 km



> 2000 m



1400 - 1600 m



1800 - 2000 m



1200 - 1400 m



1600 - 1800 m



< 1200 m

mais à pentes faibles. Le premier paysage présente des surfaces horizontales réduites avec dominance des pentes de 10 à 20 %, le second paysage est constitué par des unités larges, sub-horizontales, interrompues par des pentes de moins de 10 %. Il s'agit d'un assemblage confus de collines granitiques, dont certaines dominent l'ensemble, et de collines ou épandages volcaniques, aucune de ces formations n'imprimant à la zone une morphologie propre.

31.3 - Les vallées larges.

L'ensemble du relief sur socle, plus mou, favorise le colluvionnement et l'alluvionnement par les cours d'eau prenant leur source dans le massif trachytique, dans quelques rares vallées larges de 100 à 500m, à drainage lent à moyen, la nappe phréatique restant proche de la surface.

32 - INFLUENCES PEDOGENETIQUES ET AGRO-PEDOLOGIQUES.

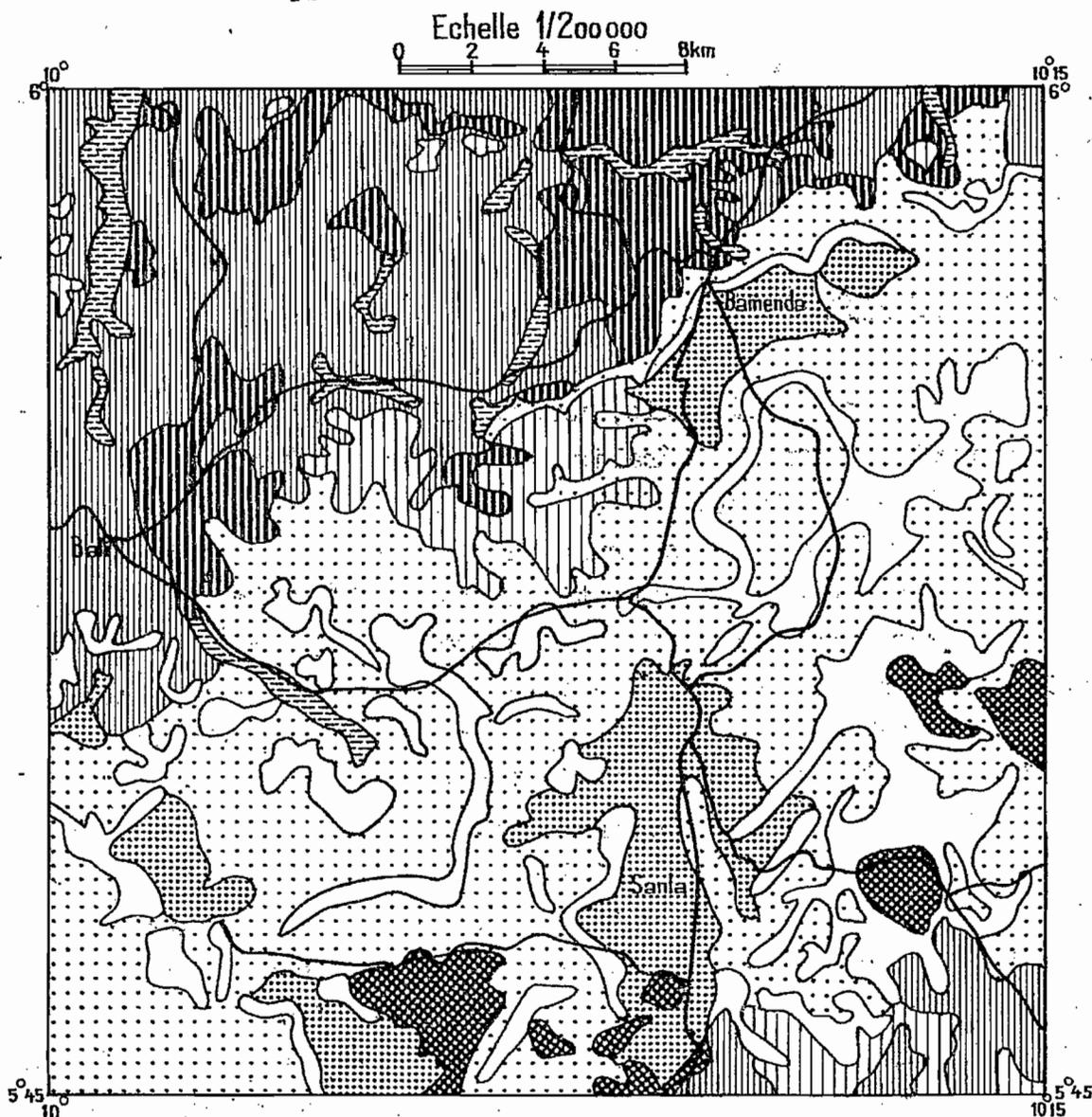
Elles sont complexes et peuvent être directes ou indirectes. Nous ne citerons que les faits qui, observés sur le terrain, nous semblent importants.

32.1 - Influence indirecte.

- Le modelé commande et facilite l'action de la nappe phréatique et les phénomènes d'engorgement dans les vallées larges, mais aussi plus localement, à la faveur de replats au drainage externe déficient, une hydromorphie temporaire sur un relief accidenté. Rappelons simplement les phénomènes pédogénétiques liés à cette hydromorphie : réduction du fer et du manganèse, imbibition, gleyification (pseudo-gley ou gley), réduction de la matière organique, arrêt ou ralentissement des phénomènes d'hydrolyse, destruction des agrégats, transformation de la structure.

- Chaque unité paysagique sert de support à une ou des unités pédologiques organisées, accollement régulier de types de sols (toposéquences), ou unités dynamiques avec une liaison génétique entre les sols (chaînes de sols).

ESQUISSE DES PAYSAGES



Massif trachytique. Hauts plateaux

-  Paysage fortement accidenté. Falaises
-  Paysage accidenté
-  Paysage ondulé
-  Paysage largement ondulé ou plan

Socle et épandages volcaniques superficiels

-  Paysage accidenté
-  Paysage ondulé
-  Paysage largement ondulé ou plan

Vallées larges

-  Drainage moyen à nul

- L'exposition, en jouant sur les types d'associations végétales, influence indirectement la dynamique de l'eau des sols (cf. chapitre sur la végétation).

32.2 - Influence directe.

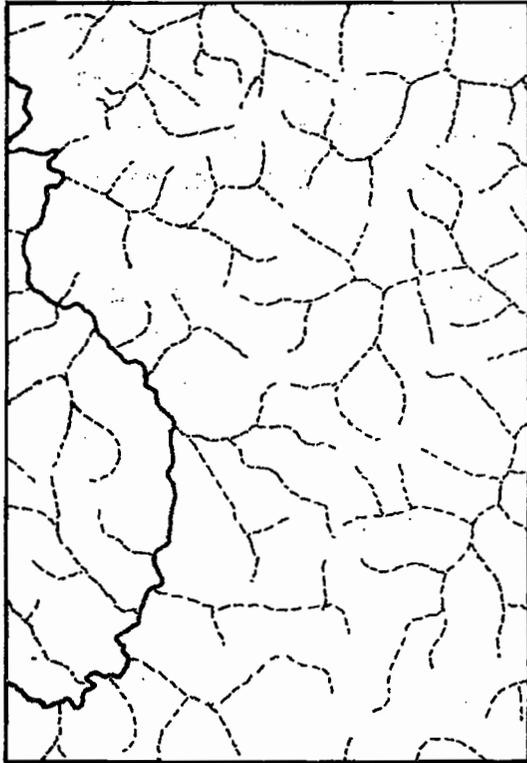
- Sur le pédo-climat : une partie de l'eau arrivant au sol s'évapore, une autre ruisselle, une dernière s'infiltré. L'abondance des pentes fortes généralise un pédo-climat relativement sec pour cette zone pluvieuse, l'eau de pluie étant en grande partie rapidement évacuée par ruissellement. Cette relative sécheresse est un facteur de ralentissement de l'altération des éléments de roche ou des horizons C proches de la surface dans les sols rajeunis développés sur pentes fortes (voir plus loin) : alors qu'en profondeur ces éléments sont observés frais ou humide toute l'année, ils présentent généralement un noyau sec quand ils sont situés plus superficiellement. Dans les sols développés sur basalte, dans un paysage faiblement ondulé, une bonne pénétration de l'eau (ruissellement faible) favorise un pédo-climat plus frais propice à l'altération. En zone de bas-fonds, au drainage externe déficient, l'excès d'infiltration des eaux de pluies (ruissellement presque inexistant) et des eaux de ruissellement des pentes fortes avoisinantes, explique partiellement la remontée de l'hydromorphie temporaire le long des piedmonts, en saison des pluies (coin N.O. de la carte).

- Sur l'intensité du drainage : la position topographique du sol intervient sur l'intensité du drainage soit directement (bas-fonds moins bien drainés) soit indirectement par l'intermédiaire du paysage. Sur certaines pentes fortes, l'altération des trachytes engendre des sols très profonds, très perméables, à bonne capacité de rétention pour l'eau, capables d'emmagasiner une grande partie de l'eau de pluie, qui est soustraite ainsi au ruissellement (cf. juxtaposition de sols rajeunis et de sols typiques sur paysage accidenté).

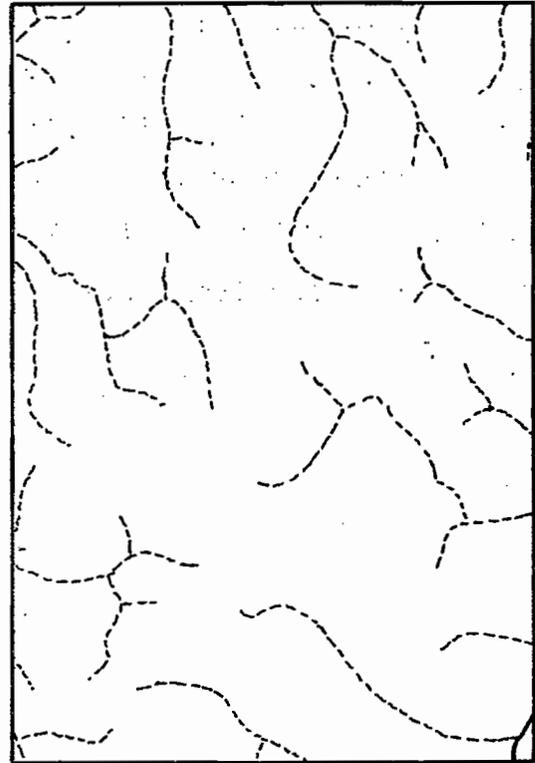
- Sur le type de pédogénèse : les sols rajeunis par tronçage du profil se situent dans les paysages accidentés. La juxtaposition de sols minéraux bruts, peu évolués et ferrallitiques rajeunis s'observe dans des paysages fortement accidentés.

QUELQUES ASPECTS DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

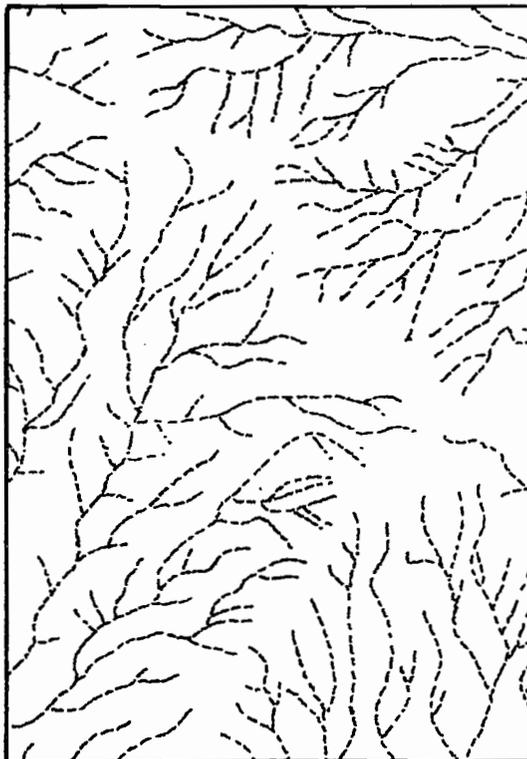
Echelle 1/50 000



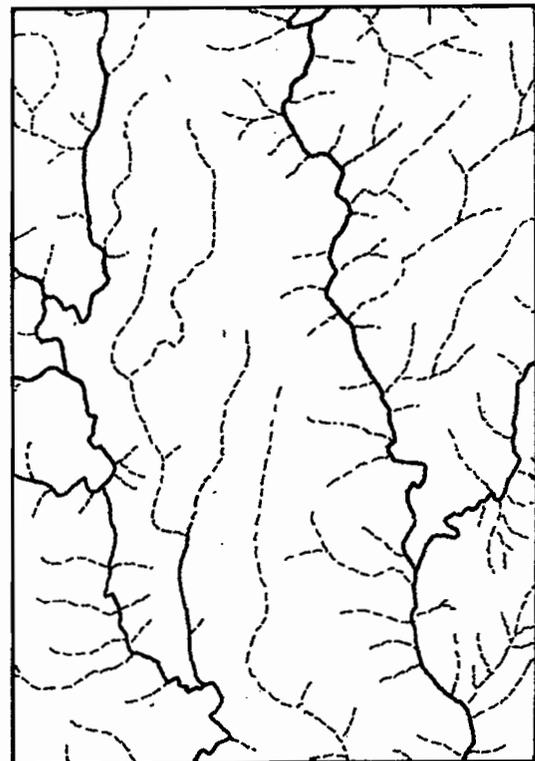
SOCLE



**EPANCHEMENT BASALTIQUE
SUR SOCLE**



MASSIF TRACHYTIQUE



**COULÉE BASALTIQUE SUR LE MASSIF
TRACHYTIQUE
(Entre les 2 thalwegs principaux)**

- Sur l'érosion : la pente est un facteur d'érosion important sans pour autant qu'il y ait proportionnalité entre érosion et ruissellement. La pente ne joue qu'un rôle réduit dans le déclenchement du phénomène d'érosion, mais conditionne considérablement son importance : Erosion en nappe sur pentes faibles, en ravines et rigoles sur pentes plus fortes.

- Sur le lessivage oblique ou les mouvements de masse du sol (creep).

4 - LES FACTEURS BIOLOGIQUES

41 - GENERALITES.

La faune et la végétation, végétation naturelle ou cultures, donc d'une façon indirecte l'homme, interviennent sur la pédogénèse et dans les modifications du profil cultural.

L'action de la faune est importante sous forêt (cf. sols brunifiés). Elle est beaucoup moins visible sous culture. Mais le manque de données précises sur cette action ne nous permet pas de l'étudier dans ce chapitre.

La végétation exerce une action directe sur le profil pédologique et plus particulièrement sur le profil cultural.

Quatre faits d'observations soulignent l'intérêt d'une étude détaillée de la végétation :

- Une forte différenciation des associations végétales reflète les importantes variations climatiques. Le rôle de la végétation dans la lutte contre l'érosion pluviale est bien connu.

- Il existe une certaine corrélation entre la répartition des grands ensembles de sols et la localisation de certaines espèces végétales.

- L'installation de différents types de végétation n'a été permis que par certaines formes d'utilisation du sol par l'homme et parfois par des excès de travail du sol : on constate un véritable asservissement du paysage par la population.

- On rencontre différents types de prairies dont l'intérêt dans la lutte contre l'érosion et dont la valeur pour l'élevage sont variables. Nous emprunterons à BRUNT & HAWKINS (1965) un certain nombre des données reproduites ci-dessous.

42 - QUELQUES DONNEES SUR L'OCCUPATION ACTUELLE DES TERRES.

(cf. carte d'utilisation actuelle des terres à 1/50.000e)

42.1 - La végétation naturelle.

421.1 - Les forêts d'altitude.

On distingue essentiellement deux grands îlots de forêt semi-décidue entre 1600 et 2300m d'altitude.

- La forêt de BALI-NGEMBA au Sud-Est de BALI couvre les flancs Sud et Ouest, en pente raide, d'une énorme caldeira. Le flanc Est, subissant l'influence de l'harmattan, ne porte que des galeries forestières.

- La forêt de BAFUT-NGEMBA recouvre la ligne de crêtes des Monts de BAMENDA. Elle s'étend du lac BAMBOULOUE à la limite NE de la carte, au-delà des lacs BAMBILIS. L'influence de l'harmattan sur le flanc Est est moins nette. Cette forêt ayant fait l'objet d'un plan de reboisement comporte un important peuplement d'Eucalyptus et des surfaces plus réduites plantées de Conifères. Entre 2200 et 2600m un peuplement pur de bambous d'altitude (*Arundinaria alpina*) témoigne d'un climat particulier.

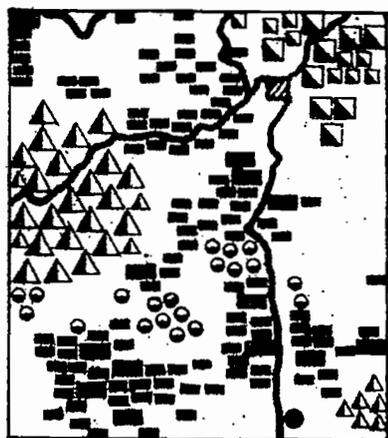
Des galeries forestières couvrent les flancs du vaste massif trachytique.

421.2 - Les prairies d'altitude.

Elles se situent entre 1500 et 2200m. Elles constituent l'essentiel des pâturages dans le système d'élevage extensif pratiqué par les FOULANIS. Nous avons établi une distinction entre :

- Les prairies associées aux galeries forestières, zones de passage entre la forêt dense d'altitude et les savanes. Situées généralement sur pentes fortes, elles prennent parfois l'aspect de savane arborée dans laquelle domine un arbre d'altitude, *Albizia gumifera*. Le tapis graminéen est court, épais, parsemé d'affleurements rocheux ou entrecoupé de falaises. Ces prairies constituent des zones de parcours pour le bétail qui, canalisé entre

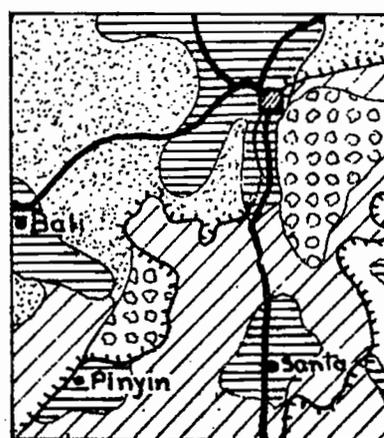
DENSITÉ DE POPULATION VÉGÉTATION - OCCUPATION DES TERRES



- ▨ BAMENDA (29100 hab)
- Beba, Befang, Ngemba, Ngwo, Ngié, Metta, Moghamo, Widekum.
- ▣ Ndop, Bafut.
- ▲ Bali
- Bamiléké
- Bororo (Fulani)

Chaque petit signe représente 100 hab
Chaque grand signe représente 1000 hab

DENSITÉ DE POPULATION (d'après J. CHAMPAUD 1970)



VÉGÉTATION

OCCUPATION DES TERRES

(D'après BRUNT et HAWKINS 1965)

- Végétation alpine (Forêt de bambous)
- ▨ Forêt dense humide de montagne
- ▣ Prairies à Hyparrhenia et Sporobolus (Dérivées de la forêt dense précédente)
- ▨ Savane arbustive et Terminalia (Dérivée de la forêt ombrophile)

- ▨ Forte densité de cultures
- ▨ Faible densité de cultures
- ▨ Pâturages
- ▨ Forêts

Echelle 1/500 000

les galeries forestières et les zones rocheuses, est souvent à l'origine (excès de charge) d'un processus d'érosion extrême entretenu par la pente. Le sol apparaît alors dénudé entre des touffes graminéennes "déchaussées". Ces prairies s'étagent entre 1900 et 2500m d'altitude.

- Les prairies relativement denses, situées entre 1500 et 2000m, sur pentes généralement plus douces, servent fréquemment de zones de pacages autour des huttes BORORO. On observe localement, à PINYIN ou SANTA par exemple, un recul de ces prairies devant les zones cultivées.

421.3 - Les savanes.

Elles devaient occuper toute la zone Nord-Ouest et couvrir une grande partie des sols développés à partir des matériaux issus du socle et des épandages volcaniques superficiels. L'occupation humaine et en particulier la colonisation le long des axes routiers la font reculer rapidement.

Il s'agit généralement de savanes arbustives claires, continues sur paysage faiblement vallonné, ou parsemées de blocs et affleurements rocheux sur paysage accidenté. Le tapis graminéen est relativement dense et les espèces hautes.

Remarque : Au Sud de la carte, une zone de jachère ancienne reconquise par des espèces des prairies voisines a été observée en altitude. Il s'agit d'une aire de culture probablement abandonnée lors des événements de 1959.

421.4 - Les prairies hydrophiles de bas-fond.

42.2 - Les cultures.

On les observe de part et d'autre de la dorsale trachytique mais il n'est pas rare de rencontrer des zones cultivées au-dessus de 2000m d'altitude.

Nous avons distingué :

- Des zones de cultures annuelles dominantes. Il s'agit surtout de champs de manion, maïs, haricots, base de l'alimentation locale, auxquels sont associées quelques cultures de légumes variés, pommes de terre, canne à sucre, et des jachères de une ou plusieurs années. Dans les zones de colonisation plus récente, le long des axes routiers en particulier, de jeunes plantations de caféiers arabica, entourant les îlots d'habitation, témoignent d'une installation de plus d'un an : en effet l'agriculteur commence par cultiver des plantes de subsistance et par construire sa maison puis il pratique une 2ème génération de cultures destinées à la vente (caféiers essentiellement).

- Des zones de cultures arbustives dominantes : il existe là encore une corrélation assez étroite entre l'ancienneté de l'occupation humaine et le type de plantation :

. Abondance de vieilles plantations de caféiers sous ombrage particulièrement autour de BAMENDA, BALI, SANTA, PINYIN, AWING, zones d'occupation ancienne à forte densité de population.

. Des zones de cultures arbustives, généralement sans ombrage, associées à des cultures vivrières en plus grand nombre, sont plus dispersées à proximité de concentrations humaines plus récentes.

On constate que le mode d'utilisation des terres, la densité des plantations, et les pourcentages relatifs des cultures associées, sont étroitement liés à 2 mouvements contraires de population :

- A une concentration de population autour des anciens noyaux de colonisation (BAMENDA, BALI, SANTA, BAFRENG, NGEMBO ...) correspond une forte densité de cultures arbustives, avec ou sans ombrage suivant l'ancienneté de l'occupation, les cultures vivrières subissant un mouvement centrifuge.

- A des zones de colonisation récente reprises sur la savane (Nord) ou les prairies (Sud), correspond une dispersion de l'habitat et un accroissement des surfaces occupées par des cultures vivrières. La densité de population augmentant dans ces zones, ce

mouvement aboutira tôt ou tard à une structure organisée, autour de la case d'un chef par exemple, matérialisée par une plus forte densité de cultures arbustives....

Il risque de résulter que, les villages ayant plutôt tendance à s'installer dans des zones planes, les plantations de caféiers occupent les zones à faible pente alors que les cultures vivrières envahissent progressivement les fortes pentes au détriment de la végétation naturelle.

Pris dans son ensemble, l'habitat est encore relativement dispersé; mais un certain nombre de zones précitées, correspondent à ce schéma. Il faudrait tenir compte de cet aspect de l'utilisation des terres dans un plan d'aménagement, de conservation du sol, et de lutte contre l'érosion en particulier.

Notons enfin, 2 grandes plantations industrielles de caféiers arabica (SINCOA et SANTA COFFEE ESTATE).

43 - SOLS ET VEGETATION : (BRUNT et HAWKINS 1965).

Il est difficile d'établir un lien étroit entre des types de sols et certains types d'associations végétales, trop de facteurs influençant l'écologie d'une zone déterminée. Les sols ne pourraient être des éléments de différenciation qu'à l'intérieur de grandes divisions phytogéographiques soumises essentiellement au climat et à l'altitude. Nous nous contenterons donc de noter, sans autre commentaire, un certain nombre d'associations sols-végétation.

43.1 - Sols dérivés de roches volcaniques et Entada abyssinica.

Au-dessus de 2000m, dans les bosquets et les savanes arbustives, notamment dans celles localisées sur les escarpements, l'espèce *Entada abyssinica* domine. Mais des groupements d'*Entada* peuvent être rencontrés à basse altitude (1200-1400m), le long de la route BAMENDA BALI. Ils sont situés sur des lambeaux de coulées d'origine basaltique, ou groupés sur des calottes basaltiques, fortement érodées, coiffant le sommet d'interfluves granitiques.

43.2 - Sols peu profonds d'érosion, sols riches en éléments grossiers, à fertilité très faible, et prairie à Loudetia :

Quelle que soit l'altitude, dès que de tels sols apparaissent (sols peu évolués d'érosion ou sols fortement rajeunis sur granite par exemple) on observe une concentration d'espèces du genre Loudetia.

43.3 - Sols sur alluvions, à engorgement temporaire et Pennisetum purpureum :

En dessous de 1500m, les sols peu évolués hydromorphes sur alluvions ou sols typiques hydromorphes sont couverts d'herbe à éléphant.

44 - FORETS CLIMACIQUES ET FORMATIONS SECONDAIRES :

Il est probable que toute la région de BAMENDA ait été couverte d'une forêt continue ou de lambeaux de forêt. BRUNT et HAWKINS distinguent les associations climaciques suivantes :

Au-dessus de 2300m	Forêt de Bambous
de 1650 à 2300m	Forêts denses humides de montagne
de 330 à 1650m	Forêt dense humide semi-décidue.

Peu de traces subsistent de ces forêts, l'activité de l'homme ayant complètement perturbé l'équilibre climacique de la région. Ces formations ont été remplacées à peu près partout, par une savane au tapis graminéen continu :

Forêt de Bambous - - - - -	Prairie de montagne à herbe courte
Forêt dense humide de montagne	Forêt claire de montagne
	Savane arborée
	arbustive ou herbeuse
Forêt dense humide semi-décidue	Savanes boisées, arborées, arbustives ou herbeuses.

45 - LES PRAIRIES :

Suivant leurs origines, on distingue :

- une prairie rase de montagne, dérivée de la forêt de Bam-
bous,
- au-dessus de 1500m, un tapis herbacé de savane dérivée
d'une forêt dense humide d'altitude, appaissant systé-
matiquement au-dessus de 2300m,
- au-dessous de 1500m un tapis herbacé de savane dérivée de
forêt dense humide semi-décidue,
- des prairies hydrophiles climaciques.

Dans les savanes domine le genre *Hyparrhenia*. Au-dessus de 1500m, une utilisation intensive des pâturages et une surcharge de bétail entraîne une régression d'*Hyparrhenia* au profit de *Sporobolus*; ce phénomène n'est pas noté au-dessous de 1500m. Les sols peu évolués ou rajeunis par érosion sur les escarpements ou les pentes fortes sont porteurs de groupements d'espèces du genre *Loudetia*.

46 - INFLUENCES PEDOGENETIQUES ET AGRO-PEDOLOGIQUES.

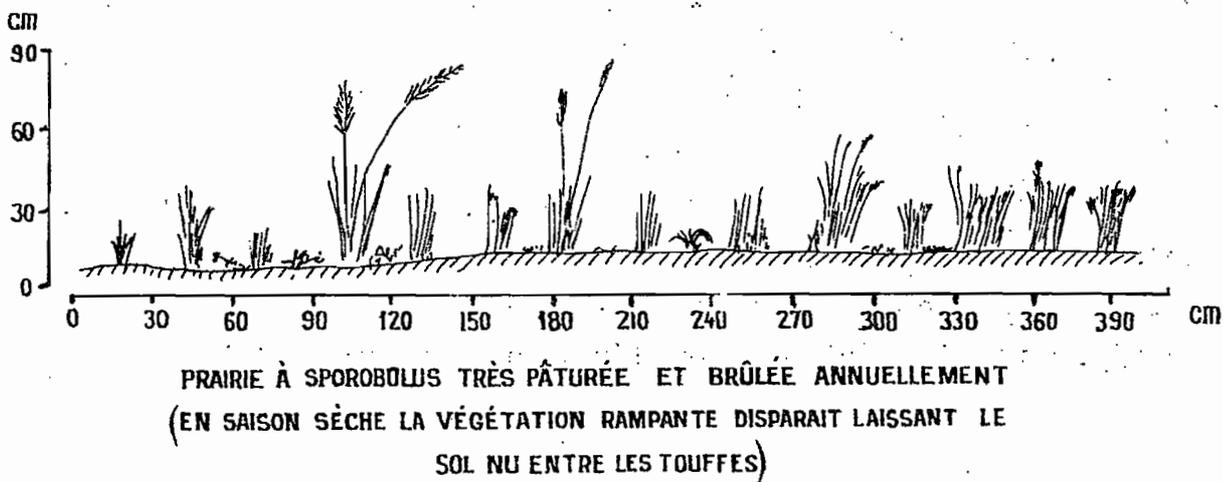
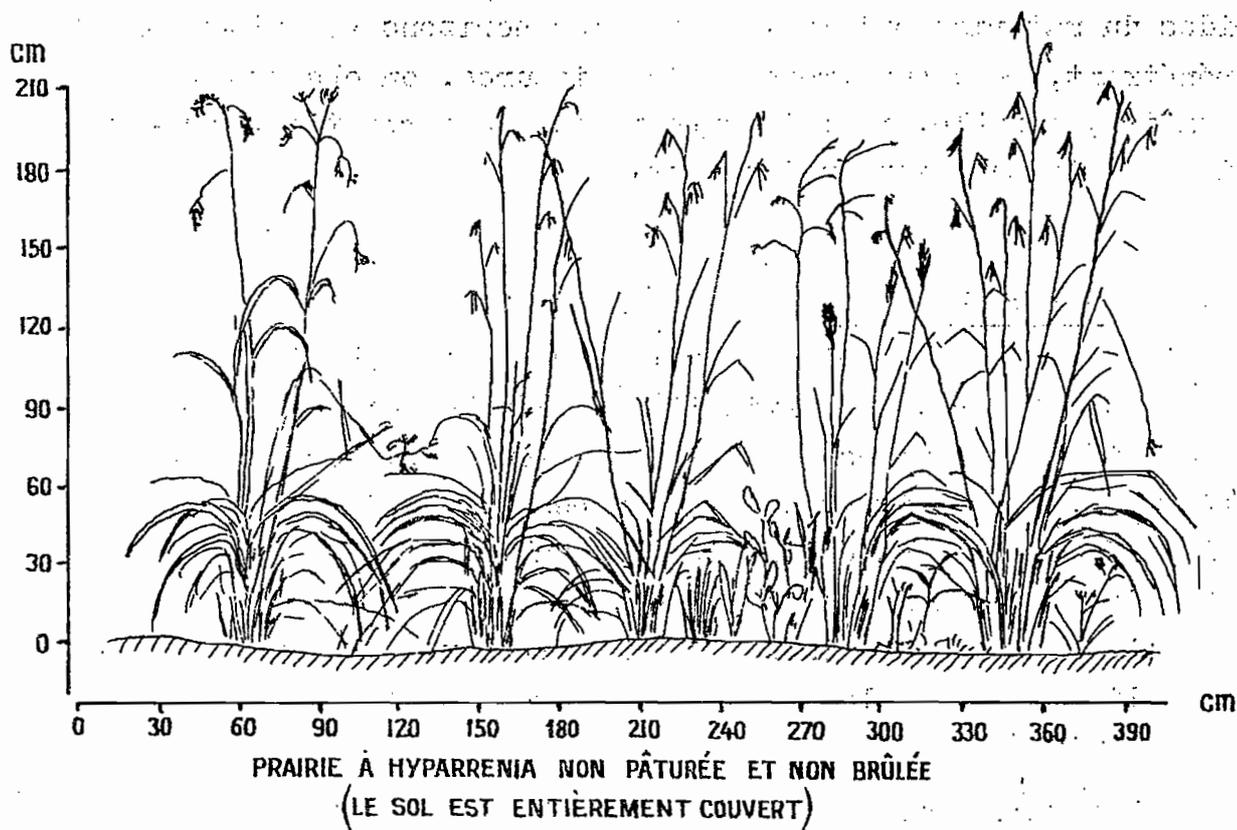
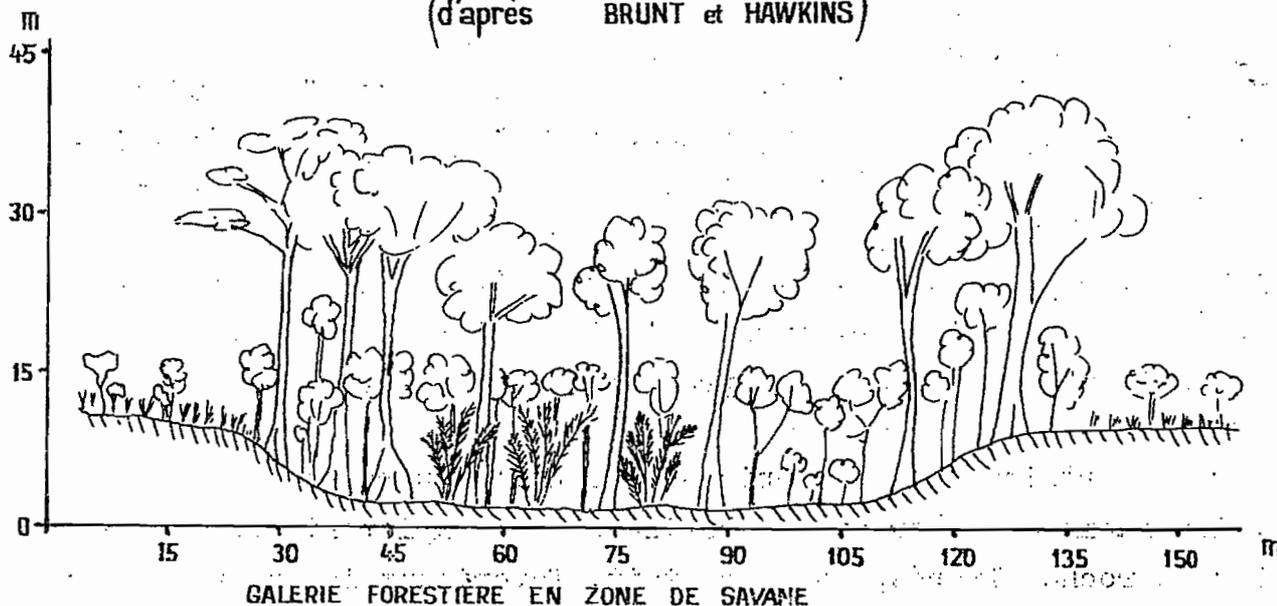
L'influence de la végétation est à la fois multiple et complexe.

46.1 - Action mécanique :

Dans cette région très montagneuse la protection du sol contre l'érosion varie considérablement avec le type de végétation. Pendant la saison des pluies il est primordial que le sol soit efficacement protégé par un couvert végétal dru à développement rapide. Ce couvert limite "l'effet splash" des gouttes d'eau tombant au sol, gouttes dont l'énergie cinétique est très grande étant données la pluviosité et l'intensité de certaines pluies. A cet effet la protection forestière est de loin la plus efficace, quelle que soit la pente. La couverture végétale abondante intercepte entièrement l'énergie cinétique des gouttes de pluie (ROOSE 1971). Le rôle des prairies dans la lutte contre l'érosion est variable selon les types d'associations végétales : les prairies à *Hyparrhenia* protègent mieux le sol que celles à *Sporobolus* (cf. planche 14). Elles limitent l'érosion par un treillage dense et une extrême division du système racinaire

DIAGRAMMES DE VÉGÉTATION

(d'après BRUNT et HAWKINS)



qui fractionne les filets d'eau. Mais le volume de sol "retenu" est souvent faible, sur certaines pentes très fortes, en regard de l'importance du ruissellement. L'érosion sous cultures dépend surtout des techniques culturales, de la date des semis, du temps pendant lequel le sol reste dénudé Elle peut croître dans des proportions considérables d'une culture à l'autre. D'après ROOSE (1967) "l'effet splash" serait la cause prédominante de l'érosion du sol.

Dans certains sols rajeunis sur trachyte ou basalte et sous forêt, les racines pénètrent les horizons C et explorent les éléments friables de roche altérée, et de ce fait, favorisent la fragmentation de ces éléments tout en permettant une altération et une évolution plus rapides du matériau originel : dans les horizons C, autour des racines pénétrant, ou ayant provoqué des fissures, on observe une gangue brunâtre, friable, parfois structurée, de terre fine, souvent plus humide que le matériau environnant.

46.2 - Action physique.

- L'influence des racines sur les propriétés physiques du sol est un fait démontré. En particulier le développement de la structure est lié entre autres à celui du système racinaire. MOREL et QUANTIN (1964), en décrivant 4 types successifs de jachères, ont établi une relation entre l'indice de stabilité de HENIN et la vitesse d'installation des différents stades de la jachère. Cependant l'action des graminées dans la structuration du sol semble très limitée. Rappelons que dans la région, la durée des jachères a diminué.

- Action sur le climat du sol : plusieurs auteurs se sont penchés sur ce problème. La forêt joue un rôle primordial en limitant les échanges entre l'atmosphère et le sol, et, en le protégeant contre le rayonnement ou le vent, elle maintient une certaine humidité, permet une vie microbienne active et favorise une bonne décomposition de la matière organique. Les prairies n'assurent qu'une protection relative et variable suivant les espèces : le sol est assez sec en saison sèche. Entre les touffes de *Sporobolus* dont la partie aérienne peu développée couvre mal le sol,

les espèces végétales rampantes, se développant en saison humide, meurent en saison sèche. La savane assure une protection intermédiaire, variable selon qu'elle est herbeuse, arbustive, arborée ou boisée.

- Le système racinaire participe à l'évaporation en jouant en saison sèche, un rôle de "pompe" à l'égard des solutions du sol.

Au moment du creusement des fosses, la zone la plus dure, parce qu'étant la plus sèche, correspond souvent à la zone de développement maximum du système racinaire. Mais d'autres facteurs doivent interférer, les modifications de porosité par exemple.

46.3 - Action chimique.

- Effet sur la matière organique du sol :

Les sources de matière organique proviennent, selon le cas, des chutes de feuilles ou brindilles, des restes de jachère ou des résidus laissés par la récolte. Les restitutions organiques sont très variables. Elles sont de loin les plus élevées sous forêt. Les teneurs en matière organique du sol reflètent d'ailleurs assez bien les différences observées dans les quantités de débris tombés au sol (voir plus loin).

- Effet direct sur la répartition des éléments dans le profil du sol :

La décomposition rapide de la matière organique libre sous forêt une quantité considérable d'éléments. Une conséquence directe est l'augmentation fréquente du pH des horizons humifères.

Nous insisterons sur le rôle bénéfique de la matière organique dans le chapitre traitant des aptitudes culturales.

5 - LE MILIEU HUMAIN

La densité du Cameroun Occidental est de 28. Elle est plus forte dans la zone étudiée :

- 81 dans l'arrondissement de BAMENDA,
- 158 dans le district de BALI

On rencontre plusieurs groupes humains dont le principal facteur de différenciation est la langue (CHAMPAUD 1970) et que nous regrouperons suivant leurs activités (cf. planche 13) :

- des agriculteurs : Balis, Bamilékés, Bebo-Bafang, Ngemba, Ngwo, Ngié, Metta, Moghamo, Widekum,
- des éleveurs : Bororos (ou Fulanis).

D'après CHAMPAUD il pourrait exister des corrélations entre altitude, climat humide, sols sur basalte et densité de population. En outre "la diversité des formes d'utilisation de l'espace rural ne dépend que pour une faible part des conditions physiques; elle doit beaucoup plus à l'empreinte des civilisations différentes qui façonnèrent cette zone".

Un certain nombre de caractéristiques de cet habitat peut influencer sur l'évolution des sols, soit par le biais des techniques culturales, soit par celui de la répartition des terres. Notons en particulier :

- L'aspect bocager du paysage bamiléké,
- L'habitat dispersé dans son ensemble (voir facteurs biologiques) "chaque famille vivant au milieu de ses champs".
- La disposition des maisons sur les zones les plus planes ou les replats de versant.
- Des haies entourant souvent les champs, disposées suivant les courbes de niveau en tant que moyen anti-érosif ou brise-vent de certaines plantations.

A cet aspect boisé des aires occupées par les agriculteurs s'oppose la physionomie dépouillée des hauts de versants parcourus par les éleveurs, la pratique du brûlis ne laissant subsister que quelques bosquets sur les têtes de talwegs.

Les éleveurs Foulanis déplacent leurs troupeaux, sur le massif en saison des pluies, et dans les plaines en saison sèche.

La co-existence de fortes densités d'agriculteurs et d'éleveurs est cause d'un conflit permanent à propos des aires réservées à chaque communauté. Mais de plus en plus, les agriculteurs mettent des pâturages en cultures. Ces dernières, en remontant le long des pentes, restreignent les terrains de parcours, sans pour autant que les troupeaux émigrent dans d'autres zones. Des problèmes d'érosion sont alors posés par la mise en culture de fortes pentes et la surcharge de bétail.

Nous avons dû, en raison de cette forte densité d'agriculteurs Bamilékes et Balis et de l'importance de l'élevage Foulani, insister sur le facteur humain, l'influence de l'homme sur l'évolution des sols étant prépondérante dans cette région. Les modifications apportées au sol sont parfois très importantes et peuvent rapidement s'extérioriser dans le domaine de la production.

Par une mauvaise utilisation ou une utilisation trop intensive, par la pratique de techniques culturales inadéquates, par une mauvaise répartition des aires réservées à certaines cultures et à l'élevage, l'évolution de certains sols peut prendre rapidement un sens très défavorable dans une région déjà peu avantagée du point de vue des superficies exploitables par la production agricole.

Signalons :

- Les feux,
- Le défrichement,
- L'érosion provoquée ou accentuée.

Nous aborderons en détail ces problèmes dans le chapitre concernant les aptitudes culturales des sols.

6 - FACTEUR TEMPS

L'agressivité du climat, frais mais humide, est favorable à la pédogénèse ferrallitique climacique et à la forte désaturation des sols bien drainés et peu érodés.

L'érosion permanente intense, "rajeunissant" certains sols par trocature, ne leur permet pas d'atteindre l'évolution poussée des sols typiques.

Sur des coulées volcaniques plus récentes ou des matériaux colluviaux et alluviaux, le temps écoulé depuis la mise en place du matériau originel, insuffisant pour qu'une intense ferrallatisation ait eu lieu, explique l'apparement de certains sols situés sur roches volcaniques aux sols brunifiés, ou le caractère peu évolué des sols développés à partir d'un matériau d'apport.

Si, sur pentes fortes, les phénomènes de rajeunissement dominant, sur pentes faibles l'érosion hydrique entraînant sélectivement les particules fines est à l'origine d'un phénomène d'appauvrissement.

DEUXIEME PARTIE

LES SOLS ET LEURS
CARACTERISTIQUES

A - G E N E R A L I T E S

1 - Unités majeures de classification.

La classification française des sols (C. P. C. S. 1967) définit les unités majeures suivantes :

- La classe définit surtout un certain degré de développement du profil ou d'évolution des sols, et un mode d'altération des minéraux.

- La sous-classe souligne les critères résultant des conditions de pédo-climat et reflète l'ambiance physico-chimique qui règne dans les sols.

- Le groupe fait intervenir des caractères morphologiques du profil correspondant à des processus d'évolution de ces sols, non exclusifs de celui déterminant la classe. Parfois il indique l'intensité de ces processus.

- Le sous-groupe traduit plus spécialement l'intensité du processus d'évolution caractéristique du groupe mais signale aussi l'apparition d'un processus secondaire d'évolution.

- La famille est liée à la nature pétrographique du matériau originel. Elle ne fait pas référence à un système conventionnel.

- La série regroupe les sols "qui présentent sur un matériau originel de composition lithologique définie, et dans des positions comparables dans le paysage, le même type de profil".

2 - Terminologie - Symboles.

Un certain nombre de symboles désignent les horizons des sols. Ils ont été codifiés, principalement par l'U S D A. Certains pédo-logues travaillant en zone ferrallitique (Y. CHATELIN 1969, D. MARTIN 1970, P. de BOISSEZON 1970), insistant sur la nécessité d'une nomenclature des horizons assortie de définitions précises, ont fait usage d'autres symboles. Nous userons d'un certain nombre de ces derniers qui permettent une représentation synthétique rapide de l'association de plusieurs caractères morphologiques.

Nous adoptons la notation A B C de l'U.S.D.A :

- Horizon A1 : ce symbole désigne la partie supérieure des sols qui est humifère et/ou appauvrie en argile et sesquioxydes. Cet horizon se subdivise parfois en

... A11 horizon dont les caractéristiques principales (structure notamment, couleur, porosité ...) sont marquées par le taux élevé de la matière organique et par la forte activité biologique. Il s'agit toujours d'un horizon superficiel, partie supérieure de l'horizon A, ou totalité de cet horizon.

... A12 : Il s'agit généralement de la partie inférieure de l'horizon A, dans laquelle l'accumulation organique n'impose pas de caractères morphologiques particuliers. Cet horizon est appauvri en argile avec enrichissement concomitant en sables et limons grossiers.

- Horizon B1 : cet horizon intermédiaire est caractérisé par une faible accumulation de matière organique, (propriété d'horizon A) mais il extériorise surtout des propriétés d'horizons B avec notamment le développement de la structure.

- Horizon B2 : c'est la partie des horizons B qui extériorise le plus clairement les caractères de ces horizons. Il n'existe pas de caractéristiques indiquant une transition.

- Horizons B3, B3C et BC : Horizons de transition entre un horizon B et un horizon C, ils "extériorisent clairement des caractères distinctifs du B2 sus-jacent en association avec des propriétés caractéristiques du C".

- Horizon C : nous retiendrons une des définitions de l'U.S.D.A - "Horizon minéral sans caractéristiques de A ou B et incluant du matériel modifié par altération en dehors de la zone de plus grande activité biologique". Il se subdivise en deux catégories selon que la structure de la roche est conservée ou disparaît.

Nous préciserons la définition de ces horizons et distinguerons des subdivisions au fur et à mesure de l'étude. Un certain nombre de symboles complémentaires soulignent des particularités de

certaines horizons (CHATELIN 1969) :

- s = horizon structural
 - c = horizon de consistance
 - G = gley, réduction intense
 - g = taches d'hydromorphie
 - v = horizon tacheté (plinthite)
 - V = horizon tacheté (plinthite) légèrement induré
 - u = matériaux graveleux résiduels qui n'ont pas été formés par un processus pédologique.
- u éléments grossiers abondants ($> 30 \%$)
(u) éléments grossiers peu abondants ($< 30 \%$)

3 - Problèmes de classification.

- Le travail du pédologue de terrain se décompose en deux opérations :

- . Identifier des sols en tenant compte de leurs caractéristiques (surtout morphologiques) et de celles de leur environnement. Ce travail débouche sur la cartographie qui classe, après les avoir définies, des unités géographiques.

- . Nommer ces unités en utilisant un système de désignation et d'identification qui cherche à être universel. Ce système de référence est la classification des sols, en l'occurrence la classification C. P. C. S. 1967 pour les pédologues français.

Une première difficulté naît de ce que le classificateur a classé des profils, c'est-à-dire uniquement des différenciations verticales isolées conventionnellement, alors que le cartographe a recensé des unités dynamiques (ou des séquences), c'est-à-dire des différenciations aussi bien verticales que latérales.

Dans cette cartographie, nous avons tourné la difficulté en donnant à la définition des unités un caractère statistique. Les unités dites simples peuvent être des unités dynamiques comprenant plusieurs types de sols de la classification, parfois même ventilés dans plusieurs classes, mais ne portent que le nom du sol le mieux représenté. Il s'agit généralement d'un sol ferrallitique. Mais on ne reconnaît pas toujours de telles unités dynamiques et certaines

unités cartographiques sont de ce fait de véritables unités simples ne comprenant qu'un seul type de sol.

- D'autre part, en zone ferrallitique, l'unité taxonomique de base pour définir et inventorier les unités de sol semble être le groupe ou le sous-groupe. Mais les processus évolutifs secondaires notés à ce niveau ne sont pas exclusifs. Lorsque 2 d'entre eux sont concomitants le pédologue est obligé de les hiérarchiser arbitrairement en majorant l'importance de l'un d'entre eux (noté au niveau du groupe) et en diminuant relativement celle de l'autre (noté au niveau du sous-groupe).

L'observation simultanée de trois processus secondaires nous a contraint parfois à utiliser une unité intermédiaire, le faciès, ayant ici valeur de groupe ou sous-groupe, afin de situer le troisième processus à un niveau taxonomique comparable à celui des deux premiers.

- Enfin, la nature des caractères pris en considération pour classifier les sols ferrallitiques, et la hiérarchie établie, sont tels que sont regroupés parfois jusqu'au niveau de la famille, des sols aux caractéristiques morphologiques très différentes (sols à éléments grossiers, rajeunis et ou remaniés par exemple - voir plus loin). Nous avons dû ainsi introduire une unité complémentaire qui pourrait être appelée "variété", et qui a été placée à un niveau inférieur à la famille. Nous aborderons ultérieurement ce problème.

D'autres problèmes surgiront et seront résolus au cours de ce rapport.

4 - Problèmes cartographiques.

- Ce travail de cartographie pédologique devant, dans le cadre de la convention passée entre l'O R S T O M et le CAMEROUN, servir de support à une carte d'aptitudes culturales, est dans l'ensemble autant à but agro-pédologique que pédogénétique.

- L'échelle de la carte n'a pas permis la représentation détaillée d'un certain nombre de sols, soit qu'ils appartiennent à des unités dynamiques ou des séquences dans lesquelles ils ne sont que faiblement représentés (voir précédemment) soit qu'un lien n'ait pu être établi entre plusieurs types de sols n'occupant qu'une petite surface à l'échelle de la carte et "dont la co-existence ne paraît dépendre d'aucune règle de répartition précise" (C P C S 1967). Dans ce dernier cas les sols ont été représentés en unités complexes appelées juxtapositions.

- La cartographie utilise des paramètres essentiellement morphologiques, éléments qui différencient nettement les sols de la zone et très importants du point de vue agronomique, dans cette région. La définition de certaines unités de la classification utilise des données chiffrées. Il en est ainsi des sols humifères ou des sols appauvris. Nous avons alors essayé d'établir une corrélation entre morphologie et analyse, mais celle-ci reste lâche et la délimitation des aires correspondantes est assez imprécise, notamment pour l'accumulation humifère.

- Les caractères de surface utilisés pour caractériser ces derniers sols étant souvent bouleversés par une mise en culture intensive, nous avons dû replacer fictivement ces sols dans un milieu écologique non perturbé par l'action de l'homme. Ce qui apporte un degré d'imprécision supplémentaire et devra rester présent à l'esprit de l'utilisateur.

5 - Limites du travail effectué.

- Nous insistons sur le caractère ponctuel des observations. Nous avons certes effectué de nombreux examens de coupes et un grand nombre de sondages, mais ces observations n'intègrent pas toute la complexité des phénomènes pédologiques et de leurs expressions morphologiques. Nous comprendrons plus loin la portée de cette remarque à propos des sols rajeunis.

- Les analyses ne portent que sur 1 à 4 profils types par unité cartographique. Elles sont essentiellement chimiques. Elles ne sauraient donc recouvrir toute la gamme des variations possibles. Mais cet inconvénient est minimisé par le fait que les potentialités chimiques généralement faibles, liées à une pédogénèse dans

l'ensemble très avancée, n'influent qu'assez peu sur la distinction des différentes unités, et n'ont souvent qu'un rôle limité dans l'évaluation du potentiel de fertilité.

CLASSE VII	Sols brunifiés	!	!
SOUS-CLASSE VII/ 4	: Sols des pays tropicaux	! **	!
CLASSE X	Sols ferrallitiques	!	!
SOUS-CLASSE X/ 1	: Sols faiblement désaturés	! *	!
SOUS-CLASSE X/ 2	: Sols moyennement désaturés	! *	!
SOUS-CLASSE X/ 3	: Sols fortement désaturés	!	!
GRUPE X/31	: Typiques (humiques)	!	!
SOUS-GROUPE X/ 311	: modaux	!	!
FAMILLE X/3111	: sur trachyte ou basalte	! 4	!
FAMILLE X/3112	: sur granites	! 5	!
SOUS-GROUPE X/ 314	: Hydromorphes	!	!
FAMILLE X/3141	: sur colluvions indifférenciées	! 6	!
FAMILLE X/3142	: sur granites	! 7	!
SOUS-GROUPE X/ 316	: faiblement appauvris	!	!
FAMILLE X/3161	: sur granites	! ** (7)	!
GRUPE X/32	: Humifères	!	!
SOUS-GROUPE X/ 321	: modaux	!	!
FAMILLE X/3211	: sur trachyte, basalte et colluvions	! 8	!
FACIES X/ 321 A	: faiblement rajeunis	!	!
FAMILLE X/321 A1	: sur trachyte	! 9	!
FACIES X/ 321 B	: faiblement rajeunis et remaniés	!	!
FAMILLE X/ 321B1	: sur trachyte	!	!
VARIETE X/321B1 ¹	: à horizon grossier développé	! 10	!
VARIETE X/321B1 ²	: à horizon grossier peu développé	! 11	!
FAMILLE X/ 321B2	: sur basalte	!	!
VARIETE X/321B2 ¹	: à blocs dans tout le profil	! 12	!
FACIES X/ 321 C	: rajeunis	!	!
FAMILLE X/ 321C1	: sur trachyte	! 13	!
	(hydromorphes)	! *	!
FAMILLE X/ 321C2	: sur basalte	! 14	!
FACIES X/ 321 D	: remaniés	!	!
FAMILLE X/ 321D ¹	: sur basalte.	!	!

VARIETE	: à horizon grossier peu développé	!	!	15	!
GRUPE X/ 34	: Sols remaniés	!	!		!
SOUS-GROUPE X/ 341	: modaux	!	!		!
FAMILLE X/3411	: sur basalte	!	!		!
VARIETE X/34111	: à horizon grossier peu développé. .	!	!	16	!
FAMILLE X/3412	: sur granites	!	!		!
VARIETE X/34121	: à horizon grossier peu développé. .	!	!	17	!
SOUS-GROUPE X/ 344	: rajeunis	!	!		!
FAMILLE X/3441	: sur trachyte	!	!		!
VARIETE X/34411	: à horizon grossier développé. . . .	!	!	18	!
VARIETE X/34412	: à horizon grossier peu développé. .	!	!	19	!
FAMILLE X/3442	: sur basalte	!	!		!
VARIETE X/34421	: à horizon grossier développé. . . .	!	!	20	!
VARIETE X/34422	: à blocs dans tout le profil. . . .	!	!	21	!
FAMILLE X/3443	: sur granite monzonitique	!	!		!
VARIETE X/34431	: à horizon grossier développé. . . .	!	!	22	!
FAMILLE X/3444	: sur granite à deux micas	!	!		!
VARIETE X/34441	: à horizon grossier développé. . . .	!	!	23	!
GRUPE X/35	: Sols rajeunis	!	!		!
SOUS-GROUPE X/ 353	: avec érosion et remanie- ment	!	!		!
FAMILLE X/3531	: sur trachyte	!	!	24	!
FAMILLE X/3532	: sur granite	!	!		!
VARIETE X/35321	: à blocs dans tout le profil et en surface	!	!	25	!
VARIETE X/35322	: à blocs dans tout le profil. . . .	!	!	26	!
CLASSE XI	Sols hydromorphes	!	!		!
SOUS-CLASSE XI/ 2	: Sols moyennement organiques	!	!		!
GRUPE XI/21	: humiques à gley	!	!		!
SOUS-GROUPE XI/ 212	: à anmoor acide	!	!		!
FAMILLE XI/2121	: sur alluvions et collu- vions	!	!	27	!

B - S O L S M I N E R A U X B R U T S

Ils appartiennent à la sous-classe des sols minéraux bruts non climatiques.

Nous n'avons signalé cartographiquement qu'une seule unité. En fait ces sols se répartissent en deux groupes :

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

Les roches-mères peuvent tout aussi bien être des trachytes que des basaltes ou des granites.

1 - S O L S M I N E R A U X B R U T S D ' E R O S I O N .

11 - Caractères généraux.

Ces sols correspondent aux zones de roches plus dure, constamment dégagées par une érosion différentielle localement plus forte, et difficilement colonisées par la végétation. Ces sols connaissent une évolution pédologique très faible.

Le profil pédologique de ces lithosols (sols bruts d'érosion sur roche dure) est réduit à sa plus simple expression : quelques pierres fragmentées à la surface des roches, occupées par quelques lichens, ou parfois un horizon humifère réduit discontinu, de 1 à 3 cm d'épaisseur, plaqué sur la roche, autour de quelques touffes de graminées ancrées dans des fissures. Cette matière organique peu évoluée a un C/N élevé (> 30). Les profils rencontrés sont donc du type R ou (A)R.

Le pédo-climat sec entrave l'évolution de ces "sols miniatures". Au niveau des replats, une certaine accumulation d'eau peut avoir lieu en saison des pluies favorisant un début d'altération chimique.

12 - Répartition.

On pourrait penser que de tels sols connaissent une certaine extension dans cette zone au relief accidenté. En fait, ils sont disséminés et n'occupent jamais de surfaces suffisamment importantes pour être cartographiés en unités simples. Ils sont généralement juxtaposés à des sols peu évolués d'érosion ou, sur le massif trachytique, à des sols rajeunis : ce sont quelques pitons, les affleurements sur pentes fortes, ou les falaises verticales de faible surface projetée.

Les épanchements basaltiques plus fluides ne présentent pas de fronts de coulée abrupts; il est rare qu'ils portent des sols minéraux bruts.

Sur le socle, on rencontre quelques affleurements granitiques dans les zones de relief accidenté (au centre de la carte), mais plus fréquemment des boules granitiques reposant à la surface du sol ou partiellement noyées dans une gangue évoluée. C'est la raison pour laquelle ces lithosols n'ont pas été cartographiés.

2 - SOLS MINÉRAUX BRUTS D'APPORT COLLUVIAL.

Il s'agit essentiellement d'éboulis, amoncellements de blocs au pied des falaises, n'occupant que de très faibles surfaces non cartographiées.

En fait ces blocs recouvrent fréquemment des sols ferrallitiques rajeunis ou des sols peu évolués.

C - LES SOLS PEU EVOLUES

Tous les sols observés appartiennent à la sous-classe des sols peu évolués d'origine non climatique. Deux causes expliquent la faible évolution de ces sols.

- l'érosion,
- l'apport de matériaux récents, colluviaux ou alluviaux.

Deux groupes sont à distinguer :
Sols d'érosion
Sols d'apport

1 - LES SOLS D'EROSION.

1.1 - Sous-groupe régosolique.

1.1.1 - Famille des sols sur trachyte.

1.1.1.1 - Généralités.

Sur pentes fortes, favorables à une intense érosion, les sols peuvent être localement décapés, l'horizon d'altération "sub-affleurant" sous un horizon humifère réduit, mélange de matière organique en quantité faible et de fragments de roches altérée, de la taille des cailloux.

Mais les sols dits d'érosion et localisés en altitude présentent un horizon humifère épais, riche en matière organique reposant sur un horizon C profondément altéré et meuble. Ils sont recouverts d'une forêt dense (forêts de BAFUT NGEMBA et de BALI NGEMBA) ou de prairies. Il est donc plus probable que ces sols aient subi une phase érosive active, qui actuellement ralentie autorise à la fois une accumulation humifère (au moins sous-couvert forestier) et un approfondissement du sol par une altération de type ferrallitique. Il en résulte que, mise à part l'absence d'un véritable horizon B, ces sols ont une morphologie identique à celle des sols ferrallitiques rajeunis (voir plus loin).

Remarque : Le double jeu de l'accumulation humifère (favorisée par les conditions climatiques et la végétation naturelle, forestière notamment, limitant les effets de l'érosion) et de l'érosion, nous fait hésiter sur le choix d'un groupe mixte d'érosion et humifère pour les sols peu évolués d'altitude.

Au-delà de 2000m, les sols peu évolués se généralisent et se rencontrent aussi bien en position topographique plane que sur pentes fortes. En raison d'une certaine rigueur du climat (température) et d'une faible emprise apparente de l'érosion, dans certains secteurs, on est en droit de se demander si certains de ces sols ne pourraient pas être rangés dans la sous-classe des sols peu évolués humifères, groupe des rankers, (à moder altialpin ?). Souvenons-nous à ce propos que certaines formations végétales montagnardes forment des flots forestiers "subalpins" et qu'il existe des prairies à flore alpine dites "altimontaines".

1112 - Morphologie : Les profils sont du type AC.

a/ Les horizons humifères sont de 2 grands types :

- en altitude et sous végétation forestière: horizon A1 très sombre, pouvant atteindre 30cm et se subdivisant en 2 sous-horizons A1₁ et A1₂.

Exemple BAM 1 : (cf. planche 15).

• A1₁ noir (chroma 1, value 2), à matière organique directement décelable, généralement sans éléments grossiers, à toucher limoneux, à structure d'aspect feuilleté ou fibreux, bouillant (cohésion assurée par les racines), très poreux, très peu dense, à consistance presque élastique, pénétré par un chevelu racinaire dense.

• A1₂, brun très foncé (chroma 2, value 3), à matière organique généralement non directement décelable, renfermant plus fréquemment des éléments grossiers, limoneux, à structure fragmentaire peu développée, les agrégats fortement organiques étant grumeleux ou polyéuriques sub-anguleux très fins à moyens, bouillant, très poreux, légèrement plus dense que A1₁, à consistance semi-rigide, très friable, à chevelu très dense.

- Au-delà de 1500m, sur pentes fortes érodées, ou plus bas sur pentes quelconques, sous végétation de savanes ou prairies, un taux plus faible de matière organique, une meilleure incorporation par une micro-faune plus active, et une fraction minérale plus abondante confèrent à l'horizon humifère d'épaisseur moyenne (15cm) une morphologie du type : teinte homogène, chroma de 3 ou 4, valeur de 3 à 5, matière organique non directement décelable, éléments grossiers parfois abondants, texture argilo-limoneuse, structure grumeleuse moyenne à polyédrique fine, nette, généralisée, volume des vides assez important entre agrégats, meuble, poreux, agrégats friables à peu ou non friables suivant l'état d'humidité, nombreuses racines fines dans la masse de l'horizon et chevelu très dense.

Remarque : Signalons la morphologie particulière des horizons humifères sous forêt de Bambous, horizons très noirs, épais, très organique.

b/ Les horizons d'altération :

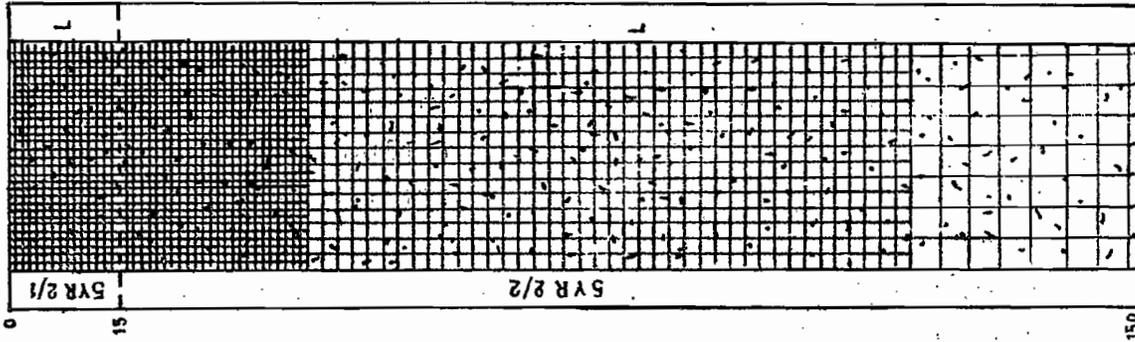
De nombreux sols intergrades entre les sols peu évolués proprement dits et les sols ferrallitiques rajeunis présentent un horizon intermédiaire B¹C dans lequel les éléments grossiers, assez nombreux, fragments de roche altérée, friables à l'état humide, à structure conservée, sont noyés dans une gangue de terre fine assez évoluée, argilo-limoneuse, à structure fragmentaire polyédrique fine à moyenne juxtaposée ou non à une structure massive, poreuse, à agrégats friables ou peu fragiles, bien pénétrée dans sa masse par un système racinaire encore dense, et présentant une incorporation de matière organique en taches peu contrastées.

Les horizons C sont, entièrement ou en majeure partie, constitués de roche altérée à des degrés divers, à structure conservée ou non, et ne présentent pas de structure pédologique. Sur le terrain on les subdivise communément en deux sous-horizons :

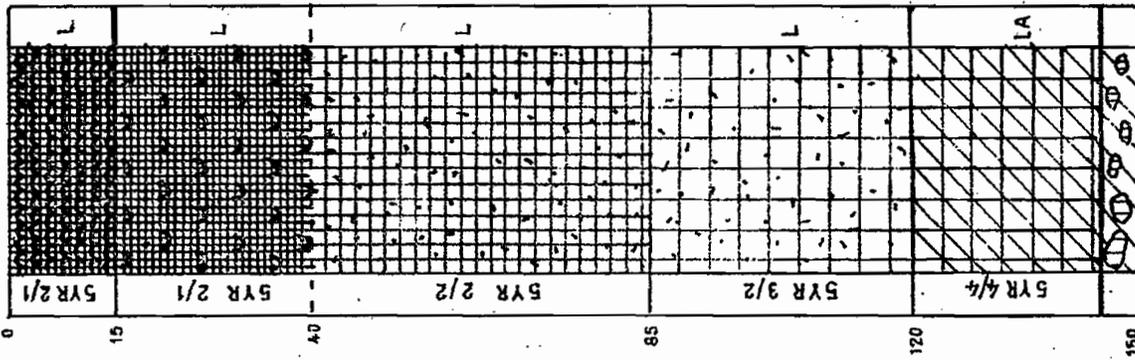
C₁ : Horizon d'altération à structure non conservée, à minéraux très altérés, friables, jointifs mais avec perte de cohésion, qui peut présenter de nombreux pores tu-

SOLS PEU ÉVOLUÉS

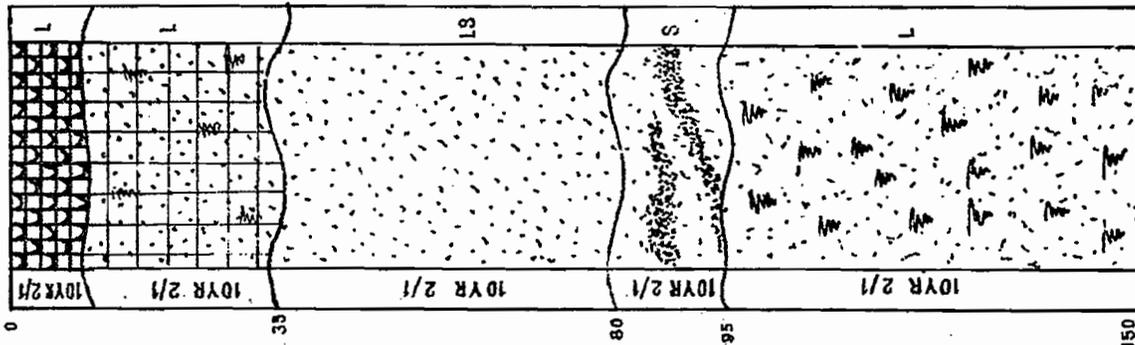
(cf. légende planche 40)



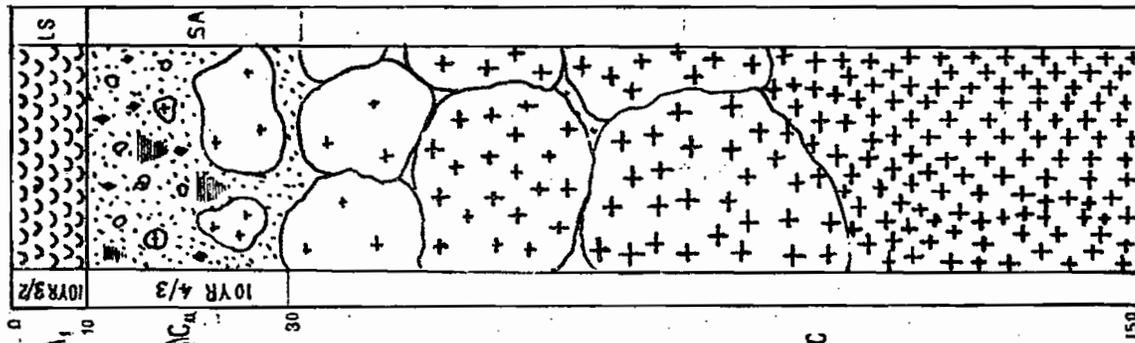
BAM 38



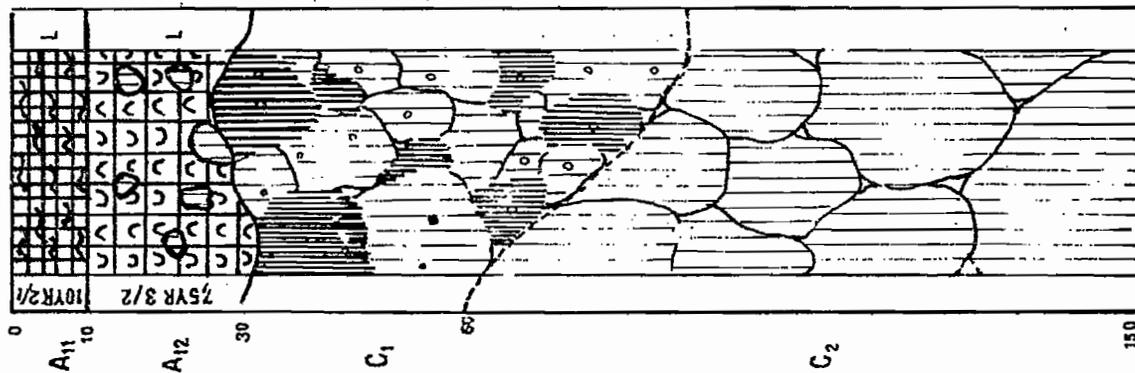
BAD 5



BAM 12



BAM 20



BAM 1

SOLS D'APPORT
colluvial
sols humifères sur matériau ferrallitique

alluvial
hydromorphe

SOLS D'ÉROSION
sur trachyte
sur granite

bulaires et être facilement pénétré par des racines de toutes tailles.

C2 : Horizon d'altération à structure conservée se débitant en fragments tendres, mais cohérents, à l'état humide. Les minéraux reconnaissables sont plus ou moins altérés. On observe une altération différentielle et grossièrement concentrique de certains fragments de roche de la taille des blocs. Peu travaillé par la micro-faune (pores tubulaires peu nombreux), ce sous-horizon est difficilement pénétré par les racines qui ne le traversent généralement qu'à la faveur de fissures ou diaclases entre des blocs.

Alors que l'horizon C1 peut, s'il est assez superficiel, présenter dans sa masse une incorporation de matière organique en larges traînées verticales à contraste variable, l'horizon C2 ne présente de plages sombres que dans les fissures, et généralement à l'emplacement des racines mortes.

Un début d'argilification confère à l'horizon C1 un toucher limono-argileux.

En fait cette subdivision n'est qu'un schéma d'une disposition souvent plus complexe dans laquelle il peut n'exister qu'un seul de ces 2 types. Plus généralement les phases représentatives de l'un ou l'autre type sont étroitement imbriquées, une architecture particulière de la roche ayant favorisé par exemple l'altération d'une zone aux dépens d'une autre en imposant un écoulement préférentiel de l'eau. D'autres facteurs peuvent être invoqués (cf. facteurs du milieu).

De même les modes de transitions entre ces 2 types d'horizons, ou avec les horizons A ou BC sus-jacents, sont très variables. Mais il est rare d'observer une discontinuité brutale du point de vue de l'enracinement.

Les fragments de roche altérée, proches de la surface, situés dans la zone de variation saisonnière maximale d'humidité, donc pla-

cés dans des conditions moins favorables à l'altération, voient généralement leur évolution ralentie. Il est alors fréquent de rencontrer des cailloux, secs, durs, à structure conservée, dans les horizons meubles A ou BC alors que l'horizon C, profondément altéré, est friable.

Le double jeu de l'érosion, et de l'activité biologique ayant pour conséquence la remontée des particules fines en surface, aboutit généralement à une concentration de ces éléments grossiers en un horizon grossier. Ce phénomène sera analysé plus loin à propos des sols ferrallitiques.

On observe fréquemment dans les horizons C des niveaux ferruginisés qui, s'ils sont situés superficiellement, sont fragmentés en éléments grossiers se concentrant en horizon grossier.

111.3 - Caractères analytiques.

a/ Horizon humifère.

- Les teneurs en matière organique élevées dans les horizons humifères des sols régosoliques d'altération ($\gg 15\%$) sont plus faibles dans les sols de moyenne altitude ou dans ceux soumis à l'érosion sur pente forte ($5 - 7\%$). Un rapport carbone sur azote (C/N) élevé ($\gg 20$) traduit une minéralisation relativement lente (mais $N^{\circ}/\text{oo} = 2$ à $6^{\circ}/\text{oo}$ suivant C %).

- La texture est fine (refus $\ll 10\%$ - essentiellement de matière organique). Elle est assez équilibrée et les limons fins sont abondants (argile (A) % $\ll 25\%$ et limon fin (LF % $\gg 30\%$ dans BAM 1 - A % et LF % $\neq 40\%$ dans BAB 34). Le squelette est peu abondant (limon grossier + sable fin + sable grossier LG + SF + SG $\ll 20\%$).

- Le pH est variable et semble dépendre en particulier de la proximité ou de l'éloignement des fragments de roche altérée ainsi que de leur nombre.

- La capacité d'échange est relativement forte (20 à 30 mé/100g) et la somme des bases échangeables assez élevée (15 mé/100g). Ca et Mg dominant (2 à 7 mé/100g). Le taux de potassium est faible ($< 0,3$ mé/100g). Le taux de saturation est élevé (> 40 %).

- Le taux de phosphore total est fluctuant (0,5 à 3‰).

b/ Horizons d'altération.

Nous avons fait, mais sans en séparer les phases, une série d'analyses sur des échantillons prélevés dans un horizon C¹ (voir définition) : Refus faible (grande friabilité) < 10 %, A % $< L$ %, squelette plus abondant > 20 %, matière organique (MO) = 1 à 3 %, azote (N) = 0,5 à 1‰, capacité d'échange (CE) = 15 - 20 mé/100g, cations échangeables = 2 - 5 mé/100g, taux de saturation V = 15 - 20 %.

Ces teneurs, bien qu'inférieures à celles des horizons humifères, traduisent une certaine disponibilité en éléments chimiques que n'ont pas la plupart des horizons B des sols évolués de la région (voir plus loin).

111.4 - Incidences agronomiques.

Le grand défaut de ces sols est d'avoir un solum peu épais. Mais l'altération est profonde et le matériau altéré friable. En conséquence si les racines exploitent préférentiellement les horizons A meubles, elles semblent tirer aussi parti des horizons C. Il n'est pas rare de trouver des racines ayant pénétré 1 m d'altération. Elles trouvent là une humidité convenable et des réserves chimiques globalement satisfaisantes. L'absence d'une structure pédologique, qui aurait pour effet de multiplier les surfaces d'échange sol-plante, rend problématique l'absorption des éléments échangeables.

Un autre danger, lié à la fois à cette faible épaisseur, et à la position topographique de ces sols est la sécheresse. Le ruissellement intense limite les infiltrations. Le volume de sol le plus exploité par les racines est aussi celui où les variations saisonnières d'humidité sont les plus fortes.

Ces sols présentent donc d'excellentes qualités chimiques mais des qualités physiques assez médiocres. L'horizon humifère est le support essentiel de la fertilité.

Ils sont d'autre part caractérisés par une grande hétérogénéité des profils et en particulier par d'importantes fluctuations à grande échelle de l'épaisseur des horizons, et une grande variabilité de leurs caractères (horizon C surtout). Ces variables sont sources de discontinuités hydriques notamment.

Les pentes fortes et la couverture végétale souvent faible de ces sols (la majorité d'entre eux sont occupés par une prairie à *Sporobolus*) les rendent très sensibles à l'érosion : les résultats d'analyse obtenus sous forêt ou prairie sont assez éloquents.

Nous analyserons dans le chapitre sur les aptitudes culturales, leur utilisation et les travaux de conservation.

Remarque sur l'utilisation actuelle : Comme nous venons de le voir ces sols sont surtout occupés par des prairies. Mais à plusieurs reprises nous avons observé sur ces sols des cultures vivrières ou de jeunes plantations de caféiers. Dans une plantation plus ancienne de caféiers (enracinement plus profond) a été constatée une certaine irrégularité de croissance reflétant probablement l'hétérogénéité des profils.

1115 - Répartition.

De tels sols, occupant des surfaces trop réduites pour être cartographiés, sont cependant fréquents sur pentes fortes. Ils sont juxtaposés à des sols minéraux bruts et à des sols ferrallitiques rajeunis avec lesquels ils forment plusieurs types intergrades. L'ensemble de ces sols occupe des surfaces relativement importantes.

11.2 - Famille des sols sur granite.

Ils n'ont qu'une très faible extension géographique et pour cette raison n'ont été cartographiés ni en unité simple, ni en juxtapositions. Nous les avons rencontrés dans des zones occupées par des sols remaniés et des sols rajeunis avec érosion et remaniement (cf. carte).

112.1 - Morphologie : exemple BAM 20 (cf. planche 15).

Le profil de ces sols se compose de 3 horizons :

- Un horizon humifère peu épais (10cm), au squelette quartzueux grossier abondant favorisant l'incorporation de la matière organique (chroma 2 - valeur 3), à structure peu nette grossièrement subanguleuse ou grumeleuse fine, meuble, à forte porosité tubulaire ou intersticielle, fragile. La fraction grossière ($> 2\text{mm}$) est essentiellement constituée de quartz anguleux de la taille des graviers. Cet horizon est exploité par un chevelu racinaire dense. Il passe assez nettement à

- Un horizon intermédiaire (de 10 à 30cm), dans lequel l'imprégnation de la matière organique se fait en larges traînées verticales. Sa structure est toujours peu affirmée, souvent massive. Il est meuble, très poreux, très friable. Il renferme une plus grande quantité d'éléments grossiers (graviers surtout) : quartz anguleux, graviers et cailloux, tendres ou durs, à arêtes émoussées, de granite plus ou moins altéré dans la masse, ou phénocristaux de feldspaths blancs, friables (dont une partie passe dans la fraction sableuse grossière).

- Un horizon d'altération : granite altéré dans la masse, mais à structure conservée. Les minéraux jointifs, sont reconnaissables. L'ensemble a gardé une certaine cohésion.

112.2 - Caractères analytiques.

- Le refus peut être important ($> 20 \%$).
- La fraction argileuse est moyennement représentée dans l'horizon humifère (25 %), réduite dans l'horizon intermédiaire (environ 10 - 15 %). Le taux de limon fin relativement élevé (10 %) est un signe de faible évolution. Les sables grossiers sont abondants ($> 50 \%$).

- Ces sols sont tous situés sous savane, d'où une répartition assez uniforme de la matière organique. Les teneurs faibles passent de 3 - 4 % en surface à 1 - 2 % au contact de l'horizon d'altération

- Le taux d'azote est faible (1,5 ‰ en surface à 0,5 ‰ à 30cm) le C/N moyen (C/N = 15)

- Le pH est acide (5,5 - 5,7)

- Ces sols ont une capacité d'échange très faible (10 mé/100g en surface. 5 - 7 mé/100g à 30cm)

Ils sont fortement désaturés (1 à 2 mé/100g dans l'horizon humifère - 0,5 mé/100g à 30cm. Le taux de saturation est voisin de 10 %.

- Les taux de phosphore total sont insignifiants (< 1 %)

- Les réserves en bases totales sont par contre assez importantes : de 30 à 60 mé/100g suivant les horizons.

1123 - Incidences agronomiques.

Le défaut majeur de ces sols est d'avoir un solum très peu épais.

La faiblesse de la fraction argileuse a pour conséquence des capacités de rétention en eau et en éléments échangeables très faibles.

L'abondance de sables quartzeux et d'éléments grossiers accroît les risques de sécheresse en induisant une porosité excessive (intersticielle en particulier).

Les potentialités en éléments échangeables sont très faibles. Les réserves en bases totales sont cependant importantes. Mais on n'a aucun renseignement sur la disponibilité de ces éléments dans la nutrition des plantes et sur leur vitesse de libération. Il est fort possible qu'à peine libérés ils soient lixiviés étant donné la faible capacité de rétention du plasma et le drainage excessif.

La matière organique assez bien répartie dans le profil se maintient à un niveau bas.

La faible structuration et le déséquilibre textural sont pour une bonne part responsables de la médiocrité des propriétés physiques.

Remarque : Utilisation actuelle.

La végétation naturelle est la savane. Un profil a été observé sous plantation de maïs, qui semblait souffrir de la sécheresse.

1.2 - Sous-groupe lithique.

L'extension des sols du sous-groupe lithique (roche dure) est insignifiante à l'échelle de la carte. Ils n'ont donc pas été mentionnés. Ils forment généralement des auréoles de quelques mètres autour de certains affleurements rocheux. Ils sont constitués par un horizon humifère peu épais reposant sur une arène granitoïde assez cohérente ou des trachytes durs faiblement altérés.

2 - LES SOLS D'APPORT.

Pour des raisons de commodité cartographique nous n'avons pas fait sur la carte de distinction entre un groupe d'apport colluvial et un groupe d'apport alluvial (C P C S : 1967). Nous avons relevé au niveau de la famille cette nuance dans le matériau. En effet la faible extension de ces sols ne nous a pas permis de les cartographier séparément, et les caractères morphologiques des matériaux n'a pas toujours rendu possible le choix entre colluvions et alluvions. Enfin les caractères des profils ne sont pas toujours suffisamment différenciés pour qu'il soit nécessaire de séparer colluvions et alluvions à un niveau taxonomique élevé. Seuls les sols peu évolués d'apport hydromorphe avaient une extension suffisante pour être cartographiés.

21 - Sols peu évolués d'apport alluvial, hydromorphes.

Ce sont les sols peu évolués d'apport les plus répandus. Ils occupent quelques vallées larges de 100 à 500m, à fond relativement plat, sur socle.

211 - Morphologie : exemple BAM 12.(cf. planche 15).

Une des caractéristiques de ces sols étant une relative discontinuité entre des horizons en nombre variable, certains éléments descriptifs utilisés sur le terrain peuvent varier assez largement d'un profil à l'autre (texture notamment). Ces horizons présentent cependant plusieurs caractères communs :

- Ils sont uniformément sombres (chroma de 1 ou 2) avec un gradient de couleur généralement à peine perceptible sur plus d'1m. Il n'y a jamais d'horizon humifère nettement différencié.
- La texture est à dominante limono-sableuse à sable fin. Il est fréquent de noter des différenciations texturales en strates, mais celles-ci caractérisent les modes de dépôt et non une différenciation pédologique au sein d'un matériau initialement homogène.
- La structure est peu développée, généralement continue.
- Ces sols sont poreux : la porosité, généralement tubulaire, peut être à la fois tubulaire et intergranulaire dans certains horizons à texture sableuse.
- Le matériau est friable souvent même très friable. Certains horizons sableux sont bouillants (forment une excavation lors du creusement des fosses).
- Ces sols peuvent être indifféremment riches ou pauvres en minéraux altérés suivant l'origine du matériau alluvial. Notons que dans les zones de collines granitiques portant des sols peu profonds, riches en micas, on retrouve une quantité appréciable de paillettes de micas assez uniformément réparties dans toute la masse du dépôt.
- L'hydromorphie apparaît à des profondeurs variables suivant la proximité du cours d'eau et la position des profils dans de

petites cuvettes ou au contraire sur des bourrelets. Elle s'observe fréquemment à partir d'1m. Elle s'exprime généralement sous forme de taches abondantes, plutôt associées aux vides ou aux racines, étendues, irrégulières, millimétriques, rougeâtres, très contrastées, à limites nettes. La partie du profil ainsi marquée par l'hydromorphie a été observée humide en Mars (donc en saison sèche).

- Les racines pénètrent assez bien la masse des horizons jusqu'à proximité du niveau hydromorphe.

- Les transitions entre les horizons sont généralement nettes et ondulées.

21.2 - Caractères analytiques.

- Le refus est pratiquement nul;

- L'analyse granulométrique traduit de façon très nette les discontinuités texturales du profil : taux d'argile variant en dent de scie de 2 à 15 %. Les limons fins (jusqu'à 30 %) et les sables grossiers (de 20 à 90 %) dominent.

- Bien qu'uniformément très sombres ces sols ne présentent pas des taux de matière organique élevés (7 % en surface), mais cette dernière est assez bien répartie (encore 2 - 3 % à 80cm). Ils sont pauvres en azote. Le rapport C/N varie de 15 à 20.

- Le pH acide en surface ($< 5,5$) s'élève en profondeur (5,8).

- La capacité d'échange est variable suivant la texture (2-3 à 20 mé/100g) mais son évolution semble suivre assez fidèlement celle de la matière organique, d'où des taux encore assez élevés à moyenne profondeur (60-80cm) si les horizons ne sont pas sableux.

- La somme des cations échangeables et le taux de saturation sont variables (BE de 1 à 7 mé/100g - V de 20 à 30 % dans BAM 12). Ils sont relativement riches en Ca et Mg, pauvres en K.

- Les réserves peuvent être élevées (richesse en minéraux primaires).

- Ils renferment peu de fer (fer total < 10 %) ce qui pourrait indiquer qu'il s'agit plutôt de dépôts de matériaux provenant du socle.

213 - Incidences agronomiques.

Nous devons être très nuancés : la valeur agronomique de tels sols ne peut être globalement jugée à l'échelle de la carte. Il est cependant indéniable que leur hétérogénéité verticale et latérale à grande échelle constitue un obstacle majeur à une mise en valeur rationnelle de grandes surfaces.

L'hydromorphie générale est un facteur limitant de la culture des plantes à enracinement profond. La faible structuration est défavorable au stockage, à la circulation et au bilan de l'eau. En saison sèche le gradient d'humidité est très important : Sec sur les 30 premiers centimètres le profil devient humide dès un mètre. D'autre part, à humidité égale, les propriétés du sol diffèrent beaucoup entre un horizon limono-argileux et un horizon franchement sableux (cf. BAM 12). Cependant la capacité d'infiltration semble satisfaisante en raison du bon développement de la porosité tubulaire (aucune hydromorphie due à un drainage interne déficient).

Les discontinuités texturales entraînent une hétérogénéité des propriétés chimiques (cations échangeables notamment) et des propriétés physiques (rétention en eau en particulier).

En résumé ces sols peuvent être d'assez bons supports de cultures à enracinement peu profond pourvu qu'ils occupent des surfaces suffisantes et présentent en minimum de 50 à 80cm de terre meuble, à texture fine, au moins limono-argileuse, sans discontinuités texturales.

214 - Utilisation actuelle.

Suivant en particulier la profondeur du niveau d'hydromorphie ces sols sont abandonnés à une prairie hydrophile ou au contraire portent des cultures vivrières (mais essentiellement) ou maraîchères (choux).

Notons la technique culturale locale qui consiste à faire des billons d'une hauteur supérieure à 30cm et de 50cm de base en ras-

semblant la terre prélevée sur une épaisseur d'environ 10cm de sol. Dans bien des cas l'agriculteur se préserve ainsi d'une hydromorphie trop remontante. Mais la cohésion et la stabilité structurale de ces billons semblent être très faibles.

22. - Sols peu évolués d'apport colluvial, hydromorphes.

Ils occupent parfois une sorte de petit talus ayant une hauteur de 50cm à 1m existant au niveau du contact bas-fond - flanc de vallons de recréusement. Il s'agit d'un matériau colluvionné provenant indifféremment des horizons meubles de sols peu profonds voisins et des niveaux d'altération. Il est brun-rougeâtre, comporte d'assez nombreux feldspaths, micas et éléments grossiers variés.

L'extension de ces formations colluviales est très faible : elle atteint à peine quelques mètres transversalement et quelques dizaines de mètres longitudinalement.

L'hydromorphie est légèrement plus profonde que dans les sols alluviaux voisins.

En raison de leur très faible extension et de leur faible différenciation par rapport aux sols alluviaux, ces sols n'ont pas été cartographiés séparément.

23 - Sols peu évolués d'apport colluvial, humifères, sur matériau ferrallitique.

231 - Morphologie : exemples BAD 5 - BAM 38 (cf. planche 15).

