

REPUBLIQUE FEDERALE
DU CAMEROUN

NOTICE EXPLICATIVE
CARTE PEDOLOGIQUE
NGAOUNDERE 1 d à 1/50.000



F. X. HUMBEL.

IN OTICE EXPLICATIVE
Carte Pédologique
NGAOUNDERE 1d
à 1/50.000

F.X. HUMBEL

Octobre 1967

P. 164

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Pages
INTRODUCTION :	1
PREMIERE PARTIE : Les facteurs du milieu	5
1/. Climat	5
2/. Hydrographie	6
3/. Relief	8
4/. Géologie	8
5/. Géomorphologie	15
6/. Végétation	24
7/. Action de l'homme	25
DEUXIEME PARTIE : Les sols, profils et affleurements ...	27
Vocabulaire utilisé	30
1/. Affleurements rocheux	34
2/. Sols Peu-Evolués (Classe II)	34
3/. Sols à Mull, Bruns Tropicaux (Classe VI)	37
4/. Sols Ferrugineux Tropicaux (Classe VIII)	43
5/. Sols Ferrallitiques (Classe IX)	72
6/. Sols Hydromorphes (Classe X)	93
7/. Utilisation	99
TROISIEME PARTIE : Conclusion - Interprétations	
1/. Les facteurs du milieu	102
2/. Le paysage pédologique	103
3/. Les différents sols	104
4/. Leur répartition	108
5/. Remaniement et lessivage	108
6/. Essai de synthèse	115
B I B L I O G R A P H I E.....	118

INTRODUCTION

L'étude de terrain a été réalisée en 1966, pendant la saison sèche et au début de la saison des pluies, avec, pour la partie Ouest, la collaboration de J. BARBERY Technicien-Pédologue de l'O.R.S.T.O.M. Les analyses ont été effectuées au laboratoire de pédologie du Centre O.R.S.T.O.M. de Yaoundé dont le service cartographique a dessiné la carte et les figures.

Une notice de carte pédologique a pour but de décrire au lecteur le sol de la région et d'essayer d'expliquer sa formation en tenant compte du climat actuel, du modelé hérité ou en cours de façonnement, de l'érosion lente ou des reprises d'érosion, des différents matériaux mis en place au cours des époques antérieures, des pédogénèses et des climats anciens, des actions passées et actuelles de la végétation, de la faune et de l'homme, et, ici plus spécialement, des bouleversements provoqués à plusieurs reprises par le volcanisme.

Ce sol forme un volume continu qui couvre, en se transformant, toutes les composantes du modelé; la dimension verticale du volume-sol est explorée par des trous creusés à des profondeurs diverses les "profils" et les dimensions latérales par l'examen, sur le terrain et sur les photographies aériennes, de la surface du sol qui trahit certains caractères du sol sous-jacent.

L'étude de ces données a abouti au découpage du volume-sol en "affleurements" dont le tracé, sur la carte dépend de son échelle et de critères choisis par l'auteur. Ceux-ci donnent à chaque carte son originalité qui dépend à la fois de la réalité, de la fraction que l'auteur en a perçue et enfin de la manière dont il l'a organisée pour l'exposer au lecteur. Une carte est ainsi inséparable de sa notice.

Certains profils examinés se révèlent représentatifs de l'ensemble de l'affleurement et c'est alors leur classification qui a été retenue pour le définir. Lorsque plusieurs pédogénèses sont inscrites sur le même support c'est la pédogénèse la plus récente qui a été retenue à condition qu'elle ait gravé dans le

matériau ses caractères essentiels; sinon c'est la pédogénèse qui a le plus intensément marqué la morphologie des sols et certains de leurs caractères analytiques stables. Les pédogénèses ainsi négligées réapparaissent soit comme "intergradés" soit au niveau de la "famille" dans la description du matériau.

Les conditions générales du milieu sont exposées dans une première partie; un découpage géomorphologique de la région sert de cadre à un exposé rapide des principaux types de sols rencontrés et de leur répartition.

La deuxième partie décrit, en suivant l'ordre de la classification, les différents types de sols. Pour chaque type de sol un premier chapitre indique modelé, matériau, érosion, végétation, faune etc. des affleurements qu'il représente. Cette étude de l'affleurement introduit l'exposé descriptif des profils qui fait l'objet d'un deuxième chapitre; deux solutions étaient possibles: ou bien donner la description d'un ou des profils réels jugés représentatifs et indiquer ensuite les variations latérales qu'ils subissent d'un point à l'autre de chaque affleurement ou d'un affleurement à l'autre; ou bien décrire horizon par horizon le volume-sol en indiquant pour chaque caractère son degré de généralité et ses variations. C'est cette dernière solution qui a été choisie.

Lorsque des sols différents sont associés aux sols types sans que la superficie qu'ils occupent justifie une "association cartographique" leur description apparaît succinctement dans le paragraphe qui introduit leur loi de répartition, modelé ou faune par exemple.

Une troisième partie rappelle les caractères principaux qui font l'originalité des sols rencontrés et dont il faut tenir compte pour essayer de reconstituer le passé pédologique de la région.

SCHEMA DE SITUATION

Fig. 1

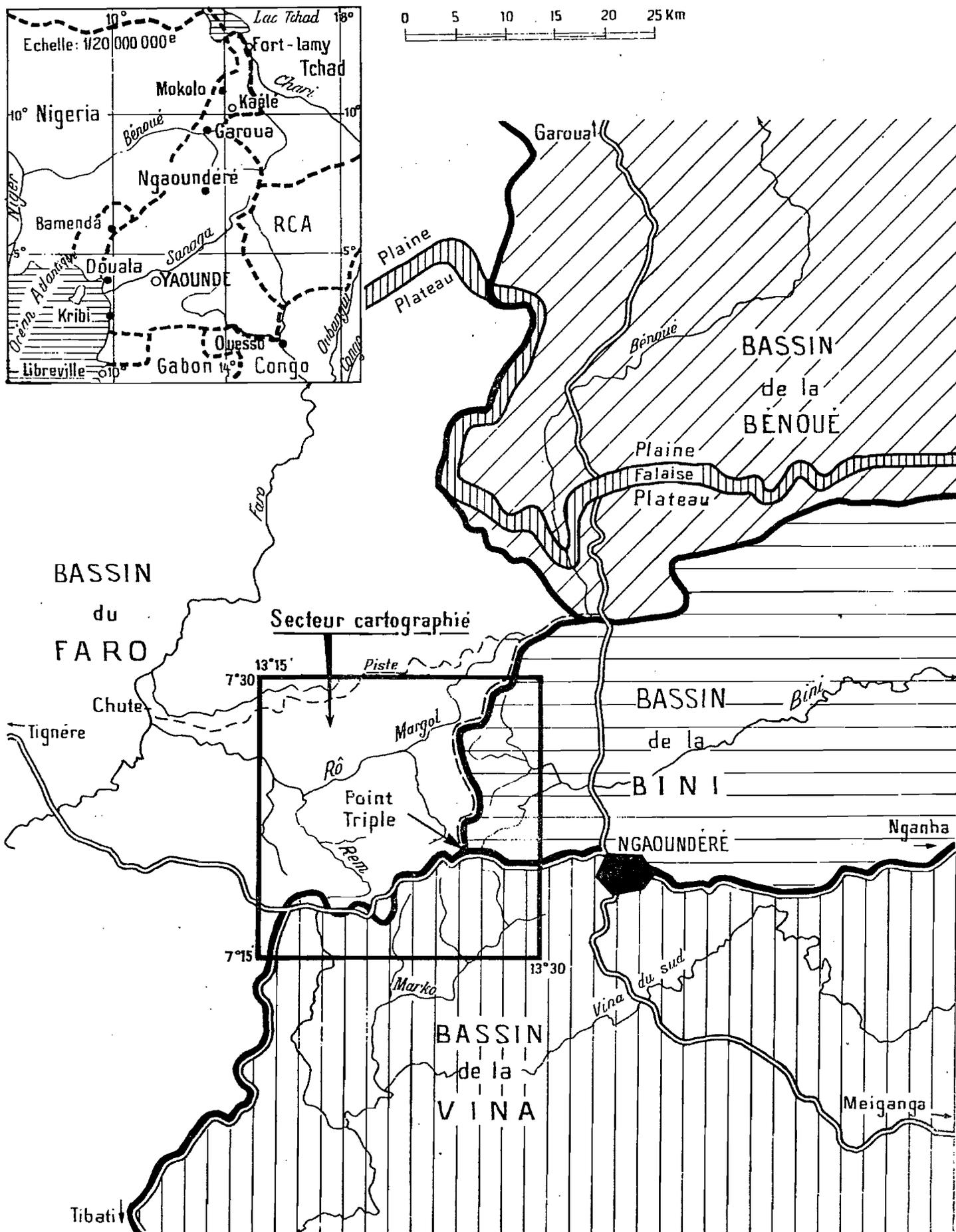
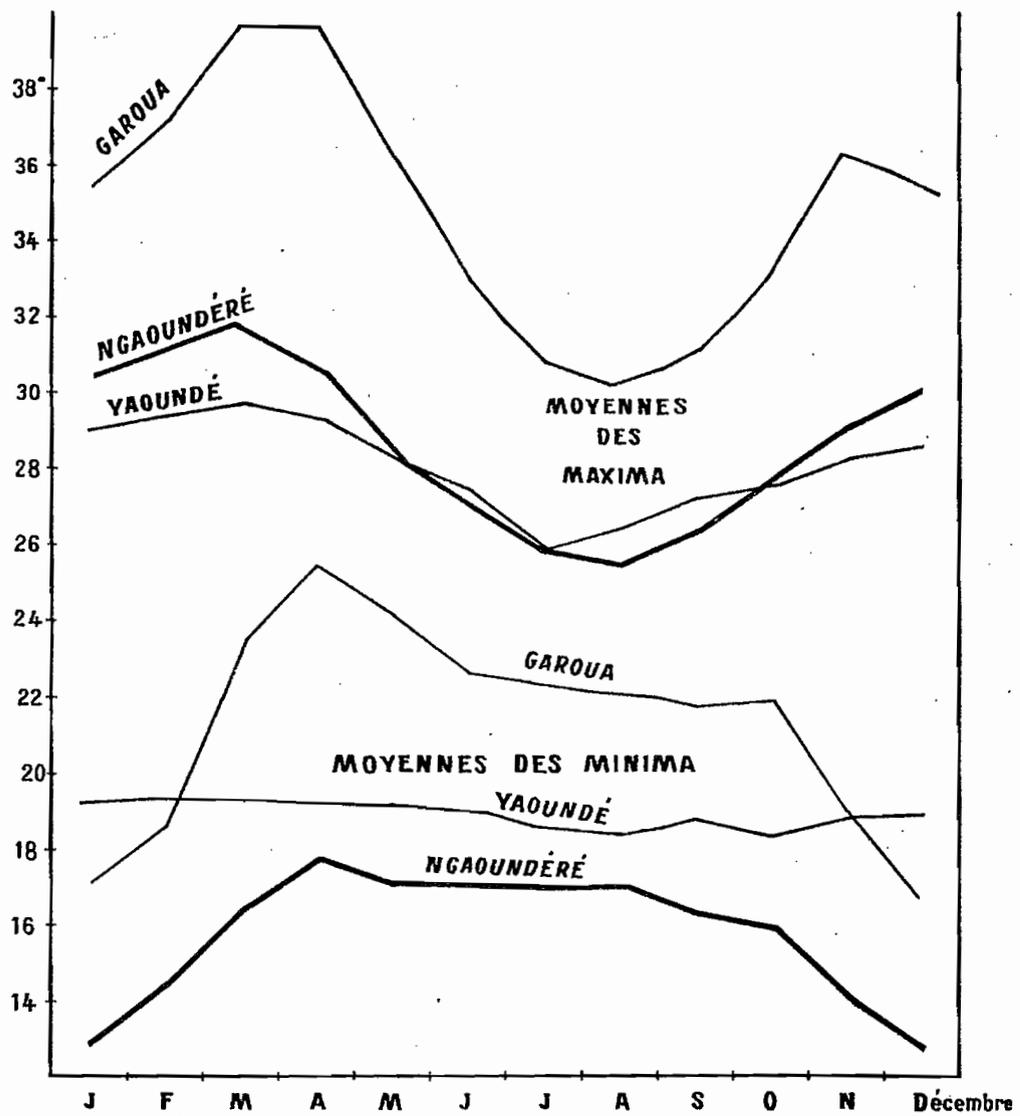


Fig. 2

COURBES CLIMATIQUES

TEMPÉRATURES



PREMIERE PARTIELes facteurs du milieu

La région étudiée appartient au plateau de l'Adamaoua dans le centre du Cameroun. Ce plateau d'altitude 1000 - 1200m est séparé de la plaine de la Benoué située au Nord par une brusque dénivellation d'au moins 500m, la "falaise"; celle-ci débute à une quinzaine de kilomètres seulement au Nord du secteur cartographié sans qu'aucun relief l'en sépare tandis que plus à l'Est le plateau se relève à 1400m avant de plonger vers la plaine. Cette ouverture sur la dépression de la Benoué, et donc sur ses influences climatiques, peut expliquer en partie la présence ici de sols et de quelques espèces végétales dont le bas de la falaise marque ailleurs la limite Sud. Des roches cristallines et cristalloyphylloïennes forment le substratum de ce plateau qui a été recouvert par des coulées basaltiques anciennes aujourd'hui inégalement démantelées selon les bassins versants considérés.

1/. CLIMAT

Les données du poste climatique de Ngaoundéré, situé seulement à quelques kilomètres à l'Est, renseignent approximativement sur le climat de la région étudiée dont les coordonnées sont : latitude 7°15 à 30', longitude 13°15 à 30', altitude 900 à 1300m

- Elles indiquent un climat tropical humide d'altitude :
- Pluviométrie moyenne annuelle de 1575mm (période 1932 à 53).
 - Répartition saisonnière de la pluviosité en une longue et unique saison des pluies qui va d'Avril à Octobre (7mois) avec des maxima en Juillet et Août de 270mm chacun.
 - Température moyenne annuelle relativement basse, 22°2 due à une moyenne des minima de 15°7, avec forte amplitude des températures : 13° (période 1942 à 47 et 50 à 53).

On note un fléchissement de la moyenne mensuelle des minima pendant la saison sèche tandis que le refroidissement de saison des pluies marque uniquement celle des maxima. Le minimum et le maximum absolus sont pendant la période indiquée 7°7 et 35°9.

L'humidité relative est voisine de 80 % pendant six mois pluvieux, (Mai à Octobre) et de 50 % en saison sèche de Décembre à Mars. L'évaporation est de 1820mm (Piché).

La comparaison (figure 2) avec les données climatiques de Garoua situé 225km plus au Nord mais à 200m d'altitude seulement et avec celles de Yaoundé à 450km au Sud-Ouest (altitude 750m) montre que :

- De Mai à Octobre, c'est-à-dire en saison des pluies, Yaoundé et Ngaoundéré présentent des climats comparables.
- Le reste de l'année Ngaoundéré présente un climat original plus humide qu'à Garoua et moins qu'à Yaoundé mais surtout plus froid que ces deux stations, ce qui est un effet normal de l'altitude.

2/. L'HYDROGRAPHIE

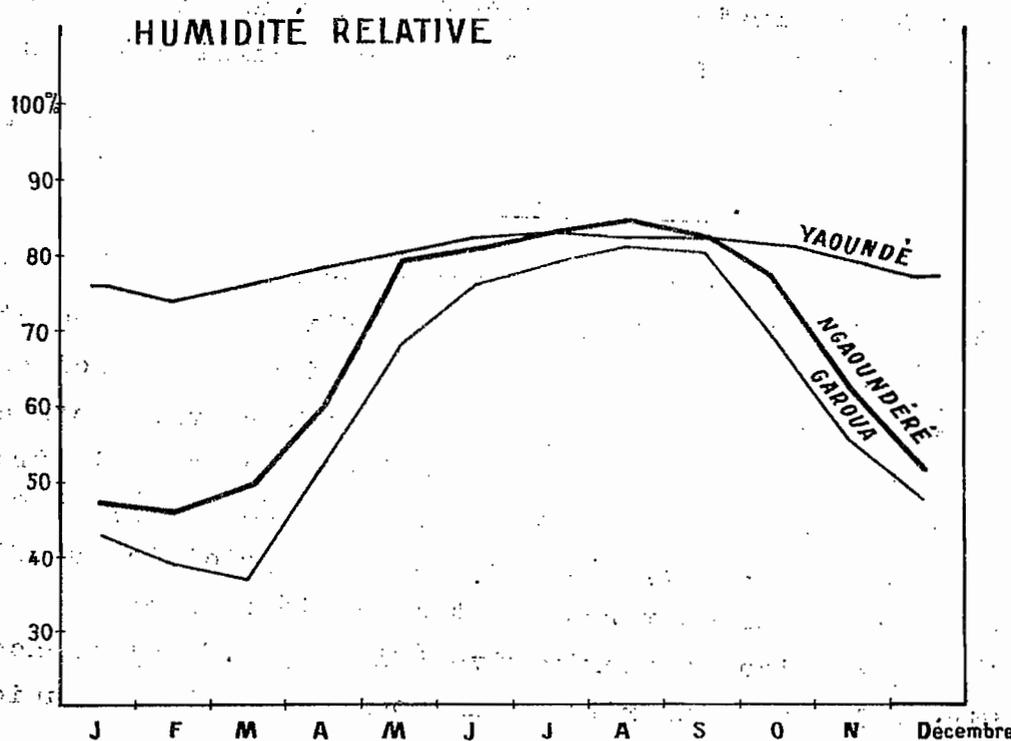
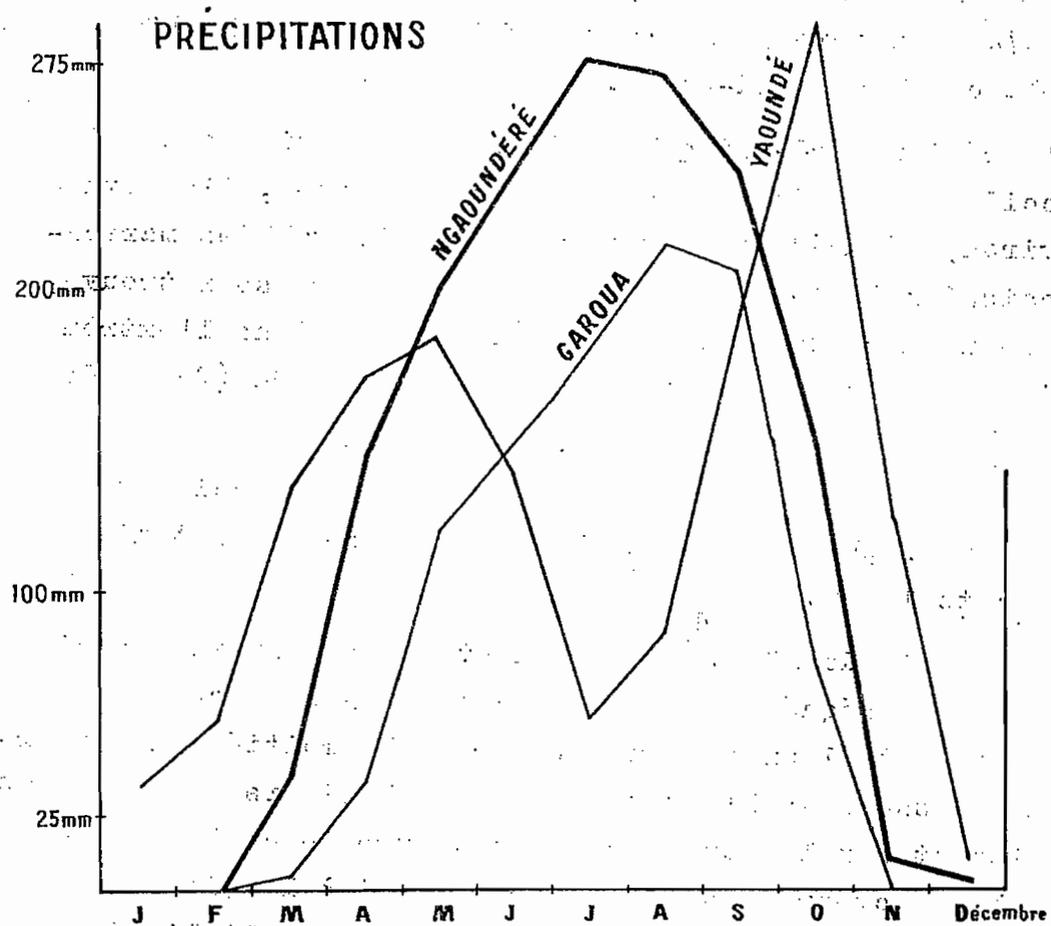
Les terrains couverts par la carte Ngaoundéré participent à trois bassins versants (voir figure 1), celui du Logone (Lac Tchad), celui de la Sanaga et celui du Niger (Atlantique). Le point triple de partage des eaux est une butte carapacée d'altitude 1160m située à 15km à l'Ouest de Ngaoundéré près d'un carrefour. La route de Ngaoundéré à Tibati et la piste d'Anloua qui forment ce carrefour suivent à peu près sur cette carte les lignes de partage des eaux entre ces trois bassins.

Le bassin du Logone est représenté par la haute Bini dont la pente longitudinale est stabilisée à 0,5 ‰ dès le kilomètre 20 à partir de la source (voir figure 3).

Le bassin de la Sanaga est représenté par plusieurs petits affluents (coulant Nord-Sud) de la Vina du Sud. Leur profil longitudinal est plus pentu et moins régulier que celui de la Bini.

Le bassin du Niger est représenté par le Rô qui rejoint le Faro, principal affluent de gauche de la Benoué. Un seuil rocheux (chutes touristiques du Faro) existe immédiatement en aval du confluent Rô-Faro à l'altitude 840m. Ce seuil ne joue pas actuellement le rôle de niveau de base pour l'ensemble du bassin. En effet le profil longitudinal du Rô présente d'autres ruptures de pente qui font alterner des secteurs d'érosion et des secteurs d'alluvionnement en relation avec la géomorphologie. En particulier les ruptures de pente provoquées par des manifestations volcaniques récentes et plus anciennes ne sont pas encore estompées.

Fig. 2



3/. LE RELIEF

L'altitude s'étage en gros de 1300 à 900m. Les points culminants sont constitués par des montagnes isolées et pentues au Sud-Ouest (reliefs résiduels) : Hosséré Paksal 1282m, Hosséré Garba 1272m. La cote 900m n'est atteinte que par le R8 à sa sortie de la carte au Nord-Ouest.

La région Nord-Est qui participe au bassin de la Bini est peu accidentée et formée de vastes interfluves, d'altitude 1150m. environ, séparés par des talwegs ou des vallées marécageuses encaissées de 10 à 50m. Ce type de paysage se retrouve, avec un réseau hydrographique un peu plus serré dans l'extrême Nord-Ouest aux altitudes 1020m. (points hauts), 980m (fonds de talwegs).

Dans le bassin de la Vina le paysage est accidenté et le réseau hydrographique serré mais il ne descend pas toutefois jusqu'à la cote 1000m.

de

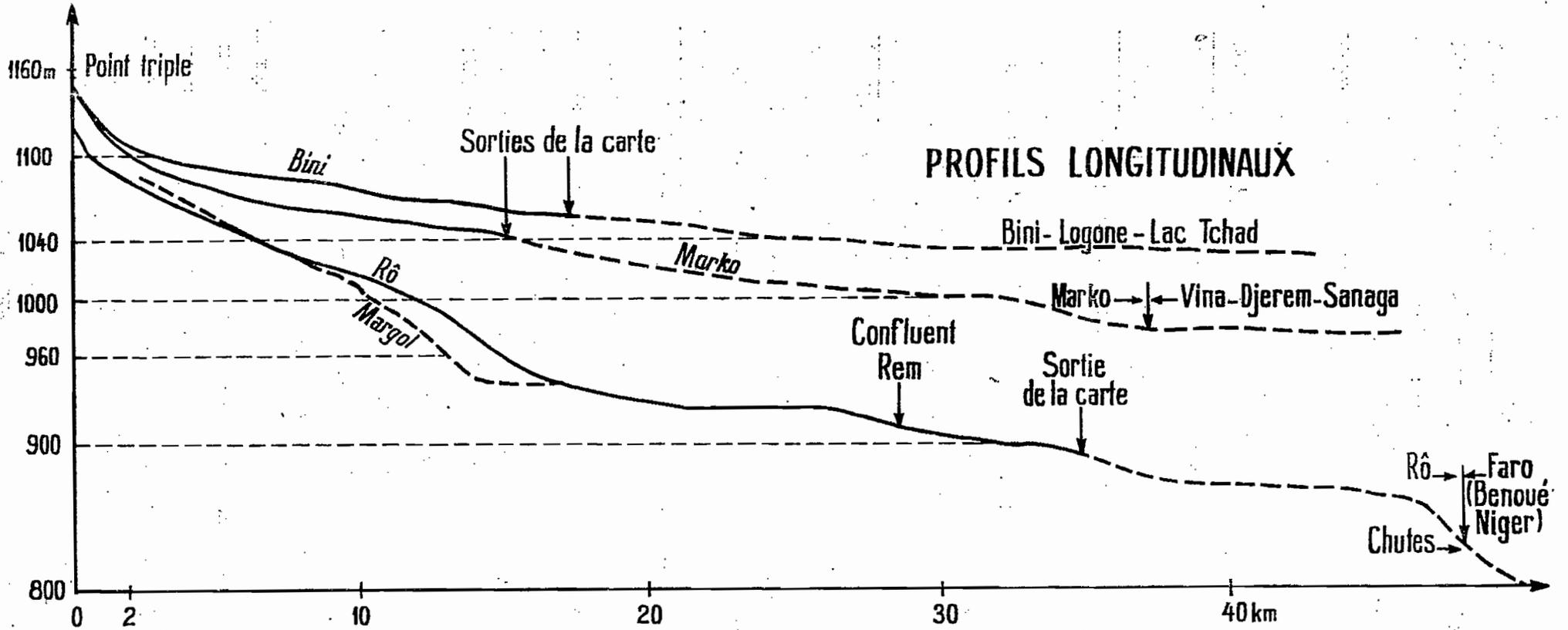
Le bassin du R8 et/son affluent le Rem est très accidenté et finement disséqué sauf dans le cours moyen de ces deux vallées en amont de leur confluent. Plus de la moitié de la superficie est en dessous de l'altitude 1000m. Plusieurs massifs montagneux existent sur le pourtour et au centre de ce bassin. Dans l'ensemble les secteurs soumis à l'érosion et à la dissection l'emportent de beaucoup sur les secteurs soumis à l'alluvionnement ou au colluvionnement.

Enfin, au centre et à l'Est trois appareils volcaniques récents, aux formes fraîches, se détachent sur un support d'altitude voisine de 1100m ; deux de ces volcans culminent vers 1200m.

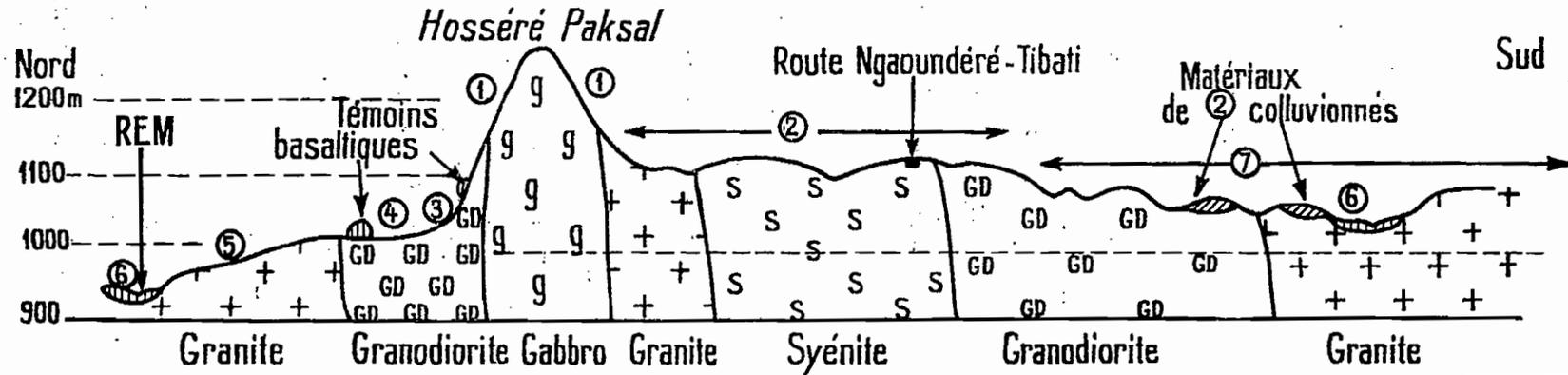
4/. LA GEOLOGIE

Les roches rencontrées sont variées mais elles ne donnent pas toujours naissance à des sols différents. Inversement par le jeu de l'érosion et des influences climatiques anciennes une même roche porte fréquemment des sols différents. La comparaison des cartes pédologique et géologique est donc instructive. Or la carte géologique existante (GUIRAUDIE 1955), du fait de son échelle (1/500.000), n'apporte pas une précision suffisante. Les observations de terrain ont donc été rassemblées dans une esquisse géologique approximative (figure 4). En l'absence de plaques minces les noms attribués aux roches sont basés, uniquement sur leur aspect macroscopique.

Fig. 3



COUPE GÉOLOGIQUE



1/. Les roches cristallines :

Granites : Plus des 3/4 de la superficie de cette carte sont occupés par des roches granitiques. Leur faciès est loin d'être uniforme : il peut être homogène, pauvre en minéraux ferromagnésiens et riche en gros grains de quartz comme vers Anloua par exemple ou, au contraire, feldspathique et injecté de filonets verts ou rose.

Les roches granitiques peuvent former des chaos de grosses boules ou au contraire présenter un débit anguleux fin avec quelques grandes dalles sur les sommets.

Il en résulte bien, dans les sols qui en dérivant, des différences sensibles qui pourraient les répartir dans des séries différentes. Mais du fait de leur imbrication leur cartographie n'a pas été possible à cette échelle et le jeu de l'érosion introduit par ailleurs des différences plus grandes dans l'organisation de leurs affleurements.

Grano-diorite : A été baptisée grano-diorite ou diorite quartzique une roche très pauvre en quartz mais riche en grands feldspaths blancs automorphes qui affleure localement au Sud-Est et principalement au Sud-Ouest sur une distance de 2 à 4km. autour de Béka.

Syénite : Immédiatement autour de Béka s'observe une roche profondément altérée formée de grands feldspaths rosés entourant des petits amas de minéraux ferromagnésiens. Cette roche, baptisée syénite, dont quelques boules résistantes d'un très bel effet affleurent à Béka, a été identifiée par ses sols sur une surface allongée de 5km² environ.

