

RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA  
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE NATIONALE  
DIRECTION DU GENIE RURAL

N° de Convention O. R. S. T. O. M. : 6500 - 399

Date de parution du Rapport : Août 1968

**ÉTUDE PÉDOLOGIQUE  
DE LA HAUTE-VOLTA  
RÉGION : CENTRE SUD**

**RAPPORT**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR-HANN



ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA HAUTE-VOLTA

REGION CENTRE-SUD

---

---

Par

B. KALOGA.

Ingénieur Agricole  
Pédologue O.R.S.T.O.M.

Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR-HANN

TABLE DES MATIERES

	<u>Pages</u>
Avant-Propos .....	1
<u>1ère Partie : Etude du milieu naturel</u>	
I - Situation géographique .....	4
II - Le Climat	
A - Caractéristiques générales .....	5
B - Erosion .....	7
III - Géologie	
A - Aperçu sur la géologie .....	9
B - Altération des roches : conséquences pédologiques et paléoclimatiques .....	12
IV - Géomorphologie .....	15
V - Hydrographie .....	16
<u>Deuxième Partie : Etude des sols.</u>	
Chapitre I : Introduction	
A - La légende cartographique : sa conception et son utilisation .....	17
B - Rappels sur la signification agronomique des principaux caractères morphologiques et analytiques des sols.	19
C - La classification des Sols	
C.1. Principes de la classification .....	26
C.2. Classification des sols, inventaire des familles et des unités cartographiques associées (Tableau récapitulatif) .....	28
Chapitre II - Etude monographique des familles de sols.	
Section I - Classe des Sols Minéraux Bruts	
I.1. - Les lithosols .....	33
A- Monographie des familles	
1. Famille sur cuirasses ferrugineuses .....	34
2. Famille sur granites .....	35
3. Famille sur roches basiques ou neutres .....	36
4. Famille sur roches indifférenciées .....	36
B - Rôle des lithosols sur l'utilisation des sols et l'aménagement du territoire .....	36
I.2. - Régosols	
I. Famille sur schistes.....	38

<u>Section II</u> - Classe des Sols Peu Evolués	
Sols Peu Evolués d'érosion (et d'apport)	
A - Sols peu évolués hydromorphes - Faciès modal .....	40
A.1. - Famille sur matériau gravillonnaire .....	41
A.2. - Famille sur matériau caillouteux (parfois gravillonnaire) dérivé de pegmatites .....	52
A.3. - Famille sur matériau polyphasé graveleux et argilo-graveleux dérivé de granite .....	54
A.4. - Famille sur matériau sableux à niveau grossier reposant sur granite .....	57
A.5. - Famille sur matériaux alluviaux sablo-limoneux à limoneux .....	60
A.6. - Famille sur arène granitique graveleuse .....	62
A.7. - Famille sur argile verticale à recouvrement gravillonnaire .....	65
A.8. - Famille sur matériau argilo-sableux (dérivé de granite).....	69
B - Sols peu évolués hydromorphes - Faciès brun eutrophe.	
Famille sur matériau gravillonnaire à recouvrement argileux .....	76
<u>Section III</u> - Classe des Vertisols et Paravertisols	
Introduction .....	79
A - Vertisols topomorphes non grumosoliques sur matériau argileux alluvial .....	82
B - Vertisols lithomorphes non grumosoliques	
B.1. - Vertisols modaux sur matériau argileux gonflant	83
B.1.1. - Les Vertisols typiques .....	83
B.1.2. - Les Vertisols à faibles recouvrements.....	91
B.2. - Vertisols halomorphes sur matériau argileux gonflant dérivé de granite .....	97
<u>Section IV</u> - Classe des Sols à Mull	
Sol à mull des Pays Tropicaux	
Sols Bruns eutrophes vertiques	
Définitions .....	106
IV.1. Sols Bruns eutrophes sur matériaux argileux parfois graveleux issu de roches basiques, et issu de schistes, et sur matériau argileux indifférenciés.....	108
A - Etude morphologique	
A.1. Famille sur matériau argileux parfois graveleux issu de roches basiques ou neutres .....	108
A.2. Famille sur matériau argileux, parfois graveleux issu de schistes .....	110
A.3. Famille sur matériaux argileux indifférenciés.....	112
B - Etude de la Fertilité .....	115

IV.2. Famille sur matériau argileux dérivé de granite..	121
<u>Section V - Classe des Sols à Sesquioxydes</u>	
Sols Ferrugineux Tropicaux	
Avant-Propos .....	125
Définitions .....	126
A. Sols Ferrugineux Tropicaux non ou peu lessivés ....	
Sols à drainage réduit en profondeur sur sables fins argileux .....	128
B. Sols Ferrugineux Tropicaux lessivés ou appauvris.	
Sols à taches et concrétions.	
B.1. Famille sur matériau colluvio-alluvial sablo-argileux à argilo-sableux .....	131
B.2. Famille sur matériau argilo-sableux .....	135
C. Sols Ferrugineux Tropicaux remaniés à taches et concrétions.	
C.1. Famille sur matériau argilo-sableux, parfois gravillonnaire et parfois calcaire en profondeur...	139
C.2. Famille sur matériaux argilo-sableux en profondeur .....	147
C.3. Famille sur sables graveleux et argileux dérivés de granite.....	163
C.4. Famille sur matériau limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse.....	164
<u>Section VI - Classe des Sols Halomorphes</u>	
Sols non lessivés à alcalis	
Famille sur matériau argileux à argilo-sableux	
Introduction : définitions et classification ..	
A - Sols à horizons superficiels sableux peu épais et différenciés en un seul horizon - (Sols du type solonetz) .....	172
B - Sols à horizons superficiels sableux plus épais et différenciés en deux horizons (Sols de type solonetz solodisés) .....	176
<u>Section VII - Classe des Sols Hydromorphes</u>	
Sols hydromorphes minéraux à pseudogley	
Généralités .....	
A - Sols à pseudogley à taches et concrétions modaux	
Famille sur matériaux alluviaux divers .....	182
A.1. - Sols sur alluvions argileuses à argilo-limoneuses .....	184
A.2. - Sols sur alluvions limono-argileuses .....	189
A.3. - Sols sur matériaux colluvio-alluviaux .....	190
B - Sols à Pseudogley structurés.	
B.1. - Famille sur matériau argilo-sableux à argileux colluvio-alluvial .....	193
B.2. - Famille sur matériau argileux issu de schistes .....	199

B.3. - Famille sur matériau d'origines diverses .....	206
C - Sols à Pseudogley hérité.	
Définitions .....	214
C.1. - Famille sur matériau argilo-sableux bigarré..	216
C.2. - Famille sur arène granitique graveleuse .....	224
<u>Chapitre III.</u>	
Etude monographique des unités cartographiques .....	226
<u>Chapitre IV</u>	
Conclusions .....	244

AVANT-PROPOS

L'étude pédologique au 1/500.000ème de la République de HAUTE-VOLTA a fait l'objet d'une convention par entente directe entre le Gouvernement de ce pays et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

Budget F A C 1965

Convention n° 14/C/65/F.

Projet n° 97/ORD/65/VI/F/IB

Marché n° 9-66 : DEV - T /H.E.R.

Les travaux d'exécution ont été confiés au Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR, et divisés en trois tranches étalées sur trois campagnes successives de prospection.

Le présent rapport accompagne la carte pédologique au 1/500.000ème du Centre-Sud (première tranche de travaux, secteur Centre-Sud).

Le secteur Centre-Nord a été étudié par R. BOULET.

1°) - Les travaux de prospection :

Ils se sont déroulés de novembre à mai 1967 à un rythme très intensif qui augmente beaucoup la durée effective de travail sur le terrain.

Ils ont été effectués par B. KALOGA, pédologue et P. MERCKY, Agent technique, avec grâce aux résultats scientifiques obtenus, une tournée d'inspection et d'information du Professeur G. AUBERT, chef de la Section de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M. et de Monsieur R. FAUCK, directeur du Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR.

2°) - Cartographie :

Le travail de photo-interprétation n'a pu être réalisé que grâce à un réseau d'observations dense qui était plus celui d'un 1/200.000ème que d'un 1/500.000ème et grâce à l'utilisation de photos au 1/50.000ème. Les photo-plans au 1/200.000ème n'ont servi qu'au report des limites dessinées à partir du 1/50.000ème.

On ne s'étendra pas sur les difficultés de la cartographie en zone soudanienne. Elles ont déjà été largement évoquées lors de l'étude pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge (KALOGA 1964). Il faut signaler seulement que la complexité de la répartition des sols est si grande, la précision de la photo-interprétation si faible qu'il n'est pas possible de faire du 1/500.000 dans ces régions.

La carte dressée par B. KALOGA a été dessinée par G. ALBOUCQ (Service de cartographie du Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR).

3°) - Laboratoire :

Les analyses classiques ont été effectuées, au Laboratoire des Sols du Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR sous la responsabilité de P. RETY chimiste.

Les analyses d'argiles ont été effectuées au Laboratoire de Géologie et de Paléontologie de l'Université de STRASBOURG. (Pr G. MILLOT et H. PAQUET)

4°) - Résultats :

La zone cartographiée au 1/200.000 sur les bassins versants des Voltas Blanche et Rouge en 1963 a servi d'ossature à la carte au 1/500.000.

Le réseau d'observations a été rendu dense pour que l'ensemble de la carte se greffe sur cette ossature.

Plus de 900 profils ont été réalisés et décrits sur ce réseau d'observations.

650 échantillons de sols ont été analysés avec une moyenne de 20 déterminations analytiques par échantillons.

5°) - Plan, conception et possibilité d'utilisation de l'étude :

a - 1ère partie : Etude du milieu naturel.

C'est l'étude succincte des facteurs qui influent sur la formation, l'évolution, la répartition et l'utilisation des sols.

b - 2ème partie : Etude des sols.

Les familles de sols inventoriées dans le cadre de la prospection ont été cartographiées soit en unités pures, soit en association avec d'autres familles de sols.

L'étude des sols ne sera pas faite par unité cartographique, mais par famille. C'est ce plan qui avait été adopté dans l'étude pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge qui sert d'ossature à l'étude présente.

Pour chaque famille de sols, on donnera les caractères de fertilités physique et chimique actuelles et leurs améliorations possibles. A titre indicatif, on donnera un certain nombre, très restreint, de plantes plus ou moins adaptées à la fertilité actuelle ou parfois potentielle.

Mais cette étude ne peut, en aucune façon escamoter le rôle de l'agronome, primordial à ce stade, et qui est d'adapter la plante (dont il connaît mieux les exigences) au sol (dont le pédologue lui donne de façon aussi précise que possible les caractéristiques), ou le sol à la plante, en modifiant en connaissance de cause, ses caractéristiques.

Ce rôle de l'agronome est d'autant plus important ici que l'échelle de la carte est petite, et que par conséquent, beaucoup d'informations nécessaires à l'utilisation précise du sol ne peuvent apparaître sur la carte, mais sont contenues dans le rapport.

On reviendra sur ce problème lors de l'introduction à l'étude des sols.

Avant leur étude monographique, on trouvera un tableau récapitulatif des familles de sols, de leur classification et des unités cartographiques dans lesquelles elles existent.

Le chapitre III sera consacré à une étude monographique rapide des unités cartographiques essentiellement destinée à apprécier leur valeur agricole.

PREMIERE PARTIE

ETUDE DU MILIEU NATUREL

L'étude pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge couvre une bande de terrain qui traverse du Nord au Sud (parallèle 13° N au parallèle 11° 10') et partiellement d'Est en Ouest (longitude Ouest 0° 15' à la longitude Ouest 2°) le secteur Centre Sud. Elle constituera donc l'ossature de la présente étude.

Le milieu naturel a été déjà étudié (KALOGA, 1964, 1966A) et on ne s'étendra pas ici sur certains chapitres (notamment géomorphologie, végétation).

## I - SITUATION GEOGRAPHIQUE.

Le secteur Centre-Sud, est limité grosso-modo par les parallèles 13° N et 11° N., et les méridiens 0° W. et 3° W.

Il comprend les feuilles au 1/200.000<sup>e</sup> de BOULSA, OUAGADOUGOU, KOUDOUGOU, TENKODOGO, PÔ, LEO.

Sur la feuille de TENKODOGO, il est limité au sud par les frontières du TOGO et du GHANA.

Sur la feuille de LEO et dans le sud de la feuille de KOUDOUGOU, il est limité à l'ouest par la Volta Noire qui est une limite naturelle.

## II - LE CLIMAT.

### A - Caractéristiques générales :

Elles seront étudiées assez succinctement. Pour une étude détaillée de la climatologie on se reportera à la SOGETHA (1963 ).

Les agglomérations possédant des données climatologiques observées sur un temps suffisamment long sont du nord au sud :

	<u>Coordonnées</u>	<u>Indice des saisons Pluviométriques</u>	<u>Climat (AUBREVILLE)</u>
KAYA (limitrophe)	13°06 N 01°05 W	3-2-7	Sahélo-Soudanais
BOGANDE	12°59 N 00°08 W	3-2-7	" "
YAKO	12°57 N 02°17 W	<u>4-2-6</u>	" "
OUAGADOUGOU	12°21 N 01°31 W	<u>4-2-6</u>	" "
KOUDOUGOU	12°16 N 02°22 W	<u>4-2-6</u>	" "
KOUPELA	12°11 N 00°22 W	<u>4-2-6</u>	" "
GARANGO	11°48 N 00°38 W	4-3-5 # 5-2-5	Soudano-Guinéen
TENKODOGO	11°46 N 00°23 W	4-3-5 # 5-2-5	" "
MANGA	11°40 N 01°04 W	4-3-5	Sahélo-Soudanais
PO	11°10 N 01°09 W	5-2-5	Soudano-Guinéen
LEO	11°06 N 02°06 W	4-3-5 # 5-2-5	" "

Seule OUAGADOUGOU possède des données climatologiques concernant la température, l'humidité relative, la tension de vapeur d'eau.

La fig. 1 reproduit les isohyètes normales de Haute-Volta (communiquées par l'ASECNA en 1963). Il y a un décalage avec les isohyètes données par la SOGETHA, parce que les moyennes varient selon la période de référence.

L'indice des saisons pluviométriques, tel qu'il est défini par AUBREVILLE (1949) , et qui indique dans l'ordre; le nombre de mois pluvieux (pluviosité mensuelle égale ou supérieure à 100 mm), le nombre de mois intermédiaires (pluviosité mensuelle comprise entre 100 et 30 mm), et le nombre de mois écologiquement secs (pluviosité mensuelle inférieure à 30 mm) a été calculé d'après les moyennes mensuelles données sur les bulletins pluviométriques mensuels du Service météorologique de Haute-Volta en 1960. IL existe un décalage avec les données pluviométriques qui ont servi à établir les isohyètes et que je

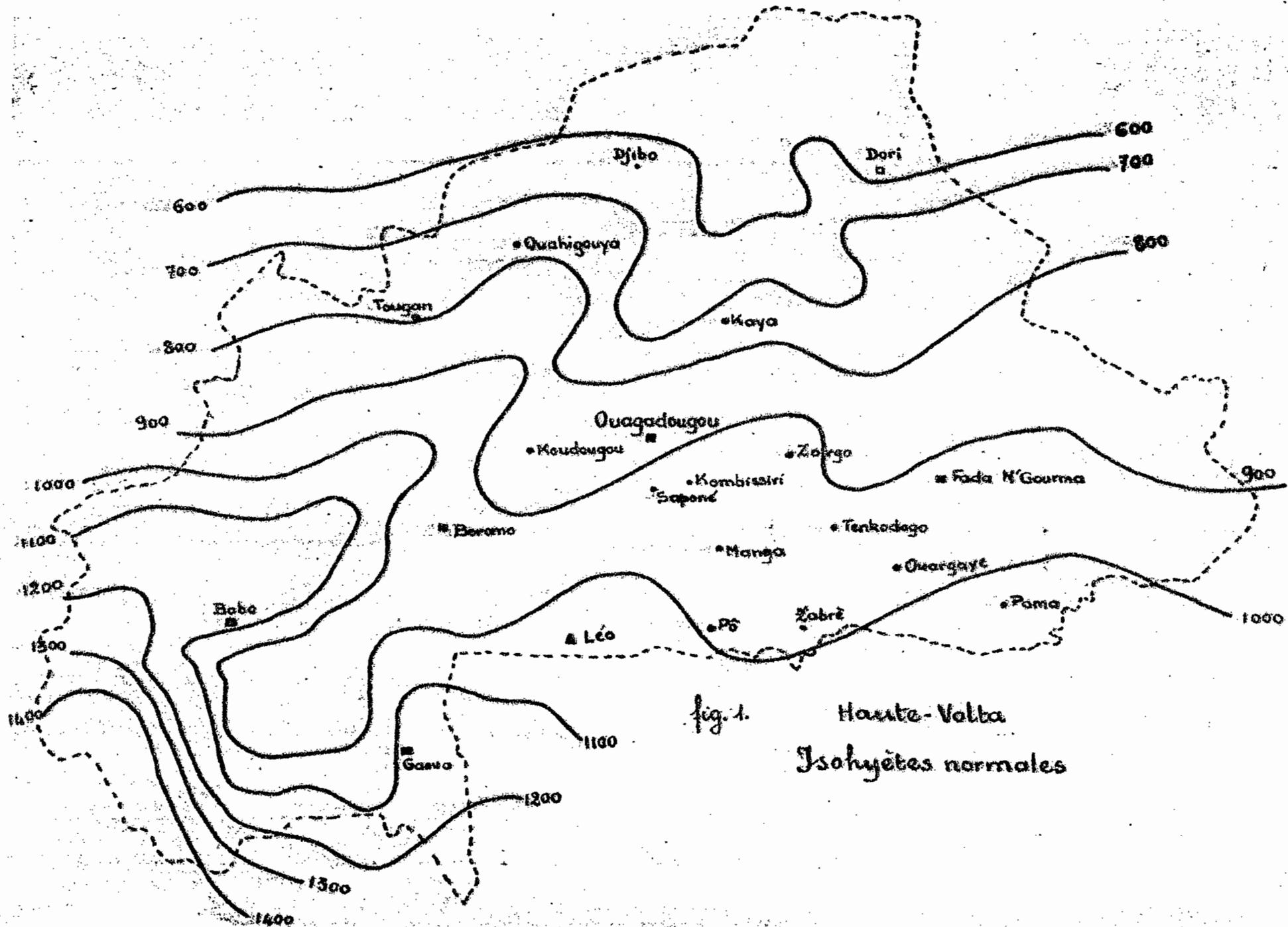


fig. 1.

Haute-Volta  
Isohyètes normales

ne possède pas.

L'indice des saisons pluviométriques augmente du nord au sud, c'est-à-dire que les conditions écologiques s'améliorent du nord au sud, on passe de 7 mois écologiquement secs à 5 mois.

Certaines stations ont un mois "intermédiaire" dont la pluviosité atteint ou dépasse 95 mm (notamment LEO), ce mois a été porté peu différent (#) de 100 mm étant donné les variations que peuvent subir les moyennes selon les périodes de référence. C'est ainsi que LEO est effectivement soudano-guinéen typique comme PO.

La fig. 2 groupe les diagrammes pluviométriques des principales stations (d'après les données qui ont servi à calculer les indices des saisons pluviométriques).

La fig. 3 représente les données climatologiques concernant OUAGADOUGOU : température, tension de vapeur d'eau et déficit de saturation.

Le climat sahélo-soudanais typique est représenté par OUAGADOUGOU en ce qui concerne l'indice des saisons pluviométriques. Les autres données climatologiques concernant cette ville sont comparées ci-dessous aux données d'AUBREVILLE pour le climat sahélo-soudanais :

- Température moyenne élevée	: 28°5	(26° à 31°5)
- Température moyenne mensuelle minima (plus basse que les données d'AUBREVILLE)	: 21°1	(24° à 28°2)
- Température moyenne mensuelle maxima élevée:	35°9	(30°5 à 36°5)
- Amplitude thermique forte	: 7°8	(5° à 10°2)
- Minima absolu en janvier-décembre	: 9°5 et 8°5	
- Maxima absolu en mars-avril, mai très élevé	44°0, 45°5, 45°2.	
Tension de la vapeur d'eau moyenne annuelle (valeur moyenne)	: 13,4 mm	(9,7 à 16)
Tension de la vapeur d'eau moyenne mensuelle minima	5,5 mm	(3,7 à 8,5)
Tension de la vapeur d'eau moyenne mensuelle maxima	19,4 mm	( 18 à 22)
Amplitude annuelle excessive	13,9 mm	(8,3 à 15 mm)
Déficit de saturation moyen annuel très fort	14,6 mm	(11,5 à 22)
Amplitude annuelle excessive	20,1 mm	(15,5 à 27)

En résumé, c'est un climat particulièrement contrasté, aux variations élevées de température et excessives d'humidité. En saison des pluies le déficit de saturation s'abaisse à 5,7, alors qu'en saison sèche, sous l'influence de l'harmattan il atteint des valeurs excessives de l'ordre de 20 à 26 mm, la sécheresse est totale.

Le climat soudano-guinéen est moins contrasté, l'amplitude thermique est faible à moyenne (4° à 6°) celle de la tension de vapeur d'eau est forte (9,5 à 12,7 mm) celle du déficit de saturation est forte à très forte (7 à 17 mm).

**B - Erosion :**

L'érosion hydrique du sol, résultat du détachement des particules de terre sous l'influence des précipitations et du ruissellement, et du transport de ces particules sous l'influence du ruissellement, est particulièrement exaltée par le régime pluviométrique de type sahélo-soudanais. Les premières pluies tombent sous forme de tornades sur un sol généralement dénudé par les feux de brousse, encroûté en surface à la suite d'une longue sécheresse. Le ruissellement est donc maximum.

Par ailleurs, les pluies tombent généralement sous forme d'averses. Le premier tableau ci-dessous donne pour KAYA, OUAGADOUGOU et TENKODOGO, la fréquence moyenne annuelle des fortes pluies (période 1920-1949) :

	50 mm	100 mm	200 mm
KAYA .....	0,83	0,03	0
OUAGADOUGOU .....	1,43	0,07	0
TENKODOGO .....	2,77	0,21	0

Il y a en moyenne 3 jours de pluie supérieure à 50 mm tous les 2 ans à OUAGADOUGOU, tandis que tous les 15 ans il y a un jour de pluie supérieure à 100 mm.

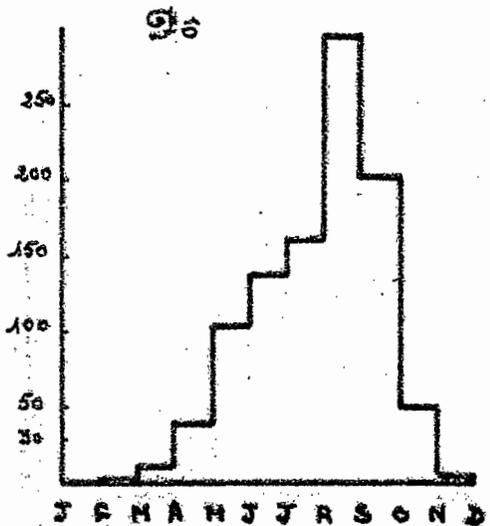
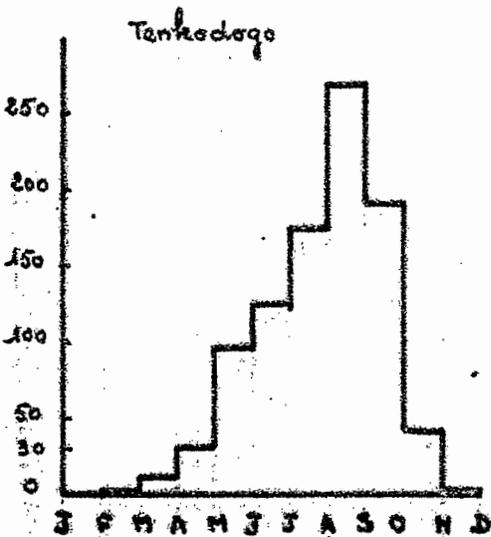
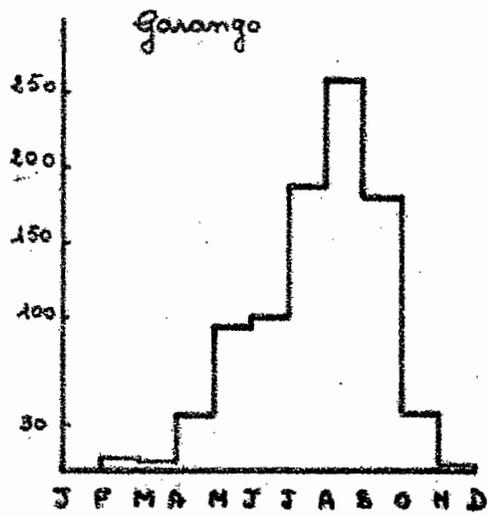
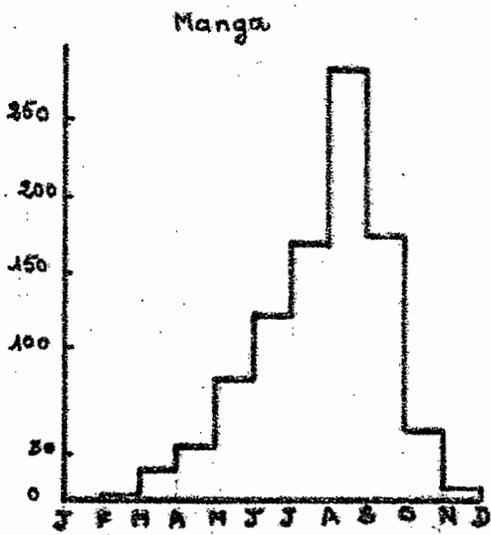
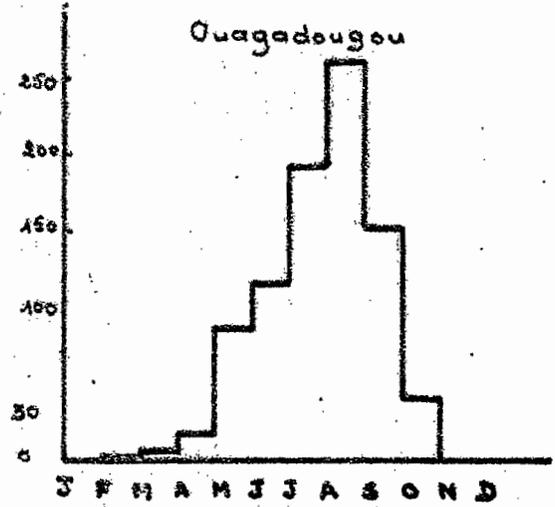
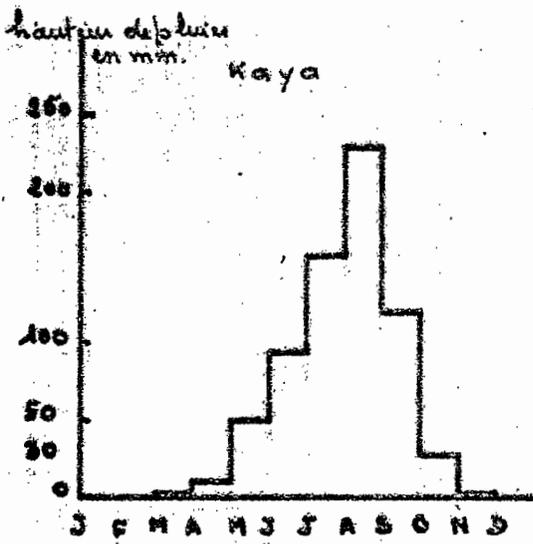


Fig. 2. Pluviométrie de quelques stations.

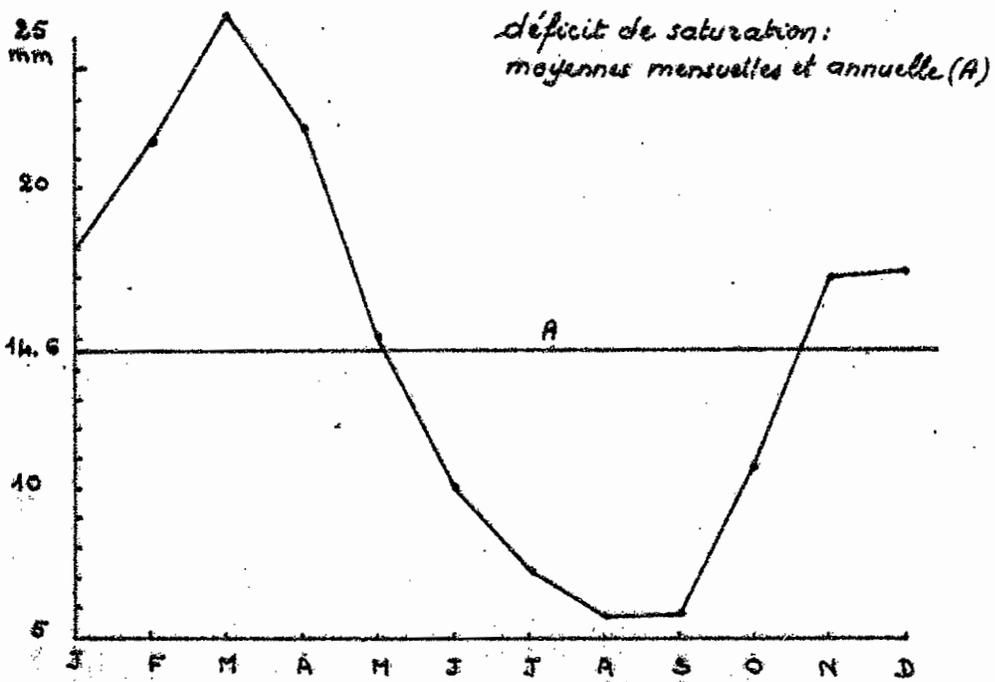
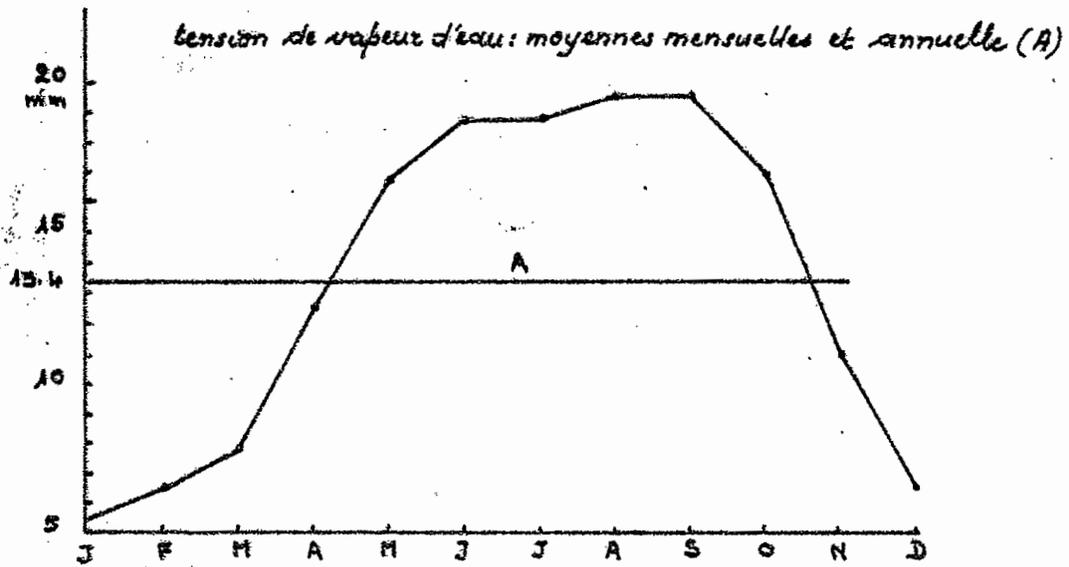
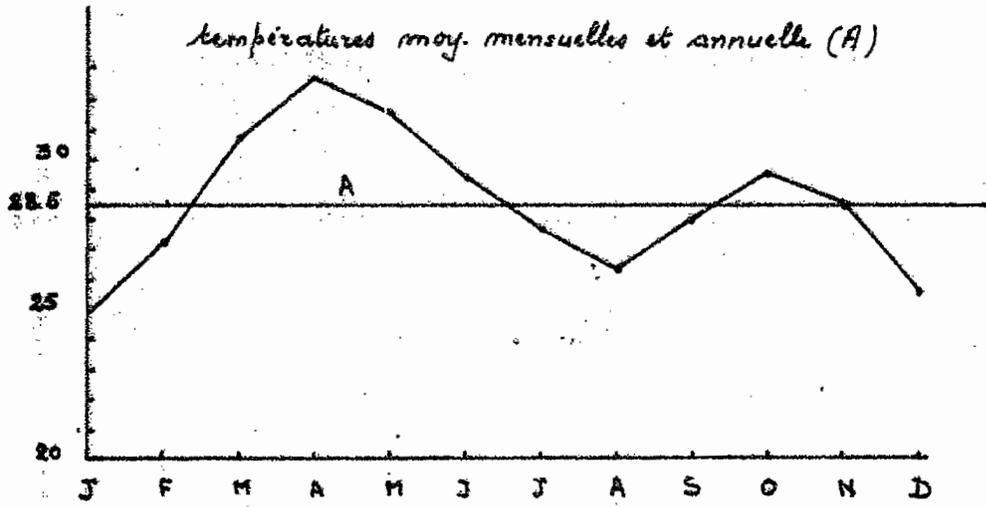


Fig. 3. Climatologie de Ouagadougou

A TENKODOGO, ces chiffres sont de près de 3 jours de pluies par an supérieures à 50 mm et 1 jour de pluies supérieures à 100 tous les cinq ans.

Une autre caractéristique du climat de ces régions est la répartition inégale des précipitations concentrées en quelques mois très pluvieux, c'est là un facteur essentiel de l'érosion hydrique. Elle est la base de la formule de FOURNIER (1958) permettant d'évaluer la dégradation spécifique DS en tonnes par km<sup>2</sup> et par an :

$$DS = 27,12 \frac{p^2}{P} - 475,4$$

formule valable pour les reliefs peu accentués et  $\frac{p^2}{P} > 20$  applicable à la pénéplaine monotone à relief peu accentué ou quasi inexistant. qui constitue la région étudiée.

p est la pluviométrie du mois le plus arrosé.

P est la pluviométrie annuelle.

Le tableau suivant donne pour quelques-unes des stations les valeurs de  $\frac{p^2}{P}$  avec les valeurs correspondantes de la dégradation spécifique et de l'ablation annuelle supposée uniformément répartie.

	$\frac{p^2}{P}$	DS	Ablation annuelle en mm.
KAYA .....	76	1586	0,63
OUAGADOUGOU .....	78,5	1654	0,66
MANGA .....	85,9	1854	0,74
GARANGO .....	72,7	1496	0,59
TENKODOGO .....	76,7	1605	0,64
PÔ .....	85,8	1852	0,74

Il s'agit là de l'ablation normale, c'est-à-dire de la perte de terre définitive de régions étendues, résultante d'actions plus accélérées en certains points, plus lentes ou négatives en d'autres points.

FOURNIER en concordance avec des constatations faites par S. HENIN, X. MICHON et Th. GOBILLOT (cités par FOURNIER, 1958), arrive à une évaluation pour les terrains les plus érodibles, 100 fois supérieure à l'érosion normale.

Il estime que les valeurs d'érosion qu'on peut enregistrer lors de la culture continue d'une plante non protectrice doivent avoisiner les valeurs d'érosion accélérée.

On voit que l'érosion est ici à l'échelle d'une génération et qu'elle constituera un facteur limitant de la fertilité.

On constate trois formes d'érosion : l'érosion en nappe, l'érosion en rigoles et l'érosion en ravins.

L'érosion en nappe se manifeste par un exhaussement des touffes graminéennes, un enrichissement résiduel en produits grossiers (sables grossiers, gravillons ferrugineux, cailloux de quartz, souvent groupés en plages. Elle se transforme en érosion en ravines le long des moindres chemins et des pistes.