- Ces sols sont caractérisés par une profonde incorporation de matière organique qui leur confère sur plus de 1,50m une teinte très sombre (ex. : BAM 38

	5 YR 2/1	de	0 à	15cm
	5 YR 2/2	de	15 à	plus de 150cm
BAD 5	5 YR 2/1	de	0 à	40cm
	2/2	de	40 à	85cm
	3/2	de	85 à	120cm
	4/4	de	120 à	160cm

- Cette matière organique est non directement décelable.
- Il n'existe pas d'éléments grossiers (refus = 0 %).
- La texture est limono-argileuse. La plupart des sables fins ou grossiers individualisés (pseudo-sables) ne résistent pas à l'écrasement par pression entre 2 ongles.
- La structure semble dans son ensemble massive. Une observation fine nous indique cependant qu'elle est essentiellement constituée d'un assemblage de grumeaux fins ou très fins. La surface est souvent caractérisée par une absence de cohésion entre les agrégats (horizon boulant). Les horizons deviennent ensuite, probablement sous l'effet du tassement, plus cohérents en profondeur pour prendre cet aspect massif à éclats émoussés d'abord, puis à éclats plus anguleux, à mesure que le taux de matière organique décroît.

Les horizons boulant en surface deviennent donc meubles à cohérents en profondeur.

- La porosité est généralement très bonne grâce à la structure fine et à l'abondance de pores tubulaires fins et très fins. Mais il est fréquent de noter, sous culture, une forte diminution de la porosité tubulaire, sous l'effet du tassement réalisé par l'homme.

- Les agrégats sont très friables. Mais sous l'effet du tassement, les horizons apparemment peu structurés de profondeur perdent de leur friabilité.

- Ces sols sont bien pénétrés dans leur masse par les racines et le chevelu qui assure généralement la cohésion des horizons de surface : les agrégats sont égrenés le long du chevelu fin.

- L'activité de la faune, forte dans tout le profil à moyenne altitude (1500m), décroît à haute altitude.

- Les transitions entre horizons peuvent être graduelles (BAM 38) ou au contraire distinctes ou nettes de teinte, de structure, de consistance. (BAD 5).

23.2 - Caractères analytiques.

- La fraction limoneuse est importante (40 - 50 % de LF en moyenne). La fraction argileuse ne représente que 15 à 20 % de la terre fine. En fait l'observation des limons et des sables à la loupe binoculaire nous montre qu'il s'agit essentiellement de pseudo-particules, qu'un traitement dispersant plus efficace aurait probablement fractionnées au profit de la fraction granulométrique argileuse.

Les profils témoignent d'autre part d'une certaine constance des taux de chaque fraction en fonction de la profondeur.

- Les taux de matière organique sont très élevés :
 - 15 % (BAD 5) à 25 % (BAM 38) en surface,
 - 7 % à 1m dans BAM 38 - 3 % à 130cm dans BAD 5.

Mais cette matière organique est dans son ensemble lentement minéralisée bien que les C/N soient assez variables - (C/N ~~11~~ 15 dans BAM 38, C/N ~~11~~ 20 dans BAD 5). Les variations sont dues aux écarts d'altitude mais semblent aussi liées au type de végétation ou au mode d'utilisation des sols ayant fourni le matériau colluvionné : prairies pour BAD 5, cultures vivrières pour BAM 38.

Les réserves azotées sont abondantes en valeur absolue :

de 3 à 1°/oo dans BAD 5 de 5-10 à 130cm
de 8 à 3°/oo dans BAM 38 de 5-10 à 100cm

- Le pH est variable : acide dans BAM 38 (pH voisin de 5) il se rapproche de la neutralité dans BAD 5 (pH = 6).

- La capacité d'échange est assez forte :

40 (à 10cm) à 25 mé/100g (à 100cm) dans BAM 38
25 (à 5cm) à 10 mé/100g (à 150cm) dans BAD 5 mais la somme des cations échangeables est très variable : alors que BAD 5 est moyennement désaturé (3 mé/100g à 150cm), BAM 38 est fortement désaturé (BE < 1 mé/100g dans tout le profil). Le taux de saturation fluctue dans le même sens :

10 ou 30 % dans BAD 5
1 % dans BAM 38.

Dans BAD 5, Ca et Mg sont abondants, dans BAM 38 K domine.

- Les réserves en phosphore total se situent à un niveau convenable : de 1 à 3 ‰ sur une profondeur au moins égale à 150 cm.

- La densité apparente de ces sols est très faible ($< 0,8$).

233 - Incidences agronomiques.

Ces sols-profonds, sans éléments grossiers, bien structurés riches en matière organique, azote, phosphore, à forte capacité d'échange, poreux, à capacité de rétention pour l'eau probablement satisfaisante (texture vraie, matière organique), en position topographique basse garantissant une certaine humidité en toute saison - doivent être d'excellents supports de culture.

Mais ces sols sont, en raison de la faible cohésion entre agrégats et de la friabilité de ces derniers, extrêmement sensibles au tassement et à l'érosion qui, en provoquant une chute brutale de porosité des horizons supérieurs et un colmatage des pores en surface (observation faite sous culture après une pluie), peut avoir sur les plantes des effets particulièrement défavorables.

La minéralisation et l'humification de la matière organique se font généralement lentement.

Les disponibilités en cations, variables d'un type à l'autre rendent toute prévision impossible dans ce domaine. Mais une capacité d'échange élevée limite les effets défavorables d'un taux faible de cations échangeables (apport d'engrais possible).

On envisage généralement difficilement une mise en culture isolée de ces sols en raison des surfaces réduites qu'ils occupent. Ils peuvent être ou sont souvent uniquement considérés comme aires d'extension intéressantes pour les cultures pratiquées sur les sols voisins.

234 - Pédogénèse - Classification.

La classification de tels sols s'avère ambiguë : Doit-on classer le sol d'après l'organisation pédologique acquise après le colluvionnement, ou d'après le degré d'évolution du matériau qui le constitue ?

Nous avons opté pour la première solution. Très riches en matière organique, ces sols ont plutôt un profil du type AC. Il ne semble y avoir eu à l'intérieur du matériau ferrallitique colluvionné ni différenciation pédologique verticale, ni horizon humifère bien différencié. Il semble même qu'il subsiste dans certains cas une certaine stratification (transitions nette ou distincte entre les horizons de BAD 5) indiquant un colluvionnement probable en plusieurs phases successives.

Il est possible en fait que certains profils puissent être classés peu évolués sur matériau ferrallitique colluvionné et d'autres ferrallitiques modaux humifères, il n'en reste pas moins cependant, que tous ces sols présentent certaines caractéristiques communes, ce qui, outre leur faible extension, justifie leur maintien dans une seule unité.

Notons qu'en profondeur (180 cm dans BAD 5) on peut passer assez brutalement à un horizon plus argileux, rouge jaunâtre (5 YR 4/6) à structure polyédrique fine, cohérent. Il pourrait s'agir de la base d'un horizon B fortement tronqué au cours d'une phase érosive active et sur lequel se serait déposé le matériau originel, colluvionné, des sols étudiés. Nous serions alors en présence de sols polyphasés.

235 - Répartition - Utilisation actuelle.

Ces sols n'occupant que des surfaces restreintes n'ont pas été cartographiés.

On les rencontre dans deux types de paysages :

- dans un paysage très accidenté, sur les replats situés au pied d'une rupture de pente ou d'un escarpement de quelques mètres.

exemple BAD 5

- dans un paysage faiblement vallonné au bas de pentes faibles, ou à la confluence de petits thalwegs latéraux lorsqu'un micro-relief en cuvette entraîne une rupture de charge.

exemple BAM 38

Dans le premier cas la pente est le facteur influent le plus sur l'érosion. Dans le second cas il semble que la mise en culture soit à l'origine de l'entraînement des matériaux fins des horizons superficiels des sols situés sur les pentes.

Ces sols ne semblent pas spécialement recherchés des agriculteurs locaux. Nous avons cependant observé qu'ils étaient par endroits occupés par des champs de légumes alors que les pentes étaient plantées de maïs ou manioc.

D - S O L S F E R R A L L I T I Q U E S

1 - LES PRINCIPAUX PROCESSUS PEDOGENETIQUES.

11 - La ferrallitisation (AUBERT-SEGALEN 1966), processus dominant, s'explique notamment par l'abondance des précipitations, leur répartition, la température moyenne relativement élevée pour une zone montagneuse. L'altération ferrallitique profonde dans cette région volcanique d'altitude se différencie assez peu de celle d'autres zones du domaine équatorial, sur roches-mères identiques. Tous les cations alcalins et alcalino-terreux se trouvent éliminés ainsi qu'une grande partie de la silice. Les produits de néosynthèse dominants sont la kaolinite, la gibbsite et la goethite, mais une quantité appréciable d'autres produits tels que des composés amorphes peuvent exister. Cette altération peut épargner certains minéraux réputés peu ou non altérables tels que la muscovite ou le quartz qui subissent néanmoins une fragmentation.

Les sols ferrallitiques présentent généralement des profils de type A B C comprenant :

- Un horizon A dans lequel la matière organique est bien évoluée
- Un horizon B généralement épais dans lequel les minéraux primaires, autres que le quartz sont rares, et les minéraux secondaires cités plus haut sont essentiels
- Un horizon C d'épaisseur variable (quelques centimètres à plusieurs mètres) dont la nature dépend de la roche-mère. Cet horizon est caractérisé par des minéraux (autres que quartz et ceux mentionnés ci-dessus) profondément altérés et s'écrasant sous la pression des doigts.

En outre, l'abondance des précipitations, liée à une température élevée des pluies, détermine certaines caractéristiques physico-chimiques :

- Une capacité d'échange faible, qu'elle soit mesurée sur

l'argile ou le sol total, en raison des constituants kaoliniques et sesquioxydiques.

- Une quantité faible de bases échangeables
- Un degré de saturation variable mais généralement faible
- Un pH acide.

Le processus de ferrallitisation, climatique, est certes le processus fondamental. Mais d'autres processus pédogénétiques, non spécifiques, non exclusifs, appelés aussi secondaires, peuvent prendre une importance prépondérante en influant sur le degré d'évolution, et en modifiant parfois fondamentalement la morphologie du profil ferrallitique type. L'organisation morphologique du sol ne résulte plus uniquement alors des conditions physico-chimiques d'altération. Il en est ainsi de l'accumulation humifère, du rajeunissement, du remaniement, de l'appauvrissement ou de l'hydromorphie.

12 - L'accumulation humifère est favorisée sur roches volcaniques basiques dans cette zone montagneuse pluvieuse et fraîche. Des taux de matière organique supérieurs à 10 % sur 20cm ou à 1 % sur 1m de profondeur sont fréquents en zones écologiquement non perturbées par l'action de l'homme.

Il en résulte une coloration brun foncé de l'horizon A de certains sols et une meilleure structuration : La structure est généralement grumeleuse fine à agrégats friables.

13 - Le rajeunissement : (cf. planche 16)

Le modelé, accidenté dans son ensemble, notamment sur le massif trachytique, favorise, pérennise et accélère l'érosion superficielle et oriente l'évolution des sols dans le sens d'un rajeunissement. Il en résulte des profils peu épais présentant des volumes de roche altérée à divers degrés, proches de la surface. Ces fragments plus résistants et les horizons C (architecture de la roche conservée) ainsi soumis aux variations saisonnières de l'humidité ne sont

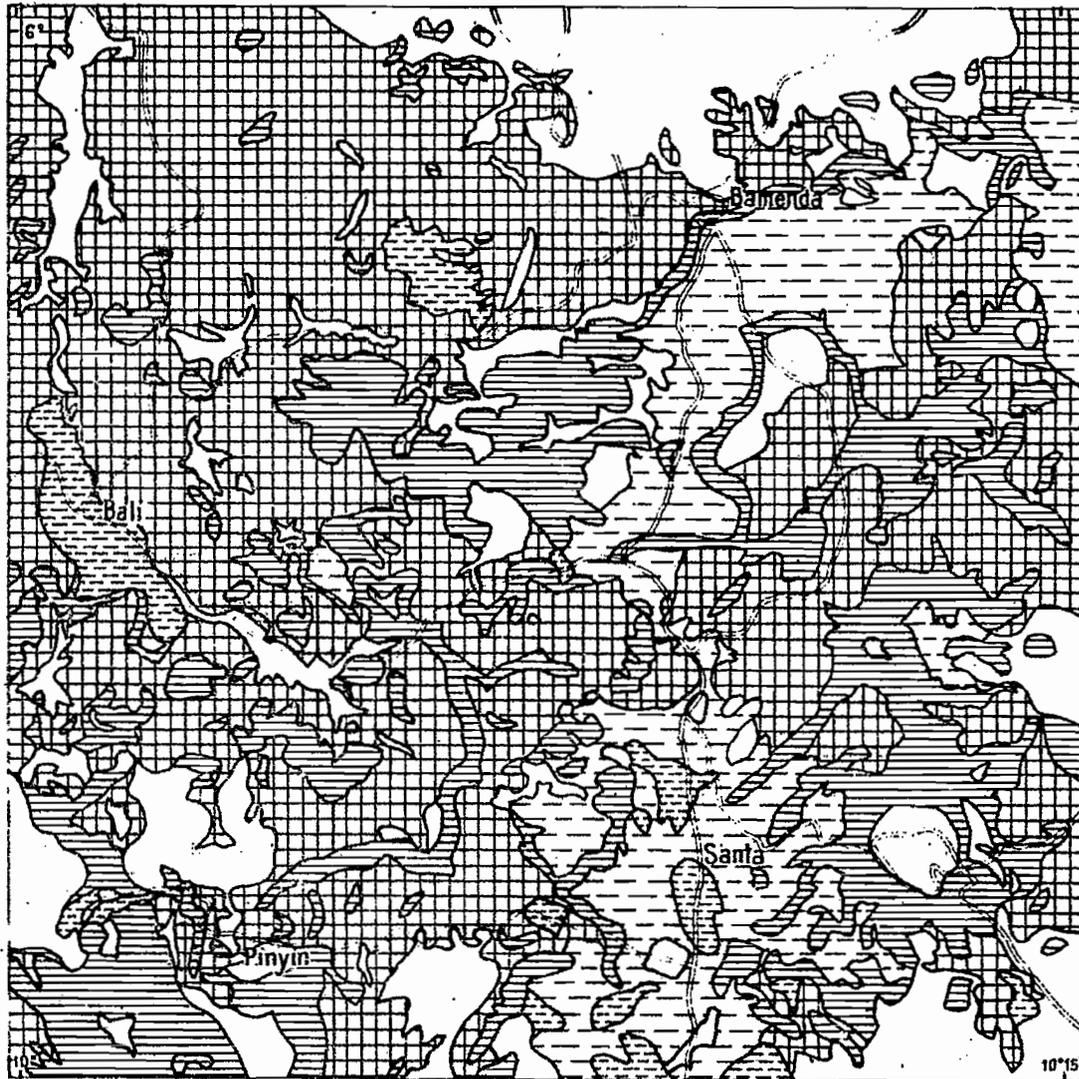
plus en conditions optimum d'altération, cette dernière se trouvant considérablement ralentie. D'autre part les différences de vitesses d'altération, résultant de l'hétérogénéité ou de discontinuités de la roche, ou d'une micro-variation de la dynamique de l'eau se trouvent exacerbées. Les transitions entre le solum et les horizons C, loin d'être régulières et grossièrement parallèles à la surface, ou ondulées, sont irrégulières et présentent de profondes invaginations. La difficulté de choisir des profils types et de les décrire suivant le paramètre profondeur en est une conséquence pratique.

On pourrait penser aussi que le temps d'évolution n'a pas été suffisant pour permettre le développement complet de certains profils. Cette thèse pourrait être étayée par le fait que de nombreux sols "rajeunis" ont un horizon humifère épais et qu'il est difficile dans ce cas de n'envisager qu'un rajeunissement par troncature qui aurait théoriquement pour premier effet une ablation des horizons humifères. En fait nous n'avons aucune idée de l'équilibre dynamique de tels sols, problème que seule une étude géomorphologique sur l'équilibre des versants pourrait élucider. Quelles sont les vitesses relatives, d'entraînement des horizons supérieurs par l'érosion en nappe, de régénération du stock de matière organique après cet éventuel entraînement, et de transformation des horizons d'altération en matériau pédologique évolué ?

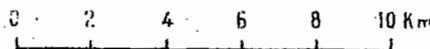
Cette troncature des profils s'accompagne d'une redistribution des matériaux entraînés de proche en proche vers le bas de pente. Les sols de piedmont et des vallées, enrichis en terre fine humifère, sont plus ou moins colluvionnés. Le rajeunissement se fait donc par érosion et avec remaniement.

Ces sols ont souvent, dans l'horizon BC ou C des teneurs en cations totaux (attaque triacide ou à l'acide nitrique concentré à chaud pendant 5 heures), et échangeables, à peine supérieures à celles des sols typiques voisins. Il s'agit alors de rajeunissement morphologique. Parfois ce dernier s'accompagne d'un rajeunissement chimique. Les teneurs en cations totaux et échangeables sont alors plus élevées que dans les sols rajeunis voisins (cf. planche 17). De même

SOLS FERRALLITIQUES PROFONDEUR DES SOLS-RAJEUNISSEMENT



Echelle 1/200.000^e



- 1 Fragments de roche altérée (BC)
à moins de 50 cm de profondeur
- 2 Fragments de roche altérée
entre 50 et 150 cm
- 3 Association unités 1 et 5
- 4 Association unités 2 et 5
- 5 Pas de fragments de roche altérée
jusqu'à une profondeur de 150 cm.
- Routes

l'augmentation du taux de saturation peut être telle que ces sols deviennent moyennement ou faiblement désaturés dans une zone où dominent largement des sols fortement désaturés (voir plus loin).

Certains sols, situés en bordure de zones volcaniques, présentent dans leur profil des cailloux ou graviers de roches volcaniques, durs, arrondis, très peu altérés, probablement projetés lors d'éruptions. Si l'on accorde un sens large au terme rajeunissement, on pourrait alors parler de rajeunissement par rapport, dans la mesure où l'évolution de ces fragments de roche est retardée par rapport à celle de l'ensemble du profil, et dans la mesure où ils sont une réserve chimique potentielle capable d'apporter au sol des éléments (peut être) susceptibles de modifier son évolution dans le sens d'un rajeunissement chimique. Actuellement ces fragments de roche non altérée se comportent comme des éléments grossiers inertes.

14 - Le remaniement (cf. planche 18).

La partie supérieure d'un certain nombre de sols ne semble pas en place. Ce fait est matérialisé par la présence d'une "stone-line" ayant les caractéristiques principales suivantes (SEGALEN 1967) :

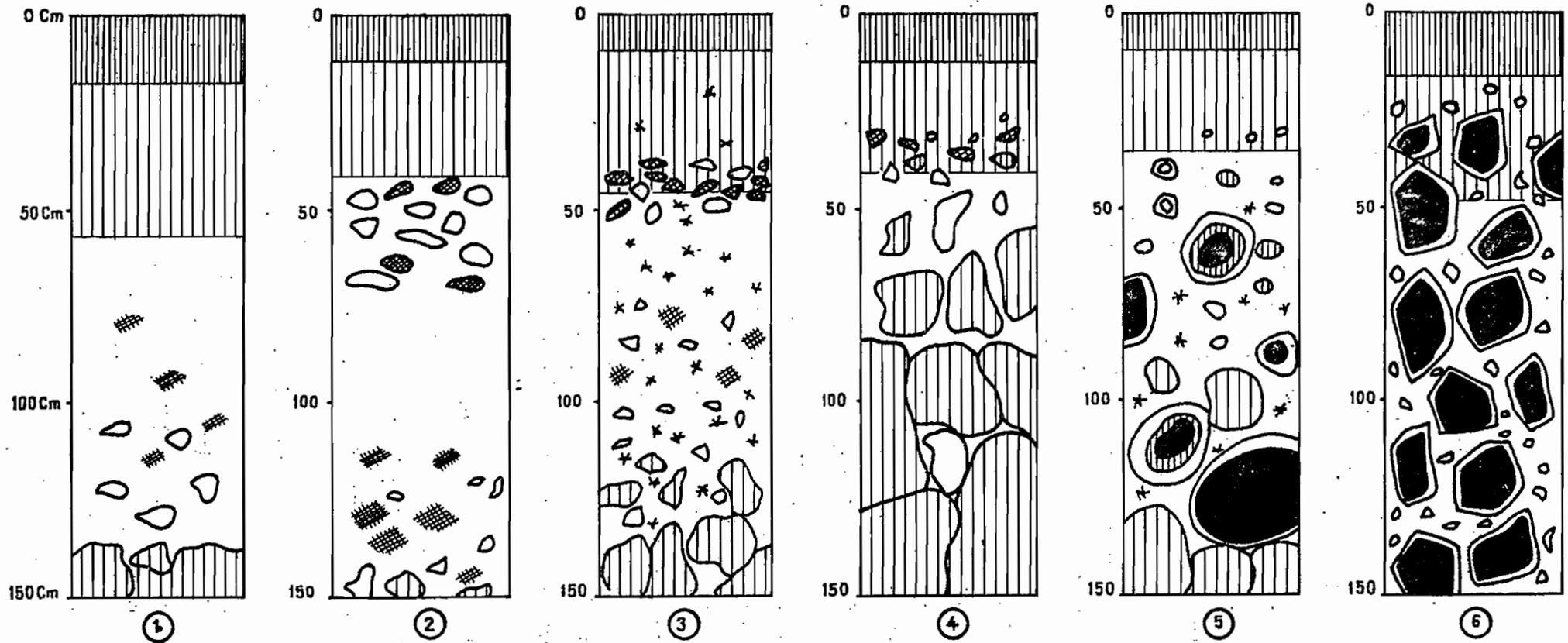
- fragments de matériaux peu altérables (quartz), non altérés ou rendus peu altérables (débris de roches ferruginisés), de taille variable, avec prédominance de graviers et cailloux, généralement sub-anguleux à sub-arrondis.

- la répartition verticale fait apparaître 3 niveaux non concordants avec les éléments du profil. Le niveau supérieur constitué d'un matériau meuble et le niveau moyen caillouteux ou graveleux sont les parties remaniées. Elles reposent sur le niveau inférieur, base de B, ou zone d'altération C reconnue en place par sa concordance avec le matériau originel.

- La stone-line, régulière ou festonnée, s'adapte au relief en épousant assez étroitement la topographie actuelle.

Nombreuses sont les explications proposées pour rendre compte de la mise en place d'une stone-line. La nature pédogénétique du phénomène est parfois contestée. Nous n'entrerons pas dans le détail

TYPOLOGIE DES SOLS FERRALLITIQUES RAJEUNIS



SUBSTRATUM GÉOLOGIQUE	BASALTE TRACHYTE	GRANITE BASALTE TRACHYTE	GRANITE A 2 MICAS	BASALTE TRACHYTE	GRANITE	BASALTE
MODE DE RAJEUNISSE- MENT	ÉROSION OU PÉNÉVOLUTION ?	ÉROSION ET REMANIEMENT + APPORT	ÉROSION ET REMANIEMENT + APPORT	ÉROSION ET REMANIEMENT OU PÉNÉVOLUTION	ÉROSION ET REMANIEMENT	ÉROSION ET REMANIEMENT
RAJEUNIS- SEMENT CHIMIQUE	NUL	PARFOIS OBSERVÉ	SOUVENT OBSERVÉ	NUL	ACCENTUÉ	NUL

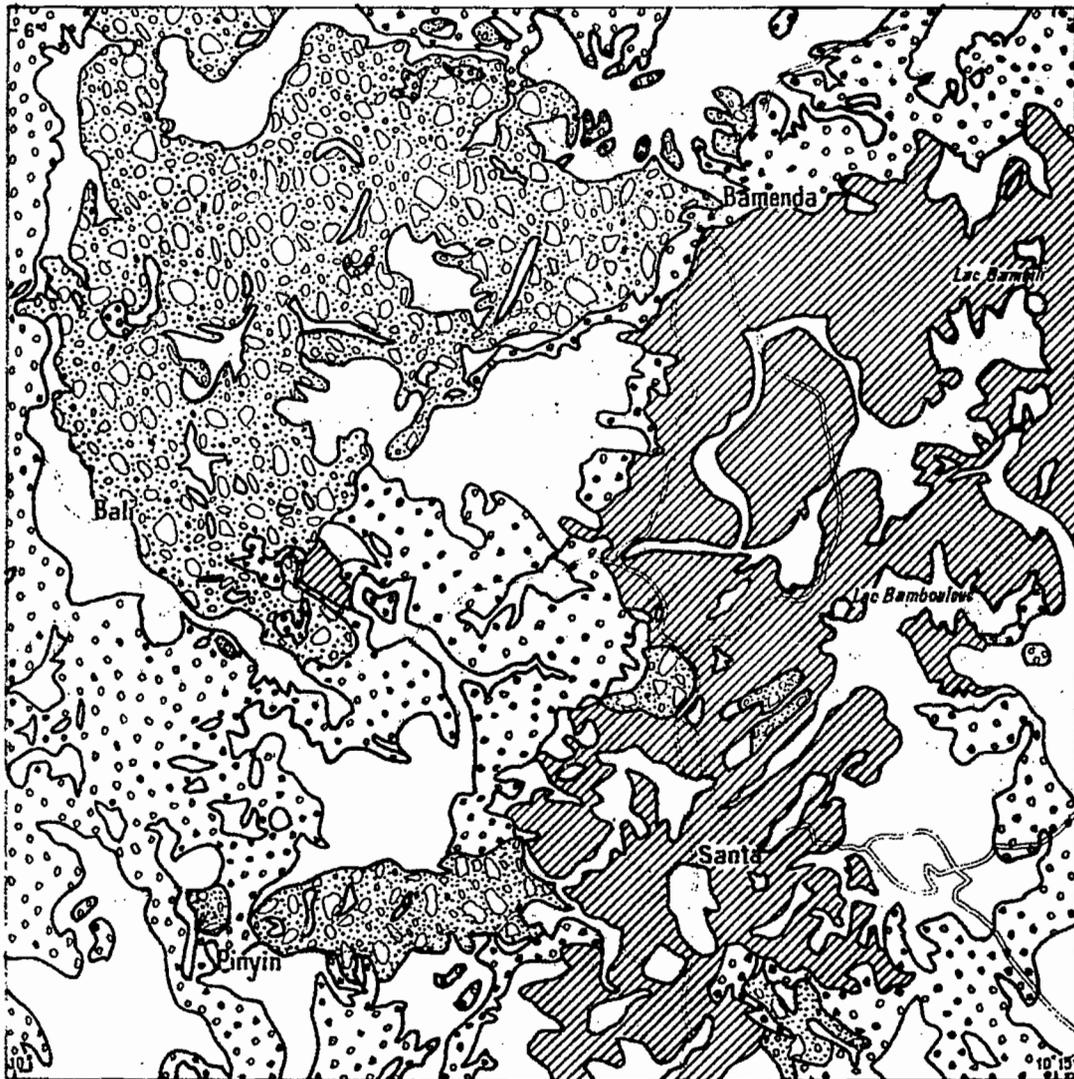
de ces problèmes de gènèse, mais nous nous contenterons de relater un fait morphologique.

SEGALEN rappelle que la "stone-line" n'est actuellement ni signalée dans les sols des régions ayant subi des orogénèses récentes, ni décrite dans des sols dérivés de roches volcaniques, et qu'elle n'existe pas dans les zones aplanies des régions à très fortes pentes.

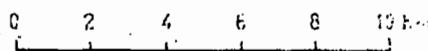
Dans la zone étudiée, nombreux sont les sols qui, indépendamment ou non du rajeunissement par érosion ou par apport, présentent un horizon grossier graveleux ou caillouteux, dont les caractéristiques correspondent à celles définissant la stone-line. Cet horizon grossier a une position variable dans le profil. Il est souvent épais mais peut avoir une épaisseur variable. Les éléments grossiers plus ou moins abondants, ont une distribution souvent hétérogène et proviennent fréquemment de la roche-mère sous-jacente ou de formations voisines. Mais ils sont souvent mélangés à des éléments arrondis projetés lors d'éruptions volcaniques (cf. rajeunissement par apport). Certes, si une telle disposition morphologique peut, dans certains cas, être expliquée par un processus de remaniement, nombreux sont les profils pour lesquels il est difficile d'imaginer, en raison de leur position topographique par exemple, un tel bouleversement des matériaux avec un réarrangement final différent.

Il est souvent plus simple de concevoir un entraînement par érosion des parties fines, rapprochant de la surface les éléments grossiers résistants à l'altération : par le jeu des remontées biologiques fournissant aux agents érosifs les éléments fins entraîna- bles, ces éléments grossiers se concentrent en se maintenant à proximité de la surface. Ou bien deux phases dynamiques ont pu se succéder : Érosion active concentrant les éléments grossiers en surface suivie d'une remontée biologique enterrant le niveau grossier ainsi formé. Il faudrait en fait, comme dans le cas du processus de rajeunissement, connaître l'équilibre dynamique existant entre l'érosion, la vitesse d'altération et l'activité biologique.

SOLS FERRALLITIQUES
HORIZONS GROSSIERS - REMANIEMENT



Echelle 1:200.000^e



- Sols à horizon grossier**
- 1 épais
et/ou proche de la surface
et/ou à graviers - cailloux abondants
- Sols à horizon grossier**
- 2 peu épais
et/ou profond
et/ou à graviers-cailloux peu abondants
- 3 Association sols de l'unité 2
et sols sans horizon grossier
- 4 Sols sans horizon grossier
- Routes

Nous retiendrons en résumé :

- que le remaniement n'a été considéré que comme l'expression d'un fait morphologique à savoir la présence d'un horizon grossier mis en place indépendamment ou non du rajeunissement;
- que cette terminologie pourrait effectivement traduire un véritable remaniement pour certains sols mais qu'il est certainement impropre de l'employer pour d'autres sols;
- que dans la mesure où l'érosion et les remontées biologiques modifient, même très faiblement, l'agencement des éléments texturaux, on peut considérer qu'un remaniement a lieu, mais à une autre échelle.

Si par souci d'homogénéité avec les cartographies voisines nous avons conservé le terme "remanié", nous lui avons cependant donné un sens plus restrictif en considérant 2 types non exclusifs de concentrations d'éléments grossiers : celui dû à un rajeunissement et celui dû à un "remaniement" proprement dit.

15 - Sols à "pseudo-particules".

La plupart des sols ferrallitiques très évolués développés sur roches riches en éléments ferro-magnésiens et notamment sur roches volcaniques basiques (basalte par exemple) ont la particularité de présenter dans tout ou partie de leur profil des pseudo-particules.

D'un point de vue pédogénétique, celles-ci doivent être considérées comme des éléments structuraux étant en effet constituées d'une agglomération de particules argileuses (au sens granulométrique du terme) cimentées par des oxydes de fer. Ces particules de taille variable sont bien représentées dans toutes les fractions de l'analyse mécanique, et sont en particulier perceptibles sur le terrain dans la fraction sable (pseudo-sables). De ce fait elles sont souvent considérées comme des éléments texturaux donnant aux sols un comportement plus sableux que celui déduit des résultats de l'analyse mécanique.

La nature et l'origine des ciments n'est pas encore bien élucidée. D'après des travaux récents de Lj. NALOVIC et F.X. HUMBEL (1971) ces pseudo-particules ne seraient pas d'origine biologique : citons par exemple les boulettes termitiques, de même taille, qui sont désagrégées après attaque à l'eau oxygénée, et ne résistent pas aux dispersants classiques de l'analyse mécanique, tandis que les pseudo-sables, de taille variable, ne réagissent pas à un traitement par H_2O_2 et résistent pour la plupart aux dispersants. Ces auteurs notent d'autre part une concentration plus forte de fer amorphe dans ces pseudo-particules que dans la fraction argileuse non agrégée ou dans la terre totale, et dans les sols rouges à pseudo-particules que dans les autres sols. L'extraction de ce fer amorphe ne se réalisant bien (méthode SEGALLEN) qu'à partir de la deuxième attaque, il est possible d'envisager la présence d'une couche protectrice de fer cristallisé. Quant à l'origine de ce fer amorphe, elle serait liée à une plus forte concentration d'éléments traces, inhibiteurs de la cristallisation. Ce phénomène débiterait dans la zone d'altération dans laquelle ont été observées des pseudo-particules bien individualisées. L'hypothèse d'une corrélation entre la forme arrondie, une certaine structure concentrique et la concentration en fer amorphe a été avancée. Quelques résultats encore très récents (communication orale) pourraient démontrer que dans les sols ferrallitiques évolués, les pseudo-sables ne seraient en fait qu'un agglomérat de pseudo-limons, seules pseudo-particules "vraies" présentant les caractéristiques énumérées plus haut. En fait l'étude de la genèse de ces pseudo-particules n'est pas très avancée et les résultats obtenus, ne sont représentatifs que dans quelques profils étudiés, et restent du domaine de l'hypothèse. Vis à vis de l'érosion, ces pseudo-particules semblent se comporter comme des sables vrais : Elles résistent notamment à l'énergie cinétique des gouttes d'eau. Ce comportement pourrait expliquer la largeur de certains interfluves, à priori incompatible avec un taux très élevé d'argile de l'ordre de 70 - 80 %, taux obtenu après traitement de déferrification. L'absence de pseudo-particules en zones de bas-fond témoigne de leur désagrégation en milieu hydromorphe donc réducteur. Ces observations sembleraient démontrer que du point de vue du comportement du sol et de ses propriétés agronomiques, cette texture apparente est la vraie

texture, à cette nuance près que ces pseudo-sables participent à la dynamique de l'eau et au chimisme du profil.

D'après quelques données de terrain il existerait une répartition différente par taille, densité et cohésion en fonction de la profondeur.

Une des particularités de ces sols à pseudo-sables est de donner des couleurs de poudre (après écrasement des pseudo-sables par pression des doigts) différentes de 1 à 2 planches en humide et à sec : souvent 10 R en humide, 2,5 ou 5 YR à sec.

Une conséquence pratique des données précédentes est la variabilité, à l'analyse mécanique, des résultats obtenus entre les différents échantillons d'un même profil pour une même analyse et entre les répétitions effectuées sur un même échantillon. Cette inconstance est liée aux conditions de traitement et à la plus ou moins grande dispersabilité des pseudo-particules. Après déferrification, des taux d'argile de 60 à 80 % sont couramment obtenus. Mais nous manquons de données nous permettant d'interpréter correctement ces résultats et d'en déduire certaines conséquences agronomiques.

16 - L'appauvrissement.

L'altération de certaines roches fournit un matériau très filtrant favorable à une élimination d'argile dans les horizons de surface sans qu'il se produise un enrichissement concomitant de l'horizon B.

17 - L'hydromorphie.

Les régions planes ou déprimées, au drainage externe déficient, sont marquées par des phénomènes d'hydromorphie, ^{temporaire} /ou permanente. Dans les horizons affectés par ces processus, l'hydrolyse des minéraux est ralentie sinon bloquée, le fer est réduit donc rendu mobile. Si l'hydromorphie est temporaire, à la faveur d'une aération, le fer

se réoxyde en se concentrant en taches rougeâtres dans un horizon bariolé. Dans le cas d'un engorgement permanent, l'état de réduction est pratiquement constant et les horizons concernés prennent une teinte gris-verdâtre.

La plupart des sols de cette région sont rouges, les pentes fortes favorisant un bon drainage externe et un pédo-climat plus sec interdisant le phénomène de marmorisation avec jaunissement. L'hydromorphie n'apparaît parfois que très localement au niveau de légers replats au drainage externe déficient. On observe peu de nodules ferrugineux arrondis durs, à pâte argileuse dense. Les éléments ferruginisés sont essentiellement des fragments de roche.

2 - PRINCIPES DE CLASSIFICATION ADOPTES.

Nous avons souligné précédemment les difficultés rencontrées pour :

- cartographier des unités géographiques dynamiques;
- hiérarchiser des caractères non exclusifs et concomitants;
- mettre dans des unités distinctes des sols à typologie variable, regroupés par le classificateur dans la même unité taxonomique de base.

Les normes propres à définir certaines unités de classification ont posé d'autres problèmes d'adaptation.

21 - Sous-classes.

La classification des sols ferrallitiques place les caractéristiques physico-chimiques des sols à un niveau de premier ordre (sous-classe). Ainsi rangera-t-on selon les cas, les sols ferrallitiques dans

- La sous-classe des sols ferrallitiques faiblement désaturés en (B) :
 - teneur en cations échangeables : 2 à 8 mé/100g
 - degré de saturation 40 à 70 % parfois jusqu'à près de 80%
 - pH 5,5 - 6,5,
- La sous-classe des sols ferrallitiques moyennement désaturés en (B) :
 - teneur en cations échangeables : 1 à 3 mé/100g
 - degré de saturation : 20 à 40 %
 - pH de 4,5 à 6,
- La sous-classe des sols ferrallitiques fortement désaturés en (B) :
 - teneur en cations échangeables : 1 mé/100g
 - degré de saturation \leq 20 %
 - pH 5,5.

Si certains sols de la région sont faiblement ou moyennement désaturés, la majorité sont fortement désaturés. Aucune zonalité climatique susceptible d'expliquer la présence de sols peu désaturés n'a été observée. La plus forte saturation de ces sols semble plutôt liée à une position topographique privilégiée - sols sur colluvions de bas de pente ou de pied de falaise, par exemple - bien qu'on ne puisse cependant formuler pour autant une loi générale de répartition. D'autre part cette distinction reflète assez mal la richesse en cations du sol : un sol peut être morphologiquement très rajeuni, présenter un taux de cations totaux élevé et être fortement désaturé, et inversement, un sol moins rajeuni, moins riche en cations totaux peut être moyennement ou faiblement désaturé.

Ne pouvant définir une loi de répartition et en raison de la faible extension apparente des sols moyennement ou faiblement désaturés, et de la difficulté à faire des prélèvements systématiques pour doser les éléments échangeables, nous avons choisi de regrouper tous les sols ferrallitiques dans la seule sous-classe des sols fortement désaturés (couvrant au moins 90 % des sols de la région).

Outre ces difficultés de classification, des problèmes se sont fréquemment posés pour définir l'horizon B, dont les caractéristiques physico-chimiques interviennent à un niveau élevé de cette classification :

- Dans de nombreux sols peu épais, très humifères, à incorporation organique profonde, la base de l'horizon A est difficile à délimiter étant donnée une certaine répartition isohumique fréquente de la matière organique dans les profils (sols de savane en particulier).

- L'horizon B est en fait constitué de plusieurs niveaux, à morphologie différente, à taux de saturation souvent variable, pouvant individuellement être considérés comme un B structural (ou "B2 ferrallitique").

22 - Groupes - Sous-groupes - Faciès.

Six grands processus pédogénétiques "secondaires" peuvent affecter les sols ferrallitiques (voir précédemment). Ce sont : l'accumulation humifère, le remaniement, le rajeunissement, l'hydromorphie, l'appauvrissement relatif, la formation de pseudo-particules. Ces processus ne sont pas exclusifs et peuvent être concomitants.

Nous avons cherché plusieurs modes de classement pour ces caractères :

- hiérarchisation arbitraire calquée sur la classification actuelle,
- classement des caractères de la surface vers la profondeur suivant leur ordre d'apparition dans les profils,
- utilisation d'unités d'apparement "unités dont la détermination est encore hypothétique à cause d'un manque d'informations suffisantes" (corrélation possible entre 2 processus secondaires ?) (C P C S),
- création d'unités mixtes dans lesquelles les processus concomitants sont placés à un même niveau taxonomique,
- hiérarchisation des processus non pas d'après les caractères morphologiques qu'ils induisent mais d'après l'importance relative, une possible zonalité, et l'intensité du facteur qui leur a donné naissance.

Nous avons opté pour cette dernière solution qui en éliminant un certain arbitraire, en évitant une multiplication des unités (mixtes, intergrades ou d'apparement), en permettant de mentionner tous les processus jugés importants, rend possible un classement à peu près cohérent.

Ce choix, dicté en partie par des préoccupations agropédologiques n'a qu'une valeur locale. Par souci d'homogénéité avec les cartes voisines et d'un certain conformisme vis à vis d'une classification communément utilisée en zone intertropicale, nous avons essayé de ne pas trop nous éloigner de la classification C P C S.

Nous avons accordé une importance décroissante :

- à la zonalité climatique, liée à l'altitude et responsable de l'accumulation humifère,

- au phénomène de remaniement, que l'on pourrait qualifier de "géomorphologique", à l'origine (?) de l'horizon grossier rencontré dans certains sols,

- au phénomène de rajeunissement par érosion, nécessairement accompagné d'un certain remaniement (voir précédemment) et qui est fonction de la topographie.

Dans cette optique l'accumulation humifère est signalée au niveau du groupe, le sous-groupe étant toujours modal par opposition au groupe des sols brun-foncé très acides, gibbsitiques du C P C S. La concomitance et l'intensité des 2 processus de remaniement et rajeunissement qui se superposent à l'accumulation humifère sont notées au niveau du faciès (unité intermédiaire entre le sous-groupe et la famille). Les sols remaniés forment un autre groupe et peuvent être rajeunis ou modaux (sous-groupe). Les sols uniquement rajeunis constituent un troisième groupe. En l'absence d'accumulation humifère, de remaniement ou de rajeunissement les sols appartiennent au groupe typique.

Les critères de définition de ces unités de base de la classification (groupe, sous-groupe) sont des caractères chimiques (sols humifères), ou morphologiques (sols remaniés) ou morphologiques et chimiques (sols rajeunis). Étant donnée la profondeur moyenne des fosses (150cm), seule la partie supérieure des profils d'un certain nombre de sols, comprenant tout ou partie de l'horizon B, a été décrite. Ce qui revient à dire que les critères de classification ont été appliqués au profil complet (horizon C compris) lorsque celui-ci avait moins de 1,50m ou 2m ou à sa partie supérieure lorsqu'il était plus épais. Ce choix qui n'est pas conforme à la définition française du profil pédologique, mais qu'impose la technique cartographique, a cependant l'avantage de mettre à la disposition de l'agropédologue, plus de renseignements directement utilisables parce que concernant la partie du profil exploitée par le système racinaire.

Notons que dans cette région, où le solum de 2 profils sur 3 a moins de 150cm d'épaisseur, les diagnostics réalisés ne diffèrent qu'assez peu de ceux qui auraient été faits si le profil pédologique avait toujours été examiné en entier.

- Sols humifères :

Le C P C S les définit comme suit : "Sols riches en matière organique bien évoluée (au moins 7 % sur 20cm ou plus de 1 % jusqu'à au moins 1m de profondeur); sols pauvres en allophane même s'ils sont formés sur roche volcanique, structure grumeleuse à grenue dans tout l'horizon humifère".

La classification prévoit un sous-groupe humique pour les sols intermédiaires entre sols humifères et sols typiques. Il est bien évident que tous les intermédiaires existent, entre les sols très humifères et les sols typiques. Mais ne pouvant déterminer une loi de répartition (qui ne pourrait être établie que statistiquement) de ces sols en fonction de leur facteur de genèse, climat et altitude en particulier, et en raison de la forte perturbation des horizons superficiels par les cultures (voir chapitre sur les facteurs biologiques), nous n'avons considéré que deux catégories de sols : les sols humifères et les sols non humifères qui se répartissent très approximativement au-delà et en-deça d'une limite d'altitude de 1500m, avec des variations locales importantes.

Nous n'avons pu vérifier l'absence d'allophane, les tests de terrain ou de laboratoire, encore peu vulgarisés, n'ayant pas fait l'objet d'essais dans la région.

- Sols remaniés :

Ont été classés remaniés, par raisonnement ou par analogie morphologique, les sols présentant un horizon grossier apparent à moins de 150cm de profondeur, ou parfois des éléments grossiers répartis dans tout le profil, lorsque pour expliquer l'organisation de ces derniers on doit faire appel à un processus de remaniement.

- Sols rajeunis avec érosion et remaniement :

La répartition de ces sols dans des groupes et sous-groupes rajeunis rend compte de l'intensité de ce processus lorsqu'il est dû à une troncature plus ou moins poussée du profil. Nous avons utilisé les critères suivants :

+ Sols rajeunis : présence d'un horizon C à moins de 80cm de profondeur, ou débris de roche peu ou non altérés à peu près en place, visibles à moins de 50cm de profondeur, et teneurs en bases totales encore relativement importantes.

+ Sols faiblement rajeunis : mêmes caractères mais avec BC ou C apparaissant entre 50 et 150cm, ou fragments de C plus proches de la surface mais avec des teneurs en cations totaux de l'horizon BC correspondant, guère plus élevées que dans les sols typiques voisins (rajeunissement morphologique).

- Sols hydromorphes :

Le caractère d'hydromorphie a été noté au niveau du sous-groupe lorsque les taches qui la caractérisent apparaissent entre 50 et 150cm. Il est difficile en fait de fixer des normes précises puisque ces sols, situés sur des "glacis" en pente douce peuvent être marqués par l'hydromorphie à plus de 2m de profondeur en haut de pente et à moins de 50cm en bas de pente. Il s'agit donc d'une appréciation moyenne.

- Sols typiques :

En l'absence d'accumulation humifère motivant l'appartenance de ces sols au groupe humifère, et de caractères morphologiques spécifiques d'un remaniement ou d'un rajeunissement visibles à une profondeur inférieure à 150cm, les sols appartiennent au groupe typique.

23 - Familles.

Nous avons séparé à ce niveau les sols pour lesquels le type de roche-mère a une influence sensible sur la morphologie des profils : plusieurs matériaux donnant le même type de profil sont regroupés au sein de la même unité.

24 - "Variétés" : (cf. planche 19).

Les sols à horizon grossier ou présentant des éléments grossiers dispersés dans leur profil, sont très répandus dans la zone. Le rôle agro-pédologique de ces éléments grossiers est incontestable mais variable suivant :

- leur nature et leur taille,
- leur abondance,
- leur profondeur d'apparition,
- leur répartition : concentration en un horizon grossier ou dissémination dans tout le profil.

Pour cette raison, nous avons distingué plusieurs unités de sols suivant l'influence plus ou moins forte exercée par ces éléments grossiers sur les propriétés de ces sols, et indirectement sur leur aptitude culturale (enracinement - travail du sol).

a - Sols à horizon grossier développé :

horizon grossier épais (à $P < 150\text{cm}$)
et/ou superficiel et $> 10\text{cm}$
et/ou à graviers et cailloux très abondants ($> 50\%$ à $P < 150\text{cm}$)

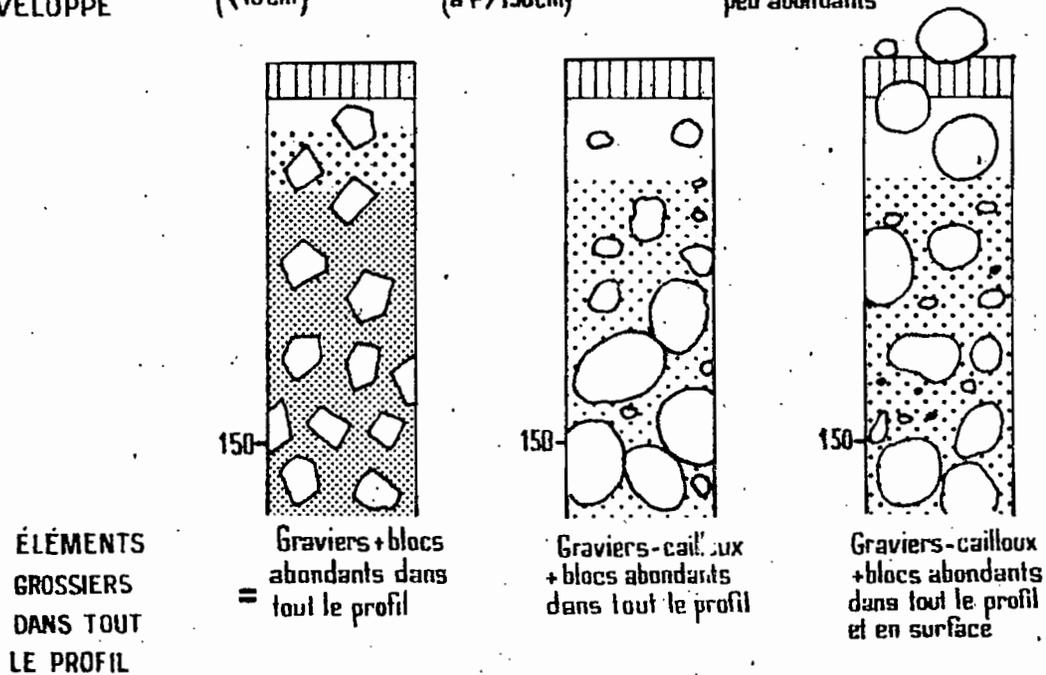
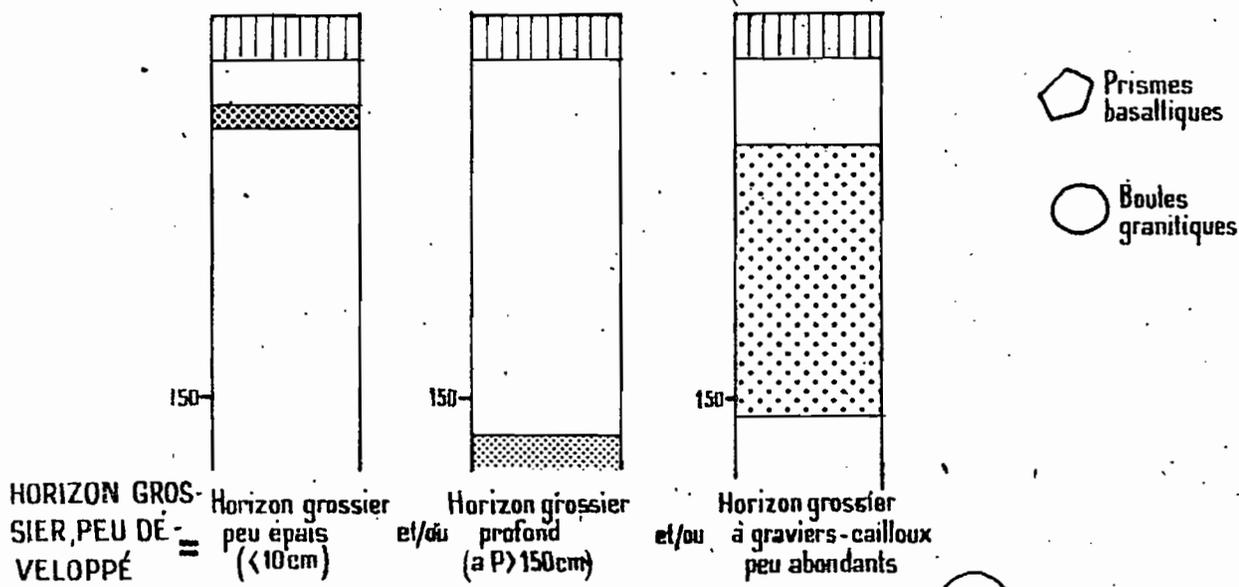
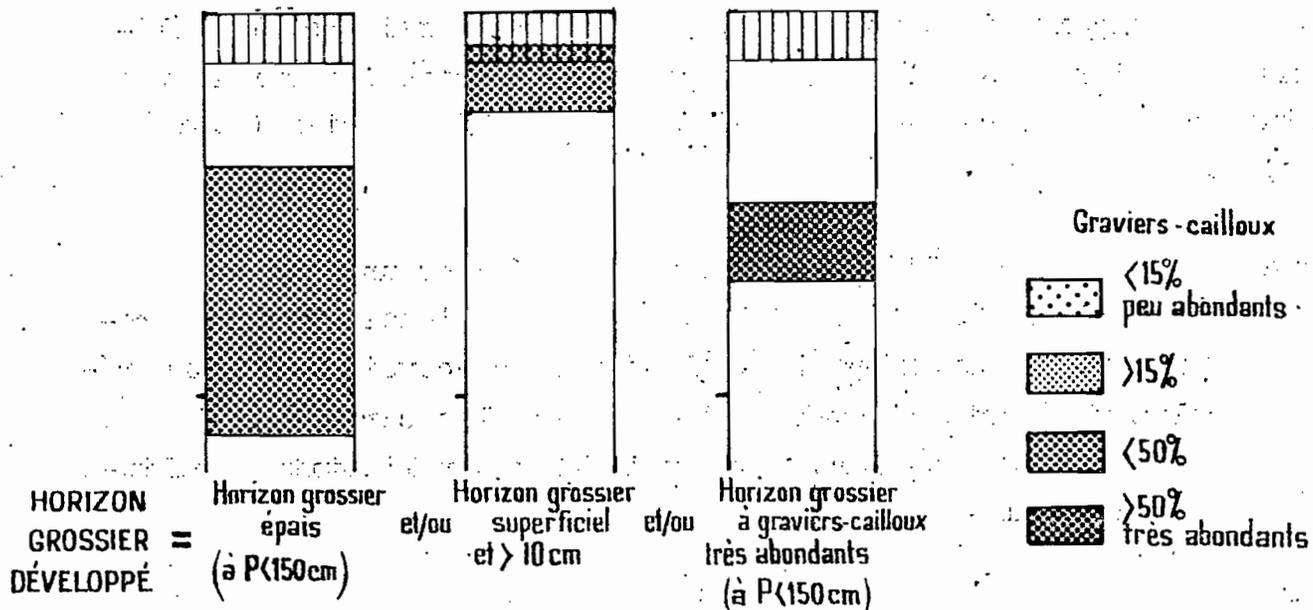
b - Sols à horizon grossier peu développé :

horizon grossier peu épais et graviers - cailloux $< 50\%$
et/ou profond (à $P > 150\text{cm}$)
et/ou à graviers - cailloux peu abondants ($< 15\%$)

c - Sols présentant des éléments grossiers dans tout le profil et parfois en surface : il s'agit généralement de cailloux et blocs abondants.

ÉLÉMENTS GROSSIERS

(Répartition - Abondance - Profondeur)



On conçoit aisément que si, pour diverses raisons, les éléments grossiers des sols "a" et "c" influent nettement sur leur aptitude culturale, ceux des sols "b" ne modifient en rien (ou très peu) cette aptitude.

Remarque : Le terme "développé" est employé dans un sens très large puisqu'il intègre à la fois des notions d'épaisseur, de profondeur, de concentration. Il faut le concevoir comme une résultante (sorte d'enveloppe) de toutes les caractéristiques des horizons grossiers pouvant influencer sur l'aptitude culturale des sols.

3 - SOLS TYPIQUES.

3.1 - Sols modaux.

31.1 - Sols sur basalte ou trachyte (faciès humique).

311.1 - Morphologie.

exemples : BAM 23, BAM 13, BAM 9 (cf. planche 20).

- Ces sols très rouges, profonds présentent une succession d'horizons du type A1, B1 B2. L'occupation quasi totale de ces sols par des cultures ou des jachères n'a permis l'observation que de 2 profils sous végétation naturelle.

- Les horizons A ont une épaisseur globale moyenne de 25 à 50cm. En fait, la mise en culture perturbe considérablement l'organisation de ces horizons et explique en partie la profonde incorporation de matière organique et la large fourchette de variation dans l'épaisseur de ces horizons. Les horizons A sont fréquemment subdivisés en 2 sous-horizons A11 et A12. Les horizons B1 ont de 30 à 50cm d'épaisseur et les horizons B2 plus de 100cm:

- On constate sur le terrain un gradient d'humidité assez net entre les horizons de surface (horizons A décrits secs) et les horizons de profondeur (B2 frais).

- Couleur : Ces sols sont à la fois très rouges et très sombres (couleurs en humide)

	Value	Chroma
A1.	2 - 3	2
B1	3	3 - 4
B2	3	5 - 6

La teinte des horizons A est généralement de 5 YR, celles du B1 et du B2 respectivement de 2,5 YR et 2,5 YR ou 10 R. La poudre sèche, plus jaune, présente généralement une planche ou 2 de différence de teinte avec celle de l'échantillon sec, et son chroma est de 1 ou 2 degrés plus élevé.

La coloration des horizons est homogène. Parfois on constate dans l'horizon B1, la présence de taches plus sombres, associées à des vides, à limites nettes, à contraste variable, moins cohérentes que la matrice d'emballage, développées à l'emplacement de racines mortes.

- La matière organique est non directement décelable, sinon par quelques débris organiques laissés par les cultures. Les teneurs sont évaluées, sur le terrain, pour l'ensemble des 11 profils décrits, à plus de 8 % entre 0 et 10cm, à plus de 3 % jusqu'à 50cm.

- Dans l'horizon B2 s'individualisent parfois des éléments à oxydes et/ou hydroxydes, ferrugineux ou manganésifères, en taches ou en nodules de friabilité variable.

- Ces sols typiques sont caractérisés par l'absence d'éléments grossiers.

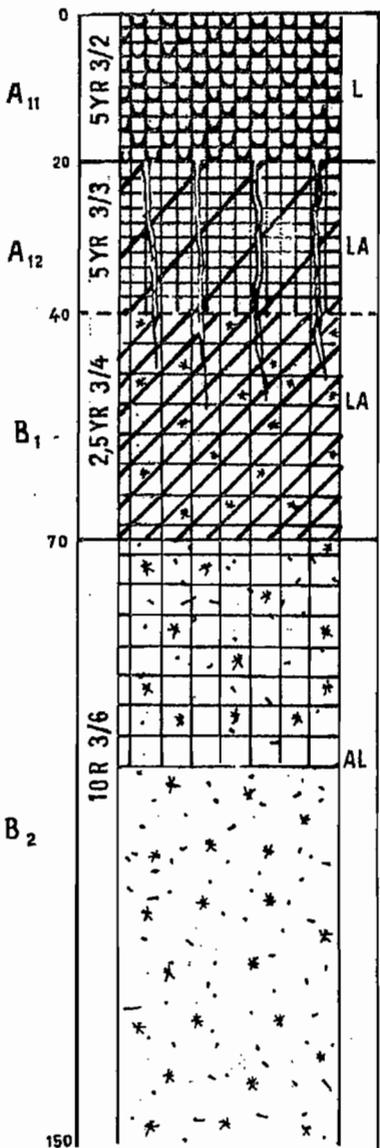
- La texture notée sur le terrain est limono-argileuse dans les horizons A, argilo-sableuse à argilo-limoneuse dans les horizons B de certains sols. Très peu de sables grossiers quartzeux sont observés. Les éléments des fractions granulométriques grossières (taille des sables), très rouges, ne résistent pas à la pression entre deux ongles. L'observation à la loupe binoculaire met en évidence des pseudo-particules, petits agglomérats mamelonnés ou arrondis s'individualisant lors de l'humectation d'une motte.

Outre ces éléments très fins, on observe des noyaux argileux, plus irréguliers, cohérents, à pâte très serrée et plus brune que celle de la matrice environnante. On constate leur disparition progressive en profondeur, dans certains profils plus profonds (2,50m).

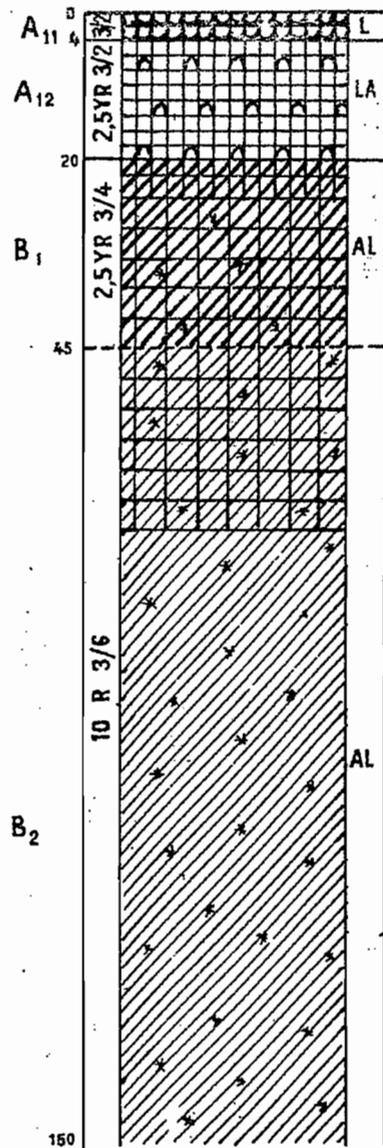
- La structure : la structure visible sur le terrain est à la fois variée dans sa nature et dans la taille des éléments qui la composent. Ses éléments vont des pseudo-particules millimétriques, agrégats les plus fins et les plus répandus, aux prismes décimétriques dus à un "effet de talus".

SOLS FERRALLITIQUES
SOLS TYPIQUES MODAUX

(cf. légende planche 40)

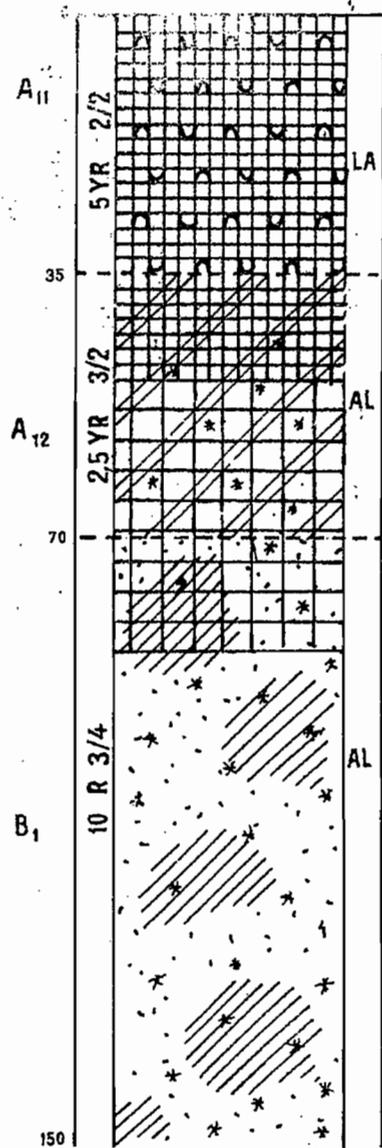


BAM 9

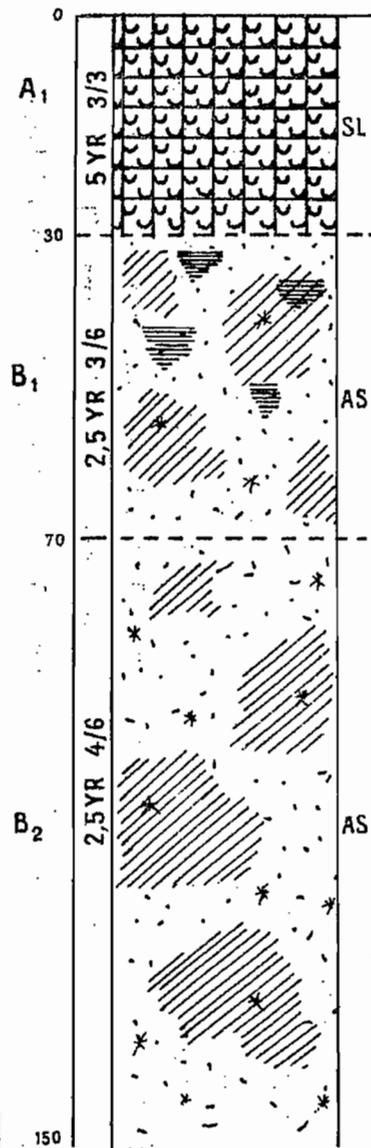


BAM 13

Sols sur basalte
(faciès humique)



BAM 23



BAM 17

Sol sur granite

La structure proprement dite est dans ces sols grumeleuse et polyédrique sub-anguleuse fine à très fine, généralisée, nette, dans les horizons A. Elle passe à une structure polyédrique, en perdant sa netteté, dans les horizons B : d'abord polyédrique grossière dans l'horizon B1 (ou même dans un horizon A12 peu travaillé par les instruments aratoires), elle devient progressivement moyenne puis fine tout en se juxtaposant à une structure massive à éclats anguleux. Elle prend donc un aspect fondu en profondeur. Remarquons que l'élément de référence dans l'appréciation de l'évolution de cette structure avec la profondeur est l'agrégat polyédrique des horizons B1. Si cet élément avait été une pseudo-particule (constituant élémentaire d'une sous-structure, nette, grumeleuse très fine, dans l'horizon B1), on constaterait une relative constance des descripteurs de la structure en fonction de la profondeur. Tout dépend de l'échelle à laquelle on se place. Cette confusion naît de ce que les pseudo-particules sont considérées à la fois comme éléments texturaux et comme éléments structuraux.

Lorsque la partie supérieure est sèche, une sur-structure prismatique débute directement sous l'horizon A travaillé (tout ou partie de A1). D'abord peu développée (largeur des fentes verticales, taille des prismes) dans les horizons riches en matière organique, elle devient très nette à moyenne profondeur (horizon B1) les prismes augmentant de taille, puis disparaît en profondeur à mesure que l'humidité croît. Les fentes peuvent avoir 2 à 3 cm de largeur. Les prismes, pouvant déborder de plusieurs centimètres le plan de coupe, peuvent atteindre des dimensions de 40 x 30 x 100 cm. Des plans de discontinuités horizontaux existent mais sont moins visibles. Certaines de ces fissures parcourues par un chevelu dense, semblent pré-exister dans le sol. D'autres sont probablement dues à de fortes pressions exercées par de grosses racines.

L'horizon de consistance, observé dans des sols du même type dans l'ADAMAOUA (HUMBEL 1967) est plus rarement noté dans cette région et présente en tout cas des caractéristiques moins nettes. C'est un horizon légèrement plus soncre, un peu plus consistant que les horizons sus et sous-jacents (agrégats peu friables), et qui apparaît plus profondément (vers 80 cm) que dans l'ADAMAOUA. Ses transi-

tions avec les horizons voisins sont diffuses.

- Porosité des horizons : Le volume des vides entre agrégats est important si l'on considère que les pseudo-particules sont les agrégats élémentaires. Les horizons A travaillés par l'homme perdent leur cohésion et deviennent fréquemment boullants. Les horizons B1 sont meubles et présentent des nuances dans la cohésion (horizon de consistance). Une certaine compacité (cohésion + consistance) a été notée dans les horizons B2 de nombreux profils. Ce phénomène n'a pas été expliqué. Les fentes de retrait, à l'état sec accroissent la porosité. Des pores tubulaires très nombreux sont visibles dans tout le profil.

- Consistance : Le matériau est à consistance semi-rigide. Très friables (état frais ou légèrement humide) ou très fragiles (état sec) dans les horizons A, les agrégats sont très friables ou peu fragiles dans les horizons B1 ou B2 meubles, peu ou non friables dans les horizons B2 cohérents.

- Enracinement : Un chevelu racinaire très dense se développe dans les horizons A. Il assure souvent la cohésion des horizons boullants : agrégats s'égrenant le long des radicelles fines. Les racines pénètrent bien et sont régulièrement réparties dans la masse du profil. Le chevelu racinaire n'est dense que dans les premiers 50 centimètres. En fait si l'on constate sous-savane boisée ou forêt une division du domaine racinaire en 2 niveaux assez nets, on observe sous-savane arbustive un réseau plus uniformément réparti en profondeur.

- Activité de la faune : Dans ces sols situés à moyenne altitude (1200 - 1500m), l'activité des termites est développée. On leur attribue parfois une partie des pseudo-particules.

- Transitions : Généralement distinctes entre les horizons A et B elles sont diffuses en profondeur. Certaines transitions nettes peuvent être notées : de teinte notamment mais aussi de structure, cohésion entre un horizon A11 très travaillé et un horizon A12 peu perturbé. Mais dans l'ensemble, quelle que soit la netteté des transitions, on n'observe aucune discontinuité majeure dans la variation des propriétés de ces sols en fonction de la profondeur.

Nous avons intentionnellement insisté sur la morphologie de ces sols parce qu'ils sont généralement considérés comme sols ferrallitiques de référence. De ce fait, un certain nombre des caractéristiques des autres sols seront appréciées relativement aux leurs, ce qui allégera d'autant certaines des descriptions suivantes, et permettra une meilleure confrontation des données.

311.2 - Caractères analytiques.

- Absence de refus,
- La teneur en argile varie notablement d'un horizon à l'autre et dans plusieurs analyses successives d'un même prélèvement, alors que la somme limon fin plus argile reste relativement constante d'un horizon à l'autre ou d'une analyse à l'autre. Sa valeur est d'environ 70 %. Elle chute assez brutalement dans l'horizon B2 noté cohérent et peu ou non friable de 4 profils, alors que le pourcentage de sables grossiers augmente. L'observation de ces sables à la loupe binoculaire révèle qu'il s'agit surtout de pseudo-particules. Il existerait donc un accroissement de la stabilité des pseudo-particules grossières (taille des sables) avec la profondeur, accroissement corrélatif à (ou cause d' ?) une augmentation de compacité.

La teneur en sables grossiers quartzeux, obtenue après écrasement des pseudo-particules, atteint à peine 5 %.

- Les taux de matière organique sont relativement élevés bien que ces sols aient été classés typiques modaux. Ce problème sera débattu ultérieurement. Le taux de 8 à 12 % relevé dans les 10 premiers centimètres, tombe à 5 - 9 % à 20cm et atteint encore 1 à 2 % vers 1m. Mais les variations d'un profil à l'autre sont fortes dans les 30 premiers centimètres.

Les réserves azotées sont relativement modérées : 2 - 4 ‰ à 20cm, 0,5 - 0,7 ‰ à 1m. Un C/N assez élevé (18 à 22) traduit une minéralisation lente.

Le taux de carbone humifié varie de 28 à 35 %. Les acides humiques dominant AF/AH ~~#~~ 0,8.

- Le pH très bas en surface (< 5) croît avec la profondeur pour atteindre des valeurs supérieures à 5,5 au-delà de 1m.

L'écart entre pH eau et pH KCl est de 1 unité au maximum et diminue en profondeur pour n'atteindre souvent que 0,2 unité. Ce phénomène pourrait traduire une faible acidité due aux ions Al^{3+} . Mais rappelons que les prélèvements ont été effectués en fin de saison sèche.

- La somme des cations échangeables, inférieure à 0,3 mé/100g dans l'horizon B2, n'atteint 1 mé/100g en surface que dans un seul profil. Les taux relativement élevés de matière organique engendrent une capacité d'échange moyenne dans les 30 premiers centimètres (15 à 25 mé/100g). Celle-ci est encore de 5 à 10 mé/100g à 1m. Le taux de saturation très bas est généralement inférieur à 5 %, quelle que soit la profondeur. On constate un relatif équilibre entre les teneurs en Ca, Mg et K avec Mg/K généralement inférieur à 5.

- Les teneurs en cations totaux sont elles-mêmes peu élevées puisqu'elles ne dépassent pas 3 et 7 mé/100g dans l'horizon B2 de 2 profils.

- Les teneurs en phosphore total sont moyennes (0,5 à 1,5‰) mais l'assimilabilité de ce phosphore semble réduite.

- A l'attaque triacide, un résidu de 15 %, un taux de silice de 11 - 12 % et un taux d'alumine de 28 à 35 % peuvent être considérés comme des indices d'une ferrallitisation très poussée avec pour résultat probable une dominance de gibbsite parmi les minéraux secondaires.

- Un taux de fer total (triacide) très élevé (15 à 20 %) est caractéristique de ces sols sur basalte. Rappelons que d'après SEGALLEN (1967) il n'existerait pas de corrélation entre la couleur plus ou moins rouge des sols et leur teneur en fer total, mais que cette couleur serait liée à la présence de fer amorphe en quantité plus ou moins importante.

- La densité apparente de ces sols est faible (elle varie de 0,8 en surface à 1,3 - 1,5 dans le B2). Leur porosité calculée est très élevée puisqu'elle dépasse souvent 50 %. Ces sols sont d'autre part très perméables en surface.

311.3 - Incidences agronomiques.

Profonds, sans discontinuités, sans éléments grossiers ces sols ne font pas obstacle à un bon enracinement.

Il est remarquable de constater qu'en dépit d'une teneur en argile, ou en éléments fins, élevée (jusqu'à plus de 80 % d'argile après traitement de déferrification), qui en zone tempérée motiverait le qualificatif de "terres lourdes", ces sols, légers, friables ont une porosité et une perméabilité très élevées, une bonne capacité de rétention pour l'eau et s'humectent rapidement. Il faut certainement attribuer l'essentiel de ces qualités physiques à la présence des pseudo-particules, éléments structuraux de base qui font la grande originalité des sols de la région.

Mais un excès de porosité risque d'entraîner une dessiccation trop prononcée des horizons superficiels, en saison sèche.

La diminution de la stabilité des pseudo-sables en surface, la perte de cohésion des horizons trop travaillés, et l'extrême finesse de la structure des horizons A, contraignent à prendre des précautions à l'égard de l'érosion hydrique.

Ces sols aux propriétés physiques, dans l'ensemble très favorables, ont des propriétés chimiques assez médiocres : réserves minérales, cations échangeables, taux de saturation très faibles.

La matière organique accumulée est acide et pauvre en azote (pourcentage relatif). L'humification est moyenne. Ce sont autant de facteurs pouvant traduire un niveau de fertilité chimique assez bas, que compensent des teneurs relativement élevées de matière organique. Cette dernière reste le support essentiel de la fertilité chimique : sa capacité d'échange notamment permet seule une rétention convenable des cations libérés par un apport d'engrais.

En résumé ces sols présentent des propriétés mécaniques et physiques favorables et des propriétés chimiques médiocres. Ces dernières doivent pouvoir être améliorées à condition d'exploiter raisonnablement les possibilités offertes par un stock de matière orga-

nique assez important (fertilité potentielle).

311.4 - Pédogénèse - Classification.

Tous ces sols classés dans le sous-groupe modal du groupe typique s'avèrent être, à l'analyse, des sols humiques et parfois même humifères. N'ayant observé que trop peu de profils sous végétation naturelle (ces sols sont intensivement cultivés) nous n'avons pu vérifier la généralité de ces observations. D'autre part des sols identiques localisés entre 1200 et 1400m d'altitude, ont été classés typiques modaux dans des cartes voisines. Enfin le climat ne pouvait expliquer que partiellement cette accumulation organique puisque les sols typiques sur socle situés à la même altitude et dans des conditions topographiques similaires présentent des taux très bas de matière organique, même dans les horizons de surface (< 5 %).

Il semblerait par contre exister une corrélation entre le type de roche-mère, responsable de certaines caractéristiques des sols, et l'accumulation organique (cf. planche 23).

Mais à défaut de renseignements suffisants, soucieux d'une certaine homogénéité avec les cartes voisines, et conscients de l'influence prépondérante que peut exercer l'homme sur l'évolution des sols de la région, nous avons préféré ne signaler ce phénomène que dans le texte et ne pas le faire apparaître dans la légende de la carte.

311.5 - Répartition - Cartographie.

Ces sols se situent sur 2 types de paysage :

- Paysage largement ondulé ou plan dans la région de MANKON (bordure Nord de la carte),
- Paysage ondulé dans la région de NGEMBO (N.O de la carte).

Dans le premier cas il s'agit de sols développés sur des matériaux basaltiques peu érodés recouvrant presque entièrement de larges interfluves en pente faible, à proximité de petits cônes volcaniques.

Dans ce cas la couverture basaltique semble épaisse, le matériau est probablement en place et la contamination par des éléments issus du socle paraît très faible (peu de quartz dans les sols).

Dans le deuxième cas, les sols se situent plutôt au bas de pente d'interfluves encore larges mais à pentes plus fortes. Tous ces interfluves sont recouverts d'un manteau basaltique épais qui a imposé au réseau hydrographique un tracé caractéristique. Les sols de sommet d'interfluve et mi-pente supérieure apparaissent remaniés, il faut entendre par là qu'ils possèdent un horizon grossier développé, et ont une épaisseur moyenne, c'est-à-dire que l'horizon C apparaît généralement entre 1m et 1,50m, tandis que les sols de mi-pente inférieure profonds ne présentent pas d'horizon grossier. Cette observation appelle 2 interprétations :

1° Les sols de bas de pente se sont développés aux dépens de matériaux plus ou moins colluvionnés;

2° Si la région est considérée comme un milieu ouvert dans lequel les phénomènes d'érosion l'emportent sur les phénomènes de dépôt, ce colluvionnement de bas de pente pourrait signifier une décroissance de cette érosion sur le socle et les épanchements superficiels (ou stade de sénilité du cycle d'érosion ?). Alors qu'une érosion très active serait plutôt régressive et aurait pour premier effet de déblayer les bas de pente en faisant apparaître les horizons grossiers, l'érosion actuelle ne semble pas suffisamment vive pour dégager en bas de pente les matériaux accumulés par l'érosion en nappe.

Il est possible que corrélativement à ce colluvionnement les sols présentent des teneurs en matière organique plus élevées ou tout au moins une incorporation organique plus profonde. Ce fait n'a pu être vérifié. Notons l'absence de stratification dans le matériau et la différenciation des sols classés sans ambiguïté parmi les sols typiques.

Si les sols du premier paysage occupent des surfaces suffisantes pour être cartographiés, les sols du second paysage ne sont représentés en unités simples qu'en 6 ou 7 endroits où les interfluves apparaissent plus larges, les dénivelées plus faibles et les vallées

plus évasées. Mais il faut savoir que de tels sols profonds sont observés en bas de pente de la majorité des interfluves entièrement recouverts par un manteau basaltique.

En profondeur ces sols de bas de pente sont marqués par une hydromorphie temporaire et passent rapidement à des sols hydromorphes de faible extension.

Enfin il n'est pas apparu de différences morphologiques nettes entre ces deux types de sol qui justifieraient la scission de cette famille en deux unités.

311.6 - Utilisation actuelle.

Il est assez remarquable de constater que tous les sols sur basalte de la région de MANKON, et en particulier les sols typiques qui font l'objet de ce paragraphe, portent essentiellement des plantations de caféiers sous ombrage, et que la limite de l'aire d'extension de ces cultures dominantes correspond assez exactement à celle du recouvrement basaltique. Si l'existence de 2 routes explique en partie cet état de fait il n'en reste pas moins vrai que les sols sur socle, voisins de ces mêmes axes, moins profonds et caillouteux, ne sont plantés que de cultures vivrières à enracinement peu profond. Il faut voir là à la fois une certaine sagesse des agriculteurs locaux et un indice prouvant que la fertilité potentielle peut être très variable d'un type de sol à l'autre.

Les sols typiques de bas de pente du Nord-Ouest, zone de colonisation plus récente, portent des cultures vivrières, les sommets d'interfluves restant couverts de savane arbustive.

Le long de la route SANTA-BAMENDA des sols humiques sur trachyte (et basalte ?), sont associés à des sols faiblement rajeunis. Ils sont entièrement cultivés et portent de nombreuses plantations de caféiers sans ombrage associées à des cultures vivrières.

31.2 - Sols sur granites : (cf. planches 20 et 21).

Plusieurs faciès de granites, groupés sur l'esquisse géologique sous le nom de granite monzonitique, peuvent être à l'origine de ces sols mais n'ont que peu d'influence sur leur morphologie d'ensemble. L'étude de ces sols sera menée comparativement à celle des sols sur roches volcaniques.

312.1 - Morphologie : exemples BAM 17 - BAM 21.

- La succession des horizons dans la partie supérieure du solum (jusqu'à 150cm) est encore du type A1 B1 B2. L'épaisseur moyenne de ces horizons est du même ordre de grandeur lorsque ces sols sont cultivés, mais sous végétation naturelle l'horizon A1 est moins épais et l'horizon B1 moins marqué que dans les sols sur basalte. Ces horizons ont dans l'ensemble des couleurs plus vives et des chroma plus élevés.

	épaisseur cm	value	chroma
A1	15-40	3	(2)-3
B1	30-40	3	4-6
B2	100	4	6-8

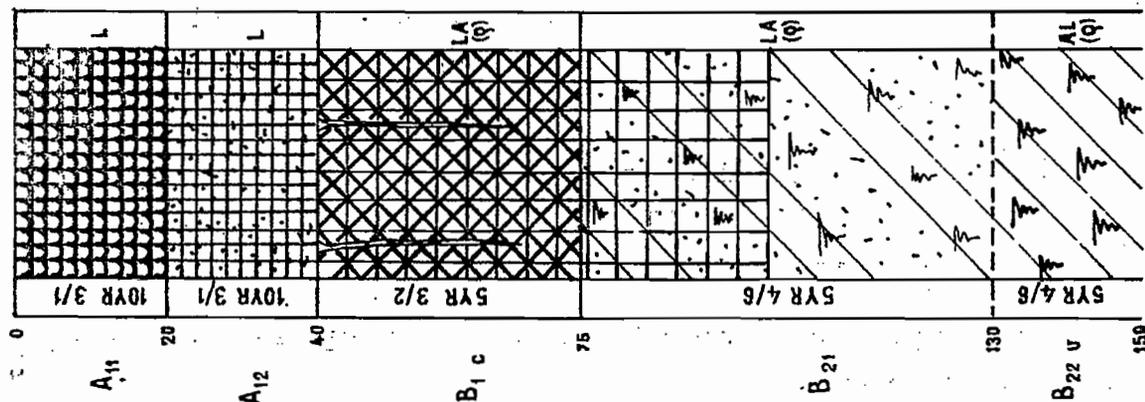
Ces sols sont d'autre part moins rouges : les horizons B2 les plus rouges ont une teinte de 2,5 YR (10 R fréquents dans les sols sur basalte). Les différences de couleur entre poudre sèche et humide sont moins nettes.

- Les teneurs en matière organique évaluées sur le terrain sont plus faibles que celles des sols précédents. Mais cette appréciation sous-estime largement les différences révélées par l'analyse (voir plus loin).

- Sur le terrain la texture des horizons B est plus souvent notée argilo-sableuse. Elle se distingue par une abondance de sables grossiers quartzeux. Bien que variant quantitativement d'un profil à l'autre, les pseudo-sables observables sont dans l'ensemble moins nombreux que dans les sols sur roches volcaniques.

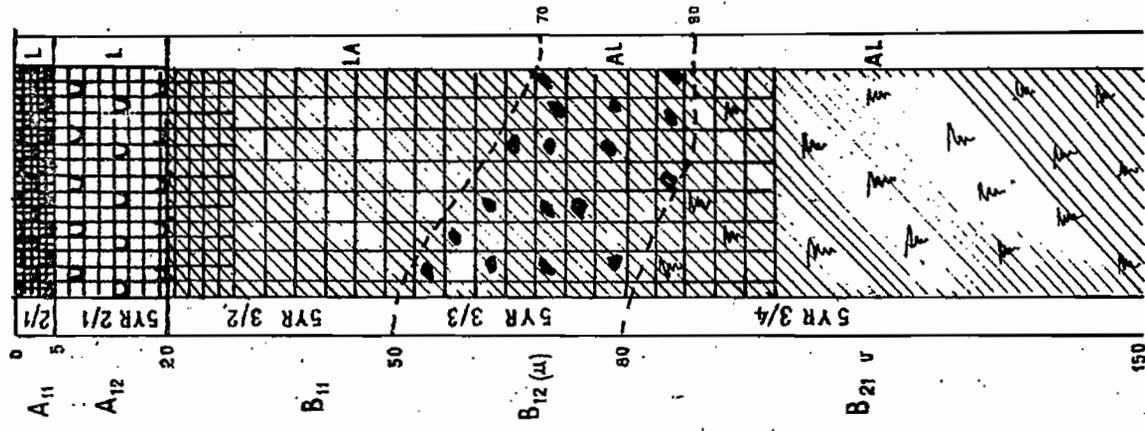
SOLS FERRALLITIQUES SOLS TYPIQUES MODAUX ET HYDROMORPHES

(cf. légende planche 40)



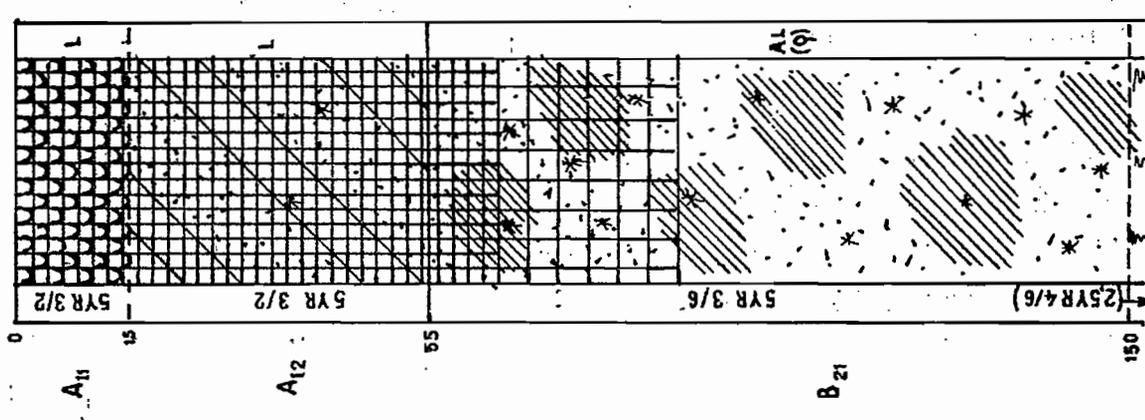
BAM 18

Sur granite



BAM 6

Sur colluvions indifférenciées



BAM 21

sur matériau complexe (granite + basalte)

SOLS HYDROMORPHES

SOL MODAL

Les "noyaux argileux" sont moins fréquents.

- Les structures sont du même type que celles des sols précédents mais la micro-structure due aux pseudo-particules est moins développée, la structure proprement dite apparaît plus massive en fonction de la profondeur, et ce d'autant plus, semble-t-il, que le taux de sable grossier augmente, et qu'aucun effet de talus ne s'est manifesté.

- La porosité tubulaire est très développée. Les horizons sont meubles. Nous n'avons pas décrit d'horizon compact ou d'horizon de consistance.

- Tous les horizons décrits étaient fragiles ou très friables. Il semble donc que dans l'ensemble ces sols soient moins consistants que les précédents.

- Les racines pénètrent bien la masse du profil et présentent une répartition homogène.

- Une transition distincte de teinte est assez souvent notée entre les horizons A et les horizons B; les transitions sont généralement graduelles ou diffuses entre les autres horizons et pour les autres caractères.

312.2 - Caractères analytiques.

- Le taux d'argile plus limon^{fin} est moins élevé que dans les sols sur roches volcaniques : 40 à 50 % au lieu de 70 %. Un appauvrissement en argile affecte plus ou moins les horizons supérieurs. La stabilité des pseudo-sables étant plus grande en profondeur il est probable qu'après un traitement dispersant efficace l'indice d'appauvrissement soit plus élevé que ce qu'il paraît à première vue. La teneur en sables grossiers quartzeux peut atteindre 20 % au lieu de 5 % dans les sols sur basalte.

- Les taux de matière organique sont généralement bas : 5 % dans les 20 premiers centimètres, 1 - 2 % jusqu'à 50cm, ~~1~~ 1 % à 1m. Le profil BAM 21 reproduit en annexe fait exception et semble s'être développé dans un matériau complexe (basalte + granite) plus ou moins colluvionné.

Le taux d'azote de 1 à 3 ‰ de 0 à 20cm, n'atteint plus qu'une moyenne de 0,3 ‰ à 1m.

Les C/N sont encore élevés en surface (18 à 22), mais avoisinent 10 au-delà de 1m.

- Le pH des sols analysés est plus élevé que celui des sols précédents (5,3 dans tout le profil) et croît assez nettement en profondeur (>6 vers 150cm).

- La somme des bases échangeables est à peine plus élevée : 1 - 3 mé/100g entre 0 et 20cm et fréquemment inférieure à 0,5 mé/100g dans le B2. La capacité d'échange est plus faible en surface (10 - 15 mé/100g) en raison des teneurs en matière organique plus réduites. Sous savane elle se maintient en profondeur : 5 à 10 mé/100g à 100cm. Le taux de saturation plus élevé atteint fréquemment 10 %. Ca et Mg sont dominants. En fait, et davantage que sur les sols sur basalte relativement homogènes, ces valeurs moyennes sont données à titre indicatif, car elles peuvent subir des variations absolues assez importantes suivant les caractéristiques du granite. Mais comme ces variations portent sur de faibles quantités, le potentiel de fertilité chimique fluctue assez peu dans son ensemble d'un profil à l'autre.

- La somme des cations totaux est inférieure à 5 mé/100g à 150cm.

- Les teneurs en phosphore total sont faibles : généralement ≤ 1 ‰ dans tout le profil.

- Le résidu de l'attaque triacide supérieur à 20 % et atteignant parfois 40 %, témoigne du pourcentage élevé de quartz. Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \ll 1$ atteste une ferrallitisation très nette.

- Le taux de fer total peut n'atteindre que 5 - 6 % sur granites leucocrates. Sur granites mésocrates et matériaux contaminés par du basalte, ce taux est plutôt voisin de 10 - 12 %.