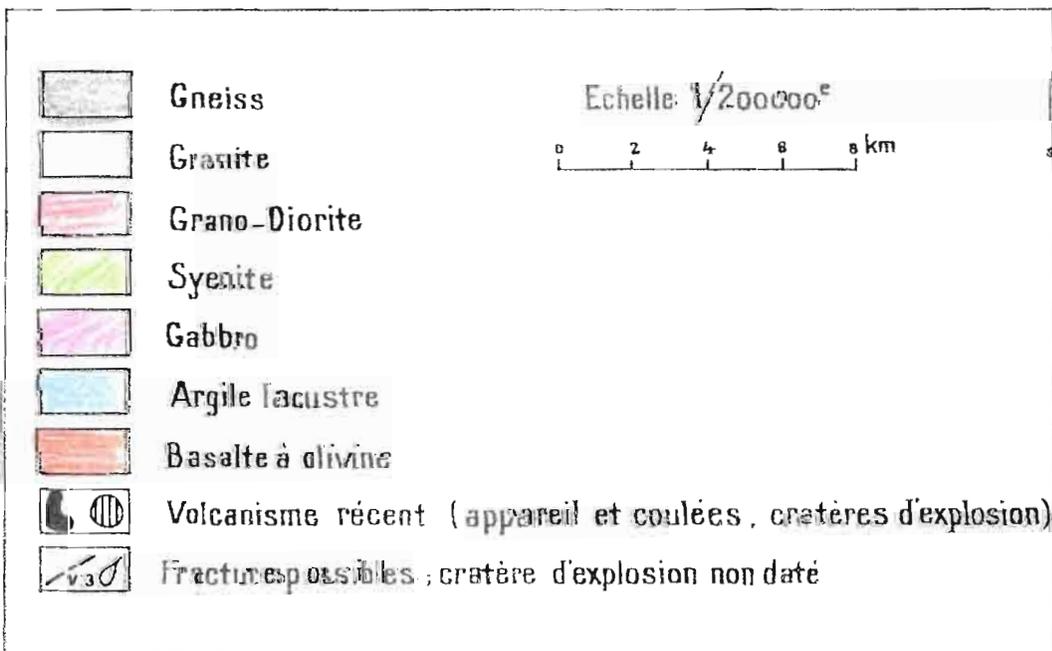
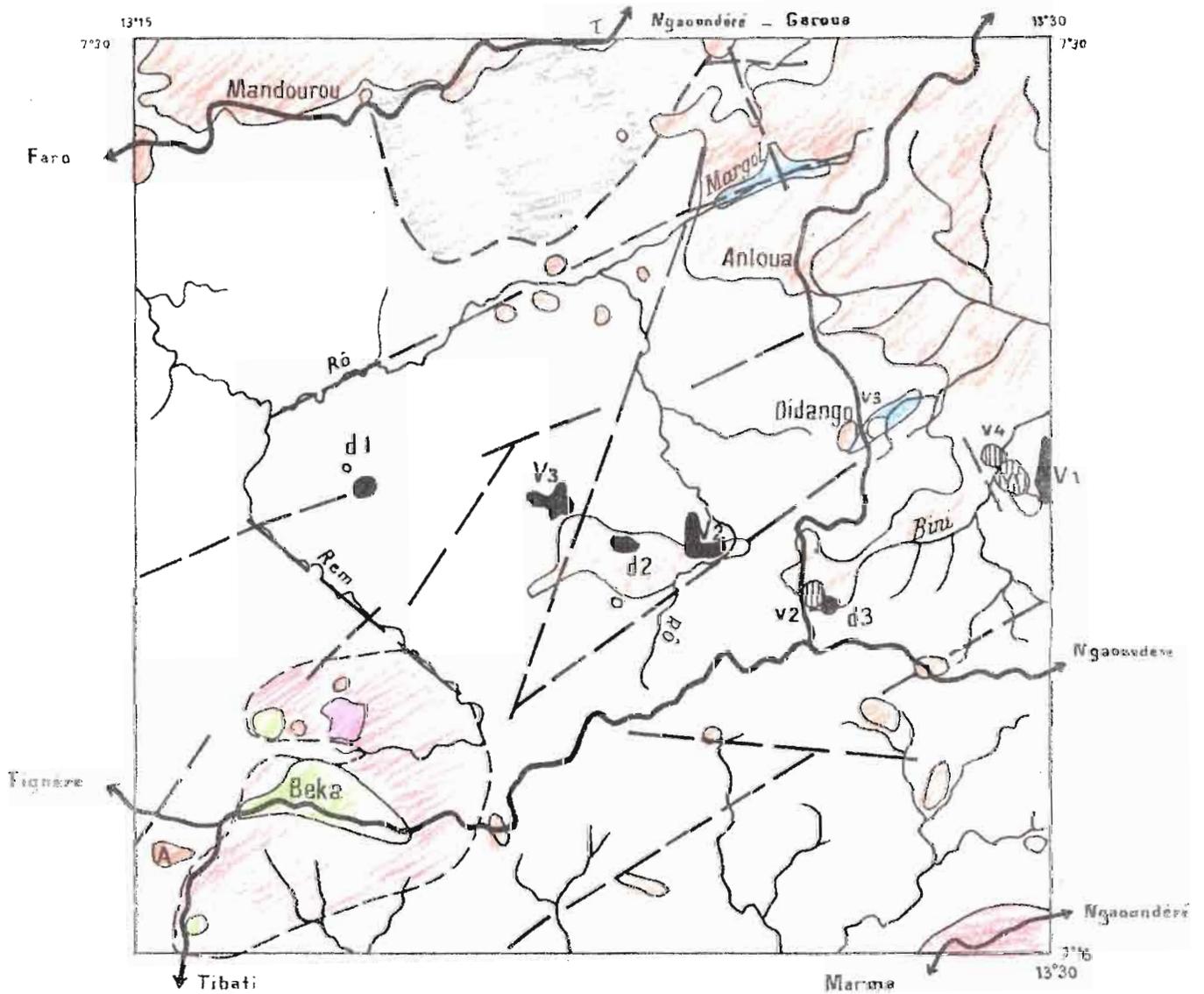
Gabbro : C'est une roche à grands minéraux noirs qui forme en partie l'Hosséré Paksal.

Gneiss : Un vaste affleurement de gneis feldspathique à grain fin et débit parallélépipédique a été délimité approximativement au Nord.

Roches sédimentaires :

Elles sont très réduites et n'affleurent pas; ce sont : les argiles lacustres d'Anloua (BRGM 1962) et des argiles à cendres volcaniques et à lignite observées près de Didango. Toutes deux sont masquées par des colluvions rouges.

ESQUISSE GÉOLOGIQUE



Les grès d'Anloua (BRGM 1962) soulignent le contact socle basalte autour des argiles lacustres mais sans former vraiment d'affleurements. La cimentation de ces grès quartzeux (galets) à ciment ferrugineux peut d'ailleurs être postérieure au recouvrement basaltique et résulter d'un processus analogue au cuirassement réalisé dans un support poreux ou alluvial, par les oxydes de fer mis en mouvement par des processus pédologiques.

Enfin des alluvions, d'épaisseur inconnue mais de largeur faible et irrégulière occupent le fond des vallées principales.

Roches volcaniques

1/. Les roches volcaniques récentes : les manifestations du volcanisme récent se distinguent, dans le centre et à l'Est de la carte, par leurs formes fraîches; mais elles sont variées, ce sont:

- trois édifices volcaniques V_1 , V_2 et V_3 de 60 à 100m de hauteur, de type strombolien avec projection de bombes, scories et lapillis et émission de courtes coulées chaotiques.
- trois cratères d'explosion v_1 , v_2 et v_4 dont deux imbriqués (à l'Est) : diamètre 500m au plus; projections disposées en talus haut de 20m et formées de lave et de fragments variés arrachés au support.
- trois petits pointements extrusifs de lave d_1 , d_2 et d_3 formant des dômes de 20m de hauteur et 200m de diamètre. La lave de d_2 a l'aspect d'une ponce blanche.

Ces différents édifices se répartissent en un groupe concentré à l'Est : V_1 , v_1 , v_4 et un alignement d_1 , V_3 , d_2 , V_2 , v_2 , d_3 prenant d'Ouest en Est la carte en écharpe. Cet alignement n'est pas exactement dans le prolongement de la zone du volcanisme récent de Wakwa au Sud-Est de Ngaoundéré que LASSERRE (1962) qualifie d'andésitique et de strombolien et dont les sols ont été étudiés par BACHELIER (1957).

2/. Les roches volcaniques "anciennes" :

Trachy-phonolite : Un petit centre d'émission d'une lave gris-clair (grands prismes horizontaux à axes concourants) pointe à la limite Nord de la carte, près de la piste de Mandourou et immédiatement à l'Est d'une butte basaltique cotée 1167m.

Basalto-andésite : Cette roche noire, homogène, à olivine, de débit prismatique (plus rarement en dalles ou massive) forme de vastes affleurements au Nord et Nord-Est mais on la retrouve en lambeaux isolés sur toute la carte sauf au Centre-Ouest. Lorsqu'elle n'affleure pas directement les sols qu'elle porte, argileux, rouges ou bruns, sans sables quartzeux (support granitique) la trahissent aisément.

Ni l'âge de ces épanchements qu'on qualifie d'ancien, ni leurs points d'émission ne sont connus avec certitude. Mais l'inégale fraîcheur des coulées et les différences d'altitude du contact avec leur support (HUMBEL 1966, P 155) s'expliquent mieux dans la région étudiée si l'on admet deux périodes d'épanchement séparées par une phase de creusement. Les grands traits du modelé actuel étaient acquis au cours de la plus récente, mais seuls quelques témoins plus résistants des coulées se sont conservés jusqu'à nos jours. (Zones d'épaississement de la partie inférieure des coulées ? voir page 105).

Le barrage de la vallée de Margol qui a provoqué le dépôt des argiles lacustres/vivianite d'Anloua se rattache à cette phase d'épanchement plus récente. L'analyse pollinique (LESAGE 1963) indique que ce dépôt n'est pas plus ancien que la fin du tertiaire.

Les argiles à lignite de Didango bouleversées par un cratère d'explosion non daté (v₃) paraissent plus anciennes.

Au Nord, entre l'affleurement de gneiss et la piste de Mandourou s'observe à 1120m d'altitude une dalle continue et intacte de basalte; sa remarquable fraîcheur résulte en partie de son faciès particulier.

Les lambeaux qui parsèment le reste de la carte seraient plus anciens, de même que les basaltes profondément altérés à l'Est.

Enfin l'Hosséré Garba, lui, est constitué de basalte prismatique de haut en bas, soit sur une hauteur de 130m. Son flanc Nord est abrupt.

UNITE	DEFINITION	RELIEF	MICRO-RELIEF	EROSION	MATERIAU	ROCHE	TYPE DE SOL
1	RELIEFS RESIDUELS 1150 - 1300 m	FORTES PENTES	REPLATS ENTRE ROCHES	REPTATION EBOULEMENT	ARENE ENTRE BOULES-DALLES	GRANITE	PEU EVOLUES ET FERRUGINEUX
	Inselberg				blocs-prismes	gabbro-basalte	Peu Evolué et Bruns
2	APLANISSEMENT	INTERFLUVES LARGES ENTRE	PLAN AVEC SENTES DENUDEES	NAPPE REPTATION	FERRALLITES ARGILEUSES	BASALTE SUR GRANITE	FERRALLITIQUES A PSEUDO SABLEUX
	FERRALLITISE	flancs convexes de talwegs plats	Touradons touffes décaussées	Submersion nappe	argileuses	colluvions	Hydromorphe à gley de surface
	BASALTIQUE 1150 m	INTERFLUVES IRREGULIEREMENT DISSEQUES	TOUFFES DECAUSSEES ENTRE SENTES DENU- DEES	NAPPE ANSTOMO- SEE OU RAVINAN- TE	FERRALLITES REMANIEES	GRANITE SYENI- TE GRAVILLONS	FERRUGINEUX REMANIES SUR FERRALLITE FERRU- GINEUX & PEU EVOLUES
3	RELIEF INTER- MEDIARE 1000 - 1150 m coulées	PENTES DESOR- DONNEES pentes chaoti.	IRREGULIER REGOLES-DALLES prismes disjoints	REPTATION ET NAPPE RAVINANTE éboulement	ARENE QUARTZO FELDSPATITE prismes	GRANITE GRANO-DIORITE GNEISS basalte	FERRUGINEUX & PEU EVOLUES Bruns Peu Evolués
4	APLANISSEMENT FERRALLITISE 1000 m Disséqué au Sud	INTERFLUVES avec talwegs CONVEXES Pentes désord.	PLAN sentes denudees touradons irrégulier	NAPPE submersion reptation	FERRALLITES argileuses Arènes & blocs	BASALTE sur granite Colluvions granite	derrallitiques Hydromorphes à gley
4'	Cuirasses dis.	Petits plateaux	accidenté	éboulement	Dalles continues	Cuirasse	Peu Evolués Ferrugineux
5	APLANISSEMENT INCOMPLET FERRUGINISE	INTERFLUVES AVEC TALWEGS INSCRITS DANS LA ROCHE	DECAUSSEMENT DES TOUFFES	NAPPE REPTATION	ARENE	GRANITE GNEISS	FERRUGINEUX & PEU EVOLUES
6	ALLUVIONS DE VALLEES	TERRASSES	CULTURES TOURADONS	NAPPE INONDATION	SABLO-ARGILEUX	ALLUVIONS	PEU EVOLUES HYDROMORPHES
7	DISSECTION PROGRESSIVE DE L'UNITE 2 : ELEMENTS DE 2 - 3 - 5 et 6						
8	CONSTRUCTIONS VOLCANIQUES STROMBOLIENNES	TALUS DE PRO- JECTIONS	TERRASSETTES BLOCS ROCHEUX	REPTATION, TAS- SEMENT, DISSOLUT	LAPILLIS ET BOMBES	ANDESITE ?	PEU EVOLUES A BRUNS MESOTROPHES SELON PENTES ET MATERIAU
		Coulées	chaotique	-"-	Blocs scoriacés		
		dômes convexes	régulier, roches	-"-	masse bulleuse		

5/. LA GEOMORPHOLOGIE

Sur la figure 5 la carte étudiée a été découpée en unités géomorphologiques dont la caractérisation est succinctement résumée dans la légende. Elles ont été définies par des variations jugées significatives du modelé, du réseau hydrographique, des roches et du type d'érosion mais aussi et surtout par des caractères pédologiques.

La pédogénèse actuelle à cet égard, est importante mais elle sert plus à caractériser ces unités qu'à les définir complètement. Elle prend effectivement des formes assez différentes selon le modelé et le matériau qui lui sont proposés, la position topographique (apports obliques) et le mode d'érosion des terrains (rajeunissement) et peut-être aussi selon de faibles différences climatiques (altitude variant de 1300 à 900m avec ouverture sur le bassin du Faro).

Plus importantes cependant sont les marques de pédogénèses anciennes (ferrallitisation, ferruginisation, cuirassement) qui renseignent sur le climat et les modelés passés en permettant même parfois de soupçonner leur succession dans le temps.

L'objet de cette notice étant de décrire et d'expliquer au mieux les sols, ce seront ces unités géomorphologiques qui serviront de cadre à l'exposé et qui seront donc décrites en premier lieu bien que leur individualisation ait été effectuée par la démarche inverse.

VOCABULAIRE

1/. Paysage pédologique : C'est l'organisation de la couverture pédologique d'une région en fonction du modelé, des matériaux et des transferts de matière actuels et passés. Deux paysages pédologiques différents peuvent comporter les mêmes types de sols mais ceux-ci y sont associés différemment.

Ces transferts de matière sont effectués par les agents météorologiques, essentiellement ici l'eau (eau courante, eau de percolation, eau des nappes, évaporation etc.) et les phénomènes d'érosion qui combinent l'action de ces agents atmosphériques avec celle de la gravité sur un modelé toujours en cours de transformation.

Les matériaux sont hérités des morphogénèses et pédogénèses anciennes ou plus simplement des roches en place, là où les influences passées ont été déblayées; la pédogénèse actuelle transforme en sol proprement dit la partie supérieure de ce matériau. Mais la couverture pédologique comprend tous les matériaux qui ont subi une action pédogénétique et qui sont encore présents dans le paysage.

On cherche habituellement à décomposer le paysage pédologique général d'une région en paysages pédologiques simples, ayant une signification géomorphologique, mais qui englobent si possible à la fois les zones de départ et les zones d'accumulation des matériaux déplacés, avant leur livraison au réseau général de transport (par exemple sans dissocier les colluvions de bas de pente de l'ensemble de l'interfluve). Une seule séquence de sols peut parfois suffire à décrire un paysage pédologique élémentaire. Le plus souvent il en faudra plusieurs parce que par exemple la hiérarchisation du réseau hydrographique détermine des profils transversaux différents. Dans la région étudiée c'est le territoire commun à une unité géomorphologique et à une roche-mère qui réalise le paysage pédologique le plus simple et le mieux différencié. Il lui correspond généralement une densité de drainage particulière.

2/. Densité de drainage : c'est, pour un bassin versant, le rapport de la longueur de son réseau de talwegs à sa superficie. Elle est exprimée en km/km² et mesurée si possible sur la photographie aérienne. On peut aussi la mesurer pour une surface quelconque à condition que son contour suive l'axe des interfluves et traverse les talwegs à la perpendiculaire; c'est ce qui a été fait ici pour le terrain commun à une unité géomorphologique et à une roche-mère donnée : la densité de drainage est alors minimum (moins de 1 km/km²) sur les basaltes de l'aplanissement ferrallitisé 1150m, et maximum sur la granodiorite des reliefs de dissection de l'unité 3 (6 km/km²).

L'UNITE 1 est formée de petits massifs montagneux tous granitiques et de deux montagnes isolées à morphologie d'inselberg, l'Hosséré Garba, basaltique et l'Hosséré Paksal formé de gabbro. Gneiss, granodiorite et syénite, apparemment moins résistants ne donnent aucun de ces reliefs résiduels. Les pentes moyennes sont fortes (30 à 80 %) et le raccord au piedmont est plus

ou moins net. La roche affleure, mais pas sous formes de grandes dalles lisses et pentues : ce sont des prismes de basalte sur les flancs de l'Hosséré Garba, des blocs de gabbro à Paksal (flanc Nord abrupt) et des chaos de boules sur les pentes des massifs. Aucune trace de cuirassement ou de couverture basaltique au-dessus de 1100m d'altitude. Ces reliefs se localisent sur la bordure Sud et au centre du bassin du Rô.

Les sols des deux montagnes sont humifères, du type Peu Evolué D'érosion ou Bruns selon les points (Bruns Peu Evolués à Garba, Bruns Ferruginisés à Paksal). Sur les pentes des massifs, entre les boules de granite se développent des sols Ferrugineux Tropicaux Peu Lessivés (voir page 45) peu épais mais bien différenciés en horizons et désaturés. Les blocs qui les entourent les protègent, en effet, de l'érosion.

L'UNITE 2 rassemble des terrains aplanis et qui portent la marque d'une ferrallitisation intense et profonde. L'altitude des sommets d'interfluves est assez constante, de l'ordre de 1160 - 1120m, un peu en pente vers l'Ouest. Cette unité a été qualifiée, par commodité, de "surface" bien qu'une des causes première de l'aplanissement soit le colmatage des vallées par des coulées basaltiques ancienne (figure 6).

1/. Presque tout le bassin de la Bini est occupé par des sols Ferrallitiques rouges, à pseudo-sables dont la monotonie est rompue par de nombreuses buttes termitiques et des lambeaux subaffleurants de cuirasse. Ces sols sont développés les uns sur basalte, les autres sur granite. Ces derniers se différencient peu des premiers en partie parce qu'ils ont dû hériter d'une couverture basaltique actuellement disparue (HUMBEL 1966 P 147). Localement les cratères d'explosion ont rajeunis les sols anciens (voir sols Ferrallitiques faiblement désaturés rajeunis page 73).

Le réseau hydrographique est très lâche (densité de drainage inférieure à $1\text{km}/\text{km}^2$) et il décrit d'amples courbes alternantes. En aval se développent de larges zones marécageuses (sols Hydromorphes page 95 et figure 12), mais le lac est artificiel. Le modelé avec ses fortes pentes convexes à l'approche des talwegs à fond plat rappelle le modelé des pays ferrallitiques mais en plus atténué déjà.

L'affleurement de lambeaux de cuirasse témoigne d'un rajeunissement des sols après une période stable favorable au cuirassement (LAPLANTE et BACHELIER 1952) c'est d'abord la topographie qui a décidé ici des points de formation initiale de ces cuirasses (HUMBEL 1966 P 147).

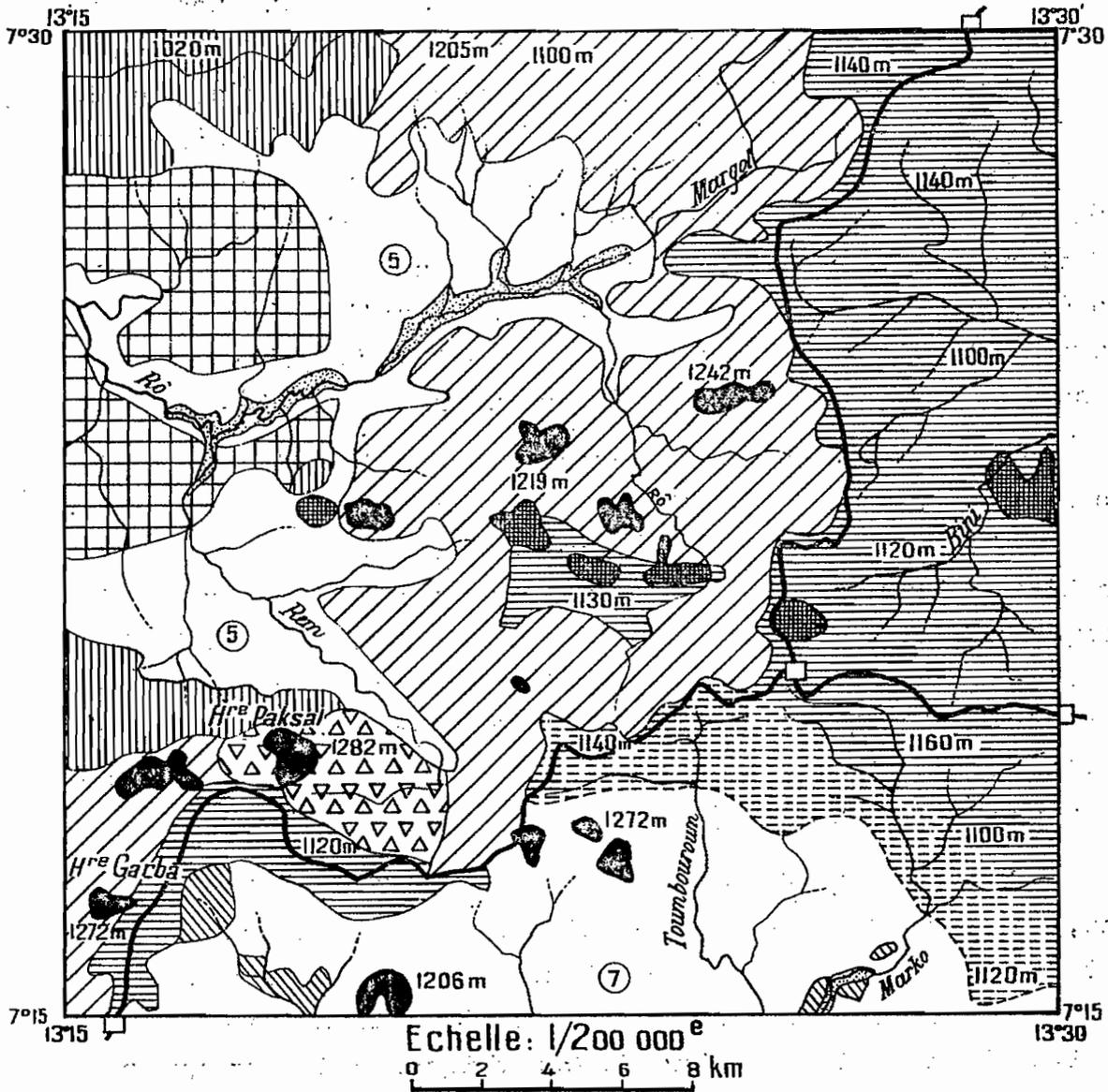
2/. Dans le bassin du Rô il ne reste qu'un lambeau de cette ancienne "surface" qu'un alignement de volcans récents V_3 d_2 V_2 semble avoir protégé de l'érosion dans la haute vallée du Rô. Ses vieux sols paraissent avoir été enrichis localement de cendres volcaniques. Partout ailleurs on ne rencontre plus, ni restes de cette surface, ni trace de ses matériaux (sauf une bande allongée dans la basse vallée de Margol).

3/. Sur la bordure du bassin de la Vina on ne retrouve plus que des lambeaux de ces vieux sols rouges Ferrallitiques, sur le sommet des interfluves les plus larges. Les sols des terrains aplanis qui les entourent, développés sur une altération ferrallitique, portent la trace d'un remaniement superficiel dont témoigne un niveau grossier enfoui sous quelques décimètres de terre fine (Sols Ferrugineux Tropicaux de couleur claire sur Ferrallites page 59 et figure 11). Enfin, on retrouve ici aussi des lambeaux de cuirasse ou de gravillons subaffleurants. En plus du remaniement ancien et du dégagement des cuirasses cette région est soumise à une dissection active (tiré sur la carte de la figure 5) : aux anciens talwegs en "auge" inscrits dans l'altération ferrallitique (voir page 60) s'ajoutent maintenant des talwegs en V (sols Ferrugineux page 61) inscrits dans l'arène et la roche. Plus en aval enfin (unité 7) cette dissection n'épargnera même plus les vieux sols rouges qui devaient leur conservation antérieure à ce que le remaniement était venu mourir à leur bord.

Au Nord d'Anloux ce remaniement s'est attaqué à des sols dont la roche-mère, apparentée au basalte était fortement ferruginisée. Mais les sols développés ensuite, bien que lessivés n'ont pas évolué en Ferrugineux Tropicaux comme leurs homologues sur granite (voir sols Ferrallitiques Remaniés Eluviés page 88)

On comprend donc bien en définitive que sols et modelés soient ici plus diversifiés selon les roches et que la densité de drainage de ces terrains soit plus élevée ($2\text{km}/\text{km}^2$).

CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE



-  ① Reliefs résiduels dominant
-  ② Surface 1100 - 1160 m anciennement drainée vers l'ouest
-  ③ Relief intermédiaire entre ② et ④ (ou ⑤)
-  ④ Gradin inférieur 980 - 1020 m (Bassin du Rô)
-  ④ Ancienne plaine de ④ fortement cuirassée
-  ⑤ Reliefs de dissection de ④
-  ⑥ Alluvions récentes
-  ⑦ Reliefs de dissection de ② par les affluents de la Vina
-  Colluvions de matériaux de ②
-  Roches variées de ③ dégagées par le Rem
-  ⑧ Constructions du volcanisme récent
-  Lignes de partage des eaux

L'UNITE 3 réunit des zones accidentées, visiblement soumises à une érosion encore active mais dont les sols témoignent pourtant d'une évolution de type ferrugineux Tropical, parfois assez poussée. Elle se développe sur le pourtour du bassin du Rô où elle flanque l'unité 2 qu'elle relie aux unités 4 ou 5. La dissection y a été si profonde et si complète qu'il n'y reste plus trace des matériaux de l'unité 2 si ce n'est des éboulis de cuirasse ou de lambeaux d'altération ferrallitique (voir profil 219 figure 14). Le façonnement de cette unité est assez ancien puisque des coulées basaltiques anciennes (deuxième épanchement voir page 13) qui sont maintenant fortement disséquées ont emprunté ses pentes (sols Peu Evolués et Bruns de Margol).

Ce sont les gneiss et surtout la granodiorite qui sont le plus fortement et le plus finement disséqués (densité de drainage respectivement 4 et 6 km/km²). Sur les gneiss les sols Peu Evolués l'emportent sur les sols Ferrugineux Tropicaux qui sont argileux, peu épais, peu différenciés en horizons et dont le lessivage est peu apparent (voir page 46). Moins argileux les sols des profondes entailles de l'affleurement de granodiorite sont plus nettement lessivés mais encombrés de grands feldspaths jusqu'en surface (voir page 50).

Sur les granites quartzeux et grossiers, comme ceux d'Anloua, les sols sont aussi bien différenciés et lessivés mais ils sont fortement désaturés et de texture sablo-argileuse. La part des sols Peu Evolués y reste importante mais moins que sur les granites à grain fin et plus feldspathiques qui donnent un matériau plus argileux et des sols Ferrugineux moins évolués.

Sur les basaltes (Nord de la feuille) on a soit des sols Bruns Peu Evolués là où les coulées sont postérieures au creusement soit des sols Ferrallitiques Colluviés associés à des sols Bruns Peu Evolués là où il y a eu dissection de la surface ferrallitisée.

L'UNITE 4 est représentée principalement au Nord-Ouest où elle rappelle l'unité 2 par ses sols Ferrallitiques et son modelé assez mou. Mais la ferrallitisation y est moins épaisse, et on n'y observe pas de sols remaniés. Comme son altitude n'est que de 1000m et qu'une zone accidentée (unité 3) la raccorde à l'unité 2 au Nord de la carte elle a été différenciée sous le nom de "gradin inférieur"; un large replat au piedmont Nord de l'Hosséré Paksal de même altitude, mais dégagé de sa couverture

basaltique (témoin) et ferrallitique (supposée), lui a été rattaché, ainsi qu'un lambeau de sol rouge au Nord-Ouest de l'extrusion volcanique d1.

L'existence d'une vaste zone cuirassée (unité 4') légèrement plus basse et qui relie ces trois régions pourrait étayer ce rattachement. Des lambeaux de sols rouges (à sables quartzeux) sont en effet piégés entre ces cuirasses. Celles-ci sont fortement dégagées par l'érosion qui les met en relief de plusieurs mètres.

L'UNITE 4' résulterait de la dissection d'une ancienne dépression de la "surface" 1000m dans laquelle serait venu s'accumuler le fer des régions voisines mis en mouvement par des phénomènes pédologiques. Que les sols rouges de l'unité 4 (au Nord) témoignent d'une ferrallitisation moins poussée (épaisseur moindre) et d'une tendance plus marquée vers les Ferrugineux Tropicaux (horizon de consistance très différencié, voir page 83) expliquerait bien cette plus grande mobilité du fer dans le paysage ancien.

L'unité 4' se distingue de l'unité 5 par sa trame résistante de cuirasse qui lui confère un aspect plus accidenté.

L'UNITE 5 résulte d'une dissection modérée de 4 qu'elle relie sans brusquerie aux vallées actuelles évasées du Rô et du Rem. Les roches intéressées sont essentiellement des granites et localement des gneiss mais on y observe aussi quelques témoins de coulées basaltiques dans la vallée du Rô.

Les interfluves sont larges et peu pentus donc soumis à l'érosion en nappe, les sols y sont encore du type Ferrugineux Tropical, rarement tachés ou concrétionnés. Par contre les pentes des talwegs sont ravinées et fréquemment gravillonnaires. Il semble donc que l'érosion de cette région peu disséquée (densité de drainage 2km/km²) reprenne à partir des talwegs.

L'UNITE 6 réunit ces formations alluviales étroites et discontinues qui jalonnent les cours du Rô et du Rem dont les lits sont encaissés de quelques mètres au plus dans ces dépôts. Les sols sont Peu Evolués, sablo-argileux ou limoneux, assez riches. Là où l'hydromorphie ne les marque pas et sur les terrasses les plus hautes ils ont évolué discrètement vers les sols Ferrugineux Tropicaux.

L'UNITE 7 résulte d'une dissection de l'unité 2 par les tributaires de la Vina. Les matériaux ferrallitisés de 2 persistent, en place sur les sommets de larges interfluves (gravillons, sols rouges) et sous forme de colluvions en bas-flanc des vallées. Les talwegs à fond plat inscrit dans l'altération ferrallitique se raréfient au profit de talwegs en V qui drainent des sols Ferrugineux Tropicaux et des sols Peu Evolués. Les vallées principales portent une étroite bande alluviale de sols Hydromorphes.

Au total la dissection est nettement moins intense que dans le bassin du Rô.

L'UNITE 8 rassemble tous les secteurs transformés par les manifestations du volcanisme récent : cônes volcaniques, cratères d'explosion, dômes extrusifs.

Sur les fortes pentes des cônes, encombrées de bombes, comme sur les coulées chaotiques et scoriacées se développent des sols Bruns dont le degré d'évolution va du stade Peu Evolué au stade Brun Désaturé. Le plus souvent les zones pentues portent les sols les moins évolués (voir page 37).

Les cratères d'explosion eux ont généralement rajeuni par troncature les sols Ferrallitiques voisins (voir page 73). Leurs dépressions centrales portent des sols successifs enterrés marqués par l'hydromorphie (voir page 78).

Les dômes extrusifs d1 et d3 portent des sols Bruns Eutrophes mais la roche est rougeâtre, le dôme d2 un sol Peu Evolué sur une ponce blanchâtre.

Ces différents édifices ont barré et légèrement détourné les hautes vallées du Rô et de la Bini. Des sols Hydromorphes ou Bruns, avec sols enterrés occupent les renblais des zones situées en amont de ces barrages (voir page 97). Quant au cratère d'explosion v3, non accompagné d'émission de lave il date manifestement d'une période plus ancienne : Ferrallitisation des talus qui sont en outre presque nivelés. A proximité le basalte ferrallitisé de Didango est rajeuni par l'érosion (HUMBEL 1966 P. 155 et P 147).

6/. VEGETATION

La végétation des interfluves est une savane arbustive ou arborée dominée fréquemment par de grands *Daniella oliveri*. Les fonds de talweg portent au contraire une galerie forestière qui est étroite et souvent interrompue. Les vastes zones hydromorphes sont couvertes d'un tapis herbacé d'où émergent quelques flots forestiers. Quant aux appareils volcaniques récents ils ne portent guère que des touffes d'herbes et de rares arbustes espacés (*Peucedanum praxilidianum* par exemple).

La végétation herbacée, généralement brûlée même dans les zones marécageuses, n'a pas été étudiée. Celle des galeries forestières, où l'on note entre autres *Huapaca*, *Vitex*, *Fagara*, non plus. Sur les interfluves, de nombreuses espèces arbustives ou arborées ont été reconnues. Cependant d'un type de sol à l'autre aucune variation significative n'a été observée ni dans les espèces présentes ni dans leur abondance relative ni même souvent dans la densité du couvert végétal. Et pourtant les différences sont grandes entre les sols Ferrallitiques, argileux et frais, les sols Ferrugineux Tropicaux, secs et arénacés, et les sols Peu Evolués, minces et caillouteux. Cette uniformité du couvert végétal explique en partie les difficultés rencontrées pour la photo-interprétation de ces sols. Une des raisons aurait pu être l'action périodique des feux de brousse qui favorisent essentiellement les espèces pyrophiles (*Harungana madagascariensis* par exemple) mais les espèces représentées ici sont nombreuses, ce sont :

Terminalia macroptera (1), *dewevri* et *glaucosens*, divers combrétacés, *Hymenocardia acida*, *Sizygium guineense*, *Lannea barteri*, *Ptilostigma thoningii*, *Ximenia africana*, *Strychnos spinosa*, *Cassonia djalonensis*, *Annona arenaria*, *Bridelia ferruginea*, *Gardenia ternata*, *Lofira alata*, *Butyrospermum*, *Parkia biglobosa*, *Protea éliotii*, *Sarcocephalus esculentus*, *Albizia zyga*, *Pitecelobium eriorachis*, *Stereospermum kunthianum*, *Oncoba spinosa*, *Gymnosporia*, *Psorrospermum febrifugum* et *glaberrinum*, *Erythrina sygmoïdea* et *eriotricha*, *Vitex madiensis*, *Ekebergia africana*, *Erytrophillum guineense*, *Ptérocarpus erinaceus*. Au sol on observe *Gnidia schweinfurthii*, *Asparagus africana*, *Securidata longipedunculata*, *Leonatis africana*, *Trimelia emetica*, *Boreria* etc. et dans le tapis herbacé entre autres *Melinis tenuissima*, *Ctenium newtonii*.

Enfin dans trois stations du Nord de la carte ont été rencontrées des espèces habituellement absentes du plateau de l'Adamaoua mais largement représentées plus au Nord dans la plaine de la Benoué; ce sont essentiellement *Isoberlinia docka* et *dalziell* en peuplement presque par avec *Monotes kerstingii* et *Afzella africana*.