Résultat d'une énergique reprise d'érosion, l'érosion en ravins sévit, le long des moindres petits ruisseaux. Elle menace de nombreux chemins dans la feuille de TENKODOGO. Les têtes de ravins sont parfois constituées par de larges niches de décrochement.

### III - GEOLOGIE.

#### A - Aperçu sur la géologie :

Les formations précambriennes qui constituent la quasi totalité du territoire de Côte d'Ivoire continuent leur prédominance en Haute-Volta où elles ne cèdent la place aux formations primaires que dans la région de BOBO-DIOULASSO.

On distingue dans ce précambrien 3 étages (FURON, 1960)

- un précambrien inférieur ou Dahomeyen qui n'existerait pas en Haute-Volta.
- un précambrien moyen : Atacorien et Birrimien
- un précambrien supérieur ou Tarkwaïen qui n'intéresse pas notre zone de travail.

L'essentiel des formations appartient au Birrimien et surtout aux venues granitiques post-birrimiennes que SAYATZKY désigne sous le nom de granito-gneiss.

1° - Le Birrimien :

Les sédiments anciens qui constituent le Birrimien ont été métamorphisés. Le sommet est caractérisé par un grand développement de roches épanchées (andésites, gabbros, dolérites, basaltes). Le Birrimien supérieur montre aussi une abondance, sur des étendues importantes, de roches schisteuses et siliceuses peu métamorphisées, tandis que le Birrimien inférieur est surtout caractérisé par des micaschistes et paragneiss, des quartzites non manganésifères, des amphibolites et schistes amphibolitiques à tendance gneissique.

Les principales formations distinguées par DUCCELLIER (1963) et SAGAZTKY (1947), sont :

a) Les schistes : schistes argileux (type le plus important et le plus répandu), schistes tuffacés, schistes quartzoferrugineux, séricitoschistes, quartzséricitoschistes, schistes à séricite et chlorite, calc-chloritoschistes, micaschistes.

b) Les formations orthométamorphiques neutres : diorites métamorphisées, diorites quartziques métamorphisées, microdiorites quartziques métamorphisées, métaandésites.

c) Les formations orthométamorphiques basiques : gabbros, dolérites, schistes amphibolitiques à épidote, amphibolites, amphibolopyrosé-nolites, gneiss plagioclassiques grenatifères de SAGAZTKY et intercalations basiques dans le granitogneiss.

2° - Les granites de la Province birrimienne - DUCCELLIER

DUCCELLIER (1957) les classe en granites syntectoniques assimilables aux granites "Baoulés" et en granites intrusifs post-tectoniques ou granites discordants.

2-1 - Les granites syntectoniques : ils correspondent au granitogneiss de SAGAZTKY. Ce sont essentiellement des granites calco-alcalins dont on trouve toutes les variétés depuis le granite calco-alcalin type jusqu'à la granodiorite. Au voisinage des roches basiques, certains granites se chargent de plus en plus en amphiboles et s'appauvrissent en biotite. Dans la zone de contact, le faciès de transition revêt l'aspect d'une granodiorite ou d'une

ou d'une diorite (SAGATZKY 1947). La tendance générale est monzonitique (orthose = plagioclases).

a) Granite calco-alkalin à biotite et muscovite : les deux micas se présentent généralement ensemble mais la muscovite peut devenir dominante. Les feldspaths sont le microcline et un plagioclase (albite ou plus souvent oligoclase acide). Le microcline est souvent prédominant sur le plagioclase.

Ils constituent ici le terme le plus acide.

b) Granite calco-alkalin à biotite et amphiboles.

Il semble être un faciès local des granites précédents, caractérisé par le microcline généralement en gros cristaux, il est le plus souvent à biotite et plus rarement à biotite et amphiboles.

## 2-2 - Les granites post-tectoniques ou granites intrusifs discordants :

Ils sont loin d'avoir l'importance des granites syntectoniques.

a) Les granites alcalins :

Ils contiennent du quartz en quantité appréciable de l'albite et du microcline. La teneur du plagioclase en anorthite est faible ou nulle. Il se présente deux cas :

- granites hypoalumineux : la quantité d'alumine est insuffisante pour former l'anorthite, la chaux de la roche s'exprime alors sous forme de horblende ou d'augite aegyrienne.

-granites hypocalciques : cas le moins fréquent où l'excès d'aluminium se manifeste par la présence de muscovite.

b) Les granites calco-alkalins :

On distingue les mêmes subdivisions que pour les granites syntectoniques.

b) Syénites alcalines :

Roches grenues dépourvues de quartz ou pauvres en quartz. Les constituants principaux sont ici le microcline et l'albite. Le pyroxène est de l'aegyrine ou de l'augite aegyrinique, parfois accompagnée de biotite.

La syénite alcaline de Ouin (Petite Suisse) renferme aegyrine, augite biotite et fluorine. Elle est un peu quartzifère.

B - Altération des roches : conséquences pédologiques et paléoclimatiques:

1 - Altération des roches :

Le secteur Centre-Sud de la HAUTE-VOLTA est soumis à un climat tropical semi-humide du type soudanien au Nord et soudano-guinéen dans l'extrême Sud.

Il est le siège de **deux types d'altération essentiels** :

- l'altération kaolinitique
- l'altération montmorillonitique.

Dans l'étude pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge, les deux types d'altération avaient été considérés comme aussi climatiques l'un que l'autre (KALOGA 1964- et 1966A). La prospection systématique tant du secteur nord, que du secteur sud est venu apporter à cet égard des résultats scientifiques fondamentaux.

a) L'altération montmorillonitique.

La genèse des argiles du type 2/1 et notamment de la montmorillonite est associée à un milieu générateur à pH élevé, riche en cations alcalino-terreux et en silice, et lié à des conditions de drainage interne faible.

On voit que dans cette genèse vont se conjuguer deux facteurs : la basicité de la roche et la qualité du drainage interne.

Indépendamment de son rôle indirect sur le maintien des bases et de la silice, la vitesse de drainage aurait une influence directe sur le rapport Si/Al. Ainsi, la différence entre roches dites "basiques" et "acides" se marquerait principalement dans la qualité du drainage interne ; l'eau circule plus facilement dans la plupart des roches acides plus siliceuses et les stades

d'altération se trouvent étagés sur de plus grandes distances" (SABATIER, 1962). "La qualité du drainage et la salinité des eaux de percolation constituent donc des facteurs déterminants dans les processus génétiques" (SABATIER, 1962).

L'augmentation de la teneur relative en silice favorise la coordinance IV de l'aluminium qui favoriserait à son tour l'apparition de phyllites 2/1. Mais cette coordinance ne serait stable qu'à pH peu élevé. Par ailleurs, un pH élevé augmente la disponibilité de la silice et favoriserait la coordinance IV de l'aluminium (GASTUCHE, FRIPIAT, de KIMPE, 1962).

Une conséquence importante de ces considérations est que le climat ne sera pas toujours le facteur déterminant dans les processus d'altération, mais que la géomorphologie par le biais du drainage interne va jouer un rôle aussi important.

C'est ce qui se passe dans le secteur Centre Sud où les résultats de la prospection établissent de façon non équivoque que l'altération montmorillonitiques est en fait l'altération climacique actuelle tant pour les roches basiques que pour les roches acides, le rôle principal, dans ces processus d'altération étant joué par le drainage interne.

#### b) L'altération kaolinique :

Il y a transformation des minéraux en kaolinite, avec lessivage des bases, individualisation du fer et du manganèse. Mais à l'inverse de l'allitisation qui caractérise les régions tropicales humides, il n'y a pas individualisation de l'alumine qui reste liée à la silice sous forme de kaolinite essentiellement.

"La kaolinite est un minéral caractéristique d'un environnement acide", sa genèse requiert, outre un apport d'ions  $H^+$ , l'élimination des cations divalents (BONIFAS, 1959). Cet auteur ajoute cependant que cette genèse requiert aussi l'élimination du fer, ce dernier point de vue étant très discutable, puisque précisément le domaine de l'altération kaolinique est en même temps celui de l'individualisation de la mobilisation, et de l'accumulation des sesquioxydes de fer et de manganèse.

Lorsque cette altération est profonde et les conditions géomorphologiques favorables, une nappé hydrostatique s'installe dans le matériau kaolinisé. Elle devient le réservoir où s'accumulent les solutions de lessivage chargées des hydroxydes de manganèse et de fer. Soumises à des fluctuations

brusques pendant la saison des pluies et à des fluctuations saisonnières dues à la saison sèche, ces nappes déterminent un phénomène de pseudogley à concrétions et cuirasse de nappe.

Mais cette altération, domaine du cuirassement et de la ferruginisation, apparaît ici comme essentiellement paléoclimatique et hérité du moyen glaciaire (quaternaire ancien). Dans certaines conditions locales, il peut y avoir continuité tant dans l'altération que dans la ferruginisation et dans le cuirassement, mais très souvent, il y a plutôt une rupture totale.

## 2 - Conséquences pédologiques :

### a) Pédogénèse :

L'évolution réelle actuelle ou subactuelle des sols du domaine kaolinique semble faible et le rôle prépondérant revient aux processus géomorphologiques (mise en place des matériaux, nature des matériaux résiduels....)

Les sols du complexe d'altération montmorillonitique sont climatiques et leur apparition ne dépend que de la possibilité d'ablation complète par l'érosion des matériaux d'altération ancienne.

### b) Cartographie :

Il n'y a pas d'extrapolation possible à partir de la carte géologique, l'apparition des sols du complexe d'altération montmorillonitique étant uniquement sous la dépendance de facteurs géomorphologiques.

La densité du réseau d'observations (principalement des profils de sols) conditionnera de façon essentielle la précision de la carte.

## 3 - Conséquences géologiques :

Les possibilités d'extrapolation à partir de la carte pédologique ou des matériaux d'altération seront très délicates, parfois impossibles et sous la dépendance des facteurs géomorphologiques.

#### IV - GEOMORPHOLOGIE.

Elle a été largement étudiée dans "La Reconnaissance pédologique des Bassins versants des Voltas Blanche et Rouge" (KALOGA, 1966).

On ne s'étendra donc pas sur ce chapitre. On rappellera brièvement la physionomie géomorphologique de ces régions en insistant plus sur les données nouvelles apportées par la prospection au 1/500.000ème.

Le schéma géomorphologique de ces régions est un glacis polygénique d'où émergent parfois des lambeaux de surfaces anciennes, mieux individualisées.

On distingue en relation avec les travaux de MICHEL et VOGT (1959), MICHEL (1959), BRAMMER (1959), DAVEAU, LAMOTTE et ROUGERIE (1962) :

a) une surface supérieure ou surface ancienne qui serait corrélative de l'"African Surface" de KING (1962), d'âge éocène et de nature bauxitique. Elle est limitée aux hauts reliefs du Birrimien supérieur.

- b) un groupe de surfaces inférieures quaternaires où l'on distingue :
- un haut glacis (très souvent limité aux régions des hauts reliefs du Birrimien supérieur).
  - un moyen glacis
  - un bas glacis.

Ces deux dernières surfaces ne sont très souvent pas différenciées sur le terrain car elles sont constituées le plus souvent par une surface unique polygénique.

L'essentiel de la région étudiée appartient, au moyen glacis. C'est dans le niveau cuirassé du moyen glacis qui a couvert la quasi totalité de la région et qui couvre encore de très importantes superficies qu'a été façonné le bas glacis.

Le moyen glacis représente le dernier grand cycle de cuirassement et d'altération kaolinitique.

Avec le bas glacis il y a une rupture dans ces processus, l'altération montmorillonitique devient climacique dès lors que l'entaille a déblayé les matériaux cuirassés et kaolinitiques résiduels du moyen glacis et atteint la roche saine. Lorsque ces matériaux résiduels se sont maintenus, leur évolution a été ralentie et le cuirassement propre du bas-glacis est sporadique.

Le bas glacis a été lui même disséqué, puis colmaté et est l'objet d'une reprise d'érosion actuelle. Les matériaux de colmatage sont en règle générale du type polyphasé.

L'incidence pédologique et agronomique directe de ces processus est que l'hétérogénéité sera la règle.

Les formes du relief ont été déjà assez largement évoquées (KALOGA 1966).

Il faut signaler seulement que la morphologie de plaine le plus souvent très plate des régions granitiques joue probablement un rôle dans les processus d'altération. Mais, dans ces processus, le rôle primordial semble cependant revenir à la dynamique de l'eau qui ne dépend <sup>pas</sup> seulement de la topographie, mais du niveau de base.

#### V - HYDROGRAPHIE SOMMAIRE.

Le système hydrographique comprend :

- la Volta Noire, seule rivière permanente. Elle constitue la limite sud-ouest de la zone étudiée et en draine grosso-modo le tiers est.
- la Volta Blanche qui n'est bien individualisée qu'à partir de KIRSI, c'est à dire à son entrée dans la zone étudiée. En amont, elle est constituée de plusieurs thalwegs dont les trois principaux proviennent de TITAO, de OUAHIGOUYA et de LAGO (DUCELLIER, 1963). Elle draine avec la Volta Rouge la partie centrale (du nord au sud) et la partie sud-est de la région étudiée.
- la Sirba et quelques affluents de la Faga drainent la partie nord est de la région. Cette partie appartient au bassin versant du Niger.

La caractéristique essentielle du système hydrographique est la très faible importance dans la région étudiée du système alluvial, composé seulement de lambeaux de plaines colluvio-alluviales situées souvent dans les concavités des courbes des rivières.

Ces dernières viennent butter dans les convexités de leurs courbes contre la "pénéplaine".

## DEUXIEME PARTIE

### ETUDE DES SOLS

#### Chapitre I : INTRODUCTION

- A - La légende cartographique : sa conception et son utilisation.
- B - Rappels sur la signification agronomique des principaux caractères morphologiques et analytiques des sols.
- C - La classification des sols : inventaire et classification des principales familles de sols reconnues sur le terrain.

#### Chapitre II : Etude monographique des familles de sols.

#### Chapitre III : Etude monographique des unités cartographiques.

#### Chapitre IV : Conclusions.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION.

## CHAPITRE I. INTRODUCTION

### A - LA LEGENDE CARTOGRAPHIQUE ; SA CONCEPTION ET SON UTILISATION.

La prospection pédologique sur le terrain aboutit à l'inventaire :

- au point de vue pédologique d'un certain nombre de familles de sols.
- au point de vue cartographique d'un certain nombre d'unités cartographiques constituées d'une famille de sols (unités pures) ou d'une association de familles de sols (unités complexes).

Les différents utilisateurs des cartes pédologiques et même certains pédologues ont trop souvent tendance à critiquer les unités cartographiques complexes formées d'une association de deux ou plusieurs sols...

Il est certain que la prédominance d'unités cartographiques complexes rend difficile l'utilisation de ces cartes. Mais il faut que les utilisateurs comprennent que les associations de sols ne sont pas une solution de facilité pour le pédologue, mais une réalité propre à certaines régions et qu'il serait encore plus dangereux de les supprimer sous une apparente homogénéité.

A cet égard, VINK \* (1963) écrit : "l'association pédologique est le concept élémentaire de tous les levés effectués à une échelle égale ou inférieure au 1/25.000 ... Si d'aucuns ne se risquent pas encore à utiliser ces associations pédologiques, c'est qu'ils ne saisissent pas la physiographie et le canevas géographique qui en est la base. Certains renoncent aussi parfois à s'en servir, parce qu'ils se sentent quelque peu honteux de la diversité des unités pédologiques qu'ils indiquent sur leurs cartes. Comme nous l'avons établi plus haut, il n'y a aucune honte à en avoir, puisque cette diversité est le reflet véritable de la nature des sols que l'on ne peut éliminer. C'est une raison de plus pour indiquer aux personnes passant commande de prospections pédologiques les possibilités et les restrictions de ce genre de travail".

---

\* A. VINK est ingénieur agronome, docteur ès sciences agronomiques, Professeur de pédologie et de photo-interprétation au Centre International d'aérophotogrammétrie et de photo-interprétation.

La compréhension de la carte pédologique à unités complexes nécessite la compréhension des facteurs d'évolution et de répartition des sols.

Dans le cas des régions étudiées, le point de départ de la différenciation des sols est l'immense cuirassement du moyen glaciaire (quaternaire ancien) qui semble s'être étendu dans tout le secteur étudié.

1 - Lorsque cette cuirasse a été peu entamée par l'érosion, on a de grandes zones cuirassées et gravillonnaires homogènes où ne s'individualisent que les entailles des rivières ou les reliefs du birrimien supérieur. C'est le cas fréquent dans le tiers nord du secteur étudié.

2 - Le démantèlement de la cuirasse a été plus énergique, comme c'est le cas dans la plus grande partie du secteur étudié. On a alors deux cas :

2-1 - La cuirasse du moyen glaciaire ou (et) les matériaux ferruginisés sous-jacents sont omniprésents, l'hétérogénéité dans la répartition des sols est la règle : nature des matériaux résiduels du cuirassement ancien qui dépend du niveau de la troncature, nature et épaisseur des matériaux très souvent polyphasés qui les recouvrent. Parfois la roche saine a été atteinte par place par la troncature et a pu s'altérer, on a alors des plages de sols du complexe montmorillonitique.

On a de grandes variations dans la nature des sols sur quelques centaines de mètres ou moins, et ces variations sont souvent imprévisibles d'après la topographie, la végétation ou l'aspect superficiel du sol. La séparation des types de sols ne peut se faire que par vérification systématique à la sonde et à grande échelle (1/10.000 au 1/20.000).

Ce sera là le rôle de l'utilisateur qui aura auparavant appris, grâce à l'étude pédologique explicative qui accompagne la carte, à reconnaître sur le terrain les principaux types de sols qui l'intéressent, faute de quoi il doit faire exécuter des cartes à grande échelle dans les zones intéressantes.

Les zones de ce type dominent dans le centre et le sud-ouest du secteur étudié.

2-2 - La cuirasse du moyen glacis ou (et) les matériaux ferruginisés sous-jacents ont été largement déblayés lors du façonnement du bas glacis jusqu'à la roche saine : c'est le domaine des sols du complexe d'altération montmorillonitique avec encore des phénomènes de recouvrement de natures et d'épaisseurs variables, des plages où ont subsisté les matériaux résiduels du cuirassement ancien et de nombreuses zones d'affleurements de roches.

Là encore, l'hétérogénéité est souvent la règle.

Les zones de ce type dominent dans le sud-est du secteur étudié (feuille de TENKODOGO).

Dans cette légende de carte, les moyens de représentation et la complexité de la répartition des sols n'ont pas toujours permis de classer les sols dans une unité cartographique donnée, par ordre de fréquence.

Cependant, les associations de sols sont rattachées à une famille de sols le plus souvent dominante ou co-dominante dans l'association intéressée, et elles apparaissent dans la légende au niveau de la classification de cette famille.

C'est la raison pour laquelle l'étude des sols ne sera pas faite par unité cartographique, mais par famille de sols (voir Avant-propos, paragraphe 5 : conception et possibilité d'utilisation de l'étude).

## B - RAPPELS SUR LA SIGNIFICATION AGRONOMIQUE DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES ET DES CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES STRUCTURALES.

### INTRODUCTION :

La connaissance des exigences des plantes, d'une part, et des caractéristiques des sols destinés à les porter d'autre part est la base d'une agriculture scientifique et rationnelle.

Mais, pour que la carte pédologique soit directement utilisable par l'agronome ou directement transformable en cartes d'utilisation des sols, il faut que les caractéristiques du sol dont la connaissance est nécessaire pour cette utilisation, soient cartographiées c'est à dire apparaissent sur la carte.

Or, cela est une question d'échelle de la carte, sur laquelle peut se greffer une question de complexité dans la répartition des sols.

Dans les cartes à petites échelles (1/10.000.000 à 1/500.000) n'apparaissent normalement que les échelons supérieurs de la classification (classes, sous-classes, groupes et sous-groupes) qui ne donnent qu'une idée de l'aptitude des sols.

Dans les cartes à moyennes échelles (1/200.000 à 1/50.000) et à grandes échelles (1/25.000 et plus), plus l'échelle est grande, plus apparaissent sur la carte les échelons de plus en plus bas de la classification (familles, séries, types et phases) et de plus en plus précis en ce qui concerne la maîtrise de l'utilisation des sols.

Les cartes d'utilisation et d'aptitude des sols ne se font qu'à partir des cartes pédologiques à grande échelle (1/25.000 et plus), à moins que les caractères cartographiés à ces échelles ne puissent, grâce à une grande homogénéité dans la répartition des caractéristiques des sols, apparaître à des échelles plus petites.

Mais en aucun cas une carte au 1/500.000 ne peut servir à établir une carte d'utilisation ou d'aptitude des sols.

Dans cette carte au 1/500.000, nous avons cartographié la plus grande des unités inférieures de la classification, la famille, comme pour une carte à moyenne échelle (1/200.000). Mais la complexité de la répartition des sols, liée à l'évolution géomorphologique, a obligé à cartographier des associations de familles.

Les caractéristiques de la famille, ainsi que celles des échelons inférieurs de la classification, nécessaires pour une maîtrise de l'utilisation des sols ne peuvent donc apparaître sur la carte, mais ils sont contenus dans le rapport où l'on donne une caractérisation morphologique et analytique aussi complète que possible des sols.

Ce rappel sur la signification agronomique de certains caractères des sols a pour but de permettre à l'utilisateur de la carte une interprétation succincte mais rapide de ces caractéristiques dans un but agronomique, ou de mieux comprendre l'interprétation qui en sera donnée pour chaque famille de sols.

Il a déjà été précisé dans l'étude pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge (KALOGA, 1964) et j'ai estimé utile de le reproduire dans l'étude présente, à cause de la faible diffusion de la première étude.

### 1 - La couleur :

Pour éviter une appréciation trop subjective et permettre des comparaisons, elle est appréciées en termes chiffrés à l'aide du Code MUNSELL (\*)

Malgré son aspect quelque peu théorique et même futile à première vue, c'est un indice important de l'évolution du sol, donc de sa fertilité.

On peut signaler son rôle indicateur notamment dans l'appréciation :

- de la richesse en matière organique (en tenant compte du type de matière organique) et du type de matière organique.
- du drainage interne et par là des conditions d'aération du sol.
- du degré de lessivage (avec beaucoup de prudence)...

### 2 - La texture :

Elle est importante dans des sols où la matière organique est peu abondante comme cela est le cas ici. Les deux principaux supports de cations échangeables assimilables par les plantes sont les matières humiques et l'argile. L'augmentation du taux d'argile se traduira donc dans une catégorie donnée de sols par une augmentation de la capacité d'échange et des bases échangeables. Mais pour des catégories différentes de sols, ces données dépendent beaucoup du type et de l'intensité d'évolution qui conditionne la nature minéralogique des argiles et l'état de saturation du complexe absorbant, c'est-à-dire de la position du sol dans la classification.

La texture modifie aussi la dynamique de l'eau dans le sol : la capacité de rétention au champ considérée comme égale à l'humidité équivalente est proportionnelle au taux d'argile :  $H_e = (\text{Argile} + 10) \times 0,55$  (G. AUBERT). De même le point de flétrissement est proportionnel au taux d'argile (quoique ayant aussi une certaine proportionnalité avec les autres constituants de la granulométrie) et LEFEVRE (1955) donne la formule suivante :

$$F = \text{Argile} \times 0,57 + \text{limon} \times 0,21 + \text{sables fins} \times 0,01.$$

---

\* MUNSELL Chart. Color.

La texture intervient aussi dans la structure, l'argile est un élément de bonne structuration si elle est bien agrégée, mais à l'état dispersé, elle introduit des caractéristiques physiques structurales très mauvaises.

Les sables grossiers sont un élément d'amélioration de la structure. Les sables fins et les limons sont des éléments de très mauvaise structure, ils créent en proportion notable le phénomène de battance.

Il faut signaler cependant qu'un rôle important au point de vue réserves minérales revient au limon.

Les résultats d'analyse granulométrique sont portés ici sur un triangle rectangle isocèle pour les principaux grands types de sols. Les deux constituants principaux argile et sables sont portés sur les côtés de l'angle droit, le troisième constituant le limon peut se lire sur la bissectrice de l'angle droit qui a été graduée à cet effet. Ce triangle est divisé en classes texturales identiques à celles du triangle équilatéral classique.

### 3 - La structure :

C'est l'arrangement dans le sol des particules élémentaires d'argile de limons et de sables. Cet arrangement conditionne la cohésion d'ensemble du sol et une partie de sa porosité. Des structures fines ou petites bien développées impliquent une cohésion d'ensemble faible se traduisant par une bonne porosité d'agrégats (qui ne se maintiendra en saison des pluies que si la structure est stable) et par une grande facilité du travail du sol avant la saison des pluies. Des structures massives et cohérentes impliquent une mauvaise aération (si racines et animalcules n'interviennent pas) et un travail du sol difficile avant l'humidification. Dans le cas de sols argileux et très plastiques cette humidification ne permet le travail du sol que dans des limites très étroites. La structure est donc dans ces sols un important élément de la mise en valeur. Par ailleurs, la structure du sol conditionne l'allure de sa dessiccation c'est à dire l'évaporation de l'eau du sol.

La stabilité de la structure existante ou de celle qui sera créée par les façons culturales, c'est-à-dire sa résistance à l'action dégradante des agents extérieurs est aussi un facteur très important de la fertilité. Elle est mesurée ici par l'indice d'instabilité structurale HENIN Is et par le test

de percolation HENIN donnant la perméabilité K du sol au laboratoire (HENIN et COLL. 1960). Ce coefficient de percolation K doit être considéré non comme un perméabilité mais comme un indice de stabilité structurale complémentaire du  $I_s$ , étant donné leurs sensibilités différentes. On peut cependant le considérer dans une certaine mesure et dans certains cas comme une valeur limite de la perméabilité.

Les résultats analytiques  $I_s$  et K sont portés sur un graphique logarithmique qui permet d'étudier le comportement des points figuratifs par rapport à la droite de régression normale de  $\log 10 K$  en fonction de  $\log 10 I_s$  :

$$3 \log 10 K + 2,5 \log 10 I_s - 7,5 = 0.$$

DABIN (1961) s'est inspiré de cette droite pour déterminer une stabilité structurale S qui est la projection du point figuratif sur cette droite graduée de 0 à 100 et divisée en classes de stabilité structurale allant de très mauvaise à exceptionnelle.

#### 4 - La cohésion :

La cohésion d'ensemble apprécie la valeur des forces de liaisons entre les agrégats ou les particules élémentaires (s'il n'y a pas d'agrégats) constitutifs d'un sol, la cohésion des agrégats apprécie ces forces à l'intérieur des agrégats individualisés. Ce sont des éléments importants des possibilités de travail du sol à sec, et des façons culturales à appliquer.

#### 5 - La porosité :

C'est l'élément fondamental de la fertilité physique et les autres facteurs de cette dernière ne sont considérés souvent que pour leur incidence sur la porosité. Les caractéristiques commandent en effet l'aération du sol, la pénétration des racines et l'alimentation en eau. Ainsi c'est souvent moins une difficulté de pénétration qu'un manque d'aération qui gêne le développement des racines en freinant le volume des échanges gazeux (BLONDEL, 1964).

L'ensemble des vides du sol constitue la porosité totale. On distingue selon la dimension des pores qui assure cette porosité :

- la macroporosité qui correspond aux plus gros pores utilisés pour la circulation de l'eau et de l'air (HENIN et COLL 1960), et qui est essentielle pour le développement des racines.
- la microporosité correspondant au volume des pores les plus fins servant au stockage de l'eau (HENIN et COLL 1960), elle correspond pratiquement à la capacité au champ et à l'humidité équivalente.

On pourrait donc écrire que la macroporosité est égale à la porosité totale - le volume d'eau à l'humidité équivalente. Mais la porosité totale dépend du degré d'humidité du sol avec lequel elle augmente. Il faudrait pour avoir la macroporosité, mesurer la porosité totale du sol en place à l'humidité équivalente. On s'est contenté ici de mesurer la porosité totale de mottes séchées à l'air. La macroporosité calculée est donc dans la plupart des cas une limite inférieure que VIGNERON et DESAUNETTES (1958) considèrent cependant comme valable en tant qu'indice de compacité et de risques d'asphyxie. La macroporosité représente le volume réel occupé par l'air dans le cas de sols bien drainés se maintenant au voisinage de l'humidité équivalente. Dans les sols mal drainés où l'eau tend à occuper l'ensemble de la porosité du sol, la macroporosité n'est plus qu'une capacité maximum potentielle pour l'air.

Cette macroporosité apparaît, pour les principaux grands types de sols, sur des graphiques où sont portées en unités équivalentes la porosité totale sur mottes (en  $\text{cm}^3$  pour 100 g. de terre) et l'humidité équivalente (en g. d'eau pour 100 g. de terre équivalent aux  $\text{cm}^3$  pour 100 g. de terre). Les graphiques sont divisés en trois zones : asphyxie totale, asphyxie partielle et absence d'asphyxie.

6 - L'eau utile :

C'est la portion utilisable par les plantes de l'eau stockée par le sol.

Dans le cas des sols bien drainés, cette eau stockée est considérée comme égale à la quantité d'eau que contient le sol à l'humidité équivalente. La portion non utilisable de cette eau est égale à la quantité d'eau que contient le sol au point de flétrissement.

Dans les climats soudaniens où la répartition des pluies est très irrégulière, l'eau utile peut avoir une grande importance sur la fertilité en début de saison des pluies, en fin de saison des pluies, et en début de saison sèche, pour certaines cultures. Cependant la notion de quantité d'eau utile globale du sol ne fait pas intervenir que la capacité de stockage du sol, mais aussi l'épaisseur de sol sur laquelle l'eau est stockée, ainsi un sol sableux à faible capacité de stockage mais perméable, aura autant sinon plus de réserve d'eau qu'un sol à forte capacité de stockage mais imperméable ou peu profond. L'efficacité de ce stock d'eau n'est cependant pas toujours proportionnelle à son importance. Elle dépend aussi de la façon dont il est défendu contre l'évaporation et particulièrement des possibilités "d'automulching" du sol dont les facteurs essentiels sont la texture et la structure du sol et celles des horizons superficiels par rapport aux horizons profonds.

La notion de capacité de stockage de l'eau n'intervient souvent qu'en dehors de la grande saison des pluies soit en début de cycle, soit pour des cultures de fin de cycle, des cultures à cycle long comme le cotonnier ou des cultures perennes, soit alors en cultures irriguées où elle règle en partie la fréquence et la dose d'irrigation.

#### 7 - La richesse en éléments fertilisants :

C'est l'aspect le plus classique de la fertilité des sols. Dans cette étude nous n'avons retenu que :

- les teneurs en matière organique et les rapports carbone sur azote.
- les teneurs en azote et phosphore.
- les teneurs en bases échangeables : calcium, magnésium, potassium et sodium.
- les pH et les taux de saturation.

S'agissant de sols tropicaux, les échelles de fertilité sont relatives, elles apparaîtront souvent surrestimées d'un point de vue absolue. Elles se réfèrent aux données de B. DABIN (1961).

8 - Autres caractéristiques :

- la profondeur du sol qui règle le volume de terre exploitable.
- la position dans la classification qui donne le type d'altération, la nature et le chimisme du complexe absorbant, les conditions de drainage externe et interne, éventuellement la tendance évolutive des sols fragiles.

C - LA CLASSIFICATION DES SOLS.

C. 1 - Principes de la classification :

La classification utilisée est celle qui a été présentée par G. AUBERT et P. DUCHAUFOR en 1956 et qui a été modifiée successivement par G. AUBERT (1962, 1963, 1964, 1965). C'est une classification à base génétique. Les sols sont groupés en dix classes d'après leurs caractères fondamentaux d'évolution, notamment le degré d'évolution se traduisant par une différenciation du profil de plus en plus marquée, et la nature physico-chimique de l'évolution : conditions d'altération, type d'humus, chimisme du complexe absorbant.

Les sous-classes se différencient souvent par le facteur écologique de base qui conditionne l'évolution (climat, roche-mère, conditions de station influençant le régime hydrique).

Les groupes se différencient par une particularité du processus d'évolution : intensité d'altération, degré de lessivage....

Les sous-groupes se différencient par une intensité variable du processus d'évolution caractérisant le groupe, ou par la manifestation d'un processus secondaire se superposant à celui-ci.

Les familles : sont définies par la nature du matériau originel. C'est l'unité normale de la carte au 1/200.000 ème.

Les séries correspondent à des différenciations de détail du profil : profondeur du sol, de l'horizon d'accumulation ou induré, épaisseur des horizons principaux, teneur en éléments grossiers, et le cas échéant position dans le paysage. Les séries sont divisées en types eux-mêmes subdivisés en phases.

La carte pour utilisation agronomique doit être précise au moins jusqu'au stade de la série et mieux du type et de la phase. Au 1/500.000<sup>e</sup> on ne cartographie en principe que le sous-groupe ou de grandes familles moins précises que la famille définie ci-dessus.

Pour la carte au 1/500.000<sup>e</sup> du Centre de la Haute-Volta tant dans le secteur Nord - (cartographié par BOULET) que dans le secteur Sud, on a essayé d'approcher la précision d'un 1/200.000<sup>e</sup>, on a cartographié la famille.

Les sols du Centre-Sud de la Haute-Volta sont en majeure partie les mêmes que ceux que l'on a trouvés dans l'étude des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge. Il y a par rapport à cette dernière étude (KALOGA 1964), quelques modifications en ce qui concerne la classification des Sols Hydromorphes. D'après les modifications apportées à la classification française (AUBERT, 1965), les sols à hydromorphie de profondeur ne sont plus classés avec les Sols Hydromorphes. On les retrouvera donc dans les Sols Ferrugineux Tropicaux ou dans les Sols peu Evolués.

Par ailleurs le remaniement de la classification des Sols Ferrugineux Tropicaux permet à celle-ci d'être mieux adaptée au cas des sols complexes du Centre-Sud de la Haute-Volta, qui avaient été classés provisoirement en sols Hydromorphes dans l'étude des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge.

Les sols du Centre Sud se répartissent en sept classes (les chiffres romains désignent les numéros d'ordre dans la classification française).

- I - Sols Minéraux Bruts.
- II - Sols Peu Evolués.
- III - Vertisols et Paravertisols.
- VI - Sols à Mull.
- VIII - Sols à Sesquioxydes.
- IX - Sols Halomorphes.
- X - Sols Hydromorphes.

C. 2 - Classification des sols, inventaire des familles et des unités cartographiques associées.

Ces données sont résumées dans les tableaux suivants. Les unités cartographiques soulignées de deux traits sont celles où la famille intéressée est cartographiée en unité pure. Celles qui sont soulignées d'un trait sont celles où la famille est le plus souvent dominante ou co-dominante et que l'on retrouve par conséquent au niveau de la classification de cette famille sur la légende de carte. Les unités cartographiques qui ne sont pas soulignées sont celles où la famille intéressée est le plus souvent peu représentée et que l'on retrouve par conséquent dans la légende de carte au niveau de la classification d'une autre famille de sols.