- La densité apparente de ces sols (en sec) est voisine de 1,2 dans les horizons B et ne décroît que dans les 30 premiers centimètres ($d = 0,9$ à 1,1).

312.3 - Incidences agronomiques.

Ces sols ont donc des caractéristiques proches de celles des sols précédents. Leurs propriétés sont, dans l'ensemble, à peine moins favorables. Nous rappellerons uniquement des taux inférieurs en argile et en matière organique dans les sols typiques sur granite. Si cette nuance peut modifier la fertilité potentielle, elle ne semble pas trop affecter la fertilité actuelle, ces différences paraissant en partie compensées par des propriétés chimiques légèrement meilleures (pH, BE, V).

En résumé si les possibilités d'utilisation de ces sols sont à peu près identiques à celles des sols sur basalte nous accorderons un léger avantage à ces derniers.

312.4 - Pédogénèse - Classification.

- Nous n'avons pas tenu compte dans la classification de ces sols du léger appauvrissement et ce pour différentes raisons :

- cet appauvrissement n'est pas morphologiquement marqué;
- il ne semble pas affecter les propriétés de ces sols;
- il est variable d'un profil à l'autre;
- il est fonction de la dispersabilité des pseudo-particules;

• Il semble tributaire des façons culturales (homogénéisation, dégradation de la structure), des phénomènes d'érosion et de colluvionnement (actifs dans la région), donc d'agents modifiant l'organisation et la dynamique des horizons supérieurs. De ce fait il pourrait être noté au niveau de la phase mais cette unité n'a pas été inventoriée.

- Nous n'avons pas mentionné d'autre part le phénomène d'hydromorphie pouvant apparaître au-delà de 150cm dans les sols de bas de pente (BAM 17. cf. paragraphe 312.5).

312.5 - Répartition - Cartographie.

Comme les sols précédents ils se situent sur 2 types de paysages:

- Paysage largement ondulé, à l'Est de MANKON : les larges interfluves sont entièrement couverts de sols typiques sur granite. Par endroits émerge une colline haute portant des sols ^{peu} épais, riches en éléments grossiers. La forme du réseau hydrographique laisse supposer que toute cette région était recouverte d'un manteau volcanique, qui a imposé un certain modelé avant d'être entièrement démantelé par l'érosion. Les sols précédents de la région de MANKON se seraient développés sur un reliquat de ce manteau. Il est possible qu'il subsiste quelques calottes basaltiques non cartographiées au sommet des collines. Ce qui expliquerait que les sols de la région (BAM 21) aient des caractéristiques intermédiaires entre celles des sols sur basalte, et celles des sols situés sans ambiguïté sur socle (BAM 17) : ces sols sont notamment plus rouges, moins quartzeux, à pseudo-sables plus abondants, à taux de matière organique et de fer plus élevés, que les sols typiquement sur socle.

On aurait pu créer pour ces sols une famille de sols sur matériau complexe issu de granite et de basalte, mais il ne nous a pas paru nécessaire de signaler cette nuance dans la légende de la carte pédologique.

- Paysage ondulé caractéristique, sur socle, à l'Ouest de BAMBENDA : Les sols typiques occupent les bas de pente, les sols de haut de pente et de sommet ayant été classés remaniés parce que présentant un horizon grossier. Il est probable qu'il s'agisse de sols sur colluvions, mais comme dans les sols sur basalte à position topographique identique, la nature colluviale du matériau n'apparaît pas. Occupant des surfaces encore plus réduites que les sols de bas de pente sur basalte (vallonnement plus prononcé, pentes plus fortes limitant l'extension du colluvionnement) ces sols n'ont été cartographiés qu'en 4 ou 5 points. Il faut cependant insister sur le fait que presque tous les interfluves sur socle présentent de tels sols en bas de pente.

312.6 - Utilisation actuelle.

Alors que les sols typiques sur basalte sont dans l'ensemble intensivement cultivés, il existe encore de grandes surfaces de sols typiques sur granite recouverts de savane arbustive.

Mais dans les zones très remaniées, l'agriculteur Bamiléké semble avoir préféré les sols de bas de pente, sans éléments grossiers, aux sols caillouteux de haut de pente. La proximité (aléatoire) de l'eau n'est pas seule à expliquer ce choix.

32 - SOLS TYPIQUES HYDROMORPHES.

32.1 - Sols sur colluvions indifférenciées : (cf. planche 21).

Il s'agit de sols différenciés à partir de matériaux d'origine volcanique ou issus du socle.

Nous venons de voir que la différenciation des profils ne laissait pas apparaître la nature probablement colluviale du matériau originel d'un certain nombre des sols typiques de bas de pente. C'est pourquoi nous les avons rangés dans les mêmes familles que les sols de haut de pente. De même l'apparition de phénomènes d'hydromorphie à plus de 150cm n'a pas été mentionnée dans leur classification, le modelé ne permettant qu'une très faible extension de sols qu'on aurait pu classer dans un sous-groupe hydromorphe.

Par contre un certain nombre de caractéristiques morphologiques et physico-chimiques, et la position topographique des sols analysés ici ne font guère de doute sur la nature du matériau originel et l'extension du phénomène d'hydromorphie.

321.1 - Morphologie : exemple BAM 6.

- Ces sols profonds présentent une succession d'horizons du type A11 A12 B1 B2.

- Un gradient d'humidité assez net est observé, en saison sèche, entre les horizons superficiels et les horizons marqués par l'hydromorphie.

- Les couleurs sont plutôt brunes (5 YR dans le B2), sombres (chroma de 4 dans le B2) et pâles (value 3 au maximum).

- Les teneurs en matière organique non directement décelable sont estimées à plus de 5 % dans les 20 premiers centimètres, à plus de 2 % jusqu'à un mètre, et sont suffisantes pour marquer la couleur des horizons B2 jusqu'à plus de 150cm.

- Parfois des graviers peu abondants sont observés épars, à des profondeurs variables.

- La texture limoneuse en surface apparaît limono-argileuse puis argilo-limoneuse en profondeur. Les pseudo-sables semblent moins abondants ou en tout cas s'écrasent plus facilement que ceux des sols typiques.

- La structure, nette, généralisée, grumeleuse fine et très fine dans les horizons A, devient peu nette polyédrique fine, généralisée ou associée à une structure massive dans les horizons B. La micro-structure qui résulte de la formation de pseudo-particules est moins apparente que dans les sols précédents. Par contre la sur-structure prismatique, caractéristique des sols sur basalte, et liée au dessèchement du front de coupe, est très nette.

- Ces sols sont très meubles. Un excès de travail du sol aboutit généralement à une perte de cohésion totale des horizons A travaillés : ainsi les horizons A (0 - 20cm) de BAM 6, bouillants, s'excaient-ils lors du creusement de la fosse. Ces horizons avaient été réduits à l'état de poudre.

- Ces sols sont poreux.

- Les agrégats sont très fragiles ou très friables. La consistance croît cependant en profondeur, peut-être par effet de tassement.

- Le chevelu racinaire, dense, est particulièrement développé sous culture, dans les horizons A travaillés, mais l'ensemble du système racinaire pénètre bien la masse du profil.

- L'hydromorphie marque la base de certains profils par des taches, millimétriques, irrégulières, rougeâtres, sans relations visibles avec les autres caractères, aussi cohérentes que la matrice environnante.

- A l'exception d'une transition nette de structure, cohésion, consistance entre des horizons A travaillés et les horizons sous-jacents, les limites entre horizons sont diffuses pour tout les caractères.

321.2 - Caractères analytiques.

Ces commentaires sont basés sur les résultats d'analyse de BAM 6, seul profil prélevé, mais dont la morphologie est très représentative des sols de cette unité.

- L'analyse granulométrique confirme le test de terrain à savoir que le taux de limon fin plus argile est élevé ($> 60\%$) et que les pourcentages des deux fractions sont équivalents. Le taux de sables grossiers est par contre bas mais assez variable d'un prélèvement à l'autre. Ce fait peut aussi bien traduire une différence de dispersabilité des pseudo-particules dans un matériau homogène, qu'être le dernier témoin d'un classement granulométrique pré-existant dans un matériau mis en place au cours de plusieurs phases de colluvionnement.

- Les teneurs en matière organique sont fortes :

Plus de 8% dans les 20 premiers centimètres.

Encore 2% à 1 m.

0,5% à 3 m.

- Les taux d'azote sont corrélativement élevés :

Plus de 2‰ entre 0 et 20 cm.

Encore 1‰ à 1 m.

0,5‰ à 3 m.

Si le C/N est élevé en surface il décroît assez régulièrement en profondeur et est inférieur à 15 dès 50 cm.

- Le pH voisin de 5,5 en surface croît assez peu avec la profondeur (0,2 à 0,3 unité).

- Ces sols fortement désaturés ont une somme de bases échangeables très faible (elle est inférieure à 1 mé/100g dès 20cm) alors que, en accord avec des teneurs élevées en matière organique, la capacité d'échange se maintient à un niveau moyen (25 mé/100g entre 0 et 20cm, 10 à 20 mé/100g jusqu'à plus de 2m). Le taux de saturation est donc bas ($V < 10\%$).

- Les réserves en phosphore total sont satisfaisantes (1 à 3°/oo entre 0 et 50cm), mais nous n'avons aucune donnée sur l'assimilabilité de ce phosphore.

- Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,2$ et l'absence de minéraux altérables dans le B2 confirment la nature ferrallitique du matériau. Les pourcentages relatifs de résidu, de silice et d'alumine, ^{sont} fonctions de l'origine du colluvionnement (socle, basalte et trachyte). De même les taux de fer total peuvent varier, mais sont assez élevés en raison de la contamination par des matériaux d'origine basaltique.

- La somme des cations totaux voisins de 10 mé/100g entre 50cm et 3m, est moyenne, mais on constate un déséquilibre net en faveur de Mg. Par contre parmi les éléments échangeables on note : $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{Na}$. Mais tous ces résultats sont supposés varier considérablement suivant l'origine des colluvions.

321.3 - Incidences agronomiques.

Ces sols ont des caractéristiques intermédiaires entre (ou communes avec) les sols peu évolués d'apport colluvial, humifères, et les sols typiques modaux (faciès humique) sur basalte (cf. tableau 3 - et paragraphes précédents).

Ils ont l'avantage d'être situés en position topographique basse, dans des vallées à fond presque plat (pente $< 5\%$), et suffisamment larges pour être cartographiées.

L'hydromorphie de profondeur peut affecter certaines cultures à enracinement profond, mais elle permet le maintien à un niveau convenable (par capillarité) d'une réserve d'eau facilement utilisable entre 50 et 150cm, et limite les effets néfastes de l'assèchement que favorise une forte porosité.

Tableau 3
COMPARAISON DE QUELQUES CARACTERISTIQUES
DE SOLS (entre 0 et 150cm)

		SOL PEU EVOLUE D'APPORT COLLUVIAL HUMIFERE, sur MATE- RIAU FERRALLITIQUE	SOL TYPIQUE (HYDROMORPHE) sur COLLUVIONS INDIFFERENCIEES	SOL TYPIQUE MODAL (faciès humique) sur BASALTE
COULEUR	teinte	5 YR (0-150cm)	5 YR (0-150cm)	5YR(0- 50cm) 2,5YR 10 R(50-150cm)
	chroma	1 → 2,3	1 → 4	2 → 5,6
	value	2 → 3	2 → 3	2 → 3
TEXTURE (moyennes analytiques)		A = 15-20 % LF = 40-50 % SG = 10 % (A+LF = 60-70 %)	A = 30 % LF = 30 % SG = 10 % (A+LF = 60-70 %)	A = 30-50 % LF = 15-25 % SG = 15-25 % (A+LF = 60-70 %)
STRUCTURE	p.d	grumeleuse + massive	grumeleuse + (polyédrique + massive	grumeleuse + (polyédrique + massive
	micro- structure (pseudo- particules)	peu nette	assez nette	nette
	sur-structure prismatique	-	+	+
POROSITE		++	++	+++
COHESION (surface profondeur)		boulant → meuble	boulant → meuble	meuble → cohrent
Consistance		très friable	très friable à friable	très friable à peu friable
Matière organique (0-20cm et 20-150cm)		< 15 % - < 3 %	< 8 % - < 2 %	5 % - < 1 %
Azote (0-20cm et 100cm)		< 3‰ - < 1-2‰	< 2‰ - < 1‰	2-4‰ - 0,5-0,5‰
CAPACITE D'ECHANGE (0-20cm et 150cm mé/100g		< 20 - < 10	< 20 - < 10	< 15 - < 5
CAT. ECHANGEABLES mé/100g		variable	< 1 dès 20cm	< 1 dès surface
pH		variable	> 5,5	5 → 5,5
PHOSPHORE TOTAL		1 à 3‰ jusqu'à 150cm	1 à 3‰ jusqu'à 50cm	0,5 à 1,5‰
BASES TOTALES (100-150cm) mé/100g		?	10 mé	7 mé

Donc, outre une forte désaturation dont les effets défavorables peuvent être compensés par une capacité d'échange moyenne, ces sols ont des caractéristiques dans l'ensemble assez favorable. Une bonne utilisation de leurs potentialités suppose cependant un contrôle du niveau de la nappe phréatique.

En résumé ces sols sont parmi les meilleurs de la région.

321.4 - Pédogénèse - Classification.

La pédogénèse des sols voisins, humifères, situés sur pentes fortes, et la nature des matériaux colluvionnés issus essentiellement de leurs horizons superficiels, expliquent l'accumulation organique à la fois importante et profonde.

Il est tentant de classer ces sols dans un groupe humifère mais :

- Nous avons séparé les sols humifères des autres sols en fonction d'une zonalité climatique (voir précédemment). Or les sols que nous étudions sont situés à moins de 1500m.

- D'autres sols situés à plus faible altitude (1250m) que le profil de référence BAM 6 (1350m) semblent moins humifères.

- Cette accumulation dépend fortement de la nature du matériau et de son origine, critères de classification signalés au niveau de la famille. Ainsi les sols sur colluvions d'origine essentiellement volcanique sont plus humifères que ceux développés sur colluvions d'origine principalement granitique, de même que les sols sur basalte sont plus humifères que les sols sur granite, toutes conditions égales par ailleurs.

En définitive ces sols auraient pu être placés dans un sous-groupe mixte hydromorphe et humique si nous avons établi une distinction supplémentaire à propos des sols marqués par l'accumulation humifère.

- Ces "glacis" de colluvions étant en pente faible (quelques mètres de dénivellation entre l'amont et l'aval) il est bien évident que si l'hydromorphie apparaît dès 1m en aval, elle sera

beaucoup plus profonde en amont. L'unité ainsi cartographiée serait plutôt une association de sols typiques modaux et de sols typiques hydromorphes, dans laquelle ces sols hydromorphes occuperaient plus de 50 % de la surface.

- La nature ferrallitique du matériau ne fait aucun doute. Aucune discontinuité due à son mode de mise en place n'a été observé. Les profils sont bien différenciés et présentent, exception faite de quelques particularités, une succession d'horizons, caractéristique des sols ferrallitiques.

321.5 - Répartition - Cartographie.

Ces sols ont été cartographiés dans 3 vallées d'une largeur de 200 à 500m :

- Au S.E de BALI, vallée de la rivière MAFONGWE à proximité de BAFOCHU MBU (5°51' N - 10°04' E).

- Au N.E de BALI, vallée située le long de la route BALI - BAMENDA (5°55'30" N - 10°04'30" E).

- Au N.E de BAMENDA, entre BAFRENG et MANKON, (5°59' N - 10°10' E) vallée de la rivière MACHU.

Les colluvions de la première zone surtout d'origine volcanique, proviennent des pentes fortes de l'immense cratère égueulé de BALI NGEMBA. Celles de la deuxième zone essentiellement d'origine granitique, se sont accumulées dans un modelé mou. Enfin les colluvions de la troisième zone proviendraient, pour l'essentiel, du matériau basaltique qui recouvrait probablement les collines voisines situées sur socle.

Ces origines expliquent notamment la couleur très rouge et le caractère humifère des sols des première et troisième zones ou la nature plus quartzeuse des sables et la teinte plus jaune, des sols de la deuxième zone.

Lorsque ces colluvions recouvraient le cours supérieur de rivières actives (1ère et 3ème zones), des alluvions leur succèdent en aval.

D'autres taches plus réduites n'ont pas été signalées ou cartographiées.

321.6 - Utilisation actuelle.

Les trois zones que nous venons de citer sont intensivement cultivées. On y rencontre de rares habitations, entourées de quelques plantations de caféiers dans les parties hautes, mais surtout des cultures vivrières où domine le maïs. Le maraîchage est pratiqué localement, notamment dans la troisième zone.

32.2 - Sols sur granite : exemple BAM 18 (cf. planche 21).

Il s'agit peut-être de sols sur matériaux en place, mais plus probablement de sols sur matériaux en partie ou totalement colluvionnés. Quoi qu'il en soit, la nature colluviale n'influe en rien sur la morphologie des profils. Ces sols tapissent le fond de vallées larges, de 100 à 500m, suffisamment bien drainées pour^{que} l'hydromorphie ne marque que la partie inférieure des profils (centre de la carte), ou recouvrent des "glacis" en pente très faible et affectés par une hydromorphie remontante (angle N.O de la carte notamment).

Ces sols ont des caractéristiques morphologiques et chimiques proches de celles des sols typiques sur granite de bas de pente (type BAM 17). Il est possible qu'ils soient légèrement plus humifères comme l'indiquent les résultats d'analyse de BAM 18. Mais nous n'avons pu vérifier la généralité de ce caractère en raison essentiellement de l'occupation de ces sols par des cultures.

L'hydromorphie les affecte à des profondeurs variables, mais à moins de 2m dans plus de 50 % des surfaces cartographiées (estimation), l'échelle de la carte n'autorisant pas une plus grande précision dans la limitation de ces zones d'hydromorphie temporaire.

Cette hydromorphie est caractérisée par des taches rougeâtres, peu contrastées dans les horizons B2 très rouges, centimétriques, à limites nettes, irrégulières, aussi ou plus cohérentes que le reste de l'horizon. Les horizons concernés peuvent alors être plastiques et collants.

Comparativement aux sols typiques de bas de pente sur granite, ces sols ont l'avantage d'occuper des surfaces plus importantes à pente très faible, et d'être assurés d'une humidité convenable par remontée capillaire en saison sèche. Mais un contrôle de la nappe et de la limite supérieure de la zone d'hydromorphie temporaire est nécessaire.

Les sols des vallées localisées au centre de la carte sont encore peu colonisés. Les sols situés sur pentes faibles à l'Est de NGEMBO sont occupés, par une prairie hydrophile dans les zones à hydromorphie proche de la surface, par des cultures vivrières à mi-pente, et par quelques plantations de caféiers en haut de pente. Notons qu'en raison de la forte densité de population dans cette dernière zone, une extension des plantations de caféiers est à prévoir qui posera avec plus d'acuité, pour ces plantes à enracinement profond, le problème de l'hydromorphie.

4 - SOLS HUMIFERES : (cf. critères de classification paragraphe 22).

Nous les avons tous rangés dans un sous-groupe modal, l'existence d'un niveau grossier (remaniement) ou d'une faible épaisseur (rajeunissement) étant signalée au niveau du faciès.

4.1 - Sols sur trachyte, basalte et colluvions :
(non rajeunis-non remaniés)

41.1 - Morphologie : exemple BAM 34 (cf. planche 22).

Ces sols, très rouges, relativement profonds (solum > 150cm) ne contiennent pas d'éléments grossiers jusqu'à 150cm.

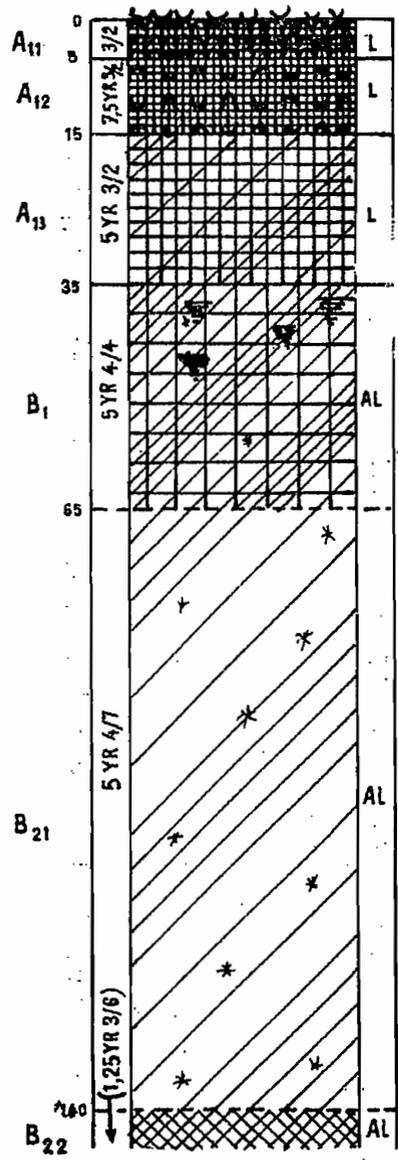
Les profils présentent, comme ceux des sols typiques, une succession d'horizons du type A1 B1 B2. Les horizons A1 et B1 sont d'épaisseur variable selon le type de végétation. L'horizon A1 est parfois subdivisé en A11 et A12, si, épais, il présente des variations morphologiques notables en fonction de la profondeur, ou s'il a été partiellement perturbé par une mise en culture. De même, en raison de la profondeur de pénétration de la matière organique, l'horizon B2 peut être marqué à sa partie supérieure (notée alors B21) par des taches sombres liées généralement à des vides.

Value et chroma sont généralement bas.

	épaisseur	teinte	value	chroma
A1	15-30	5 YR	2	2
B1	25-40	(5YR)-2,5 YR	3	(2)-3
B21	20-60	2,5 YR	3	4-6
B22	> 50	(2,5 YR)-10 R	3-(4)	6

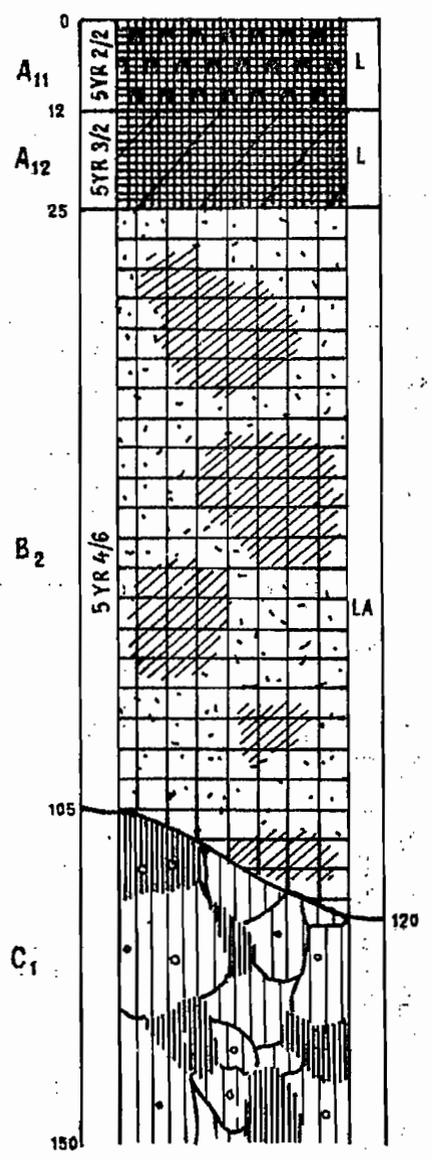
A l'exception de quelques taches possibles dans la partie supérieure de l'horizon B2, la coloration des horizons est homogène.

- La matière organique est généralement non directement décelable. Sous forêt cependant il est possible d'observer un horizon discontinu, de 1 à 2cm d'épaisseur, noté Ao, constitué



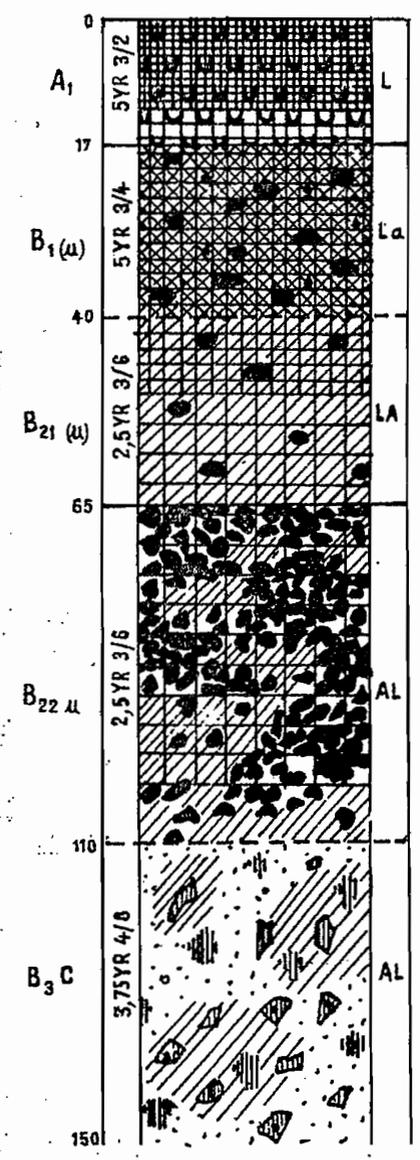
BAM 34

sur trachyte



BAM 35

SOL FAIBLEMENT RAJEUNI
sur trachyte
(horizons contrastés)



BAM 30

SOL FAIBLEMENT RAJEUNI ET REMANIÉ
sur trachyte
horizon grossier développé

(cf. légende planche 40)

SOLS HUMIFÈRES

SOLS FERRALITIQUES

de débris de feuilles décomposées, à structure reconnaissable.

Une évaluation, sur le terrain, des taux de matière organique donne des teneurs supérieures à 10 % dans les 10 premiers centimètres, supérieures à 5 % entre 10 et 30cm, et supérieures à 1 % jusqu'à 1m.

- Comme dans les sols typiques la texture est notée, sur le terrain, limoneuse à limono-argileuse en surface et argilo-limoneuse en profondeur. Elle témoigne de l'existence d'une fraction limoneuse importante. Une observation à la loupe laisse apparaître de nombreuses pseudo-particules. Quelques noyaux argileux ont été également décelés.

- La structure est très variée dans sa nature et dans la taille des éléments qui la composent. Dans un profil non perturbé, elle semble avoir pour facteurs de variations le taux de matière organique, l'activité biologique^{et} l'argilisation. Le profil BAM 34, situé sous forêt est représentatif du type d'organisation résultant de ces 3 facteurs :

. En surface un horizon A₀ peu épais, discontinu, riche en éléments organiques mal décomposés présente une structure grossièrement feuilletée.

. L'horizon sous-jacent A₁₁ (0 - 5cm) zone d'activité maximum de la faune, très riche en matière organique non directement décelable, est caractérisé par une structure nette, généralisée, à agrégats grenus, grumeleux ou polyédriques subanguleux de taille variable. Le volume des vides est très important entre agrégats. Cet horizon est souvent bouillant, sa cohésion étant assurée par un chevelu racinaire très dense.

. Il précède un horizon A₁₂ (5 - 15cm) dans lequel la faune semble moins active mais dont les caractères morphologiques sont liés à l'abondance de matière organique. La structure est encore nette, grumeleuse ou polyédrique subanguleuse, et présente une certaine homogénéité dans la taille des agrégats : structure généralement fine et très fine. Le volume des vides est encore important entre agrégats, mais il existe une certaine cohésion entre ces derniers (horizon meuble).

. Parfois on rencontre un horizon A13 (15-35cm) dont les caractéristiques morphologiques principales sont marquées par un effet de tassement et un taux de matière organique décroissant. Une structure peu développée, polyédrique fine à grossière semble liée au tassement. Le taux de matière organique décroissant semble expliquer une sous-structure grumeleuse très fine. Cet horizon est meuble.

. Dans les horizons sous-jacents le taux de matière organique est trop faible pour influencer sur la structure. Cette dernière est polyédrique fine à moyenne, à assemblage peu net, dans les horizons B1 et B2. Une observation fine, à la loupe met en évidence l'existence d'une micro-structure liée à la présence de pseudo-particules. La micro-structure est d'autant plus nette que les pseudo-particules sont grossières (taille supérieure ou égale à celle des sables grossiers). Ces horizons sont généralement meubles; mais on peut observer vers 1,50m - 2m une légère augmentation de la cohésion.

Parfois la structure a été notée massive à éclats anguleux.

En résumé quelle que soit la nature de la structure proprement dite, dont les caractères indiquent qu'elle est peu apparente, ces sols présentent dans tout leur profil une sous-structure ou micro-structure "grenue", très fine, due essentiellement à l'accumulation de la matière organique dans les horizons A et à la présence de pseudo-particules dans les horizons B :

- Le volume des vides entre agrégats est important dans tout le profil; facilement apprécié dans les horizons A à assemblage structural très net, il est plus difficile à évaluer dans les horizons B. La faible densité apparente, des horizons A notamment, témoigne à la fois de ce caractère et d'une forte porosité en général. Les pores tubulaires très fins et fins sont très nombreux.

- Le matériau est généralement très friable ou très fragile dans les horizons A, friable dans les horizons B, mais présente des nuances d'un profil à l'autre, car des horizons B très friables ont été rencontrés.

- La cohésion entre agrégats (estimée par une force de traction) et la consistance des agrégats (appréhendée par une force de pression) étant souvent de même grandeur faible, on éprouve souvent des difficultés à apprécier la structure.

- Les profils sont profondément pénétrés par un système racinaire exploitant régulièrement la masse des horizons. Les horizons humifères sont explorés par un chevelu racinaire très dense, qui assure la cohésion de certains horizons boullants.

- Les transitions entre horizons sont généralement diffuses. Elles peuvent cependant être distinctes de structure ou cohésion entre des sous-horizons A et distinctes de teinte entre les horizons A et B sous forêt. Mais cette netteté plus ou moins grande des passages entre horizons ne modifie en rien la pénétration racinaire.

La morphologie décrite ci-dessus est celle classiquement observée sous végétation naturelle, c'est-à-dire sous forêt dense humide de montagne. Mais comme nous l'avons signalé dans le chapitre sur la végétation, cette forêt ne couvre plus que les versants abrupts de deux reliefs volcaniques et a fait place à des formations secondaires (prairies - savanes) regressant elles-mêmes devant la mise en culture. Toutes ces perturbations écologiques ne vont pas sans entraîner parfois de profondes modifications dans la partie supérieure des profils. En particulier :

- Sous prairies :

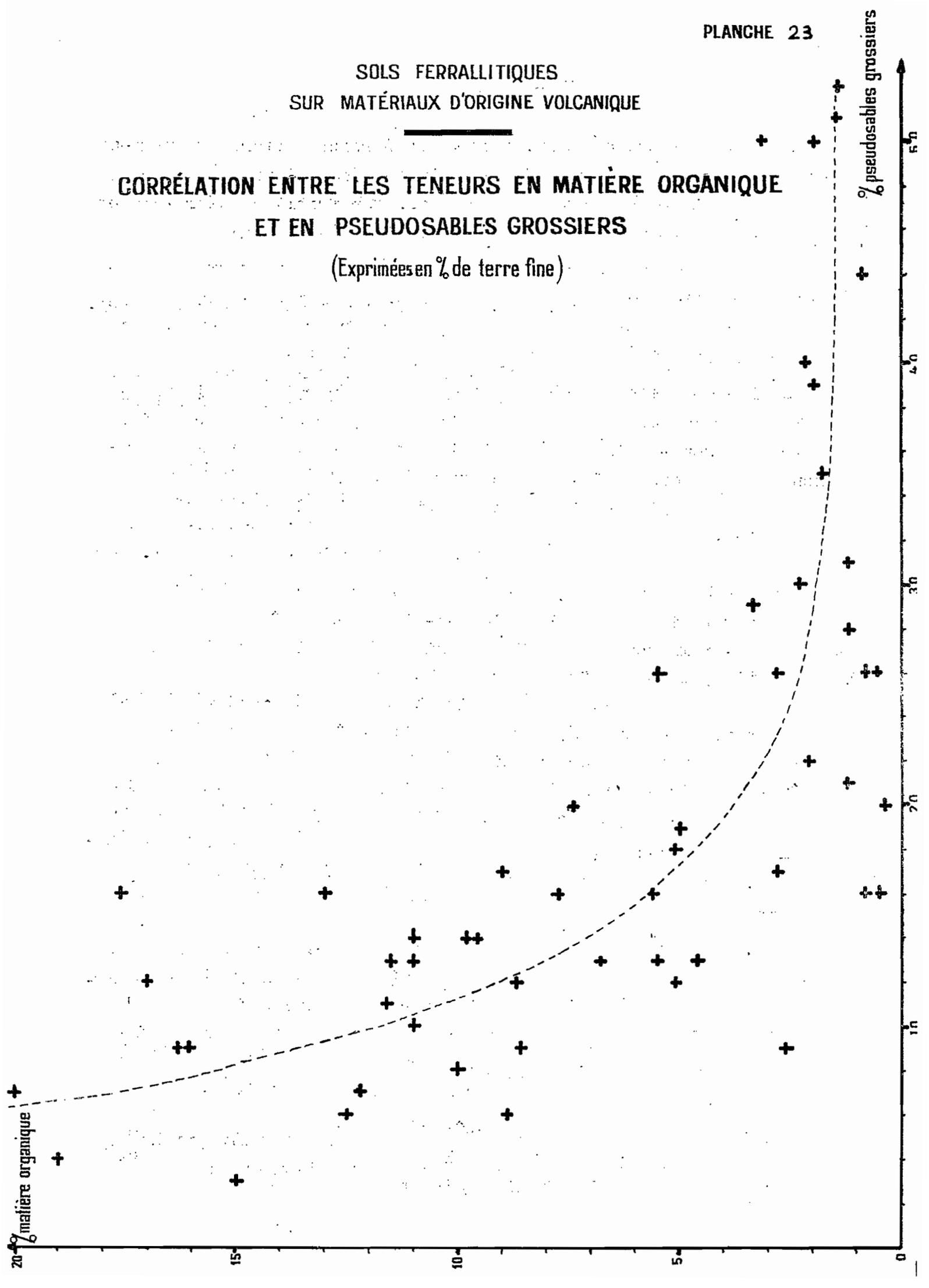
. L'incorporation de la matière organique est plus régulière et plus profonde;

. Une structure polyédrique et une sur-structure lamellaire dues au sur-pâturage peuvent apparaître. Cette structure lamellaire peut parfois être la structure proprement dite : il s'agit de "lamelles" dures, non prospectées par les racines, imperméables, sèches. Quant à la structure polyédrique elle est de taille variable et les agrégats sont peu fragiles.

. Dans les secteurs sur-pâturés où l'érosion est active, des plages discontinues de sables ou pseudo-sables déliés sont localisées entre les touffes d'herbes.

SOLS FERRALLITIQUES
SUR MATÉRIAUX D'ORIGINE VOLCANIQUE

CORRÉLATION ENTRE LES TENEURS EN MATIÈRE ORGANIQUE
ET EN PSEUDOSABLES GROSSIERS
(Exprimées en % de terre fine)



- Un assèchement excessif des horizons supérieurs peut se produire en saison sèche, d'autant plus facilement que la dénudation du sol entre les touffes, la structure lamellaire et le tassement de surface, limitent l'infiltration.

- **Sous cultures :**

- La mise en culture a pour effet d'homogénéiser les horizons A.

- Un excès de travail du sol a pour conséquence fréquente une perte de cohésion des horizons superficiels et une plus grande sensibilité de ces horizons à l'érosion.

- L'assèchement périodique et profond des sols mis à nu, semble être à l'origine d'une sur-structure prismatique, déjà observée dans les sols typiques cultivés sur basalte. Cette sur-structure exacerbée par effet de talus paraît pré-exister dans le sol (tout au moins les fentes verticales).

41.2 - Caractères analytiques.

- Le taux d'argile plus limon fin est très élevé et atteint 60 à 70 %. Un certain équilibre entre les teneurs en argile et en limon fin explique la texture notée sur le terrain.

Les teneurs en sables ou pseudo-sables sont plus faibles que celles des sols typiques (< 30 % jusqu'à 1m - < 50 % jusqu'à 1,50m). On observe en profondeur une augmentation de la teneur en pseudo-sables correspondant probablement à une plus forte résistance aux dispersants. En fait tout se passe comme si les taux de pseudo-sables et de matière organique variaient en sens inverse avec corrélativement à une diminution des teneurs en pseudo-sables, une augmentation de celles en limons fins (cf. planche 23) :

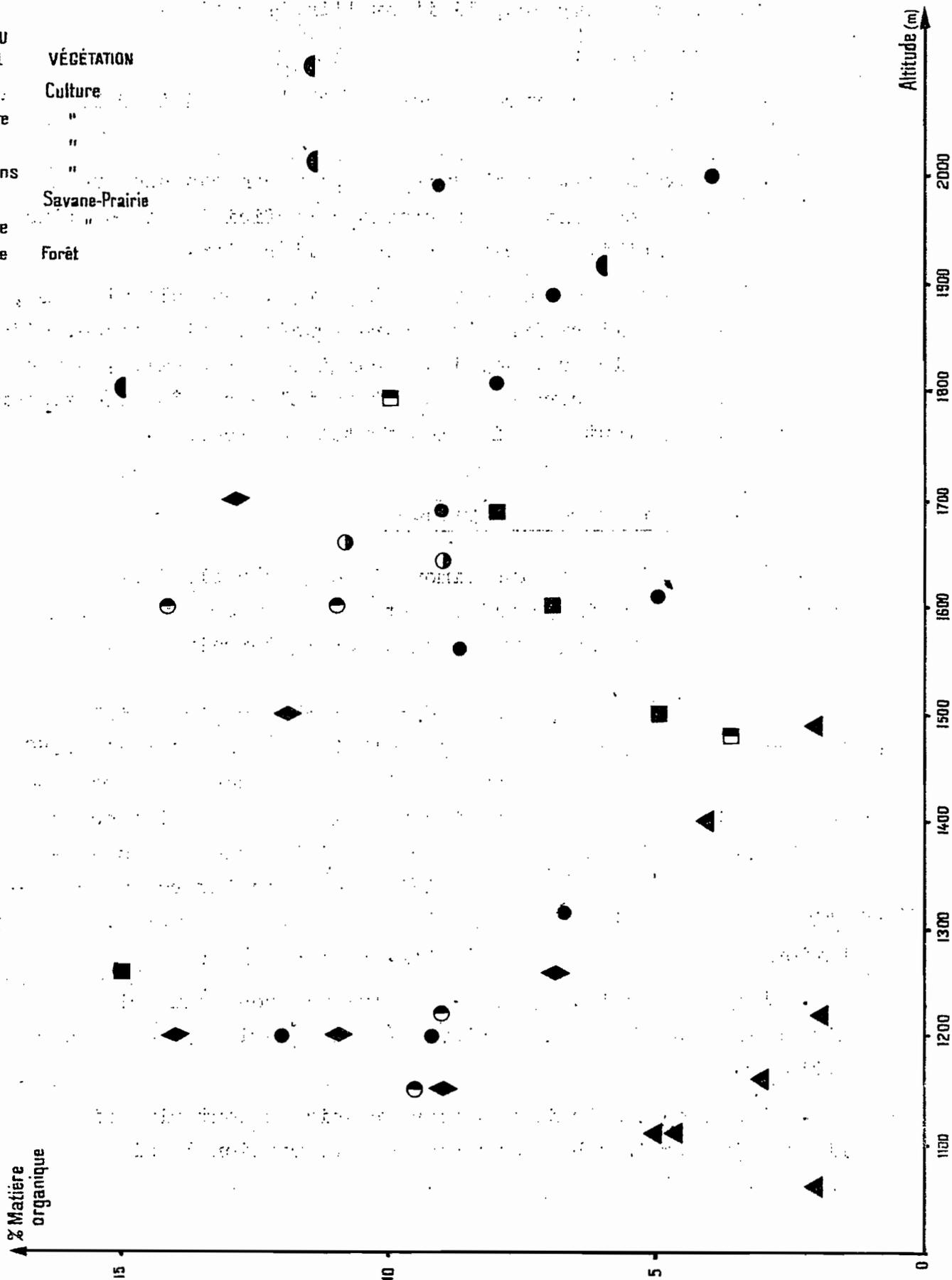
- Les sols humifères de haute altitude sont plus riches en limons fins que les sols typiques (faciès humique) de moyenne altitude.

- Les horizons humifères très organiques sont plus riches en limons fins que les horizons profonds (variation du simple au double).

SOLS FERRALLITIQUES

VARIABILITÉ DES TENEURS EN MATIÈRE ORGANIQUE EN FONCTION DE L'ALTITUDE

Entre 10 et 25 cm



Les sols humifères cultivés ou portant une végétation dégradée sont moins organiques à moyenne profondeur, et corrélativement semble-t-il, plus riches en pseudo-sables.

Remarque : Rappelons que le taux de pseudo-sables grossiers est celui obtenu à l'analyse mécanique classique c'est-à-dire sans traitement déferrifiant ou broyage préliminaires et avec de l'hexamétaphosphate pour seul dispersant. Une granulométrie après traitement déferrifiant atteste^{que} 75 % environ de la fraction sable est constituée de sable quartzeux.

Il ne s'agit, bien sûr, que de faits d'observations isolés, entre lesquels nous n'avons pas cherché un rapport systématique. Mais leur reproduction dans l'espace rend frappante cette correspondance. L'augmentation d'abord lente du taux de pseudo-sables pour des taux élevés de matière organique ($> 10\%$) devient plus nette pour des teneurs de 2 à 10 %. Il ne semble plus exister de corrélation nette pour des taux de matière organique inférieurs à 2 % (cf. planche 23).

- La matière organique est abondante (exprimée en % de terre fine) mais les teneurs varient assez largement suivant le type de végétation. Nous reproduirons ici des ordres de grandeur.

10 % entre 0 et 10cm

8 % jusqu'à 20cm

3 % jusqu'à 50cm

encore 1 % à 1m.

Les taux d'azote sont élevés :

3 à 5‰ entre 0 et 10cm

1 - 1,5‰ jusqu'à 50cm

Mais le rapport C/N reste élevé dans la majorité des profils et traduit une minéralisation lente (C/N > 18).

Le taux de carbone humifié varie entre 30 et 45 % de la surface vers la profondeur.

Les acides humiques dominent dans les horizons humifères ($0,6 < AF/AH < 0,9$) alors que les acides fulviques sont prépondérants dans les horizons B ($AF/AH > 1,2$).

- Les pH généralement inférieurs à 5,5 jusqu'à 1m remontent légèrement au-delà pour atteindre des valeurs de 5,8 à 6.

- Les capacités d'échange sont moyennes à fortes dans les horizons A (15 à 40 mé/100g), moyennes à faibles dans les horizons B jusqu'à 150cm (5 à 20 mé/100g). On constate une assez bonne corrélation entre les teneurs en matière organique et les capacités d'échange dans les différents horizons (cf. planche 37).

La somme des cations échangeables est faible entre 0 et 20cm de profondeur (2 à 5 mé/100g) et très faible au-delà de 20cm (< 1 mé dans tous les profils analysés). Il en résulte un taux de saturation très faible (< 15 %) excepté entre 0 et 10cm où, très variable, il peut atteindre 30 à 40 %.

On note généralement $Ca > Mg > K$.

Le rapport Mg/K est fréquemment ≤ 2 dans les 20 premiers centimètres, et jusqu'à 1m dans certains profils sous caféiers (apport d'engrais?) ou sous forêt. Ce rapport croît généralement au-delà de 20cm mais reste inférieur à 20-25.

- Les taux de phosphore total sont moyens à forts entre 0 à 20cm (de 1 à 3‰), faibles jusqu'à 1m (0,5 à 1‰).

Le rapport $N/P_2O_5 < 5$ traduit théoriquement une certaine richesse en P_2O_5 assimilable. Mais nous devons émettre quelques réserves sur les résultats analytiques concernant le phosphore compte tenu des techniques d'extraction utilisées et en raison de la complexité de l'interprétation des résultats.

Des rapports $SiO_2/Al_2O_3 < 1,5$ dans les horizons B traduisent une ferrallitisation poussée.

- Les réserves en cations totaux sont moyennes dans les horizons humifères (10-15 mé/100g) et faibles dans les horizons B (< 10 mé).

- Le taux de fer total varie de 15 à 20 %. Le rapport fer libre/fer total = 0,7 - 0,8 atteste qu'une grande partie du fer est sous forme d'hydroxydes.

- La densité apparente de ces sols est très basse dans les horizons humifères (< 1 jusqu'à 70cm dans BAM 34 - cf. planche 25) et ne dépasse pas 1,2 dans les horizons B. L'excellente porosité de ces sols (70 % dans les horizons A, 50-60 % dans les horizons B) en est le corollaire.

41.3 - Incidences agronomiques.

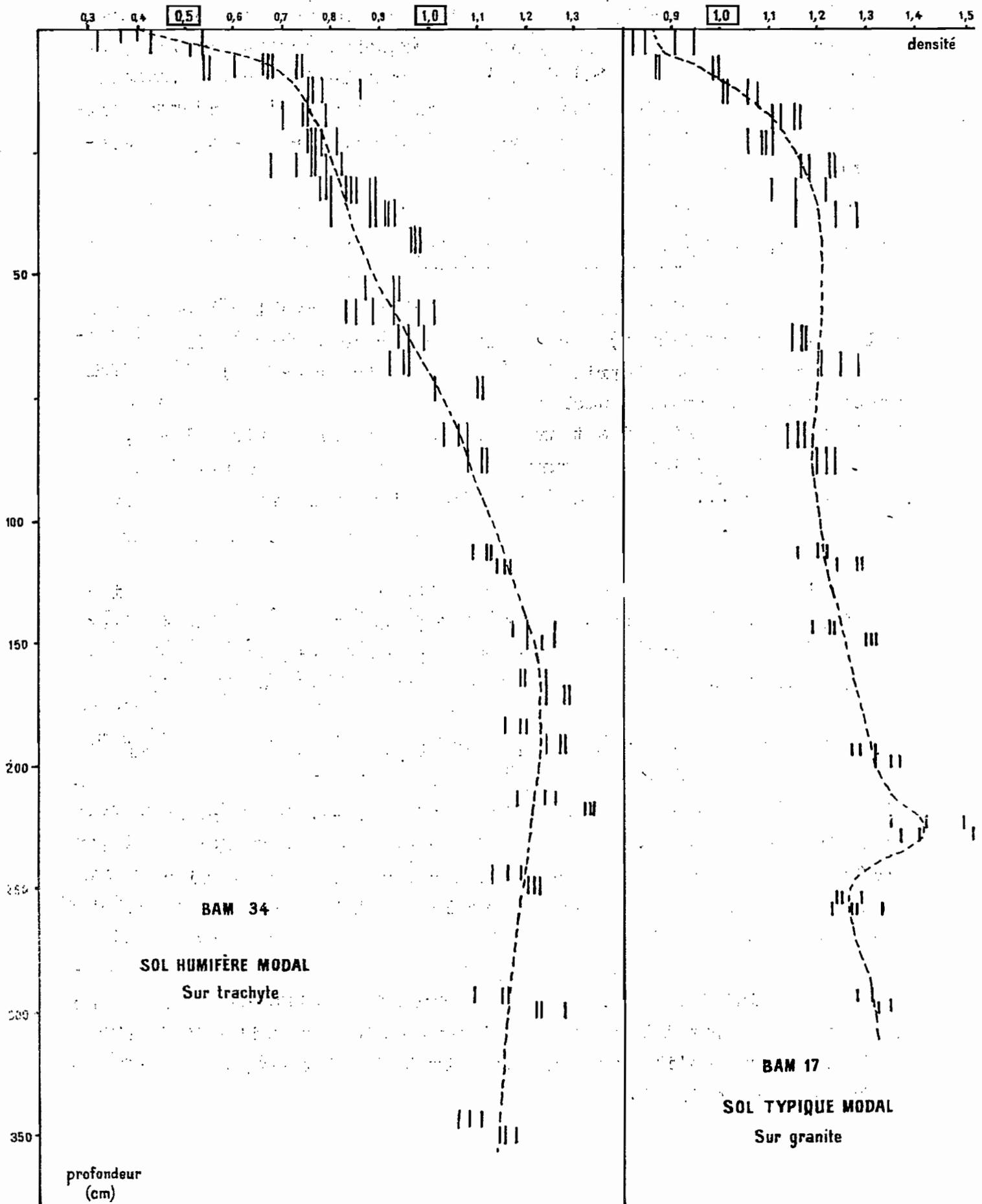
Les caractéristiques de ces sols sont comparables à celles des sols typiques (humiques) sur basalte (cf. précédemment); ils ont notamment de bonnes propriétés physiques. Signalons quelques différences : La structure grumelleuse plus développée dans des horizons humifères plus épais, des taux de matière organique plus élevés, une porosité supérieure en surface, une plus grande quantité de pseudo-limons ... Ces nuances sont dans l'ensemble favorables aux sols humifères.

L'observation de ces sols sous différents types de végétation (forêt, prairies ou cultures) met en évidence la grande sensibilité des horizons superficiels à l'érosion et aux agents dégradants tels que le sur-pâturage ou un excès de travail du sol par exemple.

La matière organique est le principal facteur de la fertilité chimique et joue un rôle prépondérant dans l'amélioration des propriétés physiques (structure, porosité notamment - voir chap. sur les aptitudes culturales). Ses effets favorables sont sensibles sous forêt. Toute action tendant à affaiblir les teneurs en matière organique peut diminuer considérablement la fertilité de ces sols (défrichement notamment).

En définitive si ces sols sont parmi les meilleurs de la région ils sont aussi parmi les plus sensibles. Cette sensibilité est d'autant plus nette qu'ils sont souvent situés dans des paysages ou les pentes fortes dominant.

DENSITÉ APPARENTE (en sec) DE DEUX SOLS FERRALLITIQUES



41.4 - Pédogénèse - Classification.

Le type de végétation et l'action de l'homme, modifiant fortement l'organisation et la dynamique des horizons superficiels, et parfois leur nature, une carte à grande échelle (1/20.000) devrait tenir compte de ces phénomènes au niveau de 3 phases, correspondant grossièrement aux sols sous-forêt, sous prairie et sous cultures.

La planche 24 ne met pas en évidence de corrélation nette entre l'accumulation organique entre 10 et 25cm et l'altitude, dans les sols étudiés. D'autres facteurs interviennent tels que le type de végétation et la roche-mère. La dispersion des résultats obtenus doit contraindre l'utilisateur à une certaine prudence dans l'interprétation du terme "humifère" qui caractérise ici essentiellement un milieu écologique non perturbé.

41.5 - Répartition - Cartographie.

Ces sols ont été rencontrés dans deux types de paysages du massif trachytique :

- Sur paysages ondulés ou largement ondulés : il s'agit essentiellement de sols développés sur des épanchements basaltiques. Ils sont très rouges (10 R), riches en fer total et en pseudo-sables. Ils sont fréquemment représentés en unités simples occupant des surfaces appréciables. Citons en particulier à l'Ouest de SANTA une zone de 120 ha près de MENKA.

- Sur paysages accidentés ces sols sont juxtaposés à des sols rajeunis et des sols remaniés à horizon grossier généralement peu développé. Des sols très profonds ($> 3m$) ont été rencontrés sur pentes de 50 % dans la forêt de BAFUT NGEMBA. Une étude à 1/20.000 telle que celle effectuée par H.M. KUOH (cf. planche 2) permettrait de mettre en évidence des zones homogènes de sols profonds. Ces sols généralement dérivés de trachyte sont un peu moins rouges que les précédents (2,5 YR). Ils abondent dans la région de SANTA et de part et d'autre de la dorsale trachytique de BAFUT NGEMBA.

Dans de rares vallées à section élargie, en paysage ondulé ou largement ondulé, des sols humifères se sont développés sur colluvions : ils sont alors un peu plus profondément humifères et ont une texture un peu plus fine (pseudo-limons) que les sols précédents.

41.6 - Utilisation actuelle.

Lorsque ces sols sont situés dans des paysages faiblement ondulés ou ondulés, zones très peuplées, ils sont presque entièrement cultivés et portent en particulier d'assez fortes concentrations de plantations de caféiers sous ombrage (zones de SANTA, BABANGU, et de BAMENDA). Notons que ces secteurs traversés par les axes routiers de SANTA-BAMENDA, SANTA-PINYIN et SANTA-GALIM sont pour la plupart d'occupation ancienne, et qu'il reste assez peu de terres couvertes de végétation naturelle.

Lorsqu'ils sont localisés dans des paysages accidentés ces sols sont généralement abandonnés à la forêt ou couverts de prairies.

4.2 - Sols faiblement rajeunis sur trachyte.

exemple BAM 35 (cf. planche 22)

Pédogénétiquement parlant, ces sols ne se différencient pas fondamentalement des sols précédents. Ils ont été rencontrés surtout sous forêt, sur des pentes supérieures à 20 %.

42.1 - Morphologie.

- L'horizon humifère est épais (30cm) et contrasté. Non perturbé par l'homme il se subdivise en 2 sous-horizons A11 et A12. Sa teinte est de 5 YR. Il a généralement un chroma de 2 et une valeur de 3. Il a un aspect limoneux. Sa structure nette est grumeleuse ou polyédrique sub-anguleuse fine à très fine. Il est meuble, très friable, très poreux et présente un chevelu racinaire très dense. La transition avec l'horizon B sous-jacent est nette de teinte et structure.

- Les horizons B : limités par un horizon d'altération peu profond, ils ont une épaisseur de 30 à 100cm. Leur chroma varie de 4 (dans B1) à 6 (dans B2) et leur value est de 4 ou 5. La teinte est de 5 YR. La texture de terrain est limono-argileuse. La structure est peu nette, polyédrique fine, juxtaposée à une structure massive. Le taux de pseudo-sables est bas et la micro-structure peu apparente. Ces horizons sont meubles, friables et sont traversés par de nombreux pores tubulaires très fins et fins.

- Les horizons d'altération : (cf. planche 26).

Nous distinguons 3 types d'horizons d'altération auxquels nous affectons les symboles suivants : B_3C , BC, C.

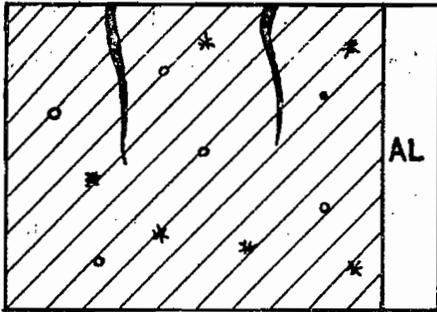
B_3C : Ce type d'horizon a sensiblement les caractères morphologiques de l'horizon meuble sus-jacent (généralement un B2). La couleur dominante, homogène, est vive. La texture est à peine plus limoneuse que celle du B2 sus-jacent (limons vrais ?). Mais la présence de pseudo-limons gêne ce diagnostic. La structure peu nette, est fine. Une micro-structure est parfois visible. Les agrégats sont friables. L'horizon est meuble. Il est facilement pénétré par les racines. Mais il présente des fragments de roche en voie d'altération sous 2 formes :

• Une forme très altérée : taches, jaune-brunâtres sans relations visibles avec les autres caractères (chaque tache ne semble pas être le noyau d'un futur agrégat), de forme variable, de dimensions centimétriques (0,5 à plusieurs cm), à limites peu nettes, peu contrastées (notamment quand l'horizon est assez rouge), aussi cohérentes ou à peine plus cohérentes que les agrégats voisins. La structure de la roche-mère n'est généralement plus visible. Certains minéraux primaires ont pu garder leur forme, parfois leur couleur. Quelques rares minéraux peuvent encore être jointifs, mais il y a absence totale de cohésion entre eux. Ces minéraux ne résistent pas à une pression légère du doigt. Ces taches peuvent avoir une porosité tubulaire et être pénétrées par des racines.

• Une forme moins altérée : graviers et cailloux, de forme variable, tendres, généralement altérés dans la masse, par-

SOLS FERRALLITIQUES RAJEUNIS SUR TRACHYTE
 TYPOLOGIE SOMMAIRE DES HORIZONS D'ALTÉRATION ET DE
 TRANSITION

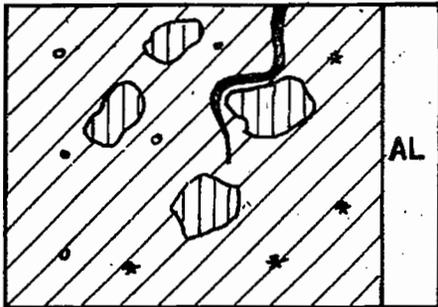
(cf légende planche 40)



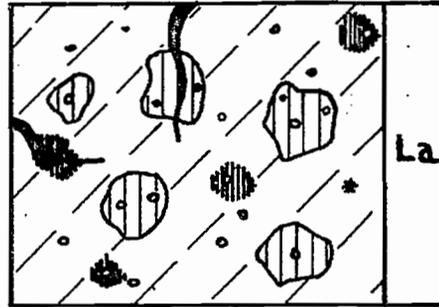
B2



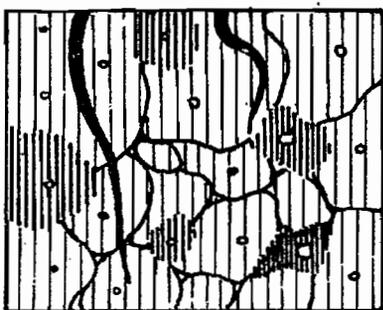
B3



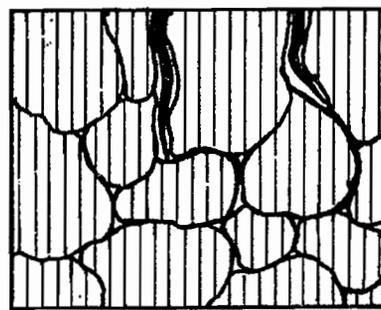
BC
 (B1C-B2C)



B3C



G1



G2

fois légèrement ferruginisés, mais dont la ferruginisation ne semble pas avoir bloqué toute évolution dans le sens d'une altération plus poussée (du moins pour la majorité de ces éléments grossiers). La structure de la roche est le plus souvent visible. De nombreux minéraux primaires altérés ont gardé leur forme, leur couleur et leur assemblage. Ces minéraux sont jointifs, mais friables, et la cohésion des éléments grossiers est faible.

L'abondance de ces taches et graviers est variable, mais au-delà d'un certain pourcentage à fixer (30 à 50 % ?) on observe des modifications corrélatives des caractères de la terre fine (texture, structure, parfois couleur...), et l'horizon tend vers un horizon C.

De toute façon le symbole B_3C recouvre toute une gamme de morphologies intermédiaires entre celles d'un B2 et celles d'un C. De même on peut observer tous les stades d'altération intermédiaires entre la terre fine, les taches, et les graviers altérés dans la masse.

BC : Ce type est caractérisé par une juxtaposition de volumes de terre fine, dont les caractéristiques sont celle d'un B2, et de volumes de roche altérée dans la masse. Les limites entre ces 2 phases sont nettes.

Les fragments de roche altérée sont tendres ou durs; l'altération est souvent faible, généralement non uniforme et localisée. La structure de la roche est reconnaissable, les minéraux sont jointifs, le tout est cohérent. La présence de tels fragments au milieu d'un matériau très évolué peut s'expliquer par un retard de l'altération (noyaux d'éléments plus gros par exemple) mais souvent aussi par un ralentissement de l'hydrolyse des minéraux dû à une structure particulière de la roche, ou surtout par sa ferruginisation plus ou moins importante et généralisée.

Ainsi si l'horizon B_3C est surtout un horizon de transition vers un horizon B2, l'horizon BC serait un horizon de transition vers un horizon B2u, dans lequel les éléments grossiers, très ferruginisés n'évolueraient plus.

L'accumulation de fer dans ces éléments grossiers est d'abord d'origine lithologique puis une concentration a probablement lieu au cours de l'altération, éventuellement suivie par une accumulation absolue de fer d'origine pédologique. Le mécanisme reste à déterminer.

C : Cet horizon sans organisation structurale de type pédologique a conservé la structure (ou une structure proche) de la roche-mère. L'ensemble est généralement vivement coloré et ponctué de taches millimétriques blanches, grises, rouges... de cohésion variable, et dont l'emplacement reproduit assez fidèlement celui des concentrations de minéraux ferro-magnésiens et des silicates d'alumine de la roche. L'altération se fait préférentiellement le long des fissures. Cet horizon est souvent subdivisé en 2 sous-horizons C1 et C2, étudiés à propos des sols peu évolués d'érosion sur trachyte (cf. paragraphe 111.2).

La succession des horizons d'altération B_3C , BC, C et leurs transitions sont variables. Nous avons rencontré 2 grands types d'organisation :

- Passage progressif d'un horizon B2 à l'horizon C, par l'intermédiaire d'un horizon B_3C et parfois d'un horizon BC. Les transitions sont graduelles ou diffuses, c'est le type le plus fréquent.

- Transition nette entre horizons B2 et horizons BC ou C. L'horizon C est alors faiblement ou inégalement altéré et sa partie supérieure, souvent ferruginisée, s'oppose à l'approfondissement du profil, ou le ralentit considérablement.

Le stade intermédiaire avec le type précédent est celui dans lequel le niveau ferruginisé est inclus dans l'horizon C, ce niveau étant surmonté d'une partie de l'horizon C et généralement d'un horizon B_3C .

Le stade suivant consisterait en une fragmentation du niveau ferruginisé, futur horizon graveleux, qui permettrait une reprise de l'altération et de l'approfondissement à une vitesse "normale".

Un autre cas possible mais non observé, est celui pour lequel cette discontinuité correspondrait à un changement de structure de la roche provoquant un cheminement préférentiel des solutions, épargnant en partie la base du profil.

Remarque 1 : Notons que les horizons B_3C et BC sont d'autant plus épais qu'ils sont profonds c'est-à-dire dans des conditions d'humidité favorables à l'altération.

Remarque 2 : Dans certains profils cette transition nette semble correspondre à une discontinuité lithologique. Les horizons C, en place, auraient été mis à nu par l'érosion puis recouverts par des colluvions. Le solum de ces sols est riche en matière organique, sombre (chroma 4 dans le B2), à texture fine. Parfois le profil est du type AC avec une différenciation assez nette entre plusieurs horizons A. La richesse en matière organique étant un caractère du matériau originel, on peut hésiter à classer ces sols parmi les sols peu évolués (profil AC), les sols ferrallitiques (solum bien différencié) rajeunis (horizon C II à faible profondeur) sur colluvions, ou les sols remaniés. Ces sols, très fréquents en bas de pentes fortes sur le massif trachytique, occupent toujours des surfaces non cartographiables. Il est possible aussi qu'un certain nombre d'entre eux soient moyennement ou même faiblement désaturés. Le temps d'évolution ou une différence de vitesse d'évolution entre les 2 niveaux (solum et horizon C), et notamment un ralentissement de l'évolution de ce deuxième niveau souvent ferruginisé, ne permet pas une homogénéisation de l'ensemble du profil complexe.

Remarque 3 : Nous avons tout particulièrement insisté sur la morphologie de ces horizons d'altération :

- parce que ces types d'organisation se retrouvent dans tous les sols rajeunis et qu'en conséquence nous n'aurons pas à revenir en détail sur ces horizons;

- afin de mettre en évidence l'existence d'une configuration très variée de ces horizons dont nous signalerons par la suite (cf. chap. sur les aptitudes culturales et paragraphe sur les

incidences agronomiques) différentes formes d'influence sur la dynamique de l'eau et l'enracinement notamment.

42.2 - Caractères analytiques.

- Le taux de refus est variable et n'est pas très significatif en raison de la grande friabilité de nombreux éléments grossiers.

- Le taux de pseudo-limons est très élevé (30 à 40 %). Le taux d'argile plus limon fin est supérieur à 60 % dans tout le profil. Le taux de pseudo-sables (sub-arrondis) s'élève en profondeur (25 %).

- Ces sols sont assez riches en matière organique dans tout le solum : encore 2,8 % à la base du B2 de BAM 35 (90 - 100cm). Le taux de carbone humifié atteint 40 %. Mais il n'existe pas de corrélation entre le chroma et les teneurs en matière organique. Ainsi l'horizon B2 contenant 2,8 % de matière organique a-t-il un chroma de 6. On observe par contre un lien très étroit entre le chroma et le rapport AF/AH (cf. de même BAM 34 sous forêt).

Profondeur	Taux de matière organique %	Chroma	AF/AH
5 - 10	16,3	2	0,9
15 - 20	11,5	2	0,85
30 - 40	5,1	6	1,7
90 - 100	2,8	6	1,7

Les teneurs en azote sont élevées (de 5^o/cc en surface à 1^o/cc à 1m) et le C/N plus bas que sous les autres types de végétation (C/N \leq 15 à partir de 10cm).

- Les pH traduisent une forte acidité (5,0 \leq pH \leq 5,5) relativement à des teneurs élevées en matière organique.

- La capacité d'échange est forte à moyenne (35 mé/100g entre 5 et 10cm - 15 mé/100g à 1m).

Mais ces sols, fortement désaturés, présentent des sommes de cations échangeables très faibles (à peine > 1 mé/100g entre 0 et 10cm, inférieures au-delà). Il en résulte des taux de saturation ne dépassant pas 5 %. Le rapport Mg/K est inférieur à 2.

- Le phosphore total semble peu abondant (1 à 1,5‰) en regard des teneurs en matière organique.

- Les réserves en cations totaux probablement liées à la matière organique, se maintiennent à un niveau relativement faible dans tout le solum (10-15 mé/100g).

- On observe dans ces sols un léger gradient de fer en fonction de la profondeur (8 à 11 % de fer libre avec fer libre/fer total = constante = 0,7 - 0,8).

42.3 - Incidences agronomiques.

- La profondeur moyenne, variable, de ces sols, peut entraver l'enracinement : Selon la nature des horizons d'altération C et de transitions B_3C ou BC, ceux-ci peuvent être exploités par le système racinaire (B_3C meuble) ou constituer un horizon d'arrêt (C ferruginisé). Suivant le degré d'altération et les transitions entre les phases altérées et le matériau pédologiquement différencié, le profil peut présenter ou non de profondes discontinuités hydriques.... Autrement dit il est difficile de prévoir un comportement type de ces horizons et l'évolution d'une fertilité potentielle devra surtout tenir compte des caractéristiques du solum (horizons A et B) exception faite de l'épaisseur des horizons.

- Les caractéristiques physiques de ces sols sont identiques à celles des sols précédents. Leur fertilité chimique semble un peu supérieure, tout au moins à celle des sols situés sous prairie ou culture (C/N, N ‰, MO %).

42.3 - Pédogénèse - Classification.

- Le rajeunissement est morphologique.
- La couverture forestière générale de ces sols s'oppose à une intense érosion et permet une forte accumulation humifère.
- La profondeur moyenne de ces sols peut être aussi bien le résultat d'une phase érosive en l'absence de forêt que celui d'un ralentissement de l'approfondissement par altération dû à l'existence de niveaux ferruginisés dans la roche. Nous avons pu fréquemment observer de tels niveaux dans la roche saine ou altérée.
- Malgré la forte pente, la forêt favorise l'approfondissement de ces sols en limitant le ruissellement, en maintenant des conditions d'humidité satisfaisantes, et en exerçant une action mécanique par l'intermédiaire de son système racinaire.
- Le profil BAM 35 est l'exemple type du profil de sol humifère à un horizon A contrasté. Ce phénomène noté au niveau du sous-groupe dans la sous-classe des sols moyennement désaturés pourrait l'être de même dans celle des sols fortement désaturés. En fait de tels sols n'ont été rencontrés que sous-forêt, dans des conditions telles que le rapport AF/AH augmente nettement au niveau de la transition entre horizons A et horizons B.

42.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle.

Deux unités simples de 150 à 200 ha occupent les flancs N.O. des massifs de BALI NGEMBA et BAFUT NGEMBA. Elles sont situées sous forêt dense humide de montagne et occupent de fortes pentes (>30%). Ces sols faiblement rajeunis sont aussi rencontrés dans d'autres unités localisées sur les flancs boisés de ces 2 massifs (unités 29 et 34 de la légende de la carte en particulier).

En raison des fortes pentes et malgré le niveau de fertilité relativement élevé pour la région, ces sols devront rester sous forêt, tout défrichement risquant d'entraîner une érosion aux effets fâcheux.

4.3 - Sols faiblement rajeunis et remaniés sur trachyte.

43.1 - Sols à horizon grossier développé.

431.1 - Morphologie.

Exemples BAM 30 - (KS 51 - KS 91 de H.Ng.KUOH dans étude à 1/20.000 d'un site théicole à SANTA). (cf. planche 22).

- Le solum de ces sols a une épaisseur de 50 à 150 cm. Mais cette dernière subit d'assez importantes fluctuations : Les sols sont généralement assez profonds dans la région de SANTA (solum > 1 m) et peu profonds aux environs de PINYIN (solum < 1 m).

- La succession des horizons est du type

A1 B1(u) B2 u BC C

- Les couleurs sont généralement :

	Teinte	Value	Chroma
A1	5 YR	2-3	2
B1	5 YR	3-4	3
B2	3,75-2,5 YR	4	4-6
BC	2,5 YR-10 R	4	6

Ces sols présentent souvent de nombreuses taches permettant difficilement une appréciation de la couleur :

. Taches dues à la matière organique dans les horizons intermédiaires et certains horizons B très caillouteux. Cette pénétration profonde en traînées verticales est largement facilitée par l'hétérogénéité du matériau caillouteux. Ces taches sont souvent localisées à l'emplacement de nombreuses racines, probablement mortes par dessèchement dans des horizons excessivement poreux.

. Taches irrégulières, dues à divers fragments de roche très altérée ou de phénocristaux, très friables, ayant gardé leur forme, et souvent même leur couleur.

La juxtaposition de ces taches et des éléments grossiers confère à certains profils un aspect hétérogène de teinte. Le contraste des taches et la netteté de leur limite sont variables. Les taches dues à la matière organique sont moins ou aussi cohérentes que la matrice d'emballage. Celles dues aux éléments très altérés sont aussi ou plus cohérentes.

- Les éléments grossiers sont de la taille des graviers (0-2cm) et surtout des cailloux (2 à 10cm).

Ils sont de plusieurs types :

- Éléments anguleux, noirâtres ou rouilles, généralement durs, parfois jointifs, agencés en bancs obliques et d'épaisseur variable (1 à plusieurs cm) : il s'agit de filons ferruginisés ou manganésifères dans lesquels on reconnaît parfois la nature de la roche-mère (trachyte).

- Fragments de trachyte anguleux à sub-anguleux, frais, altérés dans la masse, assez tendres.

- Graviers et cailloux de trachyte, durs, irréguliers, à arêtes émoussées, non altérés ou faiblement altérés localement, plus ou moins ferruginisés, massifs ou vacuolaires.

- Bombes volcaniques de basalte ou trachyte, plus ou moins altérées, friables ou indurées, jaunâtres (10 YR 7/8), arrondies ou ovales, sans position définie.

Les éléments les plus anguleux et les plus altérés sont rencontrés surtout dans les horizons B profonds, les éléments et/ou peu ou non altérés à moins de 100cm.

La concentration de ces éléments est variable d'un profil à l'autre et, à l'intérieur d'un même profil, d'un niveau à l'autre : Mais dans tous les profils étudiés les éléments grossiers étaient visibles sur plus de 50cm, et un horizon grossier à graviers et cailloux abondants (30 % < , < 50 %) ou très abondant (> 50 %) était épais de plus de 30cm.

Ces éléments grossiers apparaissent généralement à une profondeur de 20cm. L'horizon à éléments grossiers abondants a toujours été observé à moins de 60cm.

Le niveau grossier peut se superposer à plusieurs horizons mais ne constitue généralement qu'une partie des horizons B. L'existence de plusieurs niveaux à concentration variable d'éléments grossiers a parfois justifié une subdivision en sous-horizons.

La limite supérieure du niveau grossier est généralement diffuse, sa limite inférieure souvent distincte.

Remarque : Des niveaux ferruginisés isolent parfois des éléments altérés au milieu d'une gangue très évoluée.

- La texture de la terre fine est variable : limono-argileuse puis argilo-limoneuse dans certains profils, sablo-limoneuse dans d'autres. L'observation fine de la fraction sableuse grossière montre qu'il s'agit en partie de pseudo-sables subarrondis mais surtout d'éléments assez anguleux, très manganésifères ou ferruginisés.

- La structure nette, polyédrique subanguleuse fine dans les horizons humifères, devient peu nette, polyédrique moyenne à fine dans les horizons B.

Signalons quelques particularités :

- La structure polyédrique est généralement juxtaposée à une structure massive dans les horizons B_3C ou BC.

- L'extrême division d'un chevelu racinaire très dense ainsi qu'un assèchement parfois prononcé et profond des horizons superficiels des sols sous prairie, ont fréquemment pour effet d'accroître la netteté de l'assemblage structural et la finesse de la structure.

- Dans les horizons grossiers à cailloux abondants la structure est très localisée. Parfois quelques agrégats très fins, subanguleux, sont isolés entre des éléments grossiers.

- Les horizons sont meubles, parfois même boullants, quand les éléments grossiers sont très abondants.

- Les horizons poreux, à porosité tubulaire fine et à volume des vides assez important entre agrégats, deviennent extrêmement poreux à porosité essentiellement intersticielle quand les éléments grossiers abondent.

- Les agrégats très friables à fragiles dans les horizons A, sont friables dans les horizons B.

- Un chevelu racinaire dense et profond prospecte le moindre volume de terre fine.

- Les transitions entre horizons sont généralement diffuses en ce qui concerne la terre fine. La présence d'un horizon grossier à éléments grossiers très abondants détermine souvent une discontinuité dans les profils.

- Les horizons d'altération ont une morphologie identique à celle des horizons d'altération des sols précédents.

431.2 - Caractères analytiques.

- Les refus sont très élevés : plus de 70 % dans certains horizons (jusqu'à 50 %) confirment le diagnostic de terrain. Les teneurs en argile plus limon fin sont corrélativement variables (de 25 à 70 %).

- Les teneurs en matière organique restent élevées en profondeur bien que les chroma croissent assez rapidement aux environs de 20cm (10 à 15 % dans les 10 premiers centimètres, plus de 2 % à 1m). Un fractionnement de l'humus met en évidence une augmentation très rapide du rapport AF/AH qui expliquerait cette difficulté à déceler des taux encore élevés de matière organique en profondeur (AF/AH souvent > 1 en surface, et pouvant atteindre 4 en profondeur).

Ces sols ont des teneurs élevées en azote total ($> 4\text{‰}$ jusqu'à 50cm). Le rapport C/N varie de 18-21 en surface à 15-18 en profondeur.

- Les pH variant de 5 à 5,5 en surface, augmentent en profondeur (5,5 à 6,2).

- Les capacités d'échange sont moyennes : 20-25 mé/100g en surface (0-10cm), 10-12 mé/100g à 50cm, inférieures à 10 mé au-delà d'1m. La désaturation est forte (V généralement $\leq 5\%$), la somme des bases échangeables n'étant souvent supérieure à 1 mé/100g qu'entre 0 et 10cm. $Ca > Mg > K$ avec $Mg/K \leq 5$ et souvent même $Mg/K \leq 1$ en profondeur.

- Les réserves en phosphore total sont relativement faibles : à peine supérieures à 1°/oo entre 0 et 10cm. Ce phénomène semble lié, directement ou indirectement, à la couverture végétale (prairies).

- Le rapport SiO_2/Al_2O_3 est inférieur à 1,2 dans le solum et croît légèrement à proximité des horizons d'altération (1,5). Des taux élevés en fer total (de 20 % en surface à 40 % en profondeur dans certains profils) attestent la forte ferruginisation du matériau originel, expliquant la présence de nombreux éléments ferruginisés dans les profils. Le rapport fer libre/fer total $\leq 0,65$ traduit une certaine résistance du fer aux réactifs d'extraction (formes liées).

- Les réserves en bases totales sont très faibles (≤ 10 mé/100g en surface - généralement ≤ 5 mé/100g en profondeur).

- La densité apparente croît de 1,0 à 1,5 entre 0 et 50cm et avoisine 1,7 dans le reste de profil.

431.3 - Incidences agronomiques.

Ces sols, de profondeur variable (solum généralement épais de 80 à 150cm) voient leur volume utile considérablement réduit dans certains cas, par un horizon grossier épais, à graviers et cailloux abondants. En outre, cet horizon grossier introduit souvent de profondes discontinuités dans l'enracinement, la structure, et la porosité notamment. Les potentialités chimiques exprimées en % de terre fine sont à peine inférieures à celles des sols humifères précédents, situés sous forêt, mais sont notablement plus faibles dans les horizons grossiers, lorsqu'elles sont exprimées en % de sol total.

L'hétérogénéité, à grande échelle, dans les profondeurs d'apparition des horizons d'altération (profondes invaginations) ou des horizons grossiers, et, dans les concentrations en éléments grossiers ou dans l'épaisseur de ces derniers, rend très difficile la définition d'un profil type et l'appréciation du potentiel de fertilité. A l'échelle de la carte, on devra se placer dans les conditions les plus défavorables pour évaluer ce potentiel (sols peu profonds, à horizon grossier épais, à graviers et cailloux abondants, et situé à faible profondeur) afin d'éviter toute surprise à l'utilisateur.

Ces sols, occupant souvent des pentes fortes, sont situés sous galeries forestières et prairies. Parcourus par le bétail, ils sont fortement érodés le long des "pistes à boeufs".

Notons cependant que l'horizon A d'épaisseur au moins égale à 20cm est généralement dépourvu d'éléments grossiers.

En résumé ces sols présentent dans leur ensemble des caractéristiques moyennes à médiocres, surtout pour les plantes à enracinement profond : toute culture arbustive est déconseillée.

431.4 - Pédogénèse - Classification.

- Le caractère humifère de tels sols ne fait aucun doute mais les horizons humifères sont moins contrastés et les taux de matière organique plus élevés en profondeur que dans les sols précédents, situés sous forêt.

- Le rajeunissement est morphologique.

- Plusieurs caractères morphologiques font penser à un remaniement : La concentration des éléments grossiers dans un horizon à limite inférieure tranchée, les arêtes émoussées des cailloux de la partie supérieure, le mélange de bombes volcaniques et de cailloux issus de la roche sous-jacente, la position des bombes volcaniques sous 20cm au moins de terre fine (et souvent plus), la nature des éléments grossiers. Si ce remaniement n'est pas géomorphologique, il est au moins biologique : intense activité de la faune provoquant d'importantes remontées de terre fine, enterrant les éléments grossiers en les concentrant dans un horizon grossier. Mais cette inter-

prétation n'explique pas tous les caractères de la partie "remaniée" du profil et notamment la nature et la forme de certains éléments grossiers. Ces éléments ont peut-être été entraînés sur courte distance le long des flancs abrupts du BALI NGEMBA ou du BAFUT NGEMBA (d'où leur forme subanguleuse). Nous serions alors en présence de sols complexes dont la partie inférieure (horizons d'altération et une partie des horizons B) est en place, et dont la partie supérieure est plus ou moins colluvionnée. Mais aucun indice morphologique concernant la terre fine ne vient corroborer cette hypothèse. Les fragments de roche, non ferruginisés, donc facilement altérables, toujours proches de la surface, donc placés dans des conditions défavorables d'altération, sont demeurés sains.

Les hypothèses sur l'origine de l'horizon grossier sont donc nombreuses. Quoi qu'il en soit il est difficile de ne pas envisager de remaniement, même très localisé, pour expliquer la mise en place d'un tel horizon.

- Par la présence de bombes volcaniques ces sols pourraient, dans une certaine mesure, être considérés comme rajeunis par apport.

431.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle.

Ces sols sont localisés principalement en 2 endroits :

- Au pied du BALI NGEMBA ils occupent, au Sud, une surface assez homogène d'environ 1700 ha, couverte surtout de prairies et galeries forestières au Nord et de cultures vivrières au Sud de la route SANTA-PINYIN. L'Est et le Sud de cette zone portent des sols généralement plus épais et moins caillouteux que ceux de la partie Nord.

- Au Nord de SANTA, au S.O du BAFUT NGEMBA, ils sont davantage disséminés en taches de petites dimensions. On observe, dans les profondeurs et dans les caractères des horizons grossiers, une plus grande variabilité que dans la zone précédente. Ces sols sont souvent juxtaposés à des sols à horizon grossier peu développé ou sans horizon grossier. Les éléments grossiers sont dans l'ensemble plus ferruginisés, et le remaniement moins évident que précédemment. Ces sols sont couverts de prairies ou forêts galeries.

Notons que des sols à horizon grossier développé peuvent être rencontrés dans des zones de sols à horizon grossier peu développé (cf. paragraphe suivant).

43.2 - Sols à horizon grossier peu développé.

432.1 - Morphologie.

Nous devons distinguer 2 types de profils qui, à la rigueur, auraient pu justifier la division de cette unité en 2 séries. Tous ces sols ont avec les précédents un certain nombre de caractéristiques communes.

a/ Type 1 : Sols bruns.

exemple : BAM 26 (cf. planche 27).

Ce type a été rencontré plusieurs fois à l'Ouest de PINYIN. Il est caractérisé par :

- Une succession d'horizons, assez constante, du type A1 - B1(u) B2(u) - BC - C.
- Une profondeur moyenne de 80 à 120cm jusqu'à l'horizon BC. L'horizon B2 est d'épaisseur très variable en raison de l'irrégularité de la transition avec l'horizon BC.
- Une teinte brune de 5 YR dans tout le solum et parfois de 7,5 YR en surface.

Chroma et value les plus fréquents :

	Value	Chroma
A1	(2) - 3	2
B1	3 - 4	(3)-4
B2	4	6-8
BC	5	6-8

- Des graviers et cailloux dispersés dans les horizons B1, B2 et parfois BC : il s'agit de fragments de roche, non altérés dans la masse, durs, plus ou moins ferruginisés, à arêtes anguleuses

mais plus fréquemment éoussées. Ces éléments grossiers sont généralement peu abondants (<15 %), ont une disposition très irrégulière et peuvent être concentrés en poches. Leur nature est variable : il s'agit généralement de trachyte mais quelquefois aussi de cailloux de basalte.

- La texture très fine est notée limoneuse en surface et limono-argileuse en profondeur. Peu de pseudo-sables sont visibles.

- La structure très nette dans les horizons A est nette dans les horizons B et parfois même dans l'horizon BC. Elle est grumeleuse à polyédrique subanguleuse dans les horizons A, polyédrique dans le reste du profil. Elle est essentiellement fine à très fine.

- Les horizons sont meubles, les agrégats friables.
- La porosité tubulaire est développée.
- Le chevelu racinaire est dense.
- Les transitions entre horizons sont souvent diffuses, ondulées, ou irrégulières entre les horizons B2 et BC.

b/ Type 2 : Sols rouges.

exemple : BAM 36 (cf. planche 27).

Ils s'observent notamment dans la région de SANTA. Nous les décrirons comparativement aux sols précédents.

- Les successions d'horizons sont plus variées. L'horizon B2 peut être notamment suivi d'un horizon B₃C, BC ou C.

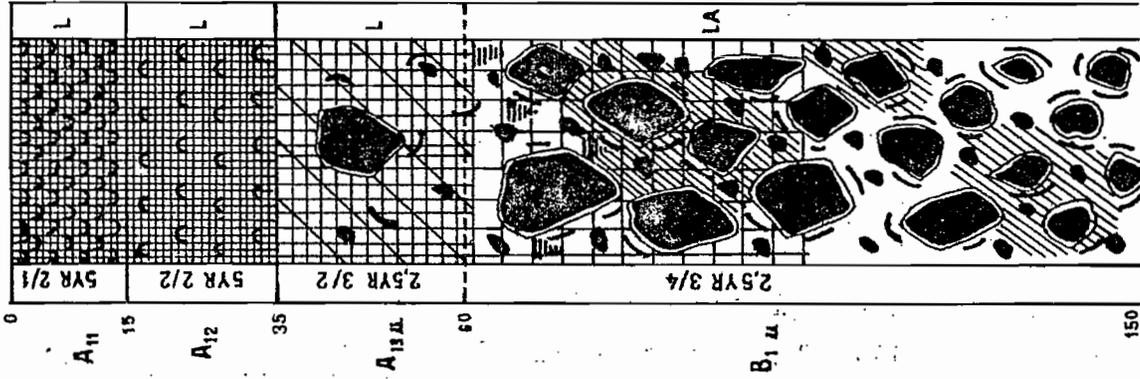
- Ils sont dans l'ensemble plus profonds : les fragments de roche altérée apparaissent généralement au-delà d'1m et souvent d'1,50m. Les épaisseurs relatives des horizons sont de même ordre, à l'exception de celles de l'horizon B2.

- Brune dans les horizons A (5 YR) la teinte est rouge/les horizons B (2,5 YR).
dans

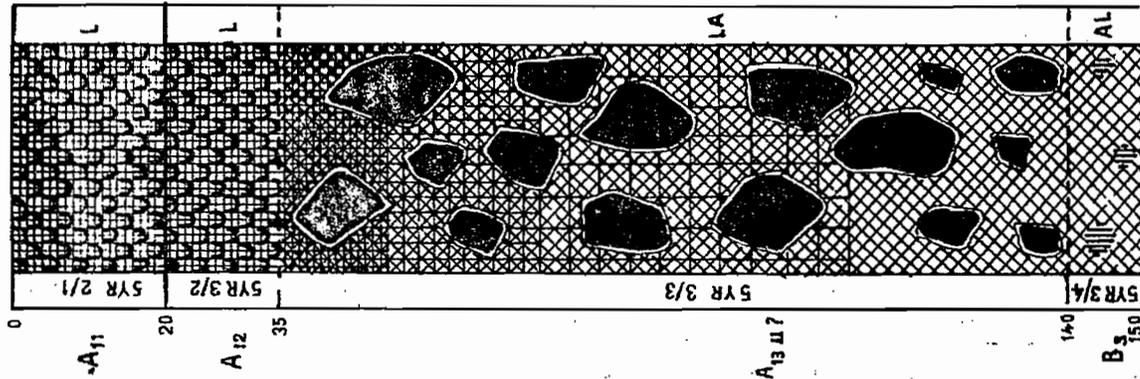
SOLS FERRALLITIQUES SOLS HUMIFÈRES

faciès faiblement rajeuni et remanié

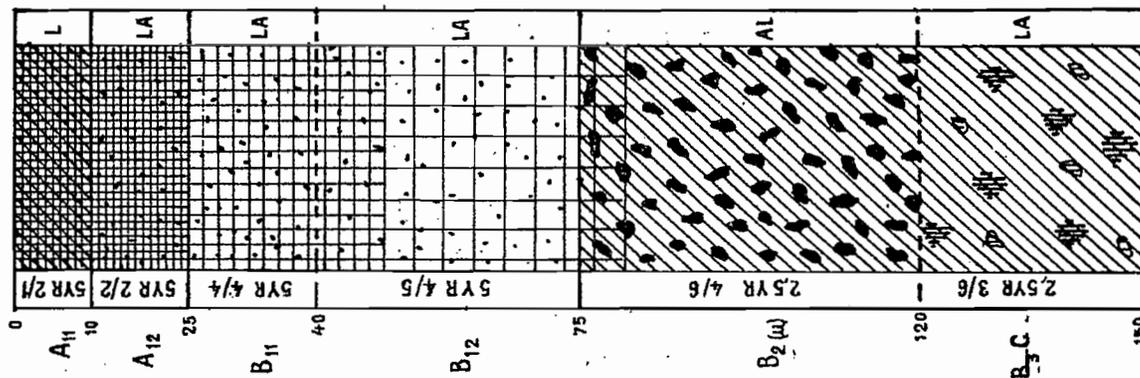
(cf. légende planche 40)



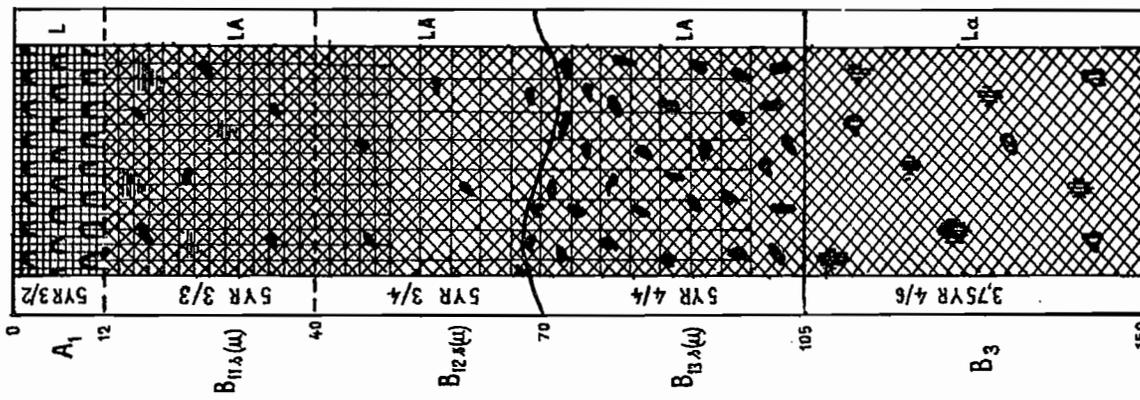
BAM 40



BAM 4



BAM 36



BAM 26

Sols sur basalte

blocs dans tout le profil

sol rouge

Sols sur trachyte

horizon grossier peu développé

sol rouge

sol brun

Chroma et value généralement rencontrés :

	Value	Chroma
A1	3	2
B1	3	3
B2	4	4-6
BC	4	6

- Les caractéristiques des éléments grossiers sont les mêmes que précédemment. Parfois un horizon grossier à graviers et cailloux abondants est observé en profondeur.