7/. L'ACTION DE L'HOMME

Ce n'est pas par l'agriculture que l'homme de ces régions a le plus transformé ses sols mais par les modifications qu'il a apportées au couvert végétal afin de faciliter le pâturage. HURAUULT (1964) a opposé les intérêts divergents des pasteurs nomades et des agriculteurs sédentaires. Le résultat global est que les feux de brousse ont éclairci la couverture arbustive et arborée et sélectionné les espèces (abondance d'*Harongana madagascariensis*). En détruisant tardivement le tapis herbacé ces feux exposent la surface du sol à l'action érosive des premières pluies.

Les effets du parcours du bétail sont plus apparents que ceux du surpâturage proprement dit : les terrains sont irrégulièrement striés de bandes imperméabilisées et durcies comme des sentiers; la structure est tassée sur un décimètre au plus mais les eaux de pluie, qui ne peuvent s'infiltrer, suivent ces sentes et érodent. Cependant l'intensité du phénomène varie fortement selon le sol sur lequel il s'exerce : faible sur les sols Ferrallitiques elle devient forte dans les sols Ferrugineux Tropicaux sur Ferrallite qui leur sont associés.

Enfin sur les pentes des volcans récents le bétail contribue avec d'autres phénomènes naturels mal connus à la formation de "terrassettes en pied de vache" qui sont des petits gradins régulièrement espacés matérialisant les courbes de niveau.

(1) La plupart de ces déterminations ont été aimablement effectuées sur le terrain et au bureau par Monsieur PIOT botaniste de l'I.E.M.V.T. près de Ngaoundéré.

Les modifications directes par la culture concernent essentiellement les abords des villages anciens et actuels. Elles intéressent les alluvions du Rô, les sols Bruns du volcanisme récent et quelques secteurs de sols Ferrallitiques notamment dans les terrains rajeunis par l'érosion.

Enfin, au Nord-Est le relèvement du plan d'eau dans le lac artificiel des Eaux et Forêts a élevé le niveau des nappes alentour, élargissant ainsi le domaine des sols Hydromorphes. Le cratère d'explosion v1 a été fermé et son plan d'eau empoisonné lui aussi. Toute cette région Est est en outre dégradée par l'exploitation du bois (combustible et matériau de construction) au profit de la ville de Ngaoundéré toute proche.

LES SOLS

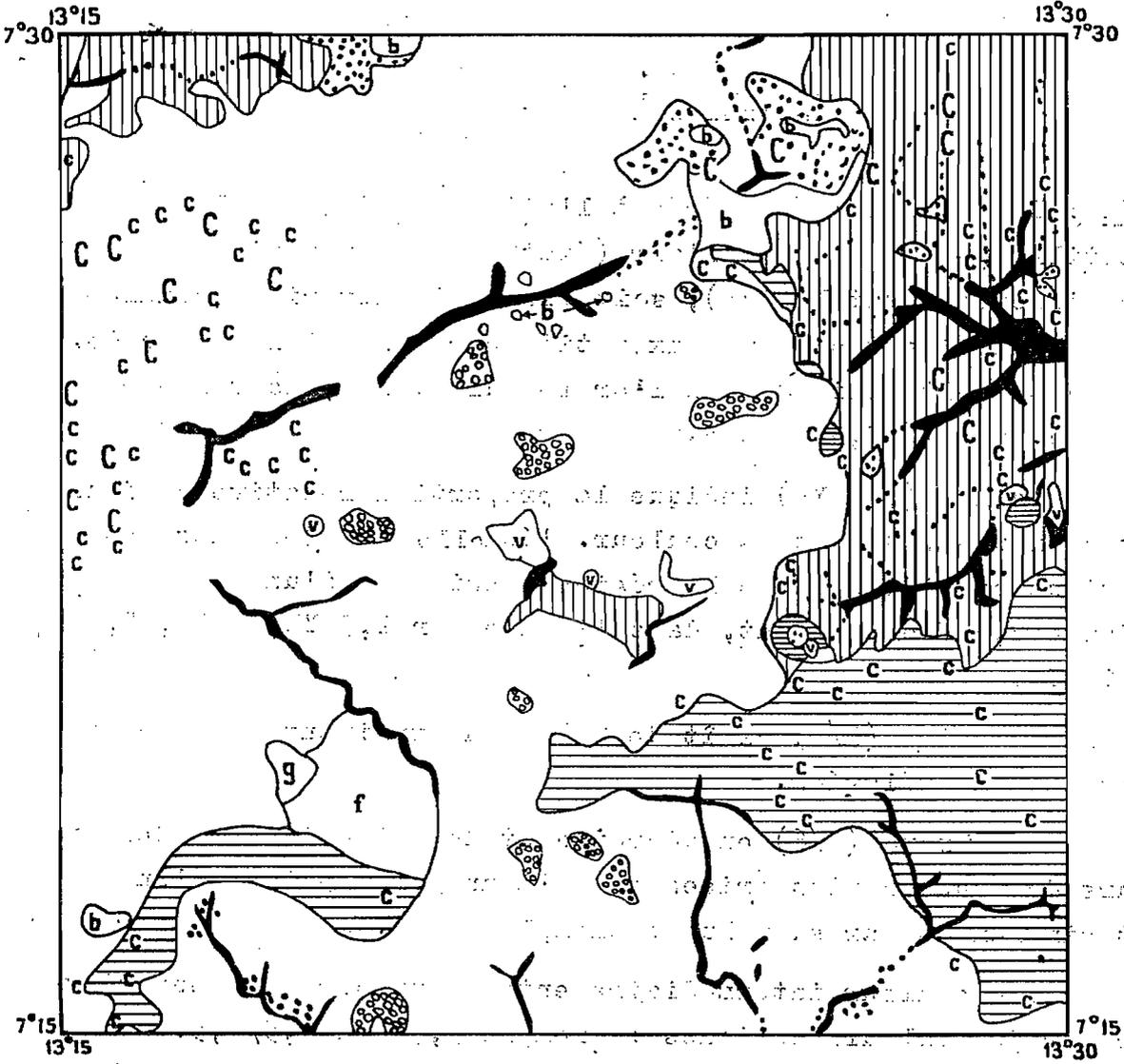
Après cette présentation géomorphologique des sols de la région l'exposé de leurs caractères se fera en suivant la classification pédologique. Celle-ci les répartit, inégalement dans cinq classes : Classe II : Sols Peu Evolués, VI : Sols à Mull, Bruns Tropicaux, VIII : Sols Ferrallitiques Ferrugineux Tropicaux, IX : Sols Ferrallitiques et X : Sols Hydromorphes.

Si la classification française actuelle (AUBERT 1965 - AUBERT et SEGALEN 1966) rend bien compte de la morphologie des sols rencontrés, à condition de faire une part importante au remaniement, leurs caractères analytiques par contre ne coïncident pas toujours bien : En particulier les sols à morphologie de Bruns Eutrophes Tropicaux et de Ferrugineux Tropicaux sont souvent fortement désaturés en cations. Ce décalage sera discuté dans la troisième partie.

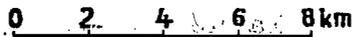
Le matériau qui donne naissance au sol est décrit, dans la légende au niveau de la famille à l'aide de deux termes : l'un renseigne sur sa présentation, exemple Boules, Dalles, Prismes, Masse, Gravillons, Arène, Argile etc. l'autre, sur sa nature minéralogique, exemple quartzo-feldspathique, feldspathique, ferromagnésien, ferrallite etc.. A ces termes descriptifs s'ajoute, parfois un troisième, interprétatif cette fois, qui indique l'origine probable de ce matériau : granitique, gneissique, pyroclastique, basaltique, ferrallites, cuirasse, alluvial, colluvial etc.

Le matériau d'un sol n'est pas toujours en effet directement la roche sous-jacente (matériau géologique) mais bien souvent une partie d'un sol ancien (matériau paléo-pédologique) ou des formations superficielles (matériau géomorphologique). La longue histoire continentale de ces régions en est la cause. Il en résulte une certaine interdépendance entre chacune des cartes géologique, géomorphologique et pédologique d'une part et la carte des matériaux d'autre part. (voir figure 7)

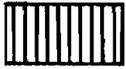
CARTE DES MATÉRIAUX



Echelle 1:200 000



MATÉRIAU D'ORIGINE PEDOLOGIQUE

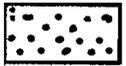


Ferrallites rouges désaturées



Cuirasses ou concrétions

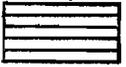
MATÉRIAU D'ORIGINE GÉOMORPHOLOGIQUE



Colluvions



Alluvions (bordées de colluvions)

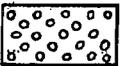


Remaniement de ferrallites par érosion et faune

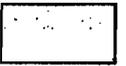


Rajeunissement de ferrallites par explosion volcanique

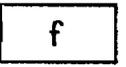
MATÉRIAU D'ORIGINE GÉOLOGIQUE



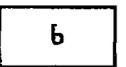
Boules et arène de roches quartzo-feldspathiques



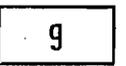
Arène blocs et dalles " " " " "



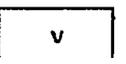
Arène feldspathique grossière



Prismes de basalte



Blocs de roche ferro-magnésienne



Ruiss. ou massifs volcaniques du volcanisme récent

VOCABULAIRE

COULEUR : La couleur est repérée à l'aide du code Munsell (U.S.A.). L'échantillon, soit séché à l'air (état sec) soit mouillé d'un jet de pissette (état humide), soit finement pulvérisé (poudre sèche ou humide) est comparé aux petits cartons colorés du code. Chaque carton est désigné dans l'ordre par sa hue, sa value et son chroma. Exemple 7,5 YR 5/6.

La hue (7,5 YR) indique la proportion relative de jaune (Y) et de rouge (R) dans sa couleur. L'échelle des hues est discontinue et s'étage dans la région considérée d'un rouge 10 R à un jaune 2,5 Y en passant, dans l'ordre par 2,5 YR, 5 YR, 7,5 YR et 10 YR.

La value (5/) croît de 2 à 8 en exprimant des couleurs de plus en plus délavées.

Le chroma (/6) en décroissant de 8 à 0 indique des couleurs de plus en plus grises, jusqu'à un gris neutre qu'on décrit simplement par sa value : exemple N 3/ .

Une couleur intermédiaire entre deux cartons peut s'exprimer par des valeurs médianes : exemple 3,75 YR 5,5/1,5.

Les cartons colorés de même hue sont réunis dans une même planche à l'intérieur de laquelle ils sont disposés en abscisses selon des chroma croissants et en ordonnées selon des values croissantes.

Une traduction en termes de couleurs usuels accompagne ce code mais elle n'a pas été suivie ici : il a paru plus expressif en effet d'écrire par exemple : couleur-rouille, beige ou lie de vin plutôt que brun-jaune, brun très pâle ou rouge faible.

TEXTURE : Les classes de texture : très argileuse, argileuse, argilo-sableuse sablo-argileuse, sableuse peu argileuse et sableuse correspondent ici respectivement aux six intervalles de l'échelle suivante de pourcentage d'argile : 100 - 65 - 50 - 35 - 20 et 0 %. Plus de 35 % de limon fin font une texture limono-argileuse ou sableuse et 20 à 35 % une texture argilo ou sablo-limoneuse. Ces limites diffèrent sensiblement de celles indiquées dans les triangles de texture utilisés en région tempérée.

Structure - Consistance - Porosité - Limites d'un horizon : Les termes utilisés pour les décrire sont ceux du "schéma de description des profils" des Pédologues de l'O.R.S.T.O.M. Il est fait en outre allusion à des tests d'humectation qui sont les suivants :

1/ Rapidité d'absorption : Sur une face d'agrégat placée horizontalement on dispose au même endroit des gouttes d'eau au rythme de deux par seconde. L'absorption est : Très rapide si le temps de stagnation de chaque goutte avant infiltration est à peine perceptible.

Rapide : si l'eau d'une goutte s'infiltré avant la chute de la suivante.

Moyenne : si l'eau des gouttes est absorbée dans un rayon d'un centimètre autour du point de chute.

Lente : si l'eau pénètre lentement en se déplaçant à la surface de l'agrégat.

Très lente : si l'eau se déplace sans pénétrer. Il faut broyer finement l'échantillon pour l'humecter.

2/ Tenue à l'eau : On observe le comportement de l'agrégat au cours de son humectation par des gouttes d'eau posées à sa surface; la tenue est :

Très bonne : si l'agrégat tient indéfiniment même après son imprégnation, complète et si l'eau qui s'en écoule est pure.

Bonne : si l'agrégat humecté ne s'effondre que lorsqu'on le prend entre les doigts.

Faible : s'il s'effondre peu après son imprégnation complète.

Mauvaise : s'il s'effondre avant son imprégnation complète et que l'eau entraîne un peu de sa substance.

Très mauvaise : si l'agrégat se délite complètement tandis que l'eau entraîne indéfiniment sa substance.

EFFET DE TALUS : Transformation des propriétés physiques d'un sol après le creusement d'une fosse d'étude ou d'un talus de route : la dessiccation est brutale et progresse par le plan vertical de la coupe; celui-ci draine à la longue les solutions du sol; l'augmentation de volume est possible, à pression atmosphérique, dans la direction perpendiculaire alors que dans le sol non perturbé au contraire des forces de pression saisonnières s'exercent à volume constant.

ORYCTEROPE : Mammifère (ordre des Tubulidentés) nocturne d'Afrique Noire qui creuse des galeries profondes pour se nourrir de termites qu'il attrappe avec sa longue langue engluée de mucus. Il a l'aspect d'un porc : groin, poil rare, peau grise mais un cou dégagé, de grandes oreilles et une queue musculeuse. Si ses trous facilitent le travail du pédologue, ils rendent par contre délicate la circulation du véhicule en tout terrain.

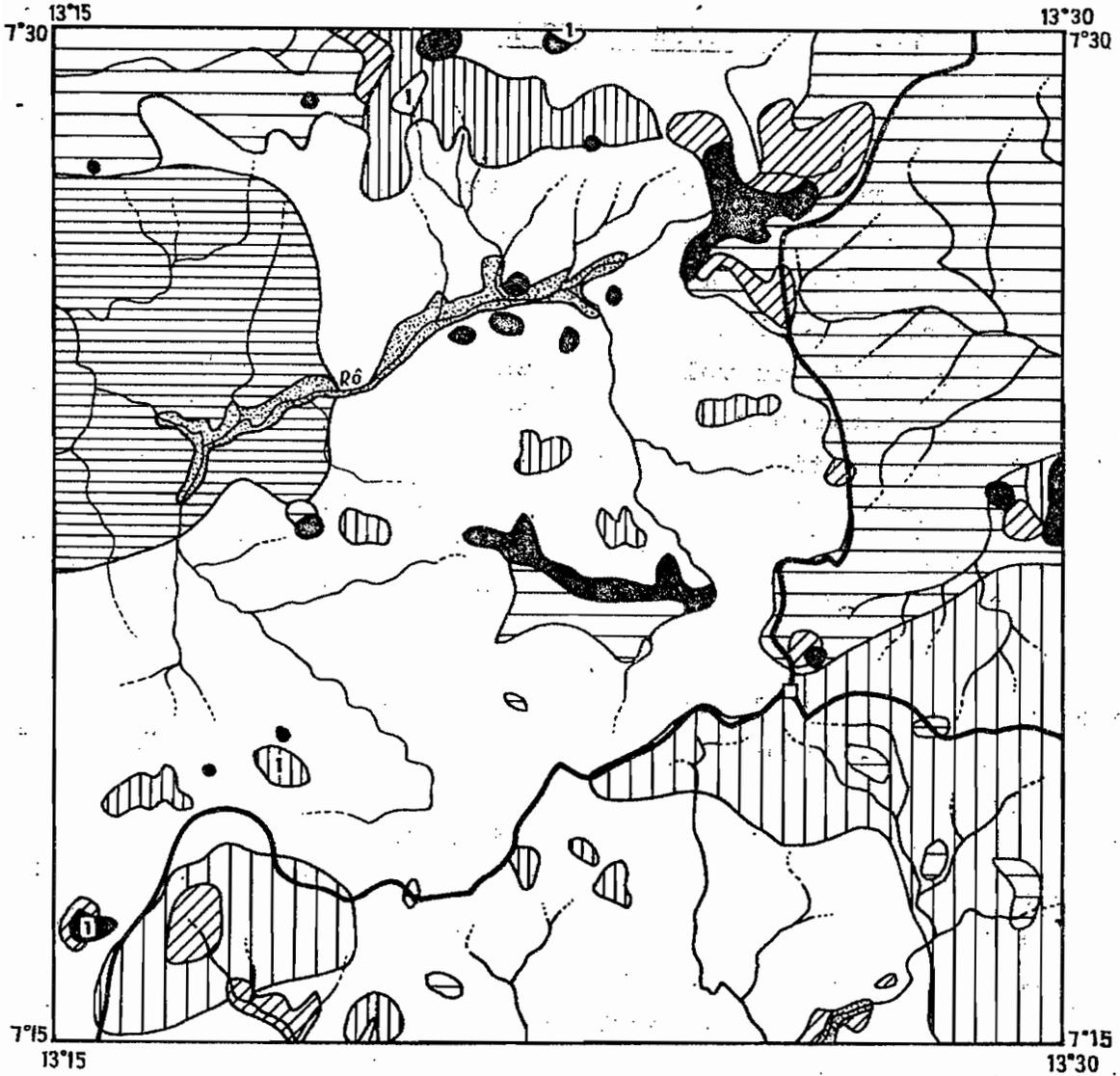
EROSION EN NAPPE ANASTOMOSÉE (rill-wash des auteurs de langue anglaise) : Lors des fortes pluies la nappe d'eau en surface du sol entoure et isole des secteurs légèrement surélevés : buttes de collet des végétaux notamment. La nappe devient ravinante lorsqu'en plus elle creuse des chenaux à peu près rectilignes et régulièrement espacés comme des coups de griffe. En bas des longues pentes faibles, et là où la pente s'accroît sur les flancs d'un talweg, l'érosion en nappe peut se résoudre en érosion en rigoles ou en ravines. Le changement est important pour l'évolution du sol puisque au lieu de rajeunir les sols de l'affleurement en écrémant uniformément l'horizon supérieur de ses parties fines l'érosion détruit alors l'affleurement par sa tranche.

GLEY : Horizon généralement pâteux lorsqu'il est humide, dont la couleur est grise (chroma de 0 à 2, valeur de 3 à 6 environ). Cet horizon qui peut durcir en séchant résulte d'un engorgement prolongé avec réduction du fer à l'état ferreux qui impose sa couleur grise.

PSEUDOGLEY : Horizon bariolé de plages grises comme le gley et de taches ou concrétions de couleur ocre-rouille. Il résulte d'un engorgement périodique suivi d'assèchement qui fait alterner les phénomènes de réduction et ceux d'oxydation.

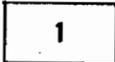
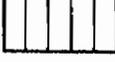
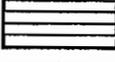
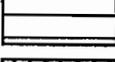
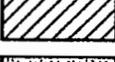
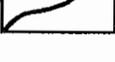
FERRALLITES : Produits de néoformation issus d'une altération ou d'une pédogénèse ferrallitique : kaolinite, goethite, souvent gibbsite. Le quartz est le seul minéral résiduel qui puisse être abondant. La capacité d'échange et la teneur en cations sont faibles. La couleur est claire ou vive; les ferrallites sont généralement très argileuses mais légères, friables et poreuses (pseudo-sables), les ferrallites indurées, cependant, proviennent d'horizons concrétionnés par les composés du fer.

RÉPARTITION DES SOLS



Echelle 1:200 000

0 2 4 6 8 km

-  Affleurements rocheux
-  Sols Peu Evolués D'érosion avec Ferrugineux ou Bruns
-  Sols Bruns et Peu Evolués sur roches volcaniques
-  Sols Ferrugineux Tropicaux et Peu Evolués
-  Sols Ferrugineux Tropicaux sur ferralites
-  Sols Ferrugineux Tropicaux et cuirasses résiduelles
-  Sols Ferrallitiques et Hydromorphes, cuirasses
-  Sols Ferrallitiques colluviés ou remaniés
-  Sols Hydromorphes et Peu Evolués
-  Lignes de partage des eaux

1/. LES AFFLEUREMENTS ROCHEUX

Les roches du socle affleurent sous forme de grandes dalles et de chaos de boules sur le sommet et les pentes des reliefs résiduels mais ces affleurements n'occupent jamais de grandes superficies continues. Il en est de même des prismes de basalte et de trachyte du volcanisme ancien ainsi que des bombes et scories du volcanisme récent. En outre ces roches ne sont pas altérées même en position horizontale. Il ne s'agit donc pas de sols Minéraux Bruts mais d'affleurements rocheux associés à des sols Peu Evolués, à des sols Bruns ou à des sols Ferrugineux Tropicaux ou même le plus souvent d'éléments rocheux constitutifs de ces sols.

Cependant au Nord de la carte près de la route de Mandourou une grande dalle continue de basalte massif affleure horizontalement sur plusieurs centaines de mètres. Mais cette roche n'est altérée que dans quelques fissures qu'utilisent des arbustes pour s'y accrocher. Il n'y a pas encore ici de sols véritable. Le petit pointement trachytique forme un autre affleurement rocheux mais de dimensions très réduites. Deux autres affleurements rocheux importants existent au Sud-Ouest, l'un sur le flanc Nord abrupt de l'Hosséré Garba l'autre sur celui de Paksal.

2/. LES SOLS PEU EVOLUES D'EROSION

Ces sols sont de types variés comme les matériaux dont ils dérivent. Leur faible évolution résulte parfois de l'attaque actuelle d'un élément de paysage à la suite d'une reprise d'érosion (Cas des bassins du Rô et du Rem). Ils s'observent alors sur des catégories de pentes diverses. Le plus souvent elle résulte de la forte valeur de la pente des terrains. Celle-ci est ou bien héritée d'un modelé ancien (Cas des reliefs résiduels à morphologie d'inselbergs) ou bien créée par le volcanisme récent (Cônes, dômes de lave, talus d'explosion). Dans ce dernier cas en effet la faible évolution ne résulte par principalement de la jeunesse de la roche puisque les secteurs non pentus portent des

sols plus évolués vers les Bruns Eutrophes.

Presque tous les sols Peu Évolués D'érosion se situent dans les bassins du Rô et du Rem ou sur leur pourtour. L'érosion y est active effectivement mais c'est aussi parce que deux des trois cônes volcaniques récents et presque tous les reliefs résiduels y sont placés.

Ces sols peu évolués sont formés :

1/ D'un horizon humifère A1 de couleur foncée (10 YR 4/2 à l'état sec, 2/1 à l'état humide), épais de 5 cm environ, de texture sablo-argileuse (30 % d'argile; 10 à 30 % de limon fin).

2/ D'un horizon AC formé de traînées de pénétration humique dans un matériau diversement altéré : Désagrégation de dalles (gneiss, gabbro, granite, cuirasse) argilisation périphérique de prismes de basalte, désagrégation d'une masse de lave poreuse. La couleur reste foncée (chroma et value inférieurs à 4) sauf dans le cas d'une roche colorée.

La texture est gravelo-sableuse (10 à 30 % d'argile et de limon). La structure est particulière de cohésion faible. La pénétration des racines entre les blocs est en général possible et ces sols ne se différencient pas par leur végétation. Des dalles de rochers nus, imperméables aux racines, longues de plusieurs mètres, sont associées à ces sols peu évolués sur cuirasse et granite (sommet des reliefs résiduels).

PROPRIETES CHIMIQUES

Leur teneur en matière organique est très variable dans l'horizon humifère : 2 à 14 % (C/N 10 à 17) les teneurs les plus élevées (C/N bas) étant obtenues en altitude, et sur les roches basiques. La capacité d'échange est élevée : 20 à 50 m éq./100g. Leur teneur en cations échangeables est élevée sur roches basiques : 10 à 20 m éq. donnant un taux de saturation de 40 à 80 %, faible sur roches acides 5 m éq. (taux de saturation 20 %. Leur teneur en phosphore total (P₂O₅) varie de 1 % sur granite, à 8 % sur basalte. Leurs réserves en cations totaux sont élevées : 70 m éq./100g sur roches basiques (Calcium et magnésium essentiellement) 30 m éq. sur roches acides. Leur pH est compris entre 6 et 7 sur roches basiques 5 et 6 sur roches acides.

- SOLS PEU EVOLUES D'APPORT, HYDROMORPHES -

Ces sols s'observent sur les alluvions récentes des vallées principales, notamment celles du Rô et du Rem. Selon l'ancienneté et la position actuelle de ces dépôts au-dessus de la rivière ces sols peuvent être plus évolués vers les sols hydromorphes (terrasses inférieures) ou vers les sols Ferrugineux Tropicaux peu évolués (terrasses supérieures) ou au contraire moins évolués sans marque d'hydromorphie dans le premier mètre. La classification retenue : Peu Evolué Hydromorphe représente à la fois la moyenne entre ces différents types d'évolution et le type le plus répandu.

Ces sols sont formés d'un horizon humifère A1 gris ou brun-gris (par exemple 10 YR 3,5/2 en sec, 2,5/1,5 en humide), bien structuré, grumeleux ou nuciforme, reposant sur des alluvions brunes (10 YR 4/4 en sec, 7,5 ou 5 YR en humide), encore faiblement structurées sur quelques centimètres. En profondeur enfin on observe des taches d'hydromorphie de couleur rouille. Leur granulométrie est variée puisque ces alluvions résultent du mélange des produits de démantèlement de sols plus ou moins évolués dérivant les uns de basalte les autres de granite. Leur texture peut être sablo-argileuse ou franchement argileuse. Ils contiennent toujours une proportion notable de limons (fins et grossiers) 25 à 35%.

Ils sont bien pourvus en éléments chimiques :

- 2 à 4 % d'anhydride phosphorique total
- 10 à 15 m éq./100g de cations échangeables dans l'horizon supérieur.
- Leur capacité d'échange des cations est supérieure à 20 m éq. en surface et de l'ordre de 10 à 15 en dessous.
- Leur taux de saturation, qui est de l'ordre de 50 % en surface peut, dans les horizons sous-jacents rester élevé ou au contraire descendre fortement.
- Leurs réserves en cations sont généralement élevées : Elles peuvent même atteindre 40 à 70 m éq. essentiellement par le Calcium et le Magnésium.
- Ils contiennent de 5 à 10 % de matière organique dans les deux premiers décimètres. Celle-ci est mal évoluée, C/N voisin de 20.
- Lorsque les sols alluviaux ne sont pas hydromorphes leur matière organique est mieux évoluée (C/N de 10) mais moins abondante : 5 %.
- Leur pH reste voisin de 6.

3/. LES SOLS A MULL BRUNS TROPICAUX

A/. LES AFFLEUREMENTS

Ces sols s'observent uniquement sur des roches volcaniques et localement sur le gabbro de l'Hosséré Paksal. Sur les roches volcaniques récentes ils sont d'autant plus évolués et désaturés que la pente est faible (coulées, piedmont des volcans). Sur les basaltes anciens on les rencontre dans les zones pentues ou plus exactement des secteurs rajeunis par l'érosion. Ceci s'explique aisément : Sur les pentes de constructions volcaniques récentes l'érosion empêche le sol de dépasser un stade peu évolué. Sur les basaltes anciens qui portaient des sols Ferrallitiques, il a fallu que l'érosion décape l'ancienne couverture ferrallitique pour que les sols recommencent leur évolution.

Deux déductions s'imposent : - Le volcanisme récent n'est pas tout à fait récent puisque les sols développés sur ses constructions ont pu dépasser le stade Peu Evolué et devenir Bruns Eutrophes et même Mésotrophes. - Le rajeunissement des surfaces ferrallitisées se poursuit actuellement puis qu'on y rencontre des sols Peu Evolués; L'évolution ultérieure de ceux-ci se fait vers les sols Bruns. Enfin il apparaît que le stade d'évolution caractérisé par les sols Bruns est un palier relativement stable sur les roches basiques ou volcaniques mais probablement éphémère sur les granites ou on ne l'observe pas.

Dans le détail toutefois les affirmations précédentes doivent être retouchées. Même en topographie plane certaines roches volcaniques récentes non pyroclastiques (extrusion de ponces) n'ont pas dépassé le stade Peu Evolué. La cause paraît être dans la structure de la roche plutôt que dans l'extrême jeunesse de l'extrusion. - Les fortes pentes du volcan V3 portent des sols Bruns eutrophes Modaux (profil type 269) celles de V2 des sols Bruns Peu Evolués et celles de V1 des sols Peu Evolués. Cependant les sols des coulées de V1 sont déjà désaturés (Bruns mésotrophes).

On pourrait même concevoir, là où les roches du volcanisme récent sont identiques, de dater de façon relative leurs différents appareils par le taux d'argilisation et le taux de désaturation de leurs sols, ceux-ci étant choisis sur des topographies semblables.

Il est évident que les différents matériaux de ces sols varient beaucoup selon qu'on se place sur un cône de volcan (bancs d'épaisseur et de granulométrie variables) sur une coulée (mélange de blocs scoriacés de toutes tailles et de bombes) dans le fond d'un cratère, sur des lapillis (placages sur les granites voisins), ou bien ^{sur} les prismes disjoints du basalte compact à olivine des coulées plus anciennes au Nord de la carte. D'où le grand nombre de "familles" distinguées dans la classification. Le degré d'évolution est, lui aussi, varié, répartissant les sols dans 4 sous-groupes différents, Peu Evolués, Eutrophes, Mésotrophes et Ferruginisés.

La surface du sol est rendue irrégulière (volcans) ou même chaotique (coulées) par des blocs de lave ou des blocs de roche arrachés au socle. Autour de ces roches le tapis herbacé peut être continu mais la végétation arborée est très réduite notamment sur les pentes des appareils. On observe sur celles-ci des "terrasses en pied de vache" sortes de petites banquettes, de la largeur d'un étroit sentier, qui suivent les courbes de niveau. Sur les dômes de lave au contraire, la surface du sol, est bien plus régulière. Enfin sur les coulées prismatiques les prismes, verticaux et disjoints, affleurent de place en place; il semble que de telles coulées n'ont pas subi la ferrallitisation (région Nord, vallée du Rô, Hosséré Garba) ou bien alors que l'érosion ait agi profondément. Par contre sur le flanc de la surface Ferrallitisée on rencontre d'abord un basalte argilisé en masse gris-bleuté. Le sol qui en dérive ne représente jamais une surface cartographiable sauf à Didango (voir Sols Ferrallitiques Faiblement Désaturés Bruns).

B/. LES PROFILS :

Ils sont formés de haut en bas :

1/ D'un horizon humifère A1, d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, de couleur brune variant de 10 YR 4/3 à 5 YR 3/2 (poudre jaune) de texture argilo-limoneuse, de structure fortement développée en grumeaux très grossiers et durs dans les sols des sous-groupes modal et Peu Evolué mais plutôt en polyèdres émoussés fins et peu fragiles dans les sols mésotrophes. Forte porosité de structure, enracinement fin et abondant.

La teneur en matière organique peut atteindre 9% (C/N 11 à 15) mais, dans les sols Peu Evolués elle reste assez

basse 3 % (C/N 11). Le pH est voisin de 6,2, exceptionnellement 7. Le pH au KCl par contre varie plus : 4,8 à 5,4. Les teneurs en phosphore total (P_2O_5) sont toujours élevées 3 à 8 %. Les teneurs en cations totaux le sont aussi, de l'ordre de 50m éq., calcium et magnésium essentiellement. Les teneurs en cations échangeables varient de 12 à 35m éq. ce qui, avec des capacités d'échange de 20 à 45m éq., donne des taux de saturation élevés (80 %) dans les types ferruginisé et modal et de 50 % dans les types mésotrophe et peu évolué.

2/. D'un horizon B d'autant plus épais et mieux développé que le sol est plus évolué. Il sera donc décrit pour chaque groupe et sous-groupe. Sa couleur est généralement brun-rouge 5 YR 3/4; les teintes sur échantillon humide sont en général inférieures d'une unité en chroma ou value (ou les deux).

GROUPE EUTROPHE

Sous-groupe. Peu Evolué : Cet horizon est réduit à une matrice brune, argilo-sableuse, structurée en grumeaux moyens peu fragiles, qui, dans les roches volcaniques récentes emboîte des morceaux de roche altérée au sein d'un horizon épais d'une dizaine de centimètres seulement. Sur les vieux basaltes prismatiques il remplit les espaces entre des prismes disjoints très altérés.

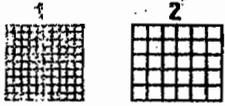
Sous-groupe modal : L'horizon B est d'une part plus épais, d'autre part plus argileux (57 % d'argile sur le flanc du volcan V3) et mieux structuré mais en polyèdres cette fois. Ceux-ci sont fins et durs et présentent des faces lisses dont l'imprégnation n'est pas très rapide. Il est relativement dur et sonore. Tandis que sa limite supérieure est brutale il passe graduellement à un horizon BC plus riche en morceaux de roche et surtout bien moins structuré et moins argileux. L'horizon BC atteint la profondeur de 1m.

Le taux de saturation est élevé (70 %) car la teneur en cations échangeables reste de 20m éq. pour une capacité d'échange de l'ordre de 30m éq. La teneur en matière organique est élevée aussi (5 à 2 %) ainsi que le pH (7, pH KCl 5,5).