	Unités cartographiques correspondantes	Pages
<b>I.- SOLS MINÉRAUX BRUTS.</b>		
Sols Minéraux Bruts d'origine non climatique		
Sols Bruts d'érosion ou squelettiques.		
Lithosols.		
I. 1. sur cuirasses ferrugineuses	<u>2</u> , <u>3</u> , <u>4</u> , <u>5</u> , 13, 22, 47, 50	34
I. 2. sur granite	<u>7</u> , <u>8</u> , <u>9</u> , <u>10</u> , 15, 40, 41, 50	35
I. 3. sur roches basiques ou neutres	26, 27	36
I. 4. sur roches indifférenciées	<u>11</u>	36
Régosols.		
I. 5. sur schistes	<u>12</u>	
<b>II.- SOLS PEU ÉVOLUÉS.</b>		
Sols Peu Évolués d'origine non climatique		
Sols peu évolués d'érosion (et d'apport)		
Sols peu évolués hydromorphes		
Faciès modal :		
II. 1. sur matériau gravillonnaire	<u>13</u> , <u>14</u> , <u>15</u> , 2, 29, 31, 33, 38, 48	41
II. 2. sur matériau caillouteux (parfois gravillonnaire) dérivé de pegmatites.	<u>7</u>	52
II. 3. sur matériau polyphasé graveleux et argilo-graveleux dérivé de granite.	24	54
II. 4. sur matériau sableux à niveau grossier reposant sur granite	<u>15</u>	57
II. 5. sur matériaux alluviaux sablo-limoneux à limoneux.	46	60
II. 6. sur arène granitique gravelcuse	51	62
II. 7. sur argile verticale à recouvrement gravillonnaire	4, 5.	65
II. 8. sur matériau argilo-sableux (dérivé de granite).	<u>19</u>	69
Faciès brun eutrophe		
II. 9. sur matériau gravillonnaire à recouvrement argileux.	<u>20</u>	76

III.- VERTISOLS ET PARAVERTISOLS.

Vertisols topomorphes

Vertisols non grumosoliques

Vertisols modaux

III. 1. sur matériau argileux alluvial

21

82

Vertisols lithomorphes

Vertisols non grumosoliques

Vertisols modaux

III. 2. sur matériau argileux gonflant

22, 23, 24, 9, 18, 20, 25, 27, 29,  
31, 34, 35, 36, 44.

83.

Vertisols halomorphes

III. 3. sur matériau argileux gonflant  
dérivé de granite.

25, 26, 27.

97

VI. - SOLS A MULL.

Sols à Mull des Pays Tropicaux

Sols Bruns eutrophes

Sols Bruns eutrophes vertiques

VI. 1. sur matériau argileux parfois gra-  
veleux dérivé de roches basiques  
ou neutres

28, 29, 30

108

VI. 2. sur matériau argileux parfois  
graveleux dérivé de schistes

31

110

VI. 3. sur matériau argileux dérivé de  
granite

32

121

VI. 4. sur matériaux argileux indifféren-  
ciés.

33, 34, 35, 36, 37, 47.

112

VIII.- SOLS A SESQUIOXYDES:

Sols Ferrugineux Tropicaux

Sols Ferrugineux Tropicaux non ou peu les-  
vés.

Sols à drainage réduit en profondeur

VIII. 1. sur sables fins argileux

38

128

Sols Ferrugineux Tropicaux lessivés ou appauvris		
Sols à taches et concrétions		
VIII. 2. sur matériau colluvio-alluvial sablo-argileux à argilo-sableux	<u>39</u>	131
VIII. 3. sur matériau argilo-sableux	<u>40</u> , 14, 48.	135
Sols Ferrugineux Tropicaux remaniés		
Sols à taches et concrétions		
VIII. 4. sur matériau argilo-sableux parfois gravillonnaire et parfois calcaires en profondeur.	<u>41</u>	139
VIII. 5. sur matériau argilo-sableux en profondeur	8, 50, 51, 52.	147
VIII. 6. sur sables graveleux et argileux dérivé de granite à grains grossiers.	<u>42.</u>	163
VIII. 7. sur matériau limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse	3	164
<b>IX. - SOLS HALOMORPHES.</b>		
Sols halomorphes à structure dégradée		
Sols non lessivés à alcalis		
IX. 1. sur matériau argileux à argilo-sableux.	<u>43</u> , <u>44</u> , 10, 24, 32.	170
<b>X. - SOLS HYDROMORPHES.</b>		
Sols hydromorphes minéraux		
Sols à pseudogley		
Sols à taches et concrétions		
Sols à pseudogley modaux		
X. 1. sur matériaux alluviaux divers	<u>49</u>	182
Sols à pseudogley structurés		
X. 2. sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial.	<u>45</u>	193
X. 3. sur matériau argileux issu de schistes.	<u>46</u> , <u>47</u> , <u>48</u> .	199

X. 4. sur matériau argileux d'origine diverse	5, 23, 36, 41.	206
Sols à pseudogley hérité		
X. 5. sur matériau argilo-sableux bigarré	<u>50</u> , <u>51</u> , <u>52</u> , <u>53</u> , 2, 8.	216
X. 6. sur arène granitique graveleuse	<u>54</u>	224

CHAPITRE II.

ETUDE MONOGRAPHIQUE DES FAMILLES DE SOLS

/ CLASSE DES SOLS MINERAUX BRUTS /

## CHAPITRE. II

### ETUDE MONOGRAPHIQUE DES FAMILLES DE SOLS

#### SECTION I. - CLASSE DES SOLS MINERAUX BRUTS.

##### I. 1. LES LITHOSOLS -

Les lithosols regroupent les affleurements de roches : cuirasses et carapaces, roches granitiques et gneissiques diverses, roches birrimiennes diverses, roches indifférenciées pour des raisons de cartographie.

Les sols squelettiques reposant sur lithosols sont cartographiés avec ces derniers et ne sont différenciés d'eux qu'au niveau de la série.

Ainsi, les différentes familles de lithosols comprennent des séries sans recouvrements et des séries à recouvrements squelettiques divers : gravillonnaires, sableux, sableux à sablo-argileux, argilo-limoneux (pour les cuirasses et carapaces), sableux à caillouteux (pour les granites).

Les deux familles de lithosols les plus largement représentées, sont de loin les cuirasses et les granites (plus précisément le granito-gneiss). L'histoire géomorphologique joue le rôle essentiel dans leur abondance et leur répartition. C'est ainsi que, dans la région étudiée, on peut distinguer grosso-modo :

- la moitié nord où la cuirasse du moyen glaciaire n'a pu être dans l'ensemble déblayée par le cycle d'érosion du bas glaciaire. C'est le domaine des complexes de sols à dominance de cuirasses et de sols peu évolués hydromorphes gravillonnaires sur cuirasse.
- la moitié sud où l'érosion a plus fortement attaqué la cuirasse, du moyen glaciaire et l'a souvent complètement démantelée.

Dans le quart sud-ouest, il semble que les matériaux d'altération kaolinitique ferruginisés, sous-jacents à la cuirasse aient été plus épais et ce sont eux qui ont été mis à nu par le démantèlement de la cuirasse. On

y trouve encore cependant des affleurements de cuirasse et comme conséquence de l'évolution géomorphologique, des affleurements de granite.

Dans le quart sud est , le démantèlement de la cuirasse avait mis à nu la roche saine : c'est le domaine des sols du complexe d'altération montmorillonitique et des lithosols sur granites. La cuirasse démantelée a souvent donné des gravillons qui recouvrent les argiles vertiques.

Il ne s'agit là évidemment que de dominance.

#### A - Monographie des familles.

##### 1 - Famille sur cuirasses ferrugineuses :

Cette famille comprend les cuirasses sensu stricto et les carapaces ferrugineuses. Il s'agit essentiellement de cuirasses ou carapaces anciennes résiduelles du cuirassement du moyen glaciaire et aussi de quelques cuirasses et carapaces subactuelles à actuelles lorsqu'il a pu y avoir continuité dans le cuirassement, notamment par le maintien de la nappe.

##### 1. 1. Séries sans recouvrement :

Il s'agit le plus souvent de cuirasses massives à induration forte. Elles donnent parfois dans la moitié nord de la région étudiée de larges étendues le plus souvent plates - légèrement déprimées par quelques thalwegs qui essaient de s'y installer - véritables champs de pierres nus ou couverts de Loudetia.

##### 1. 2. Séries à recouvrements divers:

Elles sont très répandues. Les recouvrements squelettiques (quelques centimètres à environ 30 - 35 cm d'épaisseur) sont gravillonnaires, sableux, argilo-sableux, argileux... Ils peuvent être différenciés en un ou deux horizons de même texture ou de textures différentes. La morphologie est très variable.

Les caractéristiques analytiques varient selon la nature du recouvrement :

Les teneurs en matière organique des échantillons prélevés sont le plus souvent moyennes (de l'ordre de 1 %), avec des teneurs en azote moyennes (de l'ordre de 0,5 %).

Dans les recouvrements argileux, les teneurs en matière organique et en azote peuvent être plus élevées.

Les teneurs en phosphore ( $P_2O_5$ ) sont très faibles dans l'ensemble (de l'ordre de 0,2 ‰), elles s'élèvent dans les types argileux tout en restant faibles (de l'ordre de 0,5 ‰).

La somme des bases échangeables est variable selon le type de recouvrement. Dans les échantillons analysés, elle est souvent moyenne ou bonne (4 à 8 méq pour 100 g.) avec une forte dominance du calcium. Elle ne s'abaisse que dans les types très sableux (de l'ordre de 2 méq pour 100 g.).

Sauf dans les types très sableux, ou très gravillonnaires, la structure est souvent massive à cohésion assez forte à forte.

Ces sols ont donc en fait une assez bonne fertilité chimique limitée cependant par une déficience en phosphore et en azote.

Mais le facteur limitant est l'épaisseur du sol non pas tant dans son incidence sur la pénétration des racines que sur le bilan hydrique du sol qui est très défavorable. Ces placages squelettiques sur la cuirasse se dessèchent facilement parce que leurs réserves en eau sont limitées à la zone superficielle soumise à l'évaporation.

Si on s'étend un peu sur ce type de sol, c'est qu'il est effectivement souvent cultivé sur le Plateau Mossi et qu'on ne peut en attendre une amélioration notable.

## 2 - Famille sur granite :

Cette famille groupe tous les affleurements de granite et présente en conséquence la diversité des faciès granitiques et granito-gneissiques.

Les massifs lithosoliques individualisés sont essentiellement :

- les granites intrusifs du Pic du Naouri (région de PO, TIEBELE, KAMPALA) des régions de ZOURMA, GARANGO.
- les granites syntectoniques de LENGA.
- les syénites alcalines de la "Petite Suisse".

De larges zones granitiques non individualisées en massifs ont été cartographiées notamment dans le quart sud-est de la zone étudiée.

Les autres affleurements de granites accompagnent les affleurements de cuirasse et les différents types de sols sous forme de boules, de blocs, de dômes, d'affleurements à ras de terre, ou de pointements plus importants.

2. 1. Les séries sans recouvrement :

Elles comprennent les affleurements nus de granite énumérés ci-dessus.

2. 2. Les séries à recouvrements divers :

Ces recouvrements squelettiques sont généralement peu évolués mal drainés, constitués de sables, de graviers et de cailloux. Ils peuvent reposer sur le granite sain ou sur le granite altéré plus ou moins friable ou plus ou moins argileux.

Ce sont des sols d'un intérêt agronomique très faible à nul.

3 - Famille sur roches basiques ou neutres.

Elle est constituée essentiellement par les collines de gabbros, de schistes amphibolitiques.

Elle n'a d'intérêt que par son association constante avec les sols Bruns eutrophes.

4 - Famille sur roches indifférenciées :

Cette famille rassemble ici les lithosols de nature indéterminée non discernable par photo-interprétation.

B - Rôle des lithosols sur l'utilisation des sols et l'aménagement du Territoire.

Les lithosols n'ont pas d'utilisation agronomique, les séries à recouvrements pourraient servir (et servent souvent) à la culture, dans de mauvaises conditions, mais la menace d'érosion est alors telle qu'il vaut mieux les maintenir sous végétation naturelle.

La grande particularité de la région étudiée est l'omniprésence des lithosols (essentiellement cuirasses et granites), même dans les zones où ils ne sont pas cartographiés.

Il conviendra donc lors de l'aménagement du territoire de déterminer toujours (par des sondages faciles), les zones lithosoliques qui ne pourront

pas être cultivées. Ce travail ne peut être fait qu'à l'échelle du 1/20.000è, du 1/10.000è ou plus,

Les cuirasses lorsqu'elles ont une certaine extension, constituent pour les sols qu'elles voient un facteur d'accroissement de l'érosion hydrique : les eaux incapables de s'y infiltrer, y ruissellent, leur capacité érosive est d'autant plus grande que les zones cuirassées sont étendues et la pente plus forte.

#### 1 - Les associations de sols à dominance de lithosols.

La carte montre que leur extension est grande, notamment en ce qui concerne les cuirasses.

Leur possibilité d'utilisation est essentiellement liée à la valeur agronomique, à la possibilité de délimitation facile et à la répartition des familles de sols associées.

L'utilisation agronomique de ces familles de sols devra être impérativement accompagnée d'aménagements antiérosifs, particulièrement dans le cas des cuirasses qui forment des bancs imperméables, alors que les granites affleurent plutôt par blocs, boules, qui peuvent être des éléments d'atténuation de l'érosion en nappe, mais l'imperméabilité de la roche sous-jacente à faible profondeur ou à ras de terre est déterminante et l'examen des photographies aériennes montre une érosion intense dans les zones granitiques.

#### 2 - Les associations de sols incluant des lithosols :

Dans la moitié nord de la région étudiée, ces sols sont très cultivés. Il convient cependant de prendre les mesures antiérosives nécessaires et applicables dans le cadre de l'exploitation actuelle.

Certaines de ces associations comportent des sols intéressants au point de vue agricole, mais leur vocation doit rester essentiellement forestière, à cause du risque d'extension des zones lithosoliques (cuirasses essentiellement) : il s'agit notamment des associations de sols à dominance de sols à pseudogley hérité à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux bigarré, matériau résiduel de cuirassements anciens.

## I. 2. REGOSOLS -

Ils désignent les affleurements de roches meubles. Ils sont ici intergrades vers les sols peu évolués. Une seule famille a été différenciée.

### Famille sur schistes.

L'extension de ces sols est faible. Dans la partie Nord, ils n'ont pas été cartographiés, mais y sont associés aux lithosols sur cuirasses et constituent les pentes inférieures des buttes caillouteuses de schistes. Ils sont alors constitués par un horizon superficiel de recouvrement sablo-argileux sur le schiste altéré en place, friable (altération ancienne, kaolinitique, avec parfois alternance de lits violacés moins altérés et de lits blanchâtres altérés friables).

Dans la région de WEOGOTENGA, on retrouve en association avec les sols bruns eutrophes, de nombreuses petites buttes caillouteuses, quartzitiques blanches qui sont à rattacher aux régosols sur schistes (et quartzites). Dans cette même région, le matériau graveleux de démantèlement de schistes plus ou moins mêlé à des gravillons, est le plus souvent recouvert par un horizon argileux à argilo-limoneux brun et a été rattaché au niveau de la série aux sols bruns eutrophes vertiques sur matériau argileux parfois graveleux dérivé de schistes.

Les régosols sur schistes cartographiés se limitent à une plage allongée Nord-Est dans la région de MOUGOUMNORE.

Le profil type comprend :

- un horizon superficiel peu épais, de 15 cm environ, brun rouge clair, humifère, sableux un peu argileux à sables très fins à limoneux, à très-nombreux petits gravillons ferrugineux, devenant sablo-gravillonnaire dans le bas, structure massive dans le haut, polyédrique dans le bas.
- horizon de plus d'un mètre de profondeur, constitué par le schiste altéré en place, à cassure jaune et rouge (ferruginisation ancienne) à pendage vertical, remplacé par endroits par des graviers de schiste remaniés ; passe dans le bas au schiste altéré mais non ferruginisé.

La terre fine de l'horizon superficiel a une bonne teneur en matière organique, en azote et en phosphore, une assez bonne teneur en bases échangeables, un pH faiblement acide à neutre (6,6)

La fertilité est donc assez bonne en surface, mais le schiste ferruginisé sous-jacent risque d'être assez inerte au point de vue nutrition des plantes.

Ces sols conviennent à l'arachide. Seuls les essais peuvent déterminer leur aptitude à porter du coton et du sorgho.

/ CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES /

SECTION II. - CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES.

SOLS PEU EVOLUES D'ORIGINE NON CLIMATIQUE.

SOLS PEU EVOLUES D'EROSION (ET D'APPORT).

A - Sols peu évolués hydromorphes - Faciès modal.

Définition :

Les Sols peu évolués sont définis par un profil de type A.C., ce qui veut dire que dans le matériau originel, on ne constate de différenciation produite en place (en l'occurrence après les processus de mise en place des matériaux) par l'évolution pédologique, que par l'action superficielle de la matière organique. Dans le cas des Sols peu évolués hydromorphes, il se superpose à cette action de la matière organique, une hydromorphie juvénile ou une hydromorphie plus intense mais de profondeur.

En appliquant cette définition, les Sols peu évolués devraient avoir une importance considérable dans les régions étudiées puisque les matériaux kaolinitiques résiduels des pédogenèses anciennes ont été remaniés lors du façonnement de la surface actuelle et ont eu une faible évolution pédologique en place depuis ces remaniements. Cependant, grâce aux processus d'apports polyphasés, ils présentent souvent des profils de type A.B.C.. Ils ont alors été rattachés à d'autres classes de sols (Sols hydromorphes, Sols à sesquioxydés : Sols Ferrugineux tropicaux), d'autant plus que les matériaux constitutifs sont très évolués.

A. 1. Famille sur matériau gravillonnaire :

Elle est souvent désignée par le terme "Sols gravillonnaires". Le terme gravillon désignera toujours dans cette étude, un débris de cuirasse ou de carapace ferrugineuses de la taille des graviers et d'origine allochtone certaine. Le gravillon est par conséquent souvent émoussé ou arrondi. Le terme concrétion (élément ferrugineux ou (et) manganifère individualisé en place), s'oppose à gravillon. Le terme gravier est réservé aux éléments non ferrugineux.

Les sols de cette famille ont une très grande extension dans la moitié nord de la région étudiée. Ils sont assez peu représentés dans le quart sud-ouest sauf aux abords de la Volta Noire. La plupart d'entre eux reposent sur une cuirasse ou une carapace ferrugineuse.

A. 1. 1. Localisation et critères de reconnaissance.

Dans les régions étudiées, les sols gravillonnaires n'ont pas une localisation spécifique dans le paysage par rapport aux autres types de sol. S'ils constituent naturellement avec les sols squelettiques gravillonnaires sur cuirasse, les hauts de pente des croupes cuirassées, ils s'étendent aussi très souvent dans le reste de la plaine à pente très faible qui constitue ces régions.

De même qu'ils n'ont pas de localisation spécifique, ils n'ont pas non plus de critères externes de reconnaissance spécifiques sauf dans les types gravillonnaires dès la surface et qui constituent généralement les hauts de pente des croupes cuirassées. La très grande fréquence des recouvrements superficiels non gravillonnaires, la non spécificité de la végétation (fréquence de la savane parc anthropique à *Butyrospermum Parkii*), font qu'ils ont souvent l'aspect de sols de type ferrugineux tropical.

Cependant les animaux fouisseurs ramènent fréquemment en surface les matériaux gravillonnaires par petits tas qui permettent assez souvent de reconnaître superficiellement les sols gravillonnaires.

A. 1. 2. Morphologie :

Les matériaux constitutifs de ces sols sont très hétérogènes quant à leurs épaisseurs et leurs natures.

1.) L'épaisseur :

Elle varie de façon continue et le plus souvent de quelques centimètres à 70 - 75 cm. Elle peut atteindre parfois 1 m à 1 m 50. Les types squelettiques (profondeur inférieure 35 cm environ) sont classés avec les lithosols sur cuirasses et carapaces ferrugineuses où ils apparaissent au niveau de la série, mais leurs caractéristiques morphologiques restent souvent les mêmes que celles des sols plus profonds. Ce sont donc souvent en fait des sols peu évolués squelettiques.

2.) La nature des matériaux constitutifs

On distingue :

2. 1. les sols essentiellement gravillonnaires dès la surface.

2. 2. les sols à horizons gravillonnaires recouverts par des matériaux de textures diverses mais sans variation dans le même profil : sableuse, sablo-argileuse, argilo-sableuse, argileuse, argilo-limoneuse à limono-argileuse parfois plus ou moins gravillonnaire.

2. 3. Les sols à horizons gravillonnaires recouverts par des matériaux à textures diverses et variant dans le même profil dans le sens d'une plus grande richesse en argile en profondeur :

- sableux sur sablo-argileux ou sableux à sablo-argileux.
- sableux à sablo-argileux sur argilo-sableux ou argileux.
- sableux à sablo-argileux sur sablo-argileux-gravillonnaire à argilo-sableux-gravillonnaire.
- limono-argileux gravillonnaire sur argilo-limoneux-gravillonnaire.
- argilo-limoneux gravillonnaire sur argilo-gravillonnaire.

Ces sols réalisent, la transition avec les sols ferrugineux tropicaux remaniés.

L'épaisseur des matériaux qui recouvrent les horizons gravillonnaires est très variable, quelques centimètres à environ 45 cm dans la plupart des cas. Elle est généralement de l'ordre de 10 à 25 cm dans les types sans

variation texturale, atteint 25 à 35 cm quand ces derniers sont différenciés en deux horizons. Dans les types à variation texturale dans le même profil, l'épaisseur des recouvrements est généralement plus grande 25 à 45 cm, mais n'est pas souvent plus grande que dans le cas précédent lorsqu'il y a différenciation en deux horizons.

Les gravillons peuvent être des éléments irréguliers anguleux, provenant du démantèlement d'une cuirasse ou d'une carapace sous-jacente avec remaniement plus ou moins sur place.

### 3.) La nature des matériaux sous-jacents aux horizons gravillonnaires.

Les matériaux sous-jacents sont le plus souvent des cuirasses, ou des carapaces ferrugineuses, mais il peut s'agir parfois du matériau bigarré qui constitue les sols à pseudogley hérité.

### 4.) Caractères de l'hydromorphie.

Les caractères de mauvais drainage ne se marquent en surface dans les matériaux qui recouvrent les horizons gravillonnaires que par la structure massive parfois à nette tendance prismatique, avec une cohésion d'ensemble forte.

Dans les horizons gravillonnaires, le mauvais drainage ne se marque pas de façon constante dans tous ces sols. Certains profils ne présentent pas de manifestation d'hydromorphie, et cela n'est pas spécifiquement lié à la position topographique, à l'épaisseur du profil ou à la nature du matériau sous-jacent aux horizons gravillonnaires.

Dans le cas le plus fréquent, l'hydromorphie est très juvénile et se manifeste par l'apparition de taches rouges, jaunes ou rouille aux emplacements lissés des gravillons dans la terre fine. Ces taches peuvent devenir plus grandes et plus nombreuses vers le bas, l'horizon restant cependant friable avec parfois quelques noyaux plus durcis mais encore facilement cassables. Dans ce cas il s'agit parfois de taches ferro-manganifères noires soudant les gravillons en néo-concrétions fragiles.

Parfois les taches rouges très nombreuses vers le bas au voisinage de la cuirasse, cimentent les gravillons en une carapace ferrugineuse à induration faible.

Mais il n'est pas certain que ces ferruginisations plus intenses soient toujours actuelles.

5.) Exemples de morphologie de référence.

5. 1. Sols à horizons gravillonnaires recouverts par des matériaux à texture ne variant pas dans le même profil.

a.) Exemple de profil de référence : V O B 57

Situation : sur la route de KOUPELA à FADA N'GOURMA à 39 km de KOUPELA (croisement avec la route de TENKODOGO) dans une large plaine à pente très faible d'environ 1 %.

Végétation : savane parc à *Butyrospermum Parkii* bien venus, strate arbustive à nombreuses repousses de *Butyrospermum Parkii*, *Combretum glutinosum*, *Terminalia glaucescens*.

Description :

0 - 20 cm : brun rouge, 5 YR 5,5/3 ; humifère ; sableux légèrement argileux (A<sub>11</sub>) structure massive ; cohésion forte : porosité uniquement tubulaire moyenne à assez bonne.

20 - 40 cm : brun-rouge, clair 5 YR 6/3,5 avec vers le bas quelques taches rouges ; paraissant encore humifère ; essentiellement constitué (A<sub>12</sub>) de gravillons ferrugineux non émoussés avec une terre fine sableuse à sablo-argileuse ; cohésion d'ensemble moyenne, plus forte à l'emplacement des taches.

40 - 50 cm : carapace ferrugineuse à taches rouges cimentant de très nombreux gravillons ferrugineux passant dans le bas à une carapace ferrugineuse rouge à induration faible et non gravillonnaire.

b.) Variations par rapport à cet exemple de morphologie :

Dans le profil V. O. B 57, le recouvrement superficiel est sableux, nous avons déjà signalé ses variations texturales ainsi que les variations des caractéristiques de l'hydromorphie et de l'épaisseur.

La couleur des recouvrements est variable : brun rouge à brun rouge foncé 5 YR 4/3 ou 5 YR 3/4 ; brun rouge 5 YR 4/4, 2,5 YR 4/4 à 4,5/3 ; brun

rouge clair ou brun clair 5 YR 6/3, 10 YR 5,5/2, 10 YR 5,5/3.

La structure est très souvent massive à cohésion forte quelque soit le type textural, elle peut devenir prismatique grossière à large plus ou moins bien développée avec une cohésion forte des blocs.

La terre fine des horizons gravillonnaires est plus ou moins abondante, sa texture est variable : sableuse, sablo-argileuse, argilo-sableuse, argileuse, argilo-limoneuse, limono-argileuse.

Le passage des recouvrements aux horizons gravillonnaires est très souvent brutal, de même que le passage des horizons gravillonnaires à la cuirasse sous-jacente.

Les recouvrements peuvent être différenciés en deux horizons par une couleur plus claire (horizon moins humifère) ou plus ocre (horizon ne paraissant pas humifère) dans le deuxième horizon.

5. 2. Sols à horizons gravillonnaires recouverts par des matériaux à textures diverses variant dans le même profil et dans le sens d'une plus grande richesse en argile en profondeur.

a.) Exemple de profil de référence : V O A 86.

Situation : sur la route de BOULSA à KOUPELA, à 22 km de BOULSA ; large plaine à aspect de sols ferrugineux tropicaux, longue pente faible de 1 à 2 %, mi-pente.

Description :

0 - 15 cm : brun rouge clair, 5 YR 6/3 : humifère , sableux à sablo-argileux (A<sub>11</sub>) à assez nombreux petits gravillons ferrugineux ; structure massive ; cohésion forte ; porosité uniquement tubulaire d'origine biologique bonne : passage progressif au suivant par la couleur.

15 - 29 cm : brun jaune 10 YR 6/3, aspect ségrégatif par endroits induit par (A<sub>12</sub>) des plages ne paraissant pas humifères ; faiblement humifère ; ou (AB) argilo-sableux à argileux ; structure massive à débits par éclats à cohésion forte ; passage brutal au suivant.

29 - 60 cm : brun jaune pâle 10 YR 7/4 à taches rouges et jaunes dans la terre fine et sur la surface des gravillons ; essentiellement gravillonnaire à terre fine argileuse ; horizon non cimenté mais très tassé avec en conséquence une cohésion en place forte due alors à sa texture gravillonnaire , débits par éclats très friables (cohésion faible) ; les gravillons sont de dimensions très variables avec des morceaux de cuirasse ; passage brutal au suivant.

à 60 cm : cuirasse ferrugineuse à squelette rouge 5 YR 5/8 et brun rouge foncé 5 YR 3/4 à réseau de terre fine brun très pâle 10 YR 7/3 ; induration forte ; se débite par plaques.

b.) Variations par rapport à cet exemple de morphologie.

Les variations de texture et d'épaisseur des matériaux de recouvrements, celles des caractéristiques de l'hydromorphie et de la nature des matériaux sous-jacents aux horizons gravillonnaires ont déjà été signalées

Variations de couleur

Les couleurs des horizons de surface (horizons A<sub>11</sub>) sont du même ordre que dans les sols précédents et souvent plus foncées que dans le V O A 86: 2,5 YR 5/3 à 5/4 , 5 YR 4,5/3, 5 YR 5/3 à 5/4, 5 YR 5/2, 10 YR 5/2.

Le deuxième horizon (A<sub>12</sub>) non gravillonnaire est généralement plus pâle ou du type ocre, dans ce cas il paraît non humifère.

Ces sols réalisent la transition avec les sols ferrugineux tropicaux remaniés dont ils ne se distinguent que par une épaisseur moindre des matériaux non gravillonnaires.

A. 1. 3. Les éléments de la fertilité :

La fertilité est aussi variable que la nature des matériaux constitutifs de ces sols.

1.) La Texture :

C'est un facteur limitant dans les types gravillonnaires dès la surface ou à recouvrements non gravillonnaires de très faible épaisseur, car il faut une certaine proportion minimum de terre fine. Cette dernière est le seul support de la matière organique, des éléments fertilisants et de l'eau. L'incidence de ce facteur limitant sur l'alimentation en eau sera d'autant plus grande que ces sols seront situés en position de bon drainage externe.

Dans les types à recouvrements, l'épaisseur des matériaux de recouvrements est généralement suffisante pour que la proportion de terre fine des matériaux gravillonnaires sous-jacents ne soit pas un facteur limitant. En effet, cette épaisseur dépasse souvent celles exploitées actuellement en culture traditionnelle par le système racinaire de la plupart des plantes annuelles y compris le coton. Mais il subsiste un inconvénient si la plante ne vit que sur les matériaux superficiels de recouvrement, la différence de texture trop brutale entre ces derniers et les matériaux gravillonnaires conduisant en période de sécheresse prolongée à une rupture de l'alimentation en eau des horizons superficiels par les phénomènes de diffusion à partir de la profondeur. Par contre ce même phénomène préserve les réserves en eau des horizons gravillonnaires de l'évaporation.

Dans les horizons gravillonnaires, la proportion de terre fine est souvent faible (terre fine rare comme dans le profil V O A 20 qui accuse à l'analyse 23 % de terre fine). Ces horizons auront donc une action mécanique préjudiciable à la pénétration et au développement des racines.

Dans le profil V O G 14, la proportion de terre fine à l'analyse dans l'horizon gravillonnaire atteint 44 %, alors que la description morphologique sur le terrain signale un horizon essentiellement gravillonnaire. Il semble donc que le broyage, parce que non ménagé fausse souvent la proportion de terre fine.

## 2.) Structure, cohésion et porosité :

Ce paragraphe mérite une attention particulière en ce sens que l'on associe très communément une notion de bonne structure et de bonne porosité à la notion de sols gravillonnaires. Certes les gravillons sont d'excellents facteurs d'amélioration de la porosité, à condition qu'ils ne soient pas tassés et comme cimentés dans leur emballage de terre fine.

Les matériaux de recouvrement quelle que soit leur texture, ont le plus souvent une structure massive avec une cohésion d'ensemble forte, la porosité étant alors uniquement assurée par l'activité biologique (porosité discontinue et aléatoire qui ne peut garantir une véritable aération du sol). Ces caractéristiques sont un obstacle à une bonne pénétration de l'eau, à une bonne germination des semences, à la pénétration et au développement des racines. L'ameublissement de ces matériaux est donc un impératif.

Dans les horizons gravillonnaires de surface (sols gravillonnaires dès la surface) ainsi que dans les horizons de profondeur gravillonnaires; on a tantôt des matériaux meubles et poreux (cohésion d'ensemble moyenne à faible) tantôt un horizon tassé, à structure massive où les gravillons sont comme cimentés dans leur emballage de terre fine.

Trois profils ont fait l'objet d'une détermination analytique de l'indice de compacité et de la stabilité structurale. L'aération est médiocre dans les trois profils (asphyxie partielle). L'indice d'instabilité structurale est moyen, mais le coefficient de percolation est médiocre dans deux des profils (sol à recouvrement limoneux et sol à recouvrement sableux puis argilo-sableux), il est moyen dans un profil (sol à recouvrement argilo-sableux)

En conclusion, si les sols gravillonnaires squelettiques sur cuirasses ou carapaces ferrugineuses (lithosols sur cuirasses ou carapaces ferrugineuses à recouvrements squelettiques gravillonnaires) sont, souvent caractérisés par une très bonne macroporosité existante ou pouvant être facilement créée par le labour, les sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire n'ont très souvent pas cet avantage et la macroporosité (aération du sol) y sera souvent un facteur limitant de la fertilité.

### 3.) L'eau utile :

La position fréquente de ces sols dans de larges plaines à pentes très faibles, la présence en profondeur d'un horizon d'arrêt (cuirasse ou carapace) en font des sols dont l'approvisionnement en eau doit être correct, surtout si on diminue le ruissellement et favorise l'infiltration des eaux par un ameublissement des horizons superficiels.

Les types essentiellement gravillonnaires dès la surface, et situés en haut de pente auront par contre un approvisionnement en eau déficient.

### 4.) Complexe absorbant, bases échangeables : (fig. 4)

La capacité d'échange varie avec les teneurs en matière organique et en argile. La droite de régression déterminée par le calcul (argile du type kaolinite avec une capacité d'échange d'environ 20 méq. pour 100 g. et matière organique totale avec une capacité d'échange estimée à 200 méq pour 100 gr) est  $T = 0,2 A + 2 M$ . (A = argile % et M = matière organique %).

Dans l'ensemble, les résultats s'alignent parfaitement autour de cette droite.

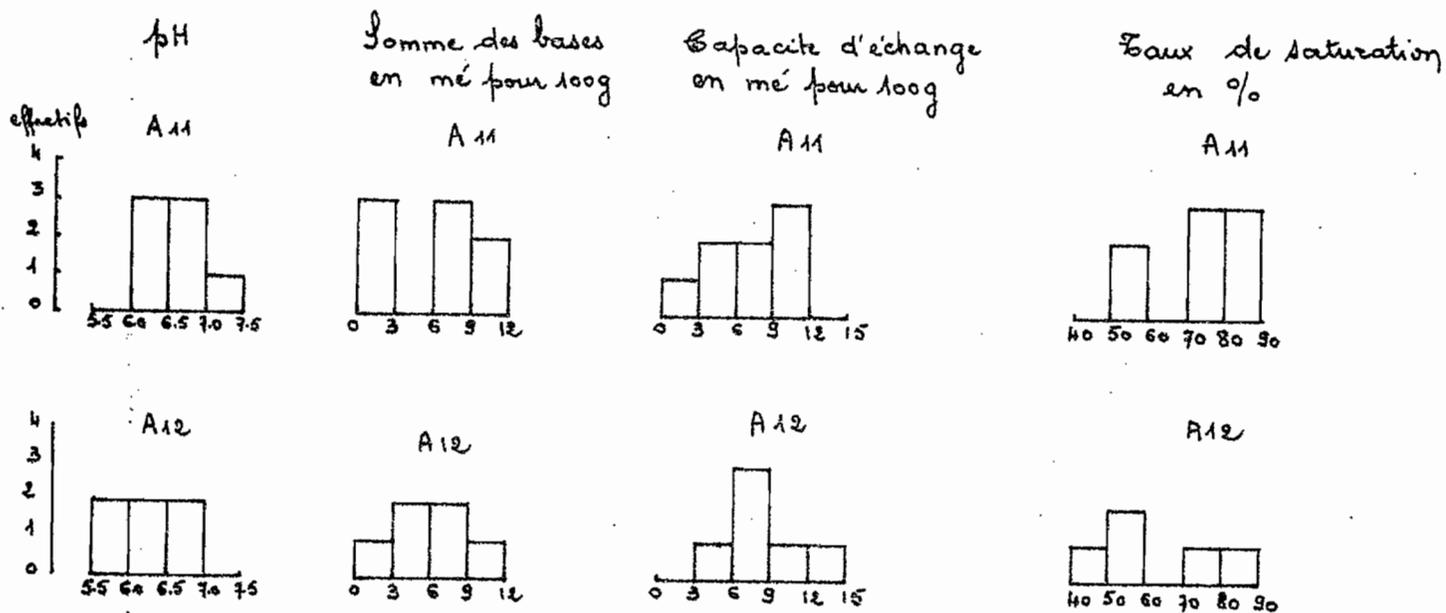
Les horizons superficiels sableux ont une capacité d'échange moyenne (de l'ordre de 5 méq/100 g.) mais les types très sableux en surface et pauvres en matière organique ont une faible capacité d'échange (inférieure à 3 mé.). Les apports de matière organique auront donc dans ces sols le double rôle d'améliorer la structure et la fixation des éléments fertilisants.