- La texture se rapproche plus de celle des sols humifères des familles précédentes avec notamment un pourcentage appréciable de pseudo-sables en profondeur.

- La structure nette dans les horizons A est notée peu nette (en fait assemblage peu net) dans les horizons B et BC. Grumeleuse à polyédrique subanguleuse fine dans les horizons A, elle est polyédrique fine à grossière, parfois juxtaposée à une structure massive, dans les horizons B et BC. Une micro-structure peut apparaître.

- Les horizons sont meubles, les agrégats friables, les pores tubulaires nombreux, le chevelu racinaire dense.

- Les transitions sont diffuses, ondulées ou irrégulières.

En résumé ces deux types de sols se différencient essentiellement par la couleur et la structure et accessoirement par la texture et la profondeur.

432.2 - Caractères analytiques.

- Les taux d'argile + limon fin sont plus élevés dans le solum des sols du type 1 que dans celui des sols du type 2 :

70 à 75 % dans BAM 26

40 à 60 % dans BAM 36

Les pourcentages en pseudo-sables sont corrélativement plus faibles dans le solum des sols du type 1 que dans celui des sols du type 2:

6 à 20 % dans BAM 26

8 à 55 % dans BAM 36

- Les teneurs en matière organique sont élevées dans tout le profil :

12 à 25 % entre 0 et 10cm (teneurs les plus élevées)

3 à 6 % vers 50cm

encore 1 à 3 % à 100cm, pourcentage que la couleur ne permet pas d'apprécier.

Les teneurs en azote sont fortes :

3 à 6‰ entre 0 et 10cm

1 à 2‰ vers 50cm

environ 0,5‰ vers 100cm.

Le rapport C/N varie de 20 en surface à 15 en profondeur.

Le taux de carbone humifié s'élevant de 30 à 40 % sous prairie atteint 40 à 50 % sous forêt.

Le rapport AF/AH dépasse 1 entre 10 et 20cm et atteint souvent 3 vers 1m.

- Les pH varient de 5 à 5,5 et atteignent parfois 6 au voisinage des horizons d'altération.

- Les capacités d'échange sont comprises entre 25 en surface et 8 - 10 mé/100g vers 1m - 1,5m. Les sols du type 1 paraissent légèrement mieux pourvus en bases échangeables que ceux du type 2 :

3 mé/100g en surface dans BAM 26 pour un taux inférieur à 1 mé/100g dans BAM 36.

taux > 1 mé/100g jusqu'à 1m dans BAM 26 - taux $\leq 0,5$ mé/100g dans BAM 36.

Les taux de saturation varient de 5 à 15 % dans BAM 26 et sont inférieurs à 5 % dans BAM 36.

On note $Ca > Mg > K$ (sauf exception) et $Mg/K < 10$:

- Les horizons humifères de ces sols sont moyennement riches en phosphore total

- Les rapports SiO_2/Al_2O_3 n'atteignent pas 1 dans BAM 26 et sont compris entre 1 et 1,3 dans un profil similaire à BAM 36.

- Les réserves en bases totales sont faibles et à peine plus élevées dans BAM 26 que dans BAM 36 (10 - 15 mé/100g contre 5 - 10 mé/100g).

- Les teneurs en fer total varient de 15 à 20 %. Le rapport fer libre/fer total atteint à peine 50 % dans BAM 26 alors qu'il varie entre 65 et 80 % dans des profils du type 2.

En résumé, les sols des types 1 et 2 ne présentent pas de différences significatives dans leurs caractéristiques analytiques (à l'exception peut-être de la texture, du rapport fer libre/fer total, et du rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$?), caractéristiques qui, exprimées en % de terre fine, sont proches de celles des sols à horizon grossier développé précédents. Il faudrait peut-être, chercher dans la minéralogie l'origine des différences morphologiques (couleur - structure) et des quelques nuances chimiques mentionnées ci-dessus.

432.3 - Incidences agronomiques.

L'horizon grossier ne constitue pas, comme dans les sols précédents, un obstacle à l'enracinement et n'est pas un facteur limitant le volume de sol utile. Quant aux teneurs en éléments chimiques elles ne se trouvent pas réduites de façon sensible lorsqu'elles sont exprimées en pour cent de terre totale. Aucune discontinuité n'est constatée dans le solum. Ces sols paraissent plus homogènes que les sols précédents : les profils représentatifs notamment, présentent des morphologies assez voisines.

Les sols du type 1 sont bien structurés, ceux du type 2 sont assez profonds. Les pseudo-sables des sols du type 2 sont favorables à la micro-porosité, la structure des sols du type 1 avantage la macroporosité, et leur texture fine doit permettre une bonne rétention en eau et limiter l'assèchement.

La forte structuration des sols du type 1 et peut-être leur stabilité de structure à l'eau, devrait leur conférer une faible susceptibilité à l'érosion.

En résumé ces sols ont des propriétés mécaniques et physiques nettement plus favorables que les sols précédents. Leurs caractéristiques analytiques exprimées en % de terre totale se situent dans la moyenne de celles des autres sols humifères. L'épaisseur du solum et les caractéristiques de l'environnement (voir pages suivantes) sont un atout supplémentaire pour les sols du type 2.

432.4 - Pédogénèse - Classification.

- La couleur brune, la structure nette du solum, la faible profondeur d'apparition des horizons d'altération apparenteraient morphologiquement les sols du type 1 aux sols brunifiés des régions tropicales. Mais leurs caractéristiques chimiques sont très proches de celles des sols ferrallitiques voisins. A l'exception d'un toucher parfois légèrement "onctueux", aucune caractéristique morphologique, mécanique ou physique de ces sols n'est typiquement celle d'un sol à allophane : aucune thixotropie n'a été en particulier constatée. Aucune analyse minéralogique n'a pu être effectuée sur ces sols. Nous réserverons donc notre diagnostic.

Les sols du type 2 sont sans ambiguïté classés parmi les sols ferrallitiques humifères.

- La nature remaniée de tout ou partie du solum est difficilement démontrable. Les éléments grossiers sont assez régulièrement répartis dans le profil et non particulièrement concentrés en un horizon grossier bien individualisé. Ce sont des fragments de roche, plus ou moins ferruginisés déjà rencontrés dans les horizons d'altération, donc issus de la roche-mère sous-jacente. Certains sont émoussés mais la plupart sont anguleux. Aucune bombe volcanique n'a été trouvée dans les profils examinés. En fait si ces sols ont été classés remaniés, c'est en raison d'une certaine analogie morphologique (éléments grossiers) avec d'autres sols probablement remaniés et par souci d'harmonie entre les unités cartographiques correspondantes et celles de la carte voisine.

- Le rajeunissement est morphologique. Aucun rajeunissement par apport n'est envisagé.

432.5 - Répartition - Cartographie.

- Les sols du type 1 ont été rencontrés à l'Ouest de PINYIN. Une imbrication complexe d'interfluves trachytiques et de coulées basaltiques dans ce secteur, a rendu difficile la limitation de leurs aires d'extension. Il est probable que certains de ces sols se soient développés à partir d'un matériau complexe issu de trachytes et de basalte. La présence de fragments des 2 types de roche dans quelques horizons grossiers confirmerait cette hypothèse. Notons que ces sols présentent quelques analogies morphologiques avec

les sols humifères rajeunis sur basalte, voisins (voir ultérieurement). Ils forment quelques taches sur pentes moyennes.

- Des sols du type 2 ont été cartographiés en unités simples, au Sud, dans la région de MENKA, à l'Est de SANTA COFFEE et surtout au Sud de BABA et à l'Ouest de MBEI où ils occupent une surface couvrant au moins 2400 ha qui s'appuie sur les rebords Est et N.E. du BALI NGEMBA. Ces dernières zones comptent plusieurs ensembles de 20 à 40 ha où les pentes inférieures à 20 % dominent.

Dans la région de SANTA et à l'Est de l'axe routier SANTA - BAMBENDA ces sols sont juxtaposés à des sols humifères profonds et sans horizon grossier, dans un paysage surtout ondulé. Sur les flancs du BAFUT NGEMBA ils sont juxtaposés à des sols faiblement rajeunis, dans un paysage accidenté.

432.6 - Utilisation actuelle.

Elle est variée et semble dépendre surtout des pentes (région de PINYIN) et de l'éloignement des axes routiers (Sud de BABA). Ces sols sont généralement cultivés dans les zones proches des fortes concentrations humaines. Vers l'intérieur du massif ces sols occupés par des forêts, mais surtout des prairies associées ou non à des galeries forestières. Ainsi il existe encore des surfaces appréciables peu accidentées, de sols de bonne qualité pour la région, et peu exploitées par l'homme.

4.4 - Sols faiblement rajeunis et remaniés sur basalte.

- Sols à blocs dans tout le profil :

44.1 - Morphologie. exemples BAM 4 - BAM 40 (cf. planche 27)

Ces sols ont une morphologie très caractéristique.

- Leur profil est du type A11 - A12(u)^{A13u} / - B1u - B2u aléatoire - B₃C ou BC - C.

- Les horizons d'altération apparaissent à moins de 2m.

- Les horizons humifères sont épais et atteignent fréquemment 30 à 50cm. Les horizons B1 peuvent avoir une épaisseur d'1m.

- L'horizon B2 est aléatoire pour 2 raisons :
 - . profonde incorporation de la matière organique
 - . et/ou apparition de fragments de roche altérée à faible profondeur.

- Ces sols sont dans l'ensemble bruns. Les chroma et value sont bas :

	Teinte	Value	Chroma
A11	(7,5 YR) 5 YR	2	1-2
B12 - B13	5 YR	2-3	2
B1	5 YR	3	3
B2	5 YR 2,5 YR	4	4-5
B ₃ (ou BC)	5 YR 2,5 YR	4-5	(4)-5

- On observe deux types de taches :

- . Dans les horizons B1 et B2 des taches dues à la matière organique, liées aux faces des unités structurales ou associées aux vides, irrégulières, à limites peu nettes, peu contrastées.

- . Dans les horizons B₃C et BC des taches de basalte très altéré, aussi cohérentes que la matrice, irrégulières, à limites peu nettes, contrastées.

- Les teneurs en matière organique non directement décelable sont évaluées à plus de 10 % entre 0 et 20cm et à plus de 2 % à 1m.

- Les éléments grossiers, abondants, sont de 3 types :

- . Blocs de basalte, de forme grossièrement prismatique, occupant souvent plus de 50 % du volume des horizons. Ils apparaissent généralement vers 20 à 50cm. Ils sont très durs, à arêtes émoussées. Leur altération se fait en couches concentriques : ils présentent généralement à leur périphérie une gangue altérée, ferruginisée, friable, de quelques mm à 2 - 3cm d'épaisseur. Les résidus de cette altération, fortement ferruginisés forment des croûtes concentriques, dures, décollées du prisme originel, ayant parfois gardé leur position primitive.

. Des fragments plus petits, de la taille des graviers ou cailloux, anguleux ou émoussés, de forme irrégulière ou aplatie (fragments des croûtes précédentes) sans orientation définie, altérés dans la masse, mais généralement durs car fortement ferruginisés.

. Dans les horizons d'altération, juxtaposés aux taches précédentes, des fragments de basalte de la taille des graviers et cailloux, tendres, fortement altérés dans la masse.

- L'accumulation organique rend difficile une bonne appréciation de la texture. Celle-ci est notée limoneuse dans les horizons A, limoneuse à limono-argileuse dans les horizons B¹, argilo-limoneuse dans les horizons B₂ et B₃C - BC.

- Ces sols sont bien structurés. La structure est d'autant plus nette qu'ils sont plus bruns. Ainsi le profil BAM 4 présente-t-il une structure nette dans tout le solum. Grumeleuse à polyédrique sub-anguleuse fine à très fine dans les horizons humifères, cette structure devient polyédrique fine et très fine dans les horizons B et B₃C - BC. Dans les profils plus rouges (BAM 40) la structure des horizons B est moins nette, plus grossière, parfois localisée.

- Le volume des vides entre agrégats est dans l'ensemble important.

- Les horizons humifères sont bouillants quand ils sont travaillés. Les autres horizons sont meubles et parfois même très meubles.

- Ces sols sont très poreux. Une porosité tubulaire fine et très fine, fortement développée est observée jusqu'à dans les horizons d'altération.

- Fragiles ou très friables dans les horizons humifères, les agrégats sont friables à très friables dans les horizons B et B₃C-BC.

- Le système racinaire bien développé, et le chevelu, très dense dans les horizons humifères, contourne les éléments grossiers et pénètrent le moindre volume de terre fine : ce chevelu s'insinue même entre les croûtes ferruginisées et les prismes de basalte. Les racines sont encore nombreuses en profondeur (au-delà d'1 m).

- Les transitions entre horizons sont diffuses.

44.2 - Caractères analytiques.

- Les taux de refus ne sont pas significatifs car les éléments grossiers ont été triés sur le terrain afin d'éviter le prélèvement d'un trop grand volume de sol pour une quantité faible de terre fine. Evalués sur le terrain, ces taux varient de 50 à 80 % dans les horizons B.

- Les taux d'argile plus limon fin sont assez fluctuants mais dépassent souvent 60 % (70 - 80 % dans BAM 4). Le taux d'argile est légèrement supérieur à celui de limon fin (moyennes de 35 contre 25 %). Contrairement à ce que nous avons observé dans les sols précédents on constate un certain équilibre entre les fractions sableuses fine et grossière, notamment dans la région de SANTA (3 profils analysés).

- Les teneurs en matière organique sont élevées mais variables : comprises entre 10 et 15 % de 0 à 10cm, elles varient de 3 à 10 % (BAM 4) à 50cm et sont supérieures à 2 % à 1m. Dans BAM 4 on trouve encore 0,5 % de matière organique à 3m.

- Les teneurs en azote sont corrélativement élevées bien que le rapport C/N soit relativement bas (au moins dans les 50 premiers centimètres) :

$N \text{ ‰} = 5 \text{ à } 2 \text{ ‰}$ entre 0 et 50cm
 $> 1 \text{ ‰}$ à 1m

$20 \leq C/N$ jusqu'à 50cm au moins

$15 \leq C/N \leq 20$ jusqu'à 1m

$10 \leq C/N \leq 15$ au-delà de 1m.

Le rapport AF/AH est inférieur à 1 dans les 50 premiers centimètres et à peine supérieur à 1 au-delà.

Le taux de carbone humifié varie de 30 à 40 %.

- Les pH sont variables : ils sont compris entre 5 en surface et 5,5 en profondeur dans 2 profils, entre 5,5 et 6,4 dans 3 autres et ce dans des conditions de végétation identiques (culture ou jachère récente).

- La capacité d'échange assez forte en surface est moyenne en profondeur : 20 à 30 mé/100g entre 0 et 10cm, environ 10 mé/100g à 50cm. La somme des cations échangeables diffère considérablement d'un profil à l'autre : 15 mé/100g en surface et 5 mé/100g à 3m dans BAM: 4, 0,9 mé/100g en surface et 0,2 mé/100g à 1m dans un autre profil (dans BAM 25 non reproduit en annexe).

Conséquemment les taux de saturation varient de 25 à 50 % dans un profil et de 3 à 1 % dans l'autre. Mais soulignons que cette unité semble inclure un nombre plus élevé de sols faiblement et moyennement désaturés que les autres unités.

- Ces sols sont riches en phosphore total mais les teneurs sont aussi très fluctuantes d'un profil à l'autre : 1 à 5‰ en surface.

- Le solum de ces sols est cependant pauvre en cations totaux puisque les teneurs varient de 3 à 10 mé/100g dans 2 profils (fortement désaturés).

- Les résidus de l'attaque triacide sont faibles (5 - 10 %). Un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ compris entre 1,2 et 1,7 traduit, en l'absence de minéraux primaires, une ferrallitisation moins intense que dans les sols précédents et notamment dans les sols humifères profonds sur basalte.

- Un pourcentage élevé de fer total (20 à 25 %) particularise ces sols. Le rapport fer libre/ fer total ne s'élève qu'à 50-60 %.

44.3 - Incidences agronomiques.

La présence de prismes de basalte, de 20cm de diamètre en moyenne, rencontrés à une profondeur de 25 à 50cm, amoindrit considérablement la fertilité de ces sols dont les caractéristiques morphologiques (structure) et chimiques de la terre fine, liées aux teneurs élevées en matière organique, sont par ailleurs très favorables. Les éléments grossiers (prismes + graviers et cailloux) :

- . créent des discontinuités,
- .. empêchent tout travail profond du sol,
- . se comportent comme des éléments inertes vis à vis de la capacité de rétention en eau notamment : ils sont peu ou non altérés et/ou plus ou moins ferruginisés.

- Diluent la terre fine : les teneurs volumiques des différents éléments chimiques, exprimées en % de terre totale, sont bien inférieures aux teneurs pondérales mentionnées ci-dessus (rappelons à la fois la faible densité apparente de la terre fine et les 50 à 80 % du volume total occupés par des éléments grossiers).

Notons cependant que les horizons très humifères sont peu ou non caillouteux, ce qui laisse à la disposition de l'agriculteur une couche de terre fine de 20cm d'épaisseur au moins.

A l'intérieur de cette unité les potentialités de ces sols subissent d'assez fortes variations locales : si certains sols sont faiblement désaturés (BAM 4), d'autres sols fortement désaturés (BAM 40), ont un niveau de fertilité de la terre fine sensiblement identique à celui de la terre fine des sols précédents.

En résumé l'intérêt de ces sols réside surtout dans leurs horizons superficiels possédant parfois un excellent potentiel de fertilité. Mais les variations locales dans les caractéristiques des profils (notamment dans la profondeur d'apparition des éléments grossiers) nous contraignent, à l'échelle de la carte, à n'envisager ces sols que dans des conditions moyennes afin d'aviser l'utilisateur de certains inconvénients sérieux.

44.4 - Pédogénèse - Classification (cf. planche 28).

- Ces sols ont été classés "rajeunis" parce qu'ils présentent dans leur profil des fragments de roche saine en voie d'altération. Mais nous avons vu que les teneurs en cations totaux n'étaient pas pour autant élevées : il s'agit d'un rajeunissement morphologique.

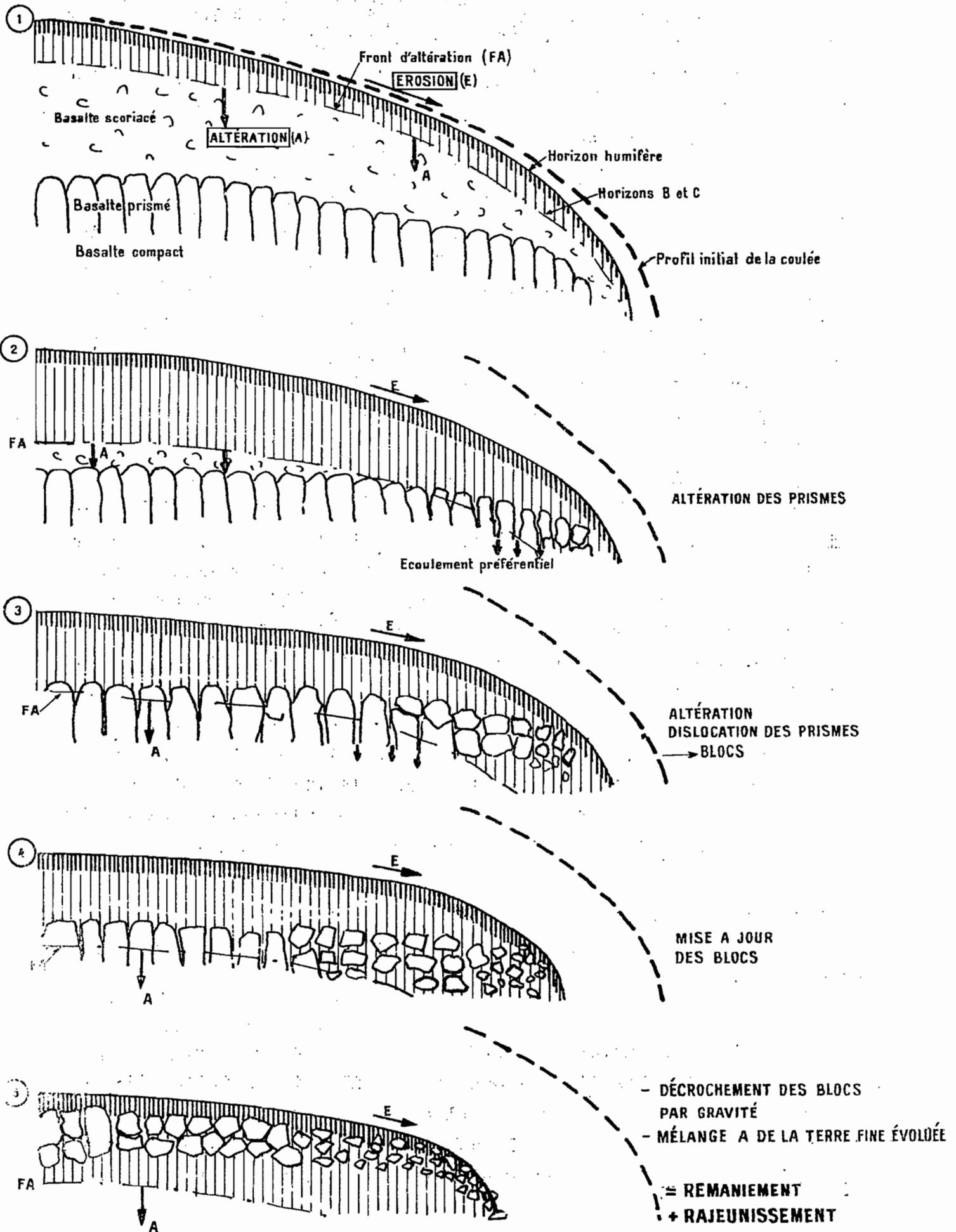
- Certains profils tels que BAM 4, très sombres jusqu'à l'horizon d'altération, se rapprochent (par la couleur) du type A C. Mais la nature ferrallitique de la terre fine ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \ll 2$) en l'absence de minéraux altérables, et la différenciation du profil (horizons très humifères bien différenciés des horizons notés B) nous ont fait classer ces sols parmi les sols évolués.

- La "prismation" du basalte caractérise les couches profondes des coulées basaltiques, dont le refroidissement est lent. Le fait que de tels prismes soient retrouvés superficiellement dans les sols signifierait un entraînement par l'érosion des matériaux fins issus de l'altération du basalte scoriacé des couches superficielles (basalte facilement altérable). Au centre de la coulée, ce phénomène d'érosion rapproche de la surface les prismes de basalte, et met ces prismes à jour sur les bords de la coulée. Proche de la surface, ce basalte est à son tour atteint par l'altération. Mais en raison de la porosité "en grand" de cette couche prismatique, l'écoulement de l'eau se fait préférentiellement entre les prismes et favorise l'altération en profondeur. Dans les profils, les blocs sont en surface de plus grande taille et moins altérés qu'en profondeur. A partir d'un certain degré d'altération, la couche prismatique perd sa cohésion et les blocs de basalte (de forme plutôt hexagonale) subissent à leur tour, sous l'effet de l'érosion, un entraînement par gravité. Ils sont emballés dans une gangue de terre fine évoluée provenant des horizons superficiels humifères des sols situés en amont, et de l'altération du substratum géologique auquel ces blocs appartenaient. Ce qui explique à la fois le caractère humifère de la terre fine et l'aspect perturbé (arrangement prismatique initial non reconnaissable) du niveau grossier. Certains profils laissent apparaître un horizon C constitué de basalte tendre fortement altéré dans la masse. Il pourrait s'agir de la partie profonde de la couche prismatique, altérée préférentiellement, ou d'une couche de basalte massif qui, en constituant un niveau d'arrêt pour les eaux d'infiltration s'écoulant entre les prismes sus-jacents, réunit des conditions favorables à l'altération, ou il pourrait s'agir des deux à la fois.

L'épaisseur de l'horizon humifère peut s'expliquer en dépit des pentes fortes par une remontée biologique intense et un certain coluvionnement.

Mais l'érosion intense a parfois dégagé la couche prismatique de toute une coulée basaltique. Dans ce cas il est difficile d'invoquer un quelconque décrochement de blocs de basalte par gravité pour expliquer la morphologie des sols du centre de la coulée. Nous avançons l'hypothèse d'un remaniement sur place favorisé par la porosi-

HYPOTHÈSE SUR LA GÉNÈSE DES SOLS FAIBLEMENT RAJEUNIS ET REMANIÉS DES BORDS DE COULÉES BASALTIQUES



té "en grand" du basalte prismé, mais nous resterons circonspects quant à l'interprétation à donner aux faits morphologiques.

L'hypothèse formulée sur la genèse de ces sols ne résout pas le problème de classification. S'agit-il de sols humifères sur matériau colluvionné, de sols humifères remaniés sur basalte, des sols remaniés colluvionnés sur basalte ou de sols faiblement rajeunis et remaniés sur basalte ? Nous avons choisi cette dernière solution qui rend compte à la fois, d'un possible réarrangement des matériaux, différent de celui né de la simple altération, de l'existence de fragments de roche saine dans les profils, et de la nature des horizons C. Le fait de la forte influence de la présentation en prismes du basalte sur la morphologie des profils est signalé au niveau de la "variété".

- L'accumulation humifère serait à la fois d'origine climatique et d'origine colluviale.

44.5 - Répartition - Cartographie.

- De tels sols se rencontrent surtout en bordure de versants abrupts, donc de coulées déjà fortement érodées, ou parfois au centre de ces coulées, au niveau des ressauts. Occupant de faibles surfaces, ces sols ont alors été cartographiés en juxtaposition (dans certains cas il s'agit même d'associations) avec les sols humifères, remaniés ou non, du centre de la coulée.

- Ces sols ont été cartographiés en unités simples en quatre endroits, notamment dans la région de PINYIN. La couche prismatique des coulées est supposée entièrement dégagée par l'érosion.

Ces sols n'occupent donc pas de grandes surfaces. En fait il est possible que de tels sols apparaissent très localisés ou que, les blocs n'étant parfois visibles qu'au-delà d'1 m de profondeur, aient échappé à l'observation. Quoi qu'il en soit ces sols occupent souvent des surfaces trop restreintes pour être représentées à l'échelle de la carte : l'utilisateur prévenu, devra tenir compte de ces éventualités.

44.6 - Utilisation actuelle.

Les pentes fortes de bordure de certaines coulées interdisent toute mise en culture. Lorsque ces sols, dont les horizons humifères sont facilement travaillés et ont des caractéristiques favorables, sont localisés sur pentes faibles, ils semblent très appréciés des agriculteurs. Après épierrage ces derniers établissent même sur ces sols des plantations de caféiers. Mais l'abondance de blocs interdit toute utilisation rationnelle et intensive.

4.5 - Sols rajeunis.

45.1 - Sols sur trachyte.

451.1 - Morphologie.

La morphologie de ces sols rappelle celle des sols peu évolués d'érosion sur trachyte.

exemple : BAM 33 (cf. planche 29)

- La succession des horizons est très variée comme l'indique la coupe schématique (et didactique) de la planche 30.

Ces sols rajeunis peuvent être regroupés en 2 ensembles :

. Les sols dont l'horizon C continu apparaît à une profondeur inférieure à 80cm.

. Les sols dont l'horizon C est visible à une profondeur supérieure à 80cm, mais qui présentent en quantité appréciable, à moins de 50cm, des fragments de roche altérée.

L'épaisseur des horizons A1 varie dans 15 profils, de 10 à 20cm. La distinction d'un horizon B1 épais (30 à 80cm) exprime une profonde incorporation organique par une végétation essentiellement graminéenne.

- La terre fine a une couleur très variable, mais ces sols sont dans l'ensemble plus jaunes que les précédents et présentent des horizons B aux couleurs plus vives et plus claires. On note fréquemment des teintes de 7,5 et 5 YR, des valeurs de 6 et des chromas de 8 dans les horizons B2 et B2 C.

	Teinte	Value	Chroma
A1	10 YR → 5 YR	2 - 3	2
B1-B1 C	10 YR → 2,5 YR	3 - 4	3-4
B2-B2 C	10 YR → 2,5 YR	4 - 6	4-8

En fait l'abondance de taches et d'éléments grossiers rend souvent difficile l'appréciation de la couleur dominante, notamment dans les horizons B :

- Taches dues à la matière organique, sombres, à limites nettes, à contraste variable, en traînées verticales, liées aux faces des unités structurales ou surtout associées aux racines, généralement moins cohérentes que la matrice.

- Taches jaunâtres de trachyte fortement altéré dans la masse, peu contrastées, à limites peu nettes, irrégulières, hétérogènes dans leurs dimensions, généralement aussi cohérentes que la matrice.

- Les éléments altérés apparaissent à une profondeur quelconque. Ils sont en nombre variable, mais ils n'empêchent pas les déterminations classiques de terrain effectuées sur la terre fine. Ils apparaissent sous 2 formes : taches et éléments grossiers dont les caractéristiques ont été décrites dans l'étude des sols humifères faiblement rajeunis (cf. précédemment). Ces éléments altérés confèrent aux horizons une morphologie du type B1C, B2C ou B3C. Dans les 2 premiers cas on observe une juxtaposition de volumes de roche altérée et de terre fine dont les caractéristiques morphologiques sont celles d'un B1 ou d'un B2 dépourvus d'éléments altérés. Dans le troisième, les caractères de la terre fine témoignent d'une évolution moins nette. Au-delà d'une certaine concentration de taches et d'éléments grossiers, on observe en effet des modifications corrélatives des caractéristiques morphologiques de cette terre fine et l'on tend vers un horizon C.

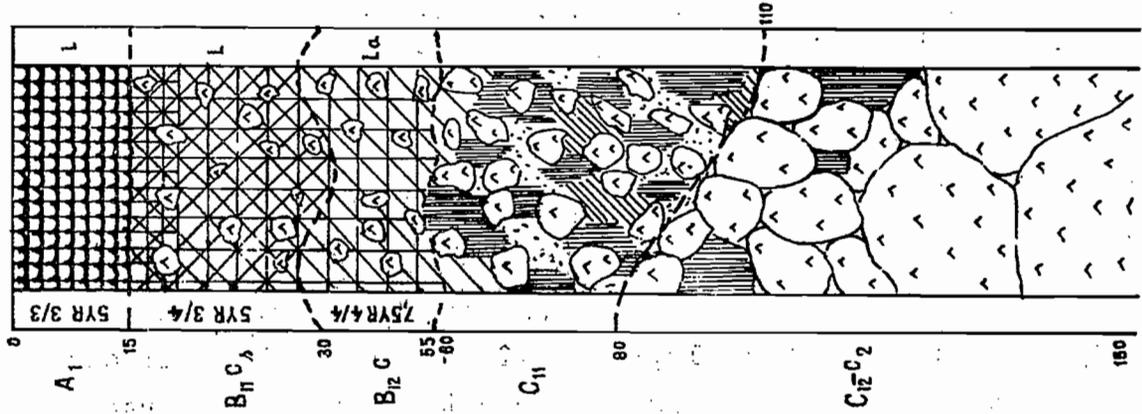
Rarfois les taches sont rencontrées seules dans un horizon, noté alors B3 si elles restent peu abondantes (< 20 %). On rencontre les 2 types d'horizons C (C1 et C2), décrits lors de l'étude des sols peu évolués d'érosion sur trachyte.

SOLS FERRALLITIQUES

SOLS HUMIFÈRES

faciès rajeunis

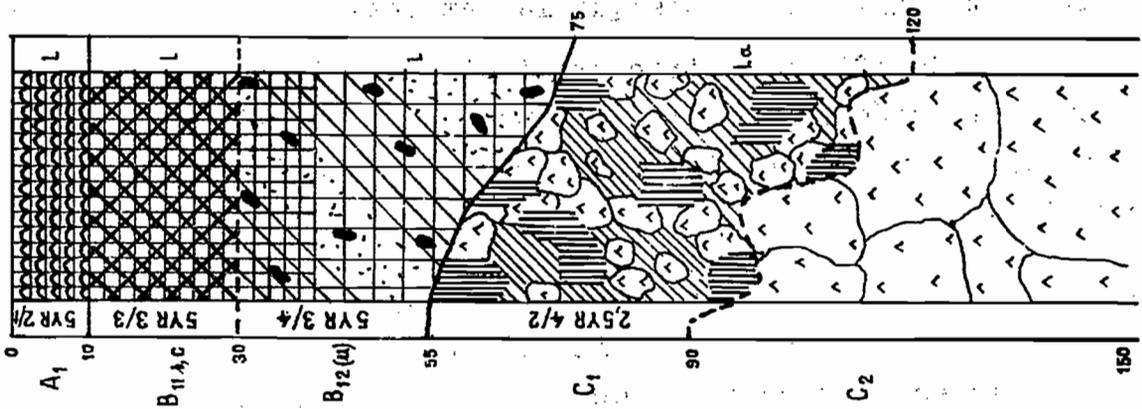
(cf. légende planche 40)



BAM 27

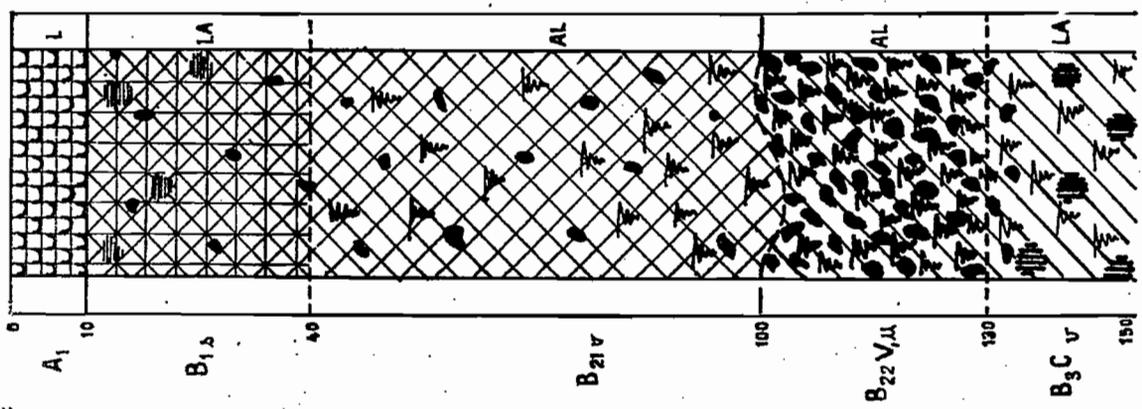
Sur basalte

TYPE 2



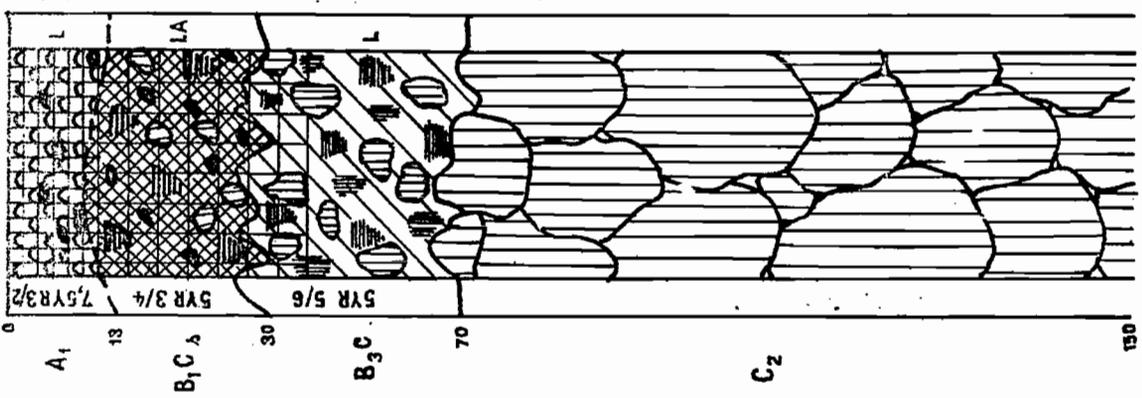
BAM 24

TYPE 1



BAM 3

Sur trachyte



BAM 33

La plupart des profils observés présentaient des horizons BC (B1C + B2C) d'une épaisseur supérieure à 1m. Les éléments grossiers de ces horizons, moins profondément enterrés que ceux des horizons BC des sols faiblement rajeunis, sont souvent observés secs ou frais, étant situés dans une zone de variation saisonnière importante d'humidité.

- La texture est notée limono-argileuse dans les horizons A, et B1, argilo-limoneuse dans les horizons B2 et B2C, limono-argileuse dans des horizons B3 et limono peu argileuse à limoneuse dans les horizons B3C. L'observation des éléments texturaux à la loupe laisse apparaître peu de pseudo-sables. La fraction sableuse grossière contient un pourcentage élevé de petits fragments anguleux de roche ferruginisée.

- La structure des horizons est généralement nette, grumeleuse mais surtout polyédrique sub-anguleuse fine à très fine. La structure des horizons B et BC est très variable aussi bien dans sa nature que dans sa netteté ou dans la taille des agrégats. Elle est souvent notée nette dans les horizons B1, B1C et peu nette dans les horizons B2 et B2C. Il s'agit plutôt en fait d'assemblages nets ou peu nets, la prairie permettant un assèchement périodique dans les horizons intermédiaires. Dans certains horizons B1 les éléments structuraux sont grossiers alors qu'ils sont moyens, fins et/ou très fins dans d'autres. Dans les horizons B2 la structure est plus particulièrement fine et très fine, mais des structures massives, polyédriques grossières ou moyennes ont été décrites. La structure des horizons B3 et B3C est peu nette, polyédrique grossière ou moyenne, souvent juxtaposée à une structure massive. Nous n'avons pas noté de micro-structure.

En résumé, si ces sols sont assez profondément structurés, leur structure est très variable et dans l'ensemble plus grossière que celle de tous les sols précédents.

- Les horizons sont généralement meubles, les agrégats très friables ou fragiles dans les horizons A, friables dans les horizons B ou BC. La porosité tubulaire fine est développée, également dans les taches et les éléments grossiers des horizons B3, B3C et C1.

- Un chevelu racinaire dense et très divisé pénètre la masse des horizons, contourne les éléments grossiers des horizons BC mais peut traverser ceux des horizons B3C et C1.

- Les transitions entre horizons sont généralement graduelles à diffuses, ondulées, entre les horizons meubles. La transition avec les horizons d'altération proprement dits est nette quand elle a lieu entre un BC et un C2, diffuse quand elle se fait par l'intermédiaire d'un C1 (cas le plus fréquent). Parfois un horizon de roche non altérée (R) est sous-jacent à un horizon BC.

451.2 - Caractères analytiques.

- Comme dans les sols faiblement rajeunis, le taux de refus est variable et n'est pas très significatif, en raison de la grande friabilité de nombreux éléments grossiers.

- Les taux d'argile plus limon fin restent élevés et atteignent fréquemment 60 %. Les taux de limon fin sont légèrement inférieurs à ceux des sols précédents (20-25 %) dans les horizons B et BC. Les taux de sable grossier fluctuent d'un profil à l'autre et d'un prélèvement à l'autre entre 15 et 30 %. Nous observons à la loupe bino-culaire que les fractions limon grossier et sable sont essentiellement constituées d'éléments de roche altérée et ferruginisée.

- Les horizons A de deux profils analysés sous forêt et sous cultures contiennent à peine plus de 8 % de matière organique. Nous manquons cependant de données pour vérifier la généralité de cette observation. Ces sols doivent être de toute façon moins humifères que les précédents en raison de leurs valeurs et chroma élevés.

- Les taux d'azote et de phosphore total sont corrélativement plus faibles (N et $P_2O_5 = 1$ à 2% dans les 30 premiers centimètres).

- Les rapports C/N atteignant 16 - 18 en surface, sont de 10 - 15 vers 50 cm.

- Les pH varient de 5 à 5,5.

- Les capacités d'échange de 15 à 25 mé/100g entre 0 et 10cm sont inférieures à 10 mé/100g à 1m.

- Les teneurs en cations échangeables semblent dépendre de la position topographique des profils (cf. ci-dessous). Certains sols situés au pied de falaises sont faiblement désaturés ($V = 15$ à 35% - $BE = 15 - 25$ mé/100g dans B), alors que ceux situés sur pentes fortes de sommet sont fortement désaturés ($V \ll 5\%$ - $BE \ll 1$ mé/100g dans B). Les rapports des teneurs des différents cations échangeables sont très variables.

- Les réserves en cations totaux semblent dans l'ensemble plus élevées que celles des sols précédents (10 - 35 mé/100g), mais il existe des profils très rajeunis caractérisés par des taux très faibles en bases totales ($\ll 10$ mé/100g).

- Des rapports SiO_2/Al_2O_3 compris entre 1,5 et 1,9 (dans les horizons B) attestent une ferrallitisation moins intense que celle des sols ferrallitiques précédents, qui semble cependant avoir atteint des degrés divers pour une morphologie à peu près semblable des profils.

- Les rapports fer libre/fer total de 30 à 60 % indiquent de même qu'une fraction importante du fer est sous forme liée.

451.3 - Incidences agronomiques.

Bien que présentant des fragments de roche altérée à faible profondeur ces sols peuvent être structurés assez profondément. Le volume de terre utile pour les plantes peut donc être nettement plus important que celui des sols peu évolués auxquels ces sols rajeunis sont juxtaposés.

Les éléments grossiers altérés participent activement à la dynamique des profils : les fragments altérés des horizons B_3C et C, sont pénétrés par les racines et ont une porosité tubulaire visible. Ces éléments grossiers comme ceux des horizons BC prennent part à la dynamique de l'eau. Ils doivent en particulier réduire le dessèchement de saison sèche favorisé par la végétation (prairie) et les pentes fortes.

Mais la présence de ces éléments grossiers crée des discontinuités.

Ces sols, caractérisés par une grande hétérogénéité des profils nous empêchent de considérer un comportement type, et nous obligent à envisager des conditions moyennes.

La texture (nombreux fragments de roche altérée et ferruginisée dans la terre fine) et la structure sont moins favorables que celles des ferrallitiques précédents. Nous ferons la même remarque pour les propriétés physiques.

Le degré de fertilité lié à la matière organique ($MO-N-P_2O_5$) est bas comparativement à celui des autres sols humifères. Par contre, ces sols peuvent être, relativement à d'autres sols, assez riches en cations échangeables et totaux. Mais si la richesse en éléments échangeables est prévisible (position topographique des sols), celle en éléments totaux ne l'est pas.

En résumé, il est possible que certains sols rajeunis soient riches en cations, mais l'ensemble de leurs autres caractéristiques et en particulier leur grande hétérogénéité les désavantagent. Leur position topographique et leur juxtaposition à des sols peu évolués et minéraux bruts constituent un handicap supplémentaire.

451.4 - Pédogénèse - Classification.

- Nous avons tenté de donner une explication au phénomène de rajeunissement dans un paragraphe relatif aux principaux processus pédogénétiques affectant les sols ferrallitiques (voir précédemment paragraphe D 13).

- L'existence de fragments de roche peu altérée proche de la surface, tandis que la limite du solum (transition entre un horizon entièrement ou partiellement constitué de matériau fin pédologiquement évolué et un horizon C continu) peut être assez profonde (souvent plus de 150cm), peut s'interpréter de différentes façons :

. Ces débris peuvent être des noyaux de fragments de roche initialement plus gros et en cours d'altération, alors que la structure fissurée de la roche ayant permis un écoulement préférentiel de l'eau entre les blocs a favorisé une altération plus profonde. Tout se passe comme s'il existait 2 fronts de transformation du matériau altéré en matériau évolué, au niveau des fragments isolés dans une matrice évoluée et au niveau des horizons C.

. Sur fortes pentes ou au pied de falaises, la partie meuble peut être constituée d'un mélange de colluvions et d'éboulis, les fragments de roche entraînés étant moins altérés que le matériau sur lequel ils se sont déposés.

Quoi qu'il en soit, ces fragments proches de la surface, situés dans une zone de variation saisonnière d'humidité, exacerbée par la nature des pentes et le type de végétation, sont dans des conditions d'altération nettement moins favorables que les horizons C profonds. Il est donc probable que le retard pris pour une cause quelconque, par l'altération de ces fragments sur l'altération des horizons profonds, subsiste.

- Le peu d'analyses ne nous permet pas d'expliquer une accumulation de matière organique relativement faible qui placerait ces sols à la limite des sols humifères, si ce phénomène était général. Notons que nous avons déjà constaté que les sols peu évolués, auxquels sont juxtaposés ces sols rajeunis, avaient des teneurs en matière organique plus faibles à moyenne altitude, sur pentes fortes et sous prairies.

451.5 - Répartition - Cartographie - Végétation.

Ces sols juxtaposés à des sols minéraux bruts et peu évolués, d'érosion, régosoliques, sont situés dans des paysages fortement accidentés du massif trachytique et occupent en conséquence des surfaces assez importantes mais morcelées (cf. planche 6). Ils sont couverts de savanes, de prairies (souvent prairies caractéristiques à *Loudetia*) ou de forêts.

Leurs propriétés intrinsèques, les sols auxquels ils sont associés, leurs facteurs d'environnement, sont autant d'éléments défavorables à leur mise en culture.

451.6 - Hydromorphie dans les sols rajeunis.

exemple BAM 3 (cf. planche 29)

Le pied d'un certain nombre de falaises est souvent marqué par des replats (visibles par exemple sur la route d'AKUM - BABA - BALI). Nous avons vu que ces derniers pouvaient être porteurs de sols moyennement ou faiblement désaturés. Localement aussi, ils peuvent être le siège d'une hydromorphie temporaire, la rupture de pente freinant le drainage externe. Cette hydromorphie se manifeste par des horizons tachetés de profondeur. Dans BAM 3, ces taches anastomosées sont plus cohérentes que la matrice. Il y aurait un début d'induration, prémisse de cuirassement. Dans ce même profil on constate aussi que ces taches s'organisent autour de graviers et cailloux de trachyte plus ou moins altérés et ferruginisés, et qu'un horizon profond particulièrement caillouteux est susceptible de constituer un horizon d'arrêt pour l'eau ou tout au moins de freiner son écoulement.

En résumé cette hydromorphie est due aux 2 facteurs de ralentissement de l'écoulement de l'eau que sont la topographie locale (action sur le drainage externe) et la configuration des horizons caillouteux (action sur le drainage interne). D'autre part elle serait favorisée par la présence d'éléments altérés, noyaux d'humidité dans les horizons de moyenne profondeur et donc sièges d'une accumulation préférentielle des sesquioxydes. L'hydromorphie s'étendant, les taches s'anastomosent et donnent un aspect réticulé aux horizons concernés. Une alternance des phénomènes d'engorgement et d'aération aboutit à une concentration des sesquioxydes et à l'induration des horizons marqués par l'hydromorphie. Ce stade a été atteint dans BAM 3.

Mais les conditions qui semblent nécessaires à la réalisation de ce processus ne sont pas souvent remplies. Ce phénomène d'hydromorphie n'a donc qu'une extension limitée.

45.2 - Sols sur basalte.

452.1 - Morphologie.

exemples: BAM 24 - BAM 27 (cf. planche 29)

- Ces sols présentent 2 types de profils :

• Type 1 (BAM 27) : Certains profils ont une morphologie semblable à celle des profils des sols rajeunis sur trachyte. On observe notamment à faible profondeur des éléments grossiers, de la taille des cailloux, plus ou moins altérés, tendres, noyés, sur une épaisseur moyenne de 80 à 120cm, dans une gangue assez évoluée. Ce type est le plus rare.

• Type 2 (BAM 24) : Des profils peu profonds (B_3C apparaissant à moins de 80cm ou C à moins d'1m) mais contenant peu d'éléments grossiers dans les horizons B1 et B2. Il s'agit surtout de graviers, à arêtes émoussées ou anguleuses, durs, de basalte ferruginisé dans la masse.

A ces horizons BC du type 1 ou B(u) du type 2, succèdent généralement des horizons B_3C , C1 et C2 (cf. planche 26). Les horizons B_3C et C1 sont facilement pénétrés par les racines et dotés d'une porosité tubulaire développée.

Donc, bien que ces sols aient dans l'ensemble un solum peu épais, l'activité biologique peut se manifester profondément (dans BAM 24 on observe encore des racines à 2m alors que l'horizon C débute à 90cm).

- Contrairement aux sols rajeunis sur trachyte présentant une gamme de teintes à dominantes jaune et brune, les sols rajeunis sur basalte sont assez uniformément bruns, pâles et sombres.

	Teinte	Value	Chroma
A1	5 YR	2-(3)	1 - 2
B1(u)	5 YR	3	3
B2(u)	5 YR	3	4 - 6
BC	5 YR-7,5 YR	3 - 4	4 - 6

- La texture de la terre fine paraît dans l'ensemble plus limo-

neuse que celle des sols précédents : elle est notée limoneuse dans les horizons A et B1, limono-peu argileuse dans les horizons B2 (quand ils sont présents) et B2C.

- La structure est dans son ensemble plus nette et plus fine que celle des sols rajeunis sur trachyte: nette, grumeleuse et/ou polyédrique sub-anguleuse fine à très fine dans les horizons A, elle est nette polyédrique moyenne à fine dans les horizons B1, et devient peu nette, de taille variable dans les horizons B2(u) et BC. Elle est souvent localisée et peu nette dans les horizons B₃C.

- Ces horizons sont meubles et le matériau est friable. Le matériau altéré reste friable sur une grande profondeur. La porosité tubulaire est très développée.

- Le chevelu racinaire est abondant dans les 50 premiers centimètres. Les racines pénètrent profondément la masse du profil (y compris les horizons C1 - voir précédemment).

- Les transitions entre horizons sont généralement graduelles ou diffuses, et ondulées, et parfois même certains horizons sont discontinus. La transition entre les horizons B2 et C2 se faisant généralement par des horizons B₃C et/ou C1 épais, les horizons C2 ne sont souvent atteints qu'au-delà de 2,50m et même 2m.

452.2 - Caractères analytiques.

- Un taux de limon fin fréquemment supérieur au taux d'argile confirme la texture donnée sur le terrain : 20 à 30 % d'argile, 15 à 40 % de limon fin. La fraction sableuse grossière (10 à 30 %) est surtout constituée de fragments de roche altérée et ferruginisée. Très peu de pseudo-sables sont observés. Par contre les pseudo-limons semblent assez abondants.

- Ces sols sont, comme les sols rajeunis sur trachyte, à ^{la} limite des sols humifères. En effet, les taux de matière organique n'atteignent que 7 à 9 % entre 0 et 20cm, mais semblent supérieurs en profondeur, à ceux des sols précédents (1 % à 1m).

Les taux d'azote varient de 2 - 3°/oo entre 0 et 20cm à 0,5 - 1°/oo à 1m.

Le rapport C/N de 15 - 20 en surface s'abaisse à 10 - 15 en profondeur.

- Des pH de 4,8 à 5,5 expriment une forte acidité.

- Les capacités d'échange de 20 - 25 mé/100g en surface sont voisines de 10 mé/100g à 1m. Ces sols fortement désaturés ont des teneurs en bases échangeables inférieures à 2 mé/100g dans l'horizon humifère et inférieures à 1 mé/100g dans les horizons B ($V < 10\%$ en A et $< 5\%$ en B).

- Les réserves en cations totaux sont moyennes dans l'ensemble des profils analysés (alors que certains sols rajeunis sur trachyte pouvaient présenter des teneurs très faibles en cations totaux) : 15 à 30 mé/100g suivant les profils et les horizons.

Nous constatons, d'après les résultats que nous possédons, que le taux de phosphore total de 1 à 2°/oo en surface décroît très lentement en profondeur (au moins jusqu'à 50cm).

- Les rapports $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sont compris entre 1,2 et 1,7 : Pour une même morphologie, les sols rajeunis sur basalte paraissent être plus évolués que les sols rajeunis sur tachyte.

- Les taux de fer total atteignent 25 %. Le rapport fer libre/fer total variant de 30 à 60 %, révèle l'existence d'un taux important de fer lié.

Remarque : Dans la région d'AWING - BAMBOULOUE un sol développé sur basalte bulleux (coulée récente ?) présente des caractéristiques chimiques qui l'apparenteraient aux sols bruns tropicaux (cf. fiche analytique de BAM 31 en annexe) : pH = 7 - 5,8, V = 18 - 25 %, CE = 18 - 23 mé/100g dans tout le profil, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 1,7 - 1,9$, Fe total = 25 %, Fer libre/Fer total = 0,7, C/N = 12 - 15. Ce sol est d'autre part riche en pseudo-sables. Présentant un horizon B_3C à faible profondeur il a été classé parmi les sols rajeunis sur basalte.

452.3 - Incidences agronomiques

Si l'horizon C de ces sols apparaît à profondeur relativement faible, leurs horizons B1 et B2 sont plus homogènes et dans l'ensemble beaucoup moins caillouteux que les horizons correspondants des sols rajeunis sur trachyte. En outre leur structure souvent nette et fine est plus favorable. L'altération plus profonde donne des éléments altérés friables, facilement pénétrables par les racines et possédant une porosité tubulaire; il s'agit d'éléments pouvant et semblant participer plus activement à la dynamique du sol que ceux des sols rajeunis précédents. Peu de discontinuités résultant de la juxtaposition des phases fine et grossière ont été observées. Les propriétés physiques et chimiques sont du même ordre de grandeur avec, semble-t-il, une légère supériorité des sols rajeunis sur basalte en ce qui concerne la fertilité chimique potentielle (cations totaux).

Mais comme les sols rajeunis sur trachyte ces sols rajeunis sur basalte sont défavorisés par une assez grande hétérogénéité des profils qui oblige à envisager, à l'échelle de la carte, des conditions moyennes pour l'ensemble de ces sols.

En résumé, si à l'échelle 1/50.000ème ces sols rajeunis sur basalte sont classés parmi les sols les plus défavorables, une cartographie à grande échelle des zones correspondantes risque d'isoler des unités de sols aux caractéristiques satisfaisantes : profondeur du solum, structure notamment. D'autre part les sols de la vallée d'AWING, développés sur ^{basalte} bulleux, sont sans conteste parmi les meilleurs de la région.

452.1 - Pédogénèse - Classification.

- Si les sols rajeunis sur trachyte occupent des positions topographiques telles qu'on peut faire appel à un phénomène de rajeunissement par érosion pour expliquer la présence de fragments de roche altérée à faible profondeur dans l'ensemble des profils, il n'en est pas de même pour un certain nombre de sols rajeunis sur basalte situés dans des zones localement peu mouvementées qui font partie du paysage accidenté du massif trachytique (angle S.O. de la carte).

La morphologie de certains profils pourrait être interprétée comme le résultat d'une "pénévolution" : temps d'évolution insuffisant, malgré les conditions "ferrallitisantes", pour que le développement complet des profils ait pu se produire. Une possible jeunesse des coulées basaltiques pourrait en être la cause. La faible profondeur, la couleur brune des sols, la structure nette de certains d'entre eux, en seraient les témoins morphologiques. Les caractères chimiques apparentant certains sols rajeunis/des sols brunifiés des régions tropicales accréditeraient cette hypothèse.

- L'accumulation organique relativement faible place ces sols, comme les sols précédents, à la limite des sols humiques.

452.5 - Répartition - Cartographie.

Ces sols se répartissent sur des pentes dans l'ensemble plus faibles que celle portant les sols rajeunis sur trachyte.

Ils n'ont été cartographiés qu'en unités simples et occupent notamment une surface importante, d'environ 1000 ha au Sud-Ouest de PINYIN. Ils sont souvent localisés à proximité des sols faiblement rajeunis, à blocs de basalte, auxquels ils peuvent être éventuellement associés.

452.6 - Utilisation actuelle.

Eloignée de toute concentration humaine, la plus grande unité (S.O. de PINYIN) est couverte de prairies associées à des galeries forestières. D'autres taches, plus réduites, disséminées à proximité des axes routiers, portent des cultures vivrières ou arbustives. La jeunesse des plantations n'a pas permis de déceler une influence éventuelle de la profondeur des sols sur la croissance des caféiers, par l'intermédiaire du système racinaire.

4.6 - Sols remaniés sur basalte - Sols à horizon grossier peu développé.

Ces sols ont une morphologie très semblable à celle des sols classés humifères non rajeunis et non remaniés sur basalte. Ils se différencient de ces derniers uniquement par la présence d'éléments grossiers, concentrés en un niveau grossier, appartenant aux horizons B, et dans lequel ils sont généralement peu abondants (< 15%). Ce niveau qui apparaît à des profondeurs variables (10cm à 1m dans les profils observés) a une épaisseur très fluctuante (20cm à plus d'1,50m). Les éléments grossiers sont généralement des graviers de basalte, parfois des cailloux, à arêtes émoussées, faiblement altérés en surface ou altérés dans la masse, ferruginisés ou non. Ces sols ont été classés remaniés par analogie morphologique avec certains sols des cartes voisines classés remaniés parce que présentant un niveau grossier. En fait il n'est pas absolument nécessaire de faire appel à un phénomène de remaniement pour expliquer la présence de ce niveau grossier. Ce dernier peut s'expliquer :

- Par une descente d'éléments grossiers dans une matrice ayant atteint, à un moment donné, un certain degré de fluidité.

- Par les vicissitudes d'une altération marquée par une alternance de phases rapides et lentes. Ce niveau d'éléments grossiers pouvant être la résultat de la succession d'une phase très rapide, à une phase particulièrement lente qui aurait laissé sur place des fragments en voie d'altération.

- Par l'existence d'un niveau de basalte plus massif résistant à l'altération dont les graviers, noyaux particulièrement rebelles, seraient les témoins. Mais cette hypothèse ne nous satisfait guère car il est peu probable qu'un tel niveau situé entre 0 et 2m ait occupé une telle surface.

- Par un colluvionnement "normal", ce niveau grossier correspondant à une phase active ayant permis le transport d'éléments de plusieurs centimètres de diamètre. Tous les sols rouges dits typiques sont en effet plus ou moins colluvionnés.

- Par une concentration d'origine biologique mentionnée à plusieurs reprises à propos d'autres sols (voir précédemment).

- Par un remaniement sur place.

D'autres hypothèses pourraient être avancées. Dans l'état actuel de nos connaissances aucune ne prévaut. Il ne faut donc comprendre ici le terme "remanié" qu'en tant que synonyme de sol à horizon grossier, le "remaniement" n'étant qu'une explication parmi d'autres. Quoi qu'il en soit nous croyons à une origine pédologique du phénomène.

Ce niveau grossier peu développé n'a aucune incidence agronomique.

Ces sols sont localisés à l'Est de PINYIN en paysage noté accidenté sur l'esquisse des paysages à 1/200.000ème. En fait il existe un certain nombre de zones aux pentes dominantes inférieures à 10 % (cf. carte des pentes). Les caractéristiques favorables des sols et la topographie de ces zones en font des aires d'extension intéressantes pour les cultures. Notons qu'à l'Ouest de SANYERE (10°01' E - 5°47' N) ainsi qu'au Nord de WONTOKO (10°02' E - 5°47' N) ces zones sont essentiellement couvertes de prairies.

5 - SOLS REMANIÉS.

(cf. critères de classification paragraphe D 22)

5.1 - SOLS MODAUX.

Ces sols présentent un niveau grossier à moins de 150 cm. Aucun fragment de roche altérée, caractéristique d'un horizon BC, n'apparaît en-deçà de cette profondeur. L'horizon grossier de tous les sols rangés dans ce sous-groupe est peu développé.

51.1 - Sols sur basalte - A horizon grossier peu développé.

Comme les sols humifères remaniés sur basalte se distinguent des sols humifères non remaniés, ces sols remaniés se différencient des typiques (faciès humique) sur basalte par la présence d'un horizon grossier peu développé.

La succession des horizons est par exemple du type A1 - B1 - B21 - B22_u - B23.

Cet horizon grossier a les mêmes caractéristiques générales que celui des "sols humifères remaniés à horizon grossier peu développé sur basalte". Les éléments grossiers peuvent être cependant de nature différente : dans un profil par exemple il s'agissait de graviers de trachyte, irréguliers, à arêtes émoussées, peu altérés dans la masse. Plusieurs explications sont possibles :

- La nature de ces éléments grossiers pourrait être considérée comme un indice de remaniement, ce dernier ayant "repris" des éléments allochtones.

- Il pourrait s'agir d'un profil complexe, ces quelques graviers étant les seuls témoins d'un matériau hétérogène, qu'une intense ferrallitisation aurait homogénéisé. Mais il ferait exception car nous n'avons observé nulle part ailleurs de changements brutaux dans la nature des coulées volcaniques sur une aussi faible épaisseur et une telle surface.

• Ce que nous avons cru être du basalte altéré (sondage à la tarière) ne pourrait être que des trachy-andésites dont l'altération gris-violacée ressemble à celle du basalte. Nous avons vu qu'il existait en effet tous les intermédiaires entre les trachytes blanchâtres et les basaltes mésocrates. Les graviers du profil seraient alors des résidus jaunâtres d'une zone moins riche en éléments noirs dans une coulée à dominante trachy-andésitique.

Quoi qu'il en soit, ces faits ne modifient en rien les caractéristiques morphologiques et analytiques générales de ces sols, qui sont celles des sols typiques (faciès humique) sur basalte décrits précédemment (cf. paragraphe D 31.1).

Ces sols sont cartographiés en unités simple au N.O. de MANKON et au Sud de SANTA COFFEE ESTATE, et en juxtaposition, notamment avec des sols typiques et remaniés rajeunis à blocs de basalte, dans la région de BALI, et au Nord de NAAKA (situé entre BALI et BAMBENDA).

Ils portent de belles plantations de cafés au Nord de MANKON (qui prolongent celles situées sur les sols typiques sur basalte, voisins) et dans la région de BALI, zones de fortes concentrations humaines. Ils sont couverts ailleurs de savanes et de cultures vivrières.

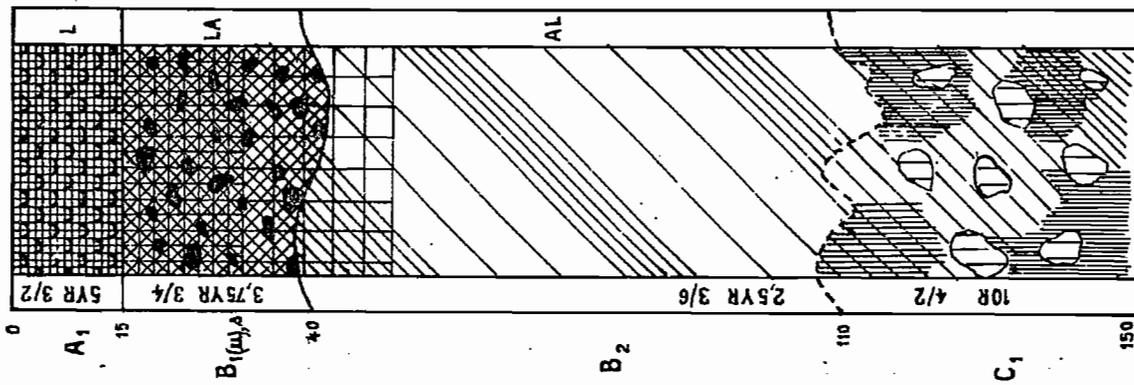
51.2 - Sols sur granites - Sols à horizon grossier peu développé. exemple : BAM 22 (cf. planche 31)

Nous avons vu que les sols typiques, sur paysage largement ondulé, situés à l'Est de MANKON (cf. paragraphe D 31.2) avaient des caractéristiques intermédiaires entre celles des sols sur basalte, et celles des sols situés sans ambiguïté sur socle. La terre fine des sols remaniés qui nous préoccupent, et situés à l'Est de BAFRENG, présente ces mêmes caractéristiques (cf. BAM 21) : Ces sols se seraient donc également développés à partir d'un matériau complexe issu de granite et de roche volcanique.

Ces sols remaniés se différencient des sols typiques par l'existence d'un horizon grossier généralement peu développé leur conférant

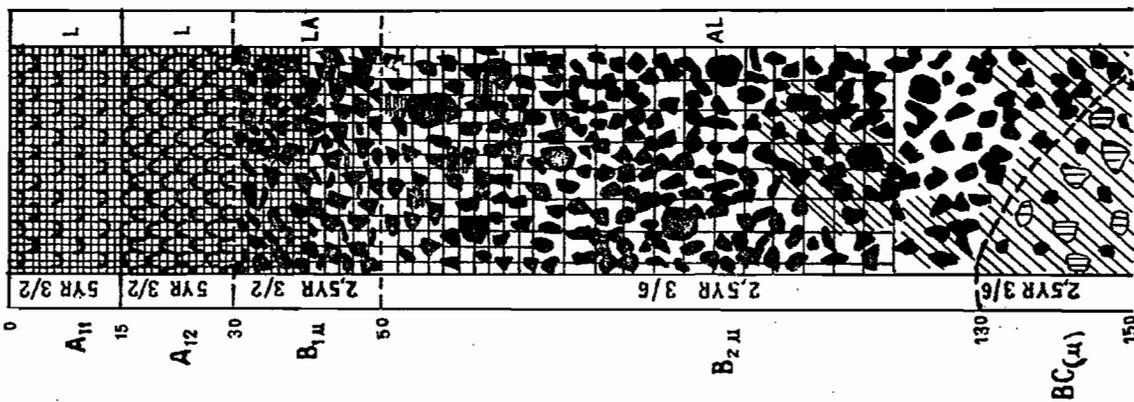
SOLS FERRALLITIQUES SOLS REMANIÉS

(cf. légende planche 40)



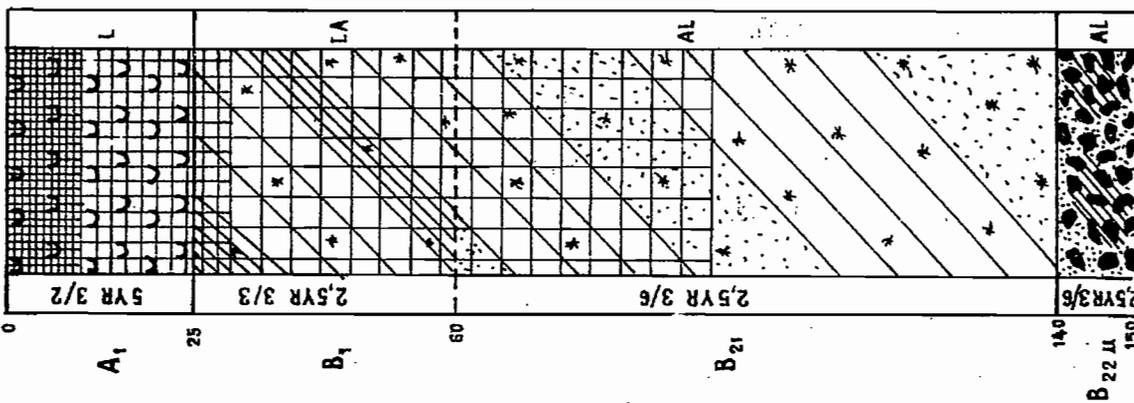
BAM 39

horizon grossier peu développé



BAM 7

horizon grossier développé



BAM 22

SOL MODAL

sur matériau complexe (granite + basalte)

horizon grossier peu développé

SOLS RAJEUNIS

sur trachyte

un profil du type A1 - B1 - B21 - B22u - B23. Dans BAM 22 il s'agit d'un horizon de plus de 30cm d'épaisseur apparaissant à 40cm, comportant des graviers assez abondants, trachytiques, durs, irréguliers, à arêtes émoussées. Cet horizon, s'il est plus superficiel présente alors des graviers peu abondants.

La nature volcanique des éléments grossiers pourrait valider l'hypothèse d'un remaniement et/ou confirmer la caractère complexe du matériau originel.

Quoi qu'il en soit les possibilités d'utilisation de ces sols sont identiques à celles des sols typiques voisins, à la seule différence que l'horizon grossier est peut-être localement plus superficiel, plus épais, et à graviers ou cailloux abondants, ce qui ne peut être certifié en raison de l'échelle de la carte. Notons que quelques collines hautes isolées au milieu de cette unité, sont couvertes de sols moins épais à horizon grossier développé.

Ces sols remaniés, situés dans des paysages ondulé et largement ondulé, sont cultivés ou couverts de savane arbustive : cultures arbustives le long de la route BAMENDA - BAFRENG, cultures vivrières vers l'intérieur, et savanes arbusives, essentiellement sur les pentes les plus fortes.

5.2 - SOLS RAJEUNIS.

52.1 - Sols sur trachyte.

521.1 - Sols à horizon grossier développé.

5211.1 - Morphologie.

exemple : BAM 7 (cf. planche 31)

- Des éléments altérés de trachyte apparaissent entre 1m et 1,50m, mais le solum peut atteindre des épaisseurs de 2m (horizons BC compris).

- La succession des horizons est du type :

A1 - B1u - B2u - BC

mais parfois A1u - B1u - B2u - BC.

- Les caractéristiques de couleurs sont :

	Teinte	Value	Chroma
A1	5 YR	3	2
B1u	2,5YR	3 - 4	3
B2u	2,5YR	4	4 - 6
BC	2,5YR	4	6

Ces sols présentent souvent de nombreuses taches, dues à la matière organique, dans les horizons B1 et dans les horizons B2 très graveleux. Cette imprégnation est largement facilitée par la nature très hétérogène du matériau graveleux.

La juxtaposition de ces taches et d'éléments grossiers très abondants confère à certains profils un aspect très hétérogène de teinte.

- Les éléments grossiers, généralement de la taille des graviers, sont de plusieurs types :

- graviers de trachyte durs, irréguliers, à arêtes émoussées, apparemment non altérés, très ferruginisés,

- graviers et cailloux de trachyte, durs, de forme irrégulière, à arêtes anguleuses ou légèrement émoussées, faiblement altérés à altérés dans la masse,

- graviers peu abondants de trachyte, durs, arrondis non altérés : il s'agit probablement de bombes volcaniques.

Les éléments les plus anguleux et les plus altérés sont rencontrés dans les horizons profonds (partie inférieure du B2u ou BC). Les éléments émoussés et très ferruginisés sont regroupés dans un niveau grossier bien individualisé qui comprend tout ou partie des horizons B

Ces éléments grossiers sont abondants, voire même très abondants: Le refus dans BAM 7 atteint 80 % dans l'horizon B2. Un autre profil présente des graviers et cailloux abondants de 0 à 100cm (profondeur de la fosse). Tous les profils décrits ont un niveau grossier de plus de 80cm, et dans ce niveau les éléments grossiers sont généralement abondants (30 % < refus < 50 %) ou très abondants (refus > 50 %).

Ces éléments grossiers apparaissent généralement à moins de 50cm de profondeur : L'horizon grossier à graviers abondants ou très abondants a toujours été observé à moins de 60cm.

Les limites supérieures et inférieures du niveau grossier sont distinctes. Dans un seul profil la limite inférieure est diffuse.

- La texture est notée limono-argileuse dans les horizons A, argilo-limoneuse dans les horizons B. La fraction sableuse est à pseudo-sables.

- La structure généralement nette et grumelleuse ou polyédrique sub-anguleuse dans les horizons A, est à assemblage peu net et polyédrique fine dans les horizons B et BC. En fait dans la plupart des horizons graveleux à graviers ou cailloux abondants, la structure est localisée. Il arrive même parfois qu'en raison de l'abondance des éléments grossiers, certains caractères de la terre fine, dont ceux de la structure, n'apparaissent pas. On peut observer alors, dans des horizons B1 particulièrement graveleux quelques agrégats très fins, sub-anguleux, isolés au milieu des éléments grossiers, et probablement descendus dans le profil à la faveur de gros interstices.

Remarque : Ces sols situés dans une région où la densité de population dépasse 150 hab.au km² sont, ou ont été, pour la plupart cultivés. Aussi les horizons superficiels sont-ils très perturbés, ce qui se traduit surtout par des modifications de structures très variées.

- Les horizons non travaillés et peu caillouteux sont meubles. Les horizons A travaillés ou les horizons B à éléments grossiers très abondants sont souvent bouillants.

- La porosité tubulaire fine et très fine est importante dans les horizons meubles. Elle fait place à une forte porosité interstitielle dans les horizons très graveleux.

- Les agrégats, très fragiles dans les horizons A sont friables dans les horizons B et BC.

- Un chevelu racinaire dense et profond prospecte le moindre volume de terre fine. Les horizons très graveleux renferment un certain nombre de racines mortes.

- Les transitions entre horizons sont généralement diffusées en ce qui concerne la terre fine. La présence d'un horizon grossier à éléments grossiers très abondants entraîne souvent une discontinuité dans les profils.

- Les horizons C proprement dits n'ont pas été observés dans des fosses. La morphologie des horizons BC est celle définie pour les sols précédents.

5211.2 - Caractères analytiques.

Nous serons très circonspects quant à l'interprétation à donner aux résultats analytiques reproduits ci-dessous, pour diverses raisons:

. La zone étant morphologiquement assez homogène un seul profil a été analysé (BAM 7).

. Les résultats analytiques qui concernent notamment la matière organique, surprennent par leurs valeurs élevées (qu'une répétition a confirmées), ce que la morphologie n'avait pas laissé prévoir.

. La zone d'extension de ces sols, a été très perturbée par la mise en culture intensive.

Le profil BAM 7 laisserait prévoir :

- Un taux de pseudo-sables augmentant avec la profondeur (10 à 50 %), un certain équilibre des teneurs en argile et limon (pseudo-limons) en surface (30 % environ), et un taux d'argile supérieur à celui de limon fin en profondeur (30 % contre 12 % dans le BC).

- Un taux de matière organique très élevé : plus de 20 % entre 0 et 10cm, 2 à 3 % à 1m et environ 1 % à 2m.
- Une teneur en azote corrélativement importante : 6‰ en surface, environ 1‰ à 1m.
- Un rapport C/N supérieur à 20 jusqu'à 1m et égal à 15 à 2m.
- Un pH acide croissant régulièrement en profondeur : 5,4 en surface, 6,0 à 2m.
- Une capacité d'échange forte en surface, dont la décroissance en fonction de la profondeur est parallèle à celle du taux de matière organique : 35 mé/100g entre 0 et 20cm, 10 mé/100g à 1m, 7 mé/100g à 2m.
- Une somme de cations échangeables très faible : 1 à 2 mé/100g entre 0 et 20cm, 1 mé/100g dans le reste du profil.
- Une forte désaturation : $V \ll 5 \%$.
- Des réserves en cations totaux réduites : 7 mé/100g à 1 et 2m.
- Un taux élevé en fer total ($> 20 \%$) et ^{un} rapport fer libre/fer total = 0,7 - 0,8.

5211.3 - Incidences agronomiques.

Incertains de la généralité des résultats d'analyses, nous ne pouvons conclure quant à la fertilité chimique de ces sols. Il est cependant évident que, malgré un C/N élevé traduisant une minéralisation lente, la matière organique dont les taux sont élevés, joue un rôle important comme réserve d'éléments organiques et comme complexe d'échange dans des profils tels que BAM 7.

La répartition des caractères morphologiques nous permet de tirer un certain nombre de conclusions quant à leur influence agronomique. Notamment :

- L'épaisseur du solum permet un développement profond du système racinaire, mais ces sols voient leur volume utile considérablement réduit par la présence d'un niveau grossier généralement épais à éléments grossiers abondants.

- Ce niveau grossier peut provoquer des discontinuités dans l'enracinement, la structure et la porosité : généralisée dans les horizons superficiels, la structure peut n'être que localisée dans un horizon grossier, et la porosité tubulaire, peut devenir assez brutalement intersticielle. Une conséquence importante est l'existence de ruptures de filets d'eau fréquentes dans ces sols.

- Les horizons superficiels et les horizons grossiers proches de la surface ont souvent été observés secs ou à peine frais en Mars, alors que l'ensemble du profil des autres sols était "frais". L'horizon grossier pourrait jouer le rôle de mulch.

- Les potentialités chimiques exprimées en % de terre totale dans les horizons grossiers peuvent être infiniment moins élevées que celles données par l'analyse de la terre fine.

- L'absence de cohésion entre les éléments de certains horizons humifères, ou grossiers, bouillants, est un autre indice de porosité totale élevée.

- Ces éléments grossiers, dans l'ensemble très ferruginisés, se comportent comme des éléments presque inertes vis-à-vis de la dynamique de l'eau notamment.

- Les fragments de roche altérée des horizons BC, assez durs, participent à la dynamique de l'eau mais ne sont que très rarement traversés par les racines.

- Les éléments grossiers superficiels gênent le travail du sol.

En résumé ces sols présentent dans l'ensemble des propriétés morphologiques et physiques moyennes à médiocres, qui sont surtout fonction des caractéristiques du niveau grossier.

521.4 - Pédogénèse - Classification.

- Ces sols ont été classés dans une famille de sols sur trachyte, leurs horizons notés BC contenant des fragments de trachyte altéré. Mais dans la région faiblement vallonnée de BALI des épanchements basaltiques sont associés aux coulées trachytiques. Il est

possible alors que le matériau meuble constituant les horizons A et B soit aussi d'origine basaltique. La présence de rares cailloux de basalte dans certains horizons grossiers et surtout la couleur rouge et les taux élevés de fer total (* 20 %) pourraient attester ce fait. Mais n'étant pas sûrs de la généralité de ce dernier, nous préférons regrouper les sols de cette région dans ^{une même} famille, en fonction de la nature du matériau originel des horizons d'altération.

- L'origine d'un niveau grossier d'une telle épaisseur, pouvant contenir une telle quantité de graviers et/ou cailloux reste énigmatique. La nature trachytique de ces éléments et la forte ferruginisation de la plupart d'entre eux pourrait s'expliquer par l'existence d'une coulée particulièrement riche en fer, la concentration de ce fer dans des noyaux de roche altérée débutant au sein des horizons d'altération (les éléments grossiers semblent avoir subi une faible altération dans la masse). Il est en tout cas remarquable qu'une telle quantité de fer n'ait pas été à l'origine d'un phénomène de cuirassement, dont on n'a trouvé nulle trace. Les conditions pédogénétiques d'induration et le modelé ne devaient pas être favorables au développement d'une phase indurée continue.

Les éléments ferruginisés sont déjà visibles dans les horizons BC. Les éléments les plus ferruginisés sont les plus superficiels : il est donc possible que la ferruginisation se poursuive dans les horizons B.

- Plusieurs indices pourraient témoigner d'un remaniement :

. L'allure générale du niveau grossier : concentration des éléments grossiers en un niveau dont les limites supérieures et inférieures sont généralement tranchées.

. Forme des éléments grossiers : les graviers du niveau grossier sont pour la plupart très émoussés alors que les éléments grossiers altérés de l'horizon BC, dont ces graviers semblent être originaires, sont en majorité anguleux (ou sub-anguleux).

. La nature de certains cailloux du niveau grossier, fragments de basalte, non ou peu altérés localement, émoussés, plus ou moins aplatis (ce qui semble exclure qu'il s'agisse de bombes

volcaniques). Mais l'orientation vaguement sub-horizontale de ces cailloux de basalte pourrait étayer la thèse d'un recouvrement basaltique entièrement démantelé, érodé, altéré.

Nous n'avons cependant aucune idée de l'échelle à laquelle s'est effectué ce remaniement : remaniement sur place ou remaniement avec transport latéral des matériaux ?

D'autre part, alors que les sols "remaniés, rajeunis, à blocs de basalte" présentent un horizon humifère d'épaisseur supérieure à 20cm, dépourvu d'éléments grossiers, et attribué aux remontées biologiques, et/ou au colluvionnement, certains des sols remaniés étudiés ici laissent apparaître des éléments grossiers affleurants : l'activité biologique, ou remaniement par la faune, peut être moins importante que dans les sols précédents, ou ces sols peuvent être particulièrement sensibles à l'érosion qui entraîne les éléments fins remontés en surface par la faune.

- L'accumulation humifère est un autre problème difficile à élucider compte tenu notamment du manque d'analyses. Des teneurs en matière organique et des rapports C/N très élevés en surface pourraient être liés à une forte perturbation du milieu écologique par l'homme. Mais cette influence peut-elle encore être sensible à 2m, profondeur où le taux de matière organique atteint 1 % dans BAM 7 (2 répétitions du dosage) ? L'horizon grossier favorise peut-être une forte imprégnation du profil par des matières humifères. On constate une nouvelle fois que, bien que situés à 1300m, des sols issus d'un matériau volcanique sont très humifères. Notons enfin que le chroma des horizons profonds ne laissait pas prévoir des teneurs aussi élevées en matière organique. Quoi qu'il en soit, en suivant le schéma directeur que nous avons défini dans le paragraphe 22 de ce chapitre, nous n'avons pas tenu compte de l'accumulation humifère parce qu'elle n'a pas été attribuée à une zonalité climatique (déterminée à la fois à l'échelle de la carte et compte tenu de nos connaissances très incomplètes sur l'écologie de la région).

- Le rajeunissement (fragments de roche altérée, probablement en place, visibles à moins de 1,50m de profondeur) n'est que mor-

phologique. Le modelé actuel, faiblement vallonné, ne permet pas d'expliquer facilement la profondeur relativement faible de ces sols par ailleurs très évolués. Une connaissance de la dynamique des versants éluciderait le problème : D'après diverses observations et interprétations, il semblerait que le matériau meuble, issu de l'altération des basaltes notamment, soit facilement déblayé, entraîné, colluvionné.... Cet entraînement n'exigerait peut-être pas de pentes fortes. Une période érosive très active aurait pu faciliter cet entraînement des éléments fins. Cette érosion aurait pu alors affecter la surface du sol et être aussi à l'origine d'un "soutirage" d'éléments fins à l'intérieur des horizons grossiers, ce qui expliquerait en partie les fortes concentrations en graviers et cailloux et la porosité intersticielle de certains niveaux grossiers. Notons à ce sujet que dans un profil semblable (BAM 8 - voir pages suivantes), l'analyse granulométrique semble témoigner d'un entraînement des particules argileuses dans un horizon grossier comprenant 80 % de graviers (lessivage ?).

Ce phénomène de "rajeunissement" a été noté au niveau du sous-groupe, celui de "remaniement" l'ayant été au niveau du groupe.

5211.5 - Répartition - Cartographie.

Ces sols occupent une seule et vaste surface au Nord de BAFOCHU MBU et à l'Est de BALI. Ils se situent au Sud dans un paysage ondulé, au Nord dans un paysage largement ondulé. Les caractéristiques du niveau grossier et la nature des horizons BC ont été utilisés pour délimiter leur aire d'extension. Nous n'avons pas tenu compte de la matière organique.

5211.6 - Utilisation actuelle.

Ces sols sont occupés par des cultures vivrières le long des routes BALI - BAFOCHU MBU ou BALI - BAMENDA, par quelques prairies au S.E. de BALI, et par des savanes arbustives disséminées. Ils portent de rares plantations de caféiers. Notons que le maïs semblait souffrir de la sécheresse, que des manques à la levée et des irrégularités de

végétation ont été observés dans certains champs. Un palliatif apporté par les agriculteurs est le billonnage à l'aide de terre fine prélevée de part et d'autre du billon.

521.2 - Sols à horizon grossier peu développé.

5212.1 - Morphologie.

exemple BAM 39 (cf. planche 31)

Ces sols présentent des caractéristiques voisines de celles des "sols humifères, de faciès faiblement rajeuni et remanié, à horizon grossier peu développé, sur trachyte (sols rouges - unité 11)" :

- Succession d'horizons du type A1 - B1 - B2(u) - B₃C - C.

Peu d'horizons BC ont été observés, ce qui traduit une forte altération et une faible ferruginisation des trachytes :

- Epaisseur moyenne, jusqu'à l'horizon B₃C, supérieure à 1m et souvent même à 1,50m.

- Couleurs :

	Teinte	Value	Chroma
A1	7,5 YR-5 YR	3	2
B1	5 YR-2,5 YR	3	4
B2	5 YR-2,5 YR	3-4	6
B ₃ C	5 YR-2,5 YR	4	6-8

- Eléments grossiers apparaissant à des profondeurs variables :
 - graviers peu abondants de trachyte, durs, irréguliers, à arêtes émoussées, peu altérés dans la masse, plus ou moins ferruginisés;
 - parfois de rares cailloux de basalte, durs, à arêtes émoussées, altérés dans la masse ou peu altérés localement.

- Texture argilo-limoneuse avec pseudo-sables.
- Structure nette grumeleuse ou polyédrique subanguleuse dans les horizons A; peu nette polyédrique moyenne à grossière dans les horizons B, associée à une structure massive dans les horizons B₃C.
- Horizons meubles, agrégats friables, porosité tubulaire développée.
- Bonne pénétration d'un système racinaire dense en surface.
- Transitions généralement graduelles. Limite ondulée entre B₂ et B₃C. Passage progressif de B₂ à C₂ par des horizons de transitions friables, poreux, localement structurés.

5212.2 - Caractères analytiques.

Les différences observées avec les caractères analytiques des sols de l'unité 11 sont surtout liées à un taux de matière organique moins élevé.

- Taux d'argile plus limon fin atteignant 60 à 70 %. Pourcentage de sable grossier peu fluctuant en fonction de la profondeur (15 - 30 %).

- Teneurs en matière organique inférieures à celles des sols de l'unité 11 si l'on s'en réfère aux chroma. Taux d'azote corrélativement plus bas.

- Les pH voisins de 6 dans BAM 39 sont, à notre avis, peu significatifs : car il est fort probable que ces sols soient aussi acides que les sols voisins.

- Capacité d'échange en B moyenne à faible. Teneurs en cations échangeables très faibles (<1 mé/100g). Forte désaturation (V < 5%).

Réserves réduites en cations totaux (<5 mé/100g).

5212.3 - Incidences agronomiques.

A l'exception d'une fertilité chimique plus faible, (liée à une plus faible accumulation humifère), ces sols présentent des caractéristiques analogues à celles des sols rouges (type 2) de l'unité 11. Leurs possibilités agronomiques sont comparables (voir précédemment).

5212.4 - Pédogénèse - Classification.

- L'accumulation humifère, insuffisante, ne nous permet pas d'après les résultats analytiques de BAM 39 et la morphologie des autres profils de la même unité, de classer ces sols dans un groupe humifère. Ce choix repose donc sur des bases peu solides. Mais un prélèvement systématique de plusieurs échantillons nous a paru inutile dans une zone très cultivée, donc fortement perturbée par l'homme où ont été creusées la majorité des fosses. Il est donc possible que localement les teneurs en matière organique soient plus fortes.

- Il est tout aussi difficile de démontrer le remaniement subi par ces sols que celui subi par ceux de l'unité 11. On les a également classés remaniés par analogie morphologique.

- Le rajeunissement est morphologique.

- Ces sols ont été classés dans une famille de sols sur trachyte en raison de la nature des horizons d'altération. Mais les taux apparemment élevés en fer total de certains sols situés au S.E. de BAMENDA, la présence de rares cailloux de basalte à proximité de la surface dans certains profils, pourraient témoigner d'une ancienne couverture basaltique démantelée par l'érosion. Le solum d'une partie des sols rajeunis étudiés ici pourrait s'être différencié dans un matériau basaltique ou un matériau complexe issu de basalte et trachyte.

5212.5 - Répartition - Cartographie -

Utilisation actuelle.

- Au Sud de BALI (ou à l'Ouest de BAFOCHU MBU) et à l'Est de BAMENDA, ces sols figurent en unité simple.

Ils sont localisés pour la plupart au contact du socle et du massif trachytique : Ils font partie intégrante de ce dernier ou sont situés sur les coulées volcaniques recouvrant le socle. Dans le premier cas le paysage est plutôt accidenté, dans le second surtout ondulé. Les sols les plus profonds sont rencontrés dans ce dernier type de modelé.

Ils sont couverts de cultures vivrières et prairies au Sud de BALI, de cultures vivrières, de savane arbustive et de quelques plantations de caféiers à l'Est de BAMBENDA.