Sous-groupe ferruginisé (gabbro) : L'horizon B est épais d'une vingtaine de centimètres et sa teinte devient plus rouge 2,5 YR 3/4. Argilo-sableux il est moyennement structuré en

LÉGENDE GÉNÉRALE

(Figures 9, 10, 11, 12)



Teneurs en matière organique 1-Supérieure à 10% 2-de 5 à 10



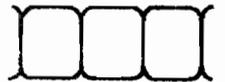
Structure lamellaire



Structure grumeleuse fortement, moyennement et faiblement développée



Structure polyédrique fortement, moyennement et faiblement développée



Structure prismatique



Cuirasse latéritique



Lissages d'argile



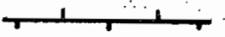
Filets rouille-taches d'hydromorphie-concrétions ferrugineuses



Granite, roche volcanique



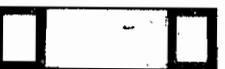
Pseudo-particules grossières



Fissure horizontale



nappe phréatique



Horizon B₂

10 YR 3/2

Couleur en sec (Code Munsell)

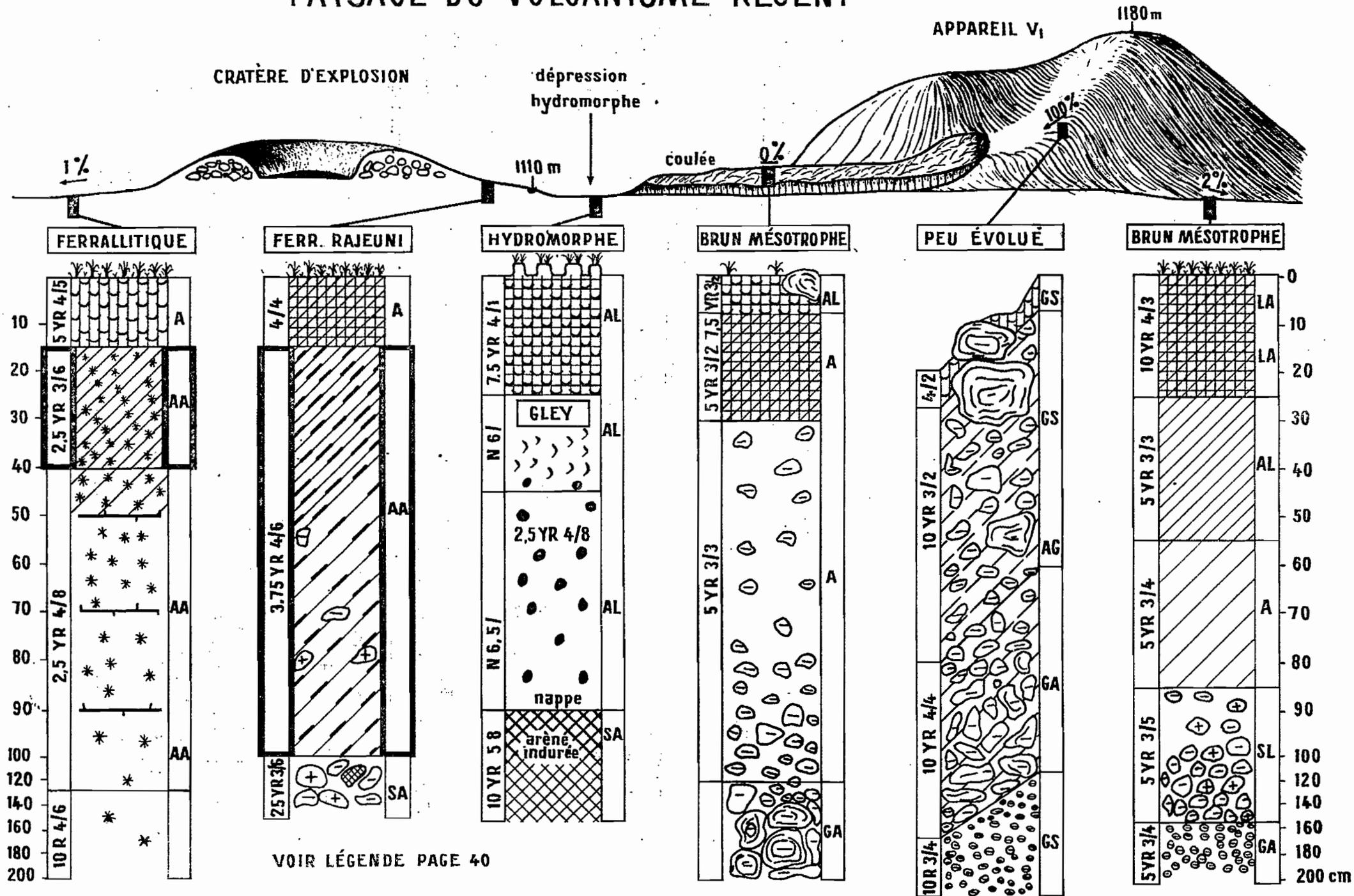
S. SA. AS. A. AA

Texture sableuse, sablo-argileuse, argilo-sableuse, argileuse et très argileuse

G - L

Texture graveleuse - Limoneuse

PAYSAGE DU VOLCANISME RÉCENT



polyèdres avec des faces lissées nombreuses; il est frais et peu poreux. Un horizon lessivé s'individualise à sa partie supérieure (lessivage oblique). Son pH est voisin de 6 (pH KCl 4,5 à 4,8); sa teneur en cations échangeables est de l'ordre de 13m éq. et sa capacité d'échange de 25 donnant un taux de saturation d'environ 60 %. Il reste riche en matière organique (4 à 2 %) et en cations totaux (30 à 10m éq.); 1,5 % de P₂O₅ total.

Groupe mésotrophe : L'horizon B devient épais, atteignant 100cm mais comme matrice emballant des morceaux de lave; sa texture est fortement argileuse (60 %); sa structure polyédrique est de moins en moins développée vers le bas. Ce qui distingue morphologiquement ces sols c'est leur argilisation plus profonde.

Le pH voisin de 6 (pH KCl 4,5 à 4,9) la teneur en phosphore total (P₂O₅) est élevée 3 %. La teneur en matière organique aussi (3 % à 70cm de profondeur). La teneur en cations échangeables est voisine de 9m éq. et elle donne avec une capacité d'échange de 20 à 25m éq. un taux de saturation de 40 % environ. Les teneurs en cations totaux sont également 30 à 45m éq. (beaucoup de magnésium).

3/. D'un horizon C caractérisé par des récurrences d'horizons B coïncidant avec des bancs de roche plus altérable et une matrice argileuse brune mal structurée emballant des morceaux de roche irrégulièrement altérée.

4/. LES SOLS FERRUGINEUX-TROPICAUX INTERGRADES FERRALLITIQUES

PLAN DU CHAPITRE

4.0/. Généralités

4.1/. Les sols Ferrugineux Tropicaux Peu Lessivés

4.11/. Sols jeunes, peu épais, entre les boules des pentes granitiques

4.12/. Sols Peu Lessivés d'érosion sur roche gneissique

A/. Les affleurements

B/. Les profils

C/. Conclusion

4.2/. Les sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés Rajéunis

A/. Les affleurements

1/. Les différentes roches-mères

2/. Le paysage pédologique

3/. Modelé et érosion

4/. Faune et Végétation

B/. Les profils

C/. Classification

4.3/. Les sols Ferrugineux Tropicaux sur Ferrallites

4.31/. Les sols Remaniés

A/. Les affleurements

1/. Erosion

2/. Modelé

3/. Faune

4/. Végétation

5/. Action de l'homme

B/. Les profils

1/. Le recouvrement

2/. Le niveau grossier

3/. Les horizons profonds

4.32/. Les sols sur gravillons

4.0/. Généralités

Les sols Ferrugineux Tropicaux occupent de grandes superficies dans la région cartographiée, là où le matériau granitique domine et où les anciens sols Ferrallitiques ont été déblayés.

Trois grands ensembles sont à distinguer :

1/. Les sols Ferrugineux Tropicaux piégés entre les boules qui couvrent les fortes pentes des reliefs résiduels. Ils sont peu épais et bien différenciés en horizons.

2/. Les sols Ferrugineux Tropicaux dérivés directement de granites, granodiorite ou gneiss après un rajeunissement du relief. Ils sont peu lessivés là où l'érosion est très active.

3/. Les sols Ferrugineux Tropicaux développés sur un matériau ferrallitique remanié. On les rencontre là où les terrains ferrallitisés n'ont pas été trop fortement disséqués c'est-à-dire au S.E. de la carte et localement au S.W. Ils y sont associés à des sols du type précédent.

Ces trois ensembles de sols possèdent en commun :

- Une épaisseur faible, inférieure à un mètre. - Un horizon supérieur peu humifère, épais d'une dizaine de centimètres, de couleur gris-clair en sec mais brun foncé à l'état humide - Une pénétration humique grise et profonde en plages et traînées qui donne un horizon bicolore - A l'état sec une teinte claire dans les horizons A et B dont la "value" reste supérieure ou égale à 6 mais avec accentuation vers le jaune dans l'horizon B ; hue le plus souvent 10 YR, chroma supérieur ou égal à 6 - A l'état humide une teinte nettement plus foncée et plus rouge - Une teneur en argile peu élevée et passant par un maximum de l'ordre de 50 % entre 40 et 80 cm de profondeur - L'absence de pseudo-particules - La présence d'un horizon à caractère lessivé en fer et argile : couleur terne et irrégulière; texture plus graveleuse ou grossièrement sableuse; sables tachés de gris; structure continue un peu durcie avec bonne tenue à l'humectation; porosité surtout lacunaire, - Présence, en dessous, d'un horizon à caractères d'accumulation : couleur jaune; augmentation de la teneur en argile donnant un indice de lessivage de 1,2 à 1,4; sables grossiers propres; structure plus développée avec mauvaise tenue à l'humectation - forte porosité tubulaire.

Les types 2 et 3 présentent en outre une tendance à la dégradation de la structure de surface qui devient lamellaire, tassée et imperméable induisant l'hydromorphie.

Les types 1 et 2 présentent une désagrégation mécanique importante chaque fois que leur altération est peu profonde.

C'est l'ensemble de ces caractères morphologiques qui a

fait rapprocher ces sols des Ferrugineux Tropicaux bien que leurs caractères chimiques les distinguent moins bien des sols Ferrallitiques voisins; en l'absence d'analyses plus complètes cette disparité de leurs caractères sera exprimée par la notion d'intergrade.

4.1/. LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVES

4.11/. SOLS JEUNES, PEU EPAIS, ENTRE LES BOULES DES PENTES GRANITIQUES

Bien que leur épaisseur ne dépasse pas quelques décimètres leur différenciation en horizons est nette et elle indique clairement le sens de leur évolution.

Si celle-ci est relativement poussée pour des pentes aussi fortes atteignant 100 % c'est parce que : - Chaque affleurement a une superficie très faible de l'ordre du mètre carré. - Il est protégé de l'érosion par les boules qui l'entourent et un chevelu radicellaire dense. - Sa pente propre est bien plus faible que la pente générale de la montagne.

Ces sols sont formés de quatre horizons dont toutes les limites sont, tranchées ou distinctes.

A11 : L'horizon supérieur, épais d'une quinzaine de centimètres, est brun-gris en sec mais noir en humide, humifère, sablo-argileux; poreux, bien structuré en grumeaux grossiers fragiles mais de bonne tenue à l'humectation.

A12 : Le second horizon, d'épaisseur comparable, est fortement marqué par l'imprégnation humifère qui tache sables et feldspaths et confère à l'horizon une couleur brune; même texture; structure nuciforme moyenne.

A 2 : L'horizon suivant, épais d'une dizaine de centimètres seulement, est fortement différencié par sa texture qui devient graveleuse peu argileuse, sa structure qui n'est que faiblement développée et dans une moindre mesure par sa couleur qui devient brun-rouge.

B 2 : Epais de 20 cm environ le quatrième horizon est rouge-jaune; argilo-sableux; bien et finement structuré; mélangé de feldspaths et de morceaux de roche.

Vers 60 cm commence le granite qui, sur quelques centimètres et le long des diaclases est désagrégable à la main et "rouillé" par l'expurgation du fer.

Un seul profil a été analysé NGD 255 et son horizon A 2 n'a pas été prélevé; on obtient : 35 % d'argile dans les deux premiers horizons, 40 % dans le quatrième; une teneur en matière organique

de 4 % en surface et 1,4 % à 50 cm dans l'horizon B 2. Le rapport C/N reste voisin de 12; un pH de 5,6 en surface, 5,9 dans l'horizon B 2 (pH KCl 4,2). Les réserves en cations sont de 15 m éq. (calcium et magnésium), 1 % de phosphore total (P₂O₅) en surface, 0,6 % à 50 cm; en surface 2,5 m éq. de cations échangeables ce qui, pour une capacité d'échange de 13 m éq. donne un taux de saturation de 20 %; leur teneur en cations échangeables est ensuite inférieure à 1 m éq. et elle donne un taux de saturation de 10 %.

L'abondance des boules aurait pu faire classer beaucoup de ces montagnes en affleurements rocheux. Il est cependant important de faire apparaître à la fois la profondeur du sol meuble développé entre les roches et le sens de son évolution. D'autant plus que de tels sols sont, ou ont été, dans d'autres régions, abondamment cultivés (Nord-Cameroun).

4.12/. LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVÉS D'ÉROSION

A/. Affleurements :

Ces sols ont été observés essentiellement dans la zone gneissique accidentée du nord de la feuille.

Les pentes sont partout importantes, le gneiss affleure en dalles de place en place occupant fréquemment 20 % de la surface du sol qui ailleurs est griffée de chenaux et rigoles déchaussant les collets des arbustes et des touffes; l'activité des vers y est forte et les constructions de ces animaux accentuent l'aspect irrégulier de la surface du sol. La végétation arborée est malingre, peu dense marquant ainsi son adaptation à ce milieu accidenté souvent rocheux; on retrouve les espèces habituellement rencontrées mais pas de *Daniella oliveri*. La végétation herbacée souffre plus encore de ce milieu soumis à une érosion intense, elle est loin de former un tapis continu. Dès que la pente devient forte le sol est Peu Évolué ou même Minéral Brut Régiosolique sur l'horizon B ou C d'argilisation (7,5 YR 5/6) des sols Ferrugineux Tropicaux peu évolués qui s'individualisent à proximité. Différence avec les régions granitiques : Pas de zones rocheuses très étendues ou fortement dégagées; pas de boules mais des dalles subaffleurantes.

B/. Les profils

Ces sols se distinguent des sols Ferrugineux Lessivés Erodés par leur faible épaisseur (le gneiss altéré débute souvent dès 50 cm de profondeur), leur faible différenciation en horizons, leur richesse dans tous les horizons en limons fins (20 %) et en cations totaux (50 m.éq. dans un profil) et leur teneur en argile qui augmente légèrement de haut en bas pour atteindre 40 à 50 % dans l'horizon B C. Le développement d'un horizon B C jaune d'épaisseur très irrégulière (2 décimètres environ) et le début d'individualisation d'un horizon lessivé A 2 en font non pas des sols Peu Evolués mais des sols Ferrugineux Tropicaux à ferruginisation peu accentuée.

On y distingue trois horizons :

1/. Un horizon supérieur d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, humifère (4 % de matière organique à C/N de 14) de couleur sombre 10 YR 4/3 en sec, 3/2 en humide, argilo-limoneux, moyennement structuré en polyèdres fins peu fragiles dégageant une forte porosité d'interstices et prospectés par un chevelu radicellaire dense; pH un peu supérieur à 6,5; 10 m.éq. de cations échangeables pour une capacité d'échange de 10 à 15 m.éq. donnant un taux de saturation supérieur à 50 %. La limite à l'horizon sous-jacent est distincte par la couleur et la structure.

2/. D'un horizon de pénétration humique d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur qui présente quelques caractères de lessivage : Couleur claire en dehors des plages d'imprégnation humifère qui sont 10 YR 3/3 (humide). Abondance des éléments grossiers; sables grossiers en relief sur la surface des agrégats. Bonne tenue à l'humectation. Le pH est un peu inférieur à 6; encore 2 à 2,5 % de matière organique; teneur en cations échangeables de 1 à 8 m.éq. donnant pour une capacité d'échange de 8 à 10 m.éq. un taux de saturation variable (20 à 80 %). Cet horizon est moyennement structuré de classe nuciforme fine et il est poreux. Sa limite inférieure est également distincte.

3/. D'un horizon coloré en jaune à l'état sec (7,5 YR 4/4 à 5/6 en humide) souvent marqué de taches rouille, argilo-limoneux, faiblement structuré en polyèdres fins, fragiles, peu poreux et de mauvaise tenue à l'humectation. Le pH se maintient à 6 ou au contraire descend à 5,5; encore 1,5 à 2 % de matière organique (C/N de 13), moins de 1 % de phosphore total (P_2O_5); 1 à 4 m.éq. de cations échangeables pour une capacité d'échange de

6 à 9 m éq. donnant un taux de saturation de 20 à 50 %. Cet horizon est irrégulièrement développé et il se continue en poches dans le gneiss altéré sous-jacent. En dehors de ces poches d'argilisation la désagrégation mécanique domine dans cette altération.

C/. Conclusion : La faible évolution de ces sols est due essentiellement à l'intense activité de l'érosion elle-même provoquée par la dissection actuelle de cette région. En outre ce gneiss donne un matériau assez argileux qui ne facilite pas la percolation de l'eau plus fortement sollicitée par la pente. Ces sols sont en définitive intergradés entre les sols Peu Evolués et les Sols Ferrugineux, souvent même plus proches des Peu Evolués, et leur rattachement aux sols Ferrugineux a pour but d'exprimer la tendance de leur évolution là où l'érosion leur laisse quelque répit.

4.2/. LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES RAJUNIS

A/. Leurs affleurements :

Ils occupent des superficies très importantes dans le bassin du Rô et dans celui de la Vina. Ils sont partout associés à des sols Peu Evolués d'érosion qui occupent les flancs des talwegs et les zones rocheuses. L'importance relative de ces deux types de sol et leur organisation varient donc avec la densité du réseau hydrographique et l'unité géomorphologique considérée.

1/. Les roches : On rencontre ces sols sur des roches siliceuses diverses, granites, gneiss, granodiorite. Elles vont du pôle quartzueux au pôle feldspathique, du grain grossier au grain fin, de la texture grenue au litage fin mais leur caractère commun est leur pauvreté en minéraux noirs ferro-magnésiens.

Granite d'Anloua : C'est le pôle quartzueux à grain grossier et texture grenue, particulièrement pauvre en minéraux noirs. Il donne naissance à un matériau où 20 à 30 % du poids est constitué de grains quartzueux de diamètre supérieur à 2 mm et 30 %, de 0,2 à 2 mm. Ces grains irréguliers s'engrènent fortement. Très peu de sable fin. Le taux d'argilisation est de 35 % environ. Ce matériau a été rencontré ailleurs que dans l'affleurement porté sur la carte géologique (GUIRAUDIE 1955); on appellera ici "granite d'Anloua" toute roche donnant ce type de matériau.

Il se dégage en boules résistantes qui donnent de nombreuses petites buttes chaotiques. Mais celles qui affleurent dans ces sols libèrent des écailles de desquamation marquées par une expurgation rouille des composés du fer.

Autres granites : Leur grain est moins homogène et leur composition plus variée notamment dans les zones de fracture (filons verts ou rose, mylonites). Il est fréquent de voir certains grands feldspaths se dégager en relief à la surface des blocs. Ils donnent un matériau moins grossier mais dont le taux d'argilisation n'est guère plus élevé.

Granodiorite : A l'Est de l'Hosséré Paksal cette roche est formée de grands feldspaths automorphes et résistants, de mica noir et de quelques petits quartz. Cette roche qui se désagrège facilement paraît très vulnérable à la dissection et donne alors un paysage très accidenté. Elle libère des produits ferrugineux relativement abondants qui viennent colorer en rouge les bas de pente.

Le gneiss : Son grain est généralement très fin et sa composition surtout feldspathique; il donne ainsi peu de sables et un taux d'argilisation assez élevé. Il se débite en petits parallélépipèdes qui dans les zones érodées rendent pierreuse la surface du sol. Mais peu d'affleurements rocheux dégagés en relief. Son pendage peu redressé facilite en outre plus l'érosion que l'altération. Au total la région gneissique se dissèque profondément et rapidement.

2/. Le paysage pédologique :

1- L'Architecture et composition de la roche ont un effet important:

- Sur le modelé des affleurements parce que ces deux caractères favorisent tel ou tel type d'érosion du sol et tel ou tel mode de dissection de la région.

- Sur le développement des profils en influant sur l'équilibre relatif érosion altération.

- Sur la différenciation des profils en horizons car elles induisent taux d'argilisation et taux de concrétionnement des oxydes. Mais la place de l'affleurement dans l'organisation géomorphologique de la région intervient d'autre part pour lui donner soit un modelé de dissection où l'érosion l'emporte sur la pédogénèse, soit au contraire un modelé d'aplanissement, soit encore

pour conserver un modelé ancien et des pédogénèses anciennes. C'est donc par couple roche-mère-unité géomorphologique ou plus exactement matériau-modelé que s'organisent ou s'associent sols et affleurement en paysage pédologique et c'est donc par ce biais qu'il faut les décrire :

3/. Modelé et érosion :

Granite d'Anloux - Relief de dissection : L'érosion en nappe ravinante et en ravines l'emporte ici sur l'érosion en nappe. La surface du sol est irrégulière, griffée de rigoles et de chenaux (déchaussant les collets des arbustes et des touffes d'herbes), marquée d'épandage de sables graveleux; elle laisse affleurer de proche en proche une dalle de roche ou même un chaos de boules résistantes.

Le modelé est accidenté et témoigne lui aussi d'une érosion active. Il est formé d'une juxtaposition de petits glacis allongés dont la superficie dépasse rarement une hectare et dont la pente varie de 5 à 20 %; ils sont séparés par des ravines peu profondes ou des talwegs étroits et mal hiérarchisés plus ou moins inscrits dans la roche. Cet aspect du modelé et de la surface du sol contraste avec le degré d'évolution du sol qui est bien différencié en horizons par la couleur et la texture et avec le développement d'une altération qui sur deux ou trois mètres se présente sous forme d'une arène désagrégable au piochon. Cependant à l'intérieur du sol on observe des boules de roche claire peu argilisée et dans les premiers horizons une certaine concentration en sables et graviers.

Ce degré d'évolution des sols, plus fort que sur les autres roches, s'explique donc non pas par une intensité plus faible de l'érosion, mais par une pédogénèse plus rapide qui, même sur pente notable, l'emporte ici sur l'érosion. Elle est due à la grossièreté et à l'abondance des grains de quartz qui, engrenés à la surface du sol protègent les particules fines de l'érosion en nappe tandis qu'en profondeur elles facilitent la pénétration d'une altération qui rencontre peu de minéraux altérables.

Granodiorite - Relief de dissection : Le paysage est finement et profondément incisé et la densité de drainage y atteint les valeurs les plus élevées rencontrées ici dans un relief de dissection ($6\text{km}/\text{km}^2$). Les talwegs enfoncés de plusieurs dizaines de mètres sont bordés de pentes fortes jusqu'au sommet de la crête; des boules de roche parsèment la surface du sol qui porte de gros

feldspaths dégagés et localement quelques fissures. Ici aussi on est surpris de trouver des sols relativement évolués et non pas seulement des sols Peu Evolués d'Erosion : Bien que le taux d'argilisation reste faible (20 %) et que des feldspaths résistants abondent dans l'horizon B le mouvement du fer et de l'argile y est déjà apparent (profil 323). Comme pour le granite d'Anloux la nature très grossière du grain (ici des feldspaths, là-bas des quartz) peut expliquer le contraste. Ici encore la migration du fer a précédé l'argilisation de tous les feldspaths.

Autres granites - Relief de dissection :

Le modelé est moins travaillé ou plutôt moins régulièrement travaillé que sur les roches précédentes. Les affleurements rocheux peuvent se présenter en chaos importants ou au contraire en cailloux anguleux ou en dalle à la surface du sol. Celle-ci est marquée par l'érosion en nappe anostomosée ou ravinante. L'activité des vers peut être importante sur les crêtes.

Granites - unité 5 : Le modelé est peu accidenté, les pentes faibles, les interfluves larges (densité de drainage 2km/km²). Les talwegs, en V légèrement concaves, sont peu incisés, rarement alimentés en saison sèche, souvent adaptés au réseau de fractures. Leur axe porte une galerie forestière étroite et discontinue. La surface du sol, travaillée par l'érosion en nappe et les vers comporte peu d'affleurements rocheux. Les pentes des talwegs, au contraire, sont irrégulières et marquées de ravines. Des concrétions y affleurent, souvent.

Gneiss unité 5 : Le modelé est comparable mais les sols sont plus argileux et moins différenciés en horizons. Ils ont paru peu lessivés en argile (texture argilo-sableuse). L'horizon coloré jaune (10 YR 5/6) peut apparaître dès 10 cm de profondeur. La structure des horizons supérieurs est bien développée mais très sensible au tassement. Les pentes sont concrétionnées ou même carapaçonnées.

4/. Végétation :

La végétation graminéenne est discontinue (jeu de l'érosion). Les espèces arborées habituelles y sont bien développées. Les zones rocailleuses ne les éliminent pas à l'inverse des chaos de boules.

5/. Faune :

On n'observe ici ni buttes termitiques ni trous d'oryctérotopes. D'autres types de termitières apparaissent mais elles ne jouent pas de rôle important dans la pédogénèse. Par contre les rejets de fourmilières sont nombreux dans ces sols arénacés. Et surtout l'activité des vers peut devenir très importante surtout dans le nord de la carte. Même sur des crêtes apparemment bien drainées leurs constructions durcies rendent la marche pénible. Il semble que ces remontées de produits fins puissent parfois suffire à expliquer la granulométrie des horizons supérieurs (voir plus loin). Les vers remontent des particules fines qui alimentent l'horizon humifère tandis que les éléments sablo-graveleux abandonnés précédemment par l'érosion en nappe se trouvent alors enfouis dans cet horizon d'aspect lessivé de granulométrie plus grossière. Cette disposition rappelle, mais en bien moins accentuée, celle que remaniement et termites ont réalisée sur la surface 1150 m "remaniée" (voir sols Ferrugineux Remaniés).

B/. Les profils :

Ces sols ont, au plus, un mètre d'épaisseur. La zone d'altération située en dessous peut être épaisse, notamment au voisinage de la surface ferrallitisée; elle n'est pas de type poudreux, mais sableux. Ils sont assez bien différenciés en horizons à savoir:

1/. Un horizon humifère épais de 3 à 8 cm; sa couleur est gris-claire à l'état sec (10 YR 5/2 à 6/1) mais brun-foncée en humide (10 YR 2/2 à 3/1); sa texture est sableuse à sablo-argileuse sur granite et grano-diorite (respectivement 70 et 40 % de sables grossiers) mais déjà argilo-sableuse sur gneiss (20 % de sables grossiers et autant de limons fins); sa structure est faiblement ou moyennement développée en grumeaux ou polyèdres de 10 à 20 mm de diamètre environ; elle se dégrade par le sur-pâturage et devient lamellaire mais moins toutefois que dans les sols de la surface remaniée 1150 m. C'est peut-être simplement que leurs affleurements, de modelé plus accidenté, ne constituent pas des zones de parcours aussi intéressantes.

Cet horizon contient 2 à 4 % de matière organique avec un rapport C/N de 13 à 15; son pH varie de 5,8 à 6,3. La teneur en phosphore total est de 0,2 à 1% de P₂O₅. Sa teneur en cations échangeables est variable, 2 à 9 m éq. ainsi que sa capacité d'é-

change 5 à 22 m. éq. de sorte que le taux de saturation varie de 25 à 70 %.

2/. Un horizon de pénétration humique qui est plus ou moins confondu avec l'horizon lessivé ce qui est bien compréhensible puisque les produits humiques jouent un rôle essentiel dans la mobilisation des colloïdes.

CARACTERES GRANULOMETRIQUES DES HORIZONS "LESSIVES"

	H	PL	A	
NGD 323	R	9	6	7
	A	31	23	30
	LF	10	6	12
	LG	4	2	2
	SF	14	5	6
	SG	39	62	48

	H	P	L	A	
NGD 219	R	14	43	53	20
	A	19	28	42	46
	LF	3	4	4	2
	LG	3	2	2	2
	SF	6	4	3	3
	SG	69	62	48	46

	H	PL	A	
NGD 379	R	0	11	4
	A	32	39	37
	LF	20	16	14
	LG	8	11	9
	SF	14	11	13
	SG	23	24	17

	H	P	L	A	
NGD 219	R	14	43	53	20
	a	16	16	20	37
	lf	3	2	2	2
	lg	3	1	1	2
	sf	5	2	2	2
	sg	59	35	23	37

H - P - L - A : Horizons humifère, de pénétration humique, lessivé et d'accumulation

R Refus

A - LF - LG - SF - SG : Pourcentages, hors refus, d'argile, limons et sables

a lf lg sf sg : Pourcentages, refus inclus, d'argile, limons et sables.

3/. Un horizon "lessivé" épais de 10 à 20 cm environ; sa teinte est blâire, 10 YR 5/4 (2/2 à 3/4 humide) moins irrégulière que dans les sols sur matériau ferrallitique. Il est sablo-argiloux, ou même déjà argilo-sableux (gneiss). Il est toujours possible de le caractériser par son analyse granulométrique, mais pas toujours

par une teneur en argile plus faible que celle des horizons qui l'encadrent. On observe trois cas :

1/. La teneur en argile hors refus est non seulement plus faible que celle des horizons sous-jacent mais même plus faible que celle de l'horizon sus-jacent. C'est le cas, peu fréquent, du profil 323.

2/. La teneur en argile est plus faible, ou n'est pas plus élevée que celle de l'horizon humifère lorsqu'on a inclus dans la granulométrie le refus quartzeux. C'est le cas du profil 219 où ce refus est constitué de grains de quartz refusés par le tamis de 2 mm. R étant le pourcentage du refus ces chiffres s'obtiennent en multipliant le pourcentage de chaque classe de particules par $(100-R)/100$.

3/. Le pourcentage de refus ou de sables grossiers augmente dans cet horizon; c'est le cas des profils 323, 219 et 379.

On observe d'ailleurs, très souvent une combinaison de ces trois cas (voir le tableau). On retiendra surtout que la seule lecture du taux d'argile hors refus n'est pas suffisante pour caractériser un changement granulométrique. Par ailleurs un tel changement peut être dû à une toute autre cause que le lessivage, par exemple le remaniement (cas des sols Ferrugineux Tropicaux Remaniés) ou une discontinuité héritée de la roche-mère (cas des sols bruns sur cône volcanique). Une meilleure approche de la granulométrie réelle d'un horizon peut être obtenue en incluant dans celle-ci les particules du refus d'origine parentale (héritées du matériau) et en excluant celles d'origine pédologique qui peuvent envahir les classes inférieures à 2 mm (Très petites concrétions). Si en plus on peut éliminer les influences d'origine géologique (discontinuités du matériau) ou géomorphologique (remaniement) on obtient une granulométrie virtuelle de valeur pédogénétique.

La structure de cet horizon est particulière de cohésion faible, ou faiblement développée en polyèdres. La porosité est constituée d'interstices entre les sables et de cavités dues à la faune mais rarement de tubes. Le pH est voisin de 5,7 (pH KCl 4,4). La teneur en matière organique comprise entre 1 et 2 % (C/N 14); environ 0,5 % de phosphore total (P_2O_5). La teneur en cations échangeables est variable 0,7 à 2 m eq . et elle donne avec une capacité d'échange de 6 à 20 m eq . un taux de saturation faible peu supérieur à 10 %.

4/. Un horizon coloré tendant vers le jaune rouille 10 YR 5/8 ou 7,5 YR 5/6 (7,5 YR 5/6 ou 5 YR 4/4 humide), parfois taché ou même concrétionné avec consolidation en bas de pente. Cet horizon est le

siège sinon d'une accumulation importante du fer, du moins d'une individualisation ou ségrégation de celui-ci. Il peut être épais (70 cm), moyennement structuré en polyèdres fins peu fragiles, et présenter alors la coloration la plus vive et la texture la plus argileuse du profil. Ou au contraire être peu épais (20 cm) ou même disparaître au profit d'un horizon rouge sous-jacent :

5/. Cet horizon coloré rouge (5 YR 6/8), dont l'épaisseur peut atteindre un mètre, est argilo-sableux, faiblement structuré, un peu dur et compact. Il résulte plus d'une argilisation en place du matériau, avec fixation des oxydes de fer, que d'une accumulation d'argile et de fer venus des horizons lessivés. Qu'il soit rouille ou rouge l'horizon de couleur vive contient des feldspaths et sa teneur en limon fin augmente dans sa partie inférieure, annonçant ainsi progressivement le passage au matériau.

6/. Ce matériau est ^{de} teinte claire 10 YR 6/4 ou 8/6, sablo-limoneux poreux et prend rapidement l'aspect d'une arène plus ou moins désagrégée où subissent quelques joints ou poches d'argilisation moins colorés que l'horizon sus-jacent.

C/. Classification

On remarquera qu'il a fallu décrire les affleurements de sols Ferrugineux Tropicaux roche par roche et modelé par modelé pour exprimer leurs diverses associations avec des sols Peu Evolués d'érosion. Par contre la description des profils a pu se faire d'un manière unique pour tous, horizon par horizon, à des nuances près de texture suivant les roches-mères ou de développement des horizons suivant le modelé et l'érosion. Ceci montre bien qu'une pédogénèse unique a marqué ces régions. Elle est apparentée au type Ferrugineux Tropical.