Les horizons de surface sablo-argileux à argilo-sableux, limono-argileux à argilo-limoneux ont une capacité d'échange bonne (9 à 11 méq pour 100 g.)

Les horizons  $A_{12}$  qui ont fait l'objet de déterminations analytiques ont une capacité d'échange le plus souvent bonne (6 à 13 méq/100 g.) et en tous cas moyenne (supérieure à 3 méq/100 g.).

Le taux de saturation est généralement assez élevé en surface (70 à 90 %) avec cependant quelques profils à taux de saturation moyen à assez faible (de l'ordre de 50 %).

fig. 4 Sols peu évolués hydromorphes  
 sur matériau gravillonnaire  
 Complexe absorbant.



Les horizons A<sub>12</sub> par contre accusent plus souvent des taux de saturation moyens (de l'ordre de 50 %) et même faibles (40 %).

Coorélativement les horizons A<sub>11</sub> accusent des pH faiblement acides (6 à 6,5) à neutres (6,5 à 7) où légèrement alcalins (7 à 7,5).

Les horizons A<sub>12</sub> marquent une certaine acidité par rapport aux horizons A<sub>11</sub> : pH moyennement acide (5,5 à 6) à neutre (6,5 à 7).

La somme des bases est faible dans les types sableux en surface (inférieure à 3 méq. pour 100 gr) conséquence de la faible capacité d'échange ; dans les autres types de sols elle est bonne (6 à 12 méq.). Dans les horizons A<sub>12</sub>, la somme des bases est très généralement moyenne (3 à 6 méq) ou bonne (6 à 12 méq).

En conclusion, la richesse minérale est faible dans les types sableux en surface, elle est moyenne à bonne dans les autres types.

#### 5.) La matière organique, l'azote et le phosphore :

En ce qui concerne les teneurs en matière organique des horizons de surface (horizons A<sub>11</sub>) ayant fait l'objet de déterminations analytiques (8 profils de sols), les sols se divisent en deux catégories :

a.) sols sableux en surface, avec des teneurs en matière organique faibles et moyennes (0,8 à 1,3 %).

b.) sols argilo-sableux, argileux, limono-argileux à argilo-limoneux en surface, avec des teneurs en matière organique moyennes et bonnes (1,3 à 2,9 %), les plus fortes teneurs semblant caractériser les sols limono-argileux à argilo-limoneux en surface.

Cette matière organique est généralement plus mal décomposée dans les types argilo-sableux, argileux, et notamment limono-argileux à argilo-limoneux en surface (rapport C/N de 12 à 21) que dans les types sableux en surface (C/N de 11 à 15). Aussi, les teneurs en azote ne sont pas proportionnelles aux teneurs en matière organique, elles sont faibles dans les types sableux en surface (N de l'ordre de 0,45 ‰), moyennes (0,5 à 0,8 ‰) et plus rarement assez bonnes (1 ‰) dans les types plus argileux en surface.

Les teneurs en phosphore total ( $P_2O_5$ ) ne suivent pas bien non plus les teneurs en matière organique : elles sont de l'ordre 0,2 % (faibles) à 0,5 % (assez bonnes) avec une nette dominance des teneurs faibles à moyennes (0,2 à 0,3 %).

Dans les profils où l'horizon A<sub>12</sub> (deuxième horizon humifère) a été prélevé, la matière organique s'y maintient à de bonnes valeurs par rapport à l'horizon A<sub>11</sub> correspondant (0,5 à 0,8 % dans les sableux en surface ; 0,8 à 2,0 % dans les types plus argileux en surface). Les teneurs en azote et phosphore ( $P_2O_5$  total) se maintiennent en A<sub>12</sub> à des valeurs assez proches de celles des horizons A<sub>11</sub>.

En conclusion il y a généralement déficience en phosphore dans l'ensemble de ces sols, tandis que la déficience en azote caractérise surtout les types sableux en surface.

Il ne faut pas oublier cependant que ces teneurs en matière organique, en azote et en phosphore dépendent du drainage externe et interne, de l'utilisation et de la végétation actuelles ou récentes du sol et que les chiffres donnés ici ne le sont qu'à titre indicatif.

La fertilité de ces sols en ce domaine, doit être en fait beaucoup plus variable .

#### 6.) Conclusion, utilisation :

Ces sols ont une fertilité physique souvent médiocre dont l'amélioration nécessite un labour avec amendement organique.

Les types essentiellement gravillonnaires dès la surface doivent être réservés à la culture de l'arachide et du mil Pennisetum. Ils ne conviendront à une culture rationnelle de coton que si la proportion de terre fine et l'alimentation en eau sont suffisantes. Les apports d'engrais doivent être fractionnés à cause des forts risques de lessivage.

En ce qui concerne la profondeur minima de sol, il semble que l'on doive reviser certaines données classiques. La plupart des plantes cultivées dont j'ai examiné le système racinaire (y compris le coton) semble exploiter au mieux 25 cm de sol à cause du travail du sol insuffisant, j'ai trouvé assez souvent des profondeurs de 10 à 15 cm. Il est certain que dans ces conditions

la plante n'exploite que la couche superficielle soumise à une dessiccation rapide et que les rendements sont limités principalement par le déficit d'alimentation en eau. Ce phénomène sera encore plus marqué dans les sols gravillonnaires où les horizons superficiels ont des propriétés physiques discontinues par rapport aux horizons gravillonnaires sous-jacents.

Avant de condamner ces sols pour les profondeurs parfois faibles, de matériaux exploitables par les racines, il faut d'abord permettre à ces dernières d'exploiter le peu de profondeur existant .

Etant donné que les types squelettiques n'ont pas été inclus dans ces sols, la plupart d'entre eux, sauf les types essentiellement gravillonnaires dès la surface doivent convenir à l'arachide, au sorgho, au coton (plantes réalisant une rotation correcte), moyennant les améliorations proposées à leurs caractéristiques qui sont mauvaises.

#### A. 2. Famille sur matériau caillouteux (parfois gravillonnaire) dérivé de pegmatites.

Cette famille de sols regroupe deux familles de "l'Etude pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge": les Sols peu Evolués mal drainés sur cailloux pegmatitiques et les Sols Hydromorphes à pseudogley d'ensemble à concrétions et taches sur gravillons et cailloux dans lesquels l'hydromorphie ne semble pas en réalité très intense, le concrétionnement qui y fait illusion est en réalité souvent induit principalement par la nature du matériau originel.

##### A. 2. 1. Séries des sols sur produit de démantèlement de pegmatites en place :

###### 1.) Morphologie :

Ces sols sont développés sur matériaux caillouteux de démantèlement de pegmatites, plus ou moins feldspathiques, quartzeux, ou micacés selon la nature de la roche-mère. L'hydromorphie faible, se traduit par la présence de quelques concrétions noires manganifères, elle peut aussi affecter l'horizon superficiel.

Le profil type comporte :

- un horizon superficiel sableux ou déjà graveleux de 20 cm environ, humifère pouvant être bien ou mal drainé.
- un horizon caillouteux constitué d'éléments pegmatitiques peu altérés avec parfois quelques concrétions manganifère noires, épaisseur variable.
- un horizon constitué de pegmatite en voie de démantèlement friable peu altéré.

La friabilité de la roche-mère en profondeur fait donc que ces sols sont assez profonds.

Ce sont en fait des sols à caractères régiques.

## 2.) Fertilité d'ensemble, utilisation.

Ce sont des sols trop grossiers sans grand intérêt agronomique. Cependant, le fait qu'ils soient constitués, de minéraux du granite dont certains comme les feldspaths et les micas peuvent s'hydrater en surface, peut améliorer la dynamique de l'eau et la nutrition des plantes. Lorsqu'ils sont sableux en surface on peut y cultiver l'arachide.

On y retrouve la déficience en phosphore.

### A. 2. 2. Séries des sols sur cailloux pegmatitiques plus ou moins gravillonnaires.

Le matériau original est un mélange de gravillons ferrugineux et de cailloux pegmatitiques (feldspaths et quartz) en proportions variables pouvant aller d'un matériau essentiellement gravillonnaire à un matériau essentiellement caillouteux. L'hydromorphie se traduit dans ce matériau par un concrétionnement plus ou moins intense manganifère et ferro-manganifère.

Exemple de profil sur matériau gravillonnaire et caillouteux (VO 10 à 14,1 km de la VOLTA sur la piste YAKAIA-LENGA TENKODOGO, description de D. AW).

- 0 - 17 cm : horizon brun faiblement humifère, sableux, structure non développée, cohésion moyenne, caillouteux en surface (enrichissement relatif) contient quelques gravillons et gros cailloux de quartz usés.
- 17 - 72 cm : horizon essentiellement gravillonnaire à cailloux de quartz très nombreux sur les 15 à 20 cm supérieurs avec des cailloux de feldspaths jaunis ; assez nombreuses concrétions ferromanganifères, l'ensemble est poreux et les éléments se libèrent facilement au piochon.
- 72 - 155 cm : Altération d'un granite à grains grossiers riche en quartz, par endroits faciès pegmatitique, en d'autres endroits faciès plus fin donnant un produit argileux.

Ce sont des sols où l'hydromorphie ne semble pas en réalité très intense, le concrétionnement qui fait illusion est en réalité souvent induit principalement par la nature du matériau originel.

Ces sols, cartographiés dans la région de LENGA où ils accompagnent des lithosols sur granite principalement, n'ont qu'un faible intérêt agronomique, parce que pauvres chimiquement dans les horizons gravillonnaires.

On y cultive l'arachide et un sorgho médiocre.

### A. 3. Famille sur matériau polyphasé graveleux et argilo-graveleux dérivé de granite.

#### A. 3. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance :

Ces sols sont liés aux granites porphyroïdes de la région de SAPAGHA - KOUPELA. Ils ne sont donc pas liés à une position topographique, mais à une roche.

Ils font partie des sols du complexe d'altération actuelle et à cet égard on peut trouver parfois en haut de pente des sols du complexe d'altération ancien (sols gravillonnaires, cuirasses...). La nature grossière du grain de granite a permis l'accumulation de matériau graveleux (marquant une surface d'érosion) au dessus du matériau d'altération de granite argilo-graveleux à tendance verticale.

Le matériau graveleux est toujours recouvert par une phase sableuse de faible épaisseur qui le masque et ne permet pas de donner de critères externes de reconnaissance d'après l'aspect superficiel du sol qui est souvent (et à priori paradoxalement) hydromorphe à très hydromorphe.

La végétation n'est guère spécifique de ces sols : c'est tantôt une très maigre savane parc à *Adansonia digitata* et *Sterculia setigera* ou *Faidherbia albida* ne se distinguant pas alors de la végétation des Vertisols Halomorphes voisins, tantôt la classique savane parc anthropique à *Butyrospermum Parkii* et *Parkia Biglobosa* avec cependant *Sterculia setigera*, *Lannea acida*.

### A. 3. 2. Morphologie :

Un exemple de morphologie type est donné par le profil VOB 65.

#### Profil V O B 65

Situation : sur la route de KOUPELA - SAPAGHA à ZORGHO, à 2,1 km de SAPAGHA (croisement avec la route de BOULSA) : large plaine à pente d'environ 1 à 2 %, profil à mi-pente. Le haut de pente est constitué par des sols gravillonnaires.

Quelques fines fentes de retrait à la surface du sol.

Végétation : Savane parc à *Butyrospermum Parkii* avec de nombreuses repousses de *Combretum glutinosum*, *Terminalia glaucescens*, (strate herbacée à *Ctenium elegans* avec *Cymbopogon species*).

#### Description :

0 - 14 cm : brun rouge clair 5 YR 6/3 ; faiblement humifère ; sableux un peu argileux à sables très grossiers ; structure massive ; cohésion d'ensemble forte : porosité uniquement tubulaire, d'origine biologique moyenne.

14 - 36 cm : brun jaune clair 10 YR 6/4 à aspect ségrégatif par taches plus jaunâtres ; sableux finement gravelo-argileux ; structure massive ; cohésion d'ensemble forte : porosité uniquement tubulaire bonne.

- 36 - 67 cm : rose 5 YR 7/3 à taches rouge clair mal délimitées, nombreuses et à concrétions ferro-manganifères à cortex rouge et à centre noir, de formes irrégulières, durcies, facilement cassables au piochon ; essentiellement graveleux à graviers de quartz, terre fine peu abondante, cohésion d'ensemble moyenne dans le haut (débit particulière), assez forte dans le bas (débit par éclats friables).
- 67 - 94 cm : assez identique au précédent mais sans concrétions ; plus riche en terre fine argilo-sableuse ; cohésion d'ensemble assez forte, débit par éclats assez friables avec quelques noyaux plus durcis, très nombreuses taches noires manganifères ou ferro-manganifères.
- 94 - 160 cm : brun très pâle 10 YR 7/3 ; argilo-graveleux à graviers de quartz ; structure prismatique assez peu développée en assemblage compact, nombreuses fines fentes de retrait tendant à former un réseau. On passe progressivement vers le bas au granite altéré où l'on distingue à partir de 143 cm des lamelles de biotite.

C'est un sol typiquement développé sur matériaux polyphasés : sur la surface d'érosion constituée par le granite porphyroïde altéré ou non (il a pu s'altérer par la suite) s'est déposée une phase d'apport graveleuse recouverte ensuite par une phase sableuse. Le concrétionnement du troisième horizon est essentiellement lié à la nature grossière du matériau originel.

Il peut y avoir adjonction d'une phase d'apport gravillonnaire ou (et) mélange de gravillons et de cailloux de quartz à la phase graveleuse.

Le recouvrement superficiel peut être sablo-argileux.

#### A. 3. 3. Fertilité et utilisation :

Ces sols d'un intérêt agronomique très médiocre n'ont pas fait l'objet de déterminations analytiques concernant leur fertilité. Celle-ci sera donc étudiée d'après la morphologie des sols.

1.) La texture :

La texture de ces sols les rapproche de ceux de la famille précédente.

La texture sableuse en surface et la pauvreté en matière organique en font des sols chimiquement pauvres.

La présence d'un niveau graveleux sous un niveau sableux de faible épaisseur rend l'alimentation en eau de ce dernier, à partir de la profondeur, déficiente.

2.) La structure, la porosité :

La structure massive en surface avec une cohésion d'ensemble forte, en fait des sols mal aérés en surface malgré leur texture sableuse à sables grossiers, s'engorgeant facilement.

Ces sols sont donc caractérisés par une fertilité physique et chimique médiocres à mauvaises.

3.) Utilisation :

On peut y cultiver l'arachide et un sorgho médiocres et aléatoires.

A. 4. Famille sur matériau sableux à niveau grossier reposant sur granite.

A. 4. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance :

Ces sols sont constamment liés aux affleurements de granite plus ou moins nombreux. Dans les régions où ils ont été cartographiés, ils ont été mis en complexe avec des lithosols sur granite, mais il y existent aussi des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux dont on ne peut les différencier par des critères externes de reconnaissance.

Dans la région de HERIBA, ces sols sont développés dans une plaine ondulée, constituée de larges buttes très aplaties aux pentes d'environ 2 à 3 %, avec de nombreux affleurements de granite. Ce modelé est généralement plus plat pour les sols ferrugineux tropicaux remaniés qui reposent souvent à faible profondeur sur une cuirasse ferrugineuse.

Dans la région de IBOGO ce modelé disparaît, quelques sols Halomorphes qui n'ont pas été cartographiés, y sont associés aux sols peu évolués et aux affleurements de granite. Ils se distinguent généralement par une position topographique plus basse et par une végétation à *Acacia gourmensis*, *Acacia seyal*, *Sterculia setigera* .... cependant pas toujours spécifique de ces sols par rapport aux sols peu évolués.

#### A. 4. 2. Morphologie :

##### 1.) Séries de HERIBA.

Le matériau originel est typiquement sableux en surface et gravillonnaire en profondeur. Les gravillons (ferrugineux) peuvent être mêlés à des graviers et cailloux de quartz et de feldspaths ou même être totalement remplacés par ces derniers, la manifestation des phénomènes d'hydromorphie est alors parfois moins intense. Il repose le plus communément sur le granite ou le gneiss peu ou pas altéré. Le concrétionnement est plus ou moins intense dans le matériau gravillonnaire et dans les cas de faibles intensités il semble déterminé surtout par la nature du matériau originel.

Exemple de profil à faible concrétionnement. (VY 47 à 20,1 km de ZABRE sur la piste de ZIOUN-YAKALA) :

- 0 - 20 cm : Horizon gris beige faiblement humifère, texture sableuse faiblement argileuse à sables grossiers ; structure peu développée à tendance particulaire, cohésion d'ensemble faible à moyenne ; porosité tubulaire moyenne.
- 20 - 35 cm : Horizon beige à beige ocre ; ne paraissant pas humifère ; texture sableuse peu argileuse ; structure non développée, cohésion plus forte que précédemment, porosité tubulaire moyenne.
- 35 - 75 cm : Horizon essentiellement graveleux, gravillonnaire et caillouteux à terre fine gris blanchâtre, avec des éléments de roches ferruginisées en surface, quelques concrétions ferromanganifères vers la base, horizon sans cohésion.
- 75 - 140 cm : Gneiss à dominance de biotite peu altérée ; structure à tendance prismatique dans la partie supérieure plus altérée.

L'horizon gravillonnaire peut être intensément concrétionné ou tendre à la carapace par une intense imprégnation ferrugineuse. Le mauvais drainage est parfois assez bien prononcé en surface.

## 2.) Séries de IBOGO :

Le matériau originel est ici dérivé de granite à grains grossiers. Le niveau grossier n'est pas aussi bien individualisé que précédemment et n'est pas constitué de gravillons ferrugineux. C'est tout le matériau qui est plus ou moins graveleux.

### Exemple de morphologie type.

#### Profil VN 88

Situé à 5,4 km de la piste IBOGO-BOUEMA, sur la piste boussole 354°, partant de cette première à 4,5 km du marché de BOUEMA ; zone plane à affleurements de granite :

- 0 - 17 cm : gris brun clair ; humifère ; sableux un peu argileux à graviers de quartz ; structure massive à cohésion moyenne à assez forte.
- 17 - 33 cm : horizon brun jaune grisâtre ; encore humifère : sablo-argilo-graveleux à nombreux graviers de feldspath ; quelques concrétions noires manganifères ; structure massive à cohésion moyenne à assez forte.
- 33 - 45 cm : granite à grains grossiers friable (matériau graveleux) en voie d'altération avec des zones brunâtres identiques à l'horizon précédent.
- 45 - 60 cm : granite à grains grossiers friable essentiellement feldspathique peu altéré.

### A. 4. 3. Fertilité et utilisation :

Ces sols ont une fertilité chimique médiocre et d'autant plus qu'ils ont été exploités, comme dans la région de HERIBA. Teneurs en matière organique et corrélativement capacité d'échange et somme des bases échangeables sont faibles.

Leur texture sableuse ne les préserve pas des caractéristiques physiques médiocres dues au mauvais drainage, d'origine topographique en surface, et par arrêt des eaux de drainage sur le granite en profondeur.

Ce mauvais drainage leur permet cependant d'avoir un stock d'eau que ne leur permettrait pas leur capacité de stockage intrinsèque; cependant ils risquent d'être secs en année déficitaire.

Les horizons grossiers ne sont pas souvent bien engorgés et sont exploitables par les racines.

Leur pauvreté chimique font qu'ils ne conviennent pas au coton.

Ils doivent être réservés au sorgho (grâce à la pluviométrie assez élevée de ces zones) et à l'arachide. Ils ont un besoin impérieux du relèvement de la fertilité chimique par apports d'engrais minéraux et organiques. Leur mauvaise structure nécessite un travail du sol avec des amendements organiques.

Ces sols associés à des affleurements de granites plus ou moins nombreux selon les régions, occupent de grandes superficies dans le Bassin Versant de la Volta Blanche : régions de HERIBA, au sud de BAGRE et au nord-est de YAKALA.

Certaines de ces régions comme celle de HERIBA sont très cultivées. Dans la région de IBOGO, les lithosols sur granites sont largement représentés et on a des zones presque entièrement lithosoliques.

#### A. 5. Famille sur matériaux alluviaux sablo-limoneux à limoneux.

##### A. 5. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance :

Le matériau originel est en fait sableux, sablo-limoneux ou limoneux.

Cette famille de sols est localisée dans les lambeaux de plaine de remblaiement aval des Voltas Blanche et Rouge<sup>et</sup> de leurs affluents les plus importants. Ces rivières serpentent dans cette plaine de remblaiement en venant butter dans les convexités de leur courbe contre la pénélaine.

Elles entaillent actuellement, de façon particulièrement spectaculaire, ces remblais sableux à limoneux et s'y encaissent souvent de 4 m ou plus. Il y a décantation argileuse vers l'amont, dans les bras morts qui parsèment ces remblais.

#### A. 5. 2. Morphologie :

Il ne s'agit jamais d'hydromorphie d'inondation, mais d'un engorgement généralement de faible intensité. La ségrégation ferrugineuse et manganifère est assez diffuse.

#### Exemple de morphologie type : Profil V N 26.

Situation : sur la piste de NIAOGO à GARANGO, 600 m après la traversée de la Volta, plaine alluviale où la Volta s'encaisse actuellement d'environ 4 m.

Végétation : Savane à Ficus sp. ; repousses de Borassus (rônier) , Faidherbia albida, Bauhinia sp. ; strate herbacée à Imperata cylindricum et Schizachirium sp.

#### Description :

- 0 - 33 cm : Horizon brunâtre avec des taches imprécises brun rouille, nombreuses parfois à tendance ocre et quelques fines taches noirâtres, paraît peu humifère ; texture limoneuse, structure peu développée à tendance prismatique, cohésion forte.
- 33 - 95 cm : Couleur constituée de taches brun noirâtre nombreuses imprécises et de petites plages beige clair sur un fond jaune brun, ou de taches ocre brunâtre et beige clair, structure prismatique assez peu développée, cohésion forte.
- 95 - 140 cm : sables fins fluviatiles à fines paillettes de mica, beige avec des plaques plus claires ou plus ocre et quelques taches brun noirâtre, cohésion faible.

### A. 5. 3. Fertilité et Utilisation :

Ces sols ont une fertilité moyenne à bonne :

- la somme des bases échangeables est moyenne à bonne sur l'ensemble du profil (4 à 12 méq. pour 100 gr de terre) et reste bonne en surface (supérieure à 6 méq. pour 100 g. de terre).
- les sols sont bien pourvus en minéraux de réserves.
- le pH se maintient souvent le long du profil à de bonnes valeurs (6,2 à 6,9), il peut cependant marquer un abaissement en profondeur dans certains profils.
- les teneurs en matière organique sont généralement moyennes (de l'ordre de 1,3 %).
- les teneurs en phosphore et en potassium sont variables et vont de bonnes à faibles.

Ils sont utilisés dans la région de NIAOGO et avec un très grand succès dans la culture de l'oignon qui demanderait donc à y être développée.

Nombre d'entre eux conviennent bien aux spéculations fruitières : agrumes et bananiers, mais il faut alors choisir des endroits où la rivière garde l'eau toute l'année.

Ils ont cependant peu d'extension en largeur et ne peuvent être utilisés que dans le cadre d'exploitation familiale.

### A. 6. Famille sur arène granitique graveleuse.

#### A. 6. 1. Critères externes de reconnaissance :

Ces sols sont liés aux affleurements de granite porphyroïde des régions de SAWANA, NOBERE, YARSE-PIGA.

Ils sont le plus souvent caractérisés par un épandage de graviers de quartz (et de feldspath) en surface (aspect de la surface du sol graveleux) avec de nombreux affleurements de granite porphyroïde. Les sols à pseudogley hérité sur arène granitique graveleuse qui leur sont associés s'en distinguent généralement par des affleurements de granite plus rares,

un recouvrement sableux superficiel ou au contraire la mise à nu du matériau à taches ferrugineuses rouges. Lorsque ce matériau est concrétionné les fousseurs du sol remontent à la surface des tas de concrétions ferrugineuses.

Mais il n'y a pas de critères topographiques spécifiques de reconnaissance. Ces deux types de sols sont parfois bien imbriqués, parfois des zones cuirassées dominent les affleurements de granite et les sols peu évolués.

#### A. 6. 2. Morphologie :

Le matériau originel graveleux est issu de l'arénitisation de granites porphyroïdes. Il est plus ou moins quartzeux ou feldspathiques selon la nature de la roche-mère.

L'intensité de la manifestation des phénomènes d'hydromorphie (qui n'est pas le reflet ici de l'intensité de l'hydromorphie elle-même, le concrétionnement étant surtout lié à la nature du matériau originel) est très variable et va de faible à très intense.

En effet l'hydromorphie actuelle ne semble pas très prononcée dans ces sols, la ségrégation ferrugineuse lorsqu'elle devient intense semble devoir être d'origine ancienne (on passe aux sols à pseudogley hérité) ; le concrétionnement est essentiellement du type manganifère et parfois de très faible intensité.

Exemple de morphologie type : Profil V S 34.

Situation : sur la piste de SABOURI-NAKOMTENGA à la Volta Blanche au km 2,5 ; zone plane à nombreux affleurements de granite passant sans aucune variation de topographie à une zone à affleurements de cuirasse 200 m après.

Végétation : savane park à *Butyrospermum Parkii*, strate arbustive à *Bauhinia* strate arbustive à *Bauhinia* sp.

Description :

O - 21 : gris brun à brun gris ; humifère ; sablo-graveleux (petits graviers de quartz) un peu argileux ; structure massive à cohésion forte ; porosité faible.

- 21 - 59 cm : horizon brun jaune ; matière organique difficilement appréciable ; essentiellement constitué de gros graviers de quartz et de feldspath, terre fine rare argileuse (arénitisation d'un granite porphyroïde) ; cohésion d'ensemble faible ; présence de nombreuses concrétions noires manganifères (ou ferro-manganifères).
- 59 - 105 cm : beige à taches rouges parfois noires au centre nombreuses dans le bas ; texture identique à celle du précédent ; cohésion d'ensemble un peu plus forte surtout dans le bas.
- 105 - 120 cm : granite porphyroïde à micas encore peu altérés, riche en feldspath et en quartz.

Le concrétionnement manganifère peut être beaucoup moins intense, mais aussi plus intense et soudant alors les graviers. La ségrégation ferrugineuse peut paraître plus intense (imprégnation ferrugineuse des feldspaths).

#### A. 6. 3. Fertilité et utilisation :

Au point de vue physique ces sols ont l'inconvénient d'être graveleux et par conséquent d'avoir une économie de l'eau déficitaire en surface. L'évaporation assèche très rapidement la surface du sol et les semis devront être tardifs et effectués lorsque la saison des pluies sera assez bien installée.

Au point de vue chimique, la fertilité dépend de la nature du matériau originel qui peut être plus ou moins quartzeux et plus ou moins feldspathique, les matériaux plus feldspathiques, étant plus intéressants tant au point de vue économie de l'eau qu'au point de vue richesse chimique : en effet la nutrition des plantes peut s'améliorer à la surface des grains de feldspath en voie d'altération. Ces cristaux de feldspaths s'écrasent au passage à la broyeuse mécanique ce qui contribue à donner une idée fautive du pourcentage de terre fine qui en réalité est très faible ici. Les matériaux essentiellement siliceux seront très pauvres chimiquement. Ces sols devront être, en cas d'utilisation, réservés à l'arachide qui devrait s'y plaire en année régulièrement pluvieuse, mais l'irrégularité de la répartition des pluies rendra la récolte aléatoire.

Le pH et le taux de saturation sont généralement corrects mais c'est la terre fine qui fait défaut.

A. 7. Famille sur argile verticale à recouvrement gravillonnaire.

A. 7. 1. Critères externes de reconnaissance :

Il n'y a pas pour ces sols de critères externes de reconnaissance. L'argile verticale est située à trop grande profondeur pour qu'elle ait une influence visible superficiellement.

Les types gravillonnaires dès la surface ne peuvent être différenciés à priori des sols gravillonnaires sur cuirasses et carapaces.

A. 7. 2. Morphologie :

Dans cette famille de sols en fait hétérogène, le matériau gravillonnaire peut porter des recouvrements variés sableux à argilo-sableux parfois polyphasés, et repose toujours sur une argile verticale (à caractères de vertisols).

L'engorgement est donc constamment bien marqué dans ces sols en profondeur.

L'hydromorphie se traduit dans le matériau gravillonnaire par la formation de "concrétions" ferro-manganifères (soudure de gravillons le plus souvent par des taches manganifères noir bleuté, mais aussi par des taches ferrugineuses), de taches et de concrétions noires manganifères et de taches ferrugineuses.

Ces sols se rapprochent donc des vertisols à recouvrements gravillonnaires, mais ici, le matériau gravillonnaire est beaucoup plus épais ou porte des recouvrements beaucoup plus épais (plus de 40 à 50 cm).

Nous distinguerons ici des sols :

- sans recouvrement (il s'agit des recouvrements du matériau gravillonnaire).
- à recouvrements sableux.
- à recouvrements sableux à sablo-argileux.
- à recouvrements épais polyphasés sableux à sablo-argileux puis argilo-sableux.

Les 3 premiers ne se distinguent que par la nature des recouvrements qui sont généralement peu épais.

Donnons un exemple de profil dans les sols sans recouvrements  
(VK5 à 5,2 km de WADA sur la piste de KARAKOULE) :

- 0 - 16 cm : brun humifère, devenant brun gris et plus humifère par endroits ; essentiellement gravillonnaire, sauf par endroits argileux à gravillons ferrugineux ; nombreuses "concrétions" ferromanganifères qui sont en réalité la soudure de gravillons ferrugineux par des taches noir-bleuté manganifères durcies ; horizon meuble dont les éléments constitutifs se libèrent très facilement au piochon ; cohésion faible, devenant cependant moyenne par endroits avec alors un débit par éclats se réduisant en polyèdres grossiers ; bonne porosité, nombreuses racines de graminées ; quelques cailloux de quartz.
- 16 - 45 cm : Horizon rouge (H 38 : 2,5 YR 4/6)\* paraissant très peu humifère, essentiellement gravillonnaire à gravillons recouverts d'une pellicule rouge (H 38), à nombreuses concrétions noires manganifères et à taches rouille ; horizon assez meuble d'où les éléments constitutifs se libèrent facilement au piochon ; terre fine rare argileuse ; quelques cailloux de quartz.
- 45 - 84 cm : Horizon gris blanchâtre à taches ocre, à concrétions noires manganifères ; argilo-gravillonnaire ; cohésion moyenne au sommet avec alors une structure polyédrique moyenne à fine ; plus durci dans le bas mais aussi moins riche en gravillons avec une structure prismatique moyenne à sous structure polyédrique grossière, quelques cailloux de quartz et de granite.
- 84 - 126 cm : Horizon olive pâle (E 83 : 5 Y 6/4) très argileux, structure prismatique moyenne très bien développée par de nombreuses fentes de dessiccation verticales de 1 à 2 cm de large, par endroits les faces verticales des prismes sont patinées luisantes ; cet horizon remonte par endroits jusqu'à 45 cm, la structure est alors prismatique aplatie tendant à la plaque à larges faces de décollement obliques et magnifiquement patinées, ou structure en larges plaques patinées à surstructure prismatique moyenne à grossière ; nombreuses concrétions.

---

(1) \* Couleurs au Code expolaire traduit en code Munsell.

noires manganifères ; quelques taches gris blanchâtre, quelques gravillons et fines lamelles de mica,

L'horizon s'éclaircit vers sa base et passe à un granite altéré.

Le néoconcrétionnement peut être beaucoup plus intense donnant alors de grosses concrétions ferromanganifères à cortex durci bien différencié.

Les sols à recouvrements sableux à sablo-argileux peuvent comporter :

- un horizon superficiel sableux peu épais ; brun, reposant sur les gravillons.
- un apport superficiel sableux plus épais environ 25 cm différencié alors en 2 horizons humifères , de couleur variable brun à gris, avec ou sans taches ferrugineuses mais à cohésion toujours forte à assez forte, et reposant sur le matériau gravillonnaire; le 1er horizon peut être sableux et le 2ème sablo-argileux.

Les sols à recouvrements épais polyphasés sableux à sablo-argileux puis argilo-sableux comportent :

- un horizon superficiel de 20 cm environ gris à brun gris, structure à tendance prismatique, cohésion forte.
- un ou deux horizons argilo-sableux (20 à 40 cm environ) brunâtre à taches ocre, structure peu développée, cohésion forte.
- le matériau gravillonnaire ou un matériau argilo-gravillonnaire à néoconcrétionnement.
- un horizon argileux vertique.

#### A. 7. 3. Fertilité et utilisation :

Les séries sont variées et n'ont pas les mêmes caractéristiques de fertilité et d'utilisation.

##### a.) Sols sans recouvrements :

La terre fine possède une fertilité chimique moyenne à bonne, tout dépendra donc de la proportion de cette terre fine par rapport aux gravillons et de la profondeur du niveau d'engorgement qui est faible en position basse.

Ces sols ont cependant l'avantage de présenter une bonne porosité d'ensemble grâce à la présence des gravillons, et les phénomènes de mauvais drainage dans ces matériaux, lorsqu'ils ne sont très prononcés contribuent plutôt à améliorer l'alimentation en eau d'horizons qui sans cela risqueraient d'être trop secs. Grâce au climat humide en saison des pluies ils conviendront bien à la culture, mais le problème du semis et de la levée, du végétation de la plantule au début de la saison des pluies sera difficile.

Ces sols doivent être réservés à l'arachide particulièrement à l'arachide de bouche qui devrait bien s'y plaire et au sorgho. Le coton y viendra si la proportion d'éléments fins est correcte, si la fertilité est maintenue par des apports de matière organique et aussi si le niveau d'engorgement prononcé est assez profond.

b.) Sols à recouvrements sableux à sablo-argileux :

Ces sols lorsqu'ils ne sont pas en position basse, bénéficient pour les apports sableux à sablo-argileux posés sur les horizons gravillonnaires, d'un assez bon drainage.

La fertilité de ces horizons supérieurs grâce au milieu vertique environnant est moyenne à bonne. Il faut surtout y maintenir le stock organique.

Ces sols conviennent aussi parfaitement à l'arachide. Nous ne les conseillons pour le coton que si la proportion en éléments fins des niveaux gravillonnaires et par conséquent leur fertilité est correcte. L'engorgement prononcé à la base des horizons gravillonnaires au contact avec les argiles vertiques interdit l'exploitation de cette zone par les racines mais par contre peut contribuer à une alimentation en eau correcte des niveaux gravillonnaires.

Ils peuvent convenir aussi au sorgho. La discontinuité de nature entre les horizons sableux et l'horizon gravillonnaire semble devoir protéger ce dernier d'une dessiccation rapide, mais les premiers peuvent subir une dessiccation prononcée en période de sécheresse. Il faudra donc que le système racinaire puisse atteindre l'horizon gravillonnaire (travail du sol). Ceci n'est pas possible quand les apports sableux à sablo-argileux seront épais mais dans ce cas leur dessiccation rapide est moins à craindre.

c.) Sols à recouvrements épais sableux à sablo-argileux puis argilo-sableux.

Ces sols sont beaucoup moins répandus que les précédents, ils se développent dans la plaine située sur la rive gauche de la Volta Blanche à l'Est de YAKALA et sur la rive gauche de la Volta Rouge dans la région de ZABRE?

Ce sont des sols typiquement mal drainés à mauvaises caractéristiques physiques convenant très mal au coton mais qui peuvent avec un travail du sol convenir au sorgho principalement.

La fertilité chimique (cf profil VG 70) semble devoir être assez bonne.

A. 8. Famille sur matériau argilo-sableux dérivé de granite :

A. 8. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance.

Ces sols ont été cartographiés en unité pure dans le quart sud-est de la feuille de TENKODOGO. En fait ils y sont associés à quelques Vertisols halomorphes dont ils ne se différencient par aucun critère externe, d'autant plus que les matériaux superficiels des deux types de sols ont des caractéristiques très voisines et que leur utilisation est alors assez identique.