- Au Sud-Ouest et au Sud de BAMBENDA le long de la route AKUM - BAMBENDA, ils sont, dans un paysage ondulé, associés à des sols typiques (faciès humique) sur trachyte ou basalte. Les difficultés de classification mentionnées ci-dessus valent surtout pour les sols de cette région : remaniement hypothétique, accumulation humifère possible, nature incertaine du matériau originel du solum (coulées basaltiques probables), rajeunissement morphologique parfois contestable (B_3C ou C d'un profil sur 2 au-delà de 150cm de profondeur). Ces faits laissent prévoir des caractéristiques légèrement plus favorables que celles des sols des zones précédentes.

Ces sols, très cultivés portent notamment d'abondantes plantations de caféiers.

52.2 - Sols rajeunis sur basalte.

522.1 - Sols à horizon grossier développé.

5221.1 - Morphologie.

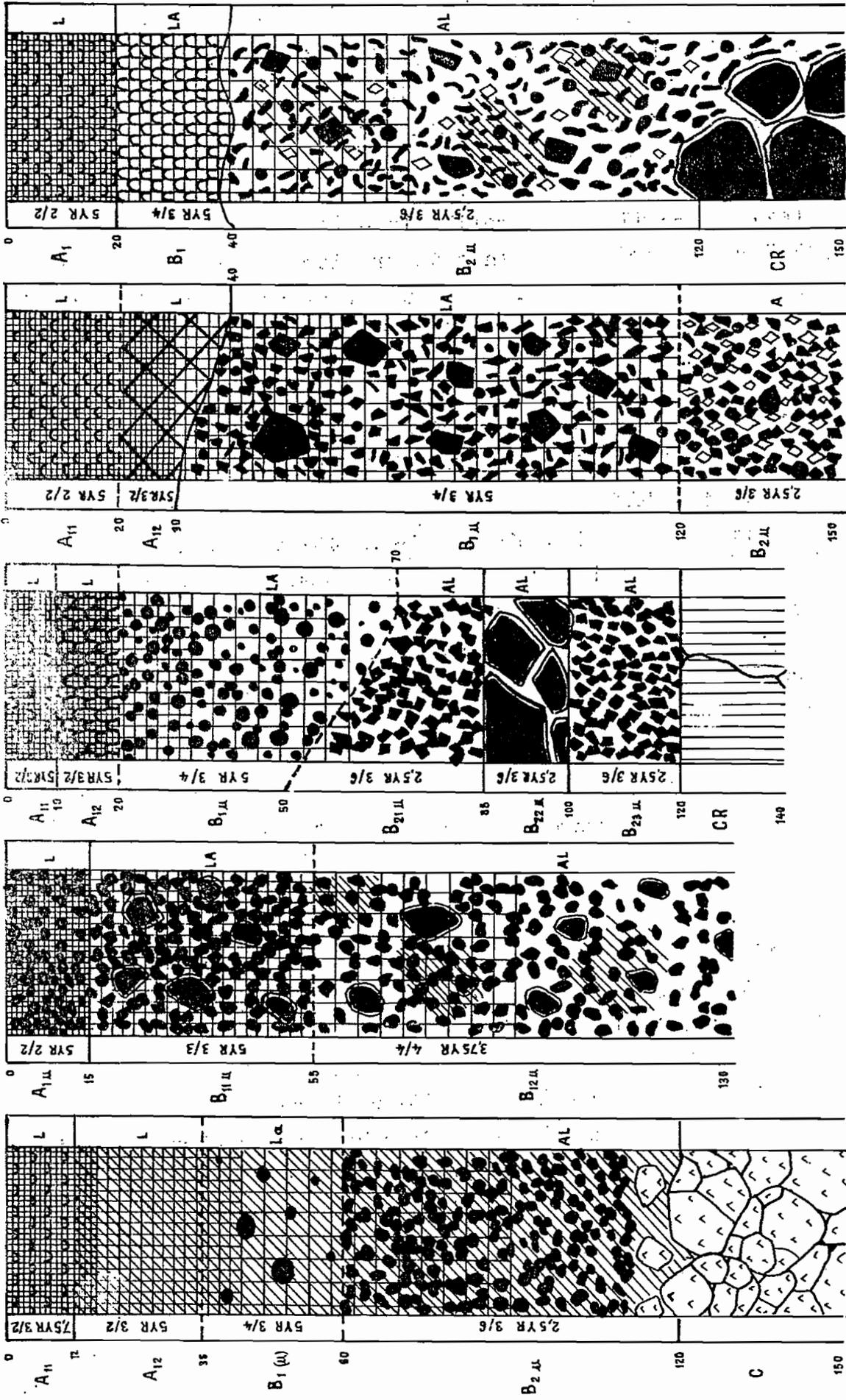
La morphologie de ces sols est variée et difficile à interpréter. Leur horizon C n'est souvent qu'au-delà de 1,50m de profondeur. En fait on a rangé dans cette unité, des sols :

- dont l'horizon C visible sur le profil est constitué de basalte tendre, altéré dans la masse;

- ou dont les cailloux et blocs de basalte non altérés marquent suffisamment la morphologie du solum pour que l'on puisse affirmer

SOLS FERRALLITIQUES SOLS REMANIÉS RAJEUNIS - SUR BASALTE - HORIZON GROSSIER DÉVELOPPÉ

(cf. légende planche 40)



que ce dernier est issu, au moins partiellement, d'un matériau basaltique. Plusieurs types de profils sont observés. Nous en reproduisons 4 types couramment rencontrés (cf. planche 32).

Type 1 : (ex.: BAM 26) profil du type A1 - B1 - B2 - B2u - C dans lequel "u" symbolise des graviers de trachyte et basalte ferruginisés et C un horizon constitué de cailloux de basalte, tendres, altérés dans la masse.

Type 2 : (ex.: BAM 44) profil A1u - B1u - B2u dans lequel "u" représente un mélange de graviers et cailloux de trachyte et de graviers, cailloux et blocs de basalte, irréguliers, à arêtes émoussées, non ou peu altérés localement.

Type 3 : Profils dans lesquels on observe une certaine ségrégation des éléments grossiers suivant leur nature.

- exemple 1 : BAM 45

profil du type A1 - B1u - B21u - B22u - B23u - C dans lequel "u" de B1 représente des graviers et cailloux de trachyte, durs, arrondis et non altérés; "u" de B21 symbolise des graviers de trachyte, durs, irréguliers à arêtes souvent anguleuses, faiblement altérés localement; "u" de B22 matérialise un mélange de blocs presque jointifs de basalte, durs, irréguliers, à arêtes peu émoussées, faiblement altérés superficiellement; "u" de B23 désigne des éléments grossiers du même type que ceux de "u" de B21.

- exemple 2 : BAM 8.

Profil du type A1 - B1u - B2u dans lequel "u" de B1 traduit la présence de graviers ferruginisés, durs, irréguliers ou aplatis, à arêtes anguleuses (croûtes d'altération de blocs de basalte, ferruginisées, ou éléments trachytiques) juxtaposés à des blocs de basalte durs, irréguliers, peu émoussés, non altérés, et à quelques graviers trachytiques, durs, arrondis, non altérés. Dans ce profil "u" de B2 signale l'existence de graviers de trachyte irréguliers, à arêtes anguleuses, faiblement altérés, durs, ou des graviers, arrondis, non altérés, très durs.

Type 4 : (ex.: BAM 46).

profil du "type A1 - B1 - B2u - CR dans lequel "u" souligne la présence de graviers, durs, très ferruginisés, irréguliers, à arêtes anguleuses, de forme aplatie ou irrégulière, croûtes d'altération de blocs de basalte, associés à des graviers trachytiques arrondis, durs, non altérés, à du quartz, et à quelques cailloux de basalte non altéré; dans ce profil l'horizon noté CR est composé de blocs de basalte non altérés, ou faiblement altérés localement, durs, irréguliers, à arêtes assez anguleuses.

- Les éléments grossiers sont donc de types très variés :

. Des graviers et cailloux trachytiques, irréguliers, à arêtes émoussées, durs, très ferruginisés dans la masse.

. Des graviers basaltiques, moins nombreux, ayant les mêmes caractéristiques.

. Des graviers et cailloux de basalte, à arêtes émoussées ou anguleuses, irréguliers, non ferruginisés, non ou peu altérés localement.

. Des graviers et quelques cailloux de trachyte arrondis, durs, non altérés : il s'agit probablement de bombes volcaniques.

. Des graviers très ferruginisés, durs ou tendres, altérés dans la masse, de forme irrégulière ou aplatie, à arêtes anguleuses, sans disposition particulière ou en disposition concentrique : il s'agit de fragments de croûtes d'altération de blocs basaltiques.

. Des blocs de basalte de forme irrégulière ou grossièrement hexagonale, à arêtes émoussées ou relativement anguleuses, dispersés ou presque jointifs, non altérés ou faiblement altérés superficiellement.

. Parfois des graviers ou cailloux, plus ou moins émoussés, peu altérés dans la masse.

. Des cailloux de basalte ou trachyte, tendres, à arêtes assez anguleuses, altérés dans la masse et appartenant aux horizons C.

Ces éléments grossiers :

- sont mélangés (type 2) ou subissent une ségrégation dans plusieurs horizons suivant leur nature (type 3 - exemple¹);
- peuvent être classés ou non d'après leur forme : éléments anguleux dans B₂u et éléments arrondis dans un B₁u de l'exemple 1 du type 3, éléments anguleux et arrondis mélangés dans l'horizon B₁u de l'exemple 2 de ce même type;
- sont toujours rencontrés sur une grande épaisseur: plus d'1m dans tous les profils décrits sauf dans certains du type 1;
- apparaissent à moins de 50cm excepté dans certains sols du type 1, et peuvent être notés dès la surface;
- sont généralement abondants ou très abondants dans toute la partie du profil où ils sont observés.

Les limites supérieures et inférieures du niveau grossier sont généralement distinctes.

Ce niveau grossier reposait toujours sur l'horizon C lorsque celui-ci a été observé.

Les autres caractéristiques des profils et celles de la terre fine en particulier, sont comparables à celles des sols "remaniés rajeunis à horizon grossier développé sur trachyte". Notons cependant que l'abondance des éléments grossiers rend aléatoire la détermination de certaines variables dans un ou plusieurs horizons de chacun des profils décrits : la structure de la terre fine notamment devient indiscernable.

- Le solum a une épaisseur généralement supérieure à 1m, souvent à 1,50m.

- Les couleurs sont homogènes :

	Teinte	Value	Chroma
A1	5 YR	2	2
B1	5 YR	3	4
B2	2,5 YR	3	6

- La texture est limono-argileuse dans les horizons A et B1, argilo-limoneuse dans les horizons B2, sablo-argileuse à pseudo-sables dans certains horizons particulièrement graveleux ou caillouteux.

- La structure est nette, généralisée, grumeleuse ou polyédrique sub-anguleuse fine à très fine dans les horizons A11, peu nette, polyédrique ou polyédrique sub-anguleuse de taille variable dans les horizons A12 et B1. Lorsque la structure est visible dans les horizons B2u, elle est localisée et polyédrique fine. On distingue souvent des agrégats, ou amas d'agrégats, isolés dans de larges interstices.

- Les horizons B très caillouteux et A11 travaillés par l'homme sont bouillants.

- Ces sols sont très poreux, voire excessivement poreux dans les horizons à éléments grossiers très abondants. Les pores sont tubulaires ou intersticiels, fréquemment larges.

- Les agrégats sont friables ou fragiles, parfois très friables dans les horizons A.

- Le chevelu racinaire est dense, les racines sont nombreuses, divisées et contournées dans les horizons Bu.

- Les transitions entre les horizons composant le niveau grossier sont de netteté variable alors qu'elles sont distinctes ou nettes entre les horizons humifères, grossiers et d'altération.

5221.2 - Caractères analytiques.

Deux profils des types 1 (BAM 16) et 3 (BAM 8) ont été prélevés.

- Les refus très importants sont supérieurs à 60 % sur plus d'un mètre dans BAM 8.

- Les résultats de l'analyse granulométrique confirment les textures de terrain caractérisées notamment par une diminution des taux de limon fin en fonction de la profondeur (30 à 15 %) et une augmentation de ceux des pseudo-sables grossiers (10 à 40 % et plus). On constate une chute des teneurs en argile dans les horizons très graveleux et un fort accroissement corrélatif du pourcentage de pseudo-sables grossiers. Ce phénomène est peut-être l'indice d'un processus de lessivage affectant ces horizons extrêmement poreux.

- Les teneurs en matière organique sont, comme dans BAM 7, très élevées : elles sont supérieures à 10 % entre 0 et 20cm, à 5 % à 50cm, 1 ou 2 % à 1m. Notons que la végétation graminéenne tout comme la porosité des horizons caillouteux doivent être des facteurs favorables à l'incorporation profonde de matière organique.

Ces sols sont parallèlement riches en azote et phosphore total :

N = 2-5°/oo entre 0 et 20cm,

> 1°/oo à 1m,

P₂O₅ > 1-2°/oo sur 1m.

Un rapport C/N fort (> 20 sur plus de 50cm) est peut-être lié à la mise en culture (écobuage).

Les rapports AF/AH ne dépassent 1 qu'au-delà de 30cm.

Les taux de carbone humifié avoisinent 40 %.

- Les pH dans ces 2 profils situés l'un sous jachère, l'autre sous savane sont relativement élevés et croissent en profondeur.

5,3 à 6,2 (à 120cm) dans BAM 16

5,5 à 6,1 (à 150cm) dans BAM 8

- La capacité d'échange liée aux teneurs élevées en matière organique est forte en surface, moyenne en profondeur :

20 - 35 mé/100g entre 0 et 20cm

5 - 10 mé/100g à 1m.

Ces sols fortement désaturés ($V < 5 - 6 \%$) ont des teneurs faibles en cations échangeables (< 2 mé/100g entre 0 et 20cm, < 1 mé/100g dans le reste du profil).

- Les réserves en cations totaux sont inférieures à 10 mé/100g.

- Un résidu de 10 à 15 % obtenu à l'analyse triacide rend compte de la présence de quartz. Un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ peu élevé (< 1) témoigne d'une intense ferrallitisation.

- Les teneurs en fer total varient de 15 à 20 %. On enregistre un léger gradient en fer en fonction de la profondeur. Le rapport fer libre/fer total est proche de 60 %.

5221.3 - Incidences agronomiques :

- Si l'épaisseur du solum permet théoriquement un développement profond du système racinaire, l'existence d'un niveau grossier à graviers ou cailloux très abondants entrave la pénétration des racines et constitue parfois même un véritable horizon d'arrêt (cf. B22u de l'exemple 1 du type 3).

- Les potentialités chimiques de ces sols, exprimées en % de terre fine, sont, à l'exception d'une forte désaturation, assez favorables : rappelons en particulier les taux de matière organique élevés.

- Les autres caractéristiques de ces sols influençant nettement leurs possibilités d'utilisation sont celles déjà mentionnées à propos des "sols remaniés, rajeunis, à horizon grossier développé, sur trachyte" (cf. BAM 7). Rappelons :

- que le niveau grossier réduit considérablement le volume utile des sols et qu'il crée des discontinuités dans la structure, la porosité et l'enracinement.

- Les risques de sécheresse dans certains horizons grossiers extrêmement poreux et le rôle de mulch joué parfois par certains d'entre eux.

- L'absence de cohésion entre les éléments structuraux (horizon A) ou texturaux (éléments grossiers dans Bu) de certains horizons.

- Que la plupart des éléments grossiers non altérés, et/ou ferruginisés ne participent pas ou peu à la dynamique du profil.

- Que ces éléments grossiers, notamment ceux de la taille des blocs entravent le travail du sol.

- Que les résultats d'analyse exprimés en % de terre totale sont plus faibles que ceux exprimés en % de terre fine, en raison notamment de l'abondance des éléments grossiers.

- Que ces sols ont une capacité de rétention en eau très faible....

Ces sols dans l'ensemble plus caillouteux que les sols correspondants de la famille des trachytes, voient toutes ces caractéristiques défavorables exacerbées.

Les sols du type 1 de cette catégorie présentent cependant 50 à 80cm de terre meuble dépourvue d'éléments grossiers. Si on observe des éléments grossiers en surface de certains profils, d'autres profils possèdent un horizon humifère épais exempt de graviers et cailloux. Pourtant nous n'avons pas trouvé une loi de répartition pour ces différents types.

En résumé, les caractéristiques morphologiques mécaniques et physiques de ces sols, dans l'ensemble très défavorables, peuvent subir une amélioration locale sensible. Certaines propriétés chimiques liées à la présence d'une quantité appréciable de matière organique sont relativement convenables tant que les éléments grossiers restent peu abondants. La présence d'un niveau grossier domine l'ensemble des caractéristiques de ces sols.

5221.4 - Pédogénèse - Classification.

- L'interprétation pédogénétique des traits morphologiques est malaisée et variée. La mise en place du matériau constitutif de chacun des types mentionné ci-dessus pourrait faire l'objet d'une ou plusieurs hypothèses.

Exemples :

. Le mélange de graviers de trachyte et de basalte en profondeur peut s'interpréter dans les sols du type 1 ^{le résultat} comme d'un remaniement d'éléments autochtones (graviers de basalte) et allochtones (trachyte).

. Ce remaniement aurait affecté tout le solum des sols du type 2.

. Dans l'exemple 1 du type 3, seule la partie supérieure du solum (A + B¹), comportant des éléments très émoussés, aurait été nettement remaniée. Les autres horizons présentant des éléments plus anguleux seraient en place. La ségrégation des éléments grossiers par nature pourrait matérialiser la superposition de plusieurs coulées volcaniques peu épaisses dont l'une au moins, celle de basalte (B22u), présentant des blocs presque jointifs, n'aurait subi que de faibles mouvements.

. Dans l'exemple 2 du type 3, la partie supérieure du profil où quelques bombes trachytiques se trouvent associées à des blocs de basalte, pourrait avoir subi plusieurs processus :

+ un colluvionnement par gravité des blocs de basalte provenant du bord d'une coulée prismatique voisine;

+ un apport de bombes volcaniques;

+ une altération des blocs sur place qui serait à l'origine des croûtes ferruginisées (graviers aplatis);

+ un remaniement sur place ayant provoqué le mélange de ces éléments et entraîné la disposition désordonnée des croûtes;

+ une remontée biologique intense et un colluvionnement expliquant l'existence d'un horizon humifère, épais, dépourvu de cailloux ou graviers.

La partie inférieure de ce sol serait en place (horizon B2u).

Dans l'exemple du type 4, les éléments grossiers, résidus ferruginisés des croûtes d'altération concentrique de blocs de basalte, sont probablement issus de l'altération de blocs ^{en place}. Pourtant la disposition désordonnée de ces éléments concentrés dans un horizon graveleux aux limites nettes, et notamment, la présence de bombes trachytiques et de quartz dans cet horizon grossier, la transition distincte entre cet horizon et l'horizon CR sous-jacent témoigneraient d'un remaniement. Mais les "croûtes" ayant gardé leur aspect anguleux, ce remaniement serait-il de faible intensité ?

En résumé certaines caractéristiques peuvent être considérées comme un indice de remaniement :

- mélange d'éléments allochtones et autochtones,
- niveau grossier aux limites tranchées,
- mélange d'éléments qui, bien qu'autochtones ne pouvaient se trouver associés dans le matériau originel tels qu'ils le sont dans les profils.
- allure émoussée de certains éléments grossiers ...

D'autres caractéristiques peuvent témoigner d'un colluvionnement ou d'une superposition de plusieurs types de matériaux (superposition de coulées volcaniques notamment).

Le remaniement n'a pu affecter que la partie supérieure des sols (type 3) ou tout le solum (type 2). Il a pu s'effectuer sur place (type 4) ou à l'échelle de plusieurs interfluves (en particulier quand des éléments granitiques sont inclus dans des sols d'origine volcanique ?). Mais l'aspect émoussé d'éléments supposés transportés, peut être attribué au mode d'altération ou au fait qu'il s'agit de bombes volcaniques. Des éléments apparemment allochtones ont pu être de même transportés dans des coulées ou arrachés aux cônes d'éjection (granite notamment).

- Le problème de l'accumulation humifère reste irrésolu. Rappelons que les sols sur granite voisins, situés à égale altitude, et

bénéficiant du même type de végétation, présentent dans leurs horizons humifères un taux de matière organique inférieur à 5 %. Existe-t-il une relation entre l'accumulation humifère et la nature du matériau originel ? Comme pour les sols typiques sur basalte (voir précédemment) nous n'interpréterons pas ces résultats, en raison du manque de données.

- Le rajeunissement est morphologique. Il s'est effectué par érosion et avec remaniement. La projection de bombes volcaniques pourrait, par extension être considérée comme à l'origine d'un rajeunissement par apport.

- Les résultats d'analyse granulométrique laissent prévoir un entraînement des particules argileuses des horizons très graveleux ou caillouteux. Un véritable lessivage a-t-il lieu ou les conditions sont-elles particulièrement favorables à la formation de pseudo-sables, ayant pour effet de diminuer le pourcentage relatif d'argile?

- La pédogénèse complexe de ces sols empêche de donner une bonne définition de la famille. En effet leur solum est constitué d'un mélange de terre fine très évoluée et d'éléments non ou peu altérés d'origines diverses; ce solum repose sur des horizons d'altération généralement issus de basalte. Les données sont insuffisantes pour déterminer la nature exacte du (ou des) matériaux originels de la partie fine. Nous en avons été réduits à faire des suppositions et surtout à choisir la famille en fonction de la nature basaltique du matériau des horizons d'altération ou celle des éléments grossiers, si ceux-ci ont profondément marqué la morphologie du profil.

5221.5 - Répartition - Cartographie -
Utilisation actuelle.

Ces sols occupent deux surfaces importantes :

- Une surface de 670 ha aux environs de BALI,
- Une autre de 3000 ha dans la région de NGEMBO.

Les sols situés au Nord de cette dernière zone sont particulièrement riches en éléments grossiers.

Les sols de la région de BALI et ceux situés au Sud de la région de NGEMBO présentent des profils complexes du type 3 où l'on observe un mélange d'éléments trachytiques et basaltiques. La limite entre ces zones et l'aire d'extension des sols "remaniés, faiblement rajeunis, sur trachyte" est incertaine.

Les sols du type 3 (exemple 2), ou ceux du type 4 sont surtout rencontrés à proximité des unités de sols "remaniés, rajeunis, à blocs de basalte", ceux du type 1 le sont aux environs de NGEMBO et ceux du type 2 au Nord de cette localité.

Rappelons que le bas de pente de la plupart des interfluves est occupé par des sols "Typiques modaux sur basalte", dépourvus d'éléments grossiers et probablement développés aux dépens d'un matériau d'origine colluviale.

Ces sols sont situés dans un paysage ondulé ou largement ondulé au modelé imposé par un épanchement essentiellement basaltique qui recouvre une partie du socle.

Dans les régions de BALI et de NGEMBO ces sols portent des plantations de caféiers sous ombrage. Ils sont généralement plantés de cultures vivrières le long des axes routiers et restent peu défrichés (savane arbustive) sur de larges surfaces à l'intérieur des terres.

522.2 - Sols à blocs dans tout le profil.

5222.1 - Morphologie - Caractères analytiques

exemple : BAM 42 (cf. planche 27)

Ces sols ont une morphologie identique à celle des sols "humifères, faiblement rajeunis et remaniés, sur basalte" du type BAM 40. Le profil BAM 42 diffère légèrement du profil BAM 40 par 2 caractères :

- Un chroma plus élevé en profondeur : de 4 dans l'horizon B_{1u}, de 6 dans les horizons B_{2u} et B_{3c}.

- Des fragments de croûtes ferruginisées plus nombreux pouvant traduire une altération plus avancée des blocs basaltiques, ces derniers apparaissant d'ailleurs plus altérés et de taille plus réduite. Ces éléments grossiers rendent parfois indiscernables certaines caractéristiques de la terre fine.

La présence d'éléments ferruginisés abondants se traduit par un refus élevé, parfois supérieur à 50 % (blocs non compris).

Les taux de pseudo-sables sont plus élevés dans BAM 42 que dans BAM 40 (évolution plus poussée ? conditions plus favorables à la formation de pseudo-particules ?). Les taux d'argile plus limon fin sont corrélativement plus faibles (30 à 50 %).

Les teneurs en matière organique sont aussi importantes dans les horizons humifères mais elles décroissent plus rapidement en profondeur : 10 % entre 0 et 20cm,
3 % à 50cm.

Le C/N est pour une végétation du même type (savane) légèrement moins élevé :

C/N = 19 en surface
= 15 à 50cm.

Les pH de BAM 42 sont élevés : 5,7 à 6,5 entre 10 et 160cm. Les capacités d'échange sont plus faibles, conséquemment sans doute à des teneurs plus basses en matière organique :

10 mé/100g entre 0 et 20cm,
de 5 à 10 mé/100g entre 20 et 150cm.

Les taux de saturation varient de 2 à 10 %.

Un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ fluctuant entre 0,5 et 0,9 traduit une ferrallitisation intense du matériau fin (dépourvu d'éléments altérés visibles) constitutif du solum.

Les autres caractéristiques de ces sols sont identiques. Les incidences agronomiques sont du même type.

5222.2 - Pédogénèse - Classification.

L'évolution de ces sols semble plus avancée que celle des mêmes sols d'altitude :

- ferrallitisation plus intense,
- altération plus forte des blocs qu'attestent l'abondance des croûtes ferruginisées et la taille plus réduite des blocs de basalte les plus proches de la surface.

Faut-il attribuer ce fait à l'ancienneté des coulées ou à des conditions climatiques plus favorables à l'altération ?

- Bien que moins humifères en profondeur que les sols d'altitude, ces sols présentent un taux de matière organique suffisant pour être classifiés dans un groupe humifère. Cette particularité n'a été signalé que dans le texte pour des raisons similaires à celles qui nous ont conduit à classifier les sols voisins sur matériau volcanique dans des groupes typiques ou remaniés mais non humifères.

- Les autres interprétations données à propos des sols d'altitude "à blocs de basalte" sont également valables pour ces sols.

5222.3 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle.

Ces sols ont été cartographiés en unité simple en une dizaine de points, la plus grande unité cartographique couvrant 75 ha. Ils sont juxtaposés à des sols typiques et "remaniés à horizon grossier peu développé, sur basalte", à BALI et au contact Nord de la route BALI - BAMENDA (unités respectivement de 1000 et 300 ha). On les trouve généralement en bordure d'une coulée basaltique, mais ils peuvent occuper une position plus centrale, ce qui justifie les juxtapositions. Lorsqu'ils se présentent en unité simple, ils sont laissés sous savane arbustive, excepté dans la région de BALI où les agriculteurs plantent des caféiers après épierrage.

52.3 - Sols sur granite monzonitique - Horizon grossier développé.

523.1 - Morphologie.

Exemples : BAM 10 - BAM 47 (cf. planche 33)

L'horizon C proprement dit de ces sols n'a jamais été observé, sauf exception, à moins de 140cm de profondeur. Mais des graviers ou cailloux de granite altéré dans la masse, ou des minéraux isolés (feldspaths ou micas) peuvent être observés dès 30-40cm.

- La succession des horizons est du type
A1 - B_{1u} - B_{2u} - B_{3C} - C.

L'épaisseur de l'horizon A1 fluctue entre 15 et 25cm, celle de l'horizon B1 entre 20 et 40cm et celle de l'horizon B2 (s'il est observé) entre 20 et 100cm.

- Les horizons B de ces sols sont rouges, vifs, et clairs

	Teinte	Value	Chroma
A1	5 YR	2	2
B1	5 YR	3	3-4
B2	2,5 YR	4	6-8
B _{3C}	2,5 YR	4	6-8

- Deux types de taches sont observés :

- . Dans certains horizons B2, ou tout du moins à leur partie supérieure, des taches dues à la matière organique, associées aux vides, irrégulières, hétérogènes dans leurs dimensions, à limites nettes, contrastées, 5 YR 3/2 - 3/3, moins cohérentes que la matrice.

- . Dans les horizons B_{3C} des taches irrégulières inférieures à 2cm, sans relations visibles avec les autres caractères, à limites peu nettes, peu contrastées, aussi cohérentes que la matrice, constituées par du granite très fortement altéré dans la masse.

- La matière organique, non directement décelable, colore les horizons A et B₁. Les sols influencés par des matériaux d'origine volcanique, présentent les horizons A les plus sombres et les plus épais.

- Les éléments grossiers sont de plusieurs types :

- graviers et cailloux de granite, généralement durs, irréguliers, à arêtes émoussées, altérés dans la masse (altération en "pain d'épice"), dans les horizons notés "u",

- graviers, cailloux, blocs, de granites, fortement altérés dans la masse, tendres ou durs selon le pourcentage de ciment quartzeux, irréguliers, dans les horizons B₃C,

- Quartz anguleux (< 5mm),

- phénocristaux de feldspaths, micas, isolés dans une gangue très évoluée, très friables, très altérés,

- graviers et cailloux de trachyte, durs, irréguliers, à arêtes émoussées, non altérés ou faiblement altérés localement, parfois ferruginisés.

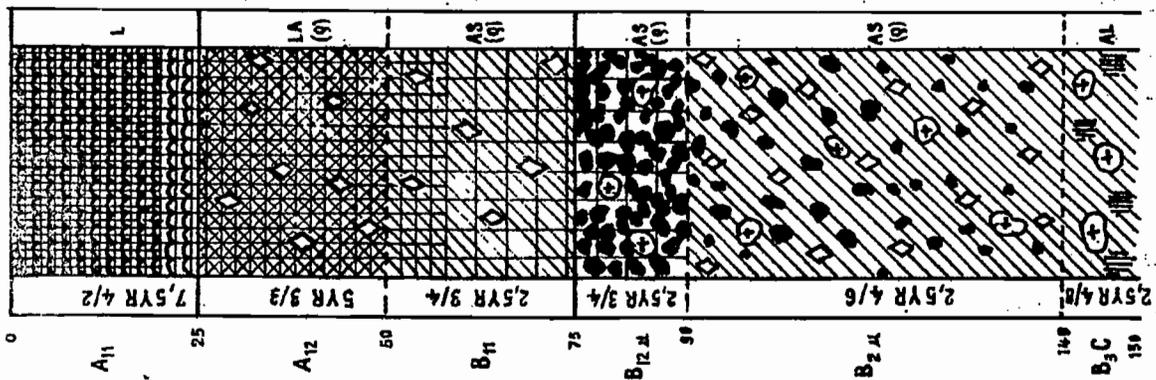
- cailloux et blocs de basalte, irréguliers, à arêtes émoussées, non altérés.

Si les éléments issus du socle (granite - quartz - minéraux isolés) apparaissent dans tous les profils, les éléments grossiers trachytiques ou basaltiques ne sont rencontrés que dans les sols situés à proximité des sols remaniés sur roches volcaniques, au Nord et à l'Ouest de l'aire d'extension principale des sols étudiés dans ce paragraphe.

Les éléments d'origine granitique sont généralement peu abondants. Les éléments grossiers d'origine volcanique peuvent être nombreux. Si les premiers voient souvent leur nombre croître avec la profondeur, les seconds sont concentrés dans un ou plusieurs horizons grossiers bien délimités. Plus les profils sont proches des zones d'épanchement basaltique ou trachytique, plus ces éléments d'origine volcanique sont nombreux et occupent une partie importante du profil, plus ils sont superficiels, et plus la morphologie est dominée par leur présence.

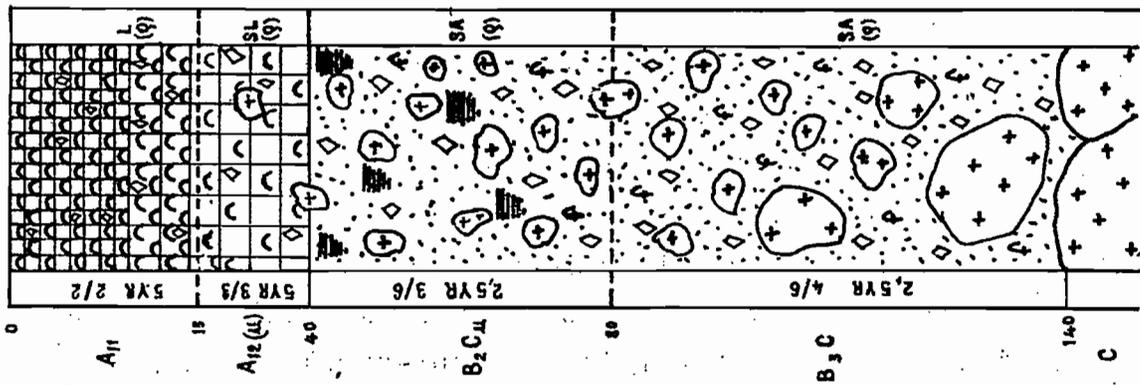
SOLS FERRALLITIQUES
 SOLS-REMANIÉS
 RAJEUNIS-SUR SOCLE

(cf. légende planche 40)



BAM 47

sur matériau complexe
 (influence du volcanisme)



BAM 10

sur granite quartzifère

- La texture de ces sols, très variable, est influencée par deux facteurs principaux :

- L'abondance des minéraux quartzeux dans le granite sous-jacent,

- La "contamination" possible par des matériaux d'origine volcanique.

Sur granite très quartzifère la texture notée limono-sableuse en surface, devient sablo-argileuse puis argilo-sableuse en profondeur.

Sur granite mésocrate, moyennement riche en quartz à grains fins, on enregistre une texture argilo-sableuse dans les horizons B.

A proximité des zones volcaniques, le solum de sols "sur granite", fortement contaminé par des matériaux d'origine volcanique, a une texture limono-argilo-sableuse en surface et argilo-limoneuse dans les horizons B.

La texture des horizons B_3C et BC est généralement plus limoneuse que celle des horizons B.

Les sables grossiers quartzeux anguleux dominant.

L'abondance des sables quartzeux est fonction du faciès pétrographique de la roche-mère. Des pseudo-sables sont visibles dans les sols développés sur granite mésocrate ou contaminés par des minéraux volcaniques.

- La structure des horizons A est nette, généralisée, généralement polyédrique sub-anguleuse fine et très fine; dans quelques profils, proches des zones volcaniques et apparemment plus humifères en surface, elle est grumeleuse. La structure des horizons B, BC, B_3C contenant un taux d'éléments grossiers inférieur à 50 %, est peu nette, polyédrique très fine à fine, excepté dans les sols sur granite très quartzifère où elle est polyédrique sub-anguleuse moyenne à grossière ou massive. Cette structure souvent localisée dans les horizons B_3C , est indiscernable dans les horizons à éléments grossiers très abondants. La micro-structure due aux pseudo-particules

n'apparaît pas nettement.

- Le volume des vides entre agrégats, important dans les horizons humifères, semble faible dans les horizons B.

- Les horizons sont meubles. Ils sont parfois bouillants quand les éléments grossiers sont très abondants.

- Aucune fente de retrait n'a été observée malgré la sécheresse de certains horizons sous cultures.

- La porosité tubulaire de ces sols ainsi que celle des horizons BC ou B₃C est importante. Une porosité intersticielle se développe dans les horizons très graveleux ou particulièrement riches en éléments quartzeux, de la taille des sables grossiers ou des petits graviers (2-5mm).

- Les agrégats sont généralement très friables dans les horizons A, friables à très friables dans les horizons B sous savane.

- Le chevelu racinaire est dense en surface et les racines fines sont assez abondantes dans toute l'épaisseur du solum.

- Les limites supérieures et inférieures du niveau grossier sont généralement nettes, les transitions entre horizons A et B sont distinctes, celles entre les horizons B peu graveleux et les horizons B₃C sont diffuses.

523.2 - Caractères analytiques.

(cf. profils similaires - Cartes BAFOUSSAM 3d et 4c voisines)

- Le refus peut être très important (> 50 %).

- Dans les sols sur granite quartzifère, la fraction argileuse est moyennement représentée dans l'horizon humifère (25 %), réduite dans les autres horizons (10 %). Dans ces sols le taux de limon fin relativement élevé atteint 10 %. L'analyse granulométrique des sols sur granite mésocrate, ou sur matériaux influencés par le volcanisme, fournit des résultats proches de ceux de l'analyse des sols sur ma-

tériau d'origine volcanique, avec notamment des teneurs élevées en pseudo-limons et pseudo-sables.

- Lorsque ces sols sont situés sous savane, la matière organique est assez uniformément répartie sur une épaisseur relativement importante. Dans les sols sur granite quartzifère les taux décroissent lentement de 5-6 % en surface à 0,5 % à une profondeur inférieure à 1m. Dans les sols influencés par le volcanisme les taux sont plus élevés (8-10 % et 1 %) bien que les couleurs soient identiques.

- Le taux d'azote est faible à moyen (1-3°/oo en surface à 0,2-0,5°/oo en profondeur), le C/N élevé (>18-20).

- Le pH est bas.

- Ces sols ont une capacité d'échange faible (<15 mé/100g en surface, < 5 mé/100g en profondeur).

Ils sont fortement désaturés : Somme des cations échangeable = 1-2 mé/100g dans l'horizon humifère, < 0,5 mé/100g dans les autres horizons. Le taux de saturation est inférieur à 10 %.

- Les taux de phosphore total sont insignifiants (< 1 %).

- Les réserves en cations totaux, pouvant être assez importantes par contre, varient de 30 à 60 mé/100g suivant les horizons.

- Un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 < 1,5$ traduit une évolution ferrallitique.

- Les teneurs en fer total sont très variables : < 5 % dans les horizons B des sols sur granite très quartzifère, elles peuvent atteindre 15 % et plus dans les sols influencés par le volcanisme. Le rapport fer libre/fer total fluctue de 0,4 à 0,6.

523.3 - Incidences agronomiques.

a/ Sols sur granites riches en quartz et peu influencés par le volcanisme.

La faiblesse de la fraction argileuse a pour conséquence des capacités de rétention en eau très faibles.

L'abondance de sables quartzeux et d'éléments grossiers accroît les risques de sécheresse en induisant une porosité excessive (interstitielle notamment).

Les teneurs en éléments échangeables sont peu élevées bien que les réserves en cations totaux soient importantes. Mais nous ne savons rien quant à la disponibilité de ces éléments dans la nutrition des plantes et quant à leur vitesse de libération. Il est fort possible qu'à peine libérés ils soient lixiviés en raison de la faible capacité de rétention du plasma et du drainage excessif.

La matière organique, assez uniformément répartie dans le profil, se maintient à un taux satisfaisant mais un rapport C/N bas peut traduire une nutrition azotée déficiente.

La faible structuration et le déséquilibre textural sont en grande partie responsables de la médiocrité des propriétés physiques.

b/ Sols, sur granites riches en minéraux noirs, et/ou influencés par le volcanisme.

La terre fine présente des caractéristiques plus satisfaisantes que celles mentionnées ci-dessus, mais ces sols contiennent des éléments grossiers abondants voire même très abondants. Les propriétés du solum de ces sols sont très proches de celles des sols "remaniés, rajeunis, sur trachyte (ou basalte) à horizon grossier développé". Les propriétés de ces deux types de sols ont par suite des incidences agronomiques semblables (cf. précédemment). Ces sols sur granite ont cependant des teneurs en cations totaux plus élevées, susceptibles d'améliorer leur fertilité.

523.4 - Pédogénèse - Classification.

La pédogénèse de ces sols s'avère aussi complexe et variée que celle des sols précédents.

- Deux facteurs diversifient la nature du matériau originel :

• La variabilité à grande échelle des faciès pétrographiques des granites. La légende de la carte pédologique signale certes que ces sols sont issus de granite monzonitique (à savoir d'un granite calco-alcalin dans lequel $K = Ca$) qui domine dans la région, mais elle ne donne pas d'indication sur la concentration plus ou moins forte de quartz dans ce granite, caractère que nous avons indiqué dans l'étude des facteurs du milieu ("grande hétérogénéité des affleurements"). Cette hétérogénéité a pour conséquence des morphologies variées des profils.

• L'influence possible du volcanisme : il est très probable qu'une partie de la zone (au Nord et à l'Ouest notamment) a été recouverte d'épanchements volcaniques actuellement démantelés, érodés, entièrement altérés. Les résidus de ces matériaux ont influencé de façon plus ou moins nette la morphologie et les caractères analytiques de certains de ces sols (couleur, texture, horizon grossier, matière organique, taux de fer total, par exemple). Le passage des sols à horizon grossiers développé, typiquement issus d'un matériau granitique, aux sols à horizon grossier développé voisins, provenant spécifiquement d'un matériau trachytique ou basaltique, semble s'effectuer assez progressivement, si l'on ne considère que les caractéristiques du solum.

En résumé le solum de ces sols semble issu de matériaux d'origine granitique au Centre, au Sud et l'Est de l'unité cartographique la plus importante (cf. paragraphe suivant), alors qu'il est probablement issu d'un matériau complexe d'origine granitique et volcanique au Nord et à l'Ouest. La désignation de la famille a été faite, compte tenu de la nature granitique du matériau originel des horizons C, d'un certain nombre d'éléments grossiers du solum, et de l'influence de ceux-ci sur les caractéristiques morphologiques et/ou analytiques des profils.

- Certains indices peuvent témoigner d'un remaniement :

• Limites tranchées d'un niveau grossier suivant approximativement la topographie,

• mélange en profondeur d'éléments qui à priori ne pouvaient se trouver associés dans le matériau originel tels qu'ils le sont

dans le profil; à moins que ce matériau originel soit déjà un matériau colluvionné où éléments grossiers d'origine volcanique et granitique se sont trouvés mêlés dans plusieurs niveaux bien différenciés;

• arêtes émoussées de certains éléments grossiers

Si un remaniement a réellement eu lieu, il a dû s'effectuer sur place, les matériaux d'origine granitique et volcanique se trouvant proches l'un de l'autre (recouvrement trachytique ou basaltique du socle).

Les caractéristiques de certains profils ne présentant pas nettement les caractères énumérés ci-dessus (BAM 10), il est possible que ce remaniement éventuel n'ait concerné qu'une partie de la zone.

Le remaniement de ces sols est donc moins bien établi que celui des sols précédents.

- Il est cependant certain que ces sols sont l'objet (ou ont été l'objet) d'une intense érosion suivie de colluvionnement. C'est en effet dans cette zone qu'ont été inventoriés les sols "typiques modaux sur granite" de bas de pente (BAM 7) qui dérivent vraisemblablement de colluvions.

- Il faut signaler que tous ces sols ne présentaient pas d'horizon grossier développé tel que nous l'avons défini précédemment.

- Notons que l'accumulation humifère est nettement plus faible dans ces sols que dans les sols voisins, issus de matériaux volcaniques, situés à la même altitude et couverts du même type de végétation.

- Le rajeunissement par érosion et avec remaniement (?) est morphologique (éléments granitiques altérés à faible profondeur) et chimique (teneurs en cations totaux relativement élevées pour la région).

- On constate un appauvrissement en argile dans les sols issus de granites riches en quartz. Mais cet appauvrissement mal défini

et non généralisé n'a pu être noté à un niveau taxonomique élevé.

523.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle

Ces sols occupent une surface très importante (~~#~~ 5000 ha) entre la route BALI-BAMENDA et la limite Nord de la carte. Nous avons vu que typiquement sur granite au Centre, au Sud et à l'Est de cette zone, ils étaient d'autant plus influencés par le volcanisme, au Nord et l'Ouest, qu'ils étaient proches de coulées basaltiques et trachytiques. Deux unités plus réduites se situent à l'Est et au Nord de BALI (respectivement 530 et 920 ha). D'autres petites taches sont localisées à l'Est de BAMENDA et occupent notamment des collines hautes émergeant d'un paysage faiblement ondulé dans son ensemble.

Le passage assez progressif des sols de cette unité à ceux des unités voisines par plusieurs sols intergrades a rendu difficile la délimitation de leur aire d'extension.

La colonisation de ces zones par l'homme est inachevée. En effet des cultures vivrières se répartissent le long des axes routiers, sur une bande dont la largeur varie de quelques centaines de mètres à 2-3 km, en épargnant plusieurs centaines d'hectares couverts de savane arbustive.

Remarque : Alors que le réseau hydrographique de la zone située à l'Est de BAMENDA, cartographiée en sols "typiques sur granite", est imputable au manteau basaltique ayant probablement recouvert cette zone, celui des zones mentionnées plus haut est un réseau typique établi sur socle (planche 12) en dépit des coulées volcaniques ayant couvert (supposition) partiellement ce socle. Cette faible influence du volcanisme sur la géomorphologie de ces dernières zones pourrait être l'indice d'une faible épaisseur des coulées. L'existence de profils peu épais à l'intérieur des unités de sols sur trachyte, situées sur quelques collines légèrement proéminentes, profils présentant un horizon C constitué de granite altéré et un solum typiquement issu d'un matériau volcanique, pourrait confirmer cette hypothèse. Elle expliquerait d'autre part le démantèlement rapide de ces coulées par

l'érosion, coulées qui, plus épaisses, subsistent dans les régions de BALI et NGEMBO.

52.4 - Sols sur granite à 2 micas - Horizon grossier développé.

524.1 - Morphologie.

Exemples : BAM 11b - BAM 11 - BAM 14 - BAM 48 (cf. planche 34).

Le nombre de profils cités en exemple indique que la morphologie de ces sols peut revêtir des formes très variées. Ils n'ont parfois en commun que la nature du matériau originel, un granite à 2 micas, particulièrement riche en mica blanc.

Nous avons distingué quatre grands types de profils :

Type 1 : (ex.: BAM 11b) il se caractérise par un solum épais, qui, jusqu'à une profondeur supérieure à 1,50m, c'est-à-dire jusqu'aux horizons B₃C proprement dits, est dépourvu d'éléments grossiers et de paillettes de micas. Sa texture notée argilo-limoneuse dans tout le profil traduit l'existence d'un taux de limon fin assez élevé. La structure nette dans tous les horizons est à assemblage très net dans les horizons intermédiaires (B₁) secs. Des fentes peuvent être observées dans ces horizons. Les agrégats, polyédriques dans les horizons B, sont grossiers et peu ou non friables dans les horizons B₁, moyens à fins et friables ou peu friables dans les horizons B₂. Les horizons B₁ peuvent être cohérents. La matière organique pénétrant ces sols jusqu'à une profondeur de 1m se présente sous forme de taches étendues, associées aux vides, mais surtout aux faces des unités structurales, en traînées verticales, à limites nettes, contrastées. Un horizon noté A₁₂ est fortement teinté par la matière organique bien que présentant par ailleurs les caractéristiques du B₁ sous-jacent.

Type 2 : (ex.: BAM 48) : Ces sols s'apparentent aux sols précédents sur granite monzonitique. Le solum d'épaisseur variable est

caractérisé par une texture sablo-argileuse en surface à argilo- sableuse en profondeur. La structure est généralement peu nette et assez fine. La matière organique pénétrant moins profondément les horizons se présente en taches plus diffuses. Aucune fente de retrait n'est observée. Des graviers de quartz anguleux et émoussés, ou des graviers et cailloux de granite, en nombre variable, durs, irréguliers, à arêtes émoussées, altérés dans la masse, sont visibles à différentes profondeurs. Des paillettes de mica blanc peuvent être décelées dès 50cm de profondeur. L'abondance des éléments grossiers peut être telle qu'elle masque certaines caractéristiques de la terre fine. Une porosité intersticielle peut être alors constatée.

Type 3 : (ex.: BAM 14). La morphologie des profils est intermédiaire entre celle des deux types précédents : la texture est moins limoneuse que dans les sols du type 1, moins sableuse que dans ceux du type 2, et la structure est nette sur une partie du profil seulement. Les agrégats sont peu friables en B1. On trouve des paillettes de micas et des graviers ou cailloux de granite dans les horizons B.

Type 4 : Le profil BAM 11 présente nettement des caractères de sols pénévulés du type 1 (texture, structure, consistance) et de sols rajeunis du type 2 (fragments de roche altérée et minéraux altérables très haut dans le profil).

Autres caractéristiques des profils :

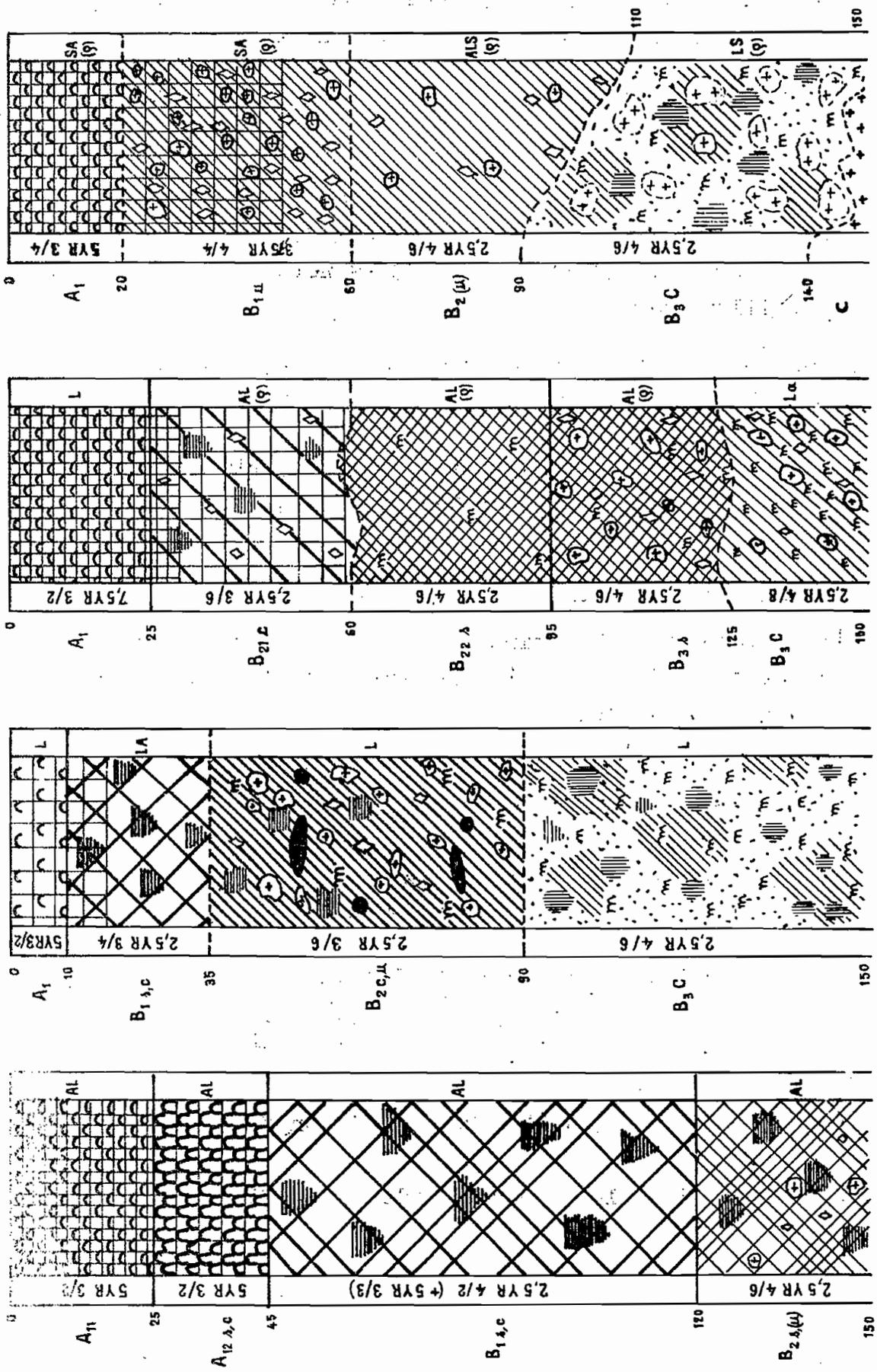
- Couleur rouge et chroma élevé des horizons B et B₃C.

	Teinte	Value	Chroma
A1	5 YR	3	2 - 3
B1	2,5 YR	3 - 4	4
B2	2,5 YR	4	6
B ₃ C	2,5 YR	4	6 - 8

- horizon humifère de 20 à 30cm d'épaisseur, limoneux ou sablo-argileux, à structure nette, polyédrique sub-anguleuse ou grumeleuse

SOLS FERRALLITIQUES SOLS REMANIÉS RAJEUNIS ET PÉNÉVOLUTIONÉS - SUR GRANITE A DEUX MICAS

(cf. légende planche 40)



BAM 48
TYPE 2

BAM 14
TYPE 3

BAM 11
TYPE 4

BAM 11b
TYPE 1

de taille variable, horizon meuble ou boulang, à agrégats très friables (ou fragiles).

- La texture des horizons B_3C est plus limoneuse que celle des horizons B. Dans cet horizon une structure massive peut être juxtaposée à une structure peu nette polyédrique fine.

- La porosité tubulaire fine ou très fine est développée dans tous les horizons.

- Les transitions entre horizons sont généralement progressive à l'exception d'une transition distincte de teinte entre les horizons A et B et certains horizons aux limites nettes contenant des graviers et cailloux très abondants.

- Quelques rares horizons grossiers renferment des graviers de trachyte arrondis, non altérés, durs.

- L'altération est profonde. Le passage des horizons B aux horizons C se fait généralement par l'intermédiaire d'horizons B_3C épais.

- Les racines et le chevelu pénètrent bien la masse du profil. Dans BAM 11b cependant, les racines semblaient contourner les agrégats peu friables de l'horizon B1, ces derniers n'étant exploités que par un chevelu très fin.

524.2 - Caractères analytiques.

- Le refus est variable : nul dans les profils du type 1 il peut être supérieur à 30 % dans les horizons grossiers particulièrement caillouteux de certains profils des types 2 et 3.

- Les taux d'argile et de limon fin les plus élevés sont relevés dans les horizons A + B des profils du type 1.

35 à 45 % d'argile + 15 à 25 % de limon fin dans les profils du type 1.

15 à 30 % d'argile + 15 à 20 % de limon fin dans ceux du type 3.

10 à 25 % d'argile + 5 à 15 % de limon fin dans ceux du type 2.

- Les taux de sable (SG + SF) atteignent 30 à 45 %. Les sables grossiers dominent, mais les taux de sable fin peuvent être appréciables. Il s'agit essentiellement de sables quartzeux. De très rares pseudo-particules peuvent être isolées.

- Les taux de matière organique sont, à quelques exceptions près, plus faibles que ceux des sols issus de matériaux volcaniques, cependant la couverture graminéenne, comme la structure nette de certains sols (cf. dans BAM 11b taches dues à la matière organique) favorisent une profonde incorporation de cette dernière :

4 - 6 % entre 0 et 10cm

1 - 2 % à 50cm

0,5 - 1 % à 100cm.

Les taux d'azote varient entre 1 et 3‰ entre 0 et 20cm, entre 0,5 et 1‰ à 50cm : seuls les horizons humifères sont donc riches en azote.

Le rapport C/N de l'ordre de 15 - 17 dans les 50 premiers centimètres, décroît jusqu'à 10 en profondeur.

- Les pH, relativement plus élevés que ceux des sols précédents sont généralement supérieurs à 5,5, et peuvent dépasser 6 au-delà de 50cm ou 1m.

- Les capacités d'échange, peu élevées, sont moyennes dans les 50 premiers centimètres (10 à 20 mé/100g) et assez faibles en profondeur (généralement 5 à 10 mé/100g). Mais le complexe d'échange est très diversement saturé : le taux de saturation supérieur à 100 % (?) dans les horizons B de BAM 11b, atteint 40 à 55 % dans BAM 11, mais reste inférieur à 5 % dans BAM 14. Aucune corrélation ne semble exister entre la richesse en cations échangeables, le taux de saturation, et la présence de micas et de fragments de roche altéré dans les profils, mais elle nous semble ^{possible} entre ces données analytiques et les autres caractéristiques telles que texture, structure..., du profil.

Les teneurs en cations échangeables sont fluctuantes d'un profil à l'autre :

> 10 mé/100g dans BAM 11b
voisines de 5 mé/100g dans BAM 11
< 1 mé/100g dans BAM 14.

Dans BAM 11b ne présentant pas de minéraux visibles jusqu'à 180cm, on note $Mg > Ca > K$ avec $10 < Mg/K < 60$.

Dans BAM 11 renfermant des paillettes de micas blanc dès 30cm, on note $Ca > Mg > K$ avec $Mg/K = 10 - 15$.

Dans BAM 14 contenant des micas dès 50cm on note $K > Mg = Ca$ en surface, $Mg > K > Ca$ au-delà de 50cm avec $Mg/K < 5$.

L'équilibre des cations varie donc considérablement d'un profil à l'autre; si le taux de Mg risque d'être déficient dans des profils du type BAM 14, le taux de K risque de l'être dans ceux du type BAM 11b.

- Les teneurs en cations totaux varient dans le même sens : faible dans des profils du type BAM 14 (10 mé/100g) y compris dans les horizons B_3C , elles atteignent 14 - 15 mé/100g dans BAM 11 et dépassent vraisemblablement 20 - 30 mé/100g dans BAM 11b.

- Les teneurs en phosphore total moyennes entre 0 et 20cm (1 à 1,5‰) sont faibles au-delà.

- Un rapport SiO_2/Al_2O_3 supérieur à 1,5 témoigne d'une ferral-litisation moins intense que dans les sols précédents sur granite. Ce rapport serait le plus élevé dans les profils dont le solum présente une structure nette. Ce rapport qui avait des valeurs voisines dans les horizons B et B_3C des sols situés sur granite monzonitique, semble croître nettement dans les horizons B_3C des sols sur granite à 2 micas ($SiO_2/Al_2O_3 = 2,8$ dans le B_3C de BAM 14, à 150cm).

- Les teneurs en fer total dépassent rarement 10 %. Le rapport fer libre/fer total $> 0,75$ dans BAM 11 et 14, est inférieur à 0,6 dans BAM 11b.

524.3 - Incidences agronomiques.

a/ A l'échelle du profil :

Comme dans les sols précédents, la variabilité des faciès pétrographiques, à l'origine de morphologies diversifiées (cf. paragraphe suivant), induit des possibilités agronomiques assez variables.

- Les potentialités des sols du type 2 sont semblables à celles des sols sur granite riche en quartz, et peu influencés par le volcanisme (cf. précédemment).

- Les potentialités des sols du type 1 sont très favorables. Le solum épais ne présente pas d'horizon grossier. Il est bien structuré. Sa texture fine favorise la rétention d'eau. Sa porosité est développée. La matière organique se maintient à un niveau satisfaisant sur une assez grande épaisseur. Un C/N relativement bas pour la région traduit une minéralisation convenable de la matière organique. Bien que ces sols n'aient qu'une capacité d'échange moyenne, un taux de saturation élevé les place parmi les mieux pourvus en éléments échangeables. Des réserves importantes en éléments totaux contribuent peut-être au maintien d'un potentiel de fertilité chimique acceptable.

Cependant ces sols, denses, apparemment dépourvus de micro-structure, sont certainement dotés d'une porosité et d'une perméabilité inférieures à celles des sols typiques à pseudo-sables, sur basalte ou même sur granite. La structure moins fine, sur une épaisseur au moins égale à 1m, la faible friabilité des agrégats des horizons intermédiaires, peuvent être un handicap à un bon enracinement et surtout à une bonne exploitation de la masse des horizons par le système racinaire.

En résumé, les sols du type 1 comparés aux autres sols situés sur socle ont des caractéristiques dans l'ensemble très favorables. Mis en parallèle avec les sols typiques sur roches volcaniques, ils sont desservis par certains caractères de structure (taille des agrégats, consistance), une fertilité potentielle, liée à la matière orga-

nique, légèrement inférieure, mais avantages par une fertilité actuelle supérieure (cations).

- Les potentialités des sols du type 3 sont intermédiaires entre celles des sols des types 1 et 2. Notons que nombre de combinaisons sont possibles. Les conséquences de la présence possible d'un niveau grossier à éléments grossiers abondants ont déjà été évoquées.

b/ A l'échelle de la carte :

La cartographie n'a pas permis de rendre compte des importantes fluctuations, dans les faciès pétrographiques de roches-mères regroupées sous le seul vocable de granite à 2 micas. Ce terme doit évoquer une certaine propension des sols à présenter des caractéristiques des sols du type 1. Mais l'unité cartographique simple renferme plusieurs types de sols aux possibilités agronomiques variées. Nous n'avons pas trouvé de loi de répartition pour ces sols parmi lesquels les sols du type 3 intermédiaire semblent dominer, ceux du type 1 semblant être les moins répandus. En outre on constate de grandes irrégularités dans l'épaisseur des sols les moins épais étant généralement situés dans un paysage localement plus vallonné.

En conséquence nous devons envisager des conditions moyennes qui sous-estiment les qualités des sols du type 1 mais qui placent l'ensemble de ces sols à un niveau légèrement supérieur à celui des sols "remaniés sur granite monzonitique".

524.4 - Pédogénèse - Classification.

- La classification de ces sols dans le groupe des "sols remaniés" repose sur 2 faits d'observations seulement :

. La présence dans certains profils, de graviers de trachyte ou cailloux de basalte à moyenne profondeur. Ces éléments grossiers durs, émoussés, non altérés, sont rassemblés dans un horizon grossier assez bien individualisé. De tels profils ne semblent exister qu'à proximité d'une zone affectée par le volcanisme.

. L'allure émoussée de la plupart des cailloux de granite,

durs, irréguliers, et d'un certain nombre d'éléments quartzeux des horizons A et B. Cependant les fragments de granite altéré des horizons B_3C ont des arêtes assez émoussées. Seuls les quartz sont vraiment anguleux dans ces horizons. Le rattachement de ces sols au groupe remanié est donc assez peu étayé.

- Ces sols ont d'autre part été tous rangés dans un sous-groupe rajeuni. Mais il faudrait considérer en fait 2 types d'évolution :

. Un rajeunissement proprement dit, c'est-à-dire^{tel} que nous l'avons défini précédemment, (caractérisé par un horizon BC ou C apparaissant entre 50 et 150cm) ou par des fragments de C plus proches de la surface, avec dans l'horizon BC correspondant des teneurs en cations totaux à peine plus élevées que celles des sols typiques voisins. Les sols du type 2 (BAM 14) correspondent assez bien à cette définition. Le rajeunissement est faible (sous-groupe) et morphologique.

. Certains sols du type BAM 11, cependant associés à un modèle plus accusé, notamment dans la région de NSONGWA au Sud-Ouest de BAMEANDA, sols présentant un horizon B_3C visible à moins de 50cm et un solum caractérisé par un taux de cations totaux plus élevé, appartiendraient aux sols rajeunis (groupe) avec rajeunissement chimique. Il existerait une certaine corrélation entre la pente et le rajeunissement.

. Une "pénévolution" : les sols du type 1, bien que dépourvus, sur une grande épaisseur, d'éléments grossiers altérés ou de minéraux altérables, visibles à l'oeil nu, sont néanmoins riches en cations totaux. De plus leurs horizons B présentent une structure nette. Nous supposons que ces sols contiennent des argiles résiduelles du type illite, responsables de certains caractères morphologiques et analytiques, et non résorbées en raison d'un temps insuffisant d'évolution.

Notons que la classification C P C S. 1967 regroupe ces 2 processus évolutifs dans la même unité taxonomique. Nous signalerons pour notre part que de ces deux processus peuvent naître des sols aux caractéristiques très différentes.

- Les différents types regroupés dans une seule famille des sols sur granite à deux micas, auraient pour tout caractère commun la présence de micas blancs résiduels dans les sols rajeunis proprement dits ou l'abondance de ces micas dans les horizons B_3^C ou C de tous les profils.

- Une étude détaillée du matériau originel (et non plus de la roche-mère) aurait peut-être abouti à la scission de la famille en 2 unités distinctes. Il est notamment possible que le matériau originel des sols du type 1 soit plus ou moins colluvionné.

En résumé, l'échelle de la carte n'a pas permis de faire apparaître des unités cartographiques variées (trois ont été ici recensées), unités correspondant à des processus pédologiques apparemment bien différenciés, et n'ayant en commun que la nature de la roche-mère.

524.5 - Répartition. - Cartographie - Utilisation actuelle.

Comme nous venons de le signaler les sols les plus rajeunis sont situés sur un modelé assez ondulé au Sud-Ouest de BAMENDA dans la région de NSONGWA. La répartition des sols "faiblement rajeunis" et "pénévolués" semble aléatoire. Il se pourrait que les seconds soient localisés sur un modelé plus plan.

Tous ces sols sont regroupés en une seule unité cartographique de 1630ha ~~jouxtant~~ à l'Ouest la ville de BAMENDA. Les limites de cette unité restent très imprécises en raison de l'hétérogénéité des sols qui la composent, de l'analogie morphologique de certains sols du type 2 avec des "sols sur granite monzonitique", de la variabilité des faciès pétrographiques ainsi que du passage progressif et flou des granites à 2 micas aux granites monzonitiques.

La proximité de la ville de BAMENDA fait que ces sols sont presque entièrement cultivés, à l'exception d'un lambeau de savane arbustive à l'Ouest, et qu'ils portent notamment un grand nombre de plantations de caféiers avec ou sans ombrage.

6 - SOLS RAJEUNIS avec érosion et remaniement

6.1 - SOLS SUR TRACHYTE.

Ces sols diffèrent très peu des sols "humifères, faciès rajeuni, sur trachyte" étudiés en détail précédemment :

- Situés à plus basse altitude que ces derniers, ils présentent des taux de matière organique plus faibles.

- Parfois localisés au contact socle - massif trachytique, ils pourraient être issus d'un matériau complexe.

exemple : BAM 37.

- Ils sont aussi, dans quelques unités cartographiques aux dimensions assez réduites, juxtaposés à des sols minéraux bruts et peu évolués.

- Des lois semblables à celles définies à propos des sols humifères rajeunis régissent les incidences agronomiques, la pédogénèse et les critères de classification de ces sols.

6.2 - SOLS SUR GRANITE.

62.1 - Sols à blocs dans tout le profil et en surface.

621.1 - Morphologie.

exemples BAM 5 - BAM 41 (seul BAM 5 est décrit en annexe) (cf. planche 35)

- Ces sols peuvent avoir jusqu'à l'horizon C une profondeur très variable correspondant à 40, 110 et 150cm dans trois profils que nous avons observés. On note cependant à moins de 50cm des éléments de roche altérée, à moins de 80cm des minéraux altérés isolés et dans tout le profil comme en surface des blocs de granite.

- La succession des horizons du type A1 - B1u - B2u aléatoire - B₃C - C ne rend pas nettement compte des particularités de ces sols.

- Leurs couleurs sont très variées.

	Teinte	Value	Chroma
A1	10YR → 7,5 YR	3	2
B1	7,5YR → 5 YR	4	4
B2	7,5YR → 2,5 YR	4	6 → 8
B ₃ C	7,5YR → 2,5 YR	4	4 → 8

- Leur texture grossière permet une profonde pénétration de la matière organique. Cette dernière se présente sous forme de taches étendues, sans relations visibles avec les autres caractères (imprégnation dans la masse) ou associées aux vides, irrégulières, hétérogènes dans leurs dimensions, contrastées, à limites nettes. Cette imprégnation expliquerait le chroma de 4 de certains horizons B₃C situés à une profondeur inférieure à 80cm.

- Leurs éléments grossiers sont de différents types :

- graviers de quartz généralement abondants dans tout le solum, **anguleux**, ayant des dimensions inférieures à 5mm;

- cailloux, mais blocs de granite surtout, dont le diamètre varie de 20cm à plusieurs décimètres, ^{souvent} visibles dans tout le profil, durs, arrondis, non altérés ou peu altérés très superficiellement;

- graviers et cailloux de granite, irréguliers, émoussés, durs ou tendres, à minéraux reconnaissables et jointifs, cohérents ou non, plus ou moins altérés dans la masse. Ces éléments sont observés dans les horizons B₃, B₃C et C;

- feldspaths isolés, blanchâtres ou rosés, anguleux, fortement altérés, très friables;

- dans les profils situés en bordure du massif trachytique, on note, à faible profondeur, des graviers de trachyte, irréguliers ou arrondis, durs, non altérés.

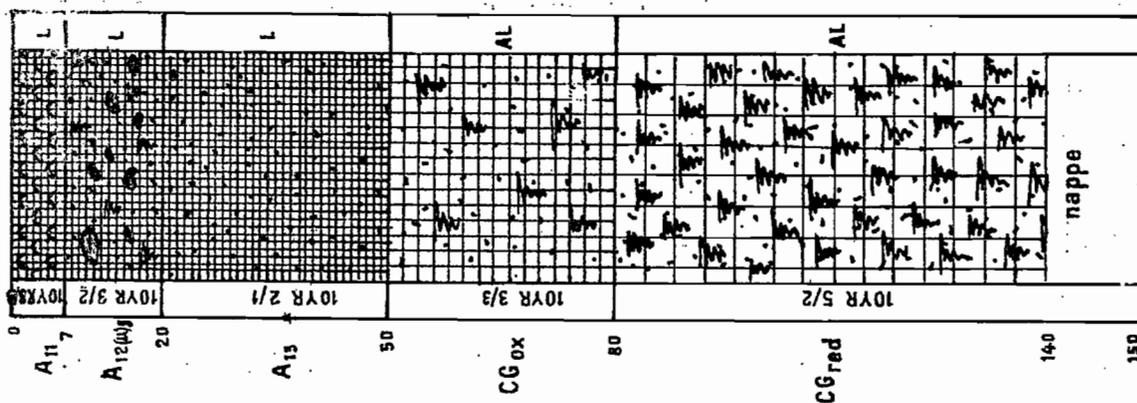
- Leur texture est généralement sableuse ou sablo-limoneuse dans les horizons A, sablo-argileuse dans les horizons B et B₃C. Une appréciation valable de la texture de la terre fine nous est rendue difficile par la présence de très nombreux quartz dont les dimensions

SOLS FERRALLITIQUES SOL HYDROMORPHE

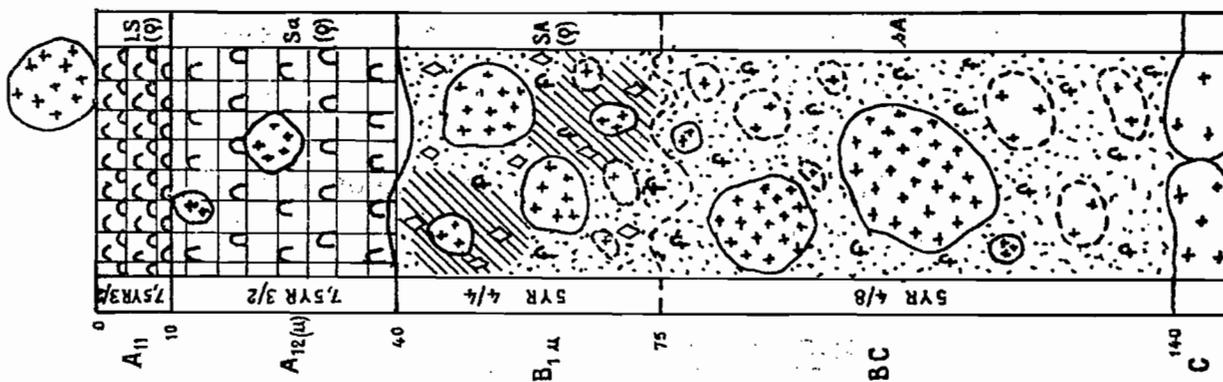
SOL MOYENNEMENT ORGANIQUE-HUMIQUE A GLEY
A ANMOORACIDE

sur colluvions et alluvions

BAM 19

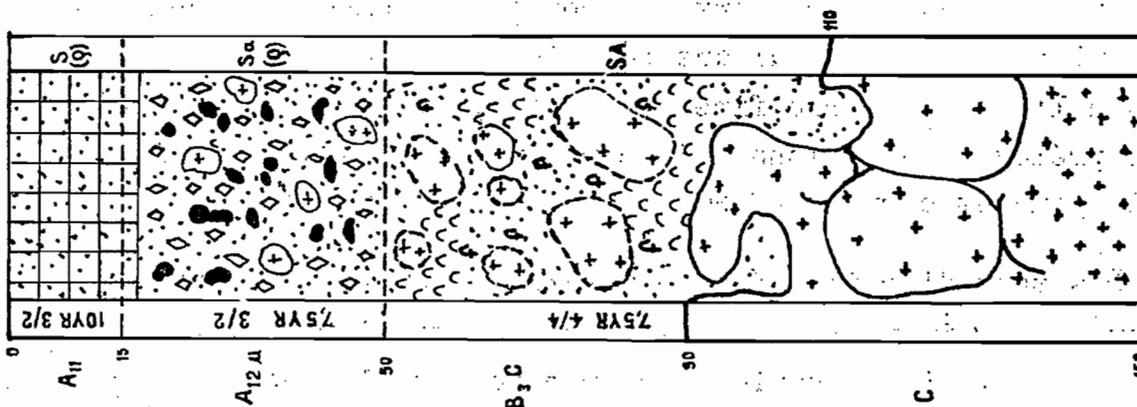


BAM 41



SOLS RAJEUNIS
sur granite

BAM 5



varient de 2 à 5mm. Certains horizons humifères contiennent des sables blancs déliés associés à des vides. Les sables quartzeux et grossiers dominant. On note sur le terrain un gradient d'argile sensible entre les horizons de surface et les horizons B.

- Leur structure est dans son ensemble peu affirmée : massive ou peu nette, polyédrique sub-anguleuse moyenne ou grossière, dans les horizons A, elle est peu nette, polyédrique fine ou moyenne, généralisée ou juxtaposée à une structure massive dans les horizons B et B₃C. Un seul horizon humifère sous culture présentait une structure grumeleuse nette.

- Le volume des vides entre agrégats est faible, mais leurs porosité tubulaire et intersticielle (entre les grains de quartz) sont très développées. Il s'agit de pores fins et très fins. Les éléments altérés sont également dotés d'une porosité tubulaire.

- Leurs horizons sont meubles, et friables à très friables.

- Leur chevelu est dense en surface. Leurs racines, fines, pénètrent la masse du profil jusqu'aux horizons C.

- Leurs transitions entre horizons peuvent être distinctes de teinte, mais sont généralement diffuses du point de vue des autres caractères. Interrompues entre les horizons A et B₁ (taches colorées par la matière organique), elles sont souvent ondulées entre les horizons B₁, B₂, B₃C et irrégulières entre les horizons B₃C et C.

621.2 - Caractères analytiques.

- Les taux de refus, variables, peuvent atteindre 40 % dans certains horizons particulièrement riches en éléments grossiers et durs. Mais ces taux ne rendent pas compte du volume qu'occupent réellement ces éléments puisque certains d'entre eux, friables, sont réduits à l'état de terre fine au broyage, et que les blocs n'ont pas été prélevés. Signalons qu'à certains niveaux des profils ces éléments peuvent occuper 80 % du volume de sol total.

- Les taux d'argile dépassent rarement 20 %. Les taux de limon fin peuvent atteindre 15 %, ceux de sable grossier sont compris entre 40 et 60 %. L'observation des fractions sableuses à la loupe

binoculaire met en évidence une quantité appréciable de feldspaths provenant, en partie du moins, du broyage d'éléments altérés. L'appauvrissement en éléments fins, noté sur le terrain n'apparaît pas à l'analyse.

- Les taux de matière organique ne dépassent guère 4 % dans les horizons humifères, cependant la couverture graminéenne et l'extrême porosité de ces sols permettent une certaine répartition isohumique de la matière organique (2 % à 50cm dans BAM 41).

Les teneurs en azote ne dépassent 1‰ que dans les 20 premiers centimètres.

Les C/N sont élevés (18 - 20).

- Les pH varient de 5,0 à 5,5 dans BAM 41, atteignent des valeurs de 6,5 - 6,9 dans BAM 5.

- Les capacités d'échange de ces sols, généralement faibles, sont inférieures à 10 mé/100g. Mais les taux de saturation peuvent être très fluctuants d'un profil à l'autre (< 10 % dans BAM 41, de 50 à 60 % dans BAM 5). Les teneurs en cations échangeables ne dépassent pas pour autant 10 mé/100g (< 1 mé/100g dans le B de BAM 41, < 5 mé/100g dans celui de BAM 5).

En résumé nous retiendrons que le taux de saturation peut fluctuer dans une assez large mesure bien que les variations absolues des teneurs en cations échangeables soient faibles.

- Ces sols sont pauvres en phosphore total au-delà de 20cm (< 1‰).

- La richesse en cations totaux, subissant elle-même d'importantes fluctuations, reste supérieure à 15 mé/100g dans BAM 41 et dépasse 30 mé/100g dans BAM 5.

- L'insuffisance de données ainsi que la présence de matériaux altérables dans les solum ne nous permettent pas d'interpréter correctement les valeurs du rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$. Il est cependant possi-

ble que la valeur de ce rapport avoisine 2. Le résidu de l'analyse triacide constitué essentiellement de quartz, atteint 70 %.

- Les taux de fer total restent inférieurs à 5 %. Le rapport fer libre/fer total varie de 50 à 70 %.

- La densité apparente de ces sols est voisine de 1,6 dès 10cm de profondeur.

621.3. - Incidences agronomiques.

Une capacité de rétention en eau réduite est une conséquence de la faiblesse de la fraction argileuse.

La porosité excessive, en particulier intersticielle, liée à l'abondance de sables quartzeux et d'éléments grossiers (notamment de graviers de quartz de 2 à 5mm) accentuent les risques de sécheresse. Ceux-ci sont accrus par les pentes fortes qui concourent à maintenir un pédo-climat relativement sec.

La présence de blocs dans les profils et en surface empêche tout travail rationnel du sol.

Le déséquilibre textural et la faible structuration, causes d'une médiocrité des propriétés physiques, ainsi que les pentes fortes et la couverture végétale souvent faible rendent ces sols très sensibles à l'érosion. Les effets de cette dernière sont cependant limités par l'abondance de graviers de quartz, qui, dans les horizons superficiels de certains profils, jouent un rôle de mulch.

La matière organique, assez bien répartie dans le profil présente les taux les plus faibles de la région. Ces sols sont en conséquence assez pauvres en azote et phosphore, et ont une capacité d'échange faible.

Les réserves en cations totaux comptent au contraire parmi les plus fortes de la zone et les teneurs en cations échangeables, faibles en valeur absolue, peuvent être supérieures à celles de la plupart des

autres sols. Nous n'avons cependant pas trouvé de loi régissant cette plus ou moins forte saturation. Quant aux éléments non directement assimilables, ils risquent d'être lixiviés peu après leur libération, compte tenu de la faible capacité de rétention du plasma et du drainage excessif. Leur disponibilité pour la nutrition des plantes se trouve donc compromise.

Enfin ces sols, comme les autres sols rajeunis, présentent une hétérogénéité latérale relativement importante de leurs caractéristiques.

En résumé, bien que présentant des réserves en cations échangeables parmi les plus élevées de la région, ces sols ont des caractéristiques d'ensemble médiocre.

621.4 - Pédogénèse - Classification - Répartition - Cartographie et Utilisation actuelle.

Ces sols sont morphologiquement et chimiquement rajeunis. Cependant si la plupart d'entre eux satisfont aux normes de classification du groupe rajeuni, un certain nombre pourtant ne serait que faiblement rajeunis sur le plan de la morphologie.

Dans le rajeunissement, l'érosion joue un rôle incontestable. Ses effets sont accrus par la pente, la faible couverture végétale ou les propriétés de surface des sols. Le colluvionnement intense de bas de pente et la présence de "sols typiques sur granite de bas de pente", par exemple, en donnent la preuve. Si toute troncature des profils s'accompagne d'une redistribution des matériaux donc d'un remaniement, ce dernier n'est pas apparu clairement dans les profils observés.

L'appréciation de la texture sur le terrain a mis en évidence l'existence d'un gradient d'argile non vérifié par l'analyse granulométrique. Il semble qu'on puisse obtenir une meilleure approche de la granulométrie réelle des horizons en prenant en considération les refus quartzeux compris entre 2 et 5mm et hérités du matériau. Cette granulométrie pourrait confirmer l'appauvrissement diagnostiqué sur le terrain.

Quant au matériau originel il s'agit d'un granite quartzifère à gros grains ayant une altération typique en boules.

Ces sols se situent au centre de la carte dans l'unique paysage accidenté sur socle où dominent des pentes supérieures à 20 %. Ils occupent une surface d'environ 1900 ha. Actuellement ils sont essentiellement couverts d'une savane arbustive ou herbacée et parfois cultivés sur des replats de bas de pente. Notons qu'ils sont en cours de colonisation à partir de la route BALI - BAMENDA et qu'ils sont parcourus par de rares troupeaux dans les zones les moins accidentées.

62.2 - Sols à blocs dans tout le profil.

Ces sols, ne présentant que de rares boules granitiques en surface et des blocs apparemment moins abondants dans leurs profils, ont été séparés cartographiquement des précédents, mais les caractéristiques de leurs profils et leurs conditions de pédogénèse sont cependant identiques.

Cette différence devrait améliorer les conditions d'exploitation de ces sols pour l'élevage, la présence de blocs superficiels pouvant être en effet un obstacle au parcours du bétail.

Ils occupent une superficie d'environ 675 ha.

E - S O I L S H Y D R O M O R P H E S

Cette région accidentée, milieu ouvert où les phénomènes d'érosion l'emportent sur ceux de dépôt, ne présente que de faibles surfaces couvertes de sols hydromorphes et s'oppose donc aux régions voisines (plaine de NDOP) où les processus géomorphologiques de colluvionnement et alluvionnement et pédologiques d'hydromorphie sont importants.

1 - Morphologie.

exemple BAM 19 :(cf. planche 35).

Nous avons observé jusqu'à la nappe, cinq horizons dont la succession est du type :

A11, A12g, A13, C Gox, CG red.

L'observation, effectuée en Mars, donc en fin de saison sèche a révélé :

- Un horizon superficiel, humifère peu épais (< 10 cm) : Cet horizon, frais, de couleur 10 YR 3/1, ne semble pas affecté par les phénomènes d'hydromorphie. Sa texture est limono-argileuse. Sa structure nette, généralisée, est grumeleuse très fine. Il est poreux, friable, non plastique et non collant. Sa limite inférieure est nette de teinte (taches) et de structure.

- Un horizon intermédiaire A12, humifère : cet horizon fait partie de la zone de battement de nappe. Sa couleur dominante est 10 YR 3/2, mais il présente des taches rougeâtres, peu contrastées, irrégulières, à limites peu nettes, sans relations visibles avec les autres caractères ou associées aux vides ou aux racines. Cet horizon a une texture limoneuse et une structure massive. Il est très friable. Ses pores, tubulaires fins, sont peu nombreux. Sa limite inférieure est nette.

- Un horizon inférieur A13, humifère : généralement situé entre 20 et 50cm, cet horizon, observé humide en fin de saison sèche, semble être engorgé pendant la majeure partie de l'année. Il a une couleur noire de 10 YR 2/1, une texture limoneuse et une structure massive. Dans BAM 19 cet horizon non plastique, non collant, était verticalement traversé par des pores tubulaires très nombreux et très fins. Sa transition avec l'horizon sous-jacent est distincte de teinte.

Ces trois horizons humifères sont exploités par un chevelu racinaire, particulièrement dense dans A11 et A12.

- Un horizon supérieur de gley noté C Gox : Observé humide il a une couleur de 10 YR 3/3. Légèrement réoxydé il présente des taches rouilles, sans relations visibles avec les autres caractères, irrégulières, peu contrastées, à limites peu nettes, généralement millimétriques. Sa texture est argilo-limoneuse et sa structure massive. Cet horizon, plastique et collant, doté d'une porosité tubulaire très fine, est traversé par quelques racines fines. Sa transition avec l'horizon sous-jacent est distincte de teinte.

- Un horizon inférieur de gley noté CG red : Cet horizon, réduit, de teinte 10 YR 5/2, présente quelques rares taches associées aux vides. Très humide, il est plastique et collant. Sa texture est argilo-limoneuse et sa structure massive. Aucune racine n'a été observée dans cet horizon.

Signalons que dans BAM 19, ces deux derniers horizons contenaient de nombreuses paillettes de muscovite.

2 - Caractères analytiques.

L'analyse du seul profil BAM 19 a été effectuée et a révélé :

- Des teneurs en argile plus limon fin atteignant 60 %. La fraction limon fin domine légèrement dans les horizons humifères alors que la fraction argileuse prévaut dans les horizons C. Les taux de sable fin sont supérieurs à ceux de sable grossier. Il s'agit essentiellement de paillettes de muscovite et de quartz.

- Des taux de matière organique fluctuant en dent de scie d'un horizon à l'autre : ils atteignent 9 % dans A11 et 11 % dans A13 de BAM 19 et sont encore de 4 % dans CG ox à une profondeur de 60cm. Ces horizons sont riches en azote (2 à 5‰) et en phosphore total (1 à 3‰). Leur rapport C/N est bas (10 à 15).

- Un pH avoisinant 5,5 sauf dans A13 où il atteint 6,7. La capacité d'échange dépasse, en raison de l'accumulation organique, 30 mé/100g dans l'horizon A13 et 10 - 20 mé/100g en profondeur. La

- saturation en cations échangeables variant de 10 à 100 % d'un horizon à l'autre est dans son ensemble moyenne. Ca^{++} et Mg^{++} dominant.

Remarque : l'horizon A13 de BAM 19 contiendrait 17 mg/100g de Ca^{++} .

- Ces sols paraissent bien pourvus en bases totales.

3 - Incidences agronomiques.

En raison de la nature du matériau originel de ces sols, il faut craindre une hétérogénéité verticale et latérale à grande échelle. Ce facteur constitue à lui seul un obstacle majeur à une mise en valeur rationnelle de grandes surfaces.

Bien que la nappe soit localisée entre 1 et 2m, les horizons situés entre 30cm et cette nappe semblent engorgés, par remontée capillaire, la majeure partie de l'année.

Ces sols ont des propriétés physiques médiocres au-delà de 20cm. Seules leurs propriétés chimiques liées notamment à l'accumulation organique sont satisfaisantes bien qu'hétérogènes.

En résumé seules les cultures de certaines plantes à enracinement peu profond et supportant l'hydromorphie peuvent être envisagées. Celles-ci sont assurées d'une nutrition dans l'ensemble convenable.

4 - Pédogénèse - Classification.

- Les caractères de ces sols sont dus à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau lié à la remontée de la nappe phréatique dans un paysage au drainage externe déficient : ces sols appartiennent à la classe des sols hydromorphes.

- Ces sols font partie de la sous-classe des sols moyennement organiques : les taux de matière organique sont compris entre 8 et 15 % dans les horizons humifères. Cette matière organique est du

type anmoor caractérisé par une bonne liaison des matières organiques et minérales, un $C/N < 15$, un pH voisin de 5,5, une bonne rétention en eau et en cations. L'hydromorphie est totale mais temporaire en surface.

- Ces sols sont rangés dans le groupe des sols humiques à gley (profil AG), dans le sous-groupe des sols à anmoor acide. A propos du sous-groupe, nous avons signalé précédemment que l'horizon A13 avait un pH de 6,7. Il est possible que dans la zone de battement de nappe le pH soit plus élevé et la saturation plus forte. Nous ne pouvons malheureusement pas expliquer ce phénomène.

- La désignation "famille de sols sur colluvions et alluvions" se justifie par la nature stratifiée du matériau et la présence dans ces sols, de divers éléments grossiers mélangés, provenant incontestablement des zones exondées voisines.

5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle.

Une seule unité cartographique de 250 ha environ a été représentée en zone plane dans la vallée de l'ABI (angle N.O. de la carte). Large de 200 à 500m, elle s'étend sur environ 10 km. Il va sans dire que le fond de nombreux talwegs est tapissé, en paysage vallonné ou faiblement vallonné, de sols hydromorphes. Il s'agit soit de sols hydromorphes du type précédent, soit, à l'amorce de certaines vallées étroites en pente forte, de sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley. Ceux-ci ne peuvent être cependant cartographiés en raison de leur faible extension.

Ces sols sont surtout occupés par une prairie hydrophile de bas fond. Des rizières ne couvrant que quelques ares ont été implantées.

TROISIEME PARTIE

APTITUDES CULTURALES
DES SOLS

1 - GENERALITES.

La majorité des sols tropicaux (ferrallitiques notamment) présentent un faible niveau de fertilité naturelle. Il en résulte des rendements généralement bas et une production agricole insuffisante. Cette dernière, se trouve accentuée par la généralisation d'un système de jachère à efficacité incertaine, la monoculture, l'absence de rotations, la nette séparation de l'élevage et de l'agriculture.... Ajoutons à cela une forte densité de population dans la région de BAMENDA (80 hab/km²), qui rendra/le problème de l'utilisation des terres à plus ou moins brève échéance.