La classification pédologique de ces régions doit donc faire apparaître ce caractère dominant de pédogénèse et immédiatement après exprimer cette érosion qui organise différemment les affleurements selon le type de modelé dont ils ont hérité. Pour respecter l'ordre de la classification il faut en outre préciser au niveau du groupe le caractère lessivé ou non de ces sols. Il s'agit là d'exprimer un caractère pédogénétique régional et non de traduire ce jeu de l'érosion qui selon les points conserve ou enlève les horizons lessivés : La pédogénèse subie par ces sols ayant eu pour effet de mobiliser l'argile et le fer des horizons supérieurs et de provoquer leur accumulation partielle, séparée ou

non, dans les horizons profonds, ces sols appartiennent donc au groupe Lessivé. Le choix du sous-groupe doit de nouveau être discuté séparément : 1/. Sur les interfluves assez larges de l'unité géomorphologique 5 la répartition habituelle est la suivante :

Sous les parties planes profil peu ou pas concrétionné avec horizon lessivé réduit. Sur les pentes affleurement d'un horizon concrétionné rouge ou d'une arène consolidée. D'où un problème de classification, celle-ci devant traduire la pédogénèse dominante ou à défaut le type de sol le plus répandu. Doit-on préférer le sous-groupe à taches et concrétions ou le sous-groupe sans concrétions du groupe Lessivé ? Trois raisons font choisir le second. 1/. La plus grande superficie est occupée par les sols peu ou pas concrétionnés. 2/. Les pentes concrétionnées portent, en toute rigueur des sols Peu Evolués d'Erosion sur un horizon B C de sol Ferrugineux Tropical érodé. 3/. Une arène consolidée remplace parfois les concrétions.

Ce "paysage pédologique" peut s'expliquer de la manière suivante : Cette facile mobilisation des composés du fer, suivie de leur fixation partielle à faible distance, est une caractéristique essentielle et bien connue des sols Ferrugineux Tropicaux Lessivés. Leur fixation par insolubilisation se fait d'abord sur les argiles présentes qu'elle colore puis sous forme de concrétions ou de carapace. C'est pourquoi, dans ces sols argileux, le stade coloration des argiles n'est guère dépassé sous les zones planes où l'apport de fer est réduit tandis que le concrétionnement domine sur les pentes enrichies par le fer qui migre obliquement.

D'autre part, si l'érosion en nappe rajeunit par leur partie supérieure les sols de l'interfluve, c'est l'érosion en rigoles, ravines et reptation qui, sur les pentes, grignote les sols par leur tranche et butte sur les horizons consolidés. On peut donc penser qu'une reprise d'érosion récente rajeunit avec une sévérité inégale des sols Ferrugineux Tropicaux autrefois mieux développés. Cette inégale sévérité du rajeunissement, en fonction de la distance au talweg, distingue ces affleurements de ceux (Bassin de la Benoué) où l'érosion en nappe écrème uniformément la surface très régulière des sols dans un modelé mollement ondulé qu'elle a contribué à façonner.

Donc, bien que l'érosion en nappe soit une caractéristique très fréquente des sols Ferrugineux Tropicaux, l'importance prise par l'érosion dans l'évolution de ces sols a fait préférer

ici au choix difficile entre les sous-groupes habituels "à concrétions" et "sans concrétions" celui d'un sous-groupe "rajeuni". Cette solution rend mieux compte de l'amenuisement des horizons lessivés de ces sols et de leur association, dans les affleurements, avec des sols Peu Evolués d'Erosion.

2/. Dans les zones fortement disséquées des unités 3 on n'observe plus ce concrétionnement ni dans le profil ni en bas de la pente mais seulement une accumulation diffuse du fer dans les horizons B colorés. On est donc là aussi dans le sous-groupe sans concrétions. Mais ici encore l'érosion, intense et rapide, rajeunit les profils et maintient une part importante des sols de la surface au stade peu évolué.

4.3/. SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX SUR FERRALLITES

Deux types sont à distinguer selon la nature et la disposition des Ferrallites servant de matériau au sol.

4.31/. LES FERRALLITES ARGILEUSES DOMINENT MAIS LE REMANIEMENT A MIS EN PLACE UN NIVEAU D'ELEMENTS GROSSIERS A FAIBLE PROFONDEUR.

A/. Les affleurements : Ces sols sont associés aux sols Ferrallitiques rouges auxquels ils peuvent passer latéralement sans dénivelée. Le niveau grossier vient alors mourir en biseau dans le sol rouge. Un petit décrochement (parfois souligné par un liséré de cuirasse) s'observe cependant autour des lambeaux de sols rouges qui parsèment les points hauts de la surface remaniée.

Ces sols s'observent toujours sur des pentes faibles. Sur les pentes des talwegs ils passent à des sols peu évolués ou à des sols Ferrugineux Tropicaux dérivés directement de la roche. Leurs affleurements sont donc réduits dans les zones fortement disséquées. Le niveau grossier disparaît alors après s'être étalé irrégulièrement en surface; en deça sa masse se mélange de minéraux de désagrégation de la roche tout en s'épaississant ou s'aminçissant. Des lambeaux subaffleurements de cuirasse (à sables quartzeux) et de gravillons (voir 432) parsèment les affleurements. D'autres les dominent de quelques mètres (point triple notamment), On observe alors le passage latéral de ces gravillons au niveau grossier des sols alentour.

1/. Erosion :

La surface du sol est irrégulière et fortement marquée par l'érosion en nappe anastomosée. Elle est même souvent griffée de rigoles sur les pentes et on observe des atterrissements sableux importants sur de légers ensellements de la ligne de crête. L'eau suit sur les crêtes les bandes tassées de parcours du bétail qui se présentent comme d'étroits sentiers imbriqués et légèrement encaissés entre les touffes d'herbes. Son cheminement n'est donc pas alors la plus grande pente mais la pente longitudinale de la crête. Lorsqu'elle quitte enfin cette dernière, elle peut être assez puissante et abondante pour creuser des rigoles, sur la plus grande pente cette fois. Sinon elle contribue à l'ensablement de

replats; sur les pentes autour des affleurements de gravillons on observe même l'étalement de ceux-ci en surface du sol. La dégradation du couvert végétal et du sol semble avoir facilité grandement ces différents déplacements.

2/. Modelé et sols particuliers :

Les vastes affleurements des sols Ferrallitiques voisins présentent un modelé de talwegs largement espacés à fond plat et flancs convexes. Le modelé des sols Remaniés sur Ferrallites étudiés ici paraît en dériver par les transformations suivantes :

1/. Multiplication du nombre et de la longueur des talwegs élevant la densité de drainage à 1,5 ou 2km/km².

2/. Digitation des têtes de talweg imprimées dans l'altération ferrallitique; chaque "doigt" se caractérise par :

- Une galerie forestière absente ou réduite à un filot.
- Un fond plat strié de chenaux encaissés dans un tapis herbacé.
- Des flancs convexes étroits et pentus.
- Une entaille étroite (franchissable d'un pas) et profonde (jusqu'à 3m) prolongeant l'extrémité du doigt pour rejoindre une zone dégradée ou un fossé de route.
- Des petites banquettes en courbes en niveau autour de la tête du talweg et dues au cheminement du bétail.
- Des petits cônes de produits fins plaqués en bas-flanc et provenant soit d'éboulements soit d'un apport par l'érosion. Ces trois dernières formes paraissent résulter de dégradations "anthropiques".

Le sol des flancs est, peu évolué par érosion d'un matériau Ferrallitique, par exemple :

- 0 - 17cm Brun 7,5 YR 5/4, sablo-argileux, grumeleux.
- 17 - 40cm Rouge-jaune 5 YR 5/6, polyédrique avec pseudo-particules.
- 40 - 140cm 5 YR 5/8, argilo-sableux, avec plages de roche friable.
- 140 - 260cm sablo-argileux avec roches friables et taches rouges consolidées.

Le sol du fond plat peut être Hydromorphe Minéral à Gley de Surface sur des colluvions sablo-argileuses séparées par des lits de gravillons, par exemple :

- 0 - 8cm 7,5 YR 6/6; sableux, polyédrique fin sous les touffes, prismatique ailleurs; plages grises de réduction, taches rouille d'oxydation.
- 8 - 20cm Bariolé en petites plages 10 YR 5/4 et 5/8 avec concrétions friables et structure mieux développée.
- 20 - 60cm Gley 5 YR 5/2 à taches rouges, argilo-sableux, sec et prospecté par les racines.
- 60 - 180cm Gley frais peu pâteux 5 Y 4/1; lignes de gravillons à 60 et 80cm; nappe à 1m.
- 180cm Gley N 6/ pâteux avec concrétions.

Le sol peut être aussi Peu Evolué D'érosion par exemple :

- 0 - 15cm Horizon brun 10 YR 3/2 sableux.
- 15 - 90cm Horizon jaune 10 YR 5/6 sablo-argileux.

3/. Apparition de talwegs en V sur les flancs desquels la roche affleure de place en place entre des restes de ferrallites; le sol est peu évolué :

Exemple 1 : 0 - 80cm - Concrétions à matrice sablo-argileuse d'abord grise 10 YR 5/1 puis 6/2,5 puis brun clair 6/4.

- 80 - 140cm - Horizon rouge jaune 5 YR 5/8 argilo-sableux avec rares feldspaths friables.

- 140 - 200cm - Horizon bariolé argileux avec 40 % de morceaux de roche friable.

Exemple 2 : 0 - 15cm - Horizon humifère brun 10 YR 5/3 sableux.

- 15 - 30cm - Gravillons et blocs de cuirasse dans une matrice grise.

- 30 - 140cm - Horizon brun 7,5 YR 5/6 sableux avec poches d'argilisation et morceaux de roche.

3/. Action de la faune :

Termites : Ces sols portent, comme les sols Ferrallitiques voisins, des buttes termitiques parfois très abondantes et qui ont joué un rôle dans leur formation. Ces buttes sont rarement actives maintenant, et beaucoup sont érodées, arasées même. Le matériau des buttes fossiles est homogène, jaune et très argileux; il porte un sol peu évolué qui présente les caractères suivants :

La matière organique s'y répartit comme dans le sol Ferrugineux Tropical voisin : 2,2 % en surface, 0,7 % à 2m de profondeur, la couleur est jaune claire; la granulométrie est constante: 62 % d'argile, 13 % de limon fin, 11 % de sable fin et 14 % de sable grossier, le pH est de 5,5 en surface, 6 en profondeur, la teneur en phosphore total est de 0,6 ‰; la teneur en cations échangeables est de 1 à 2m éq. pour une capacité d'échange de 7m éq./100g d'où un taux de saturation 15 à 25 ‰; la teneur en cations totaux est de 11m éq./100g.

Ces résultats proviennent de l'analyse d'une seule butte par des prélèvements à différentes profondeurs. On retiendra que capacité d'échange, teneur en argile et teneur en cations sont plus élevées que dans n'importe quel horizon du sol voisin mais que pH, teneur en matière organique et teneur en phosphore total sont comparables. La surface des termitières, arasées peut être craquelée de fentes irrégulières préparant l'érosion. Celle-ci se manifeste par le déchaussement des collets d'arbustes. Le matériau des buttes où se manifeste, encore une activité réduite n'a pas été analysé dans ces sols : voir sols Ferrallitiques. Enfin l'activité des termites de surface n'est pas négligeable.

Vers : Sur roche granitique les déjections de vers sont peu nombreuses, localisées près des collets d'arbustes où elles forment des agglomérats de petite taille. Tassement et imperméabilisation du sol semblent entraver ici l'activité de ces animaux. Sur la syénite de Béka où les horizons supérieurs sont plus nettement affectés par l'hydromorphie (texture plus argileuse) cette activité des vers est plus marquée. Cette faible activité totale contraste avec les observations du Nord de la carte ou sur d'autres sols Ferrugineux Tropicaux l'abondance des constructions de vers, durcies en saison sèche, rend pénible la progression. Ces sols du Nord sont aussi moins dégradés par le surpâturage mais cette observation ne suffit pas à prouver la relation entre ces deux phénomènes.

Oryctéropes : Peu ou pas d'activité parce que, vraisemblablement les termites sont rares, le sol trop durci et que les sols Ferrallitiques voisins constituent un meilleur terrain de chasse. Voici donc encore un agent d'homogénéisation qui disparaît.

4/. Végétation :

Sur les crêtes de très beaux *Daniella oliveri* réalisent des boisements peu ombragés en peuplements presque purs. Les autres arbres et arbustes sont plutôt malingres. Le tapis herbacé est discontinu, réparti en touffes et bandes isolant des plages lissées et durcies (vernissées localement). Au total la végétation arbustive est dégradée par les feux, la végétation herbacée par le parcours du bétail et l'érosion en nappe.

5/. Influence anthropique :

Sur le terrain elle apparaît à chaque pas et chaque paragraphe de ce chapitre en décrit les effets. L'homme agit peu par ses cultures, plus nettement par le déboisement pour approvisionner en bois la ville de Ngaoundéré toute proche. Mais surtout par ses troupeaux et ses feux :

Les zones de parcours du bétail sont fortement tassées, les herbes disparaissent, termites et vers sont découragés, l'érosion s'active, le sol durcit et s'imperméabilise. La tentation est forte d'en rejeter toute la responsabilité sur ces troupeaux et sur les feux qui préparent de nouveaux pâturages. Cependant sur les sols Ferrallitiques rouges voisins, tout autant parcourus, cette dégradation est bien plus discrète. Il faut donc nuancer l'opinion précédente en disant que le surpâturage a ici accentué la tendance naturelle des sols Ferrugineux Tropicaux à se tasser, à s'imperméabiliser en surface et à susciter l'érosion en nappe.

B/. Les Profils :

Ils sont constitués de haut en bas :

D'horizons de texture fine, de couleur claire, d'épaisseur 20 à 70cm.

D'un niveau grossier peu épais dont la surface supérieure est brutale et régulière.

D'un horizon argileux rouge puis bariolé qui passe progressivement à un matériau de plus en plus clair, d'abord argilo-limoneux puis plus sableux.

Ces sols ont un mètre d'épaisseur environ. Ils se terminent un peu en dessous du niveau grossier. Le matériau, qui présente des caractères ferromilitiques, se continue lui, sur plusieurs mètres. La roche saine n'a pas été atteinte à 9m de profondeur. Pour simplifier, les horizons de texture fine qui surmontent le niveau grossier seront désignés par le terme "recouvrement" qui est leur désignation interprétative.

1/. Le recouvrement

Il est formé de haut en bas :

D'un horizon humifère de 5 à 10 cm d'épaisseur, gris clair en sec 2,5 Y 6/2, brun clair en humide 10 YR 4/2, de texture sablo-argileuse sur granite mais déjà argilo-sableuse sur syénite où des marques d'hydromorphie (taches ou petites concrétions) apparaissent; la structure est lamellaire (10 à 50 / 10 à 20mm) sur quelques centimètres au moins, excepté sous les touffes d'herbes où elle peut être polyédrique éoussée ou grumelleuse dès la surface. Cet horizon est très peu perméable, peu poreux et d'ailleurs mal prospecté par les radicelles.

Il contient environ 2 % de matière organique sur granite (C/N 16) mais 4 % sur syénite (C/N 13), son pH est voisin de 6 (pH KCl : 4,8); lorsqu'il dérive de granite il possède une faible capacité d'échange (4m éq./100g de terre), peu de cations échangeables aussi (0,5 à 2m éq.), d'où un taux de saturation moyen : 20 à 50 %; lorsqu'il dérive de syénite sa capacité d'échange est élevée : 13 à 22m éq. sa teneur en cations aussi : 5 à 6m éq. de sorte que son taux de saturation reste également compris entre 20 et 50 %. Cet horizon contient de 0,7 à 1 ‰ (plus rarement 1,5 à 1,9 ‰) de phosphore total, valeur qui se maintient dans les horizons suivants.

D'un horizon de pénétration humique de 10cm d'épaisseur, de couleur brun-pâle en sec 10 YR 6/4, plus foncée en humide : 4/8; encore riche en matière organique; faiblement structuré en polyèdres peu fragiles et encore peu poreux. Teneurs en matière organique et en cations, capacité d'échange et pH sont un peu plus faibles que dans l'horizon humifère. Même texture.

D'un horizon "lessivé" de 15cm d'épaisseur environ, de couleur jaune 10 YR 7/5 ou brun-jaune 5/5 (5/8 à l'état humide) avec encore quelques plages de pénétration humique; de texture un peu

plus argileuse; de structure généralement fondue mais de bonne tenue à l'humectation. Il est sec et relativement cohérent. La limite à l'horizon sous-jacent, rendue distincte par la consistance et la texture, est parfois soulignée par quelques grosses racines.

Il contient encore 1 à 1,5 % de matière organique (C/N 11 à 17). Son pH est voisin de 5,7 (pH KCl 4,4) mais il peut atteindre 6,2 sur syénite. Sur granite sa teneur en cations échangeables est faible, inférieure à 0,5m éq.; sa capacité d'échange l'est aussi (4m éq.) d'où un taux de saturation voisin de 10 %. Sur syénite la teneur en cations échangeables est plus élevée 1 à 3m éq., la capacité d'échange aussi (4 à 20m éq.), et le taux de saturation reste inférieur à 20 %.

D'un horizon d'accumulation de couleur jaune 10 YR 7/6 ou jaune-brun. 6/6 (syénite) mais nettement plus brune à l'état humide : 7,5 YR 5/6; de texture argileuse (40 à 60 %) avec mauvaise tenue à l'humectation. Cet horizon de forte porosité tubulaire est faiblement structuré en polyèdres détaillé et fragilité variables. Il emballé déjà quelques éléments grossiers.

Il contient encore 1 à 1,3 % de matière organique (C/N 11 à 15). Son pH est aussi voisin de 5,7 mais il peut atteindre 6,2 sur syénite; le pH KCl restant toujours égal à 4,4. La teneur en cations échangeables est voisine de 0,5m éq. sur granite et un peu inférieure à 1m éq. sur syénite. La capacité d'échange présente les mêmes variations que dans l'horizon précédent. Le taux de saturation varie de 5 à 25 %.

2/. Le niveau grossier

Il est épais d'une vingtaine de centimètres et apparaît vers 50cm de profondeur. Sur certains granites à grains très grossiers pauvres en minéraux ferromagnésiens il est constitué uniquement de sables et graviers quartzeux. Plus souvent il est formé de vraies concrétions ou de morceaux de roche ferruginisée mélangés à quelques quartz ou fragments de cuirasse. Les vraies concrétions sont dures, arrondies, de 1 à 3cm de diamètre; leur pâte est rouge violacée (10 R 4/3 - 4/8) et serrée; leur surface est rouge sombre, profondément cupulée par l'altération et tachée par la matrice jaune. Les morceaux de roche ferruginisée sont peu résistants leur forme est irrégulière, leur pâte rouge (2,5 YR 3/6 à 5/8) avec parfois une outicule jaune 10 YR 7/8. Les quartz sont anguleux et de taille variable mais cariés et rubéfiés.

Sa matrice qui représente 20 à 50 % de l'horizon (en poids) se révèle à l'analyse moins argileuse que les horizons du sol ou du matériau. Sa texture est à peu près celle de l'horizon de surface. Ce résultat doit être rectifié en partie : les morceaux de roche ferruginisée ont été généralement broyés diminuant le pourcentage de refus au profit des sables grossiers de la matrice. En outre une partie des éléments grossiers quartzeux entre dans la classe des sables grossiers. Sur la syénite (roche sans quartz) du profil 294 où le niveau grossier est constitué essentiellement de vraies concrétions la matrice est au contraire aussi argileuse que les horizons qui l'encadrent.

Sa limite supérieure est brutale mais non festonnée, sa limite inférieure plus progressive. Le niveau grossier est cependant annoncé dans la partie inférieure du recouvrement par quelques éléments grossiers. Dans les termitières arasées il peut être fortement chahuté ou même disparaître par érosion.

3/. Les horizons profonds :

L'horizon rouge peut atteindre un mètre d'épaisseur mais l'horizon bariolé situé en dessous peut aussi le remplacer complètement. Sa teinte rougit progressivement jusqu'à 5 YR ou 2,5 YR (6/7 environ) puis reste constante avec parfois déjà un discret bariolage. Sa texture est argilo-sableuse mais avec 10 à 25 % de limons fins. Sa structure, faiblement ou moyennement développée est polyédrique et fragile. Cet horizon poreux et friable comporte encore quelques gravillons et déjà quelques feldspaths ou plages claires héritées de la roche. On y observe parfois des lissages ou des noyaux argileux. Son pH est généralement supérieur à 6 (pH KCl 4,3 à 4,9). Il contient peu de cations échangeables, moins de 1m éq./100g, et sa capacité d'échange est faible (3m éq.) sauf sur syénite (jusqu'à 20m éq.). Son taux de saturation est variable mais inférieur à 20 %. Ses réserves en cations totaux sont notables : 10 à 20m éq.

En conclusion ses caractères morphologiques et analytiques le rapprochent non pas de l'horizon B coloré des sols Ferrallitiques mais d'un horizon BC plus profond.

L'horizon bariolé est parfois induré en carapace. Plus souvent il reste friable mais les volumes rouges sont plus durs et plus difficiles à imprégner. Les "hues" de la teinte du bariolage sont souvent symétriques de part et d'autre de 7,5 YR. Par exemple 5 YR 6/6 et 10 YR 5/4 ou 2,5 YR 4/6 et 2,5 Y 6/4. La texture est encore argilo-sableuse avec 20 - 25 % de linon fin. On note de plus en plus de feldspaths blancs et friables vers le bas. Cet horizon est faiblement structuré en polyèdres frais et friables. Les lissages observés sont plutôt des figures de pression. Ses caractères analytiques sont comparables à ceux de l'horizon précédent.

L'arène débute vers 3m environ; elle est friable, sablo-limoneuse et argileuse, bariolée 2,5 YR 4/8, 10 YR 6/4 mais surtout de teinte rose-pâle 5 YR 8/3. L'architecture de la roche est conservée.

Elle est riche en cations totaux mais en magnésium essentiellement. Sa capacité d'échange et ses teneurs en cations échangeables sont un peu plus élevées que dans les horizons précédents; le pH reste voisin de 6.

4.32/. LE SOL EST DEVELOPPE AUX DEPENS DE FERRALLITES GRAVILLONNAIRES EPAISSES QUI NE PARAISSENT PAS AFFECTEES PAR LE REMANIEMENT.

L'extension de ces matériaux, et donc de ces sols, est faible. On les observe en bordure de certains affleurements de cuirasse à sables quartzeux et sur certaines lignes de crête dans les secteurs disséqués du bassin de la Vina. Latéralement ils passent aux sols du premier type par étalement d'une mince langue de gravillons. Le profil type (NGD 284, voir 2 figures 11) est pris sur les flancs de la Haute Bini dans un affleurement de gravillons ferrugineux qui jouxte une cuirasse subaffleurante.

Le matériau gravillonnaire, épais de 80cm, repose sur un matériau argilo-limoneux rouge, puis rouge et blanchâtre, observé sur 2m. Cet ensemble rappelle la partie inférieure d'un sol Ferrallitique, soit, respectivement, l'horizon concrétionné B₂fe et l'horizon BC sous-jacent. Le matériau gravillonnaire présente deux parties :

dans la première, épaisse de 25cm, ce sont les vraies concrétions qui dominent : Forme arrondie, taille inférieure au centimètre, pâte rouge serrée et dure, sans patine, cuticule ou trace de dissolution. Elle coïncide avec les horizons A₁ et A₂ du sol Ferrugineux Tropical. Dans la seconde (horizons B₂ et BC du sol actuel) ce sont les morceaux de roche ferruginisée qui dominent : plus grands, plus irréguliers mais moins résistants.

Les variations de texture sont nettes : La teneur en argile qui est de 40 % dans les horizons A approche 60 % dans l'horizon B puis redescend à 45 % dans l'horizon BC avant l'augmentation des teneurs en limon fin qui annonce le matériau.

Le lessivage du fer est peu apparent dans la coloration des horizons et il est masqué par la pénétration humique : La couleur en sec de la matrice des horizons A est 7,5 YR 4,5/4; le jaunissement de l'horizon B n'atteint pas 7,5 YR 5/6 avant le rougissement (2,5 YR 5,5/8) des matériaux. De plus les vraies concrétions ne portent pas de trace de dissolution même dans l'horizon A₁.

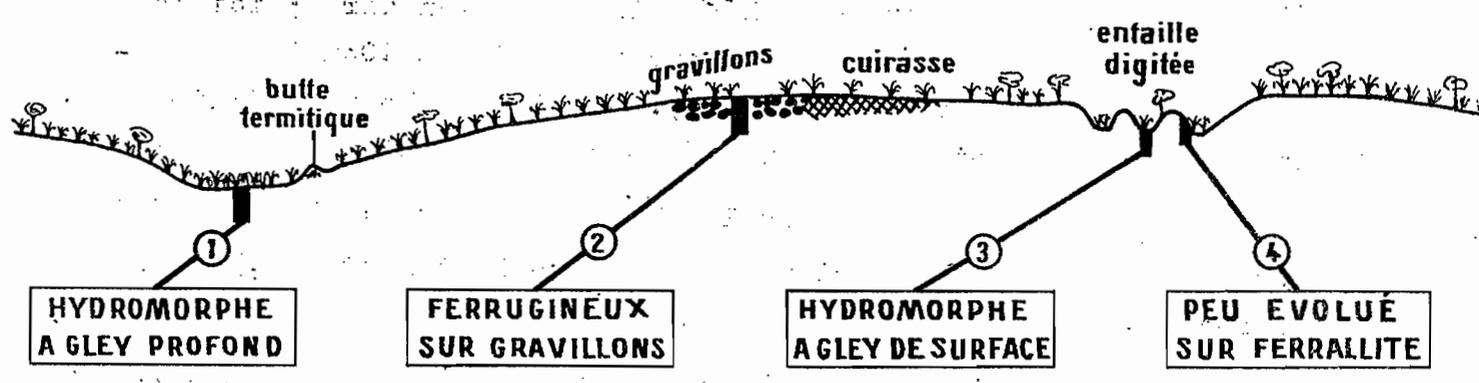
La pénétration humique est importante mais ce caractère a été fréquemment observé dans les sols gravillonnaires; ici la teneur en matière organique est encore de 4 % à 40cm de profondeur (6 % dans l'horizon 0 - 10cm). Cependant elle ne modifie guère la couleur et le rapport C/N est partout élevé : 20 à 25.

Le pH est égal à 5,6 dans les horizons A et B; il descend à 4,9 dans le premier matériau puis remonte lentement à 6,3 dans le second.

La capacité d'échange est très élevée, voisine de 20m éq./100g dans tout le profil. La pénétration humique ne suffit pas à l'expliquer. La teneur en Cations Echangeables étant, elle, au contraire très faible le taux de saturation est extrêmement bas de l'ordre de 1 % seulement. Les limons fins qui abondent dans le matériau (20 à 40 %) sont donc vraisemblablement des pseudo-limons.

Conclusion : Les horizons concrétionnés et profonds de sol Ferrallitique qui servent de matériau à ces sols se présentent dans leur succession normale et il est logique de penser que le remaniement les a épargnés; l'entraînement oblique de l'argile a contribué à appauvrir les horizons A. En dessous l'accumulation d'argile par lessivage vertical est probable car la teneur en argile retombe ensuite à une valeur constante avant l'augmentation de la teneur en limons fins.

SEQUENCE SOLS FERRUGINEUX —

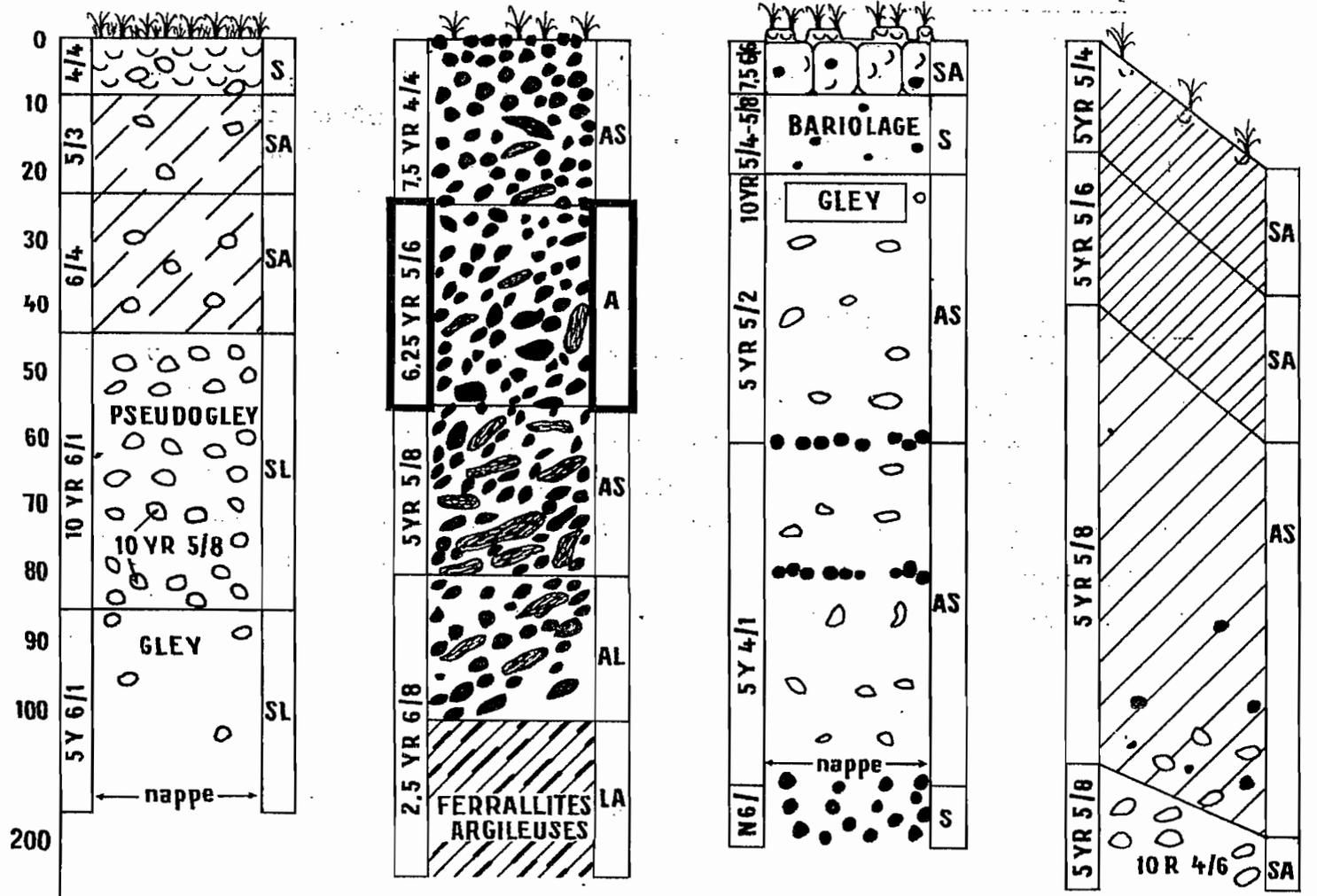


HYDROMORPHE A GLEY PROFOND

FERRUGINEUX SUR GRAVILLONS

HYDROMORPHE A GLEY DE SURFACE

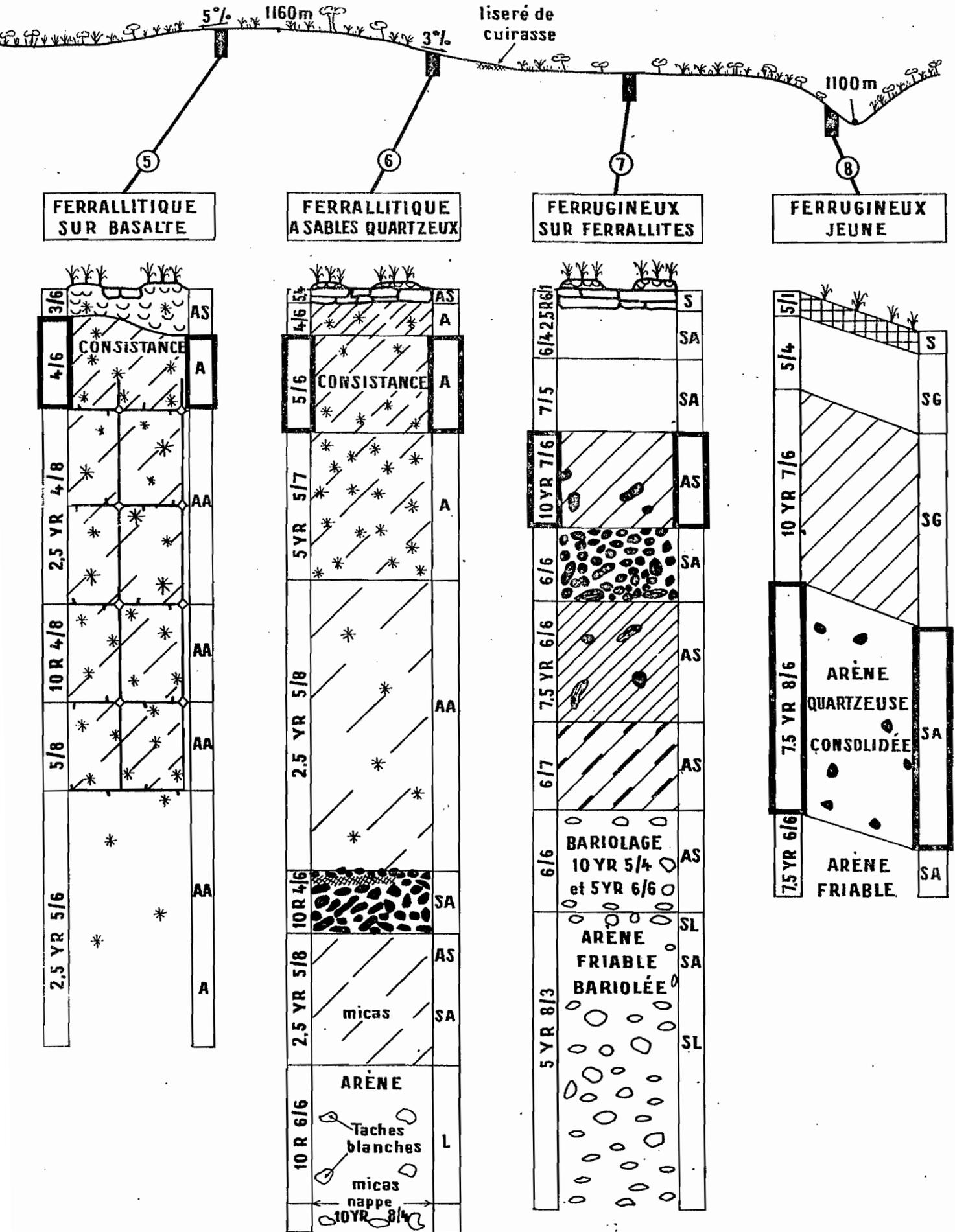
PEU EVOLUE SUR FERRALLITE



VOIR LEGENDE PAGE 40

- * Pseudo-particules grossières
- Taches
- ☛ Roche ferruginisée

— SOLS FERRALLITIQUES



5/. LES SOLS FERRALLITIQUES

Ces sols épais occupent presque tout le Nord-Est de la feuille. Ils témoignent d'une longue et intense période de ferrallitisation; leurs vastes affleurements, vers 1150m d'altitude caractérisent une ancienne surface dont l'aplanissement résulte en partie d'épanchements basaltiques. Ces sols ont été parfois rajeunis ou fortement remaniés.