Par ailleurs, toujours dans le quart sud-est de la feuille de TENKODOGO, ils sont associés aux Vertisols halomorphes à l'ouest de TENKODOGO.

A. 8. 2. Morphologie :

1.) Profil type : V O C 27

Situation : sur la piste de TENKODOGO à OUARGAYE, au km 13,6 (départ devant le Cercle de TENKODOGO); plaine à pente d'environ 2 %, profil vers le tiers supérieur de la pente ; assez nombreux affleurements de granite.

Végétation : Savane parc anthropique à *Butyrospermum Parkii*, champ de sorgho sur buttes.

Description :

- 0 - 20 cm : brun rouge 2,5 YR 5/2 (rouge faible) ; humifère , sableux ; structure prismatique et très large, souvent bien à assez bien développée, par endroits peu développée ; cohésion des blocs forte ; porosité uniquement tubulaire d'origine biologique bonne.
- 20 - 41 cm : brun rouge moins gris et moins humifère que précédemment, 5 YR 5/3 ; sablo-argileux ; structure, cohésion et porosité identiques.
- 41 - 90 cm : brun jaune clair 10 YR 6/3,5 ; ne paraît pas humifère ; argileux ; structure, tantôt prismatique large comme dans les horizons précédents, tantôt prismatique plus petite mais mal définie parce que l'horizon est très humide et presque malléable, présence vers le bas de recouvrements de sables fins blanchis par petites taches sur les faces des agrégats ; cohésion des agrégats forte à sec ; très bonne porosité tubulaire devenant par endroits excellente et grossière.
- 90 - 130 cm : essentiellement constitué de gros graviers de quartz avec de très nombreux cailloux de quartz et des éléments ferrugineux de la taille de gros graviers, de formes irrégulières, très durcis, à cassure rouge foncé, paraissant devoir être allochtones ; dans les cinq premiers centimètres présence de très nombreuses petites concrétions noires manganifères de formes irrégulières , disparaissant ensuite, dans le reste de l'horizon ; terre fine rare ; horizon tassé.
- 130 - 140 cm : gris rosé 5.YR 7/2 à quelques taches jaunes parfois pâles ; parfois très nombreuses ; argilo-graveleux à gravelo-argileux (graviers de quartz et de feldspath) ; compact, humide à structure inappréciable ; produit d'altération d'un granite porphyroïde à tendance pegmatitique par endroits.

## 2.) Variations principales autour de cette morphologie type :

### 2. 1. - Couleur :

Horizon de surface à couleur, brun rouge plus foncé (5 YR 4/4) ou brun jaune plus foncé (10 YR 4,5/4) notamment pour les types sablo-argileux à argilo-sableux en surface.

### 2. 2. - Texture et structure :

a.) sols sablo-argileux à argilo-sableux dès la surface (0 à 18 - 20 cm) avec horizon sous-jacent (18 - 20 à 45 - 65 cm) à structure prismatique moyenne et grossière moyennement développée à bien développée selon les profils.

b.) horizon d'altération de granite à la base du profil à texture argileuse et parfois à caractères très vertiques.

### 2. 3. - Position et nature du niveau grossier : niveau

grossier

- plus ou moins riche en gravillons ferrugineux, parfois essentiellement gravillonnaire avec quelques cailloux de quartz.
- plus riche en concrétions manganifères noires.
- situé à une profondeur variable : 45 à 90 cm (extrême 135 cm).

### 2. 4. - Hydromorphie :

Les manifestations de l'hydromorphie sont plus prononcées sur l'ensemble du profil :

- aspect ségrégatif dès la surface (ou même parfois ségrégation ferrugineuse par taches rouille assez nombreuses).
- taches jaunes mal délimitées ou ocre diffuses dès 20 cm de profondeur.
- passage à des sols typiquement hydromorphes à pseudogley d'ensemble : nombreuses taches noires bien individualisées en concrétions dans le haut avec très nombreuses taches rouille et jaune dès 18 cm de profondeur.
- horizon très tacheté à la base du profil : taches rouille noires au centre très nombreuses tendant à s'anastomoser.

A. 8. 3. Les éléments de la fertilité :

1.) La texture :

Elle est variable dans les horizons de surface ; sableuse, sablo-argileuse, argilo-sableuse.

Dans les types sableux en surface sur environ 20 cm, la fertilité dépendra du stock organique et de la fertilisation minérale qui sera apportée mais avec une acuité moins grande que dans des sols du complexe d'altération kaolinique. En effet les sables sont souvent constitués ici de matériaux frais arrachés aux granites et contenant des proportions plus ou moins importantes de feldspaths qui peuvent améliorer par leur altération la nutrition minérale des plantes.

2.) Structure, cohésion :

La structure est typiquement du type prismatique grossière à large en surface et sur une assez grande profondeur avec une cohésion des blocs forte.

Elle reste toujours prismatique grossière à large en surface mais peut devenir prismatique moyenne ou grossière en profondeur.

Dans tous les cas la structure est donc défavorable en surface et un ameublissement du sol permettant une meilleure pénétration des racines sera nécessaire.

L'épaisseur des horizons humifères  $A_{11}$  superficiels est généralement de l'ordre de 20 cm, un labour de 20 cm pourra donc être généralement pratiqué même s'il n'est pas accompagné d'apports de matière organique.

Les stabilités structurales (fig. n° 5 ) des horizons de surface ( $A_{11}$ ) se partagent entre les valeurs moyennes et médiocres (les valeurs mauvaises semblent dues à une erreur sur le coefficient de percolation K).

La stabilité de l'ameublissement obtenu par le labour sera donc moyenne à médiocre et on aura avantage à l'augmenter par des amendements organiques.

3.) Porosité : (fig. n° 6 )

Les horizons de surface se partagent entre la zone sans asphyxie (bonne macroporosité) et la zone à asphyxie partielle (macroporosité médiocre), alors que les horizons qui leur sont sous-jacents se parta-

gent entre la zone à asphyxie partielle et la zone à asphyxie totale (mauvaise macroporosité).

Par ailleurs la déficience du drainage interne et externe maintient ces sols, en saison des pluies, à des humidités supérieures à l'humidité équivalente, réduisant ainsi la capacité pour l'air. D'autre part, la porosité est surtout d'origine biologique en surface, elle peut se dégrader avec la culture et surtout elle est plus discontinue qu'une porosité due aux agrégats.

En conclusion on peut considérer ces sols comme ayant une faible capacité effective pour l'air, ce qui rend le labour nécessaire ou mieux un billonnage qui améliorerait le drainage.

#### 4. ) L'eau utile :

Les horizons de surface sableux ont des teneurs en eau utile faibles (inférieurs à 5 %), tandis que ceux qui sont argilo-sableux ou sablo-argileux ont des teneurs en eau utile moyennes (5 à 6 %). Dans les deuxièmes horizons les teneurs en eau utile se partagent encore entre les valeurs faibles (3 à 4 %) et moyennes (5 à 6 %).

Mais cette notion intrinsèque d'eau utile ne joue pas en saison des pluies pour des sols dans lesquels il faut plutôt lutter contre l'excès d'eau. Elle ne peut jouer que lorsqu'en début de saison de pluie seuls les horizons superficiels sont humides et que leurs réserves d'eau assurent la germination des graines et la survie de la plantule.

#### 5.) La matière organique et l'azote (fig. n° 7 )

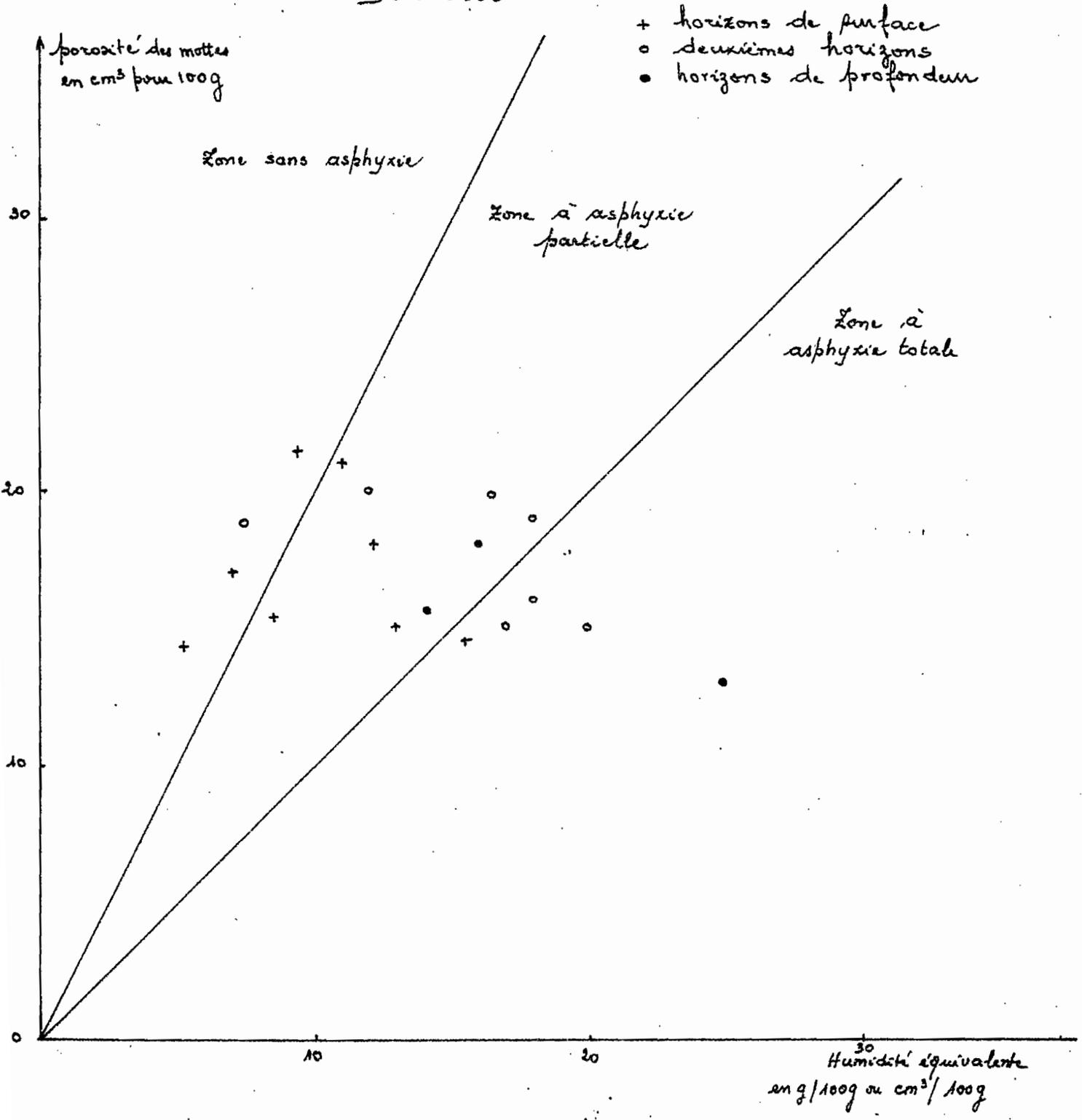
Les teneurs en matière organique des horizons de surface sont variables et se partagent entre des valeurs moyennes à faibles (0,7 à 1 %), moyennes (1 à 2 %), et même bonnes (supérieures à 2 %).

Ces teneurs s'abaissent rapidement dans les horizons sous-jacents où elles se maintiennent à des valeurs très faibles (0,1 à 0,7 %) et faibles à moyennes (0,7 à 1 %).

La matière organique est donc mal répartie en profondeur. Dans les horizons de surface, les rapports C/N sont variables (10 à 16) avec cependant une forte prépondérance des valeurs comprises entre 10 et 14, ce qui indique



Fig. 6. Sols peu évolués hydromorphes sur matériau argilo-sableux dérivé de granite.  
Porosité



une matière organique assez bien évoluée dans l'ensemble malgré le mauvais drainage. Mais le taux d'humification (matières humiques totales extraites au pyrophosphate de sodium) est faible 19 à 23 %, et cela indiquerait plutôt une matière organique assez peu évoluée.

Dans le deuxième horizon, les rapports C/N s'abaissent brusquement dans presque tous les profils, ils oscillent essentiellement entre 11 et 5, ce qui indique une matière organique très bien évoluée, mais paradoxalement le taux d'humification (9 - 19 %) s'abaisse le plus souvent par rapport aux horizons de surface.

Les teneurs en azote des horizons de surface sont moyennes dans l'ensemble (0,5 à 0,7 ‰) ou moyennes ou assez bonnes (0,7 à 0,9 ‰), elles s'abaissent brusquement dans les horizons sous-jacents où elles sont essentiellement comprises entre 0,4 et 0,5 ‰.

La fertilité actuelle en ce qui concerne l'azote (et la matière organique qui donne de l'azote par sa décomposition) est donc assez moyenne et ne se maintiendra que grâce à des apports.

#### 6. ) Le phosphore :

Les horizons de surface se partagent entre les teneurs en  $P_2O_5$  moyennes à faibles (0,2 à 0,3 ‰), et moyennes (0,3 à 0,4 ‰).

#### 7. ) La richesse minérale : complexe absorbant (fig. 7)

pH : Le complexe absorbant est faiblement acide (pH 6,0 à 6,5) à neutre (pH 6,5 à 7,0) en surface (horizons  $A_{11}$ ). Ces valeurs de pH se maintiennent généralement jusqu'à la base du profil où le pH devient faiblement alcalin à franchement alcalin (pH 7,3 à 8,5). Cependant certains profils accusent une baisse de pH dans les horizons  $A_{12}$  (pH 5,7 à 5,9).

Capacité d'échange : Les types sableux en surface accusent une capacité d'échange plus faible en surface.

Dans les horizons de surface, la capacité d'échange est moyenne (3 à 6 méq pour 100 g : type sableux) ou bonne (6 - 12 méq. pour 100 g).

Dans les horizons  $A_{12}$ , la capacité d'échange s'améliore à cause de l'augmentation de la teneur en argile, elle est le plus souvent bonne (6 à 12 méq.).

En profondeur, elle accuse toujours des valeurs bonnes à très bonnes (6 à plus de 20 méq. pour 100 g.) qui sont dues à l'augmentation de la teneur en argile et à la présence d'une proportion notable de montmorillonite.

Taux de saturation : corrélativement aux valeurs du pH, le complexe absorbant est assez bien à bien saturé en surface (taux de saturation de 70 à 90 %). Ces taux de saturation se maintiennent en  $A_{12}$  malgré la baisse de pH dans quelques profils (relation pH - taux de saturation plus lâche).

En profondeur le complexe absorbant est bien saturé (taux de saturation supérieur à 80 %).

Somme des bases (ou cations) échangeables : La somme des bases est moyenne (3 à 6 méq pour 100 g) et bonne (6 à 9 méq) en surface, certains horizons très sableux et à teneurs en matière organique seulement moyennes peuvent accuser cependant des teneurs faibles (inférieures à 3 méq.).

Dans les horizons sous-jacents  $A_{12}$ , la somme des bases est bonne (6 à 12 méq.), elle peut rester moyenne dans les types encore sableux (3 à 6 méq.).

En profondeur, elle est bonne à très bonne (6 à plus de 20 méq. pour 100 g).

#### 8. ) Conclusion, utilisation :

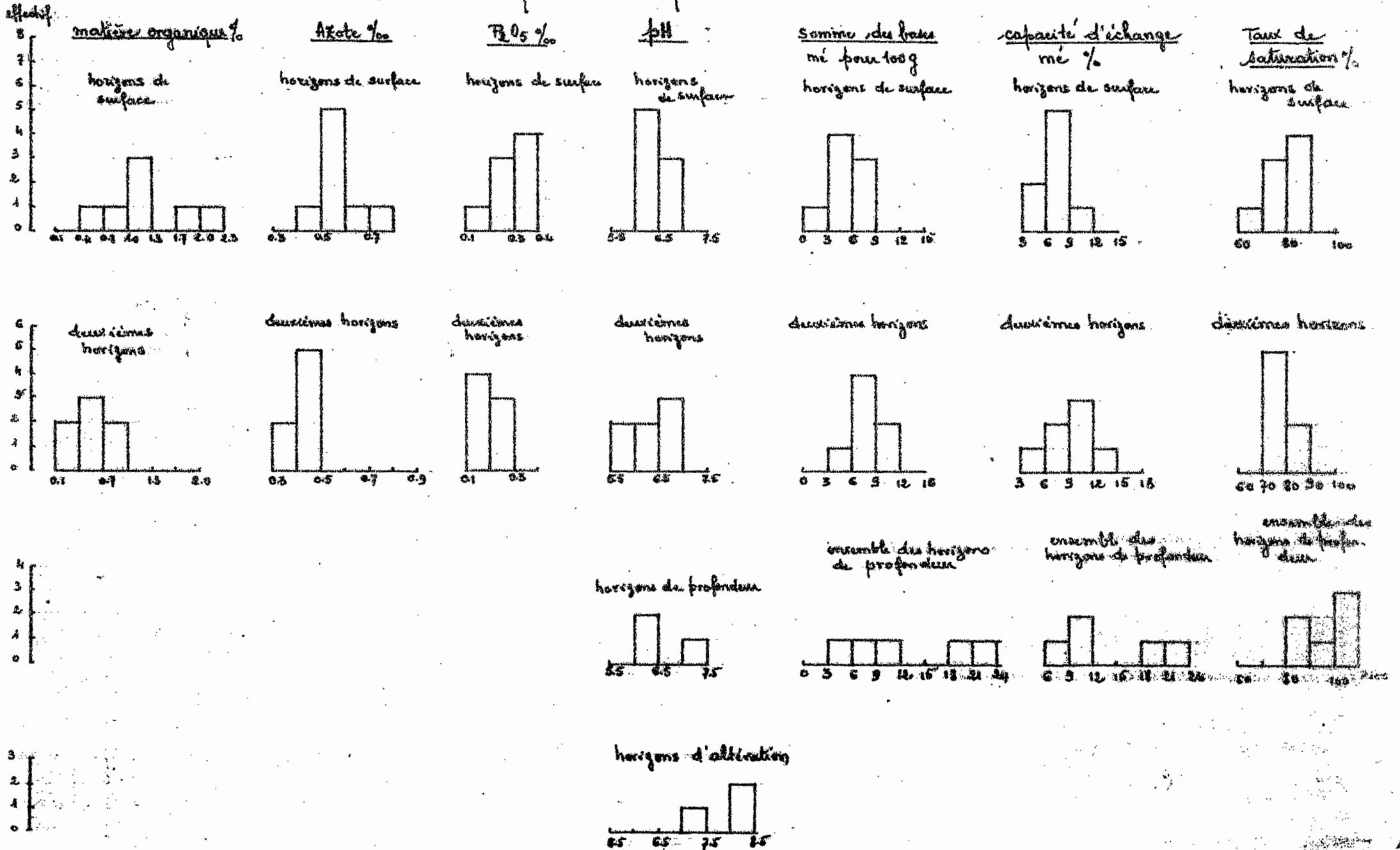
Au point de vue chimique, la richesse minérale est moyenne ou bonne et ne semble pas devoir poser de problèmes étant donnée la richesse en bases totales (25 à 50 méq. pour 100 g de terre dans un profil du type argilo-sableux en surface).

Le niveau de fertilité, en ce qui concerne l'azote et le phosphore, bien que moyen dans l'ensemble, demande un relèvement.

La fumure N P est donc souhaitable.

Au point de vue physique la fertilité est médiocre à cause du mauvais drainage et de la compacité des sols. En culture rationnelle ces sols

Fig. 7. Sols peu évolués hydromorphes sur matériaux argilo-sableux dérivés de granite.  
Caractéristiques chimiques.



nécessiteront un travail du sol de 20 à 25 cm de profondeur, si on n'apporte pas de matière organique. Mais on aura intérêt à faire ce travail aussi profond que possible en l'accompagnant d'apports de matière organique. Le billonnage s'il y a lieu devra être pratiqué après labour si les billons ne sont pas suffisamment hauts.

Dans leur état actuel, ces sols doivent être réservés au sorgho.

Avec un billonnage ou autre moyen d'améliorer le drainage, une fumure NP ou NPK ; ils conviendront aussi au coton.

## B - Sols Peu Evolués Hydromorphes - Facies brun eutrophe.

### Famille sur matériau gravillonnaire à recouvrements argileux.

#### B. 1. Localisation et critère externe de reconnaissance :

Ces sols ont été cartographiés dans la région de LIMNOGHIN-WAYEN, en association avec des Vertisols lithomorphes dont ils ne se distinguent pas par des critères externes.

L'aspect de la surface du sol est brun dans les deux cas avec des fentes de retrait et la végétation est sensiblement la même.

#### B. 2. Morphologie :

Il s'agit de matériaux argileux peu épais possédant des caractéristiques bruns eutrophes vertiques et reposant sur un horizon gravillonnaire qui peut lui-même reposer ou non sur une argile vertique. Lorsque les matériaux argileux de recouvrement s'épaississent, on passe aux sols bruns eutrophes vertiques, ou à des sols à hydromorphie plus accentuée en profondeur.

##### 1.) Exemple de morphologie : profil V L 7

Situation : Sur la route de la Volta Blanche à LIMNOGHIN (grand axe routier KOUPELA-OUAGADOUGOU), à 6,4 km de la Volta. Paysage constitué depuis la Volta d'une succession de faux-plats.

Zone plane faiblement inclinée vers l'Est.

Quelques fentes de dessiccation en surface.

Végétation : Savane arbustive à *Acacia gourmensis*, *Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea*, *Sterculia setigera* et *Bauhinia* sp.. La strate herbacée est à base d'*Andropogon gayanus* avec *cymbopogon* species.

Description :

- 0 - 18 cm : Horizon brun noir J 62 (10 YR 3/2,5), paraissant bien humifère ; texture argileuse avec quelques gravillons ferrugineux. En surface, sur 1 à 2 cm la structure est litée et cette couche se détache bien du reste (apports récents) ; elle devient ensuite polyédrique grossière à très grossière assez bien développée à surstructure polyédrique large à cubique ; assez bonne porosité d'agrégats de saison sèche ; très nombreuses racines par endroits avec alors une structure polyédrique plus petite bien développée ; par endroits, la structure reste large sans sous-structure, cohésion forte à assez forte ; épaisseur irrégulière ; horizon débordant par poches dans le suivant.
- 18 - 28 cm : Horizon de transition brun encore humifère, essentiellement gravillonnaire, gravillons de couleur brun foncé H 32 se cirant facilement contre les vêtements, à cassure soit acier, soit ocre, soit à taches brunes et bleu acier ; terre fine argileuse, cohésion faible ; épaisseur irrégulière.
- 28 - 73 cm : Horizon à taches jaune et gris clair mal délimitées, essentiellement constitué des mêmes gravillons que précédemment ; par endroits pénétration humifère brune dans le haut ; horizon assez durci où le piochon détache des éclats à cohésion faible d'où se libèrent facilement les gravillons.

2.) Variations autour de cette morphologie :

Les variations essentielles portent sur :

- a. ) la structure de l'horizon de surface qui peut être peu développée, à tendance prismatique, peu développée, à débit polyédrique grossière bien développée.
- b. ) la présence dans les niveaux gravillonnaires d'une argile verticale.

c. ) la présence dans les niveaux gravillonnaires de cailloux, pierres et pavés de quartz en proportion élevée.

d.) une accumulation calcaire sous forme de pseudomycelium dans les niveaux gravillonnaires.

### B. 3. Fertilité et utilisation :

Au point de vue chimique, ces sols ont l'avantage d'avoir un recouvrement argileux superficiel à bonne fertilité chimique et dont le profil VL 21 donne une idée :

- somme des bases échangeables élevée (de l'ordre de 12 méq. pour 100 g avec dominance de calcium).
- réserves minérales élevées (de l'ordre de 30 méq. pour 100 g).
- teneur en matière organique bonne (de l'ordre de 2 %) mais avec C/N assez élevé (26) se traduisant par une teneur en azote moyenne (0,8 ‰).

Mais ils se caractérisent par une déficience en phosphore (0,2 ‰).

Ces caractéristiques de fertilité se maintiennent assez bien dans la terre fine de l'horizon gravillonnaire, sous-jacent, mais la fertilité de ce dernier dépendra de la proportion de terre fine. Cependant, la présence d'un horizon argileux en surface et le mélange possible sur une assez bonne épaisseur de cette argile avec le niveau gravillonnaire sous-jacent peuvent réduire ce facteur limitant.

En ce qui concerne la fertilité physique, la structure souvent polyédrique grossière assez bien à bien développée permet un travail du sol facile avant la saison des pluies. Les sols à structure peu développée ou prismatique large à grossière en surface seront difficiles ou impossibles à travailler avec les moyens traditionnels. Dans tous les cas un travail profond du sol obligatoire pour permettre aux racines d'atteindre les horizons gravillonnaires meubles et dont les réserves en eau sont protégées par la présence d'un horizon argileux en surface.

Ces sols conviennent au sorgho et aussi, avec un travail du sol et le maintien d'une structure correcte en surface, au coton.

La fumure phosphatée y sera obligatoire. On adoptera de préférence une formul NP.

Il faudra les surveiller au point de vue érosion pour empêcher l'ablation de l'horizon superficiel argileux qui conditionne la fertilité.

/ CLASSE DES VERTISOLS ET PARAVERTISOLS /

SECTION III. - CLASSE DES VERTISOLS ET PARAVERTISOLS.

Introduction ;

La classe des Vertisols et Paravertisols correspond aux Sols d'Argiles noires ou d'Argiles foncées des anciennes classifications françaises. Ces dernières retenaient leur caractère d'engorgement temporaire d'origine pétrographique.

La classification américaine (Soil classification, 7th approximation, 1960) retient essentiellement leurs caractères de sols argileux (plus de 35 % d'argile) à argiles gonflantes, où une source saisonnière d'eau permet le gonflement et le retrait des argiles, provoquant fissurations, microrelief gilgaï, structure prismatique....

Les nouvelles classifications françaises (AUBERT, 1962, 1963, 1964, et 1965), inspirées des Américains en ce qui concerne les Vertisols, retiennent les mêmes caractères, mais de façon moins absolue pour ce qui est de la dominance des argiles gonflantes élargissant ainsi le cadre américain, d'où l'appellation Vertisols et Paravertisols.

Dans la pratique, il n'a été différencié dans les régions étudiées, que des Vertisols au sens américain et dont les caractéristiques essentielles sont ici :

- la dominance, dans une fraction argileuse abondante, de minéraux gonflants, principalement du groupe montmorillonite.
- les alternances de gonflement et de retrait, se traduisant par une fissuration très marquée, une structure de profondeur prismatique à bases obliques patinées luisantes, une sous-structure en plaques ou plaquettes obliques patinées, luisantes, plus ou moins striées et plus ou moins développée.

Les autres manifestations de ces alternances de gonflement et de retrait, à savoir effondrements et microrelief gilgaï existent, mais sont peu fréquents dans les Vertisols lithomorphes des régions étudiées.

Les effondrements (effondrement de l'horizon superficiel aboutissant à la formation de trous plus ou moins importants ou à la création d'un réseau de dépressions ou de chenaux) sont un peu plus fréquents dans les Vertisols topomorphes.

La genèse des Vertisols est donc essentiellement liée, dans les régions étudiées, à celle d'argiles gonflantes principalement du groupe montmorillonite. A cet égard, il a été signalé dans le chapitre Géologie, que l'altération montmorillonitique est en fait l'altération climacique actuelle tant pour les roches acides que pour les roches basiques, le rôle principal, dans les processus d'altération étant joué par le drainage interne.

On distingue deux sous-classes qui seront ainsi définies dans le cadre de cette étude :

- les Vertisols topomorphes ou hydromorphes, dont la formation est étroitement liée à l'accumulation dans les dépressions, de matériaux vertiques (alluvions étrangères aux matériaux constitutifs des sols kaoliniques environnants), ou de matériaux à néosynthèse montmorillonitique favorisée par un enrichissement en cations à partir des sols environnants, ou à l'altération montmorillonitique de roches diverses en position dépressionnaire.
- les Vertisols lithomorphes dont la formation est essentiellement à l'altération morpho-climatique de roches diverses avec possibilité de maintien des solutions basiques et de la silice grâce à un drainage déficient qui accentuera de plus en plus la nature des argiles formées.

Les sous-classes sont divisées en groupes d'après la structure de l'horizon de surface. La discussion de cette différenciation dépasse le cadre de cette notice. Il faut signaler cependant que les caractères structuraux des horizons de surface sont souvent si fluctuants dans le même profil, que l'on se demande parfois s'ils peuvent même apparaître au niveau de la série.

Par ailleurs, il n'existe que rarement un type structural donné. le plus souvent, on a une structure première (la mieux développée) qui peut être grossière avec des sous-structures à développement variable, masquant parfois par leur bon développement la structure initiale qui devient une surstructure.

Les termes structure, sous-structure et surstructure, ne font intervenir que le degré de développement relatif des différentes structures observées. Mais d'un point de vue absolu et aussi dans une certaine mesure, d'un point de vue pratique, c'est l'agrégat élémentaire final qui importe lorsqu'il est bien individualisé. A cet égard des sols à structure prismatique grossière en surface (structure première) sont à rattacher aux sols à structure relativement moyenne ou fine en surface lorsque ces sous-structures relativement moyennes ou fines sont assez bien à moyennement développées. Par ailleurs, lorsque les horizons de surface sont constitués par un horizon à structure grossière surmontant un horizon à structure petite, on ne peut en toute rigueur dire que la structure est grossière dès la surface.

En fonction de ces considérations, les Vertisols des régions étudiées ont été classés dans le groupe non grumosolique, sous-groupe modal de la nouvelle classification française (AUBERT 1965). Mais on doit y distinguer des sols à structure moyenne en surface et des sols à structure grossière dès la surface. Ces caractères ont en fait rang de faciès, et ont une importance capitale au point de vue de l'utilisation, mais ne peuvent être cartographiés à l'échelle de cette carte.

Un autre problème de classification des Vertisols provient de la fréquence des recouvrements superficiels divers qui viennent alléger la texture en surface. Ainsi, on distinguera les Vertisols typiques et les Vertisols à recouvrements superficiels peu épais.

Les matériaux de recouvrement sont sableux, sableux à sablo-argileux, sablo-argileux, limono-argileux, argilo-sableux, argilo-limoneux ou gravillonnaires en surface. Ils peuvent être polyphasés : sableux et gravillonnaires, sableux et sablo-argileux ou argilo-sableux.....

D'une façon générale, les Vertisols typiques où des phénomènes de recouvrement ou de remaniement n'interviennent pas pour alléger la texture de surface, appartiennent au faciès à structure moyenne. L'élargissement de la structure de surface dans les Vertisols des régions étudiées, est très souvent, lié à un allègement de la texture de surface par remaniement ou apport. Cependant on peut le noter de façon un peu plus fréquente dans les Vertisols typiques des zones cultivées, que dans ceux du périmètre peu ou pas habité étudié dans la Reconnaissance Pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge.

Les Vertisols à recouvrements non gravillonnaires et même parfois les Vertisols à recouvrements gravillonnaires appartiennent au faciès à structure grossière à large dès la surface.

Il n'a été distingué qu'une seule famille dans les Vertisols lithomorphes malgré la diversité des roches mères, parce que les caractéristiques analytiques et morphologiques sont suffisamment homogènes et que la famille ne doit pas être basée sur la roche-mère, mais sur les caractéristiques du matériau originel.

A - Les Vertisols topomorphes ou hydromorphes non grumosoliques sur matériau argileux alluvial.

A. 1. Morphologie :

Le profil typique comprend :

- un horizon superficiel A<sub>11</sub> argileux épais de 20 cm environ, brun gris foncé, à structure polyédrique grossière ou moyenne à petite bien développée, à très bien développée donnant un aspect brisé et un aspect de "self mulching". Il peut exister parfois un horizon A<sub>12</sub> de 10 cm environ à structure polyédrique grossière encore bien développée.
- un horizon ou deux horizons B profonds, de couleur variable, brun gris à gris plus foncé et plus humifère dans le haut, avec une ségrégation ferrugineuse sous forme de taches brun rouille, parfois il y a tendance à la gleyification et la couleur grise prend une nuance bleutée, la structure est prismatique large marquée par de grandes fentes de dessiccation verticales, avec une sous-structure prismatique aplatie ou en plaquettes obliques à faces de décollement subhorizontales patinées, luisantes et striées, la cohésion des agrégats est très forte ; la texture est argileuse, l'épaisseur est d'environ 1 mètre.

Les variations autour de ce type sont principalement :

- un élargissement de la structure en surface avec passage aux vertisols à structure large dès la surface : structure prismatique grossière, mais avec encore parfois une sous-structure polyédrique grossière.
- une dégradation de la structure en profondeur qui peut devenir prismatique peu développée, l'horizon a alors une cohésion d'ensemble

forte, on y dégage quelques faces patinées obliques. La structure reste fine en surface sur plus de 50 cm parfois. Le micro-relief gilgai peut être bien développé.

- une accumulation calcaire intense sous forme de nodules et d'amas calcaire poudreux blancs.
- un allègement de la texture de surface (limono-argileuse, argilo-limoneuse...) donnant une structure grossière à large.

#### A. 2. Fertilité :

Les éléments de la fertilité sont identiques à ceux des Vertisols lithomorphes. La seule différence réside dans le fait que les Vertisols hydromorphes sont très engorgés ou inondés en saison des pluies à cause de leur position topographique. Ils doivent être utilisés pour la riziculture. Ils ne peuvent être facilement irrigués en saison sèche parce que les rivières tarissent.

#### B - Les Vertisols lithomorphes non grumosoliques.

##### B. 1. Vertisols modaux sur matériau argileux gonflant.

###### B. 1. 1. Les Vertisols typiques (structure moyenne en surface)

###### B. 1. 1. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance:

Les Vertisols lithomorphes couvrent de grandes surfaces dans le quart sud-est du secteur étudié. Ailleurs, ils occupent des plages plus ou moins importantes, parsemant les sols du complexe d'altération kaolinique, rares dans le quart sud-ouest, beaucoup plus fréquentes aux abords de la Volta Blanche, et apparaissant plus souvent liés au birrimien basique.

Les Vertisols typiques sont parmi les sols les plus faciles à reconnaître superficiellement :

- couleur de la surface du sol brune avec des fentes de retrait atteignant 1 cm et parfois plus.
- parfois, épandage de nodules calcaires en surface et par plages, présence d'effondrements et beaucoup plus rarement de microrelief gilgai.

- la végétation est assez souvent caractéristique lorsqu'elle n'est pas trop anthropique, savane arbustive à : *Acacia seyal* indiquant assez souvent la présence de nodules calcaires, *Acacia gourmensis*, *Bauhinia* sp., *Acacia senegal* var *Samoryana*, *Combretum glutinosum* accompagnés de *Sterculia setigera*, *Bombax costatum*, *Sclerocarya birrea*, *Balanites aegyptiaca*, *Lanea velutina*.

Lorsque les fentes de retrait n'apparaissent pas très bien à la surface du sol, on peut confondre les Vertisols avec les Sols Bruns eutrophes vertiques.

#### B. 1. 1. 2. Morphologie :

##### 1. ) Profil type : Le profil type comprend :

- un horizon superficiel A. de 20 à 30 cm environ, brun gris foncé, humifère, à texture argileuse, à structure polyédrique, grossière à moyenne et petite très bien développée, donnant à l'horizon un aspect très brisé, et réalisant un mulch naturel, la cohésion d'ensemble est faible, la cohésion des agrégats est forte.
- un horizon de profondeur brun olive plus foncé et parfois gris dans le haut, à texture argileuse, à structure prismatique large bien développée par de grandes fentes de dessiccation verticales, avec une sous-structure prismatique aplatie, ou en plaquettes obliques à faces de décollement subhorizontales, patinées luisantes et striées, ces faces luisantes peuvent atteindre de très belles proportions, l'horizon est très compact, la cohésion des agrégats est forte. L'épaisseur de cet horizon est d'un mètre environ. Il contient souvent de très nombreux nodules calcaires.
- un horizon soit argileux, brun olive pâle à structure moins bien développée, souvent à amas ou à nodules calcaires, soit constitué par la roche altérée.