Un programme régional de mise en valeur agricole visant à une meilleure utilisation des terres et à une élévation de leur potentiel de fertilité, doit commencer par un recensement et une identification des différents sols et de leurs caractéristiques - c'est le but de l'étude et de la cartographie pédologiques - et par une évaluation de leur niveau de fertilité relatif - c'est l'objet de cette 3ème partie et de la carte d'aptitudes culturales qui l'illustre. Une troisième carte, celle de l'utilisation actuelle des terres, localise les zones exploitées ou inexploitées et les différents modes d'utilisation. Elle doit guider l'agronome et le planificateur dans le choix de leurs interventions.

Mais si la cartographie pédologique utilise des normes consacrées par l'usage et pour la plupart mentionnées dans la classification des sols, l'établissement d'une carte et la définition des classes d'aptitudes culturales font intervenir un certain nombre de facteurs, souvent non exclusifs donc difficilement comparables. L'influence de ces derniers sur le développement des végétaux est souvent appréciée de façon relative. Le classement adopté prend comme base celui défini par G. AUBERT et F. FOURNIER (1954), mais nous y avons apporté un certain nombre de modifications en tenant compte des conditions locales particulières. Nous insistons sur la valeur locale de ce classement qui ne doit être interprété qu'en tant que résultat d'une appréciation synthétique et relative des aptitudes culturales des sols avec tout ce que cela comporte de subjectivité. Cette appréciation tient tout aussi bien

compte de la qualité intrinsèque des sols (évaluée) que des facteurs limitants de l'environnement du sol (pentes notamment). Pour ces derniers une carte précise des classes de pentes à 1/50.000ème a été établie et réduite à environ 1/200.000ème.

Rappelons que la qualité des sols ou leur fertilité est un de leurs caractères les plus complexes et qu'elle intègre un grand nombre de facteurs dont les effets ne s'ajoutent pas mais se combinent et s'interpénètrent (COLLOQUE sur la fertilité des sols tropicaux - 1967). On peut regrouper ces facteurs en deux catégories :

- Facteurs définissant le mode et l'intensité de l'évolution pédologique à partir d'un certain matériau originel.
- Caractéristiques morphologiques, physiques, physico-chimiques, hydro-dynamiques conditionnant l'alimentation et le développement de la plante.

La fertilité peut aussi se décomposer en fertilité actuelle et fertilité potentielle.

Certains facteurs de fertilité ne sont pas modifiables ou sont difficiles à modifier sans aménagements nécessitant des investissements importants : pluviométrie et pluviosité, pentes, profondeur du sol, texture.... D'autres au contraire peuvent être corrigés : richesse chimique, propriétés physiques notamment. Le pédologue précise ces données et indique leur répartition géographique, l'agronome veillera à une meilleure utilisation de chacune d'elles, à la préservation des facteurs non corrigibles (conservation du sol surtout) et à l'amélioration des facteurs facilement modifiables (fertilisation notamment).

Il faut donc concevoir les classes d'aptitudes culturales comme un ordre de priorité que nous accorderions à l'utilisation de certains sols et à l'intensification de quelques cultures sur les meilleurs d'entre eux. Ce peut être aussi un ordre de rentabilité décroissante et dans une certaine mesure d'attention croissante à apporter à la conservation des sols.

Mais, comme nous l'avions signalé dans l'introduction, ces choix ne préjugent pas d'autres facteurs tels que les facteurs agronomiques, physiques, économiques, humains ou autres impératifs de l'aménagement tel que la répartition des terres réservées à la culture et de celles destinées à l'élevage, qui obéit à des fins complexes.

2 - LES ELEMENTS D'APPRECIATION DE L'APTITUDE CULTURALE DES SOLS -

FACTEURS CONDITIONNANT LEUR UTILISATION

(La numérotation entre parenthèses est celle des sols cités dans la légende de la carte. Elle n'est pas exhaustive)

2.1 - LES FACTEURS DE LA FERTILITE DES SOLS.

Nous ne pouvons pas reprendre ici l'étude des caractéristiques de chaque sol. Nous envisagerons simplement l'influence de certains caractères pédologiques sur la fertilité des sols. Le lecteur trouvera dans chacune des descriptions précédentes les particularités de chaque sol analysées séparément.

21.1 - Caractères morphologiques.

211.1 - Profondeur.

Ce facteur joue un rôle primordial dans la région. Les sols ferrallitiques de cette zone montagneuse sont nettement moins profonds que ceux du Sud-Cameroun par exemple. Le solum de ces sols pouvant être considéré comme la partie du profil ayant acquis une organisation pédologique (horizons A1, B1, BC), a une épaisseur inférieure à 150cm dans plus de la moitié de la zone cartographiée (cf. planche 16).

- Rappelons qu'il n'existe pas de corrélation nette entre la classification des sols dits "rajeunis" et l'épaisseur du solum : Un sol rajeuni peut présenter un solum de 150cm d'épaisseur (25) et un sol faiblement rajeuni un solum de 100cm d'épaisseur (9). La présence d'éléments altérés isolés dans une gangue évoluée compte autant dans le diagnostic du rajeunissement.

- Certains sols ont un solum suffisamment épais (> 150 cm) pour que, quelles que soient les fluctuations de l'épaisseur, cette dernière ne soit en rien un facteur limitant pour l'implantation de diverses cultures (3 à 8, 15 à 17). D'autres ont un solum dont l'épaisseur, moyenne, de 80 à 150cm, fluctue peu (9, 11, 18 à 20, 22 - 23). D'autres enfin ont une épaisseur moyenne ou faible (< 150 cm) mais très variable d'un point à l'autre (10, 13 - 14, 24 à 26).

La faible profondeur des sols comme leur hétérogénéité à grande échelle comptent parmi les facteurs limitants les plus importants de la région.

- D'après quelques sondages, peu de sols auraient un solum de plus de 3m.

211.2 - Aspect du profil.

a/ La nature et le nombre d'horizons : la distinction d'horizons dans un profil repose essentiellement sur l'observation de variations d'ordre morphologique. Toute variation morphologique entraînant une modification même minime de la dynamique du sol, il va sans dire que plus les horizons d'un profil sont nombreux, plus le comportement du sol est complexe (comportement hydro-gazeux notamment), et plus il faut effectuer de mesures pour en saisir les paramètres. Ainsi si l'on ne distingue, sur une épaisseur de 150cm, que trois horizons dans les sols typiques sur granite (5), on en dénombre six dans certains sols peu évolués sur alluvions(3).

Alors que les horizons de certains profils sont très différenciés, d'autres ne diffèrent que par des détails. Ainsi la différenciation d'horizons dans les profils de sols peu évolués d'apport colluvial tels que BAD 5 (non cartographiés - cf.paragraphe C231) ne repose-t-elle essentiellement que sur des nuances de structure; alors que la distinction des horizons A₁, B₁, B_u, B₃C et C d'un profil de sol "humifère, remanié et rajeuni, à horizon grossier développé"(10) rend compte d'une différenciation morphologique très nette des horizons ayant presque tous leurs descripteurs différents.

Une bonne connaissance de variables essentielles, telles que la dynamique de l'eau, dans les sols homogènes et peu différenciés, devrait donc pouvoir être obtenue à partir de quelques mesures clés; celle des sols au profil très hétérogène et très différencié (10, 21, 26...) nécessiterait par contre une méthode d'étude plus élaborée. Il va sans dire que le comportement hydrique de ces 2 catégories de sols, et des divers horizons des sols de la deuxième catégorie, est très différent.

b/ Épaisseur des horizons : L'influence d'un horizon A1 de 5cm d'épaisseur (certains sols de 24 par exemple) sur la fertilité, sera évidemment moindre que celle d'un horizon A1 de 50cm d'épaisseur (certains sols de 8 sous forêts). Ainsi l'influence d'une différenciation marquée entre deux horizons successifs sur la fertilité globale d'un sol peut-elle être fortémat minimisée par la faible épaisseur relative de ces horizons; la différenciation morphologique entre 2 horizons B1 et B2, peut s'avérer plus importante si l'on envisage ses conséquences sur la dynamique de l'eau par exemple.

La seule notation d'un type d'horizon et de son épaisseur ne donne pas toutes les indications sur son importance relative. Il en est ainsi des horizons grossiers notés Bu : un horizon Bu peu épais mais à éléments grossiers très abondants a, sur la fertilité d'un sol, une influence bien supérieure à celle d'un horizon Bu épais contenant très peu d'éléments grossiers, bien que ces 2 horizons puissent être considérés comme identiques d'un point de vue purement pédogénétique.

c/ Position relative des horizons : un horizon grossier influe différemment sur la fertilité selon qu'il est superficiel (A1u de certains profils de 18), situé à une profondeur moyenne (B1u de nombreux sols de 10), ou profond (B2u de la plupart des sols de 15, 16, 17...) et ce pour des caractéristiques identiques.

Il en va de même pour la position d'autres horizons tels que les horizons d'altération ou d'hydromorphie.

d/ Transitions : La netteté des transitions est parfois un facteur d'hétérogénéité dans les sols. Elle intervient notamment sur la régularité de l'infiltration de l'eau ou de l'enracinement.

- surtout de limites d'origine pédologique : transition entre 2 horizons meubles du solum;
- parfois d'une discontinuité lithologique : transition nette entre un solum et des horizons d'altération issus de matériaux différents (colluvions sur roche en place), niveau ferruginisé dans le matériau d'altération (9), solum issu de plusieurs

matériaux superposés (coulées volcaniques dans 20, ou phases d'alluvionnement dans 3 ou 27), certains horizons grossiers qui sont des concentrations d'éléments résistants à l'altération...

Lorsque la ferrallitisation est très avancée, les limites entre les horizons du solum sont généralement diffuses. Mais :

- des transitions nettes de teinte sont souvent remarquées. Elles ne correspondent généralement à aucune discontinuité dans les autres propriétés des profils;

- certains phénomènes pédogénétiques secondaires associés ou non à certaines techniques culturales peuvent être à l'origine des discontinuités dans le solum et perturber considérablement la dynamique de l'eau des horizons : Il en est ainsi de certains horizons grossiers imputés au remaniement (10-18-20-22-25), de certains horizons A bouillants parce que trop travaillés....

Un autre facteur d'hétérogénéité est l'aspect ondulé ou irrégulier de nombreuses transitions (notamment limites des horizons grossiers et celles des horizons d'altération).

211.3 - Zone d'altération.

Nous avons déjà analysé dans le chapitre relatif aux facteurs du milieu l'action de la roche-mère sur la vitesse d'altération ou la nature des horizons d'altération, et notamment sur leur composition minéralogique, leurs caractères structuraux et la distribution générale de leurs couleurs.

Nous avons d'autre part signalé dans la deuxième partie que les horizons C participant à la dynamique des profils, pouvaient être dotés d'une porosité tubulaire et pénétrés dans leur masse par les racines. L'altération de ces sols est profonde et le matériau altéré friable. Si les racines exploitent préférentiellement les horizons A meubles, elles semblent tirer aussi parti des horizons C. Il n'est pas rare de trouver des racines à 2m dans des sols dont le solum n'a que 50cm d'épaisseur. Autour de ces racines se développe une gangue de terre fine évoluée.

Les sols peu épais, situés sur pentes fortes, dont le volume le plus exploité par les racines est aussi celui connaissant les variations saisonnières d'humidité les plus fortes, sont, en raison du ruissellement intense, menacés par un risque de sécheresse. Les racines observées dans les horizons C de ces sols, constituant une véritable réserve d'eau, y trouvent une humidité convenable.

Dans les horizons C les racines trouvent généralement des réserves chimiques globalement et théoriquement satisfaisantes. Cependant l'absence d'une structure pédologique, qui aurait pour effet de multiplier les surfaces de contact sol-plante, facilite peu le développement racinaire.

Les horizons C sont d'autre part souvent très hétérogènes : altération plus ou moins poussée de différentes phases, fissures Ces variables sont sources de discontinuités, hydriques notamment.

En résumé, si une unité pédologique groupant des sols peu épais (groupe rajeuni par exemple) peut être homogène du point de vue pédogénétique, elle peut être très hétérogène du point de vue de son comportement agronomique, les horizons C constituant plus de la moitié du sol, et présentant des faciès très variés à grande échelle. L'échelle de la carte et les conditions de terrain n'ont pas permis de rendre compte de ces nuances pédologiques qui n'interviennent qu'à un niveau taxonomique très bas.

Les différents modes de transitions entre les horizons d'altération et le solum ont été étudiés dans les paragraphes traitant des sols peu évolués d'érosion (2) ou "ferrallitiques humifères faiblement rajeunis sur trachyte" (9). Ils conditionnent la circulation des solutions entre ces deux parties du profil. Une nette discontinuité peut être à l'origine d'un phénomène d'hydromorphie temporaire à la base du solum.

211.4 - Texture.

a/ Texture de la terre fine :

Nous avons vu qu'une grande originalité de nombreux sols de la région était de comporter d'abondantes pseudo-particules, agglomérats

de particules argileuses (ou limons ?) cimentés par des oxydes de fer. Ces pseudo-particules sont considérées, ou comme des éléments texturaux, ou comme des éléments structuraux (microstructuration). D'un point de vue textural, il semble que la granulométrie apparente, appréciée sur le terrain rende compte davantage du comportement du sol vis à vis des cultures que la granulométrie réelle. Toutefois ces pseudo-particules participent à la dynamique de l'eau.

Après un traitement déferrifiant des sols sur roches volcaniques, on obtient couramment des taux d'argile supérieurs à 80 %.

Il est remarquable que de nombreux sols dont les taux réels d'éléments fins peuvent dépasser 80 % (4, 8, 11, 15, 16 notamment), ce qui en zone tempérée en ferait des "terres lourdes", soient aussi légers, friables, aient une porosité (50 - 60 %) et une perméabilité élevées, une bonne capacité de rétention pour l'eau, et s'humectent rapidement.

La variabilité, à l'analyse mécanique, des résultats obtenus pour une même analyse entre les différents échantillons d'un même profil ou entre les répétitions effectuées sur un même échantillon, variabilité liée aux conditions de traitement et à la plus ou moins grande dispersabilité des pseudo-particules, empêche toute interprétation correcte de ces résultats. L'observation à la loupe des fractions limon grossier et sable est un complément utile à toute interprétation.

Certains sols rajeunis cependant, contiennent peu de pseudo-particules (25, 26), et d'autres même semblent ne pas en contenir (13, 24). Elles paraissent d'autant plus nombreuses que l'évolution du sol est plus intense (4 à 7, 8 15 à 17 notamment). Certains sols renferment de nombreux pseudo-sables (4), dans d'autres les pseudo-limons dominant (14). Il semble exister une relation inverse entre l'accumulation organique et l'abondance des pseudo-sables (cf. planche 23).

Si les sols issus de roches volcaniques ne contiennent en moyenne que 5 % de sables quartzeux, les sols sur granite peuvent en comporter de 20 % environ (5-7) à plus de 50 % (25-26). Une partie des fractions fines de certains sols sur trachyte (9-13-24) est composée de très petits fragments de roche ferruginisée. Ces éléments quartzeux ou très ferruginisés sont inactifs.

Nous avons signalé à plusieurs reprises, lors de l'étude de certains sols (5-22-25-26), que les horizons superficiels, ou des horizons grossiers à éléments grossiers très abondants, pouvaient être affectés par un phénomène d'appauvrissement en argile, l'indice d'appauvrissement atteignant parfois $1/2$. Mais les changements progressifs enregistrés dans la granulométrie ne semblent modifier en rien la morphologie des sols et ne paraissent pas entraver la pénétration racinaire.

Rappelons quelques propriétés liées à la texture :

- la structuration et stabilité structurale seraient les meilleures pour des taux d'argile moyens de 15 à 60 %;
- la fraction argileuse confère au sol sa capacité pour l'eau, sa plasticité, sa cohésion (4,8...) alors qu'à mesure que le nombre et la taille des sables quartzeux augmentent, la perméabilité croît, la cohésion et la capacité pour l'eau diminuent (25-26);
- l'influence sur l'évaporation : schématiquement, plus la texture est fine plus l'évaporation est lente, mais plus elle affecte un volume important de sol. Les pseudo-sables en augmentant la porosité accroissent le risque de sécheresse par une évaporation intense;
- l'action sur le comportement mécanique du sol et l'intervention dans le choix des états favorables aux différents travaux.

La texture intervient donc essentiellement par le biais des propriétés physiques qu'elle détermine : le rôle joué par les pseudo-particules illustre bien ce fait.

Mais la notion de texture ne prend toute sa valeur que si l'on précise l'épaisseur des horizons qu'elle caractérise.

b/ Les éléments grossiers.

Ils interviennent de différentes manières sur la fertilité des sols et notamment sur la dynamique de l'eau.

- Par leur nature : un cailloux de granite, un fragment de trachyte ou de basalte altérés, ne réagissent pas de la même façon à une imbibition par l'eau, et ne renferment pas le même volume d'eau pour une même taille et un degré d'altération jugé équivalent. Leurs richesses en éléments chimiques, susceptibles d'être libérés dans le sol, est très variable (cf. facteurs du milieu)...

- Par leur degré d'altération et leur degré de ferruginisation : comme nous l'avons mentionné dans la deuxième partie les éléments grossiers des horizons B_u sont souvent peu altérés et ferruginisés (18, 20, 22, 23...). Non altérés ou très ferruginisés, ils se comportent comme des corps inertes vis à vis de l'eau. Leur degré d'altération intervient aussi dans leur faculté d'être pénétrés par les racines ou d'être dotés d'une porosité tubulaire. Enfin ils constituent une réserve potentielle plus ou moins importante de cations (cf. rajeunissement chimique et morphologique).

- Par leur taille : les éléments altérés participent d'autant mieux à la dynamique des profils qu'ils sont de petite taille. Ainsi les cailloux des horizons C sont-ils entièrement humectés en saison sèche alors que les blocs peuvent présenter un noyau sec. La présence de blocs, durs, non altérés, dans les profils (12, 21, 25, 26) accroît considérablement le trajet racinaire et constitue un obstacle majeur au travail du sol s'ils sont superficiels, voire même au parcours du bétail s'ils jonchent la surface du sol.

- Par leur nombre : ils modifient la composition volumique mais également, s'ils sont très abondants (18-20), les caractères morphologiques de la terre fine, notamment la structure ou la porosité (pores intersticiels). Ils sont fréquemment à l'origine de transitions assez brutales qui entravent la pénétration racinaire.

- Par leur position dans le profil : Un horizon grossier superficiel (18, 20) peut limiter l'évaporation du sol par un effet de mulch, atténuer les phénomènes d'érosion, mais aussi accroître l'usure des pièces travaillantes. Situé à moyenne profondeur, cet horizon agit surtout sur les propriétés du sol vis à vis de la plante et notamment sur son enracinement. Profond (> 150 cm) il n'exerce qu'une influence limitée sur la fertilité.

- Par l'épaisseur des horizons qu'ils affectent : un horizon grossier peu épais peut n'être, même s'il contient des éléments grossiers abondants, qu'un obstacle mineur au développement racinaire.

Rappelons enfin que ces éléments grossiers augmentent le trajet de l'eau non saturante, créent des discontinuités, contraignent les racines à suivre un cheminement sinueux et provoquent des déformations.

De très nombreux profils contenant des éléments grossiers, présentent des taux de refus supérieurs à 30 %, voire même 50 %. L'horizon grossier a souvent plus de 50cm d'épaisseur. Si l'on rappelle aussi que ces éléments grossiers sont surtout rencontrés dans les sols peu profonds (solum \ll 150cm), et que ces sols couvrent plus de la moitié de la zone, on comprendra l'importance qui leur est accordée. Ce caractère morphologique nous a paru suffisamment important pour justifier l'insertion d'une unité taxonomique supplémentaire (cf. paragraphe D 24).

211.5 - Structure - Porosité - Circulation des gaz et des solutions.

L'étude morphologique a mis en évidence différents types de structures, et dans certains sols des variations importantes de la structure en fonction de la profondeur.

La matière organique ainsi que les pseudo-particules considérées cette fois comme éléments structuraux (notamment les pseudo-particules $>$ 2mm) confèrent à la majorité des sols de la région une bonne structure d'ensemble : structure nette, généralement grumeleuse fine et très fine dans les horizons humifères, micro-structure dans les horizons B.

Du point de vue structural les sols typiques et humifères sur roches volcaniques se classent parmi les meilleurs. A la : microstructure se superpose la structure proprement dite, généralement polyédrique fine et très fine. Ces structures favorisent l'enracinement, les échanges gazeux, la capacité d'infiltration. Mais il existe un certain nombre de variantes dans les descripteurs de la structure. Rappelons par exemple :

- La sur-structure prismatique née d'un effet de talus, qui peut être pré-existante dans certains sols (4 - 6). Les racines semblent emprunter préférentiellement les fentes de retrait, il s'ensuit des discontinuités possibles dans l'enracinement.

- La structure légèrement plus grossière et tout au moins la taille inégale des agrégats dans certains sols rajeunis (13 - 24) qui défavorisent ces sols par rapport aux sols typiques.

- L'absence de micro-structure visible dans quelques sols (type 1 de 11, 14) compensée par la netteté d'une structure fine et très fine.

- La structure massive de certains sols sableux défavorable à l'aération mais compensée par une porosité intersticielle développée, ou celle de sols peu évolués d'apport corrigée par une forte porosité tubulaire.

- La structure massive asphyxiante des sols hydromorphes.

- La taille de certains éléments structuraux moyens à grossiers, mottes dures et compactes (notées peu ou non friables), difficilement colonisées par les racines, caractérisant certains sols rajeunis (type 1 de 23 : sols "pénévolués").

- Les changements de compacité notés dans les horizons B de certains profils (4) sous savanes, qui, peu accusés, ne constituent pas cependant un obstacle majeur à l'enracinement.

- La structure massive juxtaposée à une structure polyédrique dans les horizons B_3C .

- L'absence de structure visible de la terre fine ou la structure localisée dans certains horizons grossiers particulièrement caillouteux....

Nous venons de mentionner à plusieurs reprises une étroite dépendance et parfois un certain équilibre entre la structure et diverses formes de porosité :

- En raison de la finesse de la structure de la plupart des horizons A et B, le volume des vides entre les agrégats est important

bien que ces vides ne soient pas toujours visibles à l'oeil nu.

- A l'exception de quelques horizons B plus cohérents (4-type 1 de 23), de certains horizons humifères, ou grossiers très graveleux, bouillants, les horizons de ces sols sont généralement meubles.

- Les fentes de retrait observées dans certains sols (4 - 6) accentuent la macro-porosité.

- La porosité tubulaire fine et très fine est développée dans tous ces sols, excepté dans les zones d'hydromorphie, dans certains agrégats trop compacts (type 1 de 23) ou dans les noyaux argileux(4).

- Dans les horizons très sableux (sols peu évolués d'érosion sur granite), à fraction quartzeuse comprise entre 2 et 5mm abondante (25 - 26), ou à horizon grossier contenant des graviers et cailloux très abondants (10, 18, 20, 22, 23), une forte porosité intersticielle peut être notée.

Pour l'ensemble de ces sols deux dangers sont à craindre :

- Une porosité excessive, intersticielle ou liée à la structure nette et fine des horizons humifères épais, risquant d'entraîner une certaine sécheresse d'une partie du profil.

- Une rupture de capillarité au niveau du contact brutal entre un horizon meuble pourvu d'une porosité tubulaire et un horizon caillouteux caractérisé par une porosité intersticielle. Ce changement de porosité peut être bénéfique, si l'horizon caillouteux est superficiel (mulch), mais avoir des conséquences très défavorables s'il constitue une nette discontinuité entre 2 parties meubles.

Rappelons que des densités apparentes très faibles (≤ 1 sur 100cm dans certains sols humifères, $\leq 1,2 - 1,3$ dans la majorité des profils) sont l'indice d'une porosité très élevée. Celle-ci peut atteindre 50 - 60 %, dans les horizons B et 80 % dans les horizons humifères. Les porosités des sols sur basalte sont en outre plus élevées que celle des sols sur granite.

A propos de la consistance nous avons signalé la fermeté de certains agrégats des sols "pénévolués" (23). Ce cas mis à part, les agrégats sont généralement friables et souvent très friables.

211.6 - Examen du végétal.

a/ Les racines : Nous nous sommes limités à des observations qualitatives.

Nous avons signalé dans la majorité des profils de bonnes pénétrations et répartition du système racinaire. Les horizons humifères notamment sont exploités par un chevelu dense. Nous avons pu cependant observer certaines morphologies particulières au niveau des accidents du profil.

- . Les graviers, cailloux et blocs durs contenaient les racines à suivre un cheminement sinueux (cf. ci-dessus). Cet effet est notamment sensible sur les systèmes racinaires pivotants ou branchus. Les systèmes fasciculés s'accrochent plus facilement de ces obstacles mécaniques.

- . Nous avons signalé des transitions nettes de structure, cohésion, consistance entre 2 horizons A, l'un (A11) travaillé par l'homme, l'autre (A12) non perturbé et parfois même tassé. Il est possible d'observer alors un chevelu très dense dans l'horizon A11 alors que la densité des racines chute brutalement dans l'horizon A12, notamment quand celles-ci semblent s'être développées dans des horizons assez secs.

- . Nous avons mentionné que des mottes dures et compactes (type 1 de 23) semblaient contournées par un certain nombre de racines fines.

- . La présence d'une nappe à faible profondeur limite l'extension du système racinaire.

- . Nous avons constaté dans des horizons fortement graveleux un nombre plus important de racines mortes que dans les horizons meubles adjacents.

- . Rares sont les horizons d'altération stoppant purement et simplement le développement racinaire en profondeur. Nous avons vu que plusieurs phases d'altération étaient pénétrées par les racines. Dans les horizons C2, au niveau de la roche altérée, les racines croissent en profondeur à la faveur de fissures.

. Dans les sols à blocs de basalte, renfermant également de nombreux cailloux et graviers (12 - 21), la ramification extrême des racines semble s'expliquer par la multitude d'obstacles qui s'opposent à leur pénétration. Ces dernières explorant le moindre volume de terre fine (jusqu'à 3m-cf. BAM 4), s'insèrent même entre les croûtes ferruginisées disposées concentriquement autour des blocs de basalte superficiellement altérés.

. Dans certains sols riches en graviers de quartz (25 - 26) ces graviers anguleux confèrent une certaine rigidité aux horizons, qui pourrait expliquer les formes variées des racines et les changements dans leur section.

. Nous avons cité (4 - 6) le cas de développement de racines dans des fissures ou fentes de retrait. Les racines latérales ne se développent alors que dans un seul plan.

Aucune observation n'a été faite quant à l'état sanitaire des racines.

b/ Les parties aériennes.

La saison de prospection (fin de saison sèche) ne se prêtait guère à l'observation de l'état du système aérien des plantes annuelles (période du brûlis). Nous avons remarqué cependant :

. Une faible densité de végétation sur des sols au squelette abondant (25 - 26).

. Des irrégularités dans les plantations de caféiers établies sur sols rajeunis en pentes fortes.

. Que dans la région de BALI (18 - 20), le maïs semblait souffrir de la sécheresse dans certains sols à horizon grossier développé.

Des observations complémentaires en période de pleine croissance sont toutefois nécessaires.

211.7 - Les variations saisonnières.

Elles affectent essentiellement la structure et la porosité. Elles sont d'autant plus sensibles que le sol est couvert d'une végétation peu dense ou de cultures, la forêt atténuant les fluctuations pédo-climatiques responsables des variations morphologiques. Ces dernières étant d'autant plus accusées que le profil est argileux, sont d'autre part exacerbées par la présence d'argile 2/1 (cf. type 1 de 23). Ainsi les sols sableux ou sablo-argileux (25 - 26) ne présentent-ils aucune variation morphologique saisonnière apparente. Sous culture les sols typiques (4 à 7) révèlent quelques modifications sur les 50 premiers centimètres de leur profil : Structure à assemblage plus net, augmentation faible de la porosité inter-agrégats.... Les sols "pénévolués" cultivés (23) subissent, en s'asséchant, d'importantes modifications morphologiques : l'assemblage structural devient très net, une sur-structure apparaît, des fentes de retrait se développent, les agrégats friables deviennent non ou peu fragiles.... Toutes ces variations peuvent influencer notablement la dynamique des profils, notamment celles de l'eau et des racines.

21.2 - Caractères analytiques.

212.1 - Matière organique - Azote.

- Nous connaissons le rôle joué par la matière organique sur la fertilité du sol. Rappelons qu'elle intervient :

- en augmentant la perméabilité, la capacité pour l'eau et la porosité,
- en accroissant la netteté, la finesse et la stabilité de la structure,
- en diminuant la cohésion,
- en encourageant l'activité biologique du sol et en stimulant la croissance des racines,
- en apportant des éléments minéraux et en agissant sur le maintien d'un certain nombre d'entre eux ayant une tendance naturelle à être lixiviés,
- en régularisant la nutrition, azotée notamment.

Elle risque cependant de freiner la minéralisation de l'azote (C/N élevé).

- Nous avons interprété l'accumulation humifère comme un phénomène climacique mais nous avons signalé aussi qu'une mauvaise connaissance des conditions climatiques locales nous empêchait de déterminer une loi de répartition précise des sols humifères : il s'ensuit une séparation assez arbitraire en sols humifères et en sols non humifères, et une limite des zones d'extension de ces 2 catégories de sols approximativement établie vers 1500m, et ce, en continuité avec les cartes voisines. Nous avons d'autre part signalé que les teneurs en matière organique étaient susceptibles de variations locales importantes notamment dans les 50 premiers centimètres. Rappelons un certain nombre de données sur la fertilité différentielle des sols en relation avec l'accumulation humifère :

. Certains profils appartenant à des affleurements classés en sols typiques ou remaniés peuvent cependant être riches en matière organique, mais la grande variabilité des teneurs obtenues d'un point à l'autre, dans des conditions topographiques et de végétation semblables, ne permet pas d'attribuer avec certitude une origine climatique à cette accumulation.

. Il semblerait par contre exister une relation entre l'accumulation humifère et le type de roche-mère : la majorité des sols sur roches volcaniques situés entre 1200 et 1500m ont des teneurs en matière organique avoisinant ou dépassant 10 % en surface, alors que ces teneurs excèdent rarement 5 %, dans les horizons A des sols sur socle (cf. planche 24).

. La diminution des teneurs en matière organique, avec la profondeur, est assez rapide dans les sols typiques, plus progressive dans les sols humifères. Le rapport C/N décroît régulièrement.

. Si les variations des taux de matière organique peuvent être sensibles à l'altitude, celles du rapport C/N sont moins nettes.

. Dans les zones de forte altitude (2000m) on ne constate, après disparition de la forêt, aucune diminution sensible de stock de matière organique et d'azote. Par contre un défrichement

entraîne une chute perceptible de ce stock à plus faible altitude (1200m), le C/N ne subissant quant à lui aucune variation significative.

. Les teneurs en acides humiques (AH) décroissent rapidement avec la profondeur. Ces teneurs sont, à quelques nuances près, les plus élevées sous forêt, les plus faibles sous savanes : A faible altitude on constate de nettes différences entre les taux de AH sous forêt et savanes alors qu'en altitude les taux d'AH sous forêt et prairie sont peu distincts.

. La couleur des sols, et leur chroma notamment, ne semblent pas un moyen sûr permettant d'apprécier les teneurs en matière organique, le chroma ne variant pratiquement plus au-delà d'un certain taux de cette dernière (cf. tableau 4). Une relation pourrait exister par l'intermédiaire du rapport AH/AF (cf. tableau 5) entre la couleur et le type de végétation. Bien qu'une transition nette soit souvent constatée entre des horizons A sombres et des horizons B1 plus clairs, les teneurs en matière organique diminuent progressivement de la surface en profondeur.

. Le type de végétation intervient sur les teneurs en matière organique et leur répartition en fonction de la profondeur : La forêt maintient une forte accumulation organique de surface, la savane permet une certaine répartition "isohumique" de la matière organique; la mise en culture aboutit fréquemment, pour des raisons d'ailleurs très variées (minéralisation, érosion...), à une baisse du stock de matière organique.

. L'érosion et le colluvionnement modifiant les répartitions latérales de la matière organique, les sols rajeunis sur trachyte ou basalte sont, quelle que soit l'altitude moins riches en matière organique que les sols voisins et se situent, au-delà de 1500m, à la limite du groupe humifère. Les sols sur colluvions (souvent colluvions des horizons A appartenant aux sols humifères voisins localisés sur pentes fortes) sont, sur une grande épaisseur (cf. planche 36) riches en matière organique.

. La structuration nette et fine ou la texture grossière de certains sols favorisent une incorporation profonde de la matière organique. Celle-ci est associée aux faces des unités structurales des horizons B1 à structure large (type 7 de 23) ou

Tableau 4 Variations du chroma (en humide) et des taux de matière organique en fonction de la profondeur dans 2 profils*

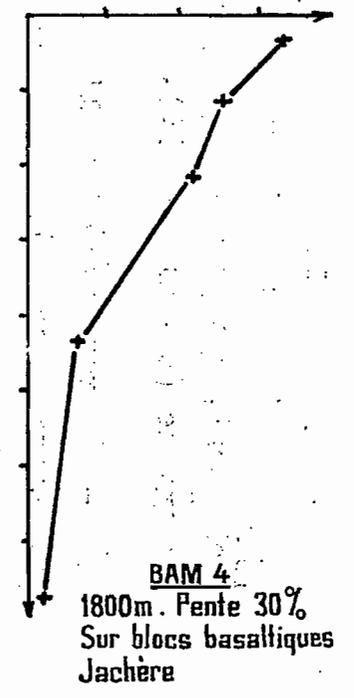
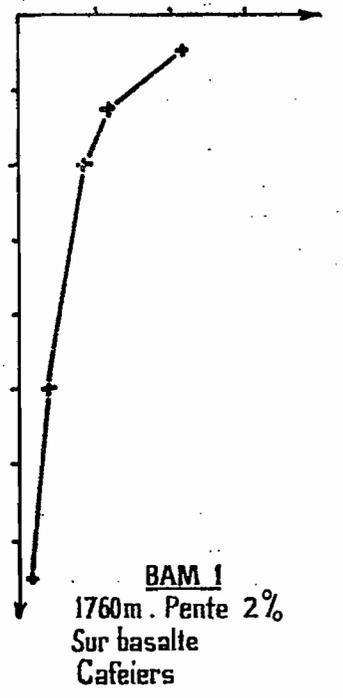
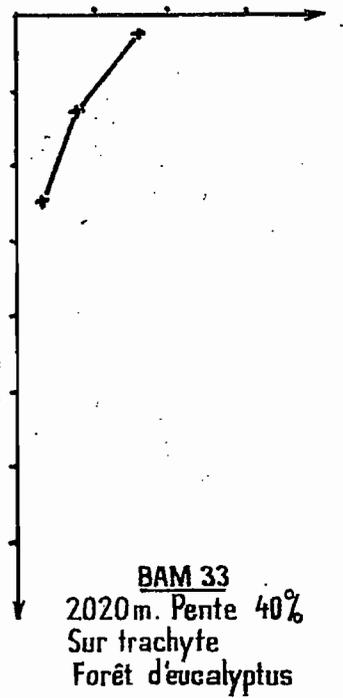
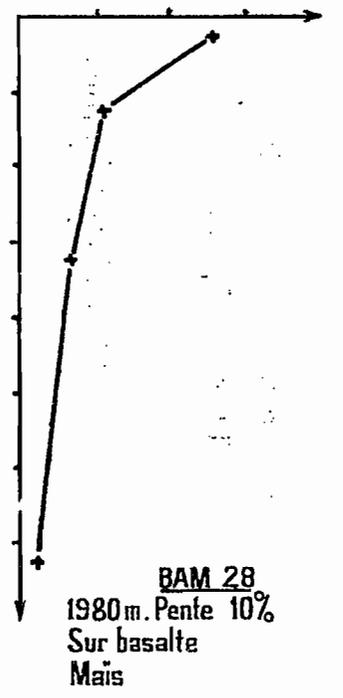
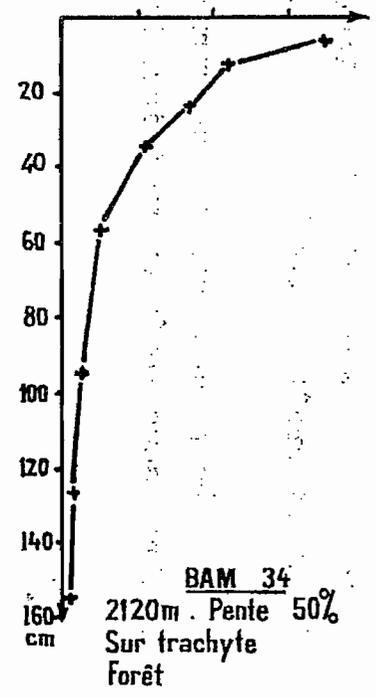
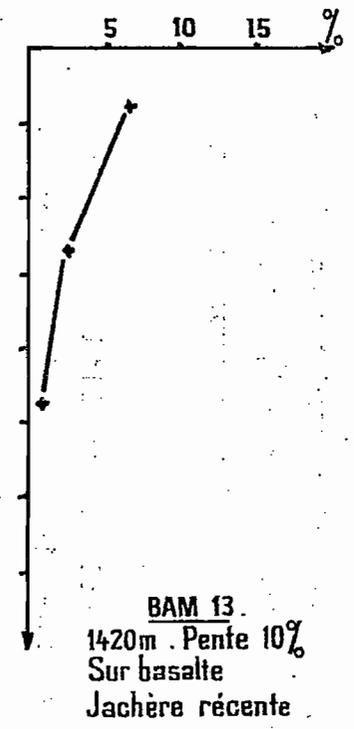
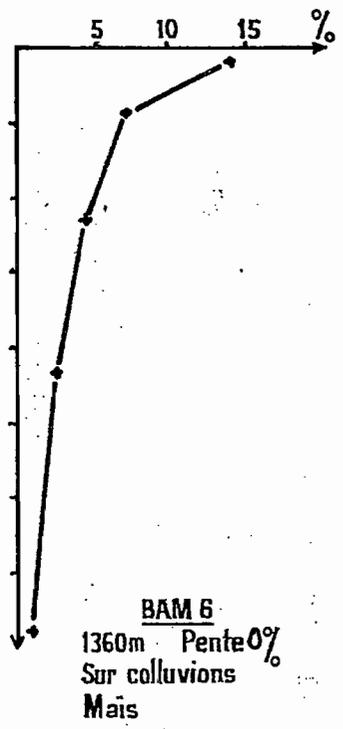
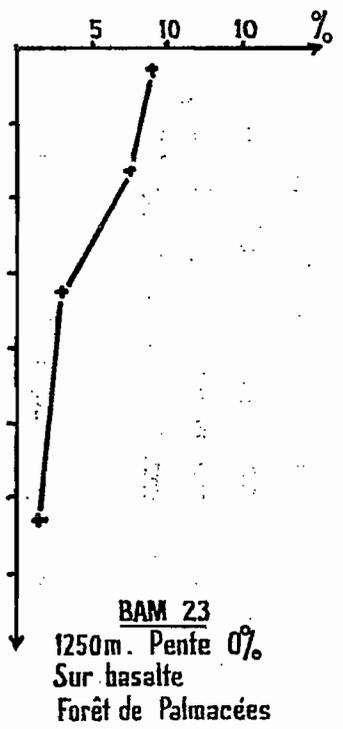
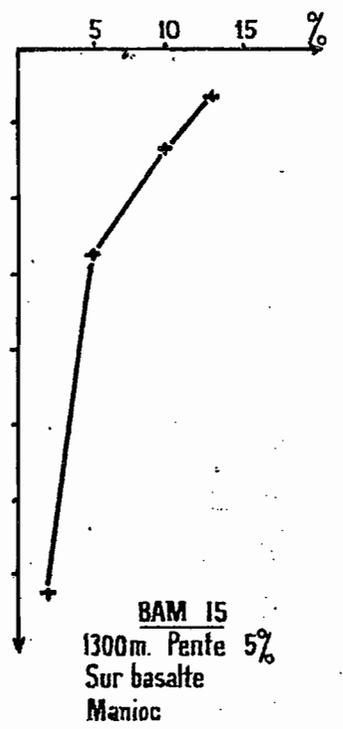
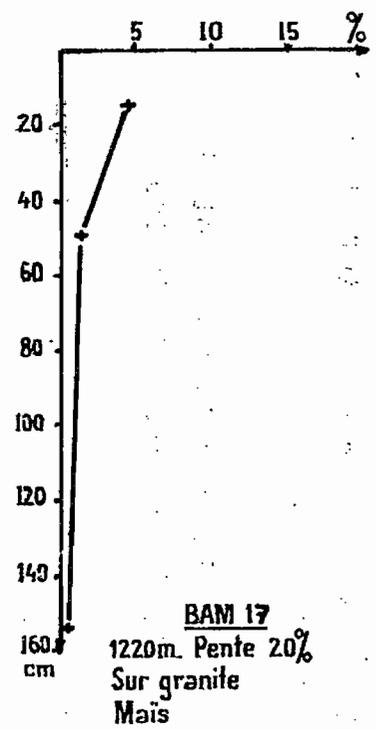
Profils	Profondeur (cm)	Chroma	Matière organique %
BAM 23	5 - 10	2	8,9
	30 - 35	2	7,4
	60 - 70	2	2,8
	120 - 130	4	1,4
BAM 4	5 - 10	2	16,7
	20 - 25	2	13,0
	40 - 45	2	11,0
	80 - 90	3	3,1
	160 - 175	4	0,7

Tableau 5 : Variations parallèles du chroma (en humide) et du rapport AF/AH dans 2 profils*

Profils	Profondeur (cm)	Chroma	AF/AH
BAM 34	0 - 10	2	0,8
	10 - 15	2	0,8
	20 - 25	2	1,1
	30 - 35	2	1,6
	50 - 60	4	2
	90 - 100	6	2
BAM 35	5 - 10	2	0,9
	15 - 20	2	0,9
	30 - 40	6	1,7
	90 - 100	6	1,7

* Descriptions et fiches analytiques en annexe.

LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS QUELQUES
PROFILS DE SOLS FERRALLITIQUES



pénètre la masse de l'horizon quand ce dernier, massif, est doté d'une forte porosité tubulaire et intersticielle.

- Bien que les teneurs en matière organique varient considérablement d'un sol à l'autre (5 à 20 % entre 0 et 20cm), tous ces sols sont, à quelques rares exceptions près, bien pourvus en matière organique (cf. planche 36).

- Le rapport C/N de l'ensemble des sols ferrallitiques reste cependant élevé : 15 à 25 entre 0 et 20cm, 10 à 20 à 1m de profondeur. Ce rapport traduit un ralentissement de la minéralisation comparativement à celle des sols ferrallitiques de basse altitude. Les valeurs les plus élevées sont relevées dans les sols peu évolués d'érosion humifères (C/N = 25), et les plus basses dans les sols hydromorphes (C/N \ll 15 à 20cm et \ll 10 à 1m).

- De fortes teneurs en matière organique compensent généralement ces rapports élevés du point de vue de la nutrition azotée des plantes.

. A 20cm on enregistre des moyennes de 3 à 8°/oo d'azote dans les sols ^{peu} évolués d'apport, de 2 à 4°/oo dans les sols humifères ou les sols typiques ou remaniés sur roches volcaniques, de 1 à 3°/oo dans les sols typiques ou remaniés sur socle, \ll 1°/oo dans les sols rajeunis sur socle.

. A 1m de profondeur les taux sont fréquemment compris entre 0,5 et 1°/oo.

Les cinquante premiers centimètres du solum de ces sols sont donc dans l'ensemble riches à très riches en azote.

212.2 - Réaction.

La réaction du sol est généralement acide : Le pH est dans de nombreux profils compris entre 5,0 et 5,5, il approche fréquemment 6,0 mais dépasse rarement cette valeur. Il est de même rarement inférieur à 5,0 et croît habituellement avec la profondeur.

Le pH des horizons de surface est le plus bas dans les sols humifères sous forêt ou prairies, le plus élevé dans les sols typiques

sur socle ou les sols sur colluvions, le plus variable dans les sols remaniés. Le pH des horizons de profondeur (1m) est le plus élevé dans les sols rajeunis (groupe), le plus faible dans les sols typiques. La mise en culture a pour effet fréquent un léger accroissement du pH en surface.

On pressent un rôle acidifiant de la matière organique mais on ne constate pas d'augmentation nette du pH au voisinage des horizons d'altération. Le pH semble croître au niveau de la zone de battement de nappe, aussi bien dans les sols de la classe hydromorphe (^{horizon} /A13) que plus en profondeur dans les sols ferrallitiques du sous-groupe hydromorphe. La valeur généralement élevée des pH (> 6) dans les sols à blocs de basalte (12 - 21) n'a pu être correctement expliquée. Les pH, plus forts, des sols développés sur colluvions couvrant des replats situés au pied de falaises, sont à rapprocher d'une plus forte saturation du complexe d'échange.

L'assimilabilité des éléments nutritifs n'est probablement pas perturbée par une acidité somme toute modérée. De même il ne faut caindre aucune toxicité due à l'aluminium ou au manganèse.

212.3 - Cations.

- La fraction argileuse et la matière organique sont responsables de la capacité d'échange des sols.

La fraction argileuse abondante dans la plupart de ces sols est à gibbsite dominante dans les sols ferrallitiques sur matériaux d'origine volcanique, et à kaolinite prépondérante sur les matériaux d'origine granitique. Or la gibbsite n'a pas de capacité d'échange, quant à celle de la kaolinite, elle n'est que de 8 - 10 mé/100g. La capacité d'échange de la matière organique qui, par contre, abonde particulièrement dans la plupart de ces sols (cf. ci-dessus), atteint des valeurs de l'ordre de 250 à 300 mé/100g. Ces quelques chiffres soulignent l'importance du stock de matière organique, dans la capacité d'échange des sols de la région.

On constate, du moins pour les sols non ou peu rajeunis, une corrélation assez nette entre la capacité d'échange et les taux de ma-

tière organique (cf. planche 37). Les teneurs moyennes enregistrées ont été consignées dans un tableau hors texte.

La relation (linéaire?) établie montre également que la capacité d'échange d'un sol virtuellement dépourvu de matière organique n'atteindrait que 36 mé/100g environ; elle soulignerait le rôle secondaire joué par la fraction argileuse qui, après déferrification, atteint pourtant 80 % dans certains profils.

- Ces sols, bien que dotés d'une capacité d'échange élevée, sont pour la plupart fortement désaturés. Il faut attribuer ce phénomène à l'intense lixiviation des éléments échangeables, consécutive à la forte pluviométrie. On peut alors craindre que le peu d'éléments fixés le soit énergiquement. Cette faible saturation est concrétisée par des teneurs en cations échangeables dépassant rarement 5 mé/100g dans les 20 premiers centimètres et 3 mé/100g au-delà d'1m.

- Il existe cependant des sols moyennement ou faiblement désaturés mais dont la plus forte saturation ne paraît pas devoir être attribuée à une zonalité climatique. Ce sont :

- Certains sols rajeunis sur colluvions de bas de pente (13), situés sur des replats ou des "glacis", au pied de certaines falaises du massif trachytique. Leur saturation est liée à leur position topographique.

- Les sols "pénévolués" (type 1 de 23).

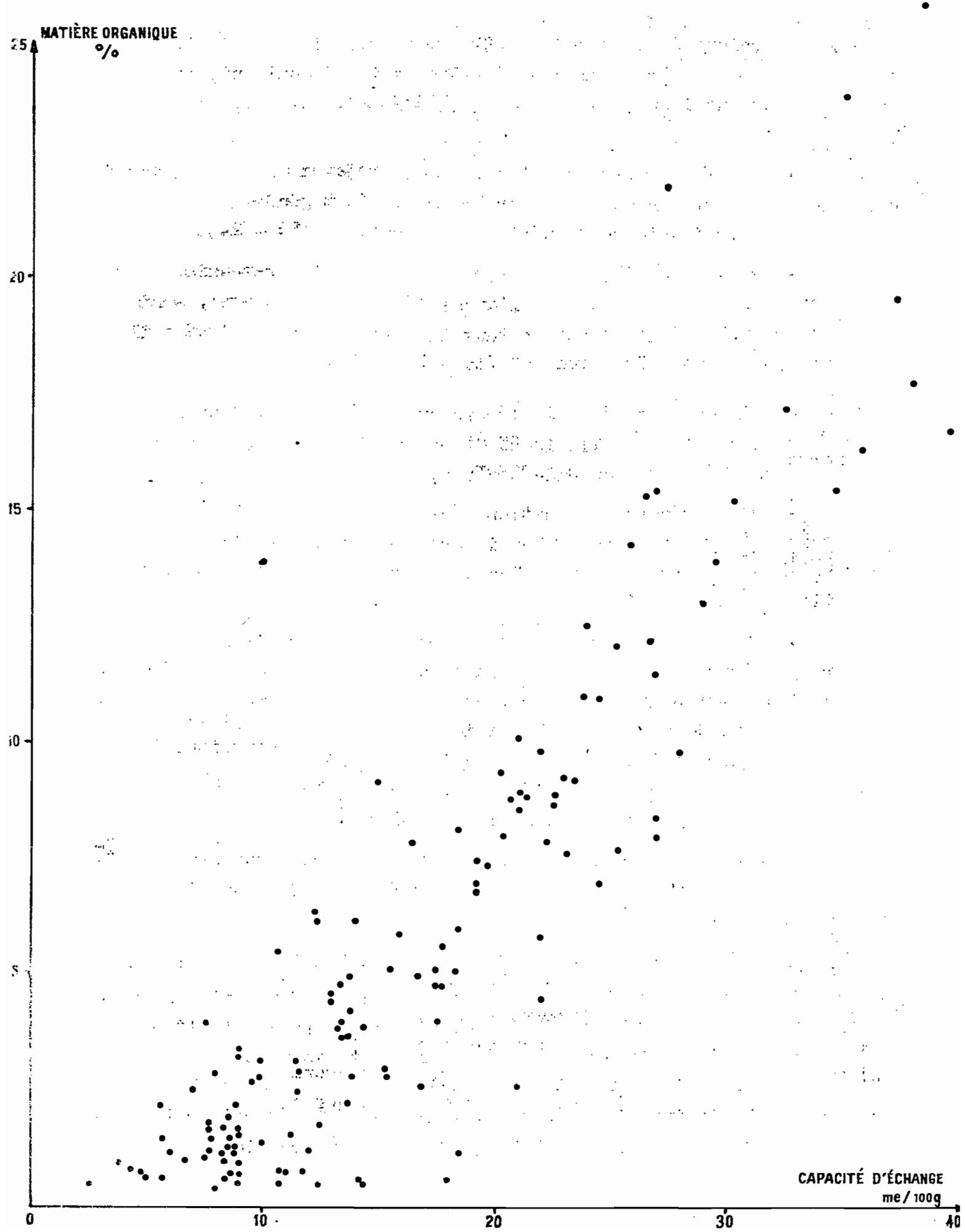
- Les sols à blocs de basalte (12 à 21) : la saturation du matériau fin ferrallitique semble liée à la proximité de blocs de basalte peu altérés.

Notons que le taux de saturation atteint quelquefois, dans certains horizons humifères, 10 à 20 % (il est inférieur à 10 % dans la majorité des sols) mais aucun indice morphologique n'est détecté. Enfin les taux de saturation varient souvent dans les sols peu évolués de 20 à 40 %.

- Les réserves minérales, théoriquement susceptibles de compenser les pertes par lixiviation des éléments échangeables, sont généralement faibles : 10 mé/100g dans les sols non rajeunis.

15 mé/100g dans les sols rajeunis.

CORRÉLATION ENTRE LES TENEURS EN MATIÈRE ORGANIQUE ET LA CAPACITÉ D'ÉCHANGE



Ces derniers sols présentent quelques exceptions : ainsi, si les sols affectés par un "rajeunissement morphologique" dominant, certains sols subissent aussi un "rajeunissement chimique". Nous rappelons plusieurs cas :

- Celui des sols pour lesquels ce "rajeunissement chimique" ne se traduit pas dans la morphologie. C'est généralement le cas des sols rajeunis sur matériaux trachytiques (13 - 24).

- Celui des sols qui, malgré l'absence d'un rajeunissement morphologique tel que nous l'avons défini précédemment, sont susceptibles de contenir un taux de cations totaux élevé : il s'agit des sols "pénévolués" (type 1 de 23).

- Soulignons cependant la légère supériorité dont jouissent à cet égard les sols ferrallitiques de cette région sur ceux profonds et fortement désaturés du Sud-Cameroun, par exemple :

- Leurs réserves en cations totaux bien que qualifiées de faibles, sont cependant plus importantes, et la proximité des horizons altérés doit théoriquement contribuer à la reconstitution des stocks d'éléments échangeables.

- Pour les raisons alléguées dans les généralités nous avons rangé l'ensemble de ces sols dans la sous-classe des sols fortement désaturés; il existe cependant des sols moyennement et même faiblement désaturés, donc chimiquement plus favorables.

- Leurs fortes teneurs en matière organique contribuent, par le biais de la capacité d'échange, à maintenir leur fertilité potentielle à un niveau relativement élevé.

- Leurs déficiences chimiques sont en partie supportées grâce à un apport en eau et en oxygène très satisfaisant dans les horizons B.

- Ces caractéristiques ont pour incidence pratique la difficulté à entretenir une fertilité actuelle voisine de la fertilité potentielle : les éléments fertilisants apportés au sol risquent d'être rapidement entraînés s'ils ne sont pas fortement adsorbés. Des essais s'avèrent nécessaires pour juger des rôles antagonistes de la fixation et de la lixiviation et, conséquemment, pour déterminer les meilleures modalités de la fertilisation et de son fractionnement.

- Il est difficile de définir l'équilibre existant entre les différents cations :

. En surface le calcium domine généralement sur les autres cations échangeables. Les teneurs en calcium et magnésium sont fréquemment voisines en profondeur. Les teneurs en potassium, généralement faibles, peuvent égaler celles en magnésium dans les horizons de surface. Les teneurs en sodium révélées par l'analyse sont insignifiantes.

Mais il peut arriver que l'équilibre des cations échangeables diffère de celui défini ci-dessus.

. Le magnésium prédomine largement sur les autres cations totaux; les taux de calcium et potassium, relativement plus faibles, variant considérablement d'un profil à l'autre.

212.4 - Le phosphore.

On constate qu'avec des teneurs en phosphore total souvent supérieures à 2‰, l'horizon humifère des sols sur matériaux d'origine volcanique est potentiellement riche en phosphore. Ces teneurs, bien que plus faibles, restent appréciables dans les sols issus du socle si on les compare à celles de sols du même type situés au Centre et au Sud-Cameroun.

212.5 - Assimilabilité et accessibilité des éléments - Toxicité - Carences induites.

- Une analyse détaillée effectuée dans le cadre de cette étude serait, pour diverses raisons, particulièrement délicate :

. Elle doit être autant le fait d'observations sur le comportement des plantes que d'analyses de laboratoire. Or nous avons déjà signalé que les conditions d'une prospection pédologique ne permettraient pas une étude prospective rationnelle. Elle suppose de nombreuses analyses que n'exige pas la cartographie à l'échelle demandée. Elle nécessite le dosage de tous les éléments. Or certains d'entre eux, dont les oligo-éléments, n'ont pas été dosés. Elle s'effectue souvent à l'aide de rapport de

concentrations. Or les quantités mesurées sont souvent de l'ordre de grandeur de l'erreur d'analyse et les quotients établis peuvent fluctuer assez largement pour des variations absolues faibles des quantités mesurées. Elle varie selon le type de culture envisagée et elle suppose donc des cas particuliers : ainsi note-t-on pour le caféier une déficience en Mg si $Mg/K < 2$, on constate d'autre part que le bananier est atteint de la Maladie du Bleu si $Mg/K < 3$ ou souffre d'une carence en potassium si $Mg/K > 20-25$. Si donc les valeurs relatives sont importantes, elles ont sur les cultures des effets différents.

- Nous nous limiterons donc à quelques généralités :

- Les éléments liés à la matière organique sont accessibles et assimilables si, en rapport avec une désaturation poussée, ils ne sont pas trop énergiquement fixés.

- Nous ne pouvons nous prononcer sur le rôle exact joué par la fraction argileuse agglomérée dans les pseudo-particules, aucune étude n'ayant été faite à ce sujet.

- La ferruginisation fréquente d'éléments de roches a par contre pour effet d'emprisonner des éléments minéraux rendus ainsi inaccessibles à la plante. Rappelons ce que nous avons déjà signalé à ce propos, à savoir le pourcentage élevé de fragments de roche ferruginisée contenus dans les fractions sable et limon de certains sols. Or les extractions et dosages ont été effectués sur la terre totale broyée. Quelle fraction des cations dosés est réellement assimilable ? Une réponse nécessiterait entre autre un dosage des éléments dans différentes fractions granulométriques. Or ce dosage n'a pas été effectué.

- Un rapport $C/N > 20$ est un peu trop élevé pour que la nutrition azotée soit ~~très~~ satisfaisante.

- Si les teneurs en phosphore total sont fortes nous ne pouvons émettre que des hypothèses quant aux formes de ce phosphore dont l'assimilabilité nous reste inconnue. Il est possible qu'en raison de ces taux élevés, peu de ces sols répondent aux engrais phosphatés.

- Le rapport $N^{\circ}/\text{oo}/P_2O_5^{\circ}/\text{oo}$, souvent supérieur ou égal à 2 entre 0 et 20cm, atteint 4 ou 5 dans certains sols humifères. Ces valeurs pourraient indiquer une assimilabilité somme toute assez

moyenne du phosphore en regard des réserves. Mais les erreurs dues au mode de prélèvement et aux techniques analytiques dépassent souvent les variations présentées par le sol.

. Bien qu'à une diminution du pH corresponde généralement une réduction de l'assimilabilité des éléments, le pH ne doit pas être, dans la plupart de ces sols, à l'origine de déficiences graves. De plus l'acidité de ces sols n'est pas suffisamment forte, excepté dans certains horizons humifères sous forêt, pour entraîner des risques de toxicité.

. Nous avons noté à plusieurs reprises que le rapport Mg/K généralement inférieur à 20 - 25 était parfois inférieur à 2 dans les cinquante premiers centimètres de certains sols humifères sous forêt. S'il ne semble pas y avoir de risques de carence induite en K, il pourrait par contre en exister en Mg, ce qui poserait des problèmes pour le caféier ou le bananier par exemple.

2.2 - QUALITE INTRINSEQUE DES SOLS - APPRECIATION SYNTHETIQUE ET RELATIVE.

22.1 - Impossibilité d'un diagnostic objectif.

Trop de facteurs non exclusifs, concomitants et non comparables entrent en jeu pour que l'on puisse affirmer objectivement que tel sol est de "bonne" ou de "mauvaise qualité". Un sol peut d'autre part être jugé de bonne qualité, pour un type déterminé de culture, et ne posséder que de médiocres propriétés pour un autre : nous n'envisagerions pas par exemple l'implantation de caféiers sur un sol hydromorphe favorable à la riziculture, ou la mise en place de rizières sur des sols ferrallitiques en pentes fortes du massif trachytique exploitables par le caféier. Il est enfin possible d'obtenir pour différentes plantes, grâce à des techniques appropriées et des rotations convenables, des rendements élevés sur des terres aux caractéristiques très variées.

Le cultivateur pratiquant une agriculture de subsistance sur de très petites surfaces ne se soucie guère des rendements et ne comptabilise pas le travail fourni en regard des résultats acquis. En raison

des fortes densités de population de la région, des faibles surfaces de terres encore inexploitées, du passage des exploitations de l'autarcie à l'économie d'échange.... l'agriculteur doit chercher à tirer le meilleur parti possible de son sol avec un minimum d'investissement financier ou humain. Dans cette perspective il existe des sols "meilleurs" et des sols "moins bons". Les meilleurs sols sont ceux qui, avec un minimum de risques, permettent d'envisager un maximum de cultures intensives. Les sols les moins bons offrent des possibilités d'utilisation restreintes et ne peuvent être soumis qu'à une culture extensive parce que présentant un certain nombre d'inconvénients majeurs. C'est dans cette optique que nous avons défini une échelle de la "qualité" des sols : les premiers sols sont qualifiés de sols de "bonne qualité", les seconds de sols de "mauvaise qualité"; entre ces 2 extrêmes toute une hiérarchie de sols intermédiaires a été établie.

22.2 - Hiérarchie des facteurs dans l'évaluation de la qualité.

Nous venons de définir les bases sur lesquelles nous avons établi une échelle locale de la "qualité des sols". Nous avons rappelé aussi que de nombreux facteurs intervenaient dans la définition de cette qualité. Les éléments les plus importants de l'évaluation de la fertilité ont été schématiquement regroupés dans un tableau hors texte. Après l'analyse pédologique précédente et l'examen de ce tableau résumé on constate :

- . Que les diverses unités de sols se différencient nettement par la morphologie et les propriétés physiques et mécaniques en résultant.
- . Que les caractéristiques chimiques de ces sols fluctuent peu, d'un type à l'autre, à quelques exceptions près, et qu'elles se situent pour l'ensemble de ces sols à un niveau relativement bas.
- . Que la matière organique est, parmi ces caractéristiques chimiques, un élément essentiel de la fertilité potentielle des sols.

En conséquence la morphologie, également à la base de la cartographie, est l'élément déterminant dans la définition de la qualité des sols à l'échelle des unités cartographiées. Les descripteurs les plus importants seraient alors :

- la profondeur,
- la texture et notamment la présence d'éléments grossiers abondants,
- le degré de variabilité des différents caractères morphologiques en fonction de la profondeur,
- l'homogénéité latérale des profils, constatée ou supposée, compte tenu de l'échelle de la carte,
- la matière organique.

O_r la morphologie et plusieurs des caractéristiques qui lui sont liées, sont des facteurs difficilement modifiables alors que les caractéristiques chimiques peuvent être, dans une assez large mesure, améliorées. Ce qui donne à l'échelle établie un certain caractère d'immuabilité.

Notons enfin que ces composantes constituent, dans leur expression la plus défavorable, des facteurs limitants pour toutes sortes de cultures, alors que le rôle des données analytiques varie assez fortement d'un type de culture à l'autre. Ce fait confère aussi un certain degré d'universalité à l'appréciation relative de la qualité des sols reproduite dans le tableau hors texte.

Il ne faut pas cependant perdre de vue les restrictions faites au cours de ce rapport, quant à la portée d'une telle appréciation.

2.3 - LES FACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT.

Si les facteurs envisagés ci-dessus permettent d'apprécier la fertilité ou la "qualité" d'un sol, ils ne peuvent à eux seuls déterminer une aptitude culturale des sols. Cette dernière dépend aussi étroitement de facteurs écologiques ou de facteurs d'environnement tels que le climat, le modelé, la roche-mère.... Parmi eux, certains sont des

facteurs de pédogénèse et ont été étudiés à ce titre dans la première partie (exemple : conditions climatiques "ferrallitisantes" et favorables à l'accumulation humifère). Leur influence sur l'aptitude culturale des sols d'effectue donc par le biais de la fertilité (cf. précédemment). Ils peuvent aussi exercer une influence directe sur le profil cultural (exemple : pluviosité responsable des variations du stock d'eau). Rappelons enfin qu'une troisième influence, directe sur la plante sort du cadre de cette étude : divers types de cultures pratiquées par exemple dans l'Ouest-Cameroun sont plus ou moins adaptées aux conditions climatiques locales (exemple : Thé en altitude - Caféier arabica au lieu de robusta).

Nous n'envisagerons donc dans ce paragraphe que le rôle direct des facteurs écologiques sur l'aptitude culturale des sols. Plus précisément nous analyserons les résultantes de plusieurs facteurs combinant souvent leurs effets.

23.1 - L'érosion.

Les précipitations atmosphériques et leur ruissellement sont à l'origine de cette érosion conditionnée par différents facteurs : la nature du sol, la pente, la végétation, l'homme. Cette érosion pluviale se traduit par plusieurs effets mécaniques ou chimiques. L'importance du phénomène dans la région mériterait un long développement débouchant inévitablement sur l'énoncé de principes de la conservation des sols, mais manquant de données pour argumenter cette analyse nous ne rapporterons que des faits d'ordre général.

231.1 - Les causes.

Les précipitations atmosphériques sont à l'origine de l'érosion du sol. L'étude de leur action implique l'étude de la relation entre hauteur, intensité, fréquence des pluies, ruissellement, et érosion.

Selon plusieurs expériences menées en zone tropicale il n'existerait pas de relation directe entre la hauteur des pluies et l'érosivité pluviale. Rappelons à ce sujet la forte variabilité des hauteurs

de pluies dans la région (2000mm à SANTA, 2600mm à BAMBENDA, probablement plus de 3000mm sur les pics).

C'est l'action battante des gouttes d'eau qui provoquant la désagrégation des agrégats superficiels, est la principale source d'éléments fins entraînés. Ceux-ci obstruent les pores de surface et accroissent donc la hauteur d'eau ruisselée.

L'énergie cinétique des gouttes d'eau joue un rôle primordial dans la détachabilité du sol. Or la taille et la vitesse de chute des gouttes, éléments dont dépend cette énergie cinétique, sont d'autant plus grandes que les pluies sont intenses. Des mesures effectuées par la section d'Hydrologie de l'ORSTOM dans la plaine de NDOP indiquent que les intensités les plus fortes sont surtout observées en début de saison des pluies c'est-à-dire à une période où les conditions de saturation du sol sont plutôt défavorables au ruissellement. On considère généralement que les pluies sont érosives lorsque l'intensité pluviale maximum instantanée dépasse 75 à 120mm/h. Or des pluies d'intensité comprises entre 150mm/h pendant 15' et 5mm/h pendant 1 h sont fréquentes.

231.2 - Les facteurs conditionnant l'érosion.

231.2.1 - La nature du sol.

- La texture assez sableuse en surface de certains sols sur granite (2, 23 à 25) les rend relativement sensibles à l'érosion : leur mise en culture est notamment responsable de leur grande instabilité structurale.
- La formation de pseudo-particules, résistantes à la dispersion effectuée lors de l'analyse granulométrique, est un élément favorable à la stabilité structurale de nombreux sols de la région, et notamment de ceux développés sur matériaux volcaniques basiques.
- Une diminution de perméabilité, conséquence directe de l'instabilité structurale, exacerbe l'érosivité des pluies.

- La matière organique est un facteur important de la structuration des horizons superficiels. En outre elle intervient en augmentant leur porosité, leur perméabilité et leur capacité de rétention pour l'eau. Mais nous avons signalé aussi à plusieurs reprises une perte de cohésion de nombre d'horizons humifères trop ou mal travaillés. Rappelons outre le rôle de la matière organique celui, plus limité ici, de la composition chimique (floculation par les bases).

2312.2 - La pente.

La pente conditionne largement l'érosion du sol. Or les pentes supérieures à 20 % dominent dans plus de la moitié de la zone (cf. planche 30). Mais précisons :

1° - qu'une érosion intense survient en toute inclinaison si le sol est mal protégé;

2° - que si la pente ne joue qu'un rôle réduit dans le déclenchement du phénomène d'érosion, en regard de celui joué par l'intensité des pluies, elle exerce par contre une influence très marquante sur le développement de l'érosion.

2312.3 - La végétation - L'homme.

Il est bien connu que la végétation a un rôle modérateur sur l'érosion. Ce dernier revêt 2 formes :

- Une forme directe :

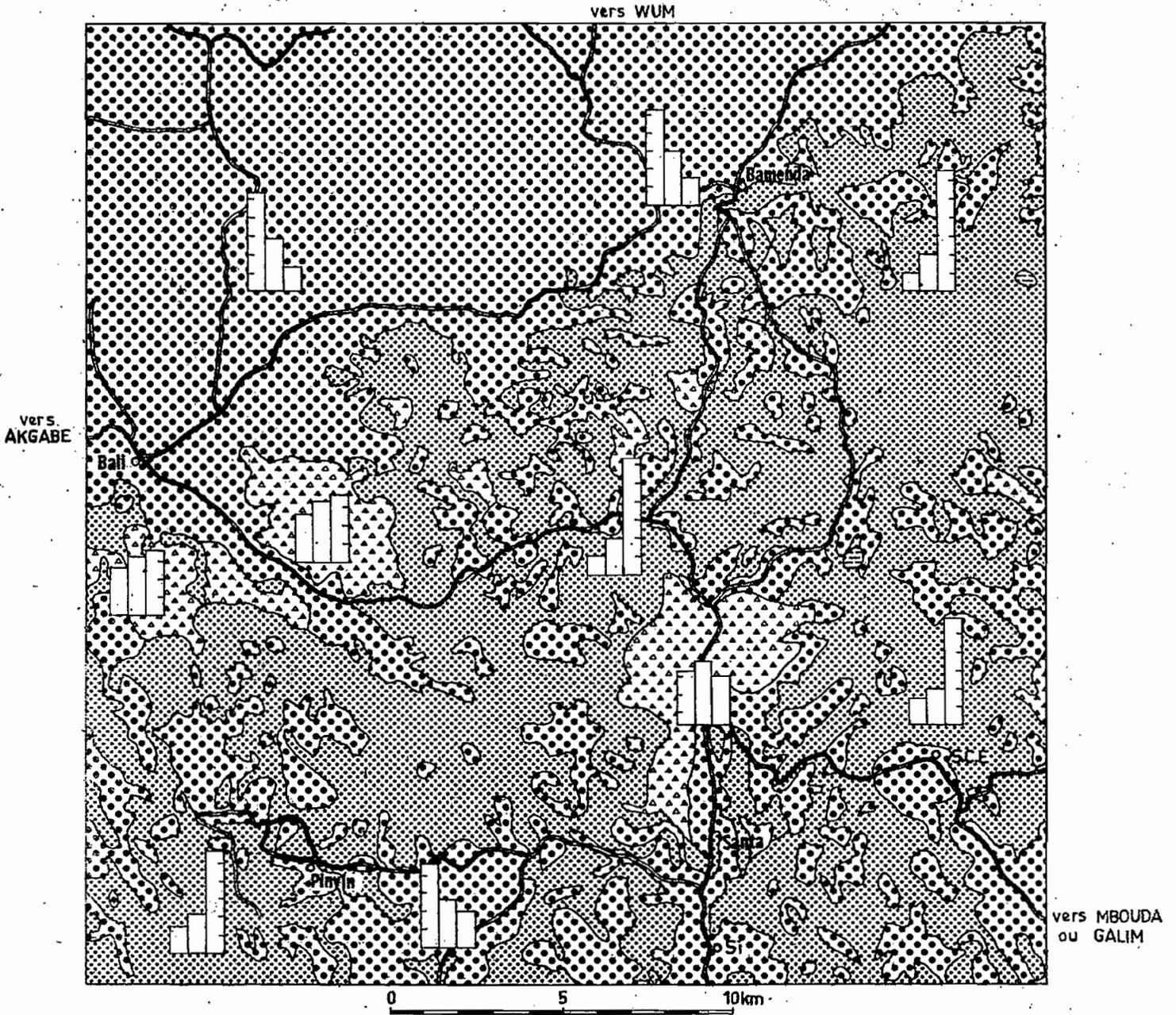
. en absorbant une partie de l'énergie cinétique des gouttes d'eau par l'intermédiaire des parties aériennes, la végétation réduit le battage du sol;

. en favorisant un écoulement préférentiel de l'eau le long de ses racines.

- Une forme indirecte :

. Par le biais de la matière organique apportée au sol (nous venons de rappeler le rôle important joué par la matière organique dans l'amélioration de la structure et des propriétés physiques qui lui sont liées). Or la majorité des sols de la région

CARTE DES PENTES



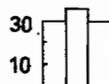
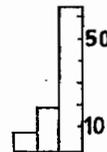
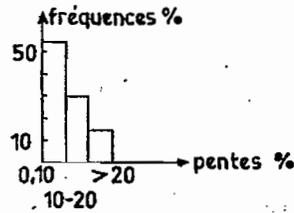
LÉGENDE

 Dominance des pentes < 10%

 Dominance des pentes > 20%

 Pos de pentes dominantes
P < 10% # P de 10 à 20%

TYPES DE FREQUENCES OBSERVEES



S C E = Santa Cortes Estufe

Si = Sincoa

== Routes

 Lacs

contiennent plus de 5 % de matière organique dans les 10 premiers centimètres de leur profil.

La forêt est la formation la plus conservatrice. Le rôle protecteur des savanes, des prairies ou des jachères est très variable suivant leur nature et la densité de couverture (cf. facteurs du milieu, paragraphe 46.1). La mise en culture est un important facteur d'érosion: mise à nu du sol pendant une partie de l'année, risque d'une faible densité de couverture du sol, souvent application de techniques culturales qui ne tiennent pas compte de la conservation du sol. Toute utilisation irrationnelle du sol aggrave l'érosion. Un travail intensif du sol favorise nettement plus l'érosion que l'application de techniques culturales remuant peu le sol.

231.3 - Les effets de l'érosion.

L'érosion, en s'accroissant, passe par plusieurs phases successives :

- Le "splash" : c'est le choc de la pluie sur le sol. Il constitue l'érosion élémentaire qui aboutit à la désagrégation des particules du sol.

- Le ruissellement diffus ou en nappe : il s'effectue par un réseau serré de filets anastomosés ou de fines rigoles de quelques centimètres de largeur qui peuvent entraîner des particules de 0 à 200 μ . Il provoque une érosion en feuillets.

- Le ruissellement en rigoles : ces rigoles généralement en forme de "V", ont des dimensions décimétriques. Ce ruissellement est à l'origine d'une érosion en griffes.

- Le ruissellement en ravines et torrents dont les dimensions vont de 50cm à plusieurs mètres.

Dans le tableau hors texte nous avons établi un inventaire très schématique des différentes formes d'érosion affectant les diverses unités cartographiques de sols.

Notons que si les effets mécaniques de l'érosion sont prépondérants les effets chimiques ne sont pas négligeables : l'érosion occasionne d'importantes pertes en éléments fertilisants.

23.2 - Le modelé.

S'il conditionne l'érosion par l'intermédiaire des pentes, il joue aussi un rôle notoire dans l'aptitude des terres à être cultivées, en intervenant sur :

- l'accessibilité des terrains,
- la forme et la taille des champs,
- les possibilités de mécanisation,
- la nature et l'importance des moyens de production à mettre en oeuvre.

Nous avons défini plusieurs unités de paysages dans le chapitre relatif aux facteurs du milieu. Une carte au 1/200.000ème les localise.

Une carte précise des pentes a été établie statistiquement à l'échelle 1/50.000ème. Une réduction à 1/200.000ème environ est incluse.

Le micro-relief (affleurements rocheux, cailloux libres, édifices biologiques, creux ou bourrelets ...) conditionne largement l'infiltration de l'eau pluviale.

23.3 - La végétation.

Elle intervient sur l'aptitude culturale des sols par le biais de la protection du sol contre l'érosion mais aussi :

- par l'ombrage qu'elle est susceptible de fournir aux cultures (caféiers notamment),
- par la protection directe des cultures contre les agents atmosphériques (brise-vents par exemple),

- par les travaux nécessaires à son élimination dans le cas d'un défrichement précédent une mise en culture.

23.4 - L'homme.

Parmi les facteurs écologiques agissant sur la fertilité des sols, le facteur humain est primordial. Dans une région à forte densité de population, comme la région de BAMENDA, l'emprise humaine peut modifier fondamentalement l'écologie d'un lieu : il en résulte une influence complexe de l'homme sur la fertilité des sols. On distingue différentes formes d'intervention dont les effets sont multiples. Rappelons les plus importants de la région.

234.1 - Le défrichement.

L'effet du défrichement sur le support pédologique s'exprime à 3 niveaux (ROOSE 1971) :

1^o - En détruisant et brûlant la végétation il réalise une minéralisation accélérée de la matière organique. La pratique du feu revêt plusieurs formes :

- . Brûlis à la surface du sol ou entre les billons de la culture précédente. Les cendres sont ensuite mélangées à la terre ou simplement recouvertes de terre.
- . Brûlis dans le sol : les herbes ou les résidus de culture préalablement enfouis dans des billons sont ensuite brûlés.

Cette pratique du feu, parfois vivement critiquée, fait l'objet de nombreuses controverses. Il semble en fait que ses effets néfastes dépendent plus de son usage abusif que du principe lui-même.

- Le feu :
- donne un "coup de fouet" à la fertilité du sol au moment des plantations,
 - est un moyen de lutte contre de nombreux ennemis des cultures,
 - est un procédé rapide et peu coûteux de défrichement,

Mais :

- il est souvent la cause d'un gaspillage d'éléments fertilisants minéraux ou organiques par érosion pluviale,

- lixiviation, ou entraînement par le vent,
- Il est un facteur d'aggravation de l'érosion car il parfait la dénudation du sol,
 - il détruit fréquemment, en se propageant, la couverture végétale de terres dites de protection c'est-à-dire de terres non destinées à la culture,
 - il transforme en brique un volume variable de terre, notamment lorsque le brûlis est effectué dans le sol...

Les incendies, en forêt humide, sans tapis graminéen et à sous-bois humide, sont pratiquement inexistantes. Par contre la pratique du feu pastoral et du brûlis avant culture est courante dans la région.

Les feux pastoraux sont plus ou moins dommageables suivant qu'ils sont pratiqués en début de saison sèche ou en début de saison des pluies et qu'ils sont sauvages ou contrôlés (cf. conservation des sols).

2° - Il perturbe considérablement l'organisation des horizons superficiels, modifie localement l'équilibre écologique et soustrait au sol une partie de son potentiel de fertilité.

3° - Il dénude le sol donc augmente l'emprise des agents climatiques dégradants :

- températures élevées et variations de température,
- évaporation,
- battage par les pluies,
- ruissellement.

ROOSE rappelle que les effets de ces interventions sont variées suivant :

- la technique de défrichement : le défrichement manuel effectué dans la région n'a pas les effets catastrophiques d'un défrichement mécanisé. En outre :

• il est pratiqué en saison sèche : l'agriculteur a théoriquement le temps d'appliquer des mesures conservatrices avant les premières averses;

- il laisse de nombreux débris à la surface du sol et la majeure partie des systèmes racinaires en place;

- il ne décape pas les horizons humifères, autrement dit il provoque des perturbations souvent corrigibles.

- Le mode d'utilisation qui suit ce défrichement : la réaction du sol au défrichement est différente selon que la culture est annuelle ou pérenne, traditionnelle ou mécanisée, et suivant les techniques culturales employées.

234.2 - Le surpâturage.

Nous avons souligné à plusieurs reprises les effets néfastes du **surpâturage**. Outre les modifications qu'il apporte aux caractéristiques phyto-sociologiques, et qui se répercutent sur le sol (protection moins efficace notamment), le **surpâturage** a des effets directs sur les caractéristiques des horizons superficiels. Nous rappellerons notamment :

- Le tassement et le développement d'une structure polyédrique ou d'une sur-structure lamellaire : lamelles dures, imperméables, non prospectées par les racines, ou agrégats polyédriques, de tailles variables et peu fragiles. Ces effets limitent l'infiltration et accroissent l'érosivité de l'eau pluviale.

- L'apparition de plages discontinues de sables ou pseudo-sables déliés.

- Le déchaussement des touffes d'herbes.

Mais : - Seul l'élevage bovin est pratiqué dans la région (à l'exception de quelques unités de caprins au voisinage des villages). Or cet élevage est le moins nocif pour la végétation.

- Les méfaits du sur-pâturage ne sont pas constatés partout. Ils sont critiques aux points de rassemblement du bétail.

- Pistes à bétail,

- Campements,

- Abords des points d'eau.

Lorsque les animaux sont maintenus en ces points névralgiques on constate non seulement les effets mentionnés ci-dessus mais aussi l'absence de semis naturel, le remplacement d'espèces couvrant bien le sol (*Hypparrhenia*) par des espèces assurant une faible protection (*Sporobolus*, *Panicum* puis plantes vivaces), la substitution de plantes non consommables aux plantes qui le sont.

Néanmoins, le surpâturage joue un rôle moindre dans l'érosion des sols de cette région que dans celle des sols de l'ADAMAOUA.

234.3 - Le travail du sol.

En zone tempérée, le travail du sol joue un rôle essentiel dans la conservation du profil cultural et parfois même dans sa création. Dans la région étudiée, comme dans toute la zone inter-tropicale, le travail du sol se résume souvent à quelques binages et billonnages. En raison de l'agressivité du climat notamment, des techniques défectueuses ou appliquées au mauvais moment, peuvent entraîner une importante dégradation du potentiel de fertilité des sols. Les effets sont multiples. Rappelons quelques-uns parmi les importants.

- Les effets physiques : A diverses reprises nous avons signalé des phénomènes de tassement, de dégradation de la structure de perte de cohésion des horizons travaillés, de discontinuités dans l'enracinement et l'humidité au niveau de la transition entre horizons travaillés et horizons non perturbés.... En outre la mise en culture semble favoriser l'entraînement des parties fines (appauvrissement). Nous rappellerons l'érosion provoquée ou accentuée par cette mise en culture.

Mais on ne constate pas, sauf exceptions (unités 25 - 26), de dégradation complète de la structure; il y a presque toujours assez de matière organique et les pseudo-particules sont généralement suffisantes pour assurer une structuration sinon très bonne (sols humifères sous forêt) du moins satisfaisante.

- Les effets hydriques : Les modifications précédentes se répercutent, directement, ou indirectement, par le biais des modifications apportées à la végétation (cf. facteurs du milieu paragraphe 46.2), sur l'infiltration et l'évaporation.

Rappelons à cet effet la sensibilité, à la dessiccation de saison sèche, des sols ferrallitiques de la région. Mais nous n'avons aucune donnée chiffrée concernant l'impact de la mise en culture sur le bilan hydrique.

- Les effets biologiques sont surtout liés aux modifications du couvert végétal. On observe moins d'édifices biologiques dans les secteurs travaillés par l'homme que dans les zones non perturbées. Mais ces effets sont peu connus.

- Les effets chimiques : nous avons constaté à moyenne altitude (< 1500m), une diminution du stock de matière organique, consécutive à la mise en culture. Celle-ci serait moins sensible à haute altitude. Par contre la forte désaturation n'est pas d'origine anthropique : les sols les plus désaturés sont généralement situés sous végétation naturelle alors que certains sols parmi les plus saturés sont localisés sous cultures.

234.4 - Les exportations.

Les cultures vivrières ou arbustives exportent une quantité variable d'éléments minéraux, donc, affaiblissent le potentiel chimique des sols.

2.4 - PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'UTILISATION DES SOLS ET CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE.

On ne peut établir une carte des aptitudes culturelles des différents types de sols recensés en ne tenant compte que de leurs potentialités respectives et des facteurs de l'environnement. Il ne faut pas perdre de vue certains grands principes de la conservation des sols et il faut se soucier du contexte socio-économique local.

1° - Nécessité de maintenir un certain équilibre biologique à l'échelle de la région par une utilisation rationnelle des terres : il s'agit d'un équilibre entre la répartition des terres destinées aux cultures (terres de production) et de celles devant rester sous végétation naturelle pérenne, conservatrice des sols, donc de l'équilibre biologique (terres de protection). Tout programme de développement devrait garantir un tel équilibre à l'échelle de la région.

On estime par exemple que la forêt et/ou la prairie devraient occuper environ 30 % des terres dans les régions propices à leur développement (notons qu'elles couvrent environ 40 % de la carte des aptitudes culturelles, ci-jointe). Il ne s'agit bien sûr que d'une valeur indicative qui dépend notamment de la position topographique de ces peuplements et de leur exploitation éventuelle (exploitation forestière, pâturage ...). La répartition des terres de production et de protection en fonction des pentes est dans l'ensemble satisfaisante ici. Mais les effets très néfastes de l'exploitation abusive des peuplements de protection (défrichement, sur-pâturage...) sont déjà sensibles dans de nombreux secteurs proches des zones de forte concentration humaine (PINYIN, SANTA notamment), ou des points de rassemblement du bétail (route de SANTA COFFEE en particulier).

2° - Nécessité d'apporter des correctifs tenant compte du contexte technique et socio-économique régional.

De nombreux changements affectant les facteurs de production peuvent compromettre l'équilibre précédent. Citons parmi les plus caractéristiques de la région :

- La pression démographique : nous rappelons à ce propos la moyenne de 80 hab/km² dans l'arrondissement de BAMENDA et de 158 hab/km² dans le district de BALI. Une conséquence directe est la nécessité de mettre en culture des terres qui, dans d'autres régions, seraient considérées comme terres de protection : On estime généralement que les terres ne peuvent être cultivées qu'au prix de lourds investissements sur des pentes supérieures à 12 %, et que ces terres constituent le domaine normal des pâturages et de la forêt lorsqu'elles sont situées sur des pentes supérieures à 20 %. Or plus des 2/3 de la région sont couverts de pentes supérieures à 12 %, et plus de la moitié de pentes supérieures à 20 %. La carte des aptitudes culturelles doit donc obligatoirement envisager dans cette région la culture manuelle de sols situés sur pentes supérieures à 20 % et insister en contre-partie sur la nécessité de prendre des mesures efficaces pour leur conservation.

- Les migrations locales de populations : nous avons brièvement abordé les problèmes de ces migrations, de la colonisation des terres inoccupées, de la concentration des populations autour de

certaines centres, et relevé quelques caractéristiques de l'habitat. Une étude socio-économique déterminerait avec précision les composantes de ces mouvements de population. Leur appréciation donne toute leur valeur, à l'évaluation de l'aptitude culturelle des terres encore inoccupées, et à l'énoncé de principes d'application des procédés de lutte contre l'érosion.

- Le niveau de développement : La population locale, essentiellement rurale, la démographie croissante et le besoin immédiat de nourriture, concourent à l'extension rapide des surfaces destinées aux cultures vivrières au détriment des jachères et des terres réservées à la protection, ou même à l'élevage (cf. facteurs du milieu). Une cause (et/ou une conséquence) indirecte est la stagnation des techniques et des rendements qui se traduit par la nécessité de défricher toujours plus de terres pour satisfaire les besoins. La carte des aptitudes culturelles doit localiser les terres susceptibles de supporter une culture intensive et de rentabiliser les techniques culturelles appropriées, donc permettre de ralentir et d'organiser l'extension anarchique des cultures.

- Le degré de perfectionnement des techniques : jusqu'alors l'agriculture était uniquement manuelle et s'accommodait de positions topographiques très variées. Une culture industrielle, moderne et mécanisée est, par contre, beaucoup plus exigeante sur la configuration des terrains. Il va sans dire que les perspectives offertes par la carte des aptitudes culturelles sont différentes selon le mode de culture envisagée.

- Séparation de la culture et de l'élevage : Ce facteur est essentiel dans la région. Le partage, qui obéit plus à des critères sociologiques qu'agronomiques, ne tient nullement compte de l'aptitude culturelle des sols. Ainsi certaines surfaces aptes à supporter une culture intensive sont-elles couvertes de pâturages alors que d'autres aires, actuellement cultivées, pourraient être réservées au pâturage moins exigeant. Notons cependant que dans cette région montagneuse on ne constate pas de trop grands écarts entre l'utilisation actuelle et celle proposée, car les prairies se développent en altitude, dans un paysage généralement accidenté, voire même fortement accidenté, dans lequel les sols, généralement rajeunis sur pentes fortes, sont par ailleurs peu aptes à la culture.

Mais si la carte des aptitudes culturelles peut intégrer d'une façon relativement rigoureuse les facteurs limitants liés aux sols ou à leur environnement elle peut plus difficilement tenir compte de données socio-économiques dont les effets ne sont qu'appréhendés. Ces données interviennent plus au niveau de l'utilisation de la carte des aptitudes culturelles que dans son établissement.

Le classement des terres est donc plus physique et statique, (c'est-à-dire fondé sur les caractéristiques du milieu) qu'économique et dynamique (c'est-à-dire fondé sur les résultats de l'utilisation du milieu et leur évolution). Ce classement a l'avantage d'être permenent.

3 - LES DIFFÉRENTES CLASSES D'APTITUDES CULTURALES.

Rappelons qu'il n'y a pas de vocation des sols au sens strict du terme. On ne peut que définir des aptitudes qui se mesurent au nombre d'obstacles à surmonter pour qu'un sol puisse porter "avec succès" un certain type de culture. La carte des aptitudes culturales constitue un cadre dans lequel viendront s'inscrire les observations des agronomes.

Nous poursuivons 2 buts principaux : l'utilisation agricole du sol et la lutte contre l'érosion. Nous avons essayé de choisir les critères les plus "permanents" afin de garantir une valeur à long terme de la carte des aptitudes culturales. La demande de l'utilisateur n'étant pas axée sur un mode d'utilisation déterminé, nous avons dû utiliser un système de classement caractérisant les terrains par des paramètres simples ayant une signification dans un grand nombre d'utilisations. Le classement adapté est de type ordonné c'est-à-dire qu'une hiérarchie a été établie entre les classes. La plupart des critères de classement sont des éléments descriptifs du milieu, certains sont mesurables (profondeur, teneur en matière organique....) d'autres sont ordonnables (intensité de l'hydromorphie, structure...). Le classement proposé n'est que l'expression d'un jugement intuitif global, non formulé, basé sur une évaluation du rôle de chacun des critères précédents.