On les retrouve également vers 1000m d'altitude au Nord-Ouest de la carte sur ^{un} gradin inférieur dont la ferrallitisation paraît moins poussée.

Enfin dans le bassin de la Vina on les retrouve en lambeaux épars entre 1050 et 1150m. Certains affleurements qui flanquent les vallées pourraient ^{résulter} partiellement d'un colluvionnement au cours de la dissection de la surface 1150m.

PLAN DU CHAPITRE

5.1/. Les sols Ferrallitiques Faiblement Désaturés Rajeunis

- A/. Les affleurements
- B/. Les profils
- C/. Discussion

5.2/. Les sols Fortement Désaturés Typiques, à pseudo-particules

- A/. Les affleurements
 - 1/. Modelé
 - 2/. Végétation
 - 3/. Erosion
- B/. Les profils
 - 1/. Sols Modaux - sols Appauvris
 - 2/. Morphologie
 - Couleur
 - Texture
 - Structure
 - Action de la faune
 - Enracinement
 - 3/. Caractères analytiques
- C/. Conclusion

5.3/. Les sols Ferrallitiques Remaniés

- 1/. Troncature
- 2/. Colluvionnement

5.1/. LES SOLS FERRALLITIQUES FAIBLEMENT DESATURES RAJEUNIS

A/. Les affleurements : Ces sols ont une extension très réduite; on les observe sur le pourtour de cratères d'explosion où ils paraissent résulter d'un rajeunissement des sols Ferrallitiques Fortement Désaturés voisins par troncature des profils jusqu'au voisinage de leur horizon d'altération. On ne les rencontre que sur le basalte ancien mais lorsqu'ils ont été rajeunis par explosion leur matériau comprend aussi des fragments de roches arrachés au socle et des blocs de lave récente.

B/. Les profils : Ces sols présentent certains caractères morphologiques des sols Bruns Eutrophes mais des caractères analytiques de sols Ferrallitiques Faiblement Désaturés.

1/. Morphologie : Ces sols d'un mètre d'épaisseur environ ^{peu} sont différenciés en horizons par la couleur la texture ou la structure :

Leur couleur peut être brune, 5 YR 4/3 dans l'horizon A et dans l'horizon B, 5 YR 4/4 mais la poudre sèche est plus jaune 7,5 YR 5/4 tandis que la teinte de l'échantillon humide varie peu, 5 YR 3/3, elle peut aussi être rouge 3,75 YR 4/4 dans l'horizon A devenant 4/6 dans l'horizon B (poudre sèche 5 YR 4/4 à 5/6; 2,5 YR 3/4 à 3/6 à l'état humide). Ces deux teintes sont l'une celle des sols Bruns Eutrophes de la région, l'autre celle des sols Ferrallitiques rouges mais les horizons profonds de ces derniers peuvent présenter aussi cette couleur brune.

Leur texture est argileuse : 60 % d'argile et 20 % de limon fin. C'est aussi la texture des horizons C de sols Ferrallitiques voisins. Par contre leur propre horizon C est rendu plus graveleux et sableux par la présence de morceaux de roche à peine altérée.

Leur structure est fortement développée de type polyédrique moyen ou fin avec de nombreuses faces lissées et une surstructure prismatique discrète atteignant l'horizon B. On y observe des pseudo-particules comme dans les sols Ferrallitiques typiques. La structure grumeleuse caractéristique des sols Bruns Eutrophes n'y est pas réalisée même en surface.

2/. Caractères analytiques : Leur teneur en cations échangeables dans l'horizon B est relativement élevée, 3 à 4m éq./100g mais leur capacité d'échange l'est aussi (produits amorphes?)

10 à 25m éq. Il en résulte que leur taux de saturation qui est de 10 à 30 % est seulement un peu plus élevé que celui des autres sols Ferrallitiques. Leurs réserves en cations totaux sont importantes, surtout en Magnésium : 10m éq. dans les horizons A et B, 20 à 50 dans l'horizon C, ils contiennent 1 à 3 % d'anhydride phosphorique total. Leur pH augmente de haut en bas de 6 à 6,6, leur pH au Chlorure de Potassium de 4,5 à 5,5.

C/. Discussion : La désaturation relativement faible de ces sols est en accord avec les conditions climatiques actuelles. Or il existe sur les roches basiques de cette région toute une série de sols Bruns dont le degré d'évolution va des sols Peu Evolués presque saturés jusqu'à des sols Bruns "Mésotrophes" et Ferruginisés" déjà nettement désaturés. Les sols décrits ici représentent-ils le terme le plus désaturé et peut être climacique des sols formés actuellement sur les roches basiques de cette région ou bien leur désaturation est-elle directement héritée des horizons profonds des sols Ferrallitiques tronqués ?

La question est importante pour situer approximativement l'ancienneté de la troncature : dans le premier cas celle-ci est suffisamment ancienne pour que, depuis, les sols aient pu parcourir les stades Peu Evolué, Brun Eutrophe et Brun. Mésotrophe pour aboutir, aux sols Ferrallitiques actuels. Dans l'autre la mise en surface d'horizons profonds de sols Ferrallitiques anciens a court-circuité cette suite évolutive pour donner directement des sols apparemment climaciques mais dont la jeunesse est attestée par l'abondance de morceaux de roche peu altérée. C'est cette hypothèse qui a été adoptée en raison de leur relation évidente avec des cratères d'explosion récents. A Didango cependant le cratère est plus ancien et le rajeunissement est entretenu par l'érosion.

Dans ce cas quels sont les caractères imputables à la pédogénèse qui a suivi le rajeunissement et quels sont ceux qui sont hérités du matériau profond mis rapidement à l'affleurement ? Les horizons profonds des sols Ferrallitiques Fortement Désaturés sur basalte n'ont été observés qu'en deux endroits. L'un, en dehors de la carte n'a pas été analysé mais il présentait une couleur brune; l'autre était rouge et possédait comme ces sols une capacité d'échange élevée et une texture argilo-limoneuse

mais malgré la présence de morceaux de roche altérée sa teneur en cations échangeables et totaux était très faible; sa structure était particulière, sans lissages ni pseudo-sables. S'il est assez logique d'attribuer à la pédogénèse récente le haut degré de développement de la structure et l'apparition de lissages et de pseudo-particules les autres caractères peuvent aussi bien être hérités du matériau. On peut même envisager une légère resaturation de la masse terreuse à partir des minéraux en cours d'altération. Mais doit-on vraiment considérer, dans les milieux ferrallitisants, que des conditions climatiques moins agressives conduisent à des sols moins désaturés ou plutôt qu'elles conduisent plus lentement à une désaturation totale? Dans ce cas la teneur en cations plus élevée de ces sols traduirait leur relative jeunesse et non plus des conditions climatiques un peu différentes de celles qui ont donné les sols Ferrallitiques Fortement Désaturés voisins et qui vont être décrits maintenant.

5.2/. LES SOLS FORTEMENT DESATURES TYPIQUES

A/. Les affleurements

1/. Modelé :

Le modelé de ces affleurements varie avec le paysage pédologique considéré; il sera décrit successivement sur l'aplanissement ferrallitisé 1150m, sur le gradin 1000m puis dans l'unité 7 où ils ne forment plus que des lambeaux témoignant de l'ancienne extension de la couverture ferrallitisée.

Surface 1150m : le modelé de ces terrains est formé de larges interfluyes (1km au moins) dont la pente, convexe, ne devient notable qu'à l'approche des talwegs. Ceux-ci sont encaissés de 10 à 30m selon la hiérarchie du réseau; ils décrivent d'amples courbes dont le centre de courbure alterne d'une rive à l'autre; la densité du drainage est très faible puisqu'elle est inférieure à un kilomètre de talweg par kilomètre carré de surface. Mais ces talwegs qui sont d'abord étroits et de largeur régulière s'élargissent ensuite en vallées marécageuses. Les sols Hydromorphes auxquels sont associés ces sols Ferrallitiques occupent donc au total une aire importante. Leurs affleurements étroits dans les cours supérieurs des vallées n'ont pu être portés sur cette carte. Un interfluve particulièrement large présente une légère dépression axiale dont les sols, hydromorphes, contiennent une cuirasse en profondeur.

La surface du sol est assez régulière et monotone si ce n'est, de place en place, une butte ternitique ou les déblais d'un trou d'oryctérope. Aucun affleurement de la roche-mère mais de nombreux lambeaux de cuirasse sub-affleurante.

Gradin 1000m :

On retrouve un modelé comparable avec faible densité de drainage. Le réseau hydrographique est plus encaissé cependant et les secteurs hydromorphes réduits. Les interfluyes sont moins réguliers et le socle granitique qui pointe ici et là témoigne d'une épaisseur plus faible de la couverture basaltique.

Les petits affleurements (unité 7)

Lorsqu'ils sont en place leur altitude est en général supérieure à 1100m. Ils occupent alors certains des interfluves les plus larges dans un modelé de dissection où les formes d'accumulation sont rares. Ils contrastent par leur surface régulière légèrement bombée. Certains lambeaux sont piégés dans des affleurements de cuirasse. Des petits lambeaux n'occupant pas l'ensemble d'un interfluve ont vraisemblablement échappé à l'observation. Les lambeaux attribués en partie au colluvionnement s'observent au contraire au bas d'une pente en bordure de la vallée.

2/. Végétation :

La végétation arbustive ou arborée de ces sols n'est spécifique ni par sa composition floristique ni par sa répartition. Ce fait est assez étonnant puisque ces sols sont nettement plus argileux, plus épais et mieux pénétrables aux racines que les autres. Les arbres sont espacés de plusieurs décamètres, les arbustes de plusieurs mètres. Le tapis graminéen n'est pas continu : bandes de parcours du bétail, déchaussement des touffes par l'érosion en nappe anastomosée, localement dalles de cuirasse etc.

3/. Erosion :

Les données qui suivent ne s'appliquent pas à la zone d'attaque de la "surface" qui porte ces sols et que suivent les routes principales.

Des "lavaka" se sont formées dans ces terrains; elles sont très rares cependant. On observe un peu plus souvent des ravinelements actifs. Mais ils se localisent presque toujours le long de lignes de parcours du bétail. Et plus précisément là où celles-ci suivent la plus grande pente pour traverser une vallée.

Partout ailleurs c'est l'érosion en nappe anastomosée qui modèle ces vastes interfluves dont la pente, bien que faible, n'est jamais nulle. Les manifestations de ce type d'érosion sont :

1/ Un léger déchaussement des collets d'arbustes et de touffes d'herbes.

2/ L'abandon dans ces discrets chenaux anastomosés ou sur ces bandes parallèles de parcours du bétail de petites plages de sables déliés (pseudo-sables sur les sols dérivés de basalte).

Cette érosion toutefois n'est pas capable de se résoudre un peu plus bas en ravines; en effet l'imperméabilisation de l'horizon superficiel n'est jamais continue; elle résulte du surpâturage dont les marques les plus prononcées sont ces étroites bandes durcies, et peut-être aussi de la marque discrète de la pédogénèse du type Ferrugineux Tropical. La masse du sol reste très perméable, évacuant l'eau rapidement (drainage interne) dès que celle-ci échappe aux bandes imperméabilisées. Des rigoles n'apparaissent que lorsque ces bandes suivent la pente.

D'autre part l'érosion s'exerce aussi sur ces buttes termitiques parfois si nombreuses sur ces terrains et qui souvent s'alignent le long des vallées (proximité d'une nappe d'eau), festonnant le bas de pente. Elle les étale en cône surbaissé, déformé vers l'aval de la pente. Un vaste brassage est ainsi réalisé car ces matériaux accumulés par les termites proviennent des horizons profonds du sol dont ils ont les caractères. Ce brassage s'oppose au lessivage possible de ces sols et à leur différenciation en horizons. Il semble qu'aux bords des buttes termitiques actives la pédogénèse de type ferrugineux tropical ne marque pas le sol.

Enfin l'incision verticale de ces sols, épais et friables et qui ne contiennent pas de matériau grossier, est facile jusqu'au niveau de la nappe. C'est pourquoi le matériau qui encrasse les vallées est fin et d'origine essentiellement colluviale. Les sols hydromorphes qui en découlent (sols à gley de surface) héritent ainsi de ces ferrallites colluviées. Dans les bas-fonds arrondis dont certains résultent de cratères d'explosion ces apports colluviaux ont été saccadés, chacun enterrant l'horizon humifère précédent. Des datations (carbone 14, analyse pollinique) de ces horizons enterrés pourraient éclairer l'histoire de ces régions au Quaternaire.

B/. Les profils

1/. Les sols Modaux et les sols Appauvris :

Ces sols sont très épais : le matériau est rarement observé avant au moins 6 m de profondeur sur granite et il est généralement bien plus profond encore sur basalte. L'observation d'un matériau aussi profond était évidemment impossible en cartographie. Or les sols reposent sur granite et les sols dérivés de

basalte présentent de grandes ressemblances :

La longue action passée de la ferrallitisation dans ces régions explique en partie ce fait un peu surprenant : Tous les réseaux cristallins primaires, sauf celui du quartz et de la magnétite, sont détruits et les mêmes produits de néoformation sont édifiés à partir des ions rendus libres et qui n'ont pas été exportés hors du paysage.

A cette action "uniformisante" du milieu ferrallitique s'ajoute ici l'influence de la couverture basaltique qui a vraisemblablement recouvert aussi les affleurements reposant maintenant sur un matériau granitique. Les Ferrallites argileuses issues de ces basaltes et les Ferrallites issues du granite se sont mélangées (homogénéisation biologique, colluvionnement, imprégnation).

C'est en effet le jeu de l'érosion qui, dans une telle hypothèse, explique le mieux la répartition des deux types d'affleurement : Les sols dérivés de granite ceinturent les sols dérivés de basalte (voir page 105).

Cependant des petites différences séparent les sols dérivés de ces deux matériaux, ce sont : la couleur de la surface du sol et de l'horizon humifère; mais la nuance, dans les rouges bruns, perçue par l'observateur, n'est pas toujours sensible au code Munsell. La granulométrie puisque la teneur en argile est plus faible sur granite (60 % au lieu de 75 %) au profit des sables grossiers. Mais au-dessus de 50 % la teneur en argile devient difficile à apprécier sur le terrain. L'appauvrissement en argile des horizons supérieurs qui dans les sols granitiques est plus marqué et s'exerce sur une plus grande épaisseur; ce critère pédologique a été retenu par la classification plaçant ces sols dans le sous-groupe appauvri, les autres dans le sous-groupe modal. La présence de sables grossiers quartzeux en abondance dans les sols granitiques (20 % contre, moins de 5 % dans les sols basaltiques où ils sont remplacés par des pseudo-sables). Ce critère de terrain présente un défaut : une roche syénitique (pas de quartz) n'est pas distinguée d'un basalte. La taille et l'abondance des grains de magnétite, caractères assez constants dans les basaltes mais qui ne le sont plus dans les granites; aussi ce critère n'a pu être utilisé avec profit.

Les caractères des sols Ferrallitiques typiques seront maintenant décrits dans l'ordre : couleur, texture, structure, activité de la faune et enracinement. Les différences entre les

sols des deux sous-groupes seront indiquées chaque fois s'il y a lieu.

2/. La couleur

La couleur de ces sols est rouge; rouge violacé sur basalte, rouge sang sur granite. La couleur en sec de l'horizon humifère est 5 YR 4/4, 4/6 ou 5/4; en humide elle devient 5 YR 3/3 à 2,5 YR 3/6. La couleur de la poudre sèche est d'un ou deux chroma plus élevée que celle de l'échantillon sec. La couleur rougit ensuite progressivement jusqu'à vers 2,5 YR ou même 10 R (sur basalte surtout); "chroma" et "value" vont de 3/4 à 5/8 en sec; en humide 3/6 pour une "hue" habituellement de 10 R. En profondeur (3 à 6m) la teinte est un peu moins rouge en sec puisqu'elle ne dépasse plus 2,5 YR 3/6 à 5/8; mais en humide elle reste à 10 R.

La partie supérieure du profil présente en outre un jaunissement net : Il est dû essentiellement au polissage, sous l'action de l'outil de creusement, qui dans ces horizons à structure dégradée (structure lamellaire de surface, horizon de consistance ensuite) fait apparaître la couleur de la poudre. Mais un certain jaunissement, pas toujours sensible au code et d'ailleurs irrégulièrement développé, affecte effectivement ces horizons et pourrait être la marque discrète de la pédogénèse de type Ferrugineux Tropical.

3/. La texture :

Ces sols surprennent par leur grande perméabilité, leur légèreté et leur friabilité lorsque l'on constate que l'analyse granulométrique indique de 70 à 90 % d'éléments fins (argiles et limons fins).

Les observations de terrain signalent dans les deux premiers décimètres du sol une progression de la texture vers le pôle argileux. Mais l'analyse granulométrique le confirme bien faiblement. Il est vrai que l'appréciation tactile de la teneur en limons et en sables est très imparfaite lorsque la teneur en argile est suffisante (50 % environ) pour que toutes les autres particules soient recouvertes d'un film continu d'argile.

La teneur en argile présente des variations notables d'un horizon à l'autre et, lorsqu'on multiplie les analyses, sur un même prélèvement. Il n'en plus de même de la somme argile plus limon fin qui, elle, reste relativement constante d'un horizon à l'autre et lors de ces répétitions.

L'examen à l'oeil nu et à la loupe binoculaire de ces terres montre des petits agglomérats (de la taille des sables) qui s'individualisent lors de l'humectation de ces échantillons et qui nécessitent pour se fragmenter l'exercice d'une certaine pression.

Enfin, en pétrissant de la terre humectée pour apprécier sa texture sur le terrain ou isole des "noyaux argileux" de forme et de taille variées et qui résistent quelque peu, à la fois à la pression et à l'humectation. Leur cassure est franche et elle permet de voir que leur pâte est plus brune, plus sèche et plus serrée que la matrice qui les emballe.

Tous ces faits s'expliquent bien si l'on admet l'existence de pseudo-limons particulièrement difficiles à disperser (argile granulométrique agglomérée par un ciment organique ou ferrugineux ?) et de pseudo-particules plus grossières moins résistantes.

Ces agglomérats, plus cohérents que les agrégats ordinaires, mais moins toutefois que les concrétions, réalisent une texture effective sur laquelle l'analyse granulométrique habituelle renseigne imparfaitement. Les "noyaux argileux" notamment, dont la taille va de 1 à 30mm passent fréquemment par des maxima de taille, cohésion, abondance et difficulté d'imprégnation qui sont décalés les uns par rapport aux autres dans le profil; ils s'alignent même parfois dans une fissure horizontale; leur matière rappelle celle de l'horizon de consistance. Ils disparaissent en profondeur et paraissent donc liés à la pédogénèse actuelle (action de la faune ou de la dessiccation ?)

4/. La structure :

Les assemblages structuraux visibles sur le terrain sont très variés en nature et en taille : ils vont des pseudo-particules qui, à l'échelle du millimètre, réalisent l'organisation la plus fine des constituants élémentaires jusqu'à de grands prismes développés par "effet de talus" et qui peuvent atteindre un mètre de hauteur !

Les pseudo-particules sont, au moins en partie, responsables des caractères de porosité, perméabilité, légèreté, friabilité, capacité pour l'eau et rapide humectation de ces sols. La tenue des agrégats à l'humectation, bonne dans les horizons

supérieurs, devient rapidement mauvaise sous l'horizon de consistance (vers 20 à 50cm de profondeur). Ce changement précède de peu, ou coïncide avec, une diminution (en taille, nombre ou degré de cimentation) des pseudo-particules grossières ("noyaux argileux").

Une surstructure prismatique, de plus en plus grossière vers le bas débute souvent à la base de l'horizon de consistance par une fissure horizontale. D'autres plans de discontinuité horizontaux apparaissent plus bas vers 40, 60, 80cm par exemple (au nombre de 2 à 4 par profil) et coïncident avec de petites variations de consistance que suivent de grosses racines d'arbres.

C'est "l'effet de talus" qui fait apparaître les fentes verticales et transforme en fissures ces plans horizontaux de discontinuité (1). Les trois dimensions des prismes ainsi formés augmentent sous chaque fissure horizontale. Par exemple 15 x 15/20cm puis 20 x 40/20cm puis 40 x 40/100cm. Cette "pseudo-"surstructure est bien plus développée dans les sols dérivés de basalte. Les fentes peuvent atteindre deux ou trois centimètres et les prismes sortir de plusieurs centimètres du plan de la coupe. Vers 2m de profondeur cette prismation ne s'observe plus, peut être parce que la dessiccation s'exerce mal dans les trous.

Quant à la structure proprement dite de ces sols elle est d'abord peu développée sous forme de polyèdres plus ou moins grossiers et fragiles puis elle devient fondue mais la masse reste friable, poreuse et légère. Elle subit cependant de haut en bas des variations importantes.

En surface du sol les plages de sables ou pseudo-sables déliés (structure particulière de cohésion nulle) sont discontinues, très peu épaisses et localisées aux secteurs où l'érosion en nappe est particulièrement active. Au pied des touffes d'herbes et des arbustes on observe par contre des constructions de vers qui sont de gros grumeaux (10 à 40mm) durs, à pâte serrée et rejetant l'eau.

L'horizon supérieur présente une structure polyédrique et une surstructure lamellaire (débit en petits prismes

(1) Ces plans horizontaux n'apparaissent plus dans certains sols remaniés.

pavant assez régulièrement les pistes) ou bien l'inverse (sur-pâturage). La structure lamellaire est grossière (jusqu'à 20cm de longueur), dure, imperméable, non prospectée par les radicelles. La structure polyédrique est fine à grossière, peu fragile, poreuse.

Dans l'horizon de consistance, épais de 1 à 2 décimètres et situé entre 10 et 40cm de profondeur, la structure polyédrique est plutôt moins développée (mais parfois fortement, au contraire, avec faces lissées) mais surtout la consistance est plus forte donnant un horizon un peu élastique et sonore qui ralentit l'infiltration de l'eau. Cependant la pâte des noyaux argileux, qui y sont très nombreux, n'est ni plus serrée ni plus dure. La différenciation la plus poussée de l'horizon de consistance a été observée dans un profil sur les basaltes du N.W.. Elle mérite d'être décrite : La surface du sol est en pente vers le Nord, de 5 à 10 % marquée par l'érosion en nappe et par des boulettes dues aux vers. L'horizon de consistance apparaît vers 10 à 15cm de profondeur et se termine vers 30 ou 35cm. Il est surmonté d'un horizon gleifié, lie de vin (10 R 4/2) à odeur de terreau, épais de 5cm et formé de deux lamelles superposées. Sa surface supérieure apparaît brutalement; elle est irrégulière et durcie; c'est pour l'écoulement de l'eau un niveau imperméable et gondolé qui "fuit" car il est percé de proche en proche par un tube de la faune. L'horizon lui-même est constitué de gros noyaux argileux et emboîtés dont les faces supérieures et latérales sont armés par des films d'argile durcis. L'eau percole lentement en épargnant ces noyaux difficilement imprégnables; elle circule le long des cloisons argileuses. Sa masse est rouge mais la poudre qu'elle donne après pulvérisation est jaune. Sa limite inférieure serait moins brutale si elle n'était soulignée par une fissure horizontale. Les fentes de retrait qui béent dans les horizons sous-jacents se ferment à la base de l'horizon de consistance qui est à peine fissuré.

Dans l'horizon homogène épais, qui débute en dessous, la structure est faiblement développée en polyèdres grossiers/et fragiles et poreux; puis elle devient progressivement fondue.

5/. L'activité de la faune :

L'activité des termites est très développée dans ces sols.

Les termites forment en surface de délicats moulages rouges des débris végétaux (feuilles et branchages) et dans le sol des cavités sphériques garnies de constructions blanchâtres; une partie des pseudo-particules grossières leur sont vraisemblablement dues aussi. Des buttes termitiques (2 à 4m de hauteur, 4 à 10m de diamètre), souvent encore actives, s'observent de place en place; elles peuvent être abondantes. Le matériau qui les constitue est très argileux et comparable aux horizons profonds désaturés des sols voisins. Il est toutefois moins riche en sables grossiers. Les constructions blanchâtres sont par contre très riches en cations (11m. éq./100g de calcium échangeable; pH 7,5).

De cette intense activité termitique découle celle des oryctéropes, leurs prédateurs : Galeries pénétrant obliquement dans le sol (sur plusieurs décimètres de profondeur) avec cône de déblais près de l'orifice. Enfin les vers construisent, au pied des arbustes, des boulettes durcies qui pourraient être à l'origine des plus gros noyaux argileux.

Un important brassage du sol résulte de cette activité de la faune. Il explique partiellement le faible appauvrissement en argile de ces sols. Dans la mesure où les termites participent aussi à l'élaboration de pseudo-particules stables (aiment organique) ces animaux s'opposent ainsi indirectement à cet appauvrissement en argile.

Enracinement :

1/ L'horizon humifère, qui est épais de 2 à 7cm est armé par un chevelu radicellaire fin.

2/ De fines racines, bien réparties dans la terre friable s'observent dans tout le profil mais la densité de leur réseau diminue nettement en dessous de 0,5m. Ces sols Ferrallitiques de savane se distinguent nettement de leurs homologues forestiers par le développement relatif de ces deux domaines racinaires. Sous savane, en effet, la matée racinaire superficielle est moins développée tandis que le réseau de profondeur l'est plus qu'en forêt.

De plus des grosses racines s'observent en profondeur. Bien que les fentes horizontales ne préexistent pas plus dans le sol que les fentes verticales avec lesquelles elles forment, par effet de talus, une surstructure prismatique, de grosses racines parcourent ces plans horizontaux à 40, 60, 80cm par exemple.

Enfin le surpâturage crée sur les zones de parcours du bétail des bandes durcies impénétrables aux racines.

3/. Caractères analytiques

Granulométrie :

La teneur en argile + limon fin de l'horizon 0-10cm est d'environ 55 % dans les sols dérivés de granite et de 70 à 90 % dans les sols dérivés de basalte. Dans ces derniers elle augmente peu ou pas ensuite, passant toutefois assez souvent par un maximum vers 20 - 30cm.

Dans les sols dérivés de granite par contre elle augmente régulièrement pour atteindre 70 % vers un mètre de profondeur donnant un indice d'appauvrissement de 1/1,3 en moyenne. La teneur en sables grossiers (quartz, magnétite, galets ferrugineux) est voisine de 5 % dans les sols dérivés de basalte; de 20-30 % dans le premier mètre des sols dérivés de granite, elle augmente ensuite pour atteindre 40 ou 50 % près de l'horizon concrétionné).

Matière organique :

Les teneurs en matière organique sont : 3,7 - 2,3 - 1,5 et 1,2 % respectivement dans les horizons 0 à 10 - 10 à 20 - 30 à 50 et 80 à 120cm. Mais les variations d'un profil à l'autre sont fortes dans les deux premiers horizons : 2,4 à 5,7 et 1,5 à 3,7 % et faibles dans les deux suivants 1,3 à 1,8 et 1,0 à 1,5 %. En profondeur la teneur en matière organique est voisine de 0,5 %. Le rapport C/N est très variable : Si les moyennes dans les quatre horizons précédents sont 17 - 16 - 15 et 15 les valeurs individuelles varient chaque fois de 10 à 24 !

Phosphore total :

Les teneurs en phosphore total sont nettement plus élevées dans les sols dérivés de basalte (soit 2 - 1,7 - 1,4 et 1,1 % dans les quatre horizons cités) que dans les sols dérivés

de granite (0,9 - 0,7 - 0,6 - 0,6 %).

pH

Le pH approche 6 en surface (pH KCl 4 à 5) puis il diminue à 5 - 5,5 (pH KCl 4,2) au cours du premier mètre pour remonter en profondeur à 5,9 (pH KCl 4,9) ou même dépasser 6,5 dans certains sols dérivés de basalte.

Cations et Capacité d'échange :

La teneur en cations échangeables est très variable dans l'horizon 0 - 10cm puisqu'elle va de 1,5 à 8m éq./100g. donnant un taux de saturation de 40 à 60 % pour une capacité d'échange de 8 à 16m éq. Elle descend ensuite rapidement à 0,3 - 0,6m éq. environ, valeur généralement atteinte vers 50cm de profondeur. Le taux de saturation descend alors au voisinage de 10 % pour une capacité d'échange de 5 à 7m éq. Dans le profil 256 cependant la capacité d'échange est très élevée, supérieure à 20m éq. dans tout le profil et elle donne un taux de saturation très bas (3 %). C'est dans ce profil qu'a été observé un fœisonnement considérable par effet de trou : Prismes de 1m de hauteur sortant de 10cm du plan de la coupe (teneur en argile-limon fin de 90 %).

Les teneurs en cations totaux vont de 5 à 20m éq. en surface et de 5 à 12m éq. ensuite. Le magnésium constitue une part importante de ces réserves.

C/. CONCLUSION

Ces sols présentent des caractères morphologiques et analytiques des sols Ferrallitiques.

Morphologiquement ils se distinguent des autres sols Ferrallitiques Fortement Désaturés par l'abondance des pseudo-particules, la dégradation de la structure de l'horizon superficiel, la coloration différente de la poudre, le développement d'un horizon de consistance et leur variation de comportement aux tests d'humectation.

Analytiquement ils ont la faible teneur en cations et le taux de saturation bas des sols Ferrallitiques Fortement Désaturés mais un pH, et dans certains cas une capacité d'échange, plus élevés.

La dégradation de la structure pourrait s'expliquer en surface par le surpâturage, le pH élevé par la végétation essentiellement graminéenne, l'horizon de consistance par la longueur de la saison sèche, la capacité d'échange élevée par la présence d'allophanes et les pseudo-particules par l'activité de la faune dans un matériau riche en produits ferrugineux. Mais ces sols sont associés à des sols Ferrugineux Tropicaux Remaniés caractérisés par un éclaircissement de la partie supérieure du profil, un lessivage de l'argile et une imperméabilisation de l'horizon supérieur.

Les sols rouges étudiés ici ont donc subi cette action lessivante et remaniante et certains des caractères décrits ci-dessus lui sont partiellement dûs. Le climat actuel étant d'une agressivité modérée, ces sols Fortement Désaturés doivent être hérités d'une période ferrallitisante longue ou (et) intense. Sur ce support désaturé les pédogénèses suivantes n'ont pu modifier la somme des cations et le taux de saturation mais elles ont augmenté le pH et ont affecté la morphologie de transformations étroitement liées à la dessiccation.

5.3/. LES SOLS FERRALLITIQUES REMANIES

Deux processus très différents de remaniement s'observent aux dépens de l'ancienne couverture ferrallitique (surface 1150m). Le premier affecte cette surface elle-même près de son talus d'attaque et se traduit seulement par une redistribution sur place des matériaux des sols primitifs après troncature des profils. Le second résulte d'un bouleversement total de la couverture ferrallitique dont les matériaux sont colluvionnés dans des zones basses; il s'observe dans les secteurs de dissection de l'ancienne "surface" c'est-à-dire dans les unités géomorphologiques 3 et 7.

1/. TRONCATURE DES SOLS ANCIENS AVEC REDISTRIBUTION PRESQUE SUR PLACE DE PRODUITS GROSSIERS PEU MOBILES.

Lorsque les sols anciens dérivent de granite ces sols tronqués ont évolué vers les sols Ferrugineux Tropicaux. Le remaniement semble avoir progressé des talwegs vers les sommets d'interfluves. Les lambeaux de sols Ferrallitiques rouges qui coiffent ces derniers paraissent avoir été peu ou pas touchés.

Les sols dérivés de basalte ne contenant pas d'éléments grossiers sur une grande épaisseur le remaniement y est difficile à mettre en évidence. Il existe cependant et c'est même actuellement un processus normal et continu sur ces sols meubles dont les éléments sont agglomérés en pseudo-particules : leur partie supérieure, malaxée continuellement par les agents biologiques, voit ses éléments déplacés lentement par l'érosion en nappe et la réptation pour aller de proche en proche alimenter en produits fins le talweg voisin. On peut observer par exemple sur le flanc Nord de la vallée de la Bini, en bas de pente, deux décimètres de terre rouge colluvionnée sur une ancienne terrasse hydromorphe(1) formant replat, trois mètres au-dessus de la vallée actuelle.

Même s'il est accéléré par une reprise d'érosion récente ce remaniement fait partie de l'évolution normale de ces sols friables et il n'interviendra pas dans la classification.

(1) Sol gris à taches rouille, argileux avec sables quartzeux et feldspathiques; la terre rouge apportée ne contient pas de sables quartzeux comme les sols dérivés de basalte dont elle provient.