##### 2. ) Variations essentielles autour de ce type.

###### 2. 1. - Structure de surface :

- a) élargie partiellement et passant par endroits au type prismatique grossier ou moyen à petit, ou cubique grossier.

b) prismatique grossière à moyenne à sous-structure polyédrique grossière, moyenne à petite ou prismatique petite.

c) variable, plus grossière en surface sur 10 à 15 cm, devenant plus finé dans les 10 cm suivants.

d) grossière à large de type prismatique, sans sous-structure, cette variation est peu fréquente et semble liée à une dégradation de la structure sous culture.

e) prismatique petite pouvant se maintenir dans le reste du profil, mais avec des faces subhorizontales patinées luisantes en profondeur.

## 2. 2. - Structure de profondeur :

a) maintien de la structure polyédrique grossière sur une plus grande profondeur (50 cm).

b) atténuation des fentes de retrait et moindre développement de la structure prismatique large avec passage à une structure peu développée où subsistent de belles faces de glissement obliques patinées et striées.

## 2. 3. - Epaisseur du profil :

réduction de l'épaisseur du profil à 50 cm environ dans les Vertisols peu développés.

### B. 1.1.3 Etude de la fertilité.

#### 1. ) Les éléments de la fertilité :

##### 1. 1. Texture (graphique n° 8 )

Les horizons de surface se partagent entre les classes granulométriques argileuse et argilo-sableuse . En profondeur la texture est constamment argileuse. Les conséquences de cette texture apparaîtront dans la structure et la richesse chimique.

##### 1. 2. - Structure et cohésion :

D'une façon générale les sols du périmètre de la Reconnaissance Pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge (KALOGA, 1964), ont une structure de surface plus fine que ceux du périmètre reconnu au cours de la prospection au 1/500.000ème. Dans le

deuxième cas, la structure polyédrique grossière, moyenne plus rarement petite ou la structure prismatique moyenne à petite sont souvent des sous-structures, le labour y sera donc moins aisé, demandera un effort de traction moyen.

Dans le premier périmètre, la structure de surface est le plus fréquemment polyédrique grossière à moyenne ou prismatique moyenne à petite bien à très bien développée avec corrélativement une cohésion d'ensemble faible ; elle peut devenir partiellement prismatique grossière. Sauf dans ce dernier cas (et partiellement seulement du reste), la structure peut donc être considérée comme relativement petite et bien développée en surface. Cela est d'une importance capitale dans la mise en valeur de ces sols, où la difficulté première réside dans la difficulté de travail du sol. Ici donc, la plupart du temps, le labour sera relativement aisé dans ces sols et même parfois très facile, mais il devra être fait avant la saison des pluies, car le sol humide deviendra impossible à labourer à cause de son adhérence et de sa plasticité très élevées. Cela du reste est un gros avantage car il permet l'étalement des labours dans une période où le cultivateur n'est pas bousculé, mais un inconvénient à éviter semble être l'exposition trop prolongée de la terre aux rayons solaires.

Les types à structure prismatique grossière à large sans sous-structure seront très difficiles à cultiver par le paysan.

La stabilité de la structure de surface (graphique n° 9) est moyenne et parfois bonne dans environ 50 % des échantillons (l'état structural créé dans ces sols par le labour, le plus souvent facilement ou assez facilement, résistera assez bien à la dégradation et sera rentabilisé), mais elle est médiocre et parfois mauvaise dans l'autre moitié (l'état structural créé par le labour se dégradera rapidement, en rétablissant une fertilité physique médiocre).

Le labour est une opération coûteuse dont la vulgarisation ne peut avoir d'avenir que s'il est rentabilisé par le sol. Or, la stabilité structurale de ces sols dépend entre autres (composition granulométrique, rapport Ca/Mg dans le complexe absorbant) du stock de matière organique et de la proportion de sodium dans le complexe absorbant. On peut faire des apports de matière organique que justifient pleinement le haut potentiel de fertilité de ces sols. Quant au sodium, il est rarement bien représenté en surface.

Fig 8. Vertisols lithomorphes modaux  
Granulométrie

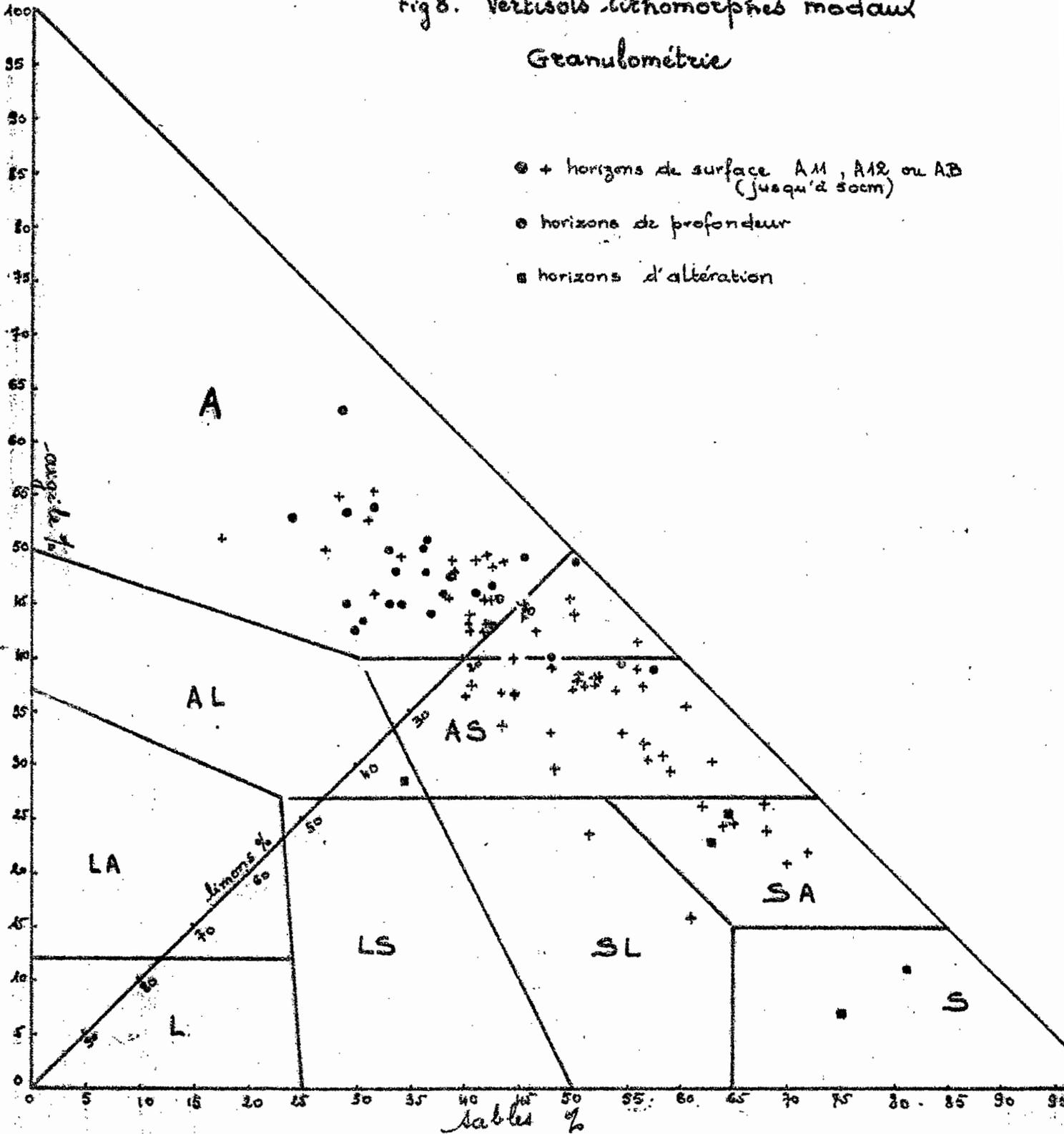
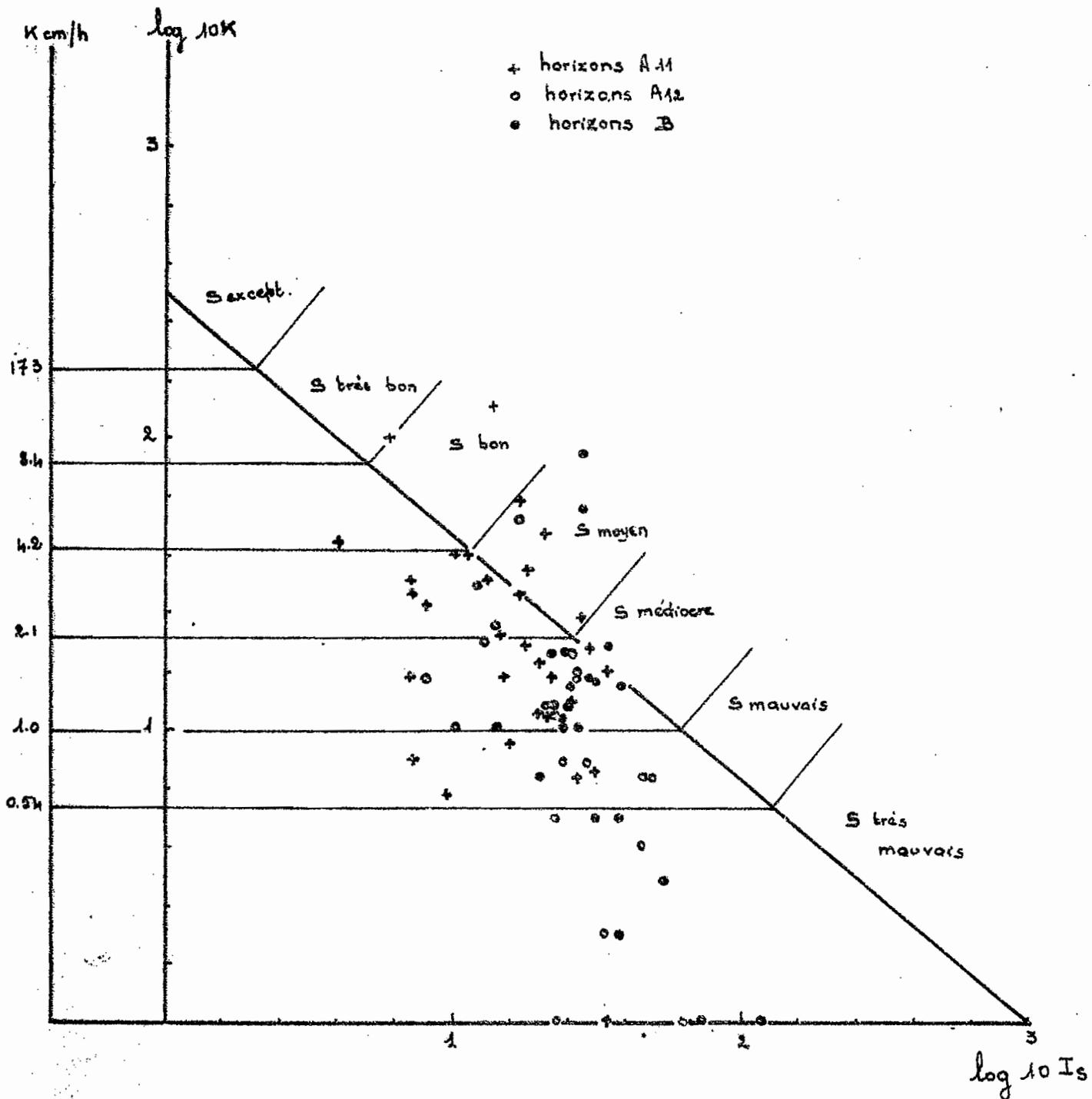


Fig. 9. Vertisols lithomorphes modaux  
 Vertisols typiques  
 Stabilité structurale



La structuration relativement fine des horizons de surface est équivalente à un mulch en saison sèche, et qui protège les horizons profonds d'une dessiccation rapide et prononcée. Cet effet est très sensible d'un point de vue pratique : on n'a eu aucune peine à sonder les vertisols parce que les horizons profonds restent très souvent suffisamment plastiques.

Ceci a une importance capitale pour une culture comme le cotonnier qui pourra bénéficier d'un bon approvisionnement en eau en début de saison sèche et même pendant une bonne partie de la saison sèche permettant ainsi une bonne végétation et une bonne fructification du cotonnier pendant cette période.

En profondeur, la structure est beaucoup moins bonne dans l'ensemble (plus large avec des phénomènes de remaniements internes intenses) et moins stables : dans les horizons  $A_{12}$  dont nombre sont en fait des B structuraux, et dans les horizons B, la stabilité de la structure est le plus souvent médiocre à mauvaise ou même très mauvaise. Ces caractères sont un obstacle à la pénétration des racines contrariée par la compacité et par les remaniements internes, ces derniers pouvant les traumatiser.

### 1. 3. - La porosité : (graphique n° 10)

La macroporosité des mottes est faible à nulle en surface : les points figuratifs des horizons  $A_{11}$  se partagent entre les zones à asphyxie partielle et à asphyxie totale. La macroporosité est donc essentiellement assurée par une porosité d'agrégats qui se détériorera dans le cas des structures peu ou pas stables.

En profondeur et dans les horizons intermédiaires, la macroporosité des mottes est nulle : les points figuratifs sont, à quelques exceptions près concernant des horizons intermédiaires, entièrement situés dans la zone à asphyxie totale, la macroporosité est uniquement assurée par les fentes de dessiccation qui disparaîtront à la réhumectation. Les horizons de profondeur sont donc typiquement asphyxiant et leur stabilité structurale, mauvaise dans l'ensemble, laisse très peu d'espoir à une amélioration durable possible.

Il faudra en conséquence, maintenir dans les horizons de surface sur lesquels on peut agir facilement, une fertilité physique correcte.

#### 1. 4. - L'eau utile :

Les quantités d'eau utile données par l'analyse sont seulement moyennes en profondeur, tandis qu'en surface, elles sont faibles à moyennes. Il semble que si les quantités d'eau fixées sont élevées (forte capacité de rétention), les quantités non utilisables par les plantes (eau au point de flétrissement) sont aussi élevées, ce qui restreint les quantités d'eau utile. Mais cette notion n'a pas une grande importance pour ces sols situés sous climat semi-humide en position de drainage externe imparfait et constamment maintenus au-delà de la capacité d'échange par leur très mauvais drainage interne. Les quantités d'eau utile sont donc en réalité et de ce fait plus élevées, par ailleurs les réserves d'eau des horizons de profondeur sont efficacement protégées contre l'évaporation par le phénomène de self mulching des horizons superficiels.

C'est plutôt l'excès d'eau et corrélativement l'asphyxie qui sera le principal défaut de ces sols pendant la saison des pluies, en année à pluviosité régulière. Cependant, en année à pluviométrie déficiente, ils se comporteront comme des sols secs. Le travail du sol en permettant une meilleure pénétration des racines et des eaux de pluie peut en partie remédier à cet inconvénient.

#### 1. 5. - La matière organique et l'azote (fig. n°11)

Les teneurs en matière organique des horizons de surface ( $A_{11}$ ) peuvent être considérées comme moyennes (0,9 à 1,4 %) et moyennes à bonnes (1,4 à 2,4 %). Cependant, environ le 1/4 des échantillons montrent une pauvreté en matière organique (0,4 à 0,9 %).

La pauvreté en azote est plus marquée, un peu moins de la moitié des échantillons de surface ( $A_{11}$ ) ont des teneurs faibles à très faibles en azote ( $< 0,5 \%$ ), tandis qu'il n'y a presque pas d'échantillons à bonnes teneurs en azote ( $> 0,8 \%$ ). Cette pauvreté en azote est due en partie aux rapports carbone/azote relativement élevée dans une bonne proportion des profils (14 à 18).

De prime abord on peut penser qu'il s'agit là de matière organique mal décomposée et dont une mise en culture accélérera la décomposition et améliorera la nutrition azotée. Mais des études récentes sur la matière organique des Sols Bruns eutrophes (THOMANN, KALOGA et CHAUVEL \*) montre que

---

\* à paraître dans les cahiers de Pédologie.

Fig. 10. Vertisols lithomorphes macaux

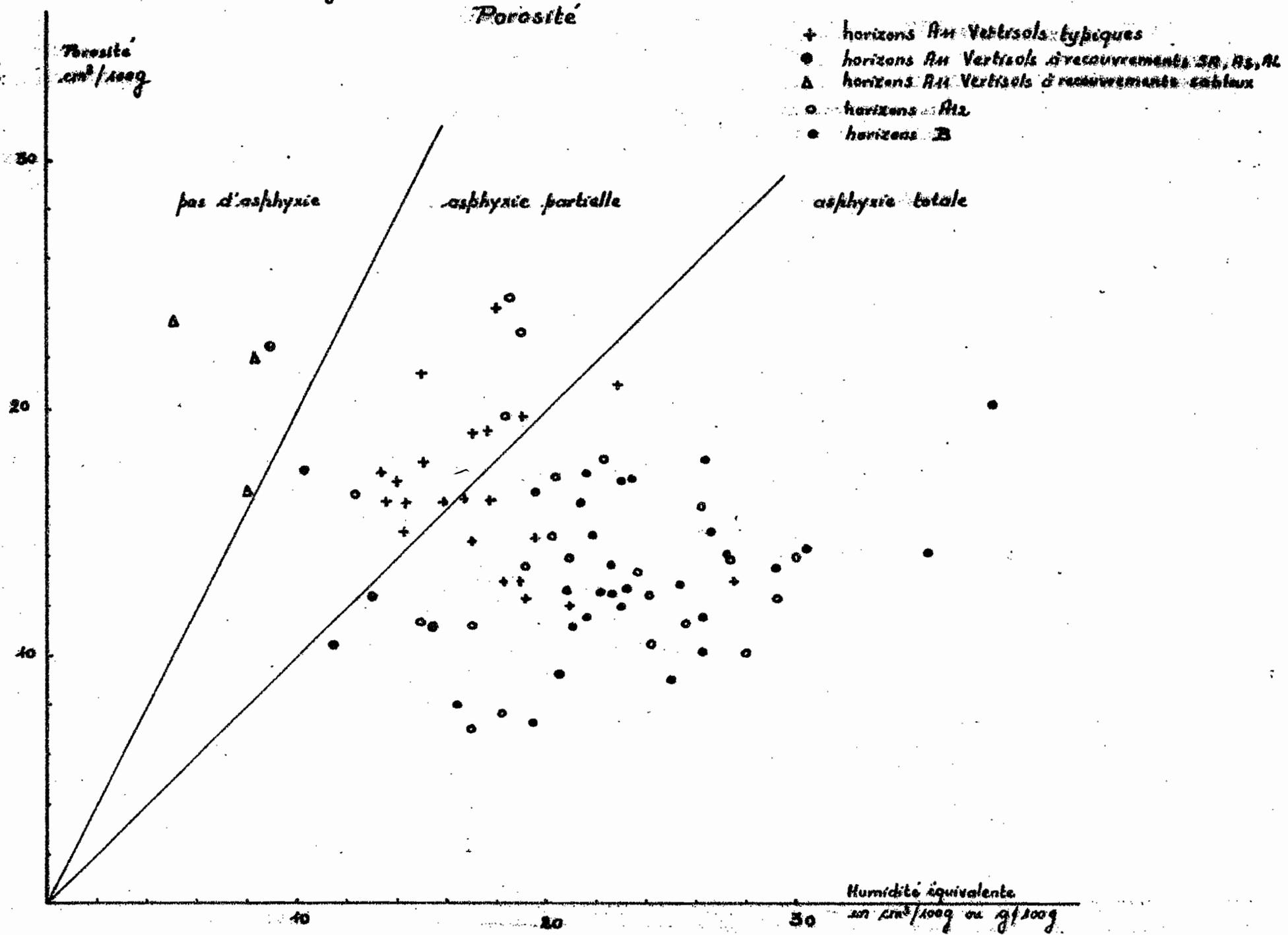
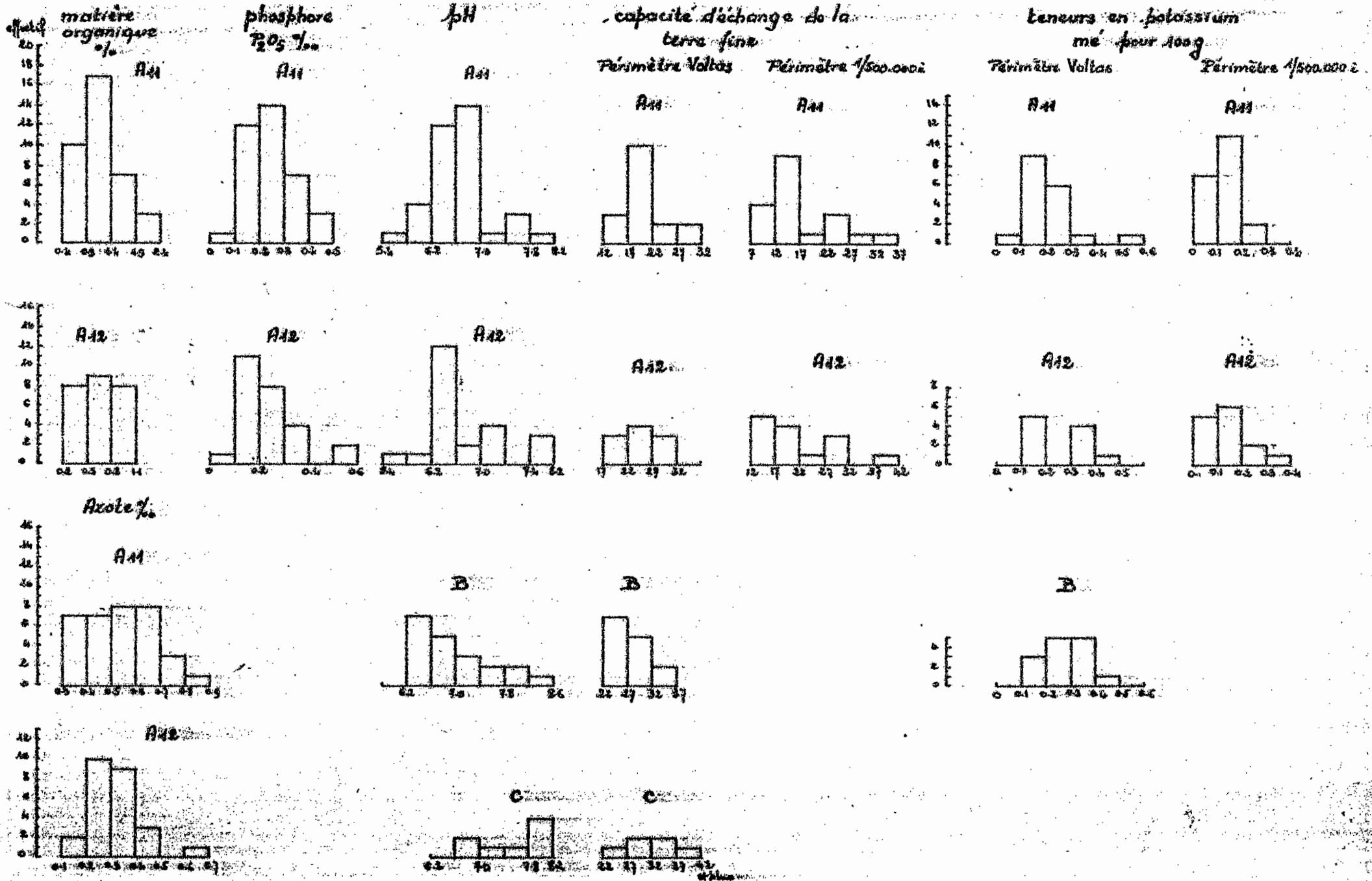


Fig. 11. Vertisols lithomorphes modaux. Vertisols typiques : caractéristiques chimiques



les rapports C/N élevés peuvent être liés dans ces sols à un taux d'humification élevé et traduisent la présence d'acides humiques fortement polymérisés riches en carbone et pauvres en azote.

Dans les horizons intermédiaires ( $A_{12}$ ), les teneurs en matière organiques sont dans l'ensemble très faibles et faibles ( $< 0,8\%$  dans environ 2/3 des échantillons), les teneurs en azote y sont uniformément très faibles ou faibles ( $< 0,5\%$ ).

En conclusion, le niveau du stock de matière organique doit être relevé si on veut que cette dernière joue un rôle dans la stabilité de la structure, et dans une meilleure nutrition azotée.

L'azote est souvent un facteur limitant de la fertilité de ces sols.

#### 1. 6. - Le phosphore (fig. n° 11 )

Une forte majorité d'échantillons de surface ( $A_{11}$ ) et d'échantillons intermédiaires ( $A_{12}$ ) accusent des teneurs très faibles ou faibles en phosphore (moins de  $0,3\%$  de  $P_2 O_5$ ). La pauvreté en phosphore est donc plus marquée que la pauvreté en azote.

#### 1. 7. - Richesse minérale .

##### a) Capacité d'échange - Somme des bases échangeables.

La capacité d'échange de la terre fine (fig. n° 11) est élevée à très élevée notamment pour les sols du périmètre de la Reconnaissance pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge qui montrent à cet égard une supériorité sur ceux du périmètre du 1/500.000è, probablement à cause de leur plus forte proportion de montmorillonite.

Dans le premier périmètre, la capacité d'échange de la terre fine oscille entre 12 et 32 mé . et surtout entre 17 et 32 mé . pour 100 g de terre en surface (horizons  $A_{11}$ ), entre 17 et 32 mé . dans les horizons intermédiaires ( $A_{12}$ ), entre 22 et 27 mé . dans les horizons de profondeurs (B)

Dans le deuxième périmètre, les valeurs 7 à 12 mé . concernent en fait les Vertisols à horizons de surface argilo-sableux, tandis que les Vertisols typiques ont des valeurs qui s'échelonnent de 12 à 37 mé . avec une forte dominance des valeurs 12 à 17 mé . pour 100 g.

Ces fortes capacités d'échange, jointes à des taux de saturation élevés ou très élevés (presque toujours supérieurs à 85 %) témoignent d'une richesse élevée en bases échangeables où dominent le calcium et le magnésium avec parfois dominance de ce dernier, mais où le sodium est aussi parfois assez largement représenté en profondeur.

La somme des bases n'a pas été représentée à cause de certaines quantités très élevées dans les horizons calcaires.

Les réserves minérales de ces sols sont très élevées.

Le pH descend très rarement en dessous de 5,8, et il est le plus souvent compris entre 6,2 et 7,0 en  $A_{11}$  et  $A_{12}$ , entre 6,2 et 7,4 en B, les horizons calcaires ou calcaires et sodiques atteignent 8 à 8,8.

#### b) Le potassium.

Dans le périmètre de la Reconnaissance pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge, plus de la moitié des horizons  $A_{11}$  (55 %) et près de la moitié des horizons  $A_{12}$  (46 %) ont des teneurs en potassium faibles ou très faibles (inférieurs à 0,2 méq. pour 100 g de terre). Les teneurs supérieures à 0,2 méq. restent en grosse majorité seulement moyennes (0,2 à 0,4 méq.).

Ces teneurs ne s'améliorent guère en profondeur où l'alcalinité du pH peut provoquer une certaine rétrogradation du potassium assimilable.

Dans le périmètre reconnu au 1/500.000<sup>e</sup> la presque totalité des horizons  $A_{11}$  et une très forte proportion d'horizons  $A_{12}$  ont moins de 0,2 méq.

Il semble donc que la fumure potassique soit nécessaire.

On aboutit ainsi à la nécessité d'une fumure complète N P K.

#### 1. 8. - Profondeur :

Elle est suffisante dans la plupart des cas et même dans les vertisols peu développés, la roche-mère friable est encore exploitable par les racines.

1. 9. - Le drainage et l'érosion :

La plupart de ces sols joignent à un drainage interne très déficient un drainage externe imparfait, mais leur imperméabilité lorsqu'ils sont gorgés d'eau les rend très susceptibles à l'érosion, et ils montrent sous le stéréoscope un chevelu très dense de petits talwegs.

1. 10. - Fertilité d'ensemble et utilisation :

La richesse minérale très élevée confère à ces sols un haut potentiel de fertilité naturelle qui est malheureusement limitée par une déficience azotée, phosphorée et potassique et assez souvent par de mauvaises caractéristiques physiques.

B. 1. 1. 4. Conclusions sur la fertilité - Utilisation.

La richesse minérale très élevée confère à ces sols un haut potentiel de fertilité naturelle qui est malheureusement limitée par une déficience azotée, phosphorée et potassique, et assez souvent par de mauvaises caractéristiques physiques.

Ils nécessitent un travail assez profond du sol, des apports de matière organique, un contrôle de l'écoulement des eaux, (billonnage étudié), un labour relativement profond, une fumure minérale équilibrée de type N P K, tous investissements qu'ils rentabiliseront bien par des rendements élevés. Ce sont donc des sols à exploiter en culture intensive pour le sorgho, le maïs, le coton, la canne à sucre (s'il y a une possibilité d'irrigation)....

En culture extensive selon les moyens traditionnels, ils se dégraderont rapidement et auront des rendements aléatoires.

B. 1. 2. Les Vertisols à faibles recouvrements.

Les Vertisols présentent assez fréquemment des phénomènes de recouvrements superficiels par des apports récents plus ou moins épais, à textures variées : argilo-sableuse, argilo-limoneuse, sablo-argileuse, limono-argileuse, sableuse, gravillonnaire ou polyphasée (sableuse à sablo-argileuse et gravillonnaire).

L'épaisseur des recouvrements qui ne dépasse pas ici 40 à 50 cm environ, se maintient le plus fréquemment autour de 30 cm.

### B. 1. 2. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance.

Les vertisols à recouvrements sableux à argilo-sableux se juxtaposent aux vertisols typiques essentiellement dans les zones granito-gneissiques où ils sont assez souvent dominants sur ces derniers. (Unités cartographiques n° 10, 18, 21, 25,44).

Il semble que ce "nappage" superficiel, probablement par ruissellement diffus, soit lié aux affleurements de granite qui doivent fournir une bonne partie des sables.

Les recouvrements gravillonnaires se retrouvent indifféremment sur toutes les roches-mères, ils sont parfois accompagnés de quelques blocs de cuirasse épars.

Lorsque les recouvrements sont de couleur brune (brun gris, brun rouge foncé...) dès la surface, l'identification de ces sols est relativement facile, ces couleurs indiquant dans ces régions des sols à mull (Vertisols, sol Bruns eutrophes, parfois Sols Halomorphes). Mais il existe assez souvent en surface de petits recouvrements sableux de quelques centimètres, de couleur plus claire qui font que ces sols se distinguent mal des autres types de sols à matière organique possédant un faible pouvoir colorant et ce n'est alors que le profil de sol ou le sondage qui permet de les identifier.

Cependant, l'aspect des termitières et des fourmilières (lorsqu'elles existent), fendillés et de couleur brune, brun-jaune, olive... est un indice sûr pour l'identification des argiles vertiques sous-jacentes aux recouvrements.

Mais d'une façon générale, autant les vertisols typiques sont faciles à reconnaître superficiellement, autant les vertisols à recouvrements le sont difficiles.

### B. 1. 2. 2. Morphologie

#### 1. ) Vertisols à recouvrements sablo-argileux ou limono-argileux à argilo-sableux ou argilo-limoneux.

Ils ne se distinguent des vertisols typiques que par leur structure généralement prismatique grossière à large en surface, avec une cohésion d'ensemble forte.

Certains sols argilo-limoneux ou argilo-sableux-gravillonnaires peuvent avoir cependant une sous-structure polyédrique très grossière par endroits.

## 2. ) Vertisols à recouvrements sableux :

### 2. 1. - Morphologie des horizons sableux :

Les matériaux sableux forment un horizon unique, ou sont différenciés en deux horizons  $A_{11}$  et  $A_{12}$  avec  $A_{12}$  sableux à sablo-argileux ou sablo-argileux.

La couleur est généralement brune, brun-gris, brun-gris foncé, brun rouge : 5 YR 5/4 à 5/3; 7,5 YR 5/3 ; 5 YR 4/3,5 à 4/3 ; 2,5 YR 3,5/3 ; 5 YR 3/2 à 4/2.

La structure est prismatique grossière à large tantôt bien développée, tantôt peu développée selon les profils et selon les endroits dans le même horizon ; la cohésion d'ensemble est généralement forte ; la porosité uniquement d'origine biologique tubulaire, tantôt bonne, tantôt faible.

Parfois, une ligne de dessiccation marque la base des apports sur l'argile verticale typique et traduit la discontinuité des caractéristiques hydriques des deux matériaux.

#### Exemple de profil : V O B 76

Situation : sur la route de ZORGHO à MOKTEDO (ZORGHO-OUAGADOUGOU), à 12,3 km de ZORGHO (km 0 à ZORGHO, au croisement avec la piste de TOLINGUE) ; large plaine à pente très faible, inférieure à 1 % ; profil sur le haut de pente ; présence d'assez nombreux affleurements de granite par blocs épars et amoncellements de blocs par endroits.

Végétation : savane parc à Karité, *Balanites aegyptiaca*, *Adansonia digitata*, à très nombreuses repousses de *Bauhinia* sp.

#### Description :

0 - 23 cm : brun rouge, 5 YR 4/3,5 humifère ; sableux ; structure prismatique grossière tantôt bien développée, tantôt peu développée selon les endroits.

- 23 - 51 cm : olive à olive pâle 5 Y 5,5/2 ; argileux , structure prismatique bien développée, petite et plutôt cubique dans le haut (5,5 x 6 x 5,5 cm à 3,5 x 4 x 4 cm), s'élargissant un peu plus dans le bas (6,5 x 11 x 4 cm environ) à bases horizontales ou obliques un peu patinées dans le haut et bien patinées dans le bas ; cohésion des mottes très forte.
- 51 - 125 cm : olive à olive pâle 5 Y 5,5/2 ; argileux ; structure prismatique petite (7 x 4 x 5 cm environ), parfois tétraédrique à bases patinées parfois striées ; passage progressif au suivant.
- 125 - 143 cm : granite à grains grossiers altéré, truffé de cristaux blancs de feldspaths ; les micas donne des taches jaunes et vertes.

## 2. 2. - Fertilité :

### a) Texture :

La granulométrie est sableuse ou sableuse à sablo-argileuse (7 à 15 % d'argile) en surface. Elle peut être plus argileuse dans le deuxième horizon (franchement sablo-argileuse).

La conséquence en est une chute de la capacité d'échange, de la somme des bases échangeables, c'est à dire des caractéristiques de richesse minérale qui font l'intérêt des Vertisols.

### b) Structure :

L'allègement de la texture en surface n'amène pas une amélioration de la structure du sol qui, au contraire, s'élargit et est typiquement mauvaise.

Le labour profond sera donc un impératif dans ces sols.

La méthode de mesure de la stabilité structurale donne des valeurs moyennes pour les horizons de surface, mais est peu significative pour des horizons sableux.

### c) Porosité :

L'indice de compacité (porosité/humidité équivalente) situe les horizons sableux constamment dans la zone sans asphyxie, mais leurs mauvaises caractéristiques structurales, les risques d'engorgement dus à la très faible perméabilité de l'argile vertique sous-jacente, en font des sols mal drainés et asphyxiants en saison des pluies.

d) Régime hydrique :

Dans de nombreux profils la discontinuité entre les apports sableux et l'argile vertique est marquée par une ligne ou une couche de dessiccation, il y a engorgement défavorable aux racines à la base de l'horizon sableux. Pour éviter cela il faut supprimer cette discontinuité par des labours profonds qui alourdissent la texture superficielle. Dans le cas où cela n'est pas possible les horizons sableux risquent une dessiccation rapide au-dessus de l'argile vertique dont ils seront coupés au point de vue alimentation en eau par la ligne de dessiccation. Dans ce cas donc ces terres ne pourront pas être utilisées pour le coton, elles devront être alors réservées à l'arachide et aussi de par leur position plane et mal drainée au sorgho, mais celui-ci risque d'y souffrir en année pluvieuse. Par ailleurs lorsque la discontinuité est très proche de la surface l'homogénéisation par un labour sera de rigueur, sinon, les plantes risqueront un engorgement prononcé, et très nuisible.

e) La matière organique, l'azote et le phosphore :

Les teneurs en matière organique sont faibles et se maintiennent autour de 1 % (0,9 à 1 %) dans 5 des 6 échantillons de surface analysés, le sixième accusant 0,6 %.