Insistons enfin sur le fait que ce classement a pour but de guider l'utilisateur dans le choix de ses interventions et des moyens à mettre en oeuvre pour les réaliser, et non d'imposer un plan d'utilisation préconçu.

La classification G.AUBERT et F.FOURNIER (1955) a été adoptée. Elle propose 6 classes (I à VI) de sols pouvant porter des cultures. Les classes I et II ne figurent pas ici. Elles correspondraient, par exemple, aux meilleurs sols sur cendres volcaniques de la région de FOUMBOT. Les classes III à VI représentent 47970 ha sur les 76660 ha cartographiés, soit 62 % de cette superficie.

La classe VII n'est pas représentée.

La classe VIII couvre une importante superficie : 20850 ha soit 27 % du total. Elle rassemble les terres affectées à la pâture.

Les classes X et XI, terres à laisser sous forêt, à reboiser, ou à mettre en défens, occupent 7730 ha soit 11 % environ de la superficie totale.

Des subdivisions ont été établies dans la majorité des classes afin de "différencier les terres qui y sont groupées, suivant la nature et l'importance des travaux à accomplir pour une conservation ou une mise en valeur".

Estimant qu'une utilisation intensive de chacun des sols étudiés exigerait un apport au moins modéré d'engrais, nous n'avons pas usé des symboles "a" (doses d'entretien) ou "b" (fortes doses) signalant la nécessité d'une fertilisation.

Le symbole "c" indique qu'une conservation satisfaisante des terres cultivées peut être assurée par des façons culturales peu coûteuses du type bandes alternées ou ne nécessitant que des ouvrages simples.

Le symbole "f", traduisant l'existence d'une hydromorphie de profondeur, indique des possibilités d'irrigation ou signale l'éventualité d'avoir à assainir certaines terres.

Le symbole "h" traduit la présence de fortes pentes et donc souligne la nécessité d'effectuer des travaux de terrassement (type gradins) pour mettre en valeur des terres dont les qualités intrinsèques permettent par ailleurs d'envisager une culture intensive.

Le symbole "i" matérialise l'obligation d'envisager des travaux conjugués de drainage et d'assainissement.

Le symbole "j" signifie qu'en raison de l'érosion, de la dégradation des prairies... une réglementation stricte du pâturage devrait être observée.

Le tableau hors texte à double entrée expose les étapes franchies dans la détermination des différentes classes d'aptitudes culturales et la façon dont les différentes unités pédologiques ont été réparties dans ces classes. Nous nous contenterons de relever ici les points importants concernant chaque classe, l'étude pédologique proprement dite détaillant les incidences agronomiques des caractéristiques de chaque type de sol.

1 - Classe III : Terres de bonne qualité dont l'utilisation pour la culture impose quelques travaux de conservation.

IIIc Sols typiques ou humifères modaux dont la majorité sont développés sur roches basiques, et présentent notamment de bonnes propriétés physiques liées à la présence de pseudo-sables et à la matière organique. Ils sont profonds et situés sur pentes généralement inférieures à 10 %. Leur forte désaturation implique la nécessité d'apporter des engrais dont par ailleurs la rétention est favorisée par une capacité d'échange moyenne. Les pentes, faibles pour la région, n'obligent pas la mise en oeuvre de travaux importants de conservation : un système du type billons isohypses ou bandes alternées devrait suffire. Ces sols autorisent une culture intensive, mécanisée, moyennant un apport d'engrais à fortes doses. La longueur de certaines pentes oblige alors la mise en place de systèmes de diversion pour toute culture pratiquée sur de vastes surfaces. Une gamme très large de cultures peut être envisagée mais ces aires conviendraient particulièrement aux cultures de type industriel, telles que le caféier, le tabac et le théier, suivant l'altitude.

Les sols de cette classe couvrent 5580 ha (7,2 % du total).

2 - Classe IV : Terres de bonne à moyenne qualité dont l'utilisation pour la culture impose des travaux de conservation plus ou moins importants.

IVc Les exigences sont du même type que dans IIIc mais les travaux de conservation sont plus coûteux en raison des pentes plus accusées. Les sols, de moyenne à bonne qualité, sont dans l'ensemble un peu moins humifères et moins profonds. Certains d'entre eux ont un horizon grossier peu développé; le fait de les ranger en classe IV plutôt qu'en classe III souligne un risque d'hétérogénéité à grande échelle avec notamment l'apparition d'un horizon graveleux plus développé. Ont été aussi regroupées dans cette classe certaines juxtapositions dans lesquelles dominant des sols de la classe III.

Une utilisation intensive ne peut être envisagée sur toutes les surfaces. Bien que l'on ne puisse à priori suggérer ou conseiller un type déterminé d'utilisation, ces terres peuvent indifféremment porter des cultures vivrières ou arbustives.

Les sols de cette sous-classe occupent 13150 ha soit 17 % du total.

IVf Cette sous-classe rassemble des terres de bonne qualité du type III, mais dont l'hydromorphie temporaire de profondeur diminue la fertilité en restreignant l'éventail des utilisations possibles. L'irrégularité dans la profondeur d'apparition du phénomène d'hydromorphie rend nécessaire un contrôle de la nappe.

La qualité intrinsèque des sols, le faible pendage, la proximité de l'eau, permettent d'envisager le maraîchage, moyennant quelques travaux éventuels d'assainissement ou de drainage. Les surfaces sont suffisantes pour permettre l'installation d'exploitations mécanisées de type industriel, telles que celle de la

SINCOA au Sud de SANTA. La qualité des terres semble pouvoir rentabiliser un apport d'engrais à fortes doses, indispensable à l'obtention de hauts rendements.

Ces sols occupent 1220 ha soit 1,6 % du total.

IVh Les sols de cette sous-classe, de bonne qualité, appartiennent au massif trachytique. Il s'agit de sols humifères, dont les caractéristiques intrinsèques sont celles des sols type III, mais qui sont situés sur des pentes supérieures à 20 %. Ces sols, profonds, généralement riches en matière organique, à bonnes propriétés physiques... pourraient rentabiliser une extension des cultures arbustives à condition que des mesures importantes soient prises contre l'érosion, et pour réaliser une économie de l'eau satisfaisante. En raison des fortes pentes ces travaux de terrassement seraient assez coûteux : banquettes, gradins.... La mécanisation ne semble pas envisageable. Aucune solution peu coûteuse n'est considérée : toute solution intermédiaire entre l'utilisation actuelle, qui s'adapte tant bien que mal aux conditions topographiques assez sévères, et une utilisation avec aménagements importants, nous paraît inadéquate.

Ces sols couvrent 1020 ha soit 1,3 % du total.

3 - Classe V : Terres de bonne à médiocre qualité dont l'utilisation pour la culture impose des travaux de conservation plus ou moins importants.

Vc Cette unité regroupe les sols remaniés sur granite, de qualité moyenne ou médiocre, situés dans des zones où les pentes inférieures à 10 % dominant. Ces sols d'épaisseur moyenne, sont riches en éléments grossiers, mais ces derniers sont rarement rassemblés en un horizon à la fois épais, superficiel et à graviers et cailloux très abondants. Les teneurs en matière organique sont parmi les plus faibles de la région, mais les

réserves en cations totaux parmi les plus fortes. L'existence de nombreux types aux caractéristiques variées explique à la fois le large éventail des qualités et une aptitude culturale moyenne acceptable à l'échelle considérée. Une attention particulière doit être portée à la conservation de ces sols relativement sensibles à l'érosion. Pour l'ensemble de ces sols nous conseillerons des cultures vivrières, en raison notamment d'un volume de sol utilisable moyen, mais nous insistons sur le fait que des cultures arbustives et intensives peuvent être envisagées à la faveur d'une amélioration locale. Des techniques culturales de conservation telles que billons isohypses ou bandes alternées devraient suffire.

Ces terres couvrent 8220 ha soit 10,7 % du total.

Vf Comme les sols de la sous-classe IVf, ces sols de qualité moyenne sont marqués par une hydromorphie temporaire de profondeur. Mais en raison de la nature de leur matériau (sols peu évolués d'apport) ils sont désavantagés par une hétérogénéité latérale des profils et une assez forte variabilité de leurs caractères en fonction de la profondeur. Ces caractéristiques sont un obstacle majeur à une mise en valeur rationnelle de grandes surfaces. En conséquence nous envisagerions en priorité, compte tenu de l'état actuel de nos connaissances, une extension des cultures vivrières avec apport d'engrais. En second lieu nous proposerions un maraîchage avec aménagements importants (cf. IVf), après avoir reconnu des surfaces suffisantes de sols aux caractéristiques homogènes, à texture fine, et sans discontinuités, dans les 50 ou 80 premiers centimètres de leur profil.

Ces terres occupent 630 ha soit 0,8 % de la superficie totale.

Vh

Dans cette catégorie ont été rangés des sols de moyenne à bonne qualité du même type que ceux appartenant à la classe IVc, mais situés sur pentes supérieures à 20 %. Nous pensons à 2 modes d'utilisation : ou inclure ces terres dans une zone d'extension des prairies en réglementant le pâturage, ou, sur les pentes les plus faibles (20 à 30 %), développer la culture arbustive "fixante" en effectuant notamment d'importants aménagements anti-érosifs et en limitant l'intervention dégradante de l'homme.

Ces terres couvrent 7680 ha soit 10 % de la surface totale.

Vi

Les sols hydromorphes de cette sous-classe sont ~~à~~ marqués par une hydromorphie temporaire, à moins de 50cm de profondeur, la nappe phréatique apparaissant entre 1 et 2m. Toute exploitation intensive de ces sols devrait prévoir des travaux d'assainissement. Les cultures vivrières sont possibles dans les zones exondées. En raison des possibilités d'irrigation et des propriétés des horizons humifères, dont l'épaisseur atteint souvent 50cm, ces sols semblent susceptibles de porter avec succès des rizières. Cependant une hétérogénéité latérale et verticale est à craindre.

Ces terres couvrent 250 ha environ soit 0,3 % de la superficie totale.

4 - Classe VI :

Terres de qualité médiocre ou moyenne.

VIc

Cette sous-classe rassemble les sols remaniés à horizon grossier développé sur trachyte ou basalte. Non prévue dans la classification AUBERT - FOURNIER elle a été créée ici pour insister sur l'influence défavorable, d'un horizon grossier souvent à la fois épais, superficiel et à éléments grossiers abondants (voire très abondants), ainsi

que sur la variabilité des types morphologiques responsables des variations locales de la qualité de ces sols (moyenne à médiocre). La majorité de ces sols devrait être réservée aux cultures vivrières à enracinement peu profond. Des cultures arbustives ne paraissent pas pouvoir être envisagées sur de grandes surfaces. En raison des risques liés notamment à la présence du niveau grossier, ce dernier type de culture n'a pas été mentionné dans la légende de la carte. Les pentes étant faibles, de simples travaux de conservation, tels qu'un billonnage isohypse, devraient suffire.

Ces terres couvrent 5590 ha soit 7,2 % de la superficie totale.

VIh

Des juxtapositions de sols, où dominant des sols de moyenne qualité sur pentes supérieures à 20 % sont regroupées dans cette sous-classe. Les utilisations possibles et les mesures conservatoires à prendre sont du même type que celles définies à propos des sols de la sous-classe Vh, mais une préférence est accordée à ces derniers sols en raison notamment d'une plus grande homogénéité latérale de leurs profils.

Ces terres occupent 4600 ha soit 6 % de la superficie totale.

5 - Classe VIII : Terres d'assez bonne qualité pour le pâturage.

VIII : Cette sous-classe réunit des sols peu épais (rajeunis) ou de profondeur moyenne mais contenant des blocs ou présentant un horizon graveleux ou caillouteux épais, superficiel, et à éléments grossiers abondants, qui entrave toute utilisation agricole rationnelle. Le développement de la prairie est favorisée par la position topographique des sols (sols d'altitude) et les caractéristiques de leur terre fine (sols humifères). En outre la faible déclivité (dominance de pentes inférieures à 20 %) exige une réglementation du pâturage mais ne requiert pas de travaux particuliers.

Ces terres couvrent 2450 ha soit 3,2 % de la superficie totale.

VIIIj

Cette sous-classe regroupe des sols remaniés à horizon grossier développé, des sols présentant des blocs dans leur profil, des sols rajeunis juxtaposés à des sols minéraux bruts et peu évolués d'érosion. Tous les sols de cette sous-classe sont situés dans des zones où dominant les pentes supérieures à 20 %. En raison notamment de la déclivité, et de la sensibilité à l'érosion des horizons superficiels de nombre de ces sols, d'importantes mesures conservatoires doivent être prises. La première serait une réglementation stricte du pâturage. Notons que les méfaits de l'érosion ont surtout été observés dans ces zones. Dans certains secteurs où prédominent les pentes très fortes (> 40 %) et où les prairies sont associées à des galeries forestières, un reboisement pourrait être envisagé. Il va sans dire que certaines pentes très accusées portant de maigres prairies et/ou difficilement accessibles au bétail, devraient être mises en défens.

Les terres de cette sous-classe occupent 18390 ha soit 24 % de la superficie totale.

6 - Classe X : Terres actuellement sous végétation forestière (dense ou parsemée de prairies) ne permettant qu'une faible exploitation (bois de chauffage surtout), ou un pâturage limité.

Ces forêts couvrent généralement de fortes pentes. On observe par endroits un défrichement du sous-bois, risquant d'entraîner un recul des forêts devant les cultures, et de créer les conditions favorables à une érosion intense. Une réglementation stricte de l'exploitation forestière devrait être appliquée.

Ces terres couvrent 6530 ha soit 9 % de la superficie totale.

7 - Classe XI : Terres à laisser sous végétation naturelle sans exploitation.

Elles occupent des zones en pentes fortes où dominent les sols d'érosion, ou des surfaces trop isolées au milieu de vastes zones cultivées, pour qu'une exploitation en pâturage puisse être envisagée.

Leur superficie est de 1200 ha soit 1,6 % de la superficie totale.

Tableau : CLASSES D'APTITUDES CULTURALES

RECAPITULATION DES SUPERFICIES

	CLASSES	SUPERFICIES	
		Ha	%
TERRES DE PRODUCTION	IIIc	5580	7,2
	IV c	13153	17,0
	IV f	1224	1,6
	IV h	1024	1,3
	V c	8226	10,7
	V f	633	0,8
	V h	7679	10,0
	V i	256	0,3
	VIc	5588	7,2
	VIh	4605	6,0
	VIII	2456	3,2
TERRES DE PROTECTION	VIIIj	18394	24,0
	X	6530	9,0
	XI	1206	1,6
	Lacs	106	0,1
	TOTAL	76.660	100

TERRES CULTIVABLES (CLASSES III à VI) SOUS VÉGÉTATION NATURELLE



Echelle 1/50.000

CLASSES D'APTITUDE CULTURALE

-  III
-  IVc
-  IVh
-  IVf
-  Vc-VIc
-  Vh-VIh

4 - AMELIORATION ET CONSERVATION DES SOLS

Il ne s'agit pas pour nous de proposer des solutions techniques, inadaptées à l'échelle de la carte et pour lesquelles nous manquons d'éléments. A la lumière de nos observations, et en guise de conclusion sur le chapitre des aptitudes culturales, nous releverons plutôt quelques principes généraux de conservation des sols et définirons les grands types de travaux qu'il semble nécessaire d'entreprendre.

Nous avons vu que l'utilisation rationnelle des terres en fonction de leur aptitude conduisait à opposer les terres de production destinées aux cultures, aux terres de protection laissées sous végétation généralement naturelle. Les terres cultivables sont celles qui, situées sur des pentes généralement faibles, offrent une certaine résistance à l'érosion, ou peuvent tout au moins rentabiliser des mesures anti-érosives, et dont les qualités intrinsèques permettent de prévoir une exploitation "rentable". Les terres à laisser sous protection naturelle sont celles dont l'intérêt économique n'est pas évident, en raison de facteurs limitants liés aux caractéristiques intrinsèques des sols (épaisseur, éléments grossiers notamment), des fortes pentes, d'une intense érosion actuelle ou prévisible, que seuls des ouvrages coûteux et non rentables pourraient enrayer. Nous avons souligné que le contexte socio-économique local pouvait modifier quelque peu ce schéma.

4.1 - ROLE DE LA PENTE.

Comme nous avons pu le constater, la pente conditionne largement le classement et l'utilisation des terres. Pour situer le cadre dans lequel s'inscrivent les divers principes d'application des procédés de lutte contre l'érosion, rappelons les grandes catégories de pentes généralement distinguées (Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères 1969).

- "de 0 à 2 ou 3 % de pente : terres susceptibles d'être cultivées par toutes les méthodes. Les mesures culturales les plus soignées doivent normalement suffire pour les protéger de l'érosion...

- De 2 ou 3 % à 12 % de pente : terres se prêtant à une agriculture très développée et variée (culture mécanisée notamment), mais les mesures culturales ne suffisent généralement pas pour les protéger de l'érosion durant les périodes où elles peuvent se trouver totalement dénudées.... Il faut prévoir en plus un réseau anti-érosif d'infrastructure mécanique....

- De 12 % à 20 - 25 % de pente : terres pouvant être cultivées mais toujours au prix d'importants ouvrages anti-érosifs.... Si les conditions socio-économiques le permettent, ces terres conviennent mieux aux prairies ou éventuellement aux boisements lorsqu'elles sont particulièrement sensibles à l'érosion.... Seule la pression démographique impose la culture vivrière de telles terres....

- De 20 à 25 % de pente et au-dessus : terres constituant pour les sociétés évoluées le domaine normal des pâtures et des bois... en cas de forte pression démographique la culture manuelle peut y être envisagée".

4.2 - CONSERVATION DES TERRES DE PROTECTION.

Elle doit assurer la permanence de la couverture végétale en luttant contre les dégradations causées par l'homme.

42.1 - La forêt.

Il s'agit ici de forêt dense humide qui assure une couverture totale du sol pendant toute l'année. Elle occupe surtout les crêtes et la partie supérieure des bassins versants (forêts de BALI NGEMBA et BAFUT NGEMBA). Son rôle est donc primordial : elle facilite la lutte contre l'érosion aux échelons inférieurs du bassin versant.

Les risques d'incendie sont, dans ces forêts inexistantes. Par contre on assiste à un début de défrichement, notamment au Sud de la forêt de BALI NGEMBA, défrichement dont nous avons déjà examiné les effets néfastes. L'abattage du bois est aussi dommageable.

Il faut donc :

- combattre ces défrichements "afin de prévenir leur extension et leur répétition qui finiraient par compromettre la pérennité des peuplements";
- prévoir une réglementation stricte de l'exploitation forestière;
- assurer une reconstitution des forêts défrichées.

La forêt dense de BAFUT NGEMBA occupe le flanc Ouest du massif trachytique. Un reboisement du flanc Est, abrupt, pourrait être entrepris (voir classe VIIIj) avec des espèces peu exigeantes telles que l'Eucalyptus ou certains Conifères (déjà introduits).

Rappelons l'existence de haies entourant souvent les champs, disposées suivant les courbes de niveau en tant que moyen anti-érosif ou brise-vent pour certaines plantations.

42.2 - Savanes et prairies.

Nous avons noté que les feux et la pâturage étaient les deux principaux facteurs de dégradation des ces formations.

422.1 - Le feu pastoral.

Il a théoriquement pour but d'éliminer les grandes herbes sèches impropres à l'alimentation du bétail et de favoriser le développement de jeunes repousses à plus haute valeur nutritive.

Dans la région les feux sont surtout pratiqués en début de saison sèche et sont sauvages c'est-à-dire pratiqués sans contrôle, généralement à des fins pastorales.

Il serait illusoire d'interdire les feux, dont la pratique n'est pas réfutée par tous les spécialistes.

Il est cependant souhaitable de veiller :

- à leur contrôle et à la limitation de leur extension,
- à ce qu'ils ne soient pas trop tardifs afin de limiter les dégâts.

422.2 - Le pâturage.

Nous ne reviendrons pas sur les effets du sur-pâturage. De nombreuses mesures, auxquelles s'opposent des habitudes ancestrales, devraient être prises.

La prairie ne jouera entièrement son rôle de protection que lorsqu'un pâturage réglementé et un gardiennage des troupeaux seront imposés. Ces mesures constitueraient une première étape.

Il faudrait en particulier prévoir un aménagement des parcours en :

- Assurant une répartition homogène du bétail;
- Limitant la charge en bétail : charge moyenne annuelle et charge instantanée (troupeaux transhumants). Une expérimentation est nécessaire afin de trouver le meilleur équilibre sol-végétation-bétail en fonction de données telles que le climat, l'époque de pâture, les impératifs de la nutrition, les améliorations techniques possibles....
- Mettre en défens, pendant plusieurs années, certaines zones très dégradées. Cette méthode simple et peu coûteuse, est efficace sur de petites surfaces.

Dans une deuxième étape pourrait être envisagée une modification du mode d'exploitation : remplacement du système de pâturage ouvert avec parc de nuit, pratiqué dans la région, et qui constitue déjà un progrès par rapport au pâturage ouvert, par un système de ranching qui rationalise notamment l'utilisation du pâturage.

Dans une troisième étape, plus difficilement envisageable parce qu'impliquant des méthodes coûteuses, pourraient être entrepris une re-

constitution artificielle des pâturages, un travail du sol, une fumure, l'introduction de plantes fourragères. Cet ensemble de mesures devrait être assorti de précautions conservatoires très strictes.

42.3 - Aménagement des prairies.

L'importance de l'élevage sur le massif trachytique, les limites à son extension imposées par la concurrence des cultures, la surcharge de bétail qui en résulte, avec tous les risques d'érosion que cela comporte... devraient motiver un programme d'aménagement dont les objectifs principaux pourraient être :

- d'améliorer les prairies existantes en essayant si possible d'exploiter au maximum les potentialités des sols pour des espèces à haut rendement;

- de protéger le sol contre l'érosion en multipliant les espèces qui assurent une bonne couverture du sol par leurs feuilles, et limitent le "creep" grâce à un système racinaire dense et profond;

- d'introduire ou de faire proliférer des plantes de jachères qui reconstitueraient rapidement le potentiel organique, support essentiel de la fertilité de ces sols.

Ce sont autant d'objectifs qui visent tous à restaurer le sol et à en assurer une meilleure utilisation en évitant les effets fâcheux déjà observés, dus à une exploitation irrationnelle et immodérée.

Quelques données écologiques.

- Le genre *Hyparrhenia* domine quelle que soit l'altitude;

- Le sur-pâturage et une surcharge de bétail à une altitude supérieure à 1700m favorise le développement du genre *Sporobolus*. A plus basse altitude un amincissement de la couverture herbeuse des sols accroît considérablement les dangers d'érosion;

- Au-dessus de 1700m on a rencontré plusieurs variétés locales de trèfles, dont la prolifération ne semble exiger qu'une lumière

suffisante. Ces prairies sont également occupées par de nombreuses légumineuses dont la multiplication pourrait être intéressante. A cette altitude on observe un ralentissement de croissance et un plus faible développement des parties aériennes : la température plus basse réduit l'activité biologique du sol d'où un amoindrissement du stock d'azote utilisable (C/N élevé).

- La saison humide relativement longue n'est pas un obstacle au bon développement de toutes les espèces.

- Parmi les pâturages africains, les prairies d'altitude de l'Ouest-Cameroun ayant un haut rendement en fourrage devraient théoriquement pouvoir supporter 0,4 à 0,8 UGB/Ha (BRUNT & HAWKINS 1965).

L'érosion.

L'intensité de l'érosion, étroitement liée à la structure des prairies se manifeste notamment sur les sols développés sur socle, plus sensibles à une dégradation de la couverture herbacée que les sols humifères d'altitude, très poreux et bien structurés en surface.

Alors qu'*Hyparrhenia* se présente en touffes pouvant atteindre 2m de haut et que ses feuilles couvrent presque complètement le sol entre les pieds, limitant ainsi l'effet défavorable de l'impact des gouttes d'eau sur le sol, *Sporobolus*, au port plus vertical et de hauteur plus réduite (30cm) laisse un sol quasi dénudé entre les touffes. Sous les touffes d'*Hyparrhenia* il est possible d'observer une couverture formée des débris de feuilles, et entretenue par une certaine abondance des parties aériennes, alors que *Sporobolus* ne produit que très peu de débris déposés à la surface du sol. Il faut cependant noter en saison humide, l'apparition d'une végétation rampante entre les pieds de *Sporobolus*, mais cette dernière est si sensible au piétinement qu'elle disparaît dès le début de la saison sèche.

D'autre part une prairie à *Hyparrhenia* a une densité de végétation supérieure à celle d'une prairie à *Sporobolus*.

Rappelons enfin qu'à moyenne altitude, la disparition d'*Hyparrhenia* n'est pas obligatoirement suivie de l'apparition de *Sporobolus*.

Une exploitation excessive des prairies entraîne une diminution très sensible du taux de couverture du sol et accroît considérablement les risques d'érosion.

Suggestions.

BRUNT & HAWKINS font plusieurs suggestions sur les espèces à introduire et proposent un programme d'amélioration pastorale. Nous nous contenterons de rappeler certaines de leurs conclusions concernant les "Hauts Plateaux" (High Lava Plateau de 1700 à 2300m) : Ces auteurs suggèrent notamment quatre projets fondés sur quatre faits d'observation :

- les rendements prometteurs de "l'herbe de Kikuyu",
- l'utilisation de cette herbe pour le bétail, prolongée en saison sèche,
- les performances de 4 trèfles locaux,
- la sélection d'une herbe à forte capacité de régénération du stock de matière organique après culture : *Seteria anceps* est proposée à cet effet.

Ils ne recommandent cependant pas "l'herbe de Kikuyu" en tant que régénérateur des terres cultivées en raison des difficultés d'arrachage si une remise en culture est envisagée et rappellent à ce propos des difficultés rencontrées à la SINCOA et à SANTA COFFEE ESTATE pour éliminer cette herbe.

Ils préconisent la propagation de "l'herbe de Kikuyu" dans les sites suivants :

- Sites où l'érosion en nappe est active,
- Aires de forte concentration en bétail et lieux de passage des troupeaux transhumants,
- Zones où les fougères dominent,
- Prairies où prédomine *Sporobolus* (dont seules les jeunes pousses sont appréciées du bétail, alors que "l'herbe de Kikuyu" présente de multiples qualités pour l'alimentation du bétail).

4.3 - CONSERVATION DES TERRES CULTIVEES.

Les procédés de conservation peuvent se classer en :

- procédés biologiques,
- procédés mécaniques,
 - façons culturales,
 - travaux de terrassement.

43.1 - Procédés biologiques.

Si les procédés mécaniques ont un résultat plus spectaculaire que les procédés biologiques, le rôle de ces derniers n'est pas négligeable dans la lutte contre le ruissellement. Ces procédés ont surtout pour but de diminuer la susceptibilité des sols à l'érosivité pluviale.

Ils visent à :

- une occupation maximum du sol, dans le temps et dans l'espace, qui fait obstacle à l'impact des gouttes d'eau et au ruissellement,
- un maintien, un accroissement ou une reconstitution du stock de matière organique, support essentiel de la fertilité des sols de la région, et facteur important de leur perméabilité et de leur résistance à l'érosion.

Ces procédés biologiques, assortis de quelques façons culturales, peuvent assurer une bonne protection des sols sur pentes raibles.

431.1 - Cas des cultures annuelles.

Il s'agit de méthodes classiques :

1° - Occupation maximum du sol.

- Si la rotation culturale est souhaitable du point de vue du maintien ou de l'amélioration de la fertilité, elle favorise aussi la conservation des sols en entretenant la stabilité structurale et

en permettant une régénération des stocks d'humus (jachères).

- Les cultures protègent plus ou moins le sol : cette protection est fonction de la vitesse de croissance des plantes, du développement de leur système racinaire, de la densité des parties aériennes, des façons culturales, de l'état de la couverture du sol au moment des pluies les plus intenses (début de saison des pluies) Les plantes sarclées notamment (maïs, manioc, pomme de terre...), assurent une mauvaise protection du sol.

Plusieurs solutions peuvent être proposées :

- . Inclure une jachère régénératrice dans la rotation. Or, dans la région, les jachères sont de courte durée (généralement moins de 3 ans), en raison de la pression démographique. Une amélioration de la qualité de ces jachères doit être recherchée (voir plus loin).

- . Prévoir un engrais vert, mais cette pratique coûteuse n'a pas cours dans la région.

- . Insérer dans la rotation des associations à base de légumineuses, régénératrices du stock de matière organique et amélioratrices de la stabilité de structure. L'extension des cultures des haricots est encourageante à ce sujet.

- . Associer aux plantes sarclées d'autres cultures productrices ou des plantes de couverture à cycles décalés, afin de réduire les sarclages et d'assurer une couverture maximum du sol. Mais on observe encore de nombreuses plantations où deux plantes sarclées (généralement maïs + manioc) sont associées.

Remarque : à ce propos il faut distinguer deux grandes zones : la région de SANTA - PINYIN, où des cultures mixtes de plantes sarclées et divers légumes sont courantes, et celle de BALI - BAMBENDA où les associations maïs-manioc dominent.

- . Associer l'élevage à la culture, solution qui permettrait de pallier la réduction des jachères par un apport de fumier. Mais cet idéal, qui suppose une révolution des mentalités, est actuellement difficilement envisageable.

En résumé 2 techniques bioculturelles devraient être d'application facile dans la région :

- association de plantes sarclées et des légumineuses,
- amélioration de la qualité des jachères (voir plus loin).

- Cultures en bandes alternées : Le procédé des bandes permanentes d'absorption se solderait dans la région par une réduction de la surface agricole utile, car il est peu probable que les bandes laissées sous végétation naturelle soient exploitées, par exemple, à des fins pastorales. Il peut cependant être appliqué à de petites surfaces, à l'écart d'un grand ensemble aménageable. Ce procédé a l'avantage d'être assez efficace. Il est plus rentable, mais plus délicat, de disposer des bandes parallèles aux courbes de niveau, et de leur faire porter des cultures à cycle décalé, afin d'assurer la couverture permanente d'une bande sur deux.

2° - Réserves organiques du sol : maintien et accroissement.

Nous avons mentionné à plusieurs reprises que la matière organique était sans aucun doute le plus important facteur de fertilité des sols de la région. Mais l'accumulation humifère, favorisée par les conditions climatiques locales, voit ses effets atténués par l'action de l'homme. Sur ces sols intensément cultivés, un entretien et parfois même une reconstitution du stock de matière organique est un facteur essentiel de conservation.

a/ Les jachères.

Elles permettent d'améliorer simultanément le niveau de fertilité des sols et leur résistance à l'érosion. Le système de jachère est souvent le seul procédé de régénération des sols utilisé. Son rôle, même s'il n'équivaut pas à celui des fumures ou des engrais verts, n'est donc pas négligeable.

L'apparition des espèces végétales d'une jachère se fait toujours dans un certain ordre correspondant généralement au schéma suivant :

1ère année : prolifération des mauvaises herbes du type Erigeron

floribundus notamment ou *Rynchelytrum repens* (plante annuelle);

2ème année : apparition des tiges droites d'*Imperata cylindrica* envahissant progressivement les jachères;

3ème année : multiplication des espèces herbacées telles qu'*Hyparrhenia*, *Digitaria* ou *Melinis*

4ème et 5ème année : *Hyparrhenia* se développe aux dépens d'*Imperata*.

Plante de lumière, *Imperata* disparaît généralement sous l'ombrage des feuilles d'*Hyparrhenia* mais persiste dans les jachères de courte durée et supporte facilement des conditions édaphiques défavorables. Le faible taux de germination d'*Hyparrhenia* explique son apparition tardive.

Ce schéma peut être localement perturbé ou modifié par certaines conditions climatiques, l'introduction d'autres espèces.... Quoi qu'il en soit, le cultivateur compte sur une telle jachère pour régénérer ses sols et restaurer le stock de matière organique. Mais un tel système ne peut s'avérer satisfaisant que si le cycle précédent n'est pas écourté. Or la densité de population et la surface agricole utile sont telles que les jachères sont en moyenne de durée inférieure à trois ans. L'efficacité d'un tel système peut paraître alors douteuse, le relèvement du stock de matière organique ne pouvant se réaliser par l'intermédiaire de plantes parasites ayant très peu à apporter au sol.

La solution serait de trouver des plantes capables d'effectuer en 2 ou 3 ans le travail d'une jachère de 5 ou 10 ans, c'est-à-dire des plantes :

- proliférant facilement,
- à croissance rapide (partie aérienne et système racinaire),
- à pouvoir fertilisant élevé,
- faciles à éliminer dans la perspective d'une mise en culture.

Remarque : Il ne faut pas cependant oublier que les conditions climatiques sont favorables au maintien du stock de matière organique dans les zones de haute altitude (voir précédemment).

b/ Enfouissement des résidus de culture.

Il est certes des cas où les résidus de culture sont peu abondants (maïs) ou comportent une importante fraction de tiges dures, ligneuses (manioc), mais il ne faut pas négliger pour autant les bénéfices tirés de cet enfouissement. Ce dernier pourrait être pratiqué en particulier dans les plantations de légumes. Notons qu'une campagne contre l'écobuage et en faveur de l'enfouissement a été lancée dans la région.

c/ Autres techniques.

Nous n'entrerons pas dans le détail de ces techniques dont la mise en application se heurterait à des habitudes ancestrales ou ne pourrait être envisagée que dans le cadre d'une législation plus élaborée. En outre ces procédés sont souvent coûteux.

Il s'agit de :

- l'introduction de prairies temporaires,
- l'utilisation d'engrais verts,
- l'apport de fumures organiques.

Remarque : Une fumure d'entretien (pratiquée par quelques agriculteurs de la région) est aussi un moyen de lutte contre l'érosion car :

- elle accroît la protection du sol en stimulant le développement des parties aériennes;
- elle augmente la cohésion du sol en activant la croissance du système racinaire.

431.2 - Cas des cultures arbustives.

Il s'agit de protéger le sol des interlignes contre l'érosion pluviale et d'accroître sa résistance à l'érosion.

a/ Couverture vivante.

Elle assure une protection assez efficace mais elle exerce un effet dépressif vis à vis des disponibilités en eau notamment. Dans cette région, des cultures vivrières sont souvent associées aux cultures arbustives. Nous n'avons constaté qu'assez peu de recû de végétation spontanée sous caféiers.

b/ Le paillage (mulching).

Le paillage n'est pas une technique culturale au-dessus des moyens des agriculteurs locaux.

Son action est efficace car il :

- protège le sol contre l'impact de gouttes d'eau,
- freine le ruissellement,
- apporte de la matière organique,
- stimule l'activité biologique,
- régularise les échanges sol-atmosphère, maintient une humidité convenable, réduit l'évaporation,
- constitue un obstacle au développement des mauvaises herbes,
- enrichit le sol en minéraux,
- ne concurrence pas la culture arbustive.

A notre avis le seul véritable obstacle à sa généralisation est l'insuffisance du volume de paillis produit sur place. L'intense occupation du sol risque en effet d'obliger l'agriculteur à s'approvisionner en paillès dans des endroits éloignés de son exploitation.

43.2 - Façons culturales.

Le billonnage manuel à but anti-érosif est généralisé dans la région. Les agriculteurs confectionnent des billons grossièrement isohypses sur les pentes faibles (haut de versant), perpendiculaires aux courbes de niveau sur les pentes fortes (bas de versant), ou adoptent l'une ou l'autre disposition sur pentes moyennes.

Nous connaissons mal leurs motivations. Il semble qu'ils veulent par ce système, canaliser la masse d'eau ruisselante en la divisant en de nombreux bras parallèles, donc éviter une hiérarchisation d'un réseau qui deviendrait ravinant en bas de pente. Risque-t-on, en confectionnant des billons isohypses continus de retenir l'eau jusqu'à un seuil, au-delà duquel il faut craindre une rupture des billons ? Cette dernière aurait pour effet de libérer une masse d'eau ravinante dont l'action serait facilitée par une diminution de la consistance des horizons superficiels, due à l'infiltration que favorise le billonnage isohypse.

L'objectif est donc double : permettre une infiltration d'eau pluviale satisfaisante pour l'alimentation des plantes, en évitant tout excès qui compromettrait la stabilité des versants, et assurer une évacuation de cet excès d'eau tout en entravant l'érosion.

En raison du climat agressif, des fortes pentes, des améliorations doivent être apportées au système du billonnage isohypse.

- billon à faible pente longitudinale,
- billons isohypses de faible longueur et alternés.

D'autre part des essais sont nécessaires pour déterminer les spécifications des billons (hauteur, distance inter-billons), en fonction des conditions climatiques locales et des différentes caractéristiques physiques de chaque sol.

Mais le billonnage isohypse a l'inconvénient :

- de réduire la surface cultivée,
- de laisser subsister l'effet "splash" dans l'espace inter-billons,
- de ne pas être, en dépit des apparences, une technique culturale très facile (le billonnage dans le sens de la plus grande pente est, elle, une solution de facilité).

Il a cependant l'avantage de remédier à l'insuffisance de profondeur du sol et de favoriser le développement racinaire, et notamment celui des tubercules.

Remarque : Un sous-solage ne semble pas nécessaire dans la région même dans les sols les moins épais. Nous avons vu en effet que les horizons d'altération ne constituaient pas des horizons d'arrêt, aussi bien pour l'enracinement que pour l'infiltration.

43.3 - Procédés de terrassement.

Il est souvent admis qu'au-delà de 2 ou 3 %^{de pente}/les procédés biologiques et les façons culturales n'assurent pas une protection satisfaisante des terres cultivées contre l'érosion. Or, dans la région, non seulement de très nombreuses plantations sont situées sur des pentes supérieures à 20 %, mais aucun travail de terrassement sérieux n'est entrepris. Une exploitation rationnelle de terres de bonne ou moyenne qualité sur pentes fortes (classes d'aptitude culturale IVh, Vh, VIh notamment, soit 17 % environ de la surface cultivable), exige la mise en oeuvre de procédés de ~~terrassèment~~ terrassement luttant efficacement contre l'érosion en feuillettes et en griffes dans la partie supérieure, ou l'érosion en ravines, dans la partie inférieure des bassins versants.

Pour plus de commodité nous n'avons signalé cette nécessité, dans la légende de la carte des aptitudes culturales, que par la seule indication "terrasses en gradins" : il s'agit d'une technique employée assez couramment sur des pentes supérieures à 20 %. Mais il existe de nombreux types d'ouvrages adaptés notamment à différentes classes de pente, aux diverses formes d'érosion, et dont les possibilités d'emploi et d'exécution sont variables.

Dans cette région très peuplée, et semble-t-il assez perméable à la technique, un large éventail de procédés de terrassement s'offre à l'utilisateur. Nous n'en citerons que quelques exemples, d'emploi courant, et pouvant être éventuellement réalisés avec un outillage manuel.

433.1 - Sur des pentes inférieures à 15 - 20 %.

- Terrasses à faible pente longitudinale : une exploitation intense du sol, une abondance de main d'oeuvre, pourraient motiver son emploi sur des replats haut-perchés du massif trachytique (le

long des routes SANTA - BAMBENDA et BAFOCHU MBU notamment). La perméabilité des sols rend concevable une telle technique. Ces terrasses peuvent être construites progressivement par des procédés faisant intervenir les façons culturales. Elles sont faciles à mettre en oeuvre, de prix de revient peu élevé. Il faut cependant éviter une dégradation pédologique du côté amont (sols rajeunis peu profonds) en s'assurant que le sol est homogène et profond. Cette condition est assez bien remplie dans les zones pré-citées. Les haies isohypses d'Eucalyptus, les tas de pierres (blocs de basalte...) pourraient servir de lignes d'arrêt dans la confection de ces terrasses.

- Des terrasses de diversion sur longues pentes faibles, sont envisageables dans le cas de cultures mécanisées occupant de vastes surfaces.

- Réseaux de défens conservant la pente générale du terrain. En raison de la forte pluviométrie et des pentes fortes, il s'agirait essentiellement de systèmes de diversion. Les plus couramment employés sont :

- les banquettes présentant en amont un fond en légère contrepente et un talus de déblai, et, en aval un bourrelet non franchissable,

- de simples levées de terre sur des pentes inférieures à 10 - 12 %,

- des fossés sur pentes supérieures à 10 - 12 %.

433.2 - Sur des pentes de 20 à 50 % et plus.

- Fossés et gradins sont d'un emploi courant et ne nécessitent qu'un outillage manuel. Ce système pourrait s'avérer intéressant pour des cultures arbustives.

- Banquettes.

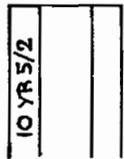
Il existe une nomenclature complexe d'ouvrages (*) correspondant à chacune de ces techniques (banquettes notamment), et des normes de construction à respecter. Notre but étant d'insister sur la nécessité de travaux de terrassement et d'en donner les grands types à priori envisageables dans la région, nous n'entrerons pas dans ces détails d'ordre technique.

(*) Nomenclature simplifiée des ouvrages d'après C T F T 1969)

- terrasse : étendue de terre, horizontale ou en faible pente, de largeur plus ou moins importante, en marches d'escalier, sur un versant.
- banquette : bande de terre de largeur réduite et constante comportant un fossé très évasé et un bourrelet, installée sur un versant et délimitant une bande de culture.
- fossé : ouvrage creusé, à profil en U, de 0,25m à 0,80m au carré.
- gradin : ouvrage creusé, de 1 à 2_m de largeur, à profil en V ou très rarement en trapèze.
- levée de terre : sorte de digue, généralement de faible hauteur, destinée à retenir l'eau.

LEGENDE DES SYMBOLES

(variables morphologiques définies dans le glossaire de pédologie 1969)



COULEUR
humide
(code Munsell)

TACHES

matière organique



contrastées



peu contrastées

hydromorphie



contrastées



peu contrastées



matériau très fortement altéré
architecture non reconnaissable

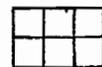
MATIÈRE ORGANIQUE



> 10%



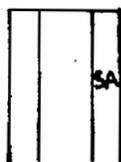
5-10%



2-5%

TEXTURE

(test de terrain)



S sableux

SA sublo-argileux

SL sablo-limoneux

SA sablo-peu argileux

L limoneux

LS limono-sableux

LA limono-argileux

La limono-peu argileux

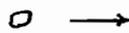
AS argilo-sableux

AL argilo-limoneux

ALS argilo-limono-sableux

AS argilo-peu sableux

ELEMENTS GROSSIERS



graviers (< 2cm)



blocs (> 2cm)

socle



basalte



trachyte



fortement altéré

peu altéré

non altéré ou fortement ferruginisé

forme



arrondie



irrégulière écaillée



irrégulière anguleuse



aplatie

altération concentrique



prisme de basalte



bloc de granite

* pseudosables



quartz anguleux

f feldspath

m mica

POROSITÉ



Tubulaire

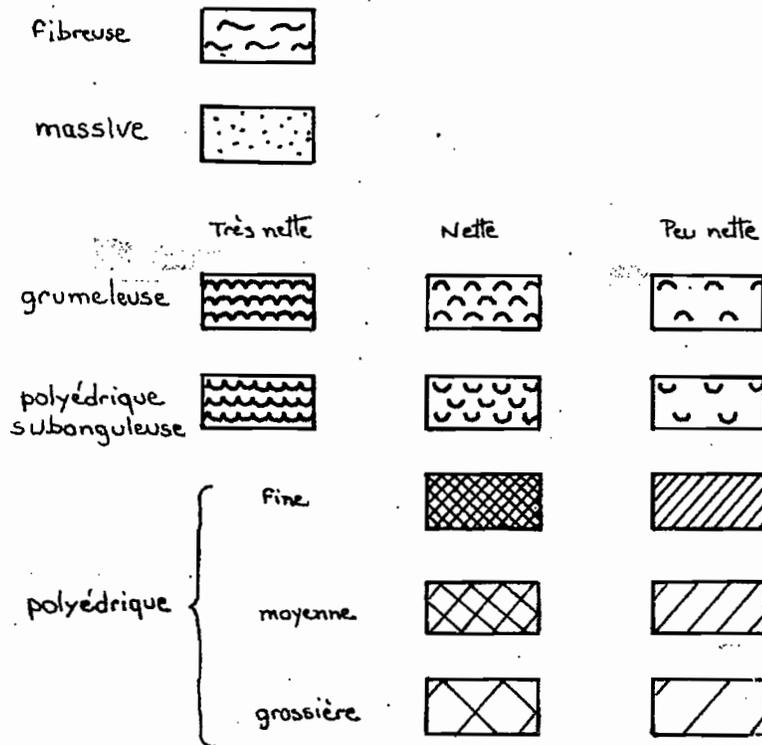


Fente de retrait

RACINES



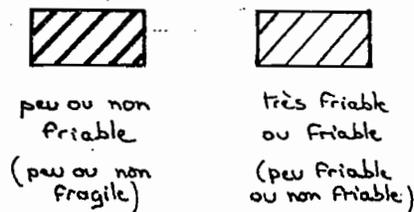
STRUCTURE



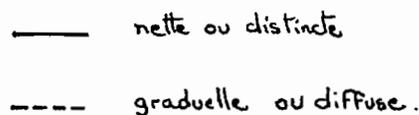
Association ou juxtaposition de structures : (exemples)



CONSISTANCE (épaisseur trait)



TRANSITION



C O N C L U S I O N S

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

T A B L E D E S P L A N C H E S

T A B L E D E S M A T I E R E S

RESUME ET CONCLUSIONS
GENERALLES

Milieu ouvert, la région naturelle située à l'Ouest des Monts de BAMBENDA se différencie assez nettement des zones cartographiées voisines couvrant la plaine de NDOP.

1 - PEDOGENESE.

1.1 - Les processus pédogénétiques.

La région cartographiée fait partie du domaine climatique ferrallitique caractérisé par une forte pluviométrie et une température moyenne relativement élevée, la forêt dense humide étant la végétation climacique. Tous ces sols marqués par la ferrallitisation présentent un grand nombre de caractères communs et notamment :

- une altération profonde,
- un développement de la structure mais un assemblage peu net,
- un bon drainage interne,
- une matière organique bien évoluée,
- une argile à faible capacité d'échange,
- une forte désaturation,
- un pH généralement bas en rapport avec la lixiviation des bases.

Pourtant, si le processus de ferrallitisation, climatique, est le processus fondamental, d'autres processus pédogénétiques "secondaires", non spécifiques et non exclusifs peuvent prendre une importance prépondérante en influant sur le degré d'évolution, et en modifiant parfois fondamentalement la morphologie du profil ferrallitique type. Il s'agit notamment :

- De l'accumulation humifère, caractéristique de ces sols d'altitude, qui colore en brun foncé des horizons A épais. Des taux de matière organique dépassant 10 % sur 20cm ou 1 % sur 1m de profondeur sont fréquents.

- Du rajeunissement qui se traduit par l'apparition à faible profondeur des horizons d'altération ou la présence d'éléments gros-

siers en voie d'altération, épars dans les profils. L'hypothèse d'un rajeunissement par troncature suppose une redistribution des matériaux : le rajeunissement se fait donc par érosion et avec remaniement. Le rajeunissement morphologique, critère cartographique, ne s'accompagne pas toujours d'un rajeunissement chimique.

- Du remaniement que souligne la présence d'éléments grossiers, fragments de matériaux peu ou non altérables (ou rendus peu altérables), concentrés en une "stone-line" épousant souvent assez étroitement la topographie. Les hypothèses émises pour expliquer un tel phénomène n'étant pas toujours probantes, le remaniement n'a été considéré ici que comme l'expression d'un fait morphologique, à savoir la présence d'un horizon grossier mis en place indépendamment ou non du rajeunissement. Si cette terminologie traduit donc effectivement pour certains sols un véritable remaniement, elle ne signale pour d'autres qu'une analogie morphologique avec des sols classifiés remaniés sur des cartes voisines.

- De l'appauvrissement qui se manifeste par l'existence d'un gradient d'argile de la surface à la profondeur. Considéré comme la description d'un état morphologique, ce phénomène marquant peu la morphologie des sols de la région n'a pas été signalé à un niveau taxonomique élevé.

- De la "pénévolution" : Les rares sols "pénévolués" de la région paraissent déphasés par rapport à l'évolution "normale". Le temps d'évolution semble avoir été insuffisant pour éliminer, dans les horizons pédologiques, une quantité relativement importante de ce que nous supposons être des argiles résiduelles à réseau 2/1. Cette évolution a d'autre part épargné une fraction limoneuse importante. Les profils doivent à ces caractéristiques particulières leur morphologie originale : texture, structure, consistance, faces des agrégats...

- De l'hydromorphie qui, dans cette région accidentée, n'affecte que peu de sols situés dans des zones déprimées ou des vallées étroites.

- De la formation de pseudo-particules, agglomérats de particules argileuses cimentées par des oxydes de fer, présentes dans toutes les fractions de l'analyse mécanique. Elles sont responsables de

la microstructuration des horizons B et d'un comportement des sols plus sableux que celui déduit de l'analyse granulométrique. Les conditions de traitement et la plus ou moins grande dispersabilité des pseudo-particules expliquent la variabilité des résultats obtenus à l'analyse mécanique

1.2 - Facteurs essentiels :

- Le climat : Les éléments du climat soulignent son agressivité, impliquent une altération de type ferrallitique, un entraînement intense des éléments solubles et une possibilité d'entraînement des éléments colloïdaux. Bien que les conditions climatiques restent dans leur ensemble "ferrallitiques" d'importantes variations locales peuvent influencer largement sur le développement de processus pédogénétiques secondaires. Rappelons que l'accumulation humifère est liée à la fraîcheur relative du climat et que l'action désaturante du climat peut être contrariée par des conditions particulières de roche-mère et de topographie (rajeunissement chimique). Mais nous n'avons pu établir de relation précise de cause à effet entre ces processus secondaires et les variations climatiques locales.

- La nature du matériau originel constitue un important facteur de différenciation des sols de cette région. Si un substratum géologique d'origine volcanique n'a été observé que sur les trois-quarts environ de la zone cartographiée, il est probable qu'un manteau basaltique recouvrait une partie de la zone dite "sur socle". Les matériaux issus du démantèlement et de l'érosion de ce manteau, mélangés à ceux issus du socle, ont souvent profondément marqué la morphologie des sols. Les influences pédogénétiques, très variées, concernent notamment la vitesse d'altération, l'épaisseur des profils, la nature des horizons d'altération, la couleur, la texture et la structure des horizons du solum, les caractéristiques des éléments grossiers...

- Le modelé, dans son ensemble accidenté, et la topographie accusée sur le massif trachytique limitent à quelques vallées l'action de la nappe phréatique et les phénomènes d'engorgement, et favorisent, par le biais de l'érosion, le rajeunissement des sols par troncature.

- La végétation : Une forte différenciation des associations végétales reflète les importantes variations climatiques, mais les in-

fluences pédogénétiques sont peu marquées à l'échelle du profil et en regard de celles liées aux autres facteurs pédogénétiques. Rappelons cependant le rôle modérateur de la végétation vis à vis de l'érosion et les restitutions organiques variables suivant le type de couverture. Mais les différences observées à moyenne altitude (< 1500m) s'estompent à haute altitude.

- L'homme : En raison des fortes densités de population (> 80hab/km²) on constate un véritable asservissement du paysage par la population. Les modifications apportées vont généralement dans le sens d'une dégradation.

2 - CLASSIFICATION.

Si certains sols de la région sont faiblement ou moyennement désaturés, la majorité sont fortement désaturés. Dans l'impossibilité de définir une loi de répartition et en raison de la faible extension apparente des sols moyennement ou faiblement désaturés, et de la difficulté à faire des prélèvements systématiques pour doser les éléments échangeables, nous avons choisi de regrouper tous les sols ferrallitiques dans la seule sous-classe des sols fortement désaturés.

Plusieurs processus évolutifs secondaires, notés au niveau du groupe ou sous-groupe, sont souvent concomitants. Le pédologue est arbitrairement obligé de hiérarchiser ces caractères, en majorant l'importance de l'un d'eux (noté au niveau du **groupe**) et en diminuant relativement celle de l'autre (noté au niveau du sous-groupe). L'observation simultanée de trois processus secondaires nous a contraints parfois à utiliser une unité intermédiaire, le faciès, ayant ici valeur de groupe ou sous-groupe, afin de situer le troisième processus à un niveau taxonomique comparable à celui des deux premiers.

Nous avons accordé une importance décroissante :

- A la zonalité climatique, liée à l'altitude et responsable de l'accumulation humifère.
- Au phénomène de remaniement, "géomorphologique", qui préside (?) à la mise en place de l'horizon grossier de certains sols.

Au phénomène de rajeunissement par érosion, nécessairement accompagné d'un certain remaniement et qui est fonction de la topographie.

Les critères de classification ont été appliqués à la partie supérieure des profils comprenant tout ou partie de l'horizon B. Ce choix qu'impose la technique cartographique, mais non conforme à la définition française du profil pédologique, a l'avantage de mettre à la disposition de l'agronome, plus de renseignements directement utilisables parce que concernant la partie du profil exploitée par le système racinaire. Cependant, dans cette région où le solum de deux profils sur trois a moins de 150cm, les diagnostics réalisés ne diffèrent qu'assez peu de ceux qui auraient été faits si le profil pédologique avait été examiné en entier.

Nous avons enfin accordé une importance particulière aux éléments grossiers en introduisant une unité complémentaire permettant de séparer à l'intérieur d'une même famille, des sols aux caractères texturaux (éléments > 2mm) très variés.

3 - CARTOGRAPHIE.

La morphologie différencie nettement les sols de la zone. En outre les paramètres choisis ont une importance agronomique certaine.

Cependant la classification utilisant parfois des données chiffrées (sols humifères), une imprécision dans la délimitation des aires correspondantes naît de la difficulté d'établir une corrélation entre morphologie et analyse.

Un degré d'imprécision supplémentaire est lié à l'important bouleversement des horizons supérieurs par une mise en culture intensive.

Tous les types de sols inventoriés n'ont pu être représentés en raison de l'échelle de la carte. Ils ont alors été regroupés dans des unités complexes ou été étudiés séparément dans le texte (types).

Les potentialités chimiques généralement faibles, liées à une pédogénèse dans l'ensemble avancée, n'influent qu'assez peu sur la distinction des différentes unités.

4 - APTITUDES CULTURALES.

Parmi les facteurs de la fertilité, les caractéristiques morphologiques jouent un rôle prépondérant. La faible profondeur de la plupart des sols de la région (solum souvent épais de moins de 150cm) et l'abondance des éléments grossiers les différencient assez nettement des sols ferrallitiques du Centre et Sud-Cameroun.

De bonnes propriétés physiques sont généralement liées à une importante accumulation humifère et à la présence de pseudo-particules (micro-structuration, porosité, perméabilité...)

La matière organique constitue le support essentiel de la fertilité chimique de ces sols, cette dernière se situant par ailleurs à un niveau relativement bas (cf. pédogénèse). Certains sols sont relativement bien pourvus en bases totales mais aucun indice morphologique sûr ne permet d'en rendre compte. Soulignons à ce propos la légère supériorité dont jouissent à l'égard des potentialités chimiques, les sols ferrallitiques de cette région sur ceux profonds et fortement désaturés du Sud-Cameroun.

Trop de facteurs non exclusifs, concomitants et non comparables entrent en jeu pour que l'on puisse affirmer objectivement qu'un sol est de "bonne" ou de "mauvaise qualité". Une échelle locale de la "qualité" des sols a donc dû être établie à la lumière des données précédentes. Les meilleurs sols, c'est-à-dire ceux permettant d'envisager un maximum de cultures intensives avec un minimum de risques ont été qualifiés de "bonne qualité". Les sols de "mauvaise qualité" offrant des possibilités d'utilisation restreintes et ne pouvant être soumis qu'à une culture extensive. Parmi les facteurs pris en considération, les variables morphologiques, semblent être les éléments déterminants dans la définition de cette qualité. Celles-ci, difficilement modifiables et limitantes pour toutes sortes de cultures confèrent à l'appréciation relative de la qualité des sols un caractère

d'immuabilité et un certain degré d'universalité.

Parmi les facteurs de l'environnement jouant une influence directe sur l'aptitude culturale des sols, la pente et l'action de l'homme, dont le défrichement et le surpâturage sont les composantes essentielles, semblent avoir un rôle prépondérant et conditionnent notamment l'érosion.

Il a fallu nous soucier du contexte socio-économique local pour établir la carte des aptitudes culturales et notamment apporter des correctifs tenant compte de la pression démographique : Nous avons dû par exemple envisager la culture manuelle de pentes supérieures à 20 % qui occupent plus de la moitié d'une zone dont la densité de population dépasse 80 hab/km². La nécessité de maintenir un équilibre à l'échelle de la région entre terres de production et terres de protection ainsi que l'existence d'une séparation de la culture et de l'élevage sont d'autres facteurs essentiels dans la région.

S'il n'y a pas de vocation des sols au sens strict du terme, 14 classes et sous-classes d'aptitudes culturales ont pu être définies. Le classement réalisé n'est que l'expression d'un jugement intuitif global non formulé, basé sur une évaluation du rôle de chacun des critères précédents. Il utilise des paramètres simples c'est-à-dire ayant une signification dans un grand nombre de cas, "permanents" afin de garantir à la carte des aptitudes culturales une valeur à long terme. Il est physique et statique et de type ordonné. Il n'a pas pour but d'imposer un plan d'utilisation préconçu mais de guider l'utilisateur dans le choix de ses interventions et des moyens à mettre en oeuvre pour les réaliser.

(62 %)

Environ 48.000 Ha/ peuvent être considérés comme terres de production parmi lesquels 20.000 Ha (27 %) pourraient supporter une culture intensive (notamment arbustive) moyennant des travaux d'aménagements adéquats. Environ 28.000 Ha (38 %) ont été jugés devoir rester sous végétation naturelle.

Parmi les travaux d'amélioration et de conservation des sols, les procédés de lutte contre l'érosion et l'aménagement des prairies doivent tout particulièrement attirer l'attention des utilisateurs.

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

- ANNALES - 1956 des Services Météorologiques de la France d'Outre-Mer
1er vol. Territoires Français d'Afrique Noire.
- AUBERT (G.) - 1969.- Cours de pédologie. Inédit.
- AUBERT (G.) et FOURNIER (F.) - 1955.- Les cartes d'utilisation des
terres. Sols Africains. III, I, pp. 96-109.
- AUBERT (G.) et SEGALEN (P.) - 1966.- Projet de classification des
sols ferrallitiques. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., IV, 4,
pp. 97-102.
- BACHELIER (G.), CURIS (M.), MARTIN (D.), SEGALEN (P.) - 1957.- Les
sols de l'Ouest-Cameroun. Notice de la feuille MBOUDA-
BAMENDJDA. I.R.CAM. YAOUNDE, 53 p. multigr., 1 carte
pédologique et 1 carte d'utilisation des sols à
1/50.000ème.
- BACHELIER (G.), SEGALEN (P.) - 1958.- Les sols de l'Ouest-Cameroun.
Notice de la feuille FOUMBOT. I.R.CAM. YAOUNDE, 43 p.,
1 carte pédologique et 1 carte d'utilisation des sols
à 1/50.000ème.
- BARBERY (J.) et VALLERIE (M.) - 1970.- Notice explicative des feuilles
à 1/50.000ème FOUMBAN-DSCHANG (Bafoussam) 3d et 4c.
ORSTOM-YAOUNDE, 112 p., 2 cartes pédologiques et 2 car-
tes d'utilisation des sols.
- BOISSEZON (P.de) - 1969.- Note sur la classification des sols ferral-
litiques. ORSTOM-ADIPODOUME, 11 p. ronéo.
- BOISSEZON (P.de) et coll. - 1970.- Proposition de nomenclature et de
définition des horizons de sols ferrallitiques. ORSTOM-
ADIPODOUME, 13 p. ronéo.
- CASABLANCA (F.de) - 1967.- Facteurs physiques de fertilité des sols
dans le Sud-Ouest MALAGASY. Colloque sur la fertilité
des sols tropicaux. TANANARIVE, pp. 1540-1546.
- CHAMPAUD (J.) - 1971.- Atlas régional OUEST-II.
- CHARREAU (C.), TOURTE (R.) - 1967.- Le rôle des facteurs biologiques
dans l'amélioration du profil cultural dans les systè-
mes d'agriculture traditionnelle de zone tropicale sèche.
Colloque sur la fertilité des sols tropicaux. TANANARIVE,
pp. 1498-1517.

- CHATELIN (Y.) - 1969.- Réflexions au sujet de l'étude morphologique des sols ferrallitiques. ORSTOM-BANGUI, 13 p. ronéo.
- C P C S - 1967.- Commission de Pédologie et de Cartographie des sols, document provisoire diffusé par le Laboratoire de Géologie-Pédologie de l'E N S A de Grignon, 87 p.
- D'HOORE (J.L.) - 1954.- La carte des sols d'Afrique à 1/5.000.000ème.
- DUCHAUFOUR (Ph.) - 1965.- Précis de Pédologie. Masson et Cie.
- GLOSSAIRE DE PEDOLOGIE - 1969.- Description des horizons en vue du traitement informatique, ORSTOM, multigr. 82 p.
- HAWKINS (P.) et BRUNT (M.) - 1965.- The Soils and Ecology of West-Cameroon. F.A.O., Vol. I, 285 p., Vol. II, 516 pages.
- HENIN (S.), GRAS (R.), MONNIER (G.) - 1969.- Le profil cultural. L'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. 2ème éd., 332 p. Masson et Cie.
- HUMBEL (F.X.) - 1967.- Notice explicative de la feuille NGAOUNBERE 1d. ORSTOM-YAOUNDE, 118 p. multigr., 1 carte pédologique à 1/50.000ème.
- HUMBEL (F.X.) et BARBERY (J.) - 1972.- Notice explicative. Cartes pédologiques d'aptitudes culturales à 1/50.000ème. ORSTOM-YAOUNDE, 140 p. multigr.
- LETOUZEY (R.) - 1958.- Phyto-Géographie camerounaise. Atlas du Cameroun. ORSTOM-YAOUNDE.
- MARIN-LAFLECHE (A.) - 1972.- Les classements de terrains. Ann. Agronomiques, Vol. 23, n° 1, pp. 5-12.
- MARTIN (D.) - 1970.- Nomenclature et définition des horizons de sols ferrallitiques. ORSTOM-LIBREVILLE, 25 p. ronéo.
- MUNSELL - 1954.- Soil Color Chart.
- NALOVIC (Lj.) et HUMBEL (F.X.) - 1971.- Contribution à l'étude de la localisation des différentes formes de composés du fer au sein de quelques sols du Cameroun. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. IX, n° 3, pp. 271-306.
- NOUVELOT (J.F.), CADIER (E.), OLIVRY (J.C.) - 1971.- Hydrologie du Bassin supérieur du NOUN. ORSTOM-YAOUNDE, 314 p. multigr.

- RIQUIER (J.) - 1954.- Les cartes d'utilisation des sols à MADAGASCAR. Conférence Interafricaine des sols. LEOPOLDVILLE. 9-14 Août 1954.
- ROOSE (E.J.) - 1967.- Quelques exemples des effets de l'érosion hydrique sur les cultures. Colloque sur la fertilité des sols tropicaux. TANANARIVE, pp. 1385-1404.
- ROOSE (E.J.) - 1971.- Influence des modifications du milieu naturel sur l'érosion, le bilan hydrique et chimique suite à la mise en culture sous climat tropical. Synthèse des observations en COTE d'IVOIRE et HAUTE-VOLTA. ORSTOM-ADIPODOUME, 22 p. multigr.
- ROUGERIE (G.) - 1958.- Le façonnement des modelés en COTE d'IVOIRE forestière. Mém. I F A N.
- SECRETARIAT D'ETAT AUX AFFAIRES ETRANGERES - REP.FRANCAISE - 1969.- Techniques rurales en Afrique - n° 12. Conservation des sols au Sud du Sahara, 211 (A) Paris. impr. SAMACETA.
- SEGALEN (P.) - 1957.- Etude des sols dérivés de roches volcaniques basiques à MADAGASCAR. Thèse de Doctorat. Paris Mém. I F A N. Série D, Tome VIII, 182 pages.
- SEGALEN (P.) - 1967.- Les sols de la Vallée du NOUN. Cah.ORSTOM, Sér.Pédol., Vol. V, n° 3, pp. 287-349.
- SEGALEN (P.) - 1967.- Le remaniement des sols et la mise en place de la stone line en Afrique. ORSTOM-S S C BONDY, 24 p. ronéo.
- SOIL CLASSIFICATION - 1960.- A comprehensive system. 7th Approximation. Soil Survey Staff - Soil Conservation Service.USDA.
- SOUBLES (F.) - 1969.- Sols et pédogénèse de la Cuvette d'Ambalavao. CRSTOM-TANANARIVE, rapport de 2ème année, multigr.
- SUCHEL (J.B.) - 1971.- La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun. Thèse Université Fédérale du Cameroun.
- S Y S (G.) et coll. - 1961.- La cartographie des sols du CONGO : ses principes et ses méthodes. INEAC, Série Techniques n° 66.
- VALLERIE (M.) - 1968.- Notice explicative de la carte pédologique du Cameroun Occidental à 1/1.000.000ème. ORSTOM-YAOUNDE, 70 pages.

TABLE DES PLANCHES
(dessins de J.P. MULLER)

	Pages
Planche 1 : Etat d'avancement des divers travaux de cartographie pédologique dans l'Ouest-Cameroun	3
Planche 2 : Parcours de couverture	7
Planche 3 : Croquis de situation	13
Planche 4 : Stations climatologiques - Situation	19
Planche 5 : Profils pluviométriques	21
Planche 6 : Profils pluviométriques moyens et leurs extrêmes	23
Planche 7 : Températures - Humidité relative	25
Planche 8 : Diagrammes ombro-thermiques	27
Planche 9 : Esquisse géologique	33
Planche 10 : Carte hypsométrique	41
Planche 11 : Esquisse des paysages	43
Planche 12 : Quelques aspects du réseau hydrographique	45
Planche 13 : Densité de population - Végétation - Occupation des terres	49
Planche 14 : Diagrammes de végétation	55
Planche 15 : Sols peu évolués	77
Planche 16 : Sols ferrallitiques - Profondeur des sols - Rajeunissement	97
Planche 17 : Typologie des sols ferrallitiques rajeunis	99
Planche 18 : Sols ferrallitiques - Horizons grossiers - Remaniement	101
Planche 19 : Eléments grossiers (Répartition - Abondance - Profondeur)	113
Planche 20 : Sols ferrallitiques - Sols typiques modaux	117
Planche 21 : Sols ferrallitiques - Sols typiques modaux et hydromorphes	127
Planche 22 : Sols ferrallitiques - Sols humifères	141

Planche 23 :	Sols ferrallitiques sur matériaux d'origine volcanique - Corrélation entre les teneurs en matière organique et en pseudo-sables grossiers..	145
Planche 24 :	Sols ferrallitiques - Variabilité des teneurs en matière organique en fonction de l'altitude . . .	147
Planche 25 :	Densité apparente de deux sols ferrallitiques . . .	151
Planche 26 :	Sols ferrallitiques rajeunis sur trachyte - Typologie sommaire des horizons d'altération et de transition	155
Planche 27 :	Sols ferrallitiques - Sols humifères - Faciès faiblement rajeuni et remanié	171
Planche 28 :	Hypothèse sur la genèse des sols faiblement rajeunis et remaniés des bords de coulées basaltiques . .	183
Planche 29 :	Sols ferrallitiques - Sols humifères - Faciès rajeuni	187
Planche 30 :	Sols ferrallitiques - Sols rajeunis sur trachyte - Difficulté à définir un profil type	189
Planche 31 :	Sols ferrallitiques - Sols remaniés - Modal et rajeunis.	205
Planche 32 :	Sols ferrallitiques - Sols remaniés - Rajeunis - Sur basalte - Horizon grossier développé	219
Planche 33 :	Sols ferrallitiques - Sols remaniés - Rajeunis - Sur socle	235
Planche 34 :	Sols ferrallitiques - Sols remaniés - Rajeunis et pénévoués - Sur granite à deux micas	245
Planche 35 :	Sols ferrallitiques (Sols rajeunis) Sol hydromorphe	255
Planche 36 :	La matière organique dans quelques profils de sols ferrallitiques	287
Planche 37 :	Corrélation entre les teneurs en matière organique et la capacité d'échange	291
Planche 38 :	Carte des pentes	301
Planche 39 :	Terres cultivables (classes III à VI) sous végétation naturelle	323
Planche 40 :	Légende des figures	341

TABLE DES MATIERES

	Page
SUMMARY	1
INTRODUCTION	5
 Première partie : <u>LES FACTEURS DU MILIEU</u>	
Situation géographique et documents de base	11
1 - Climats	15
1.1 - Les données	15
11.1 - Pluviométrie	15
11.2 - Températures	22
11.3 - Evaporation - Insolation - Humidité relative	24
1.2 - Indices et diagrammes climatiques	24
12.1 - Indices d'aridité de DE MARTONNE	24
12.2 - Indice de drainage calculé de HENIN-AUBERT	26
12.3 - Diagrammes ombro-thermiques de Gaussen	26
1.3 - Influences pédogénétiques et agro-pédologiques	26
13.1 - Influences pédogénétiques	26
13.2 - Influences agro-pédologiques	29
132.1 - Action directe sur la plante	29
132.2 - Action indirecte	30
2 - Roches-mères et matériaux originels :	31
2.1 - Les formations	31
21.1 - Les formations volcaniques de recouvrement	31
21.2 - Formation du socle	32
21.3 - Alluvions et colluvions	34
2.2 - Influences pédogénétiques et agro-pédologiques	34
22.1 - Actions indirectes	34
22.2 - Actions directes	35
3 - Modelé et topographie	39
3.1 - Les unités paysagiques essentielles	39
31.1 - Le massif trachytique	39
31.2 - Paysages sur socle et épandages volcaniques superficiels	40

31.3 - Les vallées larges	41
3.2 - Influences pédogénétiques et agro-pédologiques	41
32.1 - Influence indirecte	41
32.2 - Influence directe	44
4 - Les facteurs biologiques	47
4.1 - Généralités	47
4.2 - Quelques données sur l'occupation actuelle des terres	48
42.1 - La végétation naturelle	48
421.1 - Les forêts d'altitude	48
421.2 - Les prairies d'altitude	48
421.3 - Les savanes	50
421.4 - Les prairies hydrophiles de bas-fond	50
42.2 - Les cultures	50
4.3 - Sols et végétation	52
4.4 - Forêts climaciques et formations secondaires	53
4.5 - Les prairies	54
4.6 - Influences pédogénétiques et agro-pédologiques	54
46.1 - Action mécanique	54
46.2 - Action physique	56
46.3 - Action chimique	57
5 - Le milieu humain	58
6 - Facteur temps	60

Deuxième partie : LES SOLS ET LEURS CARACTERISTIQUES

A - GENERALITES	63
1. Unités majeures de classification	63
2. Terminologie - Symboles	63
3. Problèmes de classification	65
4. Problèmes cartographiques	66
5. Limites du travail effectué	67
Classification des principaux sols reconnus	69

	Page
B - <u>SOLS MINÉRAUX BRUTS</u>	72
1 - Sols minéraux bruts d'érosion	72
11 - Caractères généraux	72
12 - Répartition	73
2 - Sols minéraux bruts d'apport colluvial	73
C - <u>SOLS PEU ÉVOLUÉS</u>	74
1 - Les sols d'érosion	74
11 - Sous-groupe régosolique	74
11.1 - Famille des sols sur trachyte	74
111.1 - Généralités	74
111.2 - Morphologie	75
111.3 - Caractères analytiques	79
111.4 - Incidences agronomiques	80
111.5 - Répartition	81
11.2 - Famille des sols sur granites	82
112.1 - Morphologie	82
112.2 - Caractères analytiques	82
112.3 - Incidences agronomiques	83
12 - Sous-groupe lithique	84
2 - Les sols d'apport	84
21 - Sols peu évolués d'apport alluvial, hydromorphes	85
21.1 - Morphologie	85
21.2 - Caractères analytiques	86
21.3 - Incidences agronomiques	87
21.4 - Utilisation actuelle	87
22 - Sols peu évolués, d'apport colluvial, hydromorphes	88
23 - Sols peu évolués, d'apport colluvial, humifères, sur matériau ferrallitique	88
23.1 - Morphologie	88
23.2 - Caractères analytiques	90
23.3 - Incidences agronomiques	91
23.4 - Pédogénèse - Classification	92
23.5 - Répartition - Utilisation actuelle	92

	Page
D - <u>SOLS FERRALLITIQUES</u>	94
1 - LES PRINCIPAUX PROCESSUS PEDOGENETIQUES	94
11 - La ferrallitisation	94
12 - L'accumulation humifère	95
13 - Le rajeunissement	95
14 - Le remaniement	98
15 - Sols à "pseudo-particules"	102
16 - L'appauvrissement	104
17 - L'hydromorphie	104
2 - PRINCIPES DE CLASSIFICATION ADOPTES	106
2.1 - Sous-classes	106
2.2 - Groupes - Sous-groupes - Faciès	108
2.3 - Famille	112
2.4 - Unités	112
3 - SOLS TYPIQUES	115
3.1 - Sols modaux	115
31.1 - Sols sur basalte	115
311.1 - Morphologie	115
311.2 - Caractères analytiques	120
311.3 - Incidences agronomiques	122
311.4 - Pédogénèse - Classification	123
311.5 - Répartition - Cartographie	123
311.6 - Utilisation actuelle	125
31.2 - Sols sur granites	126
312.1 - Morphologie	126
312.2 - Caractères analytiques	128
312.3 - Incidences agronomiques	130
312.4 - Pédogénèse - Classification	130
312.5 - Répartition - Cartographie	131
312.6 - Utilisation actuelle	132
3.2 - Sols typiques hydromorphes	132
32.1 - Sols sur colluvions indifférenciées	132
321.1 - Morphologie	132
321.2 - Caractères analytiques	134

	Page
321.3 - Incidences agronomiques	135
321.4 - Pédogénèse - Classification	137
321.5 - Répartition - Cartographie	138
321.6 - Utilisation actuelle	138bis
32.2 - Sols sur granite	139
4 - <u>SOLS HUMIFERES</u>	140
4.1 - Sols sur trachyte, basalte et colluvions (non rajeunis, non remaniés)	140
41.1 - Morphologie	140
41.2 - Caractères analytiques	146
41.3 - Incidences agronomiques	150
41.4 - Pédogénèse - Classification	152
41.5 - Répartition - Cartographie	152
41.6 - Utilisation actuelle	153
4.2 - Sols faiblement rajeunis sur trachyte	153
42.1 - Morphologie	153
42.2 - Caractères analytiques	159
42.3 - Incidences agronomiques	160
42.4 - Pédogénèse - Classification	161
42.5 - Répartition - Cartographie Utilisation actuelle	161
4.3 - Sols faiblement rajeunis et remaniés, sur trachyte	162
43.1 - Sols à horizon grossier développé	162
431.1 - Morphologie	162
431.2 - Caractères analytiques	165
431.3 - Incidences agronomiques	166
431.4 - Pédogénèse - Classification	167
431.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	167
43.2 - Sols à horizon grossier peu développé	169
432.1 - Morphologie	170
432.2 - Caractères analytiques	172
432.3 - Incidences agronomiques	174
432.4 - Pédogénèse - Classification	175
432.5 - Répartition - Cartographie	175
432.6 - Utilisation actuelle	176
4.4 - Sols faiblement rajeunis et remaniés sur basalte - Sols à blocs dans tout le profil	176
44.1 - Morphologie	176
44.2 - Caractères analytiques	179
44.3 - Incidences agronomiques	180

	Page
44.4 - Pédogénèse - Classification	181
44.5 - Répartition - Cartographie	184
44.6 - Utilisation actuelle	185
4.5 - Sols rajeunis	185
45.1 - Sols sur trachyte	185
451.1 - Morphologie	185
451.2 - Caractères analytiques	190
451.3 - Incidences agronomiques	191
451.4 - Pédogénèse - Classification	192
451.5 - Répartition - Cartographie - Végétation	193
451.6 - Hydromorphie dans les sols rajeunis	194
45.2 - Sols sur basalte	195
452.1 - Morphologie	195
452.2 - Caractères analytiques	196
452.3 - Incidences agronomiques	198
452.4 - Pédogénèse - Classification	198
452.5 - Répartition - Cartographie	199
452.6 - Utilisation actuelle	199
4.6 - Sols remaniés sur basalte - Sols à horizon grossier peu développé	201
5 - <u>SOLS REMANIES</u>	203
5.1 - Sols modaux	203
51.1 - Sols sur basalte -- A horizon grossier peu développé	203
51.2 - Sols sur granite - A horizon grossier peu développé	204
5.2 - Sols rajeunis	206
52.1 - Sols sur trachyte	206
521.1 - Sols à horizon grossier développé	206
5211.1 - Morphologie	206
5211.2 - Caractères analytiques	209
5211.3 - Incidences agronomiques	210
5211.4 - Pédogénèse - Classification	211
5211.5 - Répartition - Cartographie	214
5211.6 - Utilisation actuelle	214
521.2 - Sols à horizon grossier peu développé	215
5212.1 - Morphologie	215
5212.2 - Caractères analytiques	216
5212.3 - Incidences agronomiques	217
5212.4 - Répartition - Classification	217

5212.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	217
52.2 - Sols rajeunis sur basalte	218
522.1 - Sols à horizon grossier développé	218
5221.1 - Morphologie	218
5221.2 - Caractères analytiques	224
5221.3 - Incidences agronomiques	225
5221.4 - Pédogénèse - Classification	227
5221.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	229
522.2 - Sols à blocs dans tout le profil	230
5222.1 - Morphologie - Caractères analytiques	230
5222.2 - Pédogénèse - Classification	232
5222.3 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	232
52.3 - Sols sur granite monzonitique - Horizon grossier développé	233
523.1 - Morphologie	233
523.2 - Caractères analytiques	237
523.3 - Incidences agronomiques	238
523.4 - Pédogénèse - Classification	239
523.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	242
52.4 - Sols sur granite à 2 micas - Horizon grossier développé	243
524.1 - Morphologie	243
524.2 - Caractères analytiques	246
524.3 - Incidences agronomiques	249
524.4 - Pédogénèse - Classification	250
524.5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	252
6 - <u>SOLS RAJEUNIS</u> avec érosion et remaniement	253
6.1 - Sols sur trachyte	253
6.2 - Sols sur granite	253
62.1 - Sols à blocs dans tout le profil et en surface	253
621.1 - Morphologie	253
621.2 - Caractères analytiques	256

	Page
621.3 - Incidences agronomiques	258
621.4 - Pédogénèse - Classification - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	259
62.2 - Sols à blocs dans tout le profil	260
E - <u>SOLS HYDROMORPHES</u>	261
1 - Morphologie	261
2 - Caractères analytiques	262
3 - Incidences agronomiques	263
4 - Pédogénèse - Classification	263
5 - Répartition - Cartographie - Utilisation actuelle	264

Troisième partie : APTITUDES CULTURALES DES SOLS

1 - GENERALITES	267
2 - <u>LES ELEMENTS D'APPRECIATION DE L'APTITUDE CULTURALE DES SOLS FACTEURS CONDITIONNANT LEUR UTILISATION</u>	270
2.1 - Les facteurs de la fertilité des sols	270
21.1 - Caractères morphologiques	270
211.1 - Profondeur	270
211.2 - Aspect du profil	271
211.3 - La zone d'altération	273
211.4 - La texture	274
211.5 - Structure - Porosité - Circulation des gaz et des solutions	278
211.6 - Examen du végétal	281
211.7 - Les variations saisonnières	283
21.2 - Caractères analytiques	283
212.1 - Matière organique	283
212.2 - Réaction	288
212.3 - Cations	289
212.4 - Phosphore	293
212.5 - Assimilabilité et accessibilité des éléments - Toxicité - Carences induites	293
2.2 - Qualité intrinsèque des sols - Appréciation synthétique et relative	295
22.1 - Impossibilité d'un diagnostic objectif	295
22.2 - Hiérarchie des facteurs dans l'évaluation de la qualité	296

	Page
2.3 - Les facteurs de l'environnement	297
23.1 - L'érosion	298
231.1 - Les causes	298
231.2 - Les facteurs conditionnant l'érosion	299
2312.1 - La nature du sol	299
2312.2 - La pente	300
2312.3 - La végétation - L'homme	300
231.3 - Les effets de l'érosion	302
23.2 - Le modelé	303
23.3 - La végétation	303
23.4 - L'homme	304
234.1 - Le défrichement	304
234.2 - Le surpâturage	306
234.3 - Le travail du sol	307
234.4 - Les exportations	308
2.4 - Principes généraux de l'utilisation des sols	308
3 - <u>LES DIFFERENTES CLASSES D'APTITUDES CULTURALES</u>	312
3.1 - Classe III	314
3.2 - Classe IV	315
3.3 - Classe V	316
3.4 - Classe VI	318
3.5 - Classe VIII	319
3.6 - Classe X	320
3.7 - Classe XI	321
4 - <u>AMELIORATION ET CONSERVATION DES SOLS</u>	324
4.1 - Le rôle de la pente	324
4.2 - Conservation des terres de protection	325
42.1 - La forêt	325
42.2 - Savanes et prairies	326
422.1 - Le feu pastoral	326
422.2 - Le pâturage	327
42.3 - Aménagement des prairies	328
4.3 - Conservation des terres cultivées	331
43.1 - Procédés biologiques	331

	Page
431.1 - Cas des cultures annuelles	331
431.2 - Cas des cultures arbustives	335
43.2 - Façons culturales	336
43.3 - Procédés de terrassement	338
433.1 - Sur des pentes inférieures à 15 - 20 %	338
433.2 - Sur des pentes de 20 à 50 % et plus	339
CONCLUSIONS	345
BIBLIOGRAPHIE	353
TABLE DES PLANCHES	357
TABLE DES MATIERES	359
ANNEXE 1 : DESCRIPTION DES PROFILS	369
ANNEXE 2 : FICHES ANALYTIQUES	409

A N N E X E 1

DESCRIPTIONS DE PROFILS

(suivant le glossaire de pédologie, entre parenthèses
les éléments descriptifs donnés en sus de ceux prévus
par le glossaire)

BAM 1 : SOL PEU EVOLUE D'EROSION, REGOSOLIQUE SUR TRACHYTE.

Le 3.2.1971/E 10°12'30"/N 5°54'25"/Mont Bamgba/altitude 2540m/ligne de crête/Localement pente faible/forêt dégradée//.

Horizon/de 0 à 10cm/un A11//,

Frais. 10 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique directement décelable. Sans éléments grossiers. Texture limoneuse. Structure généralisée. Fibreuse. Boulant. Très poreux. Très peu dense. Consistance (presque) élastique. Chevelu très dense (assure la cohésion). Transition distincte. Régulière.

Horizon/de 10 à 30cm/un A12//

Frais. 7,5 YR 3/2. Humide. Brun très foncé. A matière organique non directement décelable. Gravier (et cailloux) peu abondants. Trachyte. Tendre. De forme irrégulière. Altéré. Dans la masse. Texture limoneuse. Structure fragmentaire. Peu nette. Généralisée. Grumeleuse. Associée. A une structure polyédrique subanguleuse. (Très fine à moyenne). Boulant. Très poreux. (Légèrement plus dense que A11). Très friable. Chevelu très dense. Transition distincte. Ondulée.

Horizon/de 30 à 60 - 90cm/un C1//

(Horizon d'altération). Trachyte. Fortement altéré. Dans la masse. (Structure non conservée. Perte de cohésion). Pores nombreux. Tubulaires. Très fins à moyens. Racines. Fines et moyennes. Pénétrant la masse de l'horizon. Matière organique non directement décelable (en larges traînées verticales, à contraste variable). Transition diffuse. Irrégulière.

Horizon/de 60 - 90cm à 150cm ?/un C2//

(Horizon d'altération). Trachyte. Altéré. Dans la masse. (Structure conservée. Débit en fragments tendres. Cohérent. Minéraux reconnaissables. Blocs peu altérés en leur centre). Pores peu nombreux. Tubulaires. Très fins à moyens. Quelques racines. Fines et moyennes. (Dans les fissures). Taches. (Sombres). Associées aux vides.

BAM 20 : SOL PEU EVOLUE D'EROSION, REGOSOLIQUE, SUR GRANITE.

Le 4.2.1971/E 10°03'30"/N 05°59'20"/Paysage faiblement vallonné/Localement butte/1/3 supérieur/pente 20 %/Altitude 1160m/jachère sur culture en billons/granite monzonitique/quartz abondants à gros grains//

Horizon/de 0 à 10cm/A1 perturbé//

Frais. 10 YR 3/2. Humide. Brun-grisâtre très foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-sableuse. A sable grossier. Quartzueux. Structure peu nette. Grumeleuse. Moyenne et fine. Meuble. Très poreux. Très friable. Chevelu très dense. Racines. Fines. Termites. Transition nette. Régulière (teinte et graviers).

Horizon/de 10 à 30cm/un (B1) C' u//

Frais. 10 YR 4/3. Humide. A matière organique non directement décelable. Texture sablo-argileuse. A sable grossier. Quartz. Cailloux peu abondants. Très peu de blocs. Granite. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Altéré. Dans la masse. (Et quartz. A arêtes anguleuses). Structure massive. (Très) meuble. Pores très nombreux. Très fins à moyens. Tubulaires et intersticiels. Chevelu très dense. Racines. Fines. Transition nette. Interrompue.

Horizon/de 30 à ?/un C//

Blocs. Granite. Tendre. De forme irrégulière. Fortement altéré. Dans la masse. (A structure conservée). Poreux.

BAM 12 : SOL PEU EVOLUE, D'APRES ALLUVIAL, HYDROMORPHE.

Le 3.2.1971/E 10°02'05"/N 05°55'50"/Altitude 1210m/40m de rivière NKWIFO/Plat/culture maïs/Billons 50cm de haut/Description dans creux de billon//

Horizon/de 0 à 10cm/

Sec. 10 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Grumeleuse. Fine. Meuble. Pores très nombreux. Tubulaires. Fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu. Transition distincte. Ondulée.

Horizon/de 10 à 35cm/

Sec. 10 YR 2/1. Humide. Noir. Taches. 5 YR* 4*/3*. Brun-rougeâtre. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. (Millimétriques). A limites peu nettes. Peu contrastées. Texture limoneuse. Structure massive. Tubes très nombreux. Fragile. Quelques racines. Fines. Transition distincte. Ondulée.

Horizon/de 35 à 80cm/

Frais. 10 YR 2/1. Humide. Noir. Taches (idem). Texture limo-sableuse. Structure massive. Pores très nombreux. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Transition nette. Ondulée.

Horizon/de 80 à 95cm/

Frais. 10 YR 2/1. Humide. Noir. Sans taches. Texture sableuse. Structure localisée. Massive. Juxtaposée. A structure particulaire. Pores très nombreux. Tubulaires et intersticiels. Boulant. Quelques racines. Transition très nette. Ondulée.

Horizon/de 95 à 160cm/

Humide. 10 YR 2/1. Humide. Noir. Taches abondantes. 2,5 YR* 3*/6*. Associées aux vides et aux racines. (Millimétriques). Irrégulières. A limites nettes. Très contractées. Texture limoneuse. Structure massive. Tubes nombreux. Très friable. Quelques racines. Fines.

BAD 5 : SOL PEU EVOLUE, D'APPORT COLLUVIAL, HUMIFERE, SUR MATERIAU FERRALLITIQUE.

Le 9.2.1971/E 10°14'10"/N 5°48'05"/Altitude 1740m/Paysage fortement accidenté/A 20m route SANTA COFFEE - GALIM/localement replat vallonné, large de 30m au pied d'un abrupt de 10m/Prairie/Trachyte/ Soils voisins : Humifères rajeunis et peu évolués d'érosion.

Horizon/de 0 à 15cm/

Sec. 5 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure très nette. Polyédrique subanguleuse. Très fine. Boulant. (Cohésion par chevelu très dense. Très poreux. Peu fragile. Transition distincte. Régulière. (De structure)

Horizon/de 15 à 40cm/

Frais. 5 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Grumeleuse. Fine et très fine. Associée. A une structure polyédrique subanguleuse. (Fine). Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Fines. Chevelu très dense. Transition diffuse. Régulière. (De teinte et structure).