Il n'en est plus de même de sols observés au Nord d'Anloux sur une roche apparentée au basalte mais plus cristallisée. Ces sols contiennent en effet sous quelques décimètres de terre fine un niveau grossier épais de 40cm qui repose sur plusieurs mètres de roche ferruginisée et indurée. Le "recouvrement" est de couleur rouge (3,75 YR 4/6) un peu plus jaune toutefois que dans les sols Ferrallitiques typiques voisins, de texture fine mais avec une nette variation de la teneur en argile qui passe de 50 % à la partie supérieure à 70 % à la base. Le niveau grossier est formé de quelques vraies concrétions et surtout de petits morceaux de lave ferruginisée (2 à 5mm).

Un sol comparable a été observé sur un interfluve jouxtant la haute Bini sur un affleurement très réduit d'une lave à phénocristaux blancs. De tels sols dont les réserves en cations sont peu importantes (5 à 15m éq.) et les teneurs en cations échangeables aussi basses que dans les sols Ferrallitiques voisins (0,5m éq./100g donnant un taux de saturation de 10 %) ont été laissés dans la sous-classe des sols Ferrallitiques Fortement Désaturés parce que le lessivage du fer n'y était guère apparent. Ils ont été placés dans le sous-groupe éluvié du groupe remanié. Ces sols sont à rattacher aux affleurements de cuirasse qui parsèment la surface ferrallitisée et qui représentent comme eux des horizons B indurés d'anciens sols tronqués.

La variation de teneur en argile du "recouvrement" y a vraisemblablement la même origine que dans les sols Ferrugineux Tropicaux Remaniés (voir page 114) qui présentent comme eux un niveau grossier à faible profondeur. Tous deux passent latéralement et sans dénivelée aux sols Ferrallitiques voisins dans lesquels ce niveau grossier vient mourir en biseau. En conclusion toute la surface 1150m paraît avoir été affectée par le remaniement mais les sols qui en ont gardé la trace dans leur morphologie sont ceux dont les horizons profonds ou concrétionnés avaient été atteints.

2/. LES FERRALLITES ROUGES ONT GLISSE PAR COLLUVIONNEMENT
DU SOMMET VERS LE BAS DES VERSANTS AU COURS DE LA DIS-
SECTION DE LA REGION

Deux cas théoriques peuvent être envisagés : 1/ une partie seulement des ferrallites du plateau s'est déplacée pour venir épaissir le bas-flanc de la vallée nouvellement aménagée par l'érosion. Le processus est comparable dans son principe au colluvionnement lent décrit dans le paragraphe précédent mais son amplitude est plus grande comme la cause qui l'a produit. 2/. Le phénomène est encore plus poussé et l'interfluve a été débarrassé de toutes ses ferrallites qui sont venues s'accumuler (1) sur un support non ferrallitisé aménagé en contre bas. On a alors en toute logique des sols Peu Evolué d'apport sur Ferrallites argileuses si la mise en place est récente.

Mais pratiquement, et singulièrement en cartographie, il est difficile de savoir par l'examen de la partie supérieure des profils de "sols Rouges" s'ils sont remaniés ou non et dans le cas du remaniement si celui-ci est récent. Il est possible que l'absence de l'horizon de consistance et de la fissuration horizontale (qui sont des caractères de différenciation pédologique) observée dans certains profils colluviés traduise la jeunesse de cette mise en place. La présence de cailloux "flottants" de basalte en surface pourrait être un signe de remaniement et la présence d'un horizon concrétionné révéler un sol en place mais la réciproque n'est pas vraie. Ce sont alors des critères cartographiques qui ont été utilisés :

- Près des surfaces anciennes les lambeaux de sols Ferrallitiques rouges typiques dérivés de basalte et conservés en place occupent les sommets d'interfluves et sont auréolés de sols Ferrallitiques rouges typiques à sables quartzeux; ces derniers passent à des sols Ferrugineux Tropicaux Remaniés sur altération ferrallitique de granite.

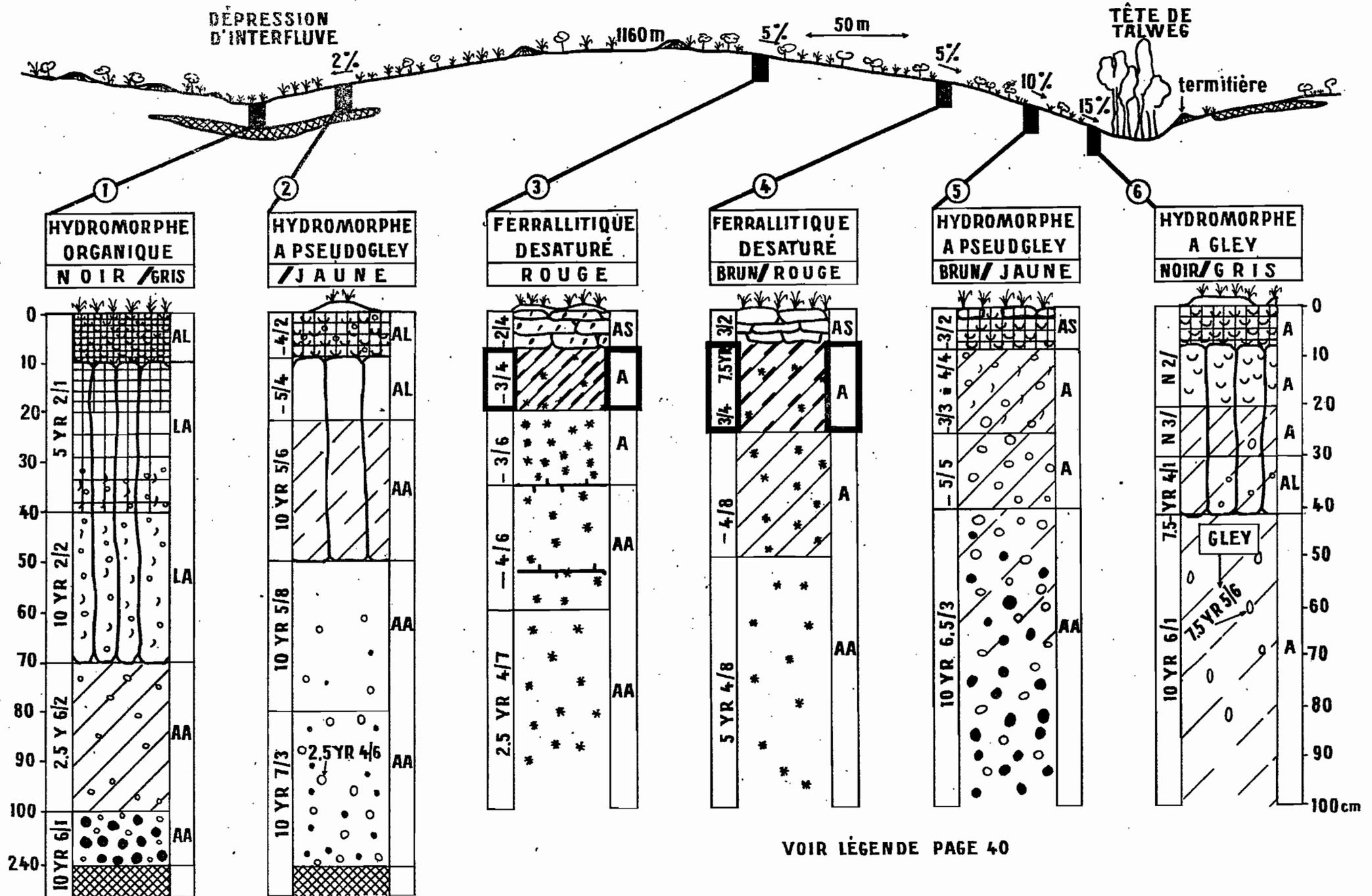
- Dans les paysages rajeunis les affleurements de sols Ferrallitiques rouges flanquent au contraire les vallées et ne présentent plus, lorsqu'ils sont basaltiques, ces auréoles à sables quartzeux. Ce sont ces affleurements qui ont été placés dans un

(1) Un processus analogue au colluvionnement est encore en cause. Le transport alluvial récent ne semble ni conserver longtemps aux Ferrallites leur couleur rouge ni donner des formes d'accumulation comparables.

sous-groupe colluvié du groupe remanié.

Ont été placés dans ce même sous-groupe des affleurements de sols rouges sans sables quartzeux qui s'observent, au Nord de la carte dans des secteurs de topographie chahutée laissant émerger des buttes de basalte sain. Il semble qu'ici les Ferrallites rouges ^{soient} descendues presque sur place au cours d'une dissection rapide de ces régions. Certains de ces sols cependant (vallée du Rô) sont probablement à rattacher, au groupe rajeuni des sols Ferrallitiques Faiblement Désaturés : comme eux ils ont en effet une structure bien développée et ils emballent de nombreux morceaux de roche-mère.

SOLS HYDROMORPHES (SÉQUENCE FERRALLITIQUE)



VOIR LÉGENDE PAGE 40

6/ LES SOLS HYDROMORPHES6.1/. LES SOLS HYDROMORPHES MOYENNEMENT ORGANIQUES

Leur extension est faible. Deux types d'affleurements ont été observés :

1/ Le premier correspond toujours à des flots forestiers mais tous les flots forestiers des petites plaines hydromorphes ne sont pas organiques. Ces sols, observés à la sonde sur 2m d'épaisseur, sont gorgés d'eau même en saison sèche, noirs (5 Y 2/1), limono-argileux et pâteux. C'est le treillis superficiel de racines qui supporte l'observateur. En dessous la sonde s'enfonce sous son propre poids.

Seul un profil situé sur le flanc Nord du volcan récent V2 a été analysé. Le pH (mesuré au laboratoire) est compris entre 5,5 et 6 (pH au KCl : 4,2). La teneur en matière organique, de 30 % (C/N de 9) dans le premier décimètre, descend à 10 % (C/N de 4) à 50cm, et à 3 % à 2m de profondeur. - La teneur en cations est élevée : 15 à 30m éq/100g de cations échangeables; plus de 70m éq de cations totaux; 4 à 7 % de Phosphore total. - La capacité d'échange approche 50m éq/100g dans tous les horizons donnant un taux de saturation de 50 % environ.

Un tel sol, dans le groupe des sols semi-tourbeux à pédoclimat chaud se rapproche du sous-groupe des sols à anmoor calcique. On remarquera qu'il dérive de colluvions des sols Bruns Eutrophes du volcan ce qui explique sa richesse en cations. Les autres affleurements qui dérivent essentiellement de ferrallites colluviales sont vraisemblablement désaturés et donc à rattacher au sous-groupe à anmoor acide.

2/ Le second type s'observe dans de toutes petites cuvettes (50cm de diamètre au plus) qui garnissent l'axe d'un affleurement de sols hydromorphes minéraux jaunes, à Pseudogley sur cuirasse. Cet affleurement occupe l'axe déprimé d'un interfluve de sols Ferrallitiques rouges sur basalte. La végétation est une prairie herbacée avec anorce de "touradons" sur le bord de la cuvette. L'ensemble du sol est sec et élastique.

Sur 70cm le sol, noir (5 YR 2/1) et léger est formé de prismes étroits armés par un chevelu radicellaire très dense essentiellement vertical : on observe partout des petites taches

d'hydromorphie de couleur rouille. La porosité tubulaire est très développée mais essentiellement verticale également. La texture passe de limono-argileuse en surface à argileuse en profondeur. En dessous le sol est gris (2,5 Y 6/2 à 10 YR 7/4) avec 10 à 50 % de taches et concrétions de couleur 10 YR 5/6. L'enracinement diminue, la structure est faiblement développée, et le sol, argileux, devient frais (1 figure 12).

Le profil analysé contient 13 % de matière organique (C/N de 10) sur les 20 premiers centimètres puis 9 % (C/N de 6) jusqu'à 50 cm. La teneur en matière organique est faible ensuite (1 %). Le pH est compris entre 5 et 5,5.

6.2/. LES SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX

1/ SOLS À GLEY DE SURFACE

Ces sols s'observent dans le paysage ferrallitisé et basaltique de la surface 1150m au N.E. de la carte (6 figure 12).

Ils occupent tous les fonds de vallée et sont associés aux sols Ferrallitiques Fortement Désaturés qui garnissent les interfluves. Ceux-ci fournissent par colluvionnement le matériel des sols hydromorphes. La largeur de leurs affleurements est le plus souvent trop faible (20 à 50m) pour qu'ils aient été portés sur la carte au 1/50.000e. Le passage aux sols Ferrallitiques rouges s'effectue, sur une largeur de quelques décimètres, par des sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions dont la couleur est jaune 10 YR 5/5 et 6,5/3.

Les sols à gley de surface sont formés :

1/. D'un horizon humifère épais de 20cm environ, noir à l'état humide N3/ , 10 YR 4/2 à 7,5 YR 4/1 en sec, riche en matière organique (8 à 13 % avec un C/N de 11 à 14), argileux (45 - 55 %) avec limon fin (20 %), de structure grumeleuse ou fondue avec gaines rouille de radicelles et taches de couleur rouge-rouille.

2/. Un horizon de gley gris N6/ , argilo-limoneux, de structure fondue, plastique avec quelques concrétions rouges et friables. Cet horizon débutant avant 50cm de profondeur (vers 20 - 30cm en général) ces sols font partie du sous-groupe : A Gley de surface.

3/. En dessous la texture devient fréquemment plus sableuse et l'on peut observer une cimentation par le fer. La nappe est observée en général vers 1m de profondeur en saison sèche.

Propriétés chimiques

Le pH est compris entre 5 et 6 (le pH KCl entre 4 et 4,5). (Ces pH n'ont pas été pris sur le terrain). - La capacité d'échange de l'horizon humifère est comprise entre 25 et 30m éq./100g. Elle est saturée de 5 à 25 % par 2 à 6m éq. de cations échangeables. Elle diminue à 10m éq. en profondeur où elle n'est que très faiblement saturée par moins de 1m éq. de cations. Ces sols contiennent entre 0,5 et 3,5 % de Phosphore total (P₂O₅).

2/. SOLS A GLEY DE PROFONDEUR

Ces sols s'observent principalement dans les vallées tributaires de la Vina du Sud. Dans le bassin de la Bini ils encadrent les sols à gley de surface et passent aux sols jaunes à pseudo-gley. Dans l'ensemble ils sont plutôt associés aux sols dérivés de granite (et spécialement les sols Ferrugineux Tropicaux). Dans les paysages ferrallitisés dérivés de basalte ce sont les sols à gley de surface qui occupent la plus grande partie du fond de vallée.

Ils sont formés :

- 1/. D'un horizon humifère brun 10 YR 4/1, 3/2 à l'état humide, de texture sableuse peu argileuse, de structure grumeleuse avec tendance prismatique. Son épaisseur est d'une dizaine de centimètres et il est marqué de taches rouille d'hydromorphie.
- 2/. D'un horizon brun jaune 10 YR 5/3 nettement moins taché, sablo-argileux, à structure polyédrique peu développée.
- 3/. D'un horizon de pseudogley gris blanc 10 YR 6/1 avec de nombreuses taches rouille 10 YR 5/8; texture sablo-argileuse; structure faiblement développée.
- 4/. D'un horizon de gley 4/1 de 10 YR ou 5 YR; massif souvent plus argileux, et présentant encore quelques taches rouille. Cet horizon débute vers 80cm de profondeur environ; la nappe apparaît fréquemment vers 2m.

3/. SOLS A PSEUDOGLEY A TACHES ET CONCRETIONS :

Ce sont ces sols "jaunes" qui occupent les bas de pente des interfluves ferrallitisés au Nord-Est de la carte. Leur largeur, de quelques décimètres, n'a pas permis de les cartographier. Sur les rives actuelles du lac artificiel, qui date de quelques années seulement, les sols sont restés rouges.

La partie supérieure de ces sols est brune 10 YR 3/2 puis 4/4 sur 25cm environ, et marqué de taches d'hydromorphie et des gaines rouille des radicelles. La partie "jaune" (10 YR 5/5) est également tachée; dès 40cm elle s'éclaircit (10 YR 6,5/3) et quelques concrétions se mêlent aux taches (7,5 YR 5/6) qui occupent environ 30 % du volume (5 figure 12).

4/. SOLS A PSEUDO-GLEY À CUIRASSE :

Ces sols, jaunes également, ont été rencontrés sur les interfluves basaltiques à sols ferrallitiques du bassin de la Bini. Ils occupent des dépressions ouvertes, en pente faible, vers lesquelles converge une superficie importante de l'interfluve et qui sont en communication avec des vallées marécageuses. Le cuirassement observé pourrait s'expliquer par cette disposition et par la faible profondeur à cet endroit du contact socle granitique - couverture basaltique. La cuirasse, qui apparaît vers 2m de profondeur, contient des sables quartzeux, en effet, et le sol au-dessus n'en contient pas (2 figure 12).

Ces sols sont formés de :

1/ Un horizon humifère, épais d'une dizaine de centimètres, gris (10 YR 4/2, 2/2 à l'état humide) marqué par l'hydromorphie (gainés de radicelles, taches), de texture argilo-limoneuse et de structure grumeleuse.

2/ Un horizon plus jaune (10 YR 5/4, 3/4 à l'état humide) légèrement plus argileux et à structure prismatique.

3/ Un horizon jaune (10 YR 5/8 à 7/8), argileux, de structure fondue, avec quelques concrétions cassables à la main et de nombreuses taches rouges.

4/ Une cuirasse contenant en abondance des sables quartzeux. C'est sur les affleurements de ces sols à cuirasse qu'on rencontre de petites cuvettes à sols moyennement organiques.

5/. SOLS ENTERRES COLLUVIAUX

On les observe dans les cratères d'explosion ou dans des vallées barrées par des coulées volcanique; ils diffèrent selon l'environnement qui les alimente et les modalités de ces apports colluviaux successifs. Exemple pris au bord de la dépression centrale du cratère v2, sous une couverture graninéenne dense :

0 - 12cm - 5 YR 4/4, argilo-sableux, polyédrique cohérent.

12 - 21cm - 5 YR 3/3 sablo-argileux, grumeleux.

21 - 42cm - 5 YR 3/4 argilo-sableux nuciforme bien développée

42 - 53cm - 5 YR 5/4 sablo-argileux nuciforme peu développée.

53 - 85cm - 5 YR 4/6 argileux avec sables grossiers, grumeleux

85 - 100cm - 2,5 YR 3/4 avec concrétions argileuses à surface noire

100-120cm - Bariolé 5 YR 4/6 et 5/8 argileux avec concrétions et morceaux de basalte friables - grumeleux.

120-200cm - Gley 5 YR 5/2 avec taches 2,5 YR 3/6, argileux collant, plastique avec très petites concrétions

Toutes les limites sont nettes; les trois premiers horizons contiennent en abondance des noyaux argileux plus cohérents, le troisième et quatrième des morceaux de brique.

POSSIBILITES D'UTILISATION DES SOLS

UNITE	TYPE DE SOLS	INCONVENIENTS	AVANTAGES	UTILISATION
1	PEU EVOLUES FERRUGINEUX	ROCHERS - FORTES PENTES FAIBLE EPAISSEUR FAIBLE ARGILISATION SECHERESSE PAUVRE EN CATIONS	PARFOIS RICHESSE EN HUMUS ET CATIONS	CHASSE TOURISME CARRIERES
	FERRALLITIQUES	PAUVRETE EN CATIONS HUMUS ET PHOSPHORE NAPPE PROFONDE TERMITES	EPAISSEUR - FRIABILITE TENEUR EN ARGILE RESEAU DE PISTES PERMEABILITE RETENTION D'EAU TOPOGRAPHIE PLANE	CULTURES VIVRIERES PATURAGES CULTURES DIVERSES SI ENRICHIS
2	FERRUGINEUX REMANIES	PAUVRETE EN HUMUS ET CATIONS - TASSEMENT ET ENSABLEMENT DE SURF NIVEAU GROSSIER NAPPE PROFONDE	TOPOGRAPHIE PLANE TENEUR EN ARGILE PROXIMITE ROUTES EPAISSEUR	BOIS CULTURES VIVRIERES
	FERRALLITIQUES RAJEUNIS	PAUVRETE EN HUMUS	EPAISSEUR - STRUCTURE TENEUR EN ARGILE ET CATIONS PROXIMITE EAU	CULTURES INTENSIVES IRRIGUEES
	HYDROMORPHES	ASPHXIE - ENGORGEMENT PAUVRETE EN CATIONS COLLUVIONNEMENT STRUCTURE PATEUSE	RICHESSE EN ARGILE HUMUS ET CATIONS PROXIMITE DE LA NAPPE	CULTURES IRRIGUEES RIZ EMPOISSONNEMENT
3	PEU EVOLUES FERRUGINEUX	PENTES - EROSION SECHERESSE - ROCHES PAUVRETE EN HUMUS ET CATIONS - MORCELLEMENT	PROXIMITE ROUTES	BOIS CHASSE LOCALEMENT CULTURES VIVRIERES
4	FERRALLITIQUES	voir 2		CULTURES VIVRIERES
	FERRUGINEUX	voir 3		
4'	CUIRASSES	INDURATION		CARRIERES
5	FERRUGINEUX	EROSION PAUVRETE EN HUMUS ET CATIONS DIFFICULTE D'ACCES TSE - TSE ?	TOPOGRAPHIE PLANE TENEUR EN ARGILE SUPERFICIES	CULTURES VIVRIERES
6	PEU EVOLUES HYDROMORPHES	INONDATION - EROSION MORCELLEMENT	RICHESSE EN HUMUS ARGILE ET CATIONS PROXIMITE EAU	CULTURES IRRIGUEES
7	DIVERS VOIR UNITES 2-3 et 6	MORCELLEMENT DIFFICULTE D'ACCES	DIVERSITE	CULTURES VIVRIERES PATURAGES
8	PEU EVOLUES BRUNS TROPICAUX HYDROMORPHES	ROCHES - PENTES PARFOIS PAUVRETE EN ARGILE MORCELLEMENT	RICHESSE EN HUMUS ARGILE - CATIONS ET PHOSPHORE PROXIMITE EAU ACCES AMENAGE BONNE STRUCTURE	CULTURES MARAICHERES ET IRRIGUEES VERGERS TOURISME

7/. UTILISATION

C'est le cadre géomorphologique qui est le mieux adapté à cet exposé.

Les fortes pentes rocheuses de l'unité 1 la rendent inapte à toute mise en valeur.

Dans l'unité 2 on distinguera les sols Ferrallitiques, les sols Ferrugineux et les sols Hydromorphes, les zones cuirassées étant évidemment à exclure.

Les sols Ferrallitiques possèdent des propriétés physiques correctes (perméabilité, friabilité, bonne rétention d'eau due à une teneur élevée en argile) dans un modelé favorable à une mise en valeur mais les teneurs en éléments chimiques sont insuffisantes et il n'existe pas de possibilité d'irrigation. L'exploitation de ces régions nécessiterait donc un enrichissement en cations et en matière organique et le choix de cultures se contentant des réserves en eau du sol.

Les sols Ferrugineux Tropicaux sur Ferrallites sont franchement défavorables puisqu'à la pauvreté chimique des sols Ferrallitiques voisins s'ajoutent ici de mauvaises propriétés physiques : structure tassé en surface, présence d'un niveau grossier, plus faible teneur en argile; et ceci dans un paysage plus accidenté et soumis à l'érosion en nappe qui amoindrit son horizon humifère. Les sols sur syénite sont un peu plus riches et argileux mais plus sensibles à l'engorgement de surface.

Les sols Hydromorphes nécessiteraient un contrôle détaillé du plan d'eau en liaison avec celui du lac artificiel. Mais ces sols dérivés des sols Ferrallitiques voisins sont eux aussi désaturés en cations.

L'unité 3 est très défavorable : les pentes sont fortes, l'érosion est active; des roches affleurent de proche en proche même sur les terrains peu pentus; ceux-ci sont morcelés et d'accès difficile. Pas d'irrigation possible et le sol lui-même retient peu d'eau car il n'est guère argileux. Les colluvions de sols rouges sont un peu plus favorables. Les sols Bruns dérivés de basalte sont trop rocheux et pentus.

L'unité 4 dans son secteur Nord rappelle l'unité 2 ferrallitique et dans son secteur Sud l'unité 3.

Les cuirasses de l'unité 4, lui confèrent un modelé trop profondément disséqué.

L'unité 5 est de nouveau plus favorable puisque la région est moins disséquée et les sols argileux et peu caillouteux. Toutefois l'érosion en nappe reste dangereuse. Cette région est actuellement inabordable en véhicule.

L'unité 6 est formée de bonnes terres alluviales déjà partiellement utilisées dans lesquelles le R δ et le Rem sont plus ou moins encaissés. L'irrigation doit être possible localement mais il est nécessaire de connaître le régime hydrologique de ces rivières qui doivent saper leurs berges lors de certaines crues. Le Rem est réduit à un filet d'eau en saison sèche tandis que le R δ est une rivière de quelques mètres de largeur à partir du confluent de Margol.

Dans l'unité 7 on retrouve des éléments défavorables de 3 et des éléments favorables de 5 et 6. Au total pas de grandes surfaces à récupérer. Il n'y a d'ailleurs pas de route actuellement pour l'aborder sauf la route de Marma au Sud-Est. La future voie ferrée empruntera peut être la vallée de Marko.

L'unité 8 présente quelques surfaces intéressantes malheureusement de superficie très réduite. Ces secteurs du volcanisme récent sont déjà en partie exploités et drainés à cet effet par des pistes. Tous les sols Bruns, et dans une moindre mesure les sols rajeunis par explosion, sont favorables lorsqu'ils ne sont ni trop rocailleux ni trop pentus et que la nappe est proche. Ces conditions sont réunies au piedmont des volcans et des cratères d'explosion mais pas sur les coulées qui restent trop rocailleuses. Les nombreuses zones hydromorphes qui lui sont associées sont intéressantes lorsqu'elles sont entourées de sols Bruns. En outre certains sols Ferrallitiques sous le vent des volcans (à l'Ouest ?) paraissent avoir été enrichis en cendres ou lapillis.

Conclusion : L'implantation humaine est faible dans ces régions, les bonnes terres sont rares et déjà utilisées en partie, non intensivement il est vrai, les autres sont malmenées par les feux de brousse et l'érosion. Les intérêts des pasteurs nomades et des agriculteurs sédentaires sont certes différents mais non divergents. Les opposer en leur attribuant une correspondance ethnique étroite serait inexact dans cette région.

La rareté des points d'eau et la sensibilité de ces terrains au tassement ne permettrait pas de fixer les troupeaux en toutes saisons sauf peut-être au Nord-Est. Tant que le pâturage reste l'activité principale il est nécessaire de protéger les champs des bovins et des feux; à défaut de barbelé l'implantation de haies vives, qui résistent aux termites, est à recommander. Cette fixation nécessaire des cultures conduit à les rendre intensives; mais peu de terres peuvent le supporter longtemps en l'absence d'enrichissement : la récupération de fumier dans les parcages nocturnes des troupeaux est à encourager d'autant plus que cet engrais organique améliorerait l'efficacité d'engrais minéraux éventuels, toujours coûteux.

La destruction du tapis herbacé par les feux dégrade les horizons de surface des sols qu'elle expose à l'érosion; mais l'intensité de cette dégradation est très inégale selon le type de sol. Protéger les sols les plus sensibles qui actuellement déjà ne constituent plus ni des pâturages ni des champs intéressants (sols Remaniés de l'unité 2) faciliterait certes leur régénération mais le profit serait maigre et l'application difficile car les régions à épargner ne doivent pas être trop étendues pour ne pas entraver la circulation générale.

Par contre les zones privilégiées comme celle qui entoure le volcan V1 devraient être totalement cloturées. L'unité 5 souffre de son isolement, une voie d'accès pourrait être rétablie par le Sud-Ouest de V3 et la vallée du Rem par exemple. Le futur chemin de fer drainera une partie de l'unité 7 dont les possibilités d'utilisation sont réduites. Au total seuls les sols Ferrallitiques et Hydromorphes de l'unité 2 au Nord-Est offrent un modelé et des superficies qui conviendraient à des plantations industrielles; cette région est en outre d'accès facile. Enfin les volcans V1, V2 et V3 présentent un intérêt touristique.

T R O I S I E M E P A R T I E

Conclusions et interprétations

1/ LES FACTEURS DU MILIEU

Les travaux antérieurs des pédologues ont montré que le passage du domaine Ferrallitique au domaine Ferrugineux Tropical est habituellement progressif mais que dans cette région du Cameroun il est rendu assez brutal par la présence de la "falaise". Les climats analogues à celui de la région étudiée ont en général une action ferrallitisante au plus moyennement désaturante en cations échangeables (AUBERT et SEGALIN 1966 : 3 à 6 mois de saison sèche, 1,2 à 1,6m de pluviométrie annuelle).

Cependant les sols Ferrallitiques que l'on rencontre ici sont fortement désaturés et ils sont associés à des sols apparentés par leur morphologie aux sols Ferrugineux Tropicaux; là où les ferrallites ont été rajeunies récemment par explosion volcanique les sols sont par contre Ferrallitiques mais faiblement désaturés.

Le climat actuel paraît susceptible de conserver ces sols différents : les conditions de l'altération ferrallitique sont réalisées pendant la saison pluvieuse; l'épaisse couverture argileuse des sols Ferrallitiques amortit les écarts thermiques et retient l'humidité assurant ainsi la persistance de l'altération ferrallitique le reste de l'année; la saison sèche au contraire agit efficacement sur les sols Ferrugineux Tropicaux qui sont moins épais et moins argileux.

Par un autre raisonnement on peut considérer aussi que des conditions climatiques moins agressives, au lieu de stopper l'évolution ferrallitique à un stade de désaturation moindre conduisent plus lentement à une forte désaturation : les sols fortement désaturés sont alors très anciens et les sols rajeunis n'ont pas eu encore le temps de se désaturer fortement, explication qui concorde bien avec leur organisation dans le paysage.

Si des pédoclimats différents expliquent plus ou moins bien la conservation de ces sols différents ils n'expliquent pas leur juxtaposition dont le climat actuel ne peut être tenu

pour responsable même en tenant compte de ses variations possibles en relation avec les altitudes diverses (900 - 1300m), la proximité de la falaise et l'ouverture par la vallée du Faro aux influences climatiques du bassin de la Benoué. Il est logique d'invoquer alors l'influence de variations climatiques passées dont l'amplitude et la fréquence, au cours du Quaternaire en particulier, ont été soulignées par de nombreux auteurs; d'autant plus que cette région se situe près du contact actuel entre les deux domaines pédogénétiques.

2/. LE PAYSAGE PEDOLOGIQUE

Le paysage pédologique de la région étudiée présente trois particularités importantes :

1 - On y observe la juxtaposition de types de sols qui ne se forment pas sous le même climat, qui ne correspondent qu'exceptionnellement à la pédogénèse qu'on pourrait attendre du climat actuel et qui présentent des caractères analytiques en désaccord avec leur caractères morphologiques.

2 - La répartition des sols est sous la dépendance du mode de dissection du paysage, qui diffère nettement selon le bassin versant considéré, mais où les formes d'érosion l'emportent de beaucoup sur les formes d'accumulation; cependant le rajeunissement du modelé ne gagne pas systématiquement de vitesse la pédogénèse.

3 - De grandes étendues du paysage ont gardé dans leurs sols la trace d'un remaniement ancien qui, dans sa présentation actuelle paraît résulter du jeu combiné de la faune termitique et de l'érosion en nappe; le lessivage, au sens strict, n'est peut-être pas entièrement responsable des variations de teneur en argile observées dans le horizons remaniés.

Ces trois particularités seront rappelées successivement avant d'être utilisées dans un essai d'explication du passé pédologique de la région. Que ce passé soit complexe et inséparable de celui du modelé et du volcanisme ne doit pas surprendre dans ces régions africaines émergées depuis longtemps et qui ont subi ne serait-ce qu'au cours du Quaternaire, des variations climatiques importantes :

Et même, si l'érosion n'était pas fréquemment intervenue pour déblayer le travail pédologique des époques antérieures et si d'autre part certaines pédogénèses n'en avaient pas effacé d'autres, les sols anciens de ces régions porteraient vraisemblablement la marque de plusieurs pédogénèses superposées.

On comprend donc que beaucoup de sols décrits ici ne répondent pas exactement aux critères de la classification qui, elle, cherche à faire la part d'une action climatique unique sur un matériau purifié de ses influences passées; or la rapidité de cet effacement n'est pas la même pour les différents caractères envisagés : les caractères morphologiques de sols Bruns Eutrophes et de sols Ferrugineux Tropicaux notamment paraissent ici persister plus longtemps que leurs taux de saturation en cations échangeables.

3/. LES DIFFERENTS SOLS

3.1/. Les sols à Mull Bruns Tropicaux sont développés sur les roches basiques; ils sont plus ou moins désaturés en cations échangeables, d'autant plus en général que leur profil est développé (horizon B); on observe tous les intermédiaires entre les sols Bruns Peu Evolués et les sols Bruns Ferruginisés ou Mésotrophes; certains sols de couleur brune et fortement structurés ont même été rattachés à la classe Ferrallitique mais il s'agit visiblement de sols rajeunis qui ont hérité de leur désaturation. L'érosion, en relation avec la valeur des pentes, n'explique que partiellement ces différents degrés d'évolution; le rôle de la roche-mère paraît plus important d'autant plus qu'il conditionne en partie le jeu de l'érosion.

Ce sont les petits prismes des coulées anciennes qui résistent le plus fortement à l'altération et le sol n'y dépasse guère le stade Brun Peu Evolué même en topographie plane; et pourtant le pavage disjoint qu'ils réalisent facilite plus l'infiltration que l'érosion.- Les roches volcaniques récentes de couleur grise ou rose, très bulleuses, (ponces) qui se présentent en masse continue dans les petits dômes d'extrusion résistent assez bien elles aussi.- L'évolution la plus poussée s'observe sur les coulées récentes et au piedmont de leurs appareils d'émission

là où le matériel pyroclastique est assez fin (Bruns Mésotrophes); le matériel plus grossier des cônes, en particulier les grosses bombes, maintiennent au contraire leurs pentes à un stade peu évolué.