Les teneurs en azote sont faibles (inférieures à 0,5 ‰ dans 4 des 6 échantillons) ou moyennes à faibles (de l'ordre de 0,6 ‰ dans les deux autres échantillons).

Les teneurs en  $P_2O_5$  sont faibles (inférieures à 0,25 ‰).

Ce sont donc des sols à double carence en azote et phosphore.

f) Richesse minérale :

Elle est la même que dans les Vertisols typiques en ce qui concerne les horizons de profondeur. Les modifications par rapport aux Vertisols typiques concernent les horizons sableux superficiels où la somme des bases subit une brusque diminution due essentiellement à la diminution de la capacité d'échange.

La somme des bases garde cependant des valeurs moyennes (4 à 6 méq. pour 100 g. de terre) qui sont probablement dues à une influence du milieu vertique.

Les teneurs en potassium sont tantôt mauvaises ou médiocres (inférieures à 0,2 méq.) tantôt moyennes (de l'ordre de 0,3 méq.)

g) Conclusion sur la fertilité, utilisation :

La fertilité naturelle de ces sols en surface est moyenne au point de vue richesse minérale (bases échangeables), elle est faible à très faible en ce qui concerne le phosphore et l'azote qui sont peut être avec le potassium, les éléments limitants de la fertilité.

Mais en culture intensive, avec des labours profonds, un apport de matière organique, un contrôle de l'écoulement des eaux et de l'aération du sol (billonnage étudié), une fumure minérale équilibrée du type N P K; ils peuvent avoir les mêmes utilisations que les vertisols typiques, du moins pour les sols à recouvrements sableux peu épais.

3. ) Vertisols à recouvrements gravillonnaires ou polyphasés gravillonnaires en profondeur :

Couleurs et différenciations sont les mêmes que pour les sols précédents, mais ici, les recouvrements sont gravillonnaires ou polyphasés. Le plus souvent dans ce dernier cas, ils sont sableux en surface ( $A_{11}$ ) et gravillonnaires en  $A_{12}$ .

La discontinuité des caractères physiques, notamment hydriques entre le niveau gravillonnaire et l'argile vertique sous-jacente est parfois marquée par une ligne de dessiccation horizontale.

Dans les recouvrements peu épais (de l'ordre de 20 cm ou moins), on n'observe généralement pas de néoconcrétionnement du type manganifère, tandis que dans les recouvrements plus épais, il soude les gravillons de manière fragile par des taches noires manganifères (ou ferro-manganifères) durcies.

Ces sols ne se différencient des sols peu évolués hydromorphes sur argile vertique à recouvrements gravillonnaires que par l'épaisseur moins grande des matériaux de recouvrement. Ils ont donc les mêmes caractéristiques de fertilité chimique. Mais au point de vue fertilité physique, la discontinuité entre l'argile vertique et le matériau gravillonnaire est plus proche

de la surface dans les vertisols à recouvrements (risques d'engorgement et de dessiccation plus prononcés).

On peut cependant, assez souvent, grâce à des labours profonds avec apports de matière organique, homogénéiser mieux le sol et acquérir ainsi les caractères de fertilité et la même utilisation que pour les Vertisols typiques.

En culture traditionnelle où les façons culturales sont très réduites, très superficielles, la fumure inexistante, les rendements sont médiocres et aléatoires.

## B. 2. Vertisols halomorphes sur matériau argileux gonflant dérivé de granite.

### B. 2. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance ;

Ces sols couvrent une superficie importante essentiellement dans l'extrême sud-est de la feuille de TENKODOGO où ils sont associés à des Vertisols lithomorphes (souvent à recouvrements sableux). Dans la région de TENKODOGO, ils sont associés à des sols peu évolués hydromorphes sur matériau argilo-sableux dérivés de granite, et dans la région de KOUPELA à des sols peu évolués hydromorphes sur matériau polyphasé graveleux et argilo-graveleux dérivé de granite et sur matériau gravillonnaire.

Tous ces sols -sauf les sols gravillonnaires quand ils n'ont pas de recouvrements sableux et les Vertisols typiques - ont des horizons superficiels sableux, un aspect superficiel mal drainé, une végétation non spécifique les uns à l'égard des autres. Ils n'ont pas de loi de répartition selon la topographie.

Une certaine proportion des Vertisols est cependant liée aux roches basiques (amphibolites).

Dans l'ensemble il n'y a donc pas de critères externes de différenciation de ces différents types de sols entre eux, et avec d'autres sols comme les sols ferrugineux tropicaux.

### B. 2. 2. Morphologie :

Dans leur faciès typique, ces sols ont la morphologie dite de "Solonetz solodisé" mais leur processus de formation est nettement différent des processus de solonetzification et de solodisation :

- les teneurs en sodium sont faibles à très faibles, de l'ordre de 5 à 6 % par rapport à la somme des bases échangeables, proportion inférieure au seuil critique de 7,5 % admis par GREENE (1948) et à partir duquel le sodium représenterait un danger pour la structure ; elles sont même parfois négligeables.
- l'horizon à structure colonnaire présente vite vers le bas la structure en plaquettes obliques patinées striées bien développée et caractéristique des Vertisols.
- les horizons A sableux ne proviennent pas de l'hydrolyse (alcaline ou acide) des niveaux argileux, mais de processus de recouvrements superficiels.

En fonction de toutes ces considérations et pour ne pas provoquer de confusion entre des types de sols à physico-chimie et à évolution différentes, ces sols n'ont pas été classés en solonetz solodisés, mais ont été maintenus dans la classe des Vertisols sous l'appellation halomorphe, parfois impropre lorsque les teneurs en sodium échangeable sont négligeables.

Par ailleurs, lorsque la structure colonnaire n'existe pas, ils ne se distinguent pas d'un Vertisol à recouvrements sableux ou d'un Vertisol typique lorsqu'il n'y a pas de recouvrements sableux (dans ce dernier cas cependant la proportion de sodium échangeable est souvent assez élevé).

#### 1. ) Profil type : V O D 33

Situation : sur la route de KOULOUGOUNGOU à DAPANGO (route nationale 12 de KOUPELA à la frontière du TOGO) à 17,6 km de KOULOUGOUNGOU (km 0 au croisement avec la route de KOULOUGOUNGOU à la frontière du GHANA) large plaine à pente très faible.

Végétation : Savane parc anthropique à Karité, champ de mil sur buttes : aspect du sol très turriculé dans les zones non cultivées.

Description :

0 - 13 cm : brun rouge 5 YR 4/3 à très nombreuses fines taches et canalicules rouille ; humifère ; sableux un peu argileux ; structure tantôt massive à cohésion assez forte, tantôt prismatique large peu développée ; porosité tubulaire moyenne à faible.  
(A<sub>11</sub>)

13 - 29 cm : olive 5 Y 5,5/3 à très nombreuses taches, jaunes parfois brun rouille, clair très mal délimitées ; ne paraissant pas humifère ; sableux à sablo-argileux ; structure prismatique grossière et large tantôt assez bien développée, tantôt assez peu développée ; cohésion forte : assez bonne porosité tubulaire ; contient de nombreux graviers de quartz ; passage brutal au suivant, avec discontinuité marquée par une ligne de retrait horizontale.  
(A<sub>12</sub>)

29 - 39 cm : olive 5 Y 5,5/4 à taches gris clair et à nombreuses taches jaunes ; argileux à argilo-sableux à sables grossiers à très grossiers ; structure prismatique petite et moyenne colonnaire, bien développée, à sommets parfois en "choux-fleurs" saupoudrés de sables beige clair et incrusté de graviers de quartz ; sous-structure en plaquettes obliques patinées à partir de 34 cm environ ; surstructure prismatique grossière délimitée par des fentes de retrait atteignant 0,8 à 1 cm de large ; cohésion des agrégats très forte.  
(B<sub>21</sub>)

39 - 47 cm : identique mais à structure prismatique grossière bien développée à sous-structure en plaquette obliques patinées striées assez bien développée ;  
(B<sub>22</sub>)

47 - 107 cm : olive 5 Y 6/4 à 5/4 avec quelques concrétions noires manganières ; texture identique , structure prismatico - polyédrique petite et moyenne (10 x 8 x 4n5 cm environ à 4 x 4 x 2,5 cm environ), en assemblage compact, cohésion d'ensemble forte à très forte devenant moyenne à assez forte par endroits avec alors une structure polyédrique en assemblage moins compact et mieux développée ; très nombreux nodules calcaires de 93 à 117 cm environ.  
(B<sub>23</sub>)

107 - 152 cm : olive identique au précédent, mais à nombreuses plages de roche altérée ; structure cubique à polyédrique petite et moyenne (4 x 4 x 4 cm à 7 x 8 x 7 cm environ) à bases patinées ou à tendance patinée ; cohésion d'ensemble moyenne, cohésion des agrégats forte ; présence de nodules calcaires seulement dans le haut ; à 133 cm lit discontinu de 10 cm d'épaisseur de gneiss feldspathique blanchâtre, altéré, friable.

## 2. ) Variations autour de cette morphologie :

Un certain nombre de profils de morphologie assez variée ont été rattachés aux Vertisols Halomorphes. La justification de cette classification dépasse le cadre de ce rapport. Il sera seulement signalé qu'il s'agit :

- soit de sols contenant d'assez fortes proportions de  $\text{Na}^+$  échangeable, mais à morphologie voisine de celle des Vertisols.
- soit de sols contenant des quantités faibles ou négligeables de  $\text{Na}^+$  échangeable, mais dont la morphologie (structure, colonnaire ou structure en assemblage compact, ou cohésion très forte à exceptionnelle des agrégats) rappelle celle des Sols Halomorphes.

### 2. 1. - Horizons A :

- épaisseur et texture : épaisseur variable (18 à 60 cm), pouvant reposer sur un lit plus ou moins épais de cailloux de quartz ou (et) de gravillons ferrugineux et de graviers de quartz, texture sableuse à sablo-argileuse ou même argilo-sableuse.
- différenciation : en un ou trois horizons pouvant être plus argileux en profondeur.
- profils de type verticale en surface : l'horizon sableux superficiel est réduit à quelques centimètres (moins de 5 cm) et passe de suite à un horizon AB brun rouge, humifère, à structure prismatique petite, bien développée à tendance colonnaire dans les cinq premiers centimètres, devenant ensuite polyédrique très grossière et moyenne très bien développée à surstructure prismatique large ; ou à structure prismatique grossière et large ; le sol se distingue mal d'un Vertisol en surface.

2. 2. - Horizons B :

- pas de structure colonnaire dans la partie supérieure, le sol se distingue alors très mal d'un Vertisol à recouvrement sableux.
- pas de sous-structure en plaquettes obliques dans l'horizon colonnaire et cette sous-structure existe ou non en profondeur.
- passage rapide, après un horizon B unique peu épais, au granite altéré.

B. 2. 3. Fertilité et utilisation :

B. 2. 3. 1. Sols du type V O D 33

1. ) Texture :

Elle est sableuse en  $A_{11}$ , sableuse à sablo-argileuse ou franchement sablo-argileuse en  $A_{12}$ ; une conséquence immédiate en est que la richesse minérale sera étroitement dépendant du stock de matière organique.

En profondeur, dans les horizons B, la texture est argileuse comme dans les Vertisols typiques.

2. ) Structure et cohésion :

La structure est typiquement prismatique grossière à large plus ou moins bien développée, avec une cohésion des blocs assez forte à forte, une porosité essentiellement tubulaire d'origine biologique moyenne à faible ou assez bonne en  $A_{11}$ , bonne ou très bonne en  $A_{12}$ .

La structure est donc défavorable en  $A_{11}$  malgré la texture sableuse et un ameublissement du sol est nécessaire pour permettre une meilleure pénétration des racines et surtout comme on le verra plus loin, une meilleure alimentation en eau.

La dominance toujours nette des sables grossiers sur les sables fins dans une fraction sableuse largement dominante contribuent à donner aux horizons A, des stabilités structurales moyennes dues essentiellement à des valeurs moyennes du coefficient de percolation K. (Fig. 12)

En profondeur, la structure est fondamentalement mauvaise, du type verticale, et très défavorable à la pénétration et au développement des racines. Mais la stabilité de la structure est généralement très nettement supérieure à celle des sols halomorphes tant en ce qui concerne l'indice d'instabilité structurale (Is) que le coefficient de percolation K : les horizons B ne se comportent pas en terre sodique. Cela semble logique étant donné les faibles proportions de sodium échangeable.

La discontinuité des propriétés physiques entre les horizons A et l'horizon B sous-jacent, provoque à la base de ces premiers et au sommet de ce dernier un engorgement prononcé responsable de la sous-structure en plaquettes obliques patinées en B, du dépôt de sables beiges ou blanchis sur les sommets des colonnes, et est préjudiciable aux racines.

Lorsque cette discontinuité se trouve à faible profondeur, moins de 30 cm environ, elle devient un facteur limitant de la fertilité physique : engorgement lorsque la pluviométrie est abondante, déficit d'alimentation en eau des horizons sableux en période de sécheresse. Il faudra dans ce cas, un labour profond provoquant une homogénéisation du profil, mais il devra obligatoirement être accompagné d'apports d'amendements organiques et d'une fumure N P K équilibrée : c'est alors de la culture intensive.

### 3.) Porosité : (indice de compacité) Fig. 13

Les horizons A se situent dans la zone sans asphyxie, tandis que les horizons B se comportent comme ceux des Vertisols typiques et se situent dans la zone à asphyxie totale.

### 4.) L'eau utile :

Les horizons A ont une faible capacité de stockage à cause de leur texture sableuse et de leur faible épaisseur.

Mais, on a vu que la dynamique de l'eau est sous la dépendance d'autres facteurs.

### 5.) Matière organique et azote : (Fig. 14)

Les teneurs en matière organique des horizons de surface  $A_{11}$  se partagent entre les valeurs faibles (0,4 à 0,9 %) et moyennes à faibles (0,9 à 1,4 %). En A, elles subissent une baisse assez sensible

Fig. 12 - Vertisols halomorphes type V0D33  
Stabilité structurale

- + horizons A11
- horizons A12 et A13
- horizons B21 et B22
- ▲ horizons B23 et B3

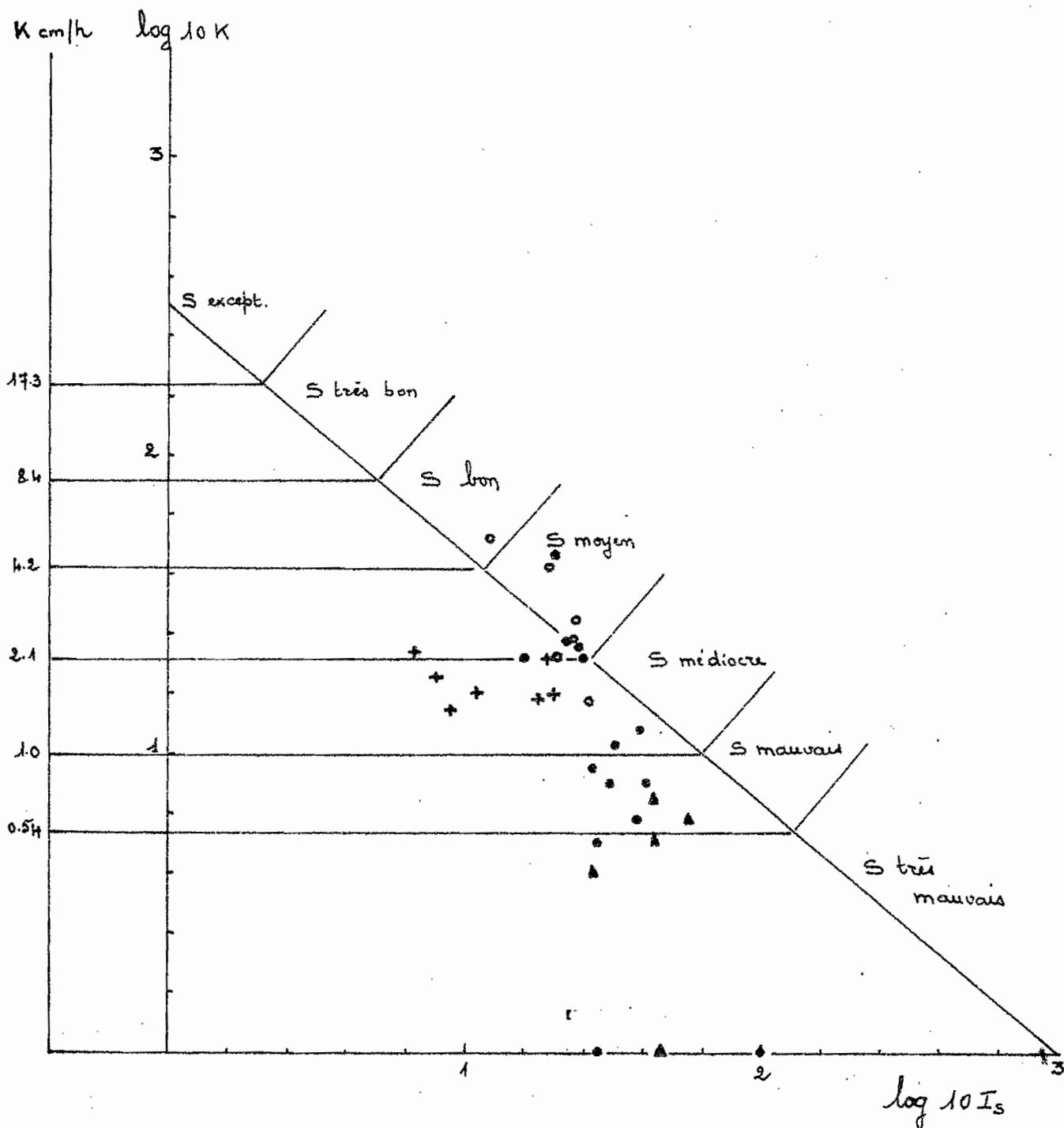
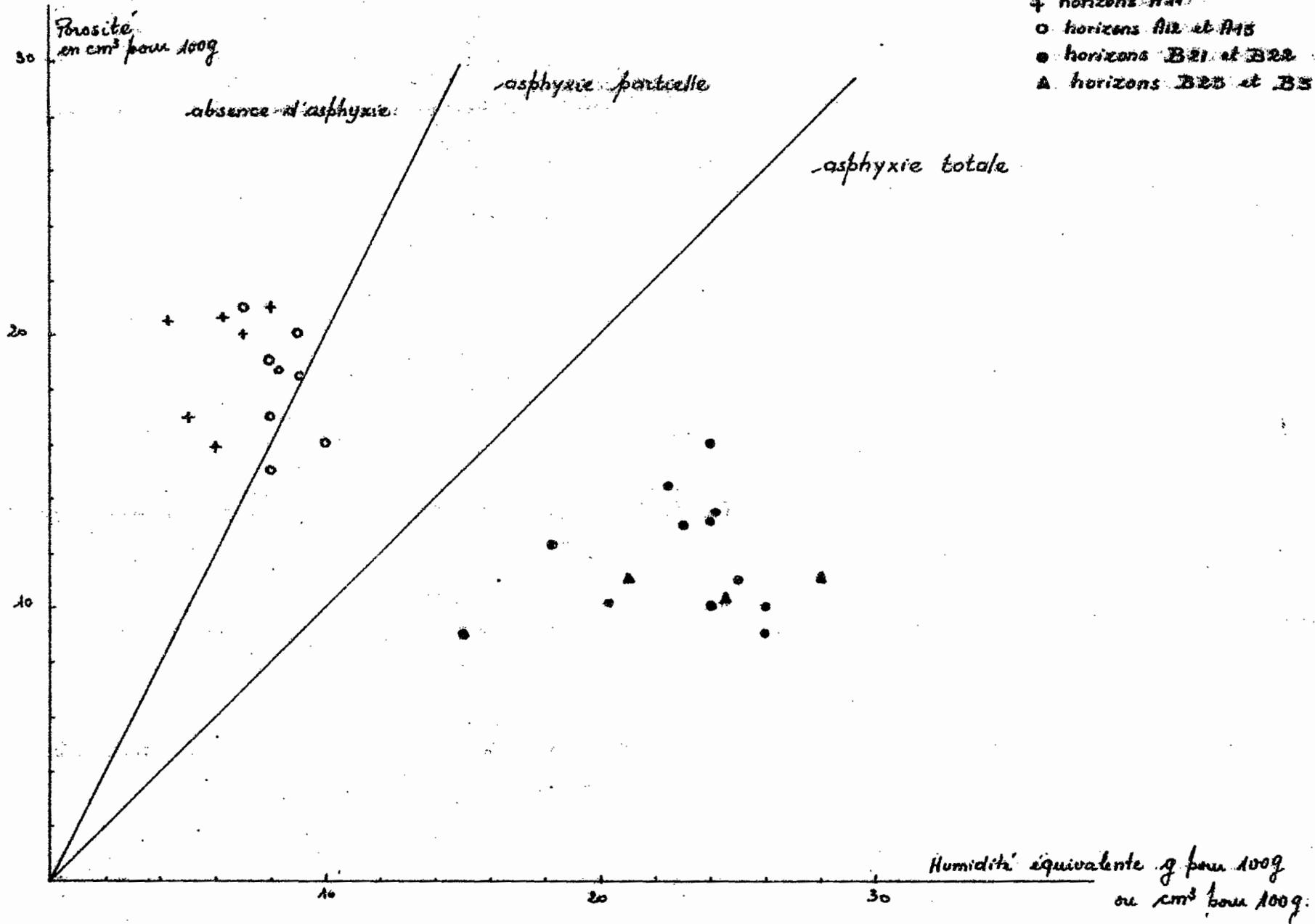


Fig. 13. Vertisols halomorphes type V0D 33

Porosité (Indice de compacité)



pour les profils ayant les plus fortes teneurs en  $A_{11}$ , et se maintiennent assez bien pour les autres : 0,4 à 0,9 %.

A partir de  $A_{12}$ , la matière organique est bien répartie en profondeur du point de vue analytique alors que cela n'est pas sensible du point de vue morphologique : les teneurs se maintiennent encore entre 0,4 et 0,9 % en  $A_{13}$  ou en  $B_{21}$  (s'il n'y a pas de  $A_{13}$ ).

Les rapports C/N sont généralement compris entre 10 et 13 (matière organique bien décomposée). Aussi les teneurs en azote suivent-elles celles en matière organique:

- valeurs faibles (0,3 à 0,5 ‰) dominantes, et valeurs moyennes à fortes en  $A_{11}$ .
- valeurs faibles en  $A_{12}$ , toujours inférieures à 0,5 ‰ avec dominance des valeurs comprises entre 0,3 et 0,4 ‰.

L'azote est donc un facteur limitant de la fertilité.

#### 6. ) Le phosphore : (fig. 14)

La totalité des horizons tant  $A_{11}$  que  $A_{12}$  accusent des teneurs en  $P_2 O_5$  très faibles ou faibles (inférieures à 0,3 ‰ avec une seule valeur égale à 0,3 ‰).

Ces sols sont donc très pauvres en phosphore facteur limitant de la fertilité.

#### 7. ) Complexe absorbant - Richesse minérale : (fig. 14)

pH et taux de saturation : le pH est faiblement acide à neutre tant en  $A_{11}$  qu'en  $A_{12}$ , sans variation entre ces deux horizons (valeurs comprises entre 6,0 et 7 et le plus souvent entre 6,2 - 6,3 et 7).

Le complexe absorbant est donc proche de la saturation (taux de saturation, de l'ordre de 70 à 80 %) en surface.

Dans les horizons B, le pH augmente du haut vers le bas, il est pratiquement neutre (6,5 à 7) ou faiblement alcalin en  $B_{21}$ , et atteint 8 et plus dans les niveaux calcaires de profondeur.

Somme des bases échangeables : malgré la texture sableuse, la somme des bases garde le plus souvent des valeurs moyennes en  $A_{11}$  (autour de 3 à 4 méq. pour 100 g) on y note cependant quelques valeurs faibles (inférieures à 3 méq.).

En  $A_{12}$  et  $A_{13}$ , la somme des bases a toujours des valeurs moyennes (3 à 6 méq.)

Dans les horizons de profondeur, les caractères vertiques font que le problème de la richesse minérale ne se pose pas : somme des bases toujours bonne (de 9 méq. à plus de 20 méq.)

En conclusion, la richesse en bases échangeables ne semble pas devoir constituer un facteur limitant de la fertilité malgré la texture sableuse en surface.

#### 8. ) Conclusion, utilisation :

Ces sols sont caractérisés par une fertilité physique médiocre due au mauvais drainage (risque d'engorgement) et parfois au problème de l'alimentation en eau des horizons superficiels sableux. On pourra résoudre ce problème par un contrôle de l'écoulement des eaux (billonnage étudié) des labours profonds, des apports de matière organique.

La fertilité chimique est limitée par une pauvreté en azote et en phosphore, la fumure NP est donc impérative.

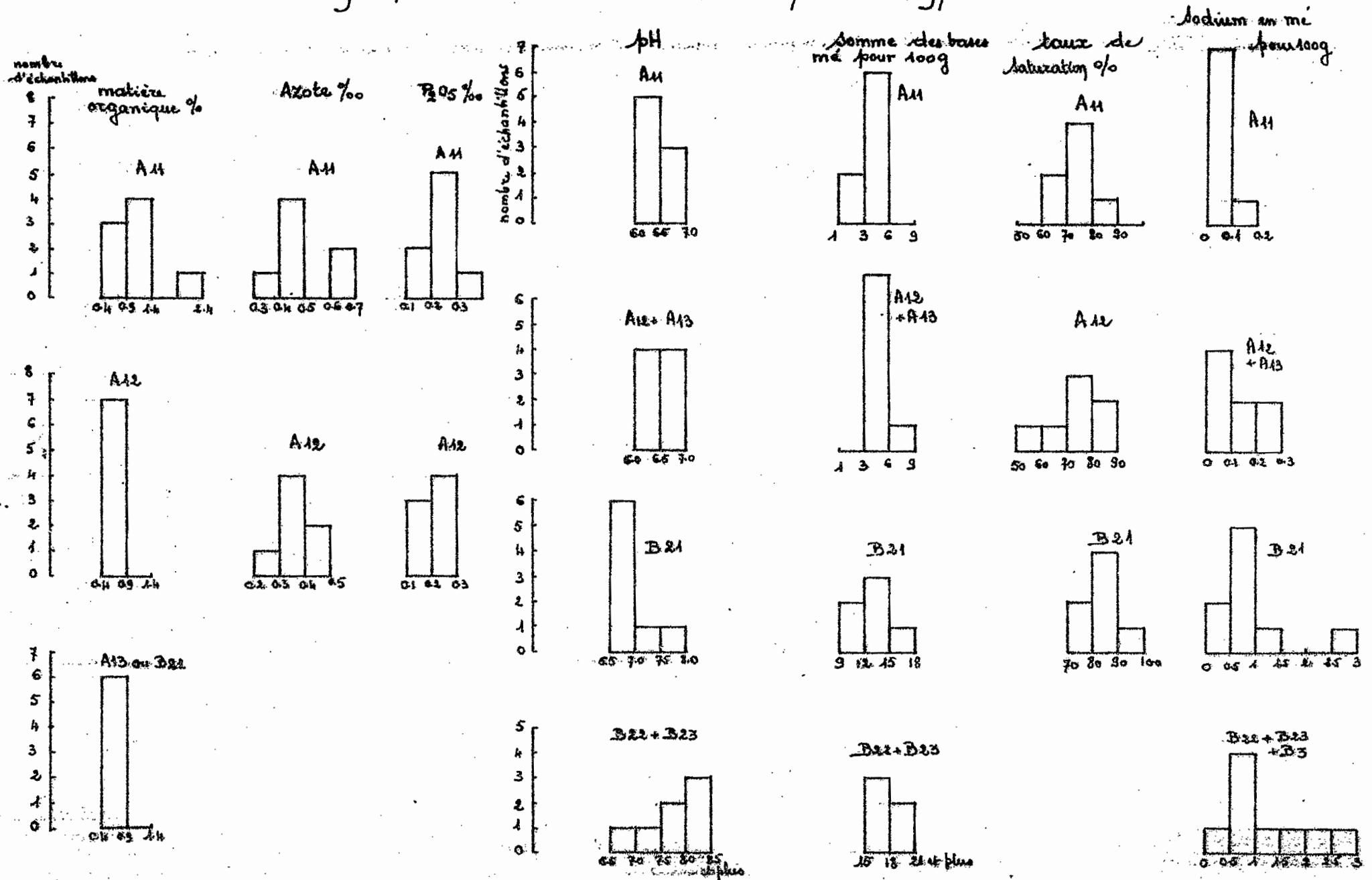
La richesse minérale (bases échangeables) est moyenne, et les sables contiennent une assez bonne proportion de minéraux altérables liés à la position de ces sols dans le complexe d'altération montmorillonitique.

Les labours profonds pourront dans certains cas, augmenter la richesse minérale de l'horizon de surface, en le mélangeant avec l'horizon argileux sous-jacent.

En culture intensive ainsi conduite, ces sols doivent montrer une fertilité nettement supérieure à celle des sols du type ferrugineux tropical. Ils peuvent convenir alors à l'arachide, au sorgho, au coton... surtout qu'ils sont situés dans une région à pluviométrie assez élevée.

Ils sont actuellement utilisés pour la culture du sorgho. L'intense activité biologique qui y règne lorsqu'ils ne sont pas sous culture peut abriter cependant des parasites des plantes qui peuvent avoir une influence lors des premières mises en culture.

Fig. 14- Vertisols halomorphes type VOD 33



B. 2. 3. 2. Sols à horizons A sablo-argileux à argilo-sableux :  
différenciés en un horizon unique (environ 20 cm  
d'épaisseur) :

Les différences essentielles avec les sols précédents sont :

- une compacité plus forte dans l'horizon A (labour obligatoire)
- caractéristiques analytiques structurales médiocres en A.
- zone d'engorgement plus proche de la surface.
- richesse minérale en A plus élevée (somme des bases de l'ordre de 6 à 8 méq.).
- mélange beaucoup plus facile, par labour profond, entre l'horizon A et l'horizon B sous-jacent dont les teneurs en sodium échangeables sont faibles et du même ordre que dans les sols précédents.

Le billonnage avec contrôle de l'écoulement des eaux sera nécessaire.

En culture intensive, ces sols conviendront au sorgho, au coton, au maïs ....

Ils sont actuellement utilisés pour la culture du sorgho.

B. 2. 3. 3. Sols vertiques en surface :

Ces sols ont la richesse minérale des vertisols typiques, mais l'horizon A a de mauvaises caractéristiques structurales et est souvent sodique (5 % environ de sodium échangeable).

Ces caractéristiques structurales doivent cependant être améliorables étant donné les quantités faibles de sodium : labours, billonnage, apport de matière organique, fumure complète N P K.

Ces sols doivent alors avoir les mêmes utilisations que les précédents.

/ CLASSE DES SOLS A MULL /

SECTION IV - CLASSE DES SOLS A MULL - SOLS A MULL DES PAYS TROPICAUX.

SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES.

Définitions.

Les Sols Bruns eutrophes ont été définis comme des sols automorphes (c'est-à-dire développés en position de bon drainage externe et interne), à structure de surface excellente (MAGNIEN, 1963), grumelleuse à nuciforme en A (AUBERT 1965), à structure petite à moyenne en profondeur : "structure cubique à polyédrique moyenne en B" (AUBERT, 1965).

Il s'agit là des Sols Bruns eutrophes modaux. Les caractères structuraux s'étant avérés très variables dans les régions étudiées et à variabilité non liée à des caractéristiques physiques (drainage) ou physico-chimiques données, la conception modale a été élargie et les Sols Bruns eutrophes ont été définis d'abord et essentiellement par le type d'altération (complexe d'altération montmorillonitique), le caractère distinctif d'ordre structural avec les Vertisols étant l'absence de remaniements internes accentués (absence de faces de glissement obliques patinées), et non le type et la taille de la structure. Leurs caractéristiques structurales étant rarement celle des sols modaux, ils ont été classés dans un sous-groupe vertique. Cependant, à la faveur de l'abondance d'éléments grossiers dans certains profils, on pourra avoir des sols du type modal.

Il a été retenu comme caractéristiques essentielles des Sols Bruns eutrophes dans cette étude :

- une couleur relativement foncée dans les horizons A du type brun foncé non liée à des quantités importantes de matière organique.
- une saturation en bases élevée.
- une bonne capacité d'échange de cations.
- une fraction argileuse où sont encore relativement bien représentées les argiles du type 2/1 : illites et montmorillonites.
- une matière organique bien évoluée du type mull : caractère retenu par la classification française au niveau de la classe.

Dans l'Etude pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge, il n'avait pas été fait de distinction entre schistes et roches basiques ou neutres diverses du birrimien schisto-basique, et les schistes sériciteux ou chloriteux, schistes argileux. Les sols dérivés de ces

roches avaient été groupés dans une famille unique sur matériau argileux dérivés de schistes (indifférenciés), et cela à cause :

- de la fréquence des processus de remaniement et d'apports qui empêchent bien souvent de connaître la roche mère du matériau originel ou qui provoquent un mélange de matériaux d'origines diverses.
- de l'homogénéité des caractéristiques physico-chimiques des différents matériaux originels et en conséquence des sols.

Si dans cette étude on voit apparaître des famille de sols bruns eutrophes définies d'après les roche-mères et non d'après le matériau originel, comme dans les vertisols, c'est pour des raisons d'harmonisation avec le Secteur Centre-Nord, où les phénomènes de remaniement et d'apport étant beaucoup moins importants dans les sols, la distinction entre les différentes familles est beaucoup plus aisée.

Mais cette obligation d'harmoniser les légendes de cartes de régions à géomorphologies différentes (histoire "érosionnelle" surtout) se traduit dans le Secteur Centre-Sud par l'apparition d'une famille sur matériaux argileux indifférenciés qui en fait a beaucoup plus d'extension que ne le montre la carte, puisqu'elle est souvent associée aux autres familles.

En fait, seule la famille sur matériau argileux dérivé de granite est bien individualisée.

Les trois premières familles ne seront étudiées séparément que dans l'étude morphologique, elles seront regroupées pour l'étude des caractéristiques physico-chimiques. La seule différence importante est la plus grande richesse en  $P_2O_5$  des sols issus de roches basiques.

IV. 1. SOLS BRUNS EUTROPHES SUR MATERIAUX ARGILEUX PARFOIS GRAVELEUX  
issu de roches basiques ou neutres, et issu de schistes, et sur  
matériaux argileux indifférenciés.

A - Etude morphologique :

A. 1. Famille sur matériau argileux parfois graveleux, issu de  
roches basiques ou neutres.

A. 1. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance

Dans l'un de ses faciès typiques, cette famille de sols se développe sur les reliefs de roches dites "vertes" du birrimien schisto-basique. Les sols sont donc alors facilement reconnaissables. Ils comportent à la surface du sol un pavage de pierres et de blocs de roches qui peut faire illusion et faire croire qu'il s'agit de lithosols.

Cependant, ils ne se localisent pas toujours sur les pentes des collines. On en trouve aussi dans les plaines de piémont, dans la même position topographique que les vertisols, le faciès est alors généralement plus verticale et les sols se distinguent mal en surface d'un vertisol lorsque ces derniers ne sont pas caractérisés par de grandes fentes de retraits en surface.

La chaîne de sols classique est :

- sol brun eutrophe sur les pentes des reliefs birrimiens.
- vertisol ou sol brun eutrophe à caractères plus verticaux dans la plaine de piémont.