Horizon/de 40 à 85cm/

Frais. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure massive. A éclats anguleux. A sous. Structure grumeleuse. Très fine. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition distincte. Régulière. (De teinte et consistance).

Horizon/de 85 à 120cm/

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure massive. A éclats anguleux. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. Transition distincte. Régulière. (De teinte, texture et structure).

Horizon/de 120 à 145cm/

Frais. 5 YR 4/4. Humide. Brun-rougeâtre. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Cohérent. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. Transition très nette. Ondulée.

Horizon/de 145 à 155cm/

Cailloux. Trachyte. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Tendre. Fortement altéré. Dans la masse. (Terre fine idem précédemment). Transition nette. Régulière.

Horizon/de 155 à 180cm?/

Frais. 5 YR 4/6. Humide. Rouge-jaunâtre. Apparemment non organique. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Cohérent. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable.

BAM 38 : SOL PEU EVOLUE, D'APPORT COLLUVIAL, HUMIFERE, SUR MATERIAU FERRALLITIQUE.

Le 26.2.1971/E 10°06'50"/N 5°46'55"/Altitude 1980m/Paysage faiblement vallonné/Bas de pente 5 %/localement bas-fond en cuvette - 50m de diamètre/ Cultures choux/Basalte//

Horizon/de 0 à 15cm/

Frais. 5 YR 2/1. Humide. Noir. Texture limoneuse. Structure massive. A éclats émoussés. Pores peu nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu très dense. Racines fines. Transition graduelle. (De teinte). Régulière.

Horizon/de 15 à 150cm/

Frais. 5 YR 2/2. Brun-rougeâtre foncé. Texture limoneuse. Structure massive. A éclats émoussés. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu.

BAM 9 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE TYPIQUE, MODAL, (FACIES HUMIQUE), SUR BASALTE.

Le 3.2.1971/E 10°02'40"/N 05°55'15"/Altitude 1280m/Paysage faiblement vallonné/Mi-pente 5-10 % - long versant de 300m - pente régulière/maïs/creux de billon/.

Horizon/de 0 à 20cm/un A11//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Fine. Associée. A une structure polyédrique subanguleuse (fine et moyenne). Meuble. Très poreux. Fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition distincte. (De structure). Régulière.

Horizon/de 20 à 40cm/un A12//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Grossière (à très grossière). Cohérent. Fentes. 3MM. Distantes de 5-10CM. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Peu friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition diffuse. Régulière.(De teinte et structure).

Horizon/de 40 à 70cm/un B1//

Frais. 2,5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse (Pseudo-particules. Noyaux argileux, irréguliers, cohérents, à pâte très serrée). Structure peu nette. Polyédrique. Moyenne et grossière. Cohérent. Pores très nombreux. Tubulaires. Très fins. Fentes. 5MM. Distantes de 20cm. Peu friable. Racines. Fines. Transition distincte. Régulière. (De teinte et structure).

Horizon/de 70 à 160cm/un B2//

Frais. 10 R 3/6. Humide. Rouge-sombre. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. (Pseudo-particules). Structure massive. A éclats anguleux. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Non friable. Quelques racines. Fines.

BAM 13 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, TYPIQUE MODAL (FACIES HUMIQUE), SUR BASALTE.

Le 13.2.1971/E 10°00'25"/N 05°49'30"/Altitude 1370m/Bord d'un replat - coulée basaltique/pente 5 %/jachère/.

Horizon/de 0 à 4cm/un A11//

Sec. 2,5 YR 3/2. Humide. Rouge-sombre. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure très nette. Grumeleuse. Fine et très fine. Bouillant. Très poreux. Racines. Fines. Chevelu. Peu fragile. Transition nette. Régulière. (De structure).

Horizon/de 4 à 20cm/un A12//

Sec. 2,5 YR 3/2. Humide. Rouge-sombre. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique subanguleuse. Fine. Meuble. Très poreux. Fragile. Racines. Fines. Chevelu. Transition distincte. Régulière. De couleur.

Horizon/de 20 à 45cm/un B1//

Frais. 2,5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et très fine. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Peu friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition graduelle. Régulière. (De couleur).

Horizon/de 45 à 160cm/un B2//

Frais. 10 R 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines.

BAM 23 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, TYPIQUE, MODAL,
(FACIES HUMIQUE), SUR BASALTE.

Le 12.2.1971/E 10°07'55"/N 05°59'30"/Altitude 1250m/Paysage plan. Vaste plateau basaltique. Pente 0 %/Bosquet humide à Palmacées dominantes/jachère ancienne/.

Horizon/de 0 à 35cm/un A11//

Frais. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique subanguleuse. Fine et très fine. Associée. A une structure grumeleuse (fine). Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Chevelu très dense. Nombreuses racines. Fines et moyennes. Transition graduelle (de teinte). Régulière.

Horizon/de 35 à 70cm/un A12//

Frais. 2,5 YR 3/2. Humide. Rouge-sombre. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine et grossière. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Nombreuses racines. Fines et moyennes. Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 70 à 160cm/un B1//

Frais. 10 R 3/4. Humide. Rouge-sombre. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Associée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Racines. Fines et moyennes.

BAM 17 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, TYPIQUE, MODAL,
SUR GRANITE.

Le 4.2.1971/E 10°06'30"/N 05°57'55"/Paysage vallonné/1/3 inférieur pente - un niveau de rupture de pente concave. 5 %/é 50cm-thalweg/ancienne jachère /granite quartzifère/.

Horizon/de 0 à 30cm/un A1//

Humide. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Texture sablo-limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Très fine et moyenne - Non plastique. Non collant. Meuble. Très poreux. Friable. Nombreuses racines. Fines. Chevelu. Transition graduelle. (De teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 30 à 70cm/un B1//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Quelques taches. 5 YR*3*/3*. Brun-rougeâtre foncé*. Associées aux vides. En traînées verticales. A limites nettes. Contrastées. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-sableuse. A sable grossier. Quartzeux. Structure localisée. Peu nette. Polyédrique. Très fine. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Très friable (fragile quand sec). Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition diffuse (de teinte). Régulière.

Horizon/de 70 à 220cm/un B2//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Apparemment non organique. Texture argilo-sableuse. A sable grossier. Quartzeux. Structure généralisée. Peu nette. Polyédrique. Très fine. Associée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Fines. Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 220cm à 310 ?/un B₃G//(sondage tarière).

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Taches. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. Limites nettes. Contrastées. De granite. Fortement altéré dans la masse. Texture argilo-sableuse. A sable grossier. Quartzeux (grains abondants anguleux).

BAM 21 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, TYPIQUE, MODAL, SUR GRANITE
(ou matériau complexe issu de granite et basalte), FACIES
HYDROMORPHE.

Le 4.2.1971/E 10°10'55"/N 05°59'00"/Altitude 1250m/Paysage faiblement vallonné/mi-pente faible 5 % - versant de 400m donnant sur bas-fond plat, large de 300m/jachère récente/.

Horizon/de 0 à 15cm/un A11//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Très fine. Très poreux. Meuble. Très friable. Chevelu très dense. Racines. Fines. Transition graduelle. Régulière. (De structure).

Horizon/de 15 à 55cm/un A12//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très grossière. Associée. A une structure massive. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Meuble. Très friable. Chevelu. Racines. Fines. Transition nette. (De couleur, texture et structure). Régulière.

Horizon/de 55 à 150cm/un B21//

Frais. 5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. A sable grossier. Quartzueux. (Pseudo-particules). Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Transition diffuse (par taches). Régulière.

Horizon/de 150 à 180cm/un B22 v//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Taches abondantes (d'hydromorphie). Rougeâtres. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. Peu contrastées. A limites peu nettes. Aussi cohérentes. Texture limono-argileuse. A sable grossier. Quartzueux. Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines.

BAM 6 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, TYPIQUE, HYDROMORPHE, SUR COLLUVIONS INDIFFERENCIEES.

Le 3.2.1971/E 10°03'45"/N 05°51'02"/Altitude 1360m/Fond vallée - pente 2 % à 300m de la rivière MAFONGWE/Jachère récente/.

Horizon/de 0 à 5cm/un A11//

Sec. 5 YR 2/1. Humide. Noir. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Très fine. (Associée. A une structure particulière). Boulant. Très poreux. Très fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition nette (de cohésion). Régulière.

Horizon/de 5 à 20cm/un A12//

Sec. 5 YR 2/1. Humide. Noir. Texture limoneuse. Structure peu nette. Grumeleuse. Très fine. Boulant. Très poreux. Très fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition très nette (de texture, structure, cohésion, consistance, surtout quand sec).

Horizon/de 20 à 50-70cm/un B11//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. (Quand sec) fentes. De 1-2CM de largeur. Distantes de 20cm. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition graduelle (par graviers). Ondulée.

Horizon/de 50-70 à 80-90cm/un B12 (u)//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Gravier peu abondants. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Faiblement altéré. Dans la masse. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu. Transition graduelle. Ondulée.

Horizon/de 80-90 à 180cm ?/un B21 v//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Taches. 2,5 YR*3*/6*. Rouge foncé*. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. 1-2CM*. A limites nettes. Peu contrastées. Aussi cohérentes. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu.

BAM 18 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, TYPIQUE, HYDROMORPHE, SUR GRANITE.

Le 4.2.1971/E 10°00'45"/N 05°58'25"/Altitude 1270m/Long "glacis", de plus de 500m, en pente faible, régulière, 5 %/Fond de vallée occupé par sols hydromorphes/maïs/billons suivant courbes de niveau/profil creux de billon/.

Horizon/de 0 à 20cm/un A11//

Frais. 10 YR 3/1. Humide. Gris très foncé. Texture limoneuse. Structure très nette. Grumeleuse. Très fine et fine. Boulant. Très poreux. Très friable. Racines. Fines. Chevelu très dense. Transition nette (de structure). Régulière.

Horizon/de 20 à 40cm/un A12//

Frais. 10 YR 3/1. Humide. Gris très foncé. Texture limoneuse. Structure massive. A éclats anguleux. Pores nombreux. Très fins et moyens. Tubulaires. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition distincte (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 40 à 75cm/un B1C//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Texture limono-argileuse. Structure nette. Polyédrique. Moyenne. Cohérent. Pores très nombreux. Fins et très fins. Tubulaires. Fentes. De 5MM de largeur. Distantes de 20cm. Peu fragile. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition distincte (de teinte, cohésion, consistance). Régulière.

Horizon/de 75 à 130cm/un B21//

Frais. 5 YR 4/6. Humide. Rouge-jaunâtre. Taches. 7,5YR*3*/2*. Associées aux vides. A limites nettes. Contrastées. Apparemment non organique. Texture limono-argileuse. Structure peu

nette. Polyédrique. Grossière. Associée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu peu dense. Transition diffuse (par taches). Régulière.

Horizon/de 130 à 180cm/un B22 v//

Humide. 5 YR 4/6. Humide. Rouge-jaunâtre. Très nombreuses taches (d'hydromorphie). 2,5 YR*4*/6*. Rouge*. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. 1 à 2CM*. A limites nettes. Contrastées. Plus cohérentes. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Grossière. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Peu plastique. Peu collant.

BAM 34 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL,
SUR TRACHYTE.

Le 10.3.1971/E 10°12'00"/N 05°53'05"/Altitude 2140m/Paysage fortement accidenté/1/3 supérieur pente irrégulière sur flanc E massif trachytique - 50 %/forêt dense humide à sous-bois clair/.

Horizon/de 0 à 5cm/un A11//

Frais. 7,5 YR 3/2. Humide. Brun foncé. Matière organique directement décelable (et matière organique non directement décelable. Aspect limoneux). Structure très nette. Généralisée. Polyédrique subanguleuse (Nuciforme). Fine et très fine. (Hétérogénéité de taille). Volume des vides très important entre agrégats. Boulant. Très poreux. Matériau à consistance semi-rigide. Très friable. Chevelu très dense (assurant la cohésion de l'ensemble. Agrégats égrenés le long des radicelles). Nombreuses racines. Fines et moyennes. Dans la masse de l'horizon. Activité très forte. Transition nette (de structure). Régulière.

Horizon/de 5 à 15cm/un A12//

Frais. 7,5 YR 3/2. Humide. Brun foncé. Matière organique non directement décelable. (Aspect limoneux). Structure fragmentaire. Nette. Généralisée. Polyédrique subanguleuse. Très fine. Associée. A une structure grumeleuse. (Fine). Volume des vides assez important entre agrégats. Meuble. Très poreux. Consistance semi-rigide. Très friable. Nombreuses racines. Fines et moyennes. Chevelu. Activité forte. Transition distincte (de structure et graduelle de teinte). Régulière.

Horizon/de 15 à 35cm/un A13//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé-(Aspect limoneux). Matière organique non directement décelable. Structure fragmentaire. Peu nette. Généralisée. Polyédrique. Fine et grossière. A sous. Structure polyédrique subanguleuse.

Fine et très fine-. Volume des vides assez important entre agrégats. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Sans orientation dominante. Matériau à consistance semi-rigide. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition distincte (de teinte). Régulière. (Transition graduelle de structure).

Horizon/de 35 à 65cm/un B1//

Frais. 5 YR 4/4. Humide. Taches. Etendues. 5 YR*3/*3*. Brun-rougeâtre foncé*. Associées aux vides. Irrégulières. Hétérogénéité dans les dimensions. A limites nettes. Contrastées. Moins cohérentes. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-limoneuse. Structure fragmentaire. Peu nette. Généralisée. Polyédrique fine et moyenne. Volume des vides (apparemment) faible entre agrégats. Meuble. Agrégats à pores très nombreux. Tubulaires. Très fins (et vacuolaires moyens). Matériau à consistance semi-rigide. Friable. Racines. Fines. Activité faible. Transition diffuse (de teinte) régulière.

Horizon/de 65 à 140cm/un B21//

Frais. 5 YR 4/7. Humide. Rouge-jaunâtre. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-limoneuse. Structure fragmentaire. Peu nette. Généralisée. Polyédrique. Moyenne et grossière. Volume des vides faible entre agrégats. Meuble (à cohérent). Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Matériau à consistance semi-rigide. Friable (à peu friable). Très peu de graviers. Trachyte. Dur. De forme irrégulière (ferruginisés dans la masse). A arêtes émoussées. Quelques racines. Fines. Transition diffuse (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 140 à 340cm ?/un B22//

Frais. 1,25 YR 3/6. Humide. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. Structure fragmentaire. Nette (assemblage peu net). Généralisée. Polyédrique. Fine et très fine. Volume des vides assez important entre agrégats. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Matériau à consistance semi-rigide. Friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Très peu de graviers (et cailloux). Trachyte. De forme irrégulière. Faiblement altéré. Localement (plus ou moins ferruginisés. A partir de 300cm).

BAM 35 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACILES FAIBLEMENT RAJEUNI, SUR TRACHYTE(HORIZONS CONTRASTES).

Le 10.2.1971/E 10°11'50"/N 05°59'00"/Altitude 2200m/Flanc ouest massif trachyte/Paysage fortement accidenté/localement pente 20 %/Taillis très dense/.

Horizon/de 0 à 12cm/un A11//

Frais. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Fine et moyenne. Meuble. Très poreux. Très friable. Chevelu très dense. Transition distincte (de teinte et structure).

Horizon/de 12 à 25cm/un A12//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très grossière. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu. Racines. Fines. Transition nette (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 25 à 105-120cm/un B2//

Frais. 5 YR 4/6. Humide. Rouge-jaunâtre. Apparemment non organique. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Racines. Fines. Transition distincte. Ondulée.

Horizon/de 105-120cm à 150cm ?/un C1//

Frais. Trachyte. Fortement altéré. Dans la masse. Tendre. Pores nombreux. Tubulaires. Quelques racines. Fines.

BAM 30 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES FAIBLEMENT RAJEUNI ET REMANIE, SUR TRACHYTE, HORIZON GROSSIER DEVELOPPE.

Le 6.2.1971/E 10°09'55"/N 05°00'45"/Altitude 1880m/Paysage vallonné - colline en couple/Mi-pente 40 %/Prairie.

Horizon/de 0 à 17cm/un A1//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Fine. Meuble. Très poreux. Fragile. Chevelu très dense. Nombreuses racines. Fines. Transition distincte (de structure). Régulière.

Horizon/de 17 à 40cm/un B1(u)//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Gravier peu abondants. Quartz. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Faiblement altéré. Localement. Texture limono-peu argileuse. Structure nette. Polyédrique. Fine et très fine. (Très) meuble. Très poreux. Friable. Chevelu. Racines. Fines. Transition graduelle (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 40 à 65cm/un B21(u)//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Gravier peu abondants (idem). Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et très fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition distincte. Régulière (par graviers).

Horizon/de 65 à 110cm/un B22 u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge Foncé. Apparemment non organique. Gravier abondants. Trachyte. (Plus ou moins ferruginisés). Dur. De forme arrondie. Non altéré. (Ou irréguliers, à arêtes émoussées et faiblement altéré localement). Texture argilo-limoneuse. Structure localisée (idem B21). Meuble. Très poreux. Tubulaire et intersticiel. Friable. Quelques racines. Fines. Transition graduelle. Ondulée.

Horizon/de 110 à 180/un B3C//

Frais. 3,75 YR 4/8. Humide. Apparemment non organique. Nombreuses taches. (Trachyte fortement altéré dans la masse. Jaunâtres). Sans relations visibles avec les autres caractères. (Millimétriques). A limites nettes. Peu contrastées. Plus cohérentes. Gravier. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes anguleuses. Faiblement altéré. (Plus ou moins ferruginisés). Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Localisée. Polyédrique. Fine. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines.

BAM 26 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES FAIBLEMENT RAJEUNI ET REMANIE, SUR TRACHYTE, HORIZON GROSSIER PEU DEVELOPPE, SOL BRUN.

Le 19.2.1971/E 10°02'20"/N 05°47'20"/Altitude 1780 m/Sommet - ligne de crête - pente 0 %/jachère/.

Horizon/de 0 à 12cm/un A1//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Fine et très fine. Bouillant. (Cohésion par racines). Très poreux. Peu fragile. Chevelu très dense. Activité très forte. Transition graduelle (de teinte).

Horizon/de 12 à 40cm/un B11,s ,(u)//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Très peu de graviers. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Non altéré. (Localisés). Taches. 5 YR*3*/ 2* Brun-rougeâtre foncé.*

Associées aux vides. A limites peu nettes. Peu contrastées. Texture limono-argileuse. Structure très nette. Polyédrique. Très fine et fine. Très meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu très dense. Quelques racines. Fines. Turicules et cavités. Transition graduelle. Régulière. (De teinte).

Horizon/de 40 à 70cm/un B12s,(u)//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Taches (idem). Très peu de graviers (idem). Texture limono-argileuse. Structure nette. Polyédrique. Fine et très fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu très dense. Quelques racines. Fines. Transition diffuse (de teinte. Distincte et ondulée par graviers).

Horizon/de 70 à 105cm/un B13s,(u)//

Frais. 5 YR 4/4. Humide. Brun-rougeâtre. A matière organique non directement décelable. Graviers (et cailloux. Idem). Texture limono-argileuse. Structure nette. Polyédrique. Fine et très fine. Meuble. Pores très nombreux. Friable. Chevelu très dense. Racines. Fines. Transition distincte (de teinte). Régulière.

Horizon/de 105 à 160cm ?/un B3//

Frais. 3,75 YR 4/6. Humide. Apparemment non organique. Quelques taches. (Trachyte altéré). Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. 2-5MM^x. A limites peu nettes. Peu contrastées. Très peu de graviers. ^{Trachyte.} De forme irrégulière. A arêtes anguleuses. Altéré. Dans la masse. Texture limono-peu argileuse. Structure nette. Polyédrique. Fine et très fine. Très meuble. Friable. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Quelques racines. Fines.

BAM 36 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES FAIBLEMENT RAJEUNI ET REMANIE, SUR TRACHYTE, HORIZON GROSSIER PEU DEVELOPPE, SOL ROUGE.

Le 10.2.1971/E 10°11'15"/N 05°54'55"/Altitude 1900m/Paysage fortement vallonné - longue pente 20 %/Forêt d'Eucalyptus - Taillis Tapis graminéen discontinu/

Horizon/de 0 à 10cm/un A11//

Frais. 5 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et très fine. Meuble. Très friable. Très poreux. Chevelu très dense. Transition distincte (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 10 à 25cm/un A12//

Frais. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure massive. A éclats anguleux. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition nette (de teinte). Régulière.

Horizon/de 25 à 40cm/un B11//

Frais. 5 YR 4/4. Humide. Brun-rougeâtre. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure massive. A éclats anguleux. Très friable (plus que A12). Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Racines. Fines et moyennes. Transition graduelle (de teinte). Régulière.

Horizon/de 40 à 75cm/un B12//

Frais. 5 YR 4/5. Humide. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure massive. A éclats anguleux. Très friable. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Racines. Fines et moyennes. Transition nette (de teinte et graviers). Régulière.

Horizon/de 75 à 120cm/un B2(u)//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. Graviers. Trachyte. (Ferruginisés). Dur. A arêtes émoussées. (0 à 5mm). Très peu de cailloux. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes anguleuses. Non altéré. (Peu ferruginisés). Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Friable. Racines. Fines. Transition diffuse (de teinte, graviers, taches). Régulière.

Horizon/de 120 à 150cm/un B3C//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Taches. (Trachyte fortement altéré dans la masse). Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. A limites peu nettes. Peu contrastées. Graviers peu abondants. Trachyte. Tendre. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Altéré. Dans la masse. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Très friable. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Quelques racines. Fines.

BAM 4 : SOL FERRALLITIQUE, FAIBLEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES
FAIBLEMENT RAJEUNI ET REMANIE, SUR BASALTE, BLOCS DANS TOUT LE
PROFIL, SOL BRUN.

Le 6.2.1971/E 10°09'50"/N 05°48'55"/Altitude 1840m/Paysage
ondulé/Interfluve allongé/Coulée basaltique/1/3 supérieur pente
20 %/Jachère récente/.

Horizon/de 0 à 20cm/un A11//

Sec. 5 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique non directe-
ment décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Gumeleu-
se. Très fine et grossière. Volume des vides très important
entre agrégats. Boulant. (Cohésion par racines). Très poreux.
Fragile (et peu fragile). Nombreuses racines. Chevelu très
dense. Transition distincte (de structure et cohésion). Ré-
gulière.

Horizon/de 20 à 55cm/un A12//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière orga-
nique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure
nette. (Assemblage peu net). Grumeleuse. Très fine. Meuble.
Très poreux. Fragile. Racines. Fines. Chevelu assez dense.
Transition graduelle (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 55 à 140cm/un A13u?//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière or-
ganique non directement décelable. Texture limono-argileuse.
Blocs. Basalte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées.
Faiblement altéré. Localement. (En couches concentriques).
Structure nette. Polyédrique. Fine. A sous-structure polyé-
drique. Très fine-. Meuble. Pores très nombreux. Très fins.
Tubulaires. Friable. Racines. Fines et moyennes. Chevelu.
Transition diffuse (de teinte). Régulière.

Horizon/de 140 à 200cm?/un B3//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière or-
ganique non directement décelable. Taches. Peu étendues. Sans
relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières.
5MM*. A **limites** peu nettes. Peu contrastées. Aussi cohéren-
tes. (De basalte fortement altéré dans la masse). Texture
argilo-limoneuse. Structure nette. Polyédrique. Très fine.
Très meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Fri-
able. Quelques racines. Fines.

BAM 40 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES
FAIBLEMENT RAJEUNI ET REMANIE, SUR BASALTE, BLOCS DANS TOUT
LE PROFIL, SOL ROUGE.

Le 11.3.1971/E 10°10'15"/N 05°46'35"/Altitude 1600m/Paysage
ondulé/Front de coulée basaltique/Rupture de pente 40 %/Friches -
graminées/Actuellement carrière/.

Horizon/de 0 à 15cm/un A11//

Frais. 5 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique non direc-
tement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Grume-
leuse. Très fine. Boulant. Très poreux. Très friable. Chevelu
très dense. Transition nette (de teinte et structure).
Régulière.

Horizon/de 15 à 35cm/un A12//

Frais. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière or-
ganique non directement décelable. Texture limoneuse. Struc-
ture peu nette. Polyédrique subanguleuse. Fine. Friable. Très
poreux. Chevelu très dense. Nombreuses racines. Fines. Tran-
sition distincte (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 35 à 60cm/un A13(u)//

Frais. 2,5 YR 3/2. Humide. Rouge-sombre. A matière organique
non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu
nette. Polyédrique. Grossière et très grossière. A sous.
Structure polyédrique. Fine. Meuble. Pores très nombreux.
Très fins. Tubulaires. Cailloux et blocs peu abondants. Ba-
salte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Non
altéré. Friable. Racines. Fines. Transition diffuse (de tein-
te). Régulière.

Horizon/de 60 à 160cm ?/un B1 u//

Frais. 2,5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière or-
ganique non directement décelable. Taches. Peu étendues. Liées
aux faces des unités structurales (ou associées aux vides).
Irrégulières. A limites peu nettes. Peu contrastées. Cailloux
et blocs abondants (idem). Graviers. Basalte. De forme irré-
gulière (ou aplatie). A arêtes émoussées (et anguleuses). Al-
téré. Dans la masse. (Plus ou moins ferruginisés). Dur. Tex-
ture limono-argileuse. Structure localisée. Peu nette. Polyé-
drique. Fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubu-
laires. Très friable. Nombreuses racines. Fines.

BAM 33 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES
RAJEUNI, SUR TRACHYTE.

Le 10.2.1971/E 10°11'25"/N 05°51'50"/Altitude 2020m/Paysage accidenté. Mi-pente 60 %/Forêt d'Eucalyptus. Tapis graminéen discontinu/

Horizon/de 0 à 13cm/un A1//

Frais. 7,5 YR 3/2. Humide. Brun foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Fine à très fine. Meuble. Très poreux. Friable. Très peu de graviers. Trachyte. (Plus ou moins ferruginisés). Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Chevelu très dense. Nombreuses racines. Fines. Transition graduelle. Ondulée.

Horizon/de 13 à 30-35cm/un B1 Cs//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Taches. Liées aux faces des unités structurales (ou associées aux vides). 5 YR*3*/2*. Brun-rougeâtre foncé*. Irrégulières. (Centimétriques). A limites nettes. (A contraste variable). Aussi (ou moins) cohérentes (que la matrice). Graviers peu abondants (idem). Cailloux. Trachyte. Tendre. De forme irrégulière. Fortement altéré. Dans la masse. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Poreux. Friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Transition distincte. Irrégulière (de teinte).

Horizon/de 30-35 à 70cm/un B₃C interrompu//

Frais. 5 YR 5/6. Humide. Rouge-jaunâtre. Taches. Sans relations visibles avec les autres caractères. (Jaunâtres). Irrégulières. 1CM*. A limites peu nettes. Peu contrastées. Aussi cohérentes. (De trachyte fortement altéré dans la masse). Quelques autres taches. 5 YR**3**/3**. Brun-rougeâtre foncé**. Associées aux vides. A limites nettes. Contrastées. Moins cohérentes. Cailloux abondants. Très peu de blocs. Trachyte. Tendre. Fortement altéré. Dans la masse. De forme irrégulière. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. (Pénétrant les taches et les éléments grossiers). Transition nette. Irrégulière.

Horizon/de 70 à 150cm?/un C2//

Trachyte. Fortement altéré. Dans la masse. Tendre. (Blocs fissurés).

BAM 3 : SOL FERRALLITIQUE, FAIBLEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES RAJEUNI, SUR TRACHYTE (AVEC HYDROMORPHIE).

Le 8.12.1971/E 10°07'20"/N 05°52'15"/Altitude 1600m/Paysage accidenté. Bord de replat - A 75m de pied de falaise. Pente 10 %/jachère récente/creux de billon/.

Horizon/de 0 à 10cm/un A1//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. (A assemblage peu net). Grumeleuse. Fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition nette (de teinte, structure, consistance).

Horizon/de 10 à 40cm/un B1s//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Taches. Peu étendues. 2,5 YR*3*/2*. Rouge sombre*. Liées aux faces des unités structurales. En traînées verticales. A limites peu nettes. Peu contrastées. Hétérogénéité dans les dimensions. Très peu de graviers. Trachyte. (Ferruginisé). Dur. Structure nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable (à peu friable). Racines. Fines. Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 40 à 100cm/un B21 v//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Nombreuses taches. 10 YR* 6*/4*. Brun-rougeâtre clair*. Nombreuses autres taches 10 R** 6**/4**. Rouge-pâle**. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. Hétérogénéité dans les dimensions. A limites peu nettes. Peu contrastées (ou contrastées). Aussi (à légèrement plus) cohérentes (que la matrice). Texture argilo-limoneuse. Structure nette. Assemblage peu net. Polyédrique. Fine et moyenne. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. Transition graduelle. Ondulée. (Par taches).

Horizon/de 100 à 130cm/un B22 V,u//

(Horizon induré). Frais. Très nombreuses taches. 10 R*4*/6*. Rouge*. Nombreuses autres taches. 10 R**6**/4**. Rouge-pâle**. Irrégulières. (Anastomosées). A limites nettes. Contrastées. Hétérogénéité dans les dimensions. Plus cohérentes (que la matrice). (Englobant ou s'organisant autour de) graviers et cailloux très abondants. Trachyte. (Plus ou moins) altéré. Dur. (Plus ou moins ferruginisés dans la masse). Texture argilo-limoneuse. (Terre fine idem précédemment). Structure localisée (artificielle par séparation cailloux - taches). Meuble. Pores peu nombreux. Fins. Tubulaires. Transition graduelle (par taches et cailloux). Régulière.

Horizon/de 130 à 210cm ?/un B3C v//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Taches (idem). A limites peu nettes. Peu contrastées. Aussi cohérentes. Sans relations visibles avec les autres caractères. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Autres taches. (Trachyte. Fortement altéré. Dans la masse. Irrégulières. Plus cohérentes que la matrice). Quelques racines. Fines.

BAM 27 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES RAJEUNI, SUR BASALTE, TYPE 1.

Le 10.2.1971/E 10°05'25"/N 5°44'55"/Altitude 2060m/Paysage accidenté. Mi-pente 60 %/Friche : graminées, fougères. A proximité plantation bananiers et caféiers/.

Horizon/de 0 à 15cm/un A1//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure très nette. Grumeleuse. Très fine et fine. Associée. A une structure polyédrique subanguleuse (fine). Boulant. Très poreux. Très fragile. Chevelu très dense. Nombreuses racines. Fines. Transition graduelle (de teinte et nette par graviers et cailloux).

Horizon/de 15 à 30cm/B1s aléatoire//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique. Moyenne et fine. Assemblage peu net. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et moyens. Tubulaires. Friable. Chevelu. Racines. Fines. Transition distincte (par graviers et cailloux). Ondulée.

Horizon/de 15 à 40cm/un B11Cs aléatoire//

(Idem). Graviers et cailloux. Basalte. Tendre. A arêtes émoussées. Altéré. Dans la masse. (Minéraux reconnaissables. Parfois fissurés). Racines (pénétrant les fissures). Transition diffuse (de teinte). Ondulée.

Horizon/de 30-40 à 55-60cm/un B12C//

Frais. 7,5 YR 4/4. Humide. Brun. A matière organique non directement décelable. Texture limono-peu argileuse. Graviers et cailloux (idem). Structure peu nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Meuble (légère cohésion). Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Transition graduelle (de teinte). Ondulée.

Horizon/de 55-60 à 80-110cm/un C11//

Frais. Apparemment non organique. Gravier et cailloux abondants (idem). Très nombreuses taches. Etendues. (Basalte). Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. A limites peu nettes. Peu contrastées. Aussi (à plus) cohérentes. Texture limoneuse. Structure localisée. Peu nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Associée. A une structure massive. (Faces de débit très contournées). Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Meuble. Friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Dans la masse de l'horizon. Transition diffuse. Ondulée.

Horizon/de 80-110 à 150cm/un C12 - C2//

Basalte. Très fortement altéré. Dans la masse. (Très) tendre. Fissuré). Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Quelques racines. Fines. Dans la masse de l'horizon.

BAM 24 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES RAJEUNI, SUR BASALTE, TYPE 2.

Le 12.2.1971/E 10°03'25"/N 05°45'55"/Altitude 2100m/Paysage fortement ondulé. Sommet de butte/Jachère récente. Billons/.

Horizon/de 0 à 10cm/un A1//

Frais. 5 YR 2/1. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure très nette. Polyédrique subanguleuse. Très fine. Meuble. Très poreux. Friable. Chevelu très dense. Transition nette (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 10 à 30cm/un B11s, c//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique. Moyenne et grossière. A sous. Structure polyédrique Fine -. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Meuble. Peu friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Transition graduelle. Régulière.

Horizon/de 30 à 55-75cm/un B12 (u)//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Moyenne et grossière. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Très peu de graviers et cailloux. Basalte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. (Ferruginisé). Transition distincte. Ondulée.

Horizon/de 55-75 à 90-120cm/un C1//

Frais. 2,5 Y 4/2. Humide. Brun-grisâtre foncé. Apparemment non organique. Gravier et cailloux abondants. Basalte. 5 Y 5/1. Gris). Tendre. De forme irrégulière. Fortement altéré. Dans la masse. Texture limono peu argileuse. Structure peu nette. Localisée. Polyédrique. Fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Transition diffuse. Irrégulière.

Horizon/de 90-120 à 160cm/un C2//

Basalte. Fortement altéré. Dans la masse.

BAM 22 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, MODAL, SUR MATERIAU COMPLEXE, A HORIZON GROSSIER PEU DEVELOPPE.

Le 12.2.1971/E 10°12'05"/N 05°59'45"/Altitude 1260m/Paysage faiblement vallonné. Mi-pente faible 7 %/jachère.

Horizon/de 0 à 25cm/un A1//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Grumeleuse. Fine et très fine. Meuble. Très poreux. Très friable. Chevelu. Nombreuses racines. Fines et moyennes. Transition distincte (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 25 à 60cm/un B1//

Frais. 2,5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et grossière. A sous. Structure polyédrique. Très fine. (Pseudo-particules). Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Nombreuses racines. Fines et moyennes. Transition graduelle (de teinte). Régulière.

Horizon/de 60 à 140cm/un B21//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. (Pseudo-particules). Structure peu nette. Polyédrique. Grossière. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Fines. Transition nette (par graviers). Régulière.

Horizon/de 140 à 160cm/un B22u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Texture argilo-limoneuse. Gravier abondants. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Faiblement altéré. Dans la masse. Structure peu nette. Localisée. Polyédrique. Fine. Meuble. Friable. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Quelques racines. Fines. (Nombreux quartz).

BAM 7 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR TRACHYTE, A HORIZON GROSSIER DEVELOPPE.

Le 3.2.1971/E 10°02'00"/N 05°53'55"/Altitude 1.360m/Paysage faiblement ondulé. 1/3 supérieur pente 5 %/maïs/.

Horizon/de 0 à 15cm/un A11/

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Très fine. Boulant. Très poreux. Très fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition nette (de structure et cohésion). Régulière.

Horizon/de 15 à 30cm/un A12//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Grossière. Meuble. Pores peu nombreux. Très fins. Tubulaires. Peu fragile. Fentes. De 3MM de largeur. Distantes de 5CM. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition nette (par graviers, graduelle de teinte). Régulière.

Horizon/de 30 à 50cm/un B1u//

Frais. 2,5 YR 3/2. Humide. Rouge sombre. A matière organique non directement décelable. Graviers très abondants. Trachyte. Dur. De forme irrégulière (et aplatie). A arêtes anguleuses. Faiblement altéré. Localement. Boulant. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. (Et intersticiels). Racines. Fines. Chevelu. Transition diffuse (de teinte). Régulière.

Horizon/de 50 à 130-160cm/un B2u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Graviers très abondants (idem). Très peu de cailloux Basalte. Non altéré. A arêtes émoussées. Taches peu étendues. 2,5 YR*3*/2*. Rouge sombre*. Associées aux vides. En traînées verticales. Irrégulières. Contrastées. A limites nettes. Texture argilo-limoneuse. Meuble. Pores très nombreux. Tubulaires et intersticiels. Transition diffuse. Ondulée.

Horizon/de 130-160 à 200cm?/un BC(u)//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Très peu de graviers (idem). Cailloux. Trachyte. Tendre. De forme irrégulière. Altéré. Dans la masse. A arêtes anguleuses (ou émoussées). Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Meuble. Pores très nombreux. Tubulaires. Très fins et fins. Friable. Chevelu. Quelques racines. Fines.

BAM 39 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR TRACHYTE, SOL A HORIZON GROSSIER FEU DEVELOPPE.

Le 10.2.1971/E 10°10'30"/N 05°56'00"/Altitude 1620m/Paysage ondulé sur gradin du massif trachytique. Mi-pente 5 %/Jachère/.

Horizon/de 0 à 15cm/un A1//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Fine. Meuble. Très poreux. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition distincte (de teinte et graviers). Régulière.

Horizon/de 15 à 40cm/un B1(u),s//

Frais. 3,75 YR 3/4. Humide. Texture limono-argileuse. Graviers. Très peu de cailloux. Trachyte. (Ferruginisé). Dur. A arêtes émoussées. Structure nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Poreux. Friable. Racines. Fines. Transition distincte (de teinte et graviers). Ondulée.

Horizon/de 40 à 110cm/un B2//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et grossière. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. Transition diffuse (de teinte). Irrégulière.

Horizon/de 110 à 180cm/un C1//

Frais. 10 R 4/2. Humide. Rouge terne. (Et 5 YR 4/6. Humide. Rouge-jaunâtre. Non uniforme - par plages). Nombreuses taches (violacées). Etendues. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. A limites peu nettes. Peu contrastées. Cailloux peu abondants. Trachyte. Fortement altéré. Dans la masse. (Minéraux blanchâtres. Altérés. Dans la masse). Texture limoneuse. Structure peu nette. Localisée. Polyédrique. Moyenne et grossière. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. Transition diffuse. Irrégulière.

Horizon/de 180 à 200cm?/un C2//

Trachyte. Fortement altéré. Dans la masse.

BAM 16 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR BASALTE, A HORIZON GROSSIER DEVELOPPE, TYPE 1.

Le 4.2.1971/E 10°02'20"/N 05°57'05"/Altitude 1320m/Paysage faiblement vallonné. Sommet colline évasée - pente 2 %/Prairie/

Horizon/de 0 et 12cm/un A11//

Frais. 7,5 YR 3/2. Humide. Brun foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Meuble. Pores peu nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Chevelu très dense. Transition distincte (de teinte). Régulière.

Horizon/de 12 à 35cm/un A12//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et très fine. Pores nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Meuble. Friable. Chevelu. Quelques racines. Fines. Transition graduelle (de teinte). Régulière.

Horizon/de 35 à 60cm/un B1(u)//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-peu argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Meuble. Gravier peu abondants. Très peu de cailloux. Basalte. Dur. De forme arrondie (et irrégulière). A arêtes émoussées. (Ferruginisé). Non altéré. Friable. Chevelu. Transition graduelle (de teinte, distincte par graviers). Régulière.

Horizon/de 60 à 120cm/un B2 u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Gravier abondants. Trachyte et basalte. (Ferruginisés en surface). Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Peu altéré. Dans la masse. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et moyens. Tubulaires et interstitiels. Friable. Chevelu dense. Transition nette. Interrompte.

Horizon/de 120 à 150cm?/un C//

Cailloux très abondants. Basalte. Tendre. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Fortement altéré. Dans la masse.

BAM 44 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR BASALTE, HORIZON GROSSIER DEVELOPPE, TYPE 2.

E 10°02'05"/N 05°59'55"/Altitude 1280m/Paysage ondulé - Colline haute (cône volcanique ?)/Bord de coulée. 1/3 inférieur - pente 60 %/Blocs basaltiques en surface/Savane arbustive/érosion déchaussante/.

Horizon/de 0 à 15cm/un A1 u//

Frais. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Gravier abondants. Basalte

et trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Non altéré. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Fine et très fine. Très poreux. Très friable. Chevelu très dense. Racines. Fines et moyennes. Transition distincte (de teinte). Régulière.

Horizon/de 15 à 55cm/un B11u//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Graviers très abondants. Basalte et trachyte. Blocs et cailloux peu abondants. Basalte Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Peu altéré. Localement. Texture limono-argileuse. Poreux. Tubulaire et intersticielle. Meuble. Chevelu très dense. Racines. Fines à moyennes. Transition graduelle (de teinte). Régulière.

Horizon/de 55 à 130cm?/un B12 u//

Frais. 3,75 YR 4/4. Humide. A matière organique non directement décelable. Graviers abondants. Trachyte et basalte. Cailloux et blocs peu abondants. Basalte(idem). Texture argilo-limoneuse. Structure localisée. Peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Très poreux. Tubulaire et intersticielle. Très friable. Chevelu. Racines. Fines.

BAM 45 : SOLS FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI SUR
MATERIAU COMPLEXE, A HORIZON GROSSIER DEVELOPPE, TYPE 3,
EXEMPLE 1.

E 10°02'20"/N 05°54'20"/Altitude 1320m/Paysage faiblement ondulé/1/3 supérieur pente 5 %/jachère récente/.

Horizon/de 0 à 10cm/un A11//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Très fine. Boulant. Très poreux. Très friable. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition nette (de structure et cohésion). Régulière.

Horizon/de 10 à 20cm/un A12//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Texture limoneuse. Structure fragmentaire. Nette. Polyédrique subanguleuse. Grossière. Meuble. Pores peu nombreux. Peu fragile. Fentes. De 3MM de largeur. Distantes de 20cm. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition nette (par graviers, graduelle de teinte). Régulière.

Horizon/de 20 à 50-70cm/un B1 u//

Sec. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse.

Graviers et cailloux abondants. Trachyte. Dur. De forme arrondie. Non altéré. Boulant. Très poreux. Racines. Fines. Chevelu. Transition distincte (par graviers). Ondulée.

Horizon/de 50-70 à 85cm/un B21 u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Texture argilo-limoneuse. Graviers très abondants. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes anguleuses (et émoussées). Faiblement altéré. Localement. Massif. Poreux. Racines. Fines. Chevelu. Transition nette. Régulière.

Horizon/de 85 à 100cm/un B22 u//

Blocs abondants. (Presque jointifs). Basalte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes anguleuses. Faiblement altéré. Localement.

Horizon/de 100 à 120cm/un B23 u//

(Idem B21 u). 2,5 YR 3/6. Massif. Poreux. Quelques racines. Fines. Transition nette (par dalle trachytique continue).

Horizon/de 120 à 140cm?/un CR//

Trachyte. Faiblement altéré. Dans la masse. Dur(et tendre).

BAM 8 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR
BASALTE, SOL A HORIZON GROSSIER DEVELOPPE, TYPE 3, EXEMPLE 2.

Le 3.2.1971/E 10°02'30"/N 05°54'45"/Altitude 1320m/Paysage ondulé. 1/3 inférieur pente 10 %. A 30m d'une coulée basaltique prismatique/Jachère/.

Horizon/de 0 à 20cm/un A11//

Sec. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Fine et moyenne. Meuble. Très poreux. Fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition graduelle (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 20 à 30-40cm/un A12//

Sec. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Texture limoneuse. Structure très nette. Polyédrique. Grossière et très grossière. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Peu fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition nette. Ondulée (de structure et par graviers).

Horizon/de 30-40 à 120cm/un B1 u//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Gravieres abondants. Trachyte. Dur. De forme irrégulière (et aplatie). A arêtes anguleuses. Faiblement altéré. Localement. Cailloux et blocs. Basalte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes anguleuses. Non altéré. Très peu de graviers. Trachyte. De forme arrondie. Dur. Non altéré. Boulant. Très poreux. Tubulaire et intersticielle. Racines. Fines. Chevelu très dense. Transition graduelle (de teinte et par graviers). Régulière.

Horizon/de 120 à 160cm?/un B2 u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Texture argileuse. Gravieres très abondants. Trachyte. De forme irrégulière. A arêtes anguleuses. Faiblement altéré. (Et de forme arrondie. Non altéré. Très dur. Sables grossiers et graviers abondants. Quartz. De forme irrégulière. Pores très nombreux. Intersticiels. Racines. Fines. Chevelu.

BAM 46 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR BASALTE, A HORIZON GROSSIER DEVELOPPE, TYPE 4.

E 10°02'05"/N 05°52'20"/Altitude 1350m/Paysage faiblement ondulé. Mi-pente 2 %/Ananas/.

Horizon/de 0 à 20cm/un A1//

Sec. 5 YR 2/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Très fine. Très poreux. Boulant. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition distincte (de teinte, structure, cohésion). Régulière.

Horizon/de 20 à 40cm/un B1//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Moyenne et grossière. Meuble. Tubes très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition nette (par graviers). Ondulée.

Horizon/de 40 à 120-160cm/un B2u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge sombre. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. Gravieres très abondants. Basalte. Dur. (Ferruginisé). De forme irrégulière (et aplatie). Altéré. Gravieres peu abondants. Trachyte. Dur. Non altéré. De forme arrondie. Très peu de graviers. Quartz. Très peu de cailloux. Basalte. Non altéré. Pores très nombreux. Tubulaires et intersticiels. Meuble. Quelques racines. Fines. Transition nette.

Horizon/de 120-160 à 170cm?/un CR//

Blocs. Basalte. Non altéré (ou faiblement altéré localement).
Dur. De forme irrégulière. A arêtes anguleuses.

BAM 42 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR
BASALTE, BLOCS DANS TOUT LE PROFIL.

Le 12.3.1971/E 10°02'10"/N 05°57'00"/Altitude 1320m/Paysage
faiblement ondulé/. 1/3 supérieur pente 10 %/Savane/carrière//.

Horizon/de 0 à 30cm/un A1//

Frais. 5 YR 2/2. Humide. A matière organique non directement
décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique
subanguleuse. Moyenne. Meuble. Pores très nombreux. Très
fins. Tubulaires. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition
distincte. Régulière.

Horizon/de 30 à 80cm/un B1 u//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. A matière organique non directement
décelable. Texture limoneuse. Gravier abondants. Basalte.
Dur. A arêtes émoussées (ou anguleuses). De forme irrégulière.
Altéré. Dans la masse. (Ferruginisé). Cailloux et blocs.
Basalte. A arêtes émoussées. Faiblement altéré. Localement.
Poreux. Tubulaire et interstitiel. Structure localisée. Polyédrique.
Fine. Meuble. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition
diffuse (de teinte). Régulière.

Horizon/de 80 à 190cm/un B2 u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Apparemment non organique. Texture
argilo-limoneuse. Gravier abondants. Cailloux et blocs (idem).
Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 190 à 230cm/un BC //

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Texture argilo-limoneuse. Structure
localisée. Peu nette. Polyédrique. Fine. Meuble. Friable.
Cailloux et blocs. Basalte. De forme irrégulière. A arêtes
anguleuses. Altéré. Dans la masse (ou fortement altéré localement
altération concentrique). Pores très nombreux. Très
fins. Tubulaires. Quelques racines. Fines. Chevelu.

BAM 10 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, (REMANIE), RAJEUNI,
SUR GRANITE QUARTZIFERE.

Le 3.2.1971/E 10°05'30"/N 05°55'40"/Altitude 1300m/Paysage
ondulé/ 1/3 supérieur pente 20 %/Jachère/granite à grains gros-
siers/.

Horizon/de 0 à 25cm/un A11//

Sec. 5 YR 2/2. Frais. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Fine. Meuble. Très poreux. Très peu de graviers. Quartz. A arêtes anguleuses. Fragile. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition graduelle. Régulière.

Horizon/de 25 à 40cm/un A12(u)//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. Texture sablo-limoneuse. A sable grossier. Quartzeux. Structure peu nette. Polyédrique subanguleuse. Moyenne. Meublé. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Très peu de graviers. Quartz. (Anguleux). Très peu de graviers et cailloux. Granite. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Altéré. Dans la masse. (Feldspaths peu abondants. Altérés dans la masse). Friable. Transition distincte. Régulière.

Horizon/de 40 à 80cm/un B2Cu//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Texture sablo-argileuse. A sable grossier. Quartzeux. Structure massive. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Taches peu étendues. 5 YR*3*/2*. Brun-rougeâtre foncé*. Associées aux vides. Irrégulières. Hétérogénéité dans les dimensions. A limites nettes. Contrastées. Moins cohérentes. Cailloux. Granite. (Idem). Très peu de graviers. Quartz. (Feldspaths et micas). Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 80 à 140cm/un B3C//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Texture sablo-argileuse. Structure massive. Friable. Pores très nombreux. Cailloux et blocs. Granite. Transition nette. Interrompue.

Horizon/de 140 à 160cm/un C//

Granite. Fortement altéré. Dans la masse. Tendre.

BAM 47 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR GRANITE, A HORIZON GROSSIER DEVELOPPE.

E 10°04'30"/N 05°48'15"/Altitude 1260cm/Paysage faiblement ondulé. Sommet colline basse. Culture/.

Horizon/de 0 à 25cm/un A11//

Frais. 7,5 YR 4/2. Humide. Brun foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure très nette. Polyédrique subanguleuse. Fine. Associée. A une structure grumeleuse (très fine). Boulant. (Cohésion par chevelu

très dense. Très poreux. Très friable. Nombreuses racines. Fines. Transition distincte (de teinte). Régulière.

Horizon/de 25 à 50cm/un A12//

Frais. 5 YR 3/3. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure nette. Polyédrique fine. A sous. Structure polyédrique. Très fine. Meuble. Gravier (2-5mm). Quartz (bipyramidal). Pores nombreux. Tubulaires. Très fins et fins. Très friable. Chevelu. Racines. Fines. Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 50 à 75cm/un B11//

Frais. 2,5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-sableuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Très friable. Transition distincte. Régulière.

Horizon/de 75 à 90cm/un B12u//

Frais. 2,5 YR 3/4. Idem. Gravier abondants. Cailloux. Trachyte. Dur. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Faiblement altéré. Localement. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires et intersticiels. Meuble. Très peu de cailloux. Granite. Faiblement altéré. Dans la masse. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 90 à 140cm/un B2u//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Apparemment non organique. Texture argilo-sableuse. A sable grossier. Quartz. Gravier peu abondants. Quartz (bipyramidal). Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Très friable. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Quelques racines. Fines. Transition diffuse.

Horizon/de 140 à 170 cm/un B₃C//

Frais. 2,5 YR 4/8. Humide. Rouge. Taches. (Granite. Fortement altéré dans la masse). 1-2cm. Plus cohérentes. Irrégulières. Sans relations visibles avec les autres caractères. Très peu de graviers. Granite. Dur. Altéré. Texture argilo-limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires.

BAM 11b : SOL FERRALLITIQUE, FAIBLEMENT DESATURE, REMANIE, PENEVOLUE,
MODAL, SUR GRANITE A 2 MICAS, TYPE 1.

Le 10.12.1971/ E 10°07'00"/N 05°55'35"/Altitude 1230m/Paysage ondulé. Mi-pente 5 %/jachère/.

Horizon/de 0 à 25cm/un A11//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-limoneuse. Structure nette. (Assemblage peu net). Polyédrique subanguleuse. Fine. Associées. A une structure grumeleuse. (Très)meuble. Très poreux. Très friable. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition distincte (de structure et cohésion). Régulière.

Horizon/de 25 à 45cm/un A12s, c//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Texture argilo-limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Grossière. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Peu friable. Racines. Fines. Chevelu très dense. Transition distincte (de teinte et structure). Régulière.

Horizon/de 45 à 120cm/un B1s, c/

Frais. 2,5 YR 4/2. Humide. Rouge terne. Nombreuses taches. 5 YR*3*/3*. Brun-rougeâtre foncé*. Étendues. Liées aux faces des unités structurales. En traînées verticales. Irrégulières. A limites nettes. Contrastées. Autres taches. 2,5 YR**3**/3**. Associées aux vides. Texture argilo-limoneuse. Structure nette. (Assemblage très net). Polyédrique. Moyenne et grossière. Meuble. Pores très nombreux. Très fins à moyens. Tubulaires. Non friable. Racines. Entre les agrégats. Chevelu (pénétrant les agrégats). Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 120 à 170cm/un B2s(u)//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Apparemment non organique. Taches (idem). Liées aux faces des unités structurales. (Et). Associées aux vides. (Moins) étendues. Texture argilo-limoneuse. Structure nette. Polyédrique. Fine et moyenne. Meuble. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires. Friable. Racines. Fines. Cailloux peu abondants. Granite. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Dur. Non altéré. Et quartz (idem). Transition diffuse (par taches). Régulière.

Horizon/de 170 à 200cm?/un B3C//

(Idem). Taches. Irrégulières. 5-10cm. Granite. Fortement altéré. Dans la masse. Friable. Quartz. (Feldspaths).

BAM 11 : SOL FERRALLITIQUE, FAIBLEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR GRANITE A 2 MICAS, TYPE 2.

Le 3.2.1971/E 10°02'00"/N 05°55'45"/Altitude 1225m/A 50m

BAM 11b/Mais/.

Horizon/de 0 à 10cm/un A1//

Frais. 5 YR 3/2. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière or-

ganique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique subanguleuse. Moyenne. Meuble. Tubes très nombreux. Très fins et fins. Fragile. Racines. Fines. Chevelu. Transition nette (de teinte, structure et consistance). Régulière.

Horizon/de 10 à 35cm/un B1s,c//

Frais. 2,5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Taches abondantes. 5 YR* 3*/4*. Étendues. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. Peu contrastées. A limites peu nettes. Aussi cohérentes. Structure nette. Polyédrique. Grossière. Cohérentes. Structure nette. Polyédrique. Grossière. Cohérent. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Non friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition graduelle (par graviers, diffuses de teinte). Régulière.

Horizon/de 35 à 90cm B2c,u//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Taches. 5 YR*3*/4*. Peu étendues. Associées aux vides. Contrastées. A limites nettes. Moins cohérentes. Texture limoneuse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine et très fine. Pores très nombreux. Très fins. Peu friable. Graviers. Granite. Tendre. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Altéré. Dans la masse. Très peu de graviers. Quartz. A arêtes anguleuses. Très peu de graviers. Trachyte. Dur. De forme arrondie. Non altéré. Très peu de cailloux. Basalte. De forme aplatie. A arêtes émoussées. Altéré. Localement. (Paillettes de mica blanc). Quelques racines. Fines. Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 90 à 160cm/un B3G//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Taches (idem). Autres taches (Peu étendues. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. A limites peu nettes. Contrastées. Moins cohérentes. De granite fortement altéré dans la masse). Texture limoneuse. (Paillettes abondantes de mica). Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Juxtaposée. A une structure massive (A éclats anguleux). Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Friable. Quelques racines. Fines.

BAM 14 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR GRANITE A 2 MICAS, TYPE 3.

E 10°07'50"/N 05°57'25"/Altitude 1220m/Paysage faiblement ondulé. Mi-pente 10 %/Jachère. Billon. Couverture graminéenne/.

Horizon/de 0 à 25cm/un A1//

Humide. 7,5 YR 3/2. Humide. Brun foncé. Texture limoneuse. Structure nette. Grumeleuse. Très fine. Boulant. Très poreux. Très friable. Chevelu très dense. Racines. Fines. Transition distincte (de teinte, consistance et chevelu). Régulière.

Horizon/de 25 à 60cm/un B21c//

Frais. 2,5 YR 3/6. Humide. Rouge foncé. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. A sable grossier. Quartzeux. Taches. Etendues. 5 YR*3*/4*. Brun-rougeâtre foncé*. Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. Peu contrastées. A limites peu nettes. Gravieres peu abondants. Quartz. A arêtes anguleuses. Structure peu nette. Polyédrique. Grossière. Cohérent. Pores peu nombreux. Très fins. Tubulaires. Non friable. Quelques racines. Fines. Transition graduelle (de teinte). Ondulée.

Horizon/de 60 à 95cm/un B22s//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Apparemment non organique. Texture argilo-limoneuse. A sable grossier. Quartzeux. (Très peu de paillettes de mica). Structure nette. Polyédrique. Très fine et fine. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition nette (par graviers). Régulière.

Horizon/de 95 à 125cm/un B₃ s//

Frais. (Idem). Gravieres (et) cailloux peu abondants. Granite. De forme irrégulière. Dur. A arêtes émoussées. Altéré. Dans la masse. Gravieres peu abondants. Quartz. A arêtes émoussées (et anguleuses). Meuble. Quelques racines. Fines. Transition graduelle. Ondulée.

Horizon/de 125 à 170cm/un B₃C//

Frais. 2,5 YR 4/8. Humide. Rouge. Texture limono peu argileuse. (Nombreuses paillettes de mica blanc). Très peu de graviers. Granite. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Dur. Altéré. Dans la masse. Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Meuble. Pores nombreux. Très fins. Tubulaires. Friable. Pas de racines.

BAM 48 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, REMANIE, RAJEUNI, SUR GRANITE A 2 MICAS, TYPE 2.

E 10°09'30"/N 05°57'55"/Altitude 1220m/Paysage faiblement ondulé. Mi-pente. Colline haute. 30 %/Jachère/

Horizon/de 0 à 20cm/un A1//

Frais. 5 YR 3/4. Humide. Brun-rougeâtre foncé. A matière organique non directement décelable. Texture sablo-argileuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Fine. Meuble. Très poreux. Friable. Nombreuses racines. Fines. Chevelu très dense. Transition graduelle. Régulière.

Horizon/de 20 à 60cm/un B1 u//

Frais. 3,75 YR 4/4. Humide. A matière organique non directement décelable. Texture sablo-argileuse. Graviers. Quartz. Et granite. Altéré. Dans la masse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Pores très nombreux. Très fins. Tubulaires. Transition diffuse (de teinte et graviers). Régulière.

Horizon/de 60 à 90-110cm/un B2(u)//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Rouge. Apparemment non organique. Texture argilo-limono-sableuse. A sable grossier. Quartz. Très peu de graviers (idem). Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Meuble. Friable. Tubes très nombreux. Très fins. (Paillettes de mica blanc). Transition diffuse. Ondulée.

Horizon/de 90-110 à 140-160cm/un B₃C//

Frais. 2,5 YR 4/6. Humide. Texture limono-sableuse. Cailloux. Granite. Très fortement altéré. Dans la masse. Très tendre. Structure peu nette. Polyédrique. Fine. Juxtaposée. A une structure massive. Meuble. Très friable. Taches. (Granite. Très fortement altéré dans la masse). Irrégulières. Contrastées. A limites peu nettes. Aussi cohérentes. (Paillettes de micas). Transition graduelle. Irrégulière.

Horizon/de 140-160 à 180cm/un C//

Granite (très micassé). Tendre. Fortement altéré. Dans la masse.

BAM 37 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, RAJEUNI, AVEC EROSION ET REMANIEMENT, SUR TRACHYTE (ou matériau complexe trachyte + granite).

E 10°14'35"/N 05°48'15"/Altitude 1560m/Paysage accidenté.

Zone fortement colluvionnée. Colline de bas de pente. 1/3 supérieur pente 20 %/Quelques blocs trachytiques en surface (éboulis)/Prairie/.

Horizon/de 0 à 20cm/un A1//

Frais. 10 YR 3/3. Humide. Brun foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Fine. Associée. A une structure grumeleuse (fine). Boulant. (Cohésion par) chevelu très dense. Très poreux. Friable. Transition distincte (de teinte). Régulière.

Horizon/de 20 à 60cm/un B1u//

Frais. 7,5 YR 4/4. Humide. A matière organique non directement décelable. Texture limono-argileuse. Structure nette. Polyédrique. Très fine. Meuble. Très poreux. Très friable. Gravier peu abondants. De forme irrégulière. Trachyte. Dur. (Plus ou moins ferruginisé). A arêtes émoussées. (Et très peu de graviers. Trachyte. Altéré dans la masse. A arêtes anguleuses. Quartz anguleux. Micas). Transition graduelle (par taches et graviers). Régulière.

Horizon/de 60 à 110cm/un BC//

Frais. 7,5 YR 5/4. Humide. Brun. Texture limono-argileuse. Structure peu nette. Polyédrique. Très fine à fine. Friable. Meuble. Gravier peu abondants. Trachyte. Tendre. Altéré. Dans la masse. Taches. Sans relations visibles avec les autres caractères. A limites peu nettes. Peu contrastées. (De trachyte. Très fortement altéré dans la masse. Quartz). Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 110 à 150-180cm/un C1//

Taches très abondantes. (Idem). Gravier et cailloux. Trachyte. Tendre. Fortement altéré. Dans la masse. (Nombreux micas). Transition diffuse. Irrégulière.

Horizon/de 150-180cm à 250cm ?/un C2//

Trachyte. Fortement altéré. Dans la masse.

BAM 5 : SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT DESATURE, RAJEUNI, SUR GRANITE, BLOCS DANS TOUT LE PROFIL ET EN SURFACE.

E 10°07'45"/N 05°52'20"/Altitude 1660m/Paysage accidenté.

Colline granitique haute au pied falaise trachytique. Près sommet. Pente 10 % Bosquet d'Eucalyptus/granite quartzifère à gros grains/.

Horizon/de 0 à 15cm/un A11//

Frais. 10 YR 3/2. Humide. Brun-grisâtre très foncé. A matière organique non directement décelable. Texture sableuse. A sable grossier. Quartzeux. Structure massive. Pores très nombreux. Très fins et fins. Tubulaires et intersticiels. Friable. Racines. Fines. Chevelu. Transition graduelle. Régulière.

Horizon/de 15 à 50cm/un A12u//

Frais. 7,5 YR 3/2. Humide. Brun foncé. Texture sablo peu argileuse. A sable grossier quartzeux. Gravier abondants. (2-5mm). Quartz. A arêtes anguleuses. Gravier peu abondants. Trachyte. De forme irrégulière (et arrondie). Dur. Non altéré. Très peu de cailloux. Granite. Faiblement altéré. Dans la masse. Structure massive. Pores très nombreux. Très fins et fins. Friable. Quelques racines. Fines. Chevelu. Transition diffuse. Régulière.

Horizon/de 50 à 90-110cm/un B₃C//

Frais. 7,5 YR 4/4. Humide. Texture sablo-argileuse à argilo-sableuse. A sable grossier. Quartzueux. (Feldspaths peu abondants. Tendres. Irréguliers. Altérés dans la masse). Cailloux et très peu de blocs. Granite. Tendre. De forme irrégulière. Fortement altéré. Dans la masse. (Structuré et minéraux reconnaissables). Structure localisée. Peu nette. Polyédrique subanguleuse. Fine et moyenne. Juxtaposée. A une structure massive. Pores très nombreux. Très fins et fins. Friable. Quelques racines. Fines. Transition nette. Interrompue.

Horizon/de 90-110 à 170cm/un C//

Granite. Fortement altéré. Dans la masse. (Perte de cohésion. Blocs fissurés).

BAM 19 : SOL HYDROMORPHE, MOYENNEMENT ORGANIQUE, HUMIQUE A GLEY,
A ANMOOR ACIDE, SUR COLLUVIONS ET ALLUVIONS.

E 10°00'55"/N 05°58'20"/Altitude 1240m/Vallée large. Bas-fond plat. A 20cm de la rivière/Prairie hydrophile/.

Horizon/de 0 à 7cm/un A11//

Humide. 10 YR 3/1. Humide. Gris très foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure nette. Polyédrique subanguleuse. Très fine. Poreux. Non plastique. Non collant. Transition nette (de structure et par taches). Régulière.

Horizon/de 7 à 20cm/un A12(u)g//

Frais. 10 YR 3/2. Humide. Brun-grisâtre très foncé. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure massive. Pores peu nombreux. Tubulaires. Fins. Très friable. Gravier. Granite et quartz. Dur. De forme arrondie. Non altéré. Très peu de cailloux. Granite. De forme irrégulière. A arêtes émoussées. Non altéré. Et basalte. De forme aplatie. Taches. Peu étendues. (Rougeâtres). Peu contrastées. Irrégulières. A limites peu nettes. Sans relations visibles avec les autres caractères. Aussi cohérentes. Chevelu dense. Transition nette. Régulière.

Horizon/de 20 à 50cm/un A13//

Humide. 10 YR 2/1. Humide. Noir. A matière organique non directement décelable. Texture limoneuse. Structure massive. Pores très nombreux. Tubulaires. Très fins. Non plastique. Non collant. Chevelu. Transition distincte. Régulière.

Horizon/de 50 à 80cm/un CG ox//

Humide. 10 YR 3/3. Humide. Brun foncé. A matière organique non directement décelable. Texture argilo-limoneuse. Taches. (Rouilles). Sans relations visibles avec les autres caractères. Irrégulières. Peu contrastées. A limites peu nettes. Structure massive. Pores très nombreux. Tubulaires. Très fins et fins. Plastique. Collant. Quelques racines. Fines. (Paillettes de mica). Transition distincte (de teinte). Régulière.

Horizon/de 80 à 140cm?/un CG red//

Très humide. 10 YR 5/2. Brun-grisâtre foncé. Texture argilo-limoneuse. Structure massive. Quelques taches. 5 YR*4*/4*. Associées aux vides. Très contrastées. A limites très nettes. Plastique. Collant. (Paillettes de mica. Nappe à 110cm).

A N N E X E 2

FICHES ANALYTIQUES

SOL FERRALLITIQUE, FORTEMENT-DESATURE, HUMIFERE, MODAL, FACIES FAIBLEMENT RAJEUNI ET REMANIE, SUR TRACHYTE, HORIZON GROSSIER PEU DEVELOPPE, SOL BRUN.

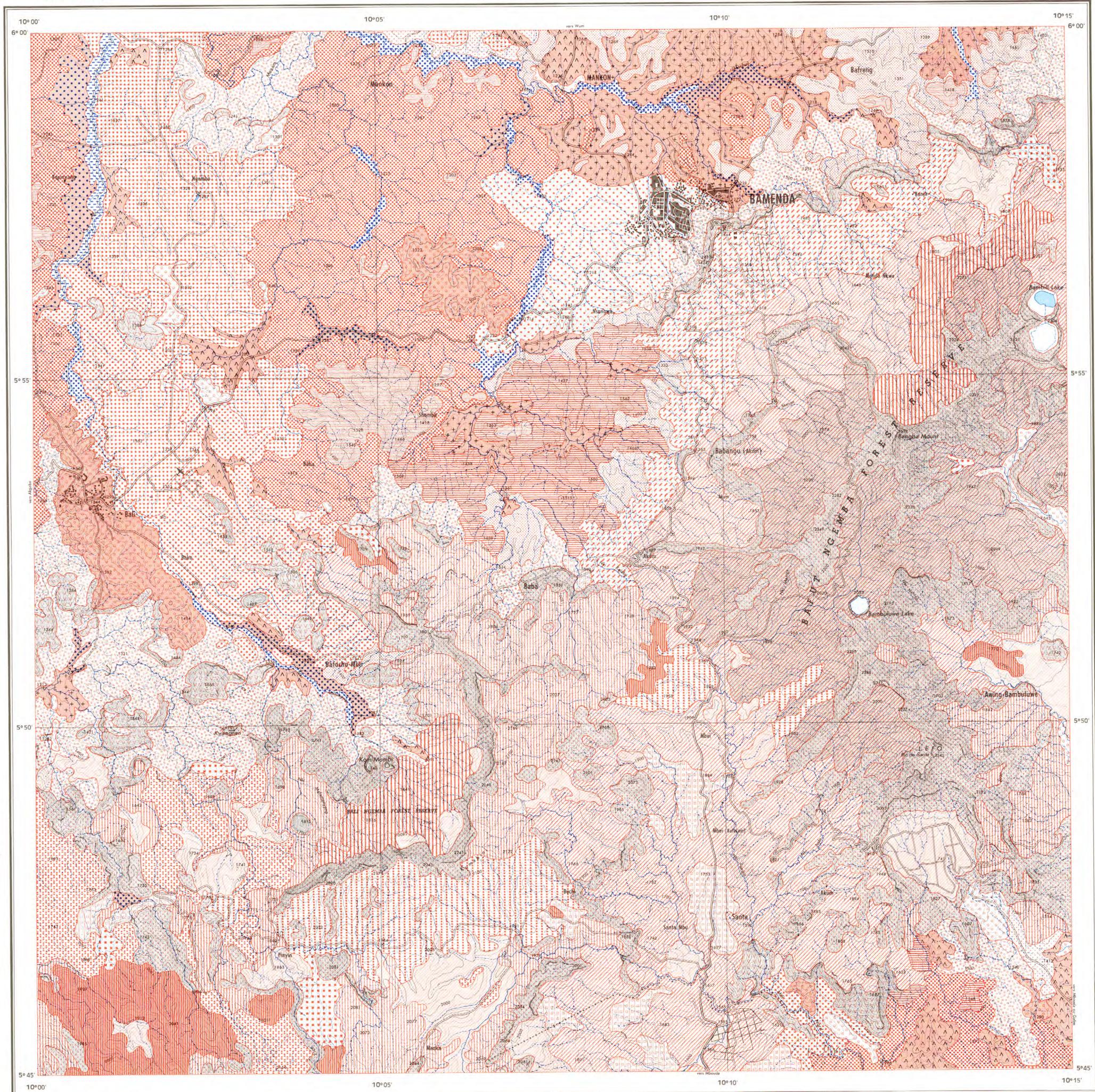
		A1	B1 1 su	B12(u)	B1 3e(u)	B3		
Numero du sac		261	262	263	264	265		
Profondeur minimale en cm		00	15	50	80	150		
Profondeur maximale en cm		10	25	60	90	160		
H. à 105°C.		10.1	10.9	9.7	5.5	4.8		
Granulométrie en 10 ⁻³	Refus	1.9	0.1	6.8	67.8	6.7		
	Carbonate de calcium							
	Argile 0 à 2 µ	42.2	43.6	51.5	51.4	48.2		
	Limon fin 2 à 20 µ	30.9	28.5	24.6	12.9	20.7		
	Limon grossier 20 à 50 µ	4.6	5.2	4.8	4.2	5.1		
	Sable fin 50 à 200 µ	10.5	13.2	7.5	6.2	4.5		
	Sable grossier 200 µ à 2 mm	6.8	5.6	7.0	40.8	20.2		
	Matières organiques							
Carbone 10 ⁻³		72.4	51.7	28.0	12.9	7.3		
Azote 10 ⁻³		3.9	2.8	1.5	0.7	0.5		
Mat. org. en 10 ⁻³		124.8	89.1	48.3	22.2	12.7		
C/N		18.5	18.3	18.3	18.1	16.3		
Acides humiques 10 ⁻³		9.5	7.5					
Acides humiques bruns 10 ⁻³								
Acides humiques gris 10 ⁻³								
Acides fulviques 10 ⁻³		12.6	10.0					
Taux C. humifié %		30.5	38.9					
Ac. fulv./Ac. hum.		1.3	1.3					
Acidité	pH eau 1/2,5	5.5	5.7	5.7	5.4	5.3		
	pH chlorure de potassium	5.2	5.2	5.1	5.4	5.1		
Cations échangeables en mé	Calcium Ca ⁺⁺	1.30	1.10	0.20	0.17	0.10		
	Magnésium Mg ⁺⁺	0.08	0.32	1.02	1.08	0.10		
	Potassium K ⁺	0.05	0.21	0.07	0.07	0.07		
	Sodium Na ⁺	1.02	1.08	0.10	0.05	0.18		
	Somme B. Ech.	2.9	2.7	1.4	1.4	0.5		
	Capacité d'échange	24.0	22.6	17.7	8.9	8.9		
	Taux de saturation %	1.2	1.2	7.9	5.3	5.1		
Acide phosphorique en 10 ⁻³	Phosphore total	1.2	1.2					
	Phosphore assim.	0.05	0.05					
Elements totaux (trioxyde) en 10 ⁻²	Perte au feu				20.9	17.0		
	Résidu				2.4	1.5		
	Silice SiO ₂				13.3	18.6		
	Alumine Al ₂ O ₃				37.9	33.3		
	Fer Fe ₂ O ₃				20.5	22.7		
	Titane TiO ₂				0.4	0.5		
	Manganèse MnO ₂				0.2	0.3		
	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ SiO ₂ /R ₂ O ₃				0.5	0.9		
en mé	Calcium Ca ⁺⁺	2.4	1.2	0.8	1.1			
	Magnésium Mg ⁺⁺	9.6	8.7	5.9	13.6			
	Potassium K ⁺	0.5	0.3	0.2	0.2			
	Sodium Na ⁺	0.1	0.0	0.0	0.0			
	Somme B. tot.	12.5	10.2	6.9	14.9			
Fer	Fer libre 10 ⁻² Fe ₂ O ₃				10.4	10.0		
	Fer total (NCl) 10 ⁻² Fe ₂ O ₃				20.5	22.7		
	Fe ₂ O ₃ libre/Fe ₂ O ₃ total				0.5	0.4		
Structure et caracté- ristiques hydriques	Densité apparente							
	Densité réelle							
	Porosité totale 10 ⁻²							
	Porosité molles 10 ⁻²							
	Limite de retrait 10 ⁻²							
	Perméabilité							
	pF 2,5							
	pF 3							
pF 4,2								
Intabilité structurale								

REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN
CARTE PÉDOLOGIQUE
BAFOUSSAM 3 c

J.P. MULLER - H. Ng. MOUKOURI KUOH - J. BARBERY

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

- LEGENDE**
- I SOLS MINÉRAUX BRUTS**
 SOLS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
 SOLS D'ÉROSION
 LITHOSOLS
- 1 Sur trachyte
- II SOLS PEU ÉVOLUÉS**
 SOLS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
 SOLS D'ÉROSION
 REGOSOLS
- 2 Sur trachyte
- SOLS D'APPORT
 HYDROMORPHES
- 3 Sur colluvions et alluvions
- X SOLS FERRALLITIQUES**
 SOLS FORTEMENT DESATURÉS
 SOLS TYPIQUES
 MODAUX
- 4 Sur trachyte ou basalte
- 5 Sur granites
- HYDROMORPHES
- 6 Sur colluvions indifférenciées
- 7 Sur granites
- SOLS HUMIFÈRES
 MODAUX
- 8 Sur trachyte, basalte et colluvions
- FACIES FAIBLEMENT RAJEUNIS
- 9 Sur trachyte
- FACIES FAIBLEMENT RAJEUNIS ET REMANIÉS
 Sur trachyte
- 10 Horizon grossier développé
- 11 Horizon grossier peu développé
- Sur basalte
- 12 Blocs dans tout le profil
- FACIES RAJEUNIS
- 13 Sur trachyte
- 14 Sur basalte
- FACIES REMANIÉS
 Sur basalte
- 15 Horizon grossier peu développé
- SOLS REMANIÉS
 MODAUX
- 16 Sur basalte
- Horizon grossier peu développé
- Sur granites
- 17 Horizon grossier peu développé
- RAJEUNIS
- Sur trachyte
- 18 Horizon grossier développé
- 19 Horizon grossier peu développé
- Sur basalte
- 20 Horizon grossier développé
- 21 Blocs dans tout le profil
- Sur granite monzonitique
- 22 Horizon grossier développé
- Sur granite à deux micas
- 23 Horizon grossier développé
- SOLS RAJEUNIS
 AVEC ÉROSION ET REMANIEMENT
- 24 Sur trachyte
- Sur granite
- 25 Blocs dans tout le profil et en surface
- 26 Blocs dans tout le profil
- XI SOLS HYDROMORPHES**
 SOLS MOYENNEMENT ORGANIQUES
 SOLS HUMIFIQUES À GLEY
 À ANMOOR ACIDE
- 27 Sur colluvions et alluvions
- JUXTAPOSITIONS**
- 28 SOLS FERRALLITIQUES Unités 4, 19
- 29 SOLS FERRALLITIQUES Unités 8, 11
- 30 SOLS FERRALLITIQUES Unités 4, 16, 21
- 31 SOLS FERRALLITIQUES Unités 9, 15, 12
- 32 SOLS FERRALLITIQUES Unité 13
 SOLS PEU ÉVOLUÉS Unité 2
 SOLS MINÉRAUX BRUTS Unité 1
- 33 SOLS FERRALLITIQUES Unité 24
 SOLS PEU ÉVOLUÉS Unité 2
 SOLS MINÉRAUX BRUTS Unité 1
- 34 SOLS FERRALLITIQUES Unités 9, 11
 SOLS PEU ÉVOLUÉS Unité 2
 SOLS MINÉRAUX BRUTS Unité 1
- Unité figurant uniquement en juxtaposition
 Juxtaposition : Sols dans l'ordre décroissant des surfaces



1/200 000 NB 32 XI FOUMBAN-DSCHANG

c	d	c	d
a	b	a	b
c	d	c	d
a	b	a	b

DÉCOUPAGE DES FEUILLES A 1/50 000



RÉPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN
CARTE DES APTITUDES CULTURALES
BAFOUSSAM 3 c

J.P. MULLER - H. Ng. MOUKOURI KUOH - J. BARBERY

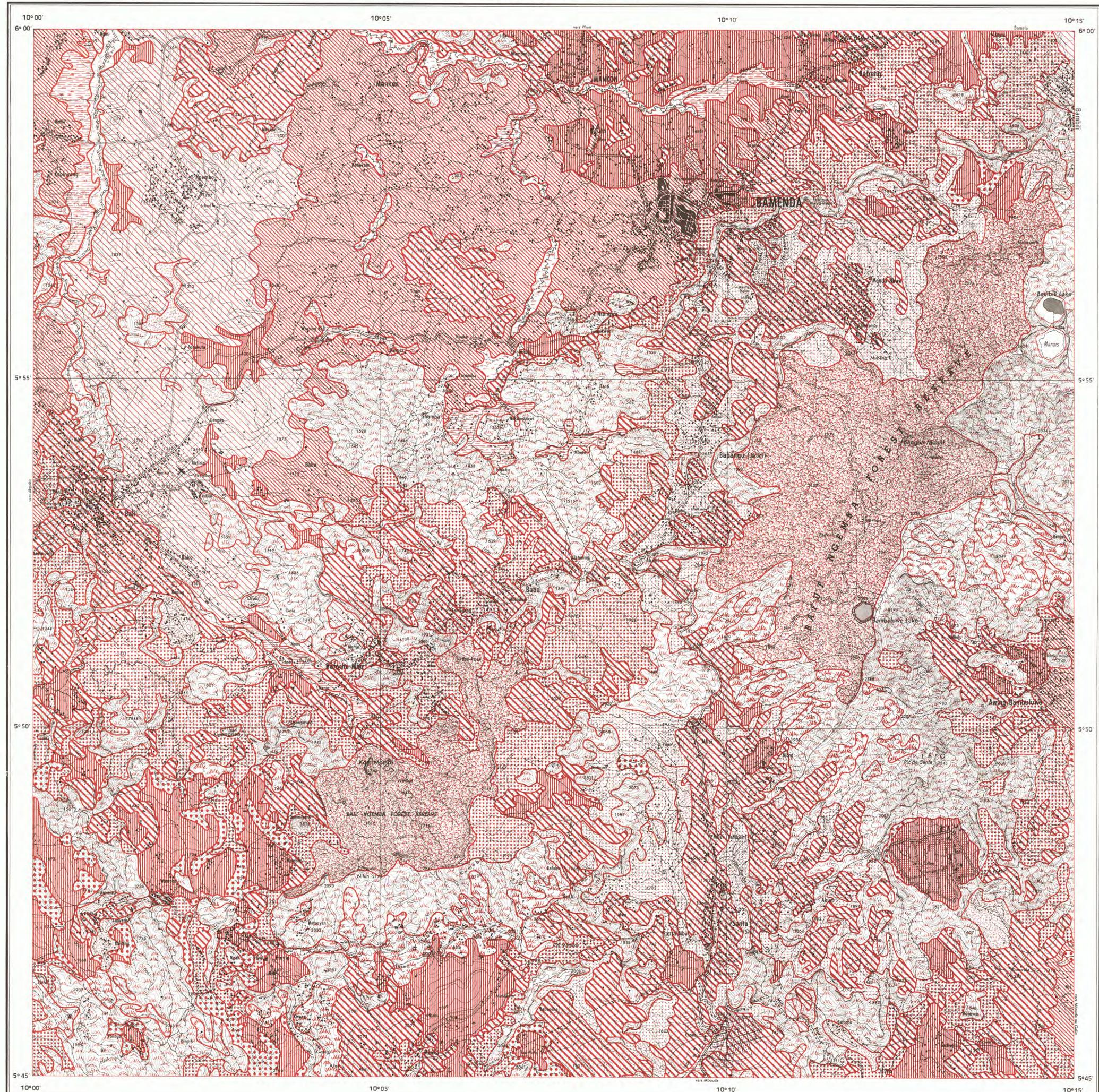
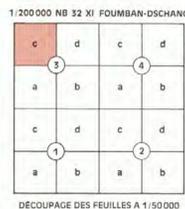
OFFICE DE LA RECHERCHE
 SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
 OUTRE-MER
 CENTRE DE YAOUNDE

LÉGENDE

CLASSE	QUALITE	UTILISATIONS	TRAVAUX CORRESPONDANTS
	Bonne	1 Vivrières et arbustives 2 Toutes cultures 3 Plantations industrielles Caféiers Théiers - Tabac suivant altitude	1 Billons isohyopes 2 Engrais - Bandes alternées 3 Engrais à fortes doses Terrasses de diversion Mécanisation
	Moyenne à bonne	1 Vivrières et arbustives 2 Vivrières et arbustives 3 Arbustives	1 Billons isohyopes 2 Engrais - Bandes alternées 3 Engrais à fortes doses Partiellement mécanisation
	Bonne	1 Vivrières dominantes 2 Vivrières 3 Maraichage	1 Billons 2 Engrais - Billons 3 Engrais à fortes doses Irrigation - Assainissement Mécanisation
	Bonne	1 Vivrières et arbustives 3 Arbustives sans mécanisation	1 Billons isohyopes 3 Engrais Terrasses en gradins
	Moyenne ou médiocre	1 Vivrières ou inoccupé 2 Vivrières 3 Arbustives	1 Billons isohyopes 2 Engrais - Billons isohyopes 3 Engrais à fortes doses Bandes alternées
	Moyenne	1 Vivrières 2 Vivrières 3 Maraichage	2 Engrais - Billons 3 Engrais à fortes doses Irrigation - Assainissement Mécanisation
	Moyenne à bonne	1 Inoccupé-pâturage ou vivrières 2 Pâturage 3 Arbustives	2 Réglementation 3 Engrais - Terrasses en gradins
	Moyenne	1 Vivrières ou inoccupé 2 Vivrières 3 Récultures	1 Billons 2 Engrais - Billons 3 Irrigation - Assainissement
	Moyenne ou médiocre	1 Vivrières ou inoccupé 2 Vivrières	1 Billons isohyopes 2 Engrais - Billons isohyopes
	Moyenne à bonne	1 Vivrières et arbustives 2 Pâturage ou défens 3 Arbustives	1 Billons isohyopes 2 Réglementation du pâturage 3 Engrais - Terrasses en gradins
	Moyenne ou médiocre	1 Vivrières et pâturage 2 Pâturage	2 Réglementation du pâturage
	Médiocre ou mauvaise	1 Pâturage ou inoccupé 2 Pâturage et défens 3 Partiellement sylviculture	2 Réglementation stricte du pâturage
	Bonne	1 Sylviculture	1 Réglementation stricte de l'exploitation forestière
	Mauvaise	1 Vivrières ou inoccupé 2 Défens	1 Billons isohyopes 2 Aucun

TERMES CONVENTIONNELS

Vivrières	Cultures vivrières
Arbustives	Cultures arbustives dont Caféiers arabica - Théiers - Agrumes - Avocats
Toutes cultures	Cultures arbustives Cultures vivrières Cultures maraichères Tabac, Bananiers, Plantes à parfums, etc...
Utilisation	1 Actuelle dominante 2 Solution peu coûteuse 3 Extension avec aménagements importants
Travaux	1 Actuellement effectués 2 Peu coûteux 3 Coûteux



REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN
CARTE D'UTILISATION ACTUELLE DES TERRES
BAFOUSSAM 3 c

J.P. MULLER - H. Ng. MOUKOURI KUOH - J. BARBERY

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

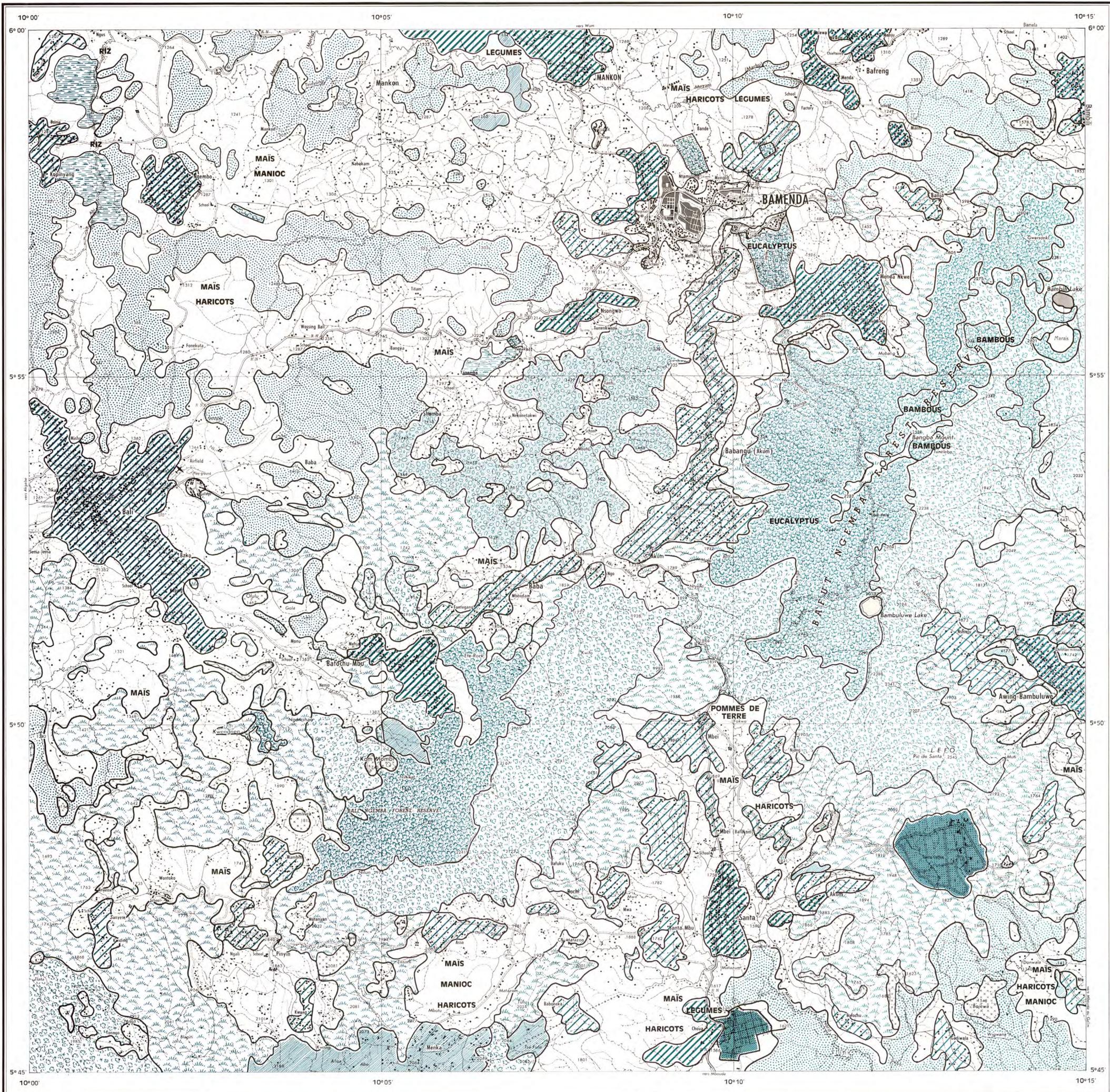
LEGENDE

-  Forêt dense d'altitude
-  Savane arbustive claire
-  Continue
-  Parsemée de blocs et affleurements rocheux
-  Prairies d'altitude
-  Zones de pacages
-  Sur jachères anciennes
-  Prairies et galeries forestières
-  Zones de parcours
-  Prairie hydrophile de bas fonds
-  Cultures arbustives dominantes
-  avec ombrage
-  sans ombrage
-  Cultures vivrières et jachères associées
-  Plantations industrielles (Caféiers)
-  Cultures annuelles dominantes
-  Affleurements rocheux

1:200 000 NB 32 XI FOUMBAN-D'SCHANG

c	d	c	d
a	b	a	b
c	d	c	d
a	b	a	b

DECOUPAGE DES FEUILLES A 1/50 000



ORSTOM

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS 8^e

Centre ORSTOM de Yaoundé :

B. P. 193 — YAOUNDE

République Fédérale du Cameroun