Les géologues ont observé que, les coulées basaltiques sont généralement composées de deux parties : la partie supérieure est scoriacée et chaotique, la partie inférieure présente des prismes réguliers et verticaux de basalte compact; la résistance à l'érosion et à l'altération de ces deux niveaux est évidemment très inégale. Si l'on admet que le niveau inférieur plus résistant n'est représenté que dans les coulées suffisamment épaisses et n'existe dans les autres que dans des zones d'épaississement dont le refroidissement a été plus lent (contre pente de l'écoulement) on comprend mieux la répartition des témoins de basalte prismatique, qui jalonnent le tracé de certaines coulées (vallée du Rô par exemple) : incapable de débayer les prismes inaltérés l'érosion butte sur ces chicots résistants dont l'emplacement résulte non pas du jeu de l'érosion mais de la structure de la coulée.

Dans les coulées peu épaisses du volcanisme récent seul le niveau scoriacé est bien représenté et l'évolution pédologique a donc été rapide. Dans les coulées épaisses du volcanisme ancien la ferrallitisation a digéré rapidement le niveau supérieur avant de buter sur la partie inférieure résistante; elle transforme ces différentes structures du basalte en un matériau friable formé de volumes gris-bleuté emballés dans une matrice brun rougeâtre; ce matériau trop vulnérable n'affleure généralement pas sauf dans le cas exceptionnel du "bouchon" de vallée de Didango où il a été protégé de l'érosion par ancrage dans une vallée; ce sont en effet les prismes qui affleurent sur le talus d'attaque des surfaces ferrallitisées et forment les buttes qui émergent comme des îles au milieu d'un manteau de ferrallites colluvionnées.

De même les vastes affleurements de sols Ferrallitiques rouges à sables quartzeux qui auréolent les sols dérivés de basalte pourraient représenter la marge des coulées épaisses : non seulement plus minces mais de faciès plus altérable les coulées y ont été totalement altérées et leurs restes mélangés à leur support granitique (HUMBEL 1966 P 147).

Le niveau scoriacé et le niveau prismatique des coulées basaltiques représentent respectivement dans cette région le pôle le plus altérable et le pôle le moins altérable des roches.

3.2/. Les sols classés "Ferrugineux Tropicaux" présentent une différenciation en horizons nette accentuée localement par le remaniement. L'horizon lessivé est caractéristique mais souvent masqué par la pénétration humique ou réduit par l'érosion. L'horizon d'accumulation s'en distingue par sa couleur jaune-rouille, sa texture plus argileuse et son comportement différent aux tests d'humectation; la fixation du fer ne s'y produit généralement pas sous forme de taches et concrétions; celles-ci apparaissent mais remaniées sur les pentes de l'unité 5, indiquant qu'une mobilisation importante des composés du fer s'est effectuée latéralement dans la séquence topographique alors qu'en sommet d'interfluve l'horizon d'accumulation s'individualise mal au-dessus de l'horizon d'argilisation.

La perméabilité a été mesurée en place sur les différents horizons dégagés en larges gradins d'un sol Remanié Lessivé sur Ferrallite (méthode Münz mais avec cylindre de garde de diamètre réduit): elle s'est révélée croissante de haut en bas et donc maximum dans l'horizon "d'accumulation" au-dessus du niveau grossier; elle est presque nulle dans l'horizon supérieur tassé là où apparaissent souvent des traces d'hydromorphie; celle-ci ne résulte donc pas ici de l'imperméabilisation d'un horizon illuvial colmaté mais de la dégradation de la structure superficielle.

Les analyses indiquent le plus souvent une désaturation en cations échangeables déjà forte: si pour les sols développés sur Ferrallites cette désaturation s'explique aisément par l'héritage ferrallitique il n'en est plus de même dans le cas de sols dérivés directement de la roche-mère. En l'absence d'analyses particulières c'est la notation "Intergrade Ferrallitique" qui coordonne le mieux les différents caractères de ces sols: Ségrégation du fer discrète dans le profil mais nette dans la séquence topographique - Désaturation en cations échangeables bien que certains feldspaths soient conservés - Variations de texture participant à la fois du lessivage des sols Ferrugineux et de

compte tenu
l'appauvrissement des sols Ferrallitiques/de la part qui revient
à l'argilisation ou au remaniement.

3.3/. Les sols Ferrallitiques sont très épais et fortement désaturés alors que les conditions climatiques actuelles/^{sont} réputées moins agressives et que les pseudo-particules qu'ils contiennent dans le mètre supérieur caractérisent plutôt le domaine faiblement ferrallitisant. Ils héritent donc d'une longue ou intense période de ferrallitisation qui explique en partie l'estompage des différences entre sols sur granite et sols sur basalte : les relations cartographiques entre les affleurements de ces deux types de sols se comprennent mieux si l'on admet qu'une couverture basaltique peu épaisse a recouvert autrefois les sols qui paraissent maintenant dériver de granite et que ses matériaux altérés se sont mélangés à ceux du support granitique.

La couleur rouge de ces sols témoigne d'un bon drainage persistant qui disparaît en bas de pente où un jaunissement prononcé marque en quelques décimètres de distance le passage aux sols Hydromorphes. Ceux-ci sont alimentés en matière fine et désaturée par le colluvionnement lent et continu qui écrème les pentes ferrallitiques. La faune joue un rôle important dans la dynamique de ces sols qu'elle brasse et dont elle entretient la friabilité (pseudo-particules ?)

3.4/. La majorité des sols de la région présente en définitive une désaturation importante qui affecte même des sols Peu Evolués d'érosion et des sols Hydromorphes. Si dans quelques profils (un sol Ferrallitique sur basalte, deux sols Ferrugineux sur Ferrallites l'un sur syénite l'autre sur concrétions) cette désaturation est accentuée par une capacité d'échange élevée (20m éq. dans tous les horizons) elle est bien due en général à une faible teneur en cations échangeables. Par contre les teneurs en cations totaux de ces différents sols sont plus en accord avec leurs caractères morphologiques. Enfin la présence de produits amorphes (allophanes) n'a pas été démontrée faute d'analyses appropriées mais elle est possible notamment dans les sols dérivés de roches volcaniques récentes et dans quelques sols Ferrallitiques très anciens.

4/. REPARTITION DES SOLS

Ces différents sols n'ont pas une répartition quelconque : Les sols Ferrugineux piégés entre des chaos de boules occupent les fortes pentes des reliefs résiduels; ils ne sont pas anciens puisque rajeunis par l'érosion mais ces boules résistantes peuvent témoigner d'un type d'altération de la roche qu'on ne retrouve pas sur les pentes des unités géomorphologiques plus récentes - Les sols Ferrallitiques rouges Fortement Désaturés occupent l'ensemble du bassin de la Bini dont la dissection est peu accusée et parsèment les lignes principales de partage des eaux; il est logique de considérer ces sols rouges de l'aplanissement 1150m comme les plus anciens; Ils subissent les vicissitudes de la dissection du paysage dans la zone d'attaque de l'aplanissement ferrallitisé; ils ont été eux-mêmes rajeunis puisque de nombreuses cuirasses affleurent en position haute là où leur formation n'est plus possible actuellement. Le dégagement de ces cuirasses, formées plutôt dans les points bas du paysage ancien aplani, pourrait être l'équivalent latéral sur matériau résistant du remaniement qui a marqué ces sols. Ce remaniement les a condensés en un résidu grossier enfoui sous des produits fins dont l'évolution pédologique est du type Ferrugineux Tropical - Cette pédogénèse marque aussi les régions d'altitude inférieure à 1100m à l'exception d'un gradin ferrallitisé au Nord-Ouest à l'altitude 1000m et des prismes de basalte qui évoluent vers les sols Bruns - Les épaisses formations cuirassées dégagées par l'érosion sont localisées à l'Ouest à l'altitude 960 - 980m.

5/. REMANIEMENT ET LESSIVAGE

Les sols Ferrugineux Tropicaux dérivés directement de la roche présentent dans leur horizon "lessivé" une teneur plus élevée en éléments grossiers, sables et graviers; les éléments grossiers, concentrés par entrainement oblique des parties fines sont enfouis sous des remontées biologiques. Ce remaniement discret et actuel n'affecte que les horizons supérieurs de ces sols en topographie accidentée.

Le remaniement ancien qui a affecté le matériau des sols Ferrugineux Tropicaux sur Ferrallites apparaît bien plus impor-

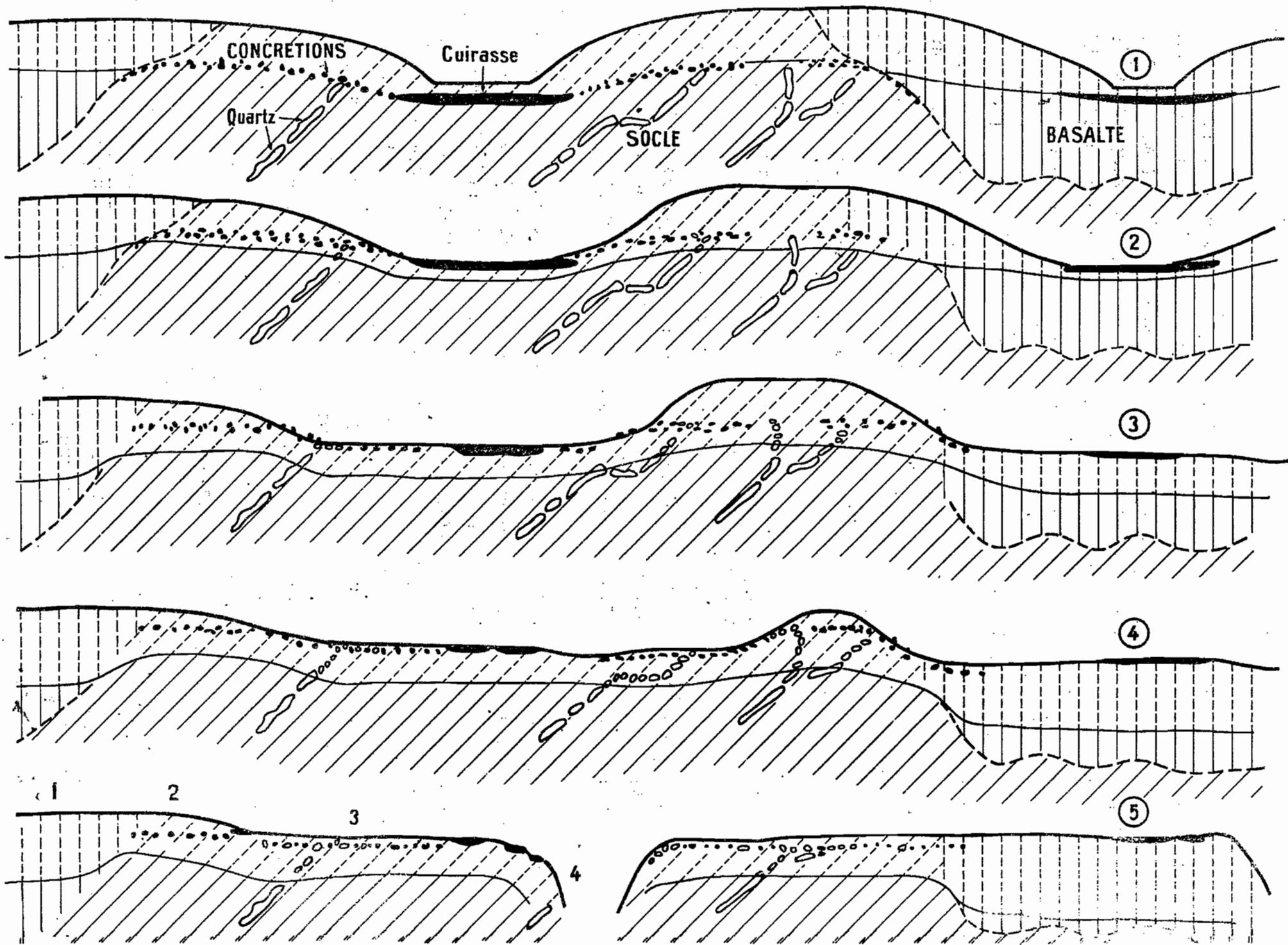
FORMATION DU NIVEAU GROSSIER

- 1 - La ferrallitisation marque le paysage aplani par des coulées basaltiques; cuirassement des points bas; concrétionnement peu épais et discontinu des interfluves.
- 2 - L'érosion dégage les cuirasses et attaque les interfluves.
- 3 - Elle concentre en surface les éléments grossiers du sol et de l'altération qu'elle ne peut emporter.
- 4 - Ce remaniement progresse vers le sommet des interfluves, en digère complètement certains, épargnant sur d'autres un témoin de sol rouge.
- 5 - Pendant ce temps les produits fins enlevés des points hauts sont venus recouvrir plus bas le niveau grossier se mêlant aux éléments remontés par la faune. La pédogénèse ferrugineuse marque très inégalement sols rouges et sols remaniés avec redistribution locale du fer. Plus récemment enfin l'érosion dégage le niveau grossier sur les pentes de nouveaux talwegs.

PROGRESSION DU DÉCROCHEMENT CONCAVE



FORMATION DU NIVEAU GROSSIER



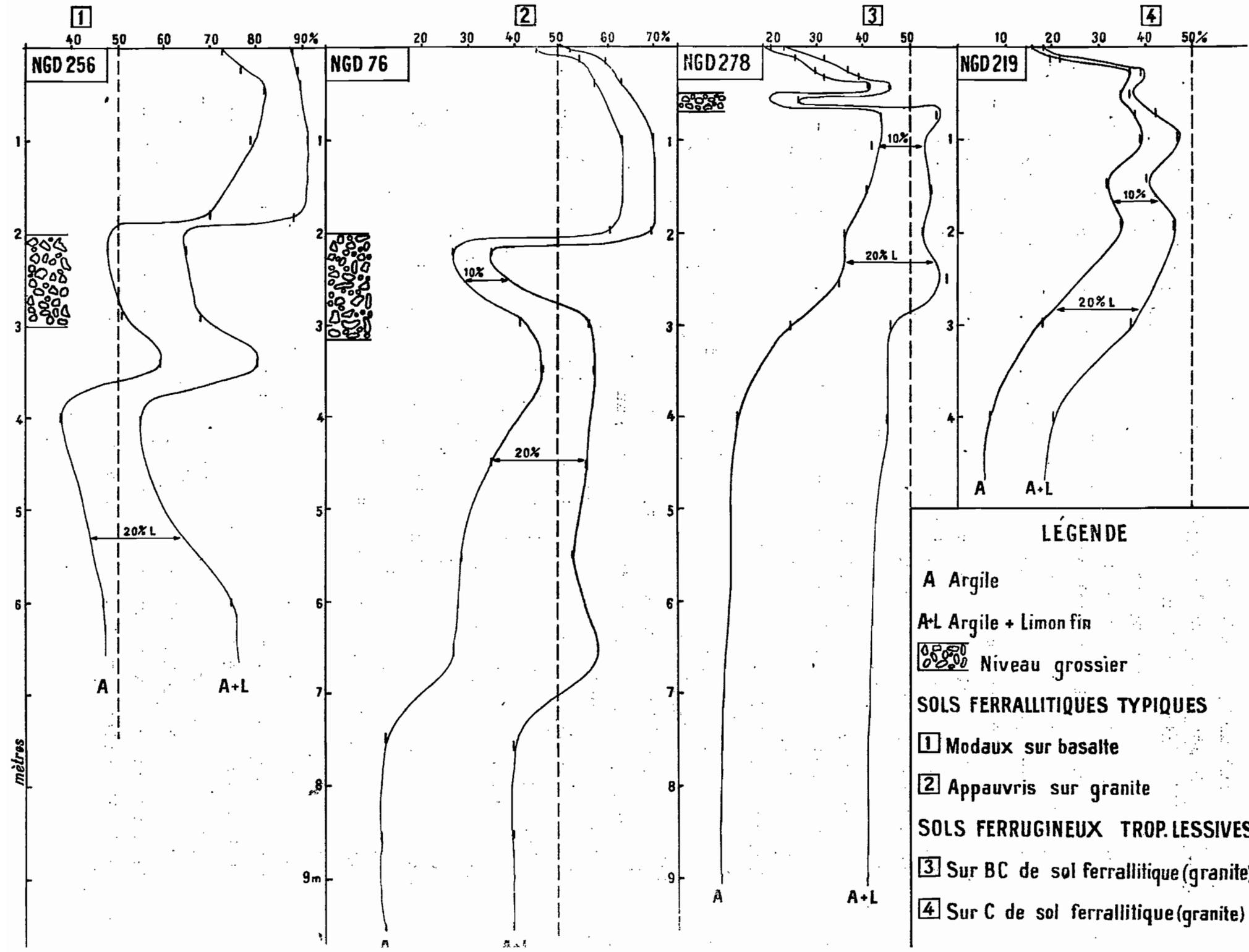
tant; il se manifeste par l'existence, en topographie plane, d'un niveau grossier continu, d'épaisseur faible et régulière, enfoui sous quelques décimètres de produits fins, le recouvrement aux dépens duquel s'est formée une grande partie du sol actuel.

Les éléments du niveau grossier proviennent vraisemblablement des différents horizons d'un ancien sol Ferrallitique : vraies concrétions, morceaux de roche plus ou moins ferruginisée ou de cuirasse, quartz filonien, ou grains de quartz de la roche etc.; ils ont été peu déplacés : en effet, bien que sur la syénite certaines concrétions soient quartzieuses, dans l'ensemble, la taille, la nature et la fréquence des minéraux qu'ils contiennent (quartz essentiellement) les apparentent au matériau sous-jacent ou voisin. La relation est plus étroite encore pour le recouvrement; l'absence d'épandage généralisé se constate également au contact avec les sols Ferrallitiques rouges dans lesquels on voit le niveau grossier mourir en biseau sur quelques décimètres de distance.

Le niveau grossier paraît donc être un résidu d'érosion abandonné en surface du sol après entraînement des parties fines du matériau sous l'action de l'érosion en nappe. Pour expliquer la mise en place du niveau grossier et du recouvrement deux processus peuvent être envisagés, l'un à dynamique verticale, l'autre à dynamique latérale.

1/. L'érosion en nappe digère rapidement le terrain par sa surface faisant disparaître les horizons du sol ancien; les éléments fins sont seuls exportés et tout ce qui est grossier et résistant s'accumule en surface du sol; dès que le résidu atteint une certaine épaisseur, de l'ordre de un à trois décimètres, le phénomène s'arrête car le niveau grossier est alors capable d'évacuer latéralement les plus fortes pluies, enlevant toute efficacité à la nappe érosive qui s'enfonce. Le remaniement n'a évidemment pas joué là où le niveau concrétionné des anciens sols était plus épais ou cuirassé ainsi que sur les sommets d'interfluves où la nappe érosive n'était pas assez puissante, d'où la conservation à cet endroit de lambeaux de sols Ferrallitiques rouges. Le recouvrement est ensuite essentiellement biologique et dû principalement à l'étalement des buttes ternitiques comme cela s'observe.

COURBES GRANULOMÉTRIQUES



encore autour des nombreuses buttes fossiles; on en a compté 12 dans un hectare autour du profil 278 et un calcul approximatif de volume a montré que leur étalement complet enfouirait encore de 10 à 20cm le niveau grossier déjà profond de 50cm. Le matériau très argileux de ces buttes emprunte aux horizons profonds situés sous le niveau grossier lequel est très chahuté dans les termitières; on sait que les termites se construisent un milieu confiné humide et peuvent descendre profondément à la recherche de l'humidité; l'enfoncement exagéré de la nappe phréatique (plus de 10m) à la suite de la dissection ultérieure de ces paysages doit expliquer la "mort" de ces termitières qu'on retrouve actives et alignées en bas-flanc des talwegs et sur les sols Ferrallitiques voisins plus frais et argileux. Enfin les vers, dont on observe les déjections autour des collets de touffes d'herbe, ont pu jouer ^{un} rôle mais la matière qu'ils empruntent pourrait être d'origine assez superficielle si leur activité est déterminée par la nappe perchée de saison des pluies.

2/. La mise en place du niveau grossier et du recouvrement résulte du réajustement du modelé par une reprise d'érosion ménagée, sans abaissement important du niveau de base comme pourrait en provoquer un changement climatique; un décrochement concave se développe à partir du fond du talweg et progresse vers le sommet de l'interfluve en grignotant l'ancien profil transversal ferrallitique; les matériaux grossiers des anciens sols sont dégagés de leur emballage fin et friable et abandonnés en surface du sol sur le petit décrochement; lorsque ce décrochement progresse vers la pente amont les éléments fins nouvellement libérés sont venus recouvrir les éléments grossiers mis précédemment à l'affleurement; ici encore le phénomène s'estompe vers le sommet de l'interfluve laissant subsister parfois une "coiffe" d'ancien sol rouge. (voir figure 13)

Dans la réalité les deux mécanismes précédents ont pu jouer ensemble; le premier suppose qu'à une période d'érosion active concentrant les éléments grossiers a fait suite une période plus calme permettant l'accumulation des éléments remontés continuellement par la faune; le second, qui attribue une origine commune au recouvrement et au niveau grossier, suggère un changement climatique et l'on sait justement que ces sols remaniés ont

évolué en Ferrugineux Tropicâux. Or le matériau friable des sols Ferrallitiques, dès que la forêt protectrice a disparu, se prête bien à ce trigranulométrique imprimant une destinée différente aux éléments fins et grossiers. Les deux mécanismes expliquent la parenté entre les éléments remaniés et la roche sous-jacente, l'épaisseur faible et assez régulière du niveau grossier et du recouvrement, la conservation de lambeaux de sols rouges sur le sommet de quelques interfluves et celle des épaisses formations concrétionnées ou cuirassées. La légende de la figure 13 combine l'action de ces deux mécanismes.

Les différentes étapes envisagées ici s'observent actuellement dans d'autres régions : dans certaines vallées de la région d'Edéa par exemple des sols Ferrallitiques à niveau grossier profond encadrent un décrochement gravillonnaire sur une pente, convexe au-dessus, concave en dessous. Au Nord du bassin de la Benoué un pavage de cailloux flottants couvre certains sols dont il ralentit l'érosion en nappe.

Le recouvrement présente, dans sa moitié supérieure, un net appauvrissement en argile; comme la matrice du niveau grossier est également peu argileuse il en résulte entre les deux un maximum de teneur en argile qui simule un horizon d'accumulation; ceci ne prouve pas qu'il existe un lessivage vertical de l'argile dans ces sols ni que l'accumulation, si elle se produit, se fasse à la partie inférieure du recouvrement. L'étude morphologique n'indique guère une telle accumulation bien qu'au-dessus les caractères d'horizon lessivé soient plus nets. Si le recouvrement provient de remontées biologiques la texture de celles-ci est plus argileuse encore que celle de cet horizon de teneur maximale en argile (40 % contre 65 % dans une butte termitique voisine par exemple); cet horizon n'est alors qu'un horizon ^{moins appauvri que les horizons} / supérieurs par lessivage oblique lors de l'étalement des buttes termitiques; l'appauvrissement oblique de la partie supérieure s'explique mal dans les conditions actuelles de topographie et de durcissement de la structure. Si le recouvrement est lié au réajustement latéral du profil transversal les différences de texture peuvent aussi dater de sa mise en place.

Les variations texturales du matériau remanié ont pu ensuite être amplifiées par lessivage : il est fréquent que les horizons pédologiques se surimposent à des niveaux texturaux hérités. Pour en juger ici il faut observer des sols qui n'ont pas subi le remaniement : c'est le cas des sols développés à proximité sur les épaisses Ferrallites concrétionnées. Leur matrice présente effectivement les mêmes variations texturales; le lessivage est donc probable mais il faut alors admettre que le niveau grossier est le siège d'un entraînement latéral d'argile escamotant plus ou moins le processus d'accumulation.

Le problème de classification a été résolu en faisant intervenir le remaniement au niveau du groupe pour réduire la part imputable au lessivage dans les variations texturales observées. Les sols remaniés ayant évolué vers les sols Ferrugineux Tropicaux il est possible que le remaniement date du changement climatique qui a introduit cette pédogénèse.

ESSAI DE SYNTHÈSE

Il est possible de coordonner les faits et les interprétations précédentes par la succession suivante de climats, pédogénèses et morphogénèses :

- 1 - Longue période de dissection dégageant des reliefs résiduels sur plus de 100m.
- 2 - Longue période ferrallitisante, sous climat chaud et humide, sur un modelé aplani par des coulées basaltiques : formation de sols et altérites épais et désaturés, actuellement à l'altitude 1150m.
- 3 - Attaque de l'aplanissement précédent dont le manteau ferrallitisé est colluvionné avant d'être exporté sauf dans le bassin de la Bini; de nouvelles coulées utiliseront, au Nord, le modelé nouvellement formé.
- 4 - Formation, dans le bassin du Rô, d'un aplanissement local, vers 1000m d'altitude, qui commence à se "ferrallitiser".
- 5 - Mais le climat devient plus contrasté induisant une pédogénèse Ferrugineuse et remaniant l'aplanissement "1150m" tandis que le fer du gradin "1000m" se rassemble dans une plaine

basse. Sur tous les secteurs nouvellement creusés ou soumis à l'érosion se développent des sols Ferrugineux Tropicaux.

6 - La dissection du paysage reprend, dégageant les cuirasses nouvellement formées et érodant les sols Ferrugineux Tropicaux auxquels elle associe des sols Peu Evolués.

7 - Le climat redevient plus humide désaturant les sols Ferrugineux Tropicaux. Les roches volcaniques "récentes" se mettent en place produisant des sols Bruns qui se désaturent aussi. Le stade "Faiblement Désaturé" est réalisé là où les sols Ferrallitiques ont été rajeunis par les explosions volcaniques.

Le climat actuel n'a modifié que superficiellement le vieil héritage ^{ferrallitique} / là où érosion et remaniement avaient épargné celui-ci. Il conserve aussi les sols Ferrugineux Tropicaux peut être simplement parce qu'il n'a pas eu le temps de les modifier ou bien parce que ses températures assez basses le rendent peu actif sur ces matériaux moins fortement argilisés.

Ces sols Ferrugineux Tropicaux et les épaisses formations cuirassées qui les accompagnent à l'Ouest témoignant d'un climat à saisons plus contrastées que le climat ferrallitisant antérieur et probablement que le climat actuel. Il n'est pas possible de situer dans le temps les changements climatiques correspondants; les auteurs qui ont étudié les régions situées au Nord et au Sud de l'Adamaoua ont envisagé également la possibilité de changements climatiques importants pendant les ères Tertiaire et Quaternaire soit vers un pôle plus humide soit vers un pôle plus aride que le climat actuel de ces régions ou même alternativement vers l'un et l'autre. Cependant les possibilités de datations ou de corrélations manquent encore.

L'Adamaoua par ses bouleversements volcaniques anciens et récents pourrait apporter quelques données précieuses : C'est ainsi par exemple que l'analyse pollinique des argiles à vivante d'Anloua (LESAGE 1963) indique que leur dépôt n'est pas plus ancien que le début du Quaternaire ou la fin du Tertiaire et que les conditions du milieu sont devenues plus sèches vers la fin. La coulée qui en barrant la haute vallée de Margol a provoqué ce dépôt n'est pas ferrallitisée dans sa partie actuellement conservée et appartient au deuxième épisode ancien d'épanchement basal-

tique. Une étude détaillée de cette région permettrait ainsi de dire si les pollens des argiles à vivianite, témoignent d'une des oscillations climatiques qui ont abouti à l'installation de ce climat à saisons contrastées. D'autres dépôts dûs à des barrages volcaniques rencontrés en cours de prospection permettraient toute une série de datations.

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

CLASSIFICATION DES SOLS

- AUBERT (G.), Chef de la Section de Pédologie O.R.S.T.O.M. 1965.-
La classification française des sols.Symp.intern. 3
class. des Sols pp. 25 -56 Gand.
- AUBERT (G.) et SEGALEN (P.) 1966.- Projet de classification des
sols Ferrallitiques.Cah.O.R.S.T.O.M., ser.Pédol. Vol
IV n° 4 p. 97 à 112.

PEDOLOGIE REGIONALE

- BACHELIER (G.) 1957.- Etude pédologique de la zone du volcanisme
récent au S.E. de Ngaoundéré.Agron.Trop.n° 5 Sept.et
Oct.pp. 551-575.
- HUMBEL (F.X.) 1966.- Etude de certains sols rouges à sables quart-
zeux de l'Adamaoua - Centre O.R.S.T.O.M.de Yaoundé
P 147 19 p. 5 profils analysés.
- MARTIN (D.) et SEGALEN (P.) 1966.- Carte pédologique du Cameroun
oriental au 1/1.000.000 O.R.S.T.O.M.Centre de Yaoundé
Notice explicative pp. 72-80 et 100 notamment.

GEOGRAPHIE

- HURAUULT (J.) 1964.- Antagonisme de l'agriculture et de l'élevage
sur les hauts plateaux de l'Adamaoua.Etudes rurales
n° 15 pp. 23-70.

GEOLOGIE

- GUIRAUDIE (Ch.) 1955.- Carte géologique Ngaoundéré-Ouest, échelle
1/500.000.Notice explicative.
- LASSERRE (M.)-. Carte géologique Ngaoundéré-Est et Bossangoa-
Ouest, échelle 1/500.000.Notice explicative : la sé-
rie basalto andésitique récente pp. 15-16.
- LESAGE (M.T.) 1963.- Etude palynologique de la formation à vivi-
anite d'Anloua B.R.G.M. DS 63 P 19 4 p.
- LIMASSET (J.C.) et LETTERMANN (M.)-. Mission de vivianite d'An-
loua.Rapport spécial B.R.G.M.

GEOMORPHOLOGIE

- BACHELIER (G.) et LAPLANTE (A.) 1952.- Sur l'origine et la forma-
tion des cuirasses dites latéritiques dans l'Adamaoua
C.R. SOC.GEOL. n° 1 pp. 17-19.
- HUMBEL (F.X.) 1966.- Contribution pédologique à l'étude géomor-
phologique de l'Adamaoua Centre O.R.S.T.O.M.de Yaoundé.P 155, 27 p.
- SEGALEN (P.) 1967.- Le rémanement des sols et la mise en place
de la Stone-Line en Afrique - O.R.S.T.O.M. rapport
interne 22p. schémas.

CARTE PÉDOLOGIQUE À L'ÉCHELLE DE 1 : 50.000 NGAOUNDÉRE 1 d

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

F.X. HUMBEL et J. BARBERY

CENTRE DE YAOUNDÉ

L É G E N D E

AFFLEUREMENTS ROCHEUX

- Blocs de gabbro
- Dalle continue de basalte
- Prismes de basalte
- Grands prismes horizontaux de trachyte
- Boules de granite

SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE D'ÉROSION LITHIQUES

- Arènes et dalles de roche quartzo-feldspathique
- Dalles de cuirasse à sables quartzeux
- Dalles de cuirasse basaltique litée
- Petits prismes disjoints de basalte
- Fragments de roche pyroclastique
- Masse de lave bulleuse grise

D'APPORT HYDROMORPHES

- Sables et argiles alluviaux
- Sols enterrés colluviaux

SOLS A MULL BRUNS TROPICAUX EUTROPHES LITHIQUES

- Prismes disjoints de basalte
- Masse de lave rougeâtre
- Fragments de roche pyroclastique
- Fragments de roche ferro-magnésienne
- Fragments de roche pyroclastique
- Lapillis peu épais sur granite

SOLS FERRIALLITIQUES FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVÉS D'ÉROSION

- Arène entre dalles de gneiss
- Arène entre boules de granite

LESSIVÉS

- Matériau ferrallitique concrétionné
- Arène quartzo-feldspathique
- Arène feldspathique grossière
- Matériau ferrallitique quartzo-feldspathique
- Matériau ferrallitique de roche feldspathique

SOLS FERRIALLITIQUES PEU DÉSATURÉS RAJEUNIS (par explosion volcanique) BRUNS

- Matériau ferrallitique d'altération de basalte
- Matériau ferrallitique et fragments pyroclastiques

FORTEMENT DÉSATURÉS, A PSEUDO-PARTICULES TYPIQUES-ROUGES MODAUX

- Matériau ferrallitique argileux de basalte
- Matériau ferrallitique à sables quartzeux

REMANIÉS ROUGES COLLUVIÉS

- Matériau ferrallitique argileux dérivé de basalte
- Matériau ferrallitique argileux à sables quartzeux
- Matériau ferrallitique induré dérivé de basalte

SOLS HYDROMORPHES ORGANIQUES

- SEMI-TOURBEUX A ANMOOR
CALCIQUE
Argiles colluviales de sols Bruns
- ACIDE
Matériau ferrallitique argileux colluvial

MINÉRAUX A GLEY DE SURFACE

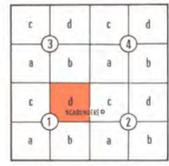
- Matériau ferrallitique argileux colluvial
- DE PROFONDEUR
Sables argileux alluviaux

A PSEUDO-GLEY, JAUNES A CUIRASSE

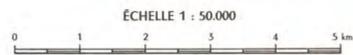
- Matériau ferrallitique argileux colluvial



1/200 000: NB 33 XX NGAOUNDÉRE
Découpage des feuilles au 1/50.000



Fonds topographiques de l'IGN au 1 : 50.000
Feuille NB.33.XX. Ngaoundéré 1d



Service cartographique de l'O.R.S.T.O.M. - 1968

ORSTOM

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS 8^e

Centre ORSTOM de Yaoundé :

B. P. 193 — YAOUNDE

République Fédérale du Cameroun.