A. 1. 2. Morphologie :

1. ) Exemple de morphologie type (séries situées sur les collines birrimiennes) :

Profil V O B 41

Situation : sur la route de KORSIMORO à KAYA (axe routier OUAGADOUGOU-KAYA) à 5,8 km de KORSIMORO (départ au croisement avec la route de BOULSA), sur la pente d'une petite butte lithosolique en surface: pavage de blocs ou de cailloux et pierres d'amphibolite.  
Champ de sorgho.

Description :

- 0 - 17 cm : brun rouge 2,5 YR 4/4 ; humifère ; argileux ; structure polyédrique moyenne et petite très bien développée, parfois plus grossière, mais avec alors une sous-structure polyédrique petite ; bonne porosité d'agrégats ; en surface, pavage dans les cinq centimètres supérieurs de cailloux d'amphibolite.
- (A<sub>11</sub>)
- 17 - 40 cm : brun plus rouge que précédemment 2,5 YR 5/6, plus brun et plus humifère dans le haut ; argileux ; structure polyédrique grossière à petite bien développée, les gros agrégats ont une cohésion moyenne à faible et une sous-structure polyédrique moyenne.
- (A<sub>12</sub>)  
ou (AB)
- 40 - 140 cm : amphibolite altérée friable, argileuse, à revêtements noirs dans les diaclases ; avec des plages identiques à l'horizon précédent jusqu'à 74 cm de profondeur.

C'est un sol brun eutrophe qui répond presque à la conception modale par sa structure et qui n'a pas de caractères vertiques ; mais pour des raisons de cartographie, ce caractère n'a été pris en considération qu'au niveau de la série.

2. Variations autour de cette morphologie type :

2. 1. Profil dans la même position topographique, à morphologie typique, mais argilo-caillouteux en A<sub>12</sub>, avec un horizon C remplacé par un horizon B (C) constitué tantôt de roches plus ou moins altérées, tantôt d'une argile brun-rouge à structure polyédrique grossière (tendance un peu plus vertique) ; le profil peut être plus rouge que le V O B 41 (2,5 YR 3,5/6 en surface).

2. 2. Profil en position de plaine à pente faible, du type A<sub>11</sub> - A<sub>12</sub> - (B) - C ou A - (B) - C, souvent argileux sur une plus grande épaisseur (90 cm), à caractères nettement plus vertiques :

- structure polyédrique moyenne, grossière ou très grossière à sur-structure prismatique moyenne et grossière en A<sub>11</sub> et A<sub>12</sub> (quand ce dernier n'est pas caillouteux) cependant quand l'horizon A<sub>12</sub> est caillouteux, la structure y reste souvent polyédrique moyenne et petite.

- structure polyédrique très grossière ou structure prismatique petite, petite à moyenne, avec quelques faces de décollement horizontales ou plus rarement obliques à tendance patinée (sols de transition vers les Vertisols).

2. 3. Présence d'un lit de cailloux et pavés de quartz d'épaisseur variable (30 cm à près d'un mètre) en dessous de l'horizon A<sub>12</sub>, ce lit peut reposer sur un horizon brun, argileux, à structure prismatique petite, riche en plages de roches altérées.

A. 2. Famille sur matériau argileux, parfois graveloux issu de schistes.

A. 2. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance

Ces sols se développent essentiellement sur les chlorito-schistes et sericitoschistes des régions situées au sud de MOKTEDO et à l'ouest de MANKARAGA : plaines à pentes très faibles avec de petites buttes quartzitiques blanches et de légères dépressions où se localisent les Vertisols. Ces derniers ont comme les Sols Bruns eutrophes une couleur brune en surface, mais ils s'en distinguent par la présence d'assez grandes fentes de retrait tendant à former un réseau.

A. 2. 2. Morphologie :

1. ) Séries du BOMBORE

Elles se développent sur les schistes de la région au sud de WEOGOTENGA, traversée par la rivière BOMBORE.

1. 1. - Le profil typique comprend :

- un horizon superficiel A<sub>11</sub> de 10 cm environ, brun foncé, humifère, argilo-limoneux avec une structure à tendance litée et une cohésion faible.
- un horizon A<sub>12</sub> de 15 cm environ, brun gris foncé, humifère, argileux, à structure polyédrique moyenne et grossière assez bien développée.
- un horizon (B) brun plus vif, de 25 cm environ, moins humifère, argileux à structure polyédrique moyenne à petite assez bien développée.

- des horizons d'environ 70 cm d'épaisseur, gravillonnaires et graveleux (graviers de schistes essentiellement) avec un concrétionnement manganifère traduisant une hydromorphie cependant assez faible. L'hydromorphie peut l'intensifier vers le bas.

1. 2. - Variations autour de cette morphologie type :

- niveau graveleux et gravillonnaire commençant dès 15 cm de profondeur environ.
- horizon A<sub>12</sub> épais de 30 cm environ, à structure inchangée, posé sur un lit de cailloux de quartz avec un horizon B d'origine différente, à nette tendance verticale : structure polyédrique moyenne en assemblage compact avec quelques agrégats prismatiques à bases à tendance patinée et parfois patinées striées.
- un horizon A<sub>12</sub> remplacé par un niveau de cailloux de quartz avec horizon B plus épais, brun franc à structure inchangée, passant progressivement en profondeur à la roche altérée.

2. ) Séries de la région GAONGO-VOLTA-BLANCHE.

Ici le matériau argileux superficiel repose sur un matériau gravillonnaire ou caillouteux qui repose lui-même sur une argile brune d'altération de schistes à caractère brun eutrophe.

Elles se développent sur les schistes de la région de la piste GAONGO-VOLTA-BLANCHE.

Ces différents matériaux ont des épaisseurs variables, le matériau argileux de surface peut avoir 40 à 60 cm d'épaisseur, l'horizon gravillonnaire ou caillouteux dont les gravillons ou cailloux peuvent être noyés dans une argile à tendance verticale, peut avoir 40 à 15 cm d'épaisseur.

L'horizon d'altération de schistes en profondeur qui est brun à structure polyédrique grossière à moyenne assez bien ou bien développée peut contenir des morceaux de schistes ou des nodules calcaires, il apparaît vers 80 à 50 cm de profondeur.

Le matériau argileux superficiel comporte :

- un horizon superficiel A<sub>11</sub> d'environ 15 cm brun gris à gris brun, humifère, argileux à argilo-sableux ou argilo-limoneux, à structure non développée.
- un horizon A<sub>12</sub> ou AB brun à brun gris ou brun olive argileux à structure polyédrique moyenne à grossière moyennement développée avec une surstructure prismatique.

### A. 3. Famille sur matériaux argileux indifférenciés.

#### A. 3. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance.

Les sols de cette famille ont une répartition beaucoup plus dispersée que les précédents. Ils sont développés sur des matériaux d'apports argileux, difficiles à rattacher à une roche-mère donnée, souvent polyphasés (gravillonnaires en profondeur), parfois d'origine colluvio-alluvial.

Ils se développent dans la même position topographique que les Vertisols et les sols du type ferrugineux tropical : plaine à pente très faible de l'ordre de 1 % ou moins, qui constitue la surface actuelle.

Ils se distinguent superficiellement par une couleur franchement brune ou seulement brunâtre, caractère qu'ils partagent avec les Vertisols. Les Vertisols ne s'en distinguent que si les manifestations des remaniements internes (grandes fentes de retrait, effondrements, épandage de nodules calcaires en surface) sont visibles en surface.

La végétation est souvent une savane parc à Karité où cependant l'Acacia seyal est plus souvent présent ou dominant dans la strate arbustive.

#### A. 3. 2. Morphologie :

##### 1. ) Séries en position de plaine à pente faible.

##### 1. 1. - Exemple de morphologie type : Profil V O I 67

Situation : sur la route de MANE à YAKO, à 10,9 km de MANE (km 0 au carrefour de MANE devant l'école); plaine à pente très faible de l'ordre de 0,5 % entre des zones gravillonnaires un peu plus hautes ou dans la même position topographique.

Végétation : savane à Karité, Parkia Biglobosa, Ficus sp.

Description :

- 0 - 17 cm : brun foncé 10 YR 4/3,5 ; humifère ; argilo-limoneux ; structure cubique moyenne à tendance polyédrique (4,5 cm environ) parfois plus grossière avec alors parfois une sous-structure polyédrique très grossière ; cohésion des agrégats forte ; bonne porosité tubulaire.
- A<sub>11</sub>
- 17 - 51 cm : olive foncé 5 Y 4,5/3 ; humifère ; argileux ; structure polyédrique grossière à cubique (2,5 x 3 x 2,5 cm environ) bien développée parfois à surstructure prismatique moyenne à cubique.
- A<sub>12</sub>  
ou AB
- 51 - 66 cm : identique au précédent, mais à assez nombreuses taches jaunes diffuses, quelques concrétions noires manganifères.
- B
- 66 - 100 : essentiellement constitué de gravillons ferrugineux de formes irrégulières, de graviers de quartz dans une terre fine olive, argileuse ; horizon tassé à débit par éclats friables ; très nombreuses néoconcrétions soudant des gravillons par des taches noires manganifères, présence de nombreux cristaux de feldspath, de cailloux de quartz.
- à 100 cm : cuirasse ferro-manganifère noire et brun-rouge.

1. 2. - Variations autour de cette morphologie :

- en A<sub>11</sub> : structure prismatique petite très bien développée à sous-structure polyédrique grossière et moyenne bien développée devenant parfois la structure première.
- en A<sub>11</sub> : structure grossière : prismatique moyenne et moyenne à petite ou prismatique grossière.
- en B : structure prismatique petite à très petite très bien développée ; présence de faces de décollement à tendance patinée.
- profil plus développé avec horizon B différencié en deux ou trois horizons par éclaircissement progressif, par exemple de 10 YR 4,5/4 à 10 YR 5/8, pas de niveau gravillonnaire, mais argileux à nombreux gravillons ferrugineux à la base.

- structure grossière à large sur l'ensemble du profil : prismatique moyenne, moyenne à petite, grossière, grossière à large.
- sol gravillonnaire dès 20 à 25 cm de profondeur ou sol sans niveau gravillonnaire.
- apparition d'une ségrégation ferrugineuse sur l'ensemble du profil (ségrégation diffuse dans la partie supérieure) : passage aux Sols Bruns eutrophes hydromorphes.
- accumulation calcaire intense dans le niveau gravillonnaire à la base du profil.

## 2. ) Séries bien développées de colmatage des talwegs.

Ce groupe de séries est localisé dans l'extrême Nord du Bassin Versant de la Volta Blanche : régions de GOUDRI, TAMPARA....

Le profil typique comprend ;

- un horizon superficiel A de 20 cm environ, brun gris humifère, argileux, à structure prismatique petite à moyenne très bien développée, mais pouvant porter un recouvrement limono-argileux à structure plus large de 10 cm environ.
- un horizon moyen de 1 m environ, brun encore humifère argileux à structure identique.
- un horizon profond plus clair, non humifère, argileux à structure moins bien définie et moins développée.

Les variations autour de ce type consistent en un élargissement de la structure qui peut rester prismatique grossière à large sur l'ensemble du profil, ou à une tendance verticale plus prononcée non par élargissement de la structure, mais par apparition de faces de décollement, subhorizontales nettes à tendance patinée ou même parfois patinées.

B - Etude de la fertilité.

B. 1. Les éléments de la fertilité.

1. ) La texture :

Le graphique n° 15 donne la granulométrie des sols bruns eutrophes vertiques. Les matériaux originels tant en surface qu'en profondeur sont argilo-sableux et argileux. Les granulométries sablo-argileuses sont dues à quelques rares recouvrements superficiels.

L'argile est ici à dominance kaolinitique mais les argiles du type 2/1 (groupe des illites et de la montmorillonite) sont encore assez bien représentées.

Les conséquences de cette texture et de cette minéralogie des argiles sont le maintien d'une bonne richesse en éléments minéraux, mais, aussi une tendance au mauvais drainage interne.

Mais ces matériaux argileux sont d'épaisseurs variables et reposent dans certaines séries sur des niveaux gravillonnaires ou graveleux.

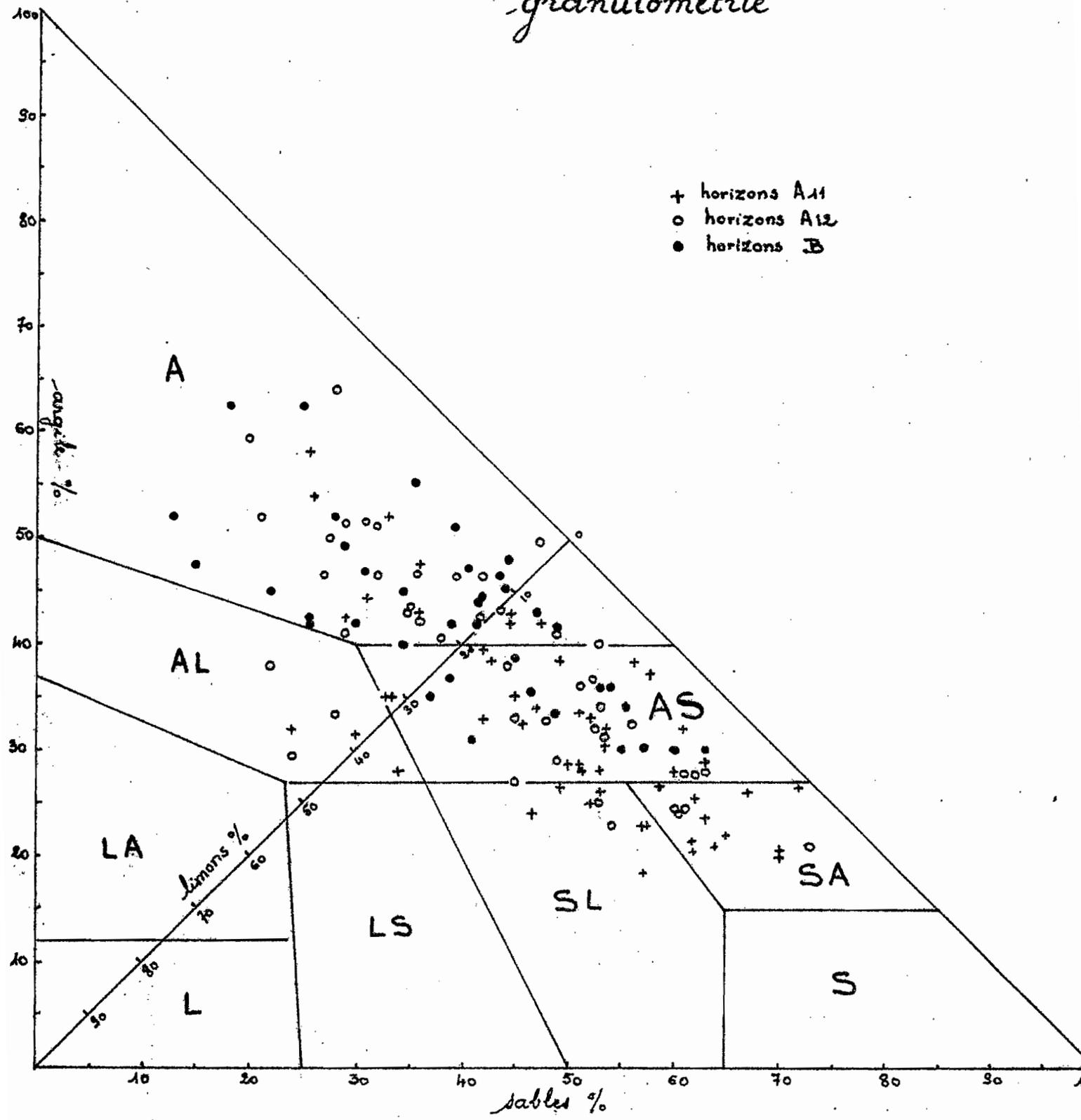
2. ) La structure et la cohésion.

2. 1. - Horizons de surface :

Dans les familles de sols sur matériau argileux issu de roches basiques ou neutres et sur matériaux argileux indifférenciés, la morphologie de la structure - qui est le plus souvent moyenne ou petite - permet très souvent un travail facile ou très facile du sol pendant la saison sèche, même en culture traditionnelle.

Cependant dans la famille de sols sur matériaux indifférenciés on note des sols à structure grossière à large en surface : le travail du sol est alors difficile en culture traditionnelle et cependant il est plus que jamais nécessaire pour améliorer une structure morphologiquement très défavorable à la pénétration des racines. Dans la famille de sols sur matériau argileux issu de schiste, la structure est du type peu développée dans l'horizon  $A_{11}$ , mais elle est très souvent polyédrique moyenne et grossière, bien à assez bien développée en  $A_{12}$ , le travail du sol est donc nécessaire sur une profondeur de 10 à 20 cm environ, ce qui est difficilement réalisé en culture traditionnelle. En culture mécanisée ou attelée, il

Fig. 15 Sols bruns eutrophiés vertiqueux  
granulométrie



sera relativement facilité par la faible cohésion de l'horizon  $A_{12}$  sous-jacent à la zone labourée. Par ailleurs, la structure du  $A_{12}$  favorable à la pénétration des racines en augmente l'efficacité.

La stabilité de la structure existante ou créée par les façons culturales est très variable :

- les sols développés sur matériau argileux dérivé de roches basiques ou neutres montrent une stabilité structurale meilleure dans l'ensemble : les horizons  $A_{11}$  se partagent équitablement entre les classes de stabilité structurale moyenne à bonne et médiocre à mauvaise, avec une dominance des valeurs-moyennes et médiocres (fig. 16 )
- les sols développés sur matériau argileux dérivé de schistes et sur matériaux argileux indifférenciés (fig. 17 ) ont une stabilité structurale se partageant entre les valeurs médiocres et mauvaises avec une dominance des valeurs médiocres et presque pas d'échantillons dans les valeurs moyennes. Ils nécessiteront donc plus que les précédents, des amendements organiques destinés à rentabiliser le labour.

## 2. 2. - Horizons de profondeur : $A_{12}$ et B.

La morphologie de la structure - qui est le plus souvent petite ou moyenne - est très favorable à la pénétration des racines et est un facteur de rentabilisation du labour de l'horizon  $A_{11}$ . Dans les sols développés sur matériau argileux issu de roches basiques ou neutres, la stabilité de la structure des horizons  $A_{12}$  ou AB est la même qu'en  $A_{11}$ , tandis que celle des horizons B analysés se maintient dans ou autour de la classe des stabilités structurales moyennes.

Dans les deux autres familles de sols les stabilités structurales en  $A_{12}$  ou AB montrent une forte dominance des valeurs médiocres, tandis que celles des horizons B montrent une forte dominance des valeurs médiocres et mauvaises.

### 3. ) La porosité (indice de compacité). (Fig. 18)

La macroporosité, bien qu'encore assez faible, marque un net progrès sur les vertisols ; le nuage des points figuratifs des horizons superficiels  $A_{11}$  est essentiellement situé (ou presque) dans la zone à asphyxie partielle, celui des horizons  $A_{12}$  se partage entre les zones à asphyxie partielle et à asphyxie totale avec dominance des points situés ou presque dans la zone à asphyxie partielle. Par contre celui des horizons B marque une nette dominance des points situés dans la zone à asphyxie totale rejoignant en cela les Vertisols.

Ces sols sont mieux aérés que les Vertisols en ce qui concerne les horizons les plus exploités par les racines ( $A_{11}$  et  $A_{12}$ ), mais ils ont encore nettement besoin d'une amélioration de leur structure par le travail du sol et des apports de matière organique.

### 4. ) L'eau utile :

En surface, les échantillons se partagent entre des teneurs en eau utile faible (2 à 6 %) et des teneurs en eau utile moyennes à assez bonnes (6 à 12 %). Dans les horizons moyens,  $A_2$ , si les teneurs extrêmes plus élevées deviennent moins fréquentes, par contre, la fréquence des teneurs moyennes (6 à 8 %) augmente. Mais dans les horizons plus profonds, horizons appelés ici B, la fréquence des teneurs faibles (4 à 6 %) augmente. Il faut peut être voir dans cette diminution des quantités d'eau utile en profondeur une influence de la matière organique en surface.

Mais de part leur drainage interne et souvent interne et externe imparfaits, ces sols sont le plus souvent maintenus au-delà de la capacité au champ; leur texture argileuse, les protège contre une évaporation trop rapide et le manque d'eau ne semble devoir constituer un élément limitant de la fertilité.

### 5. ) La matière organique, l'azote et le phosphore. (Fig. 19)

Tous les horizons de surface  $A_{11}$  présentent des teneurs en matière organique supérieures à 0,8 % (teneur pouvant être considérée comme presque moyenne en fertilité tropicale) et comprises pour la grosse majorité des échantillons entre 1 et 2 % (teneurs moyennes). Les teneurs extrêmes, supérieures à 2,5 %, sont rares et très dispersées. On a une population normale à fréquence maximum très élevée dans la classe 1 à 2 %.

Fig. 16. Sols bruns eutrophes vertiques  
sur matériau argileux dérivé de roches  
basiques ou neutres.

- Stabilité structurale -

- + horizons A11
- o horizons A12
- horizons B

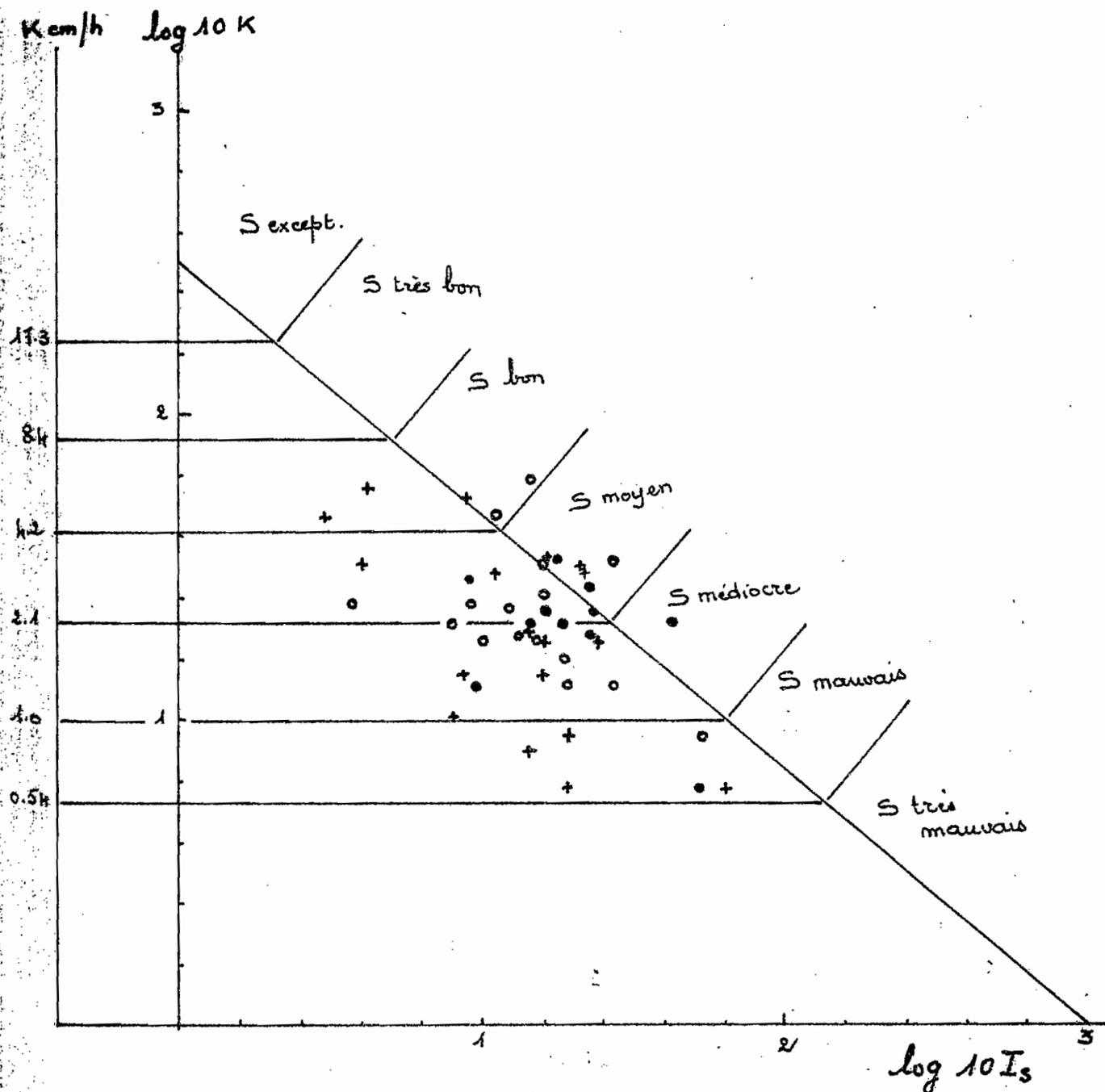


Fig. 17. Sols bruns eutrophes vertiques  
 sur matériau argileux issu de schistes  
 et sur matériaux argileux indifférenciés

### Stabilité structurale

- + horizons A11
- o horizons A12
- horizons B

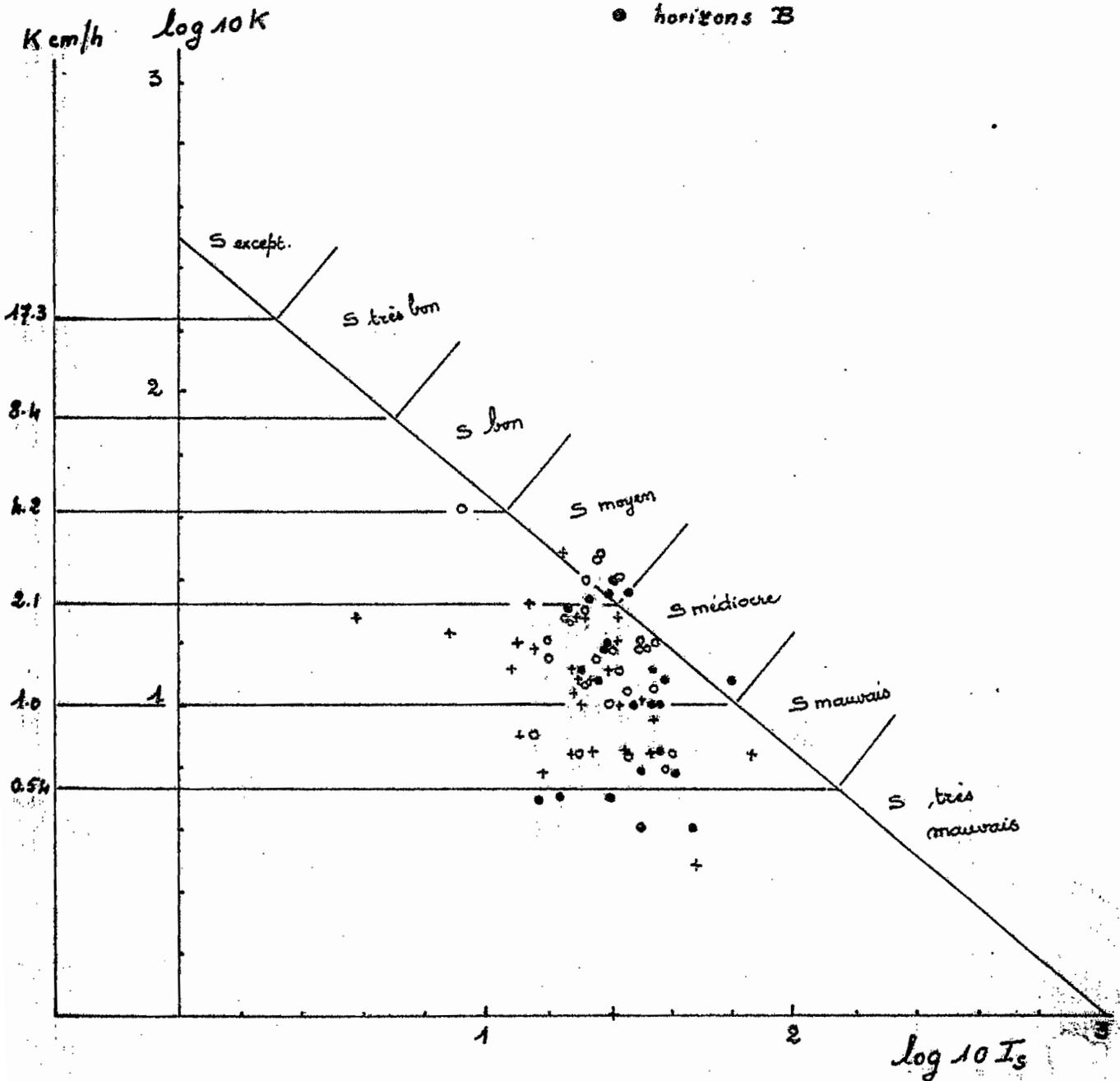
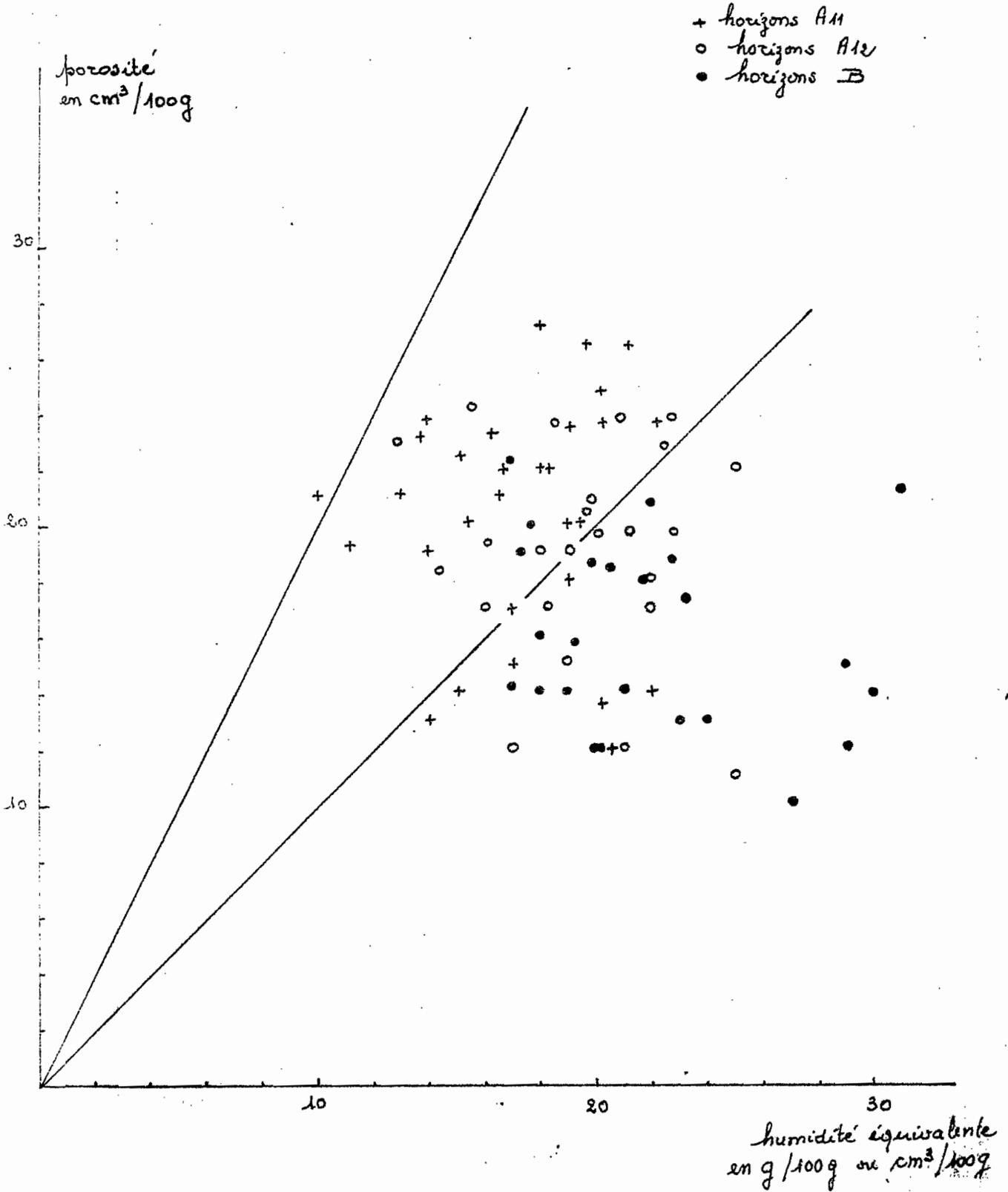


Fig. 18. Sols bruns eutrophes vertiques

Porosité (Indice de compacité)



Dans les horizons  $A_{12}$  et  $B_{21}$ , la distribution de fréquences reste la même, mais les fréquences maximum sont décalées de 0,5 % de  $A_{11}$  à  $A_{12}$  et de  $A_{12}$  à  $B_{21}$ .

La matière organique peut donc être considérée dans l'ensemble comme assez bien répartie en profondeur.

#### Rapport carbone sur azote C/N (fig. 19 )

Dans les horizons  $A_{11}$ , les rapports C/N forment une population normale à fréquence maximum élevée dans la classe 12 à 14. On serait donc tenté en première approximation de considérer la matière organique de ces sols comme seulement moyennement décomposée dans l'ensemble, les C/N supérieurs à 14 caractérisant des matières organiques mal décomposées.

Cependant dans une étude récente sur la matière organique des Sols Bruns eutrophes de Haute-Volta et du Sénégal Oriental (THOMANN, KALOGA, et CHAUVEL), il a été constaté que les rapports C/N augmentaient dans ces sols avec le taux d'humification (c'est à dire avec le degré de décomposition de la matière organique) et le degré de décomposition de la matière organique et les proportions d'acides humiques liés à l'argile par l'intermédiaire du calcium (acides humiques très évolués très polymérisés et plus riches en carbone). C'est ce qui justifie les valeurs encore élevées du C/N dans les horizons  $A_{12}$  et  $B_{21}$ .

#### Teneurs en azote (fig. 19 )

Sur 47 échantillons de surface ( $A_{11}$ ) analysés, 80 % ont des teneurs en azote comprises entre 0,5 et 0,9 %, c'est à dire moyennes du point de vue fertilité en régions tropicales.

Dans les horizons  $A_{12}$  analysés, 40 % ont encore des teneurs moyennes en azote (essentiellement comprises entre 0,5 et 0,7 %) tandis que les teneurs extrêmes ne s'abaissent pratiquement pas en dessous de 0,3 %.

Les réserves en azote sont moyennes dans ces sols. Mais il s'agit d'azote total dans des sols à matière organique bien évoluée et bien liée à la matière minérale. La nutrition azotée peut donc être déficiente.

Teneurs en phosphore ( $P_2O_5$ ) fig. 19

Plus de la moitié des échantillons de surface  $A_{11}$  et  $A_{12}$ , 80 % des échantillons  $B_{21}$ , accusent des teneurs en  $P_2O_5$  faibles à très faibles (inférieures à 0,3 ‰).

Près de 90 % des échantillons tant en  $A_{11}$  qu'en  $A_{12}$  et en  $B_{21}$ , accusent des teneurs inférieures à 0,5 ‰.

Le phosphore est donc un élément limitant de la fertilité de ces sols. Les sols issus de roches basiques ont des teneurs en  $P_2O_5$  moyennes à bonnes.

6. ) Richesse minérale - Complexe absorbant. (fig. 19 )

Le pH : On retrouve en gros, dans les échantillons prélevés dans le périmètre du 1/500.000 la distribution de fréquence que l'on avait dans les échantillons des Bassins Versants des Voltas, mais dans l'ensemble il y a une forte diminution des valeurs moyennement acides (pH 5,5 à 6) dans les horizons  $A_{11}$  et  $A_{12}$  dans le premier périmètre.

Si on considère l'ensemble des résultats, on constate toujours en surface (horizons  $A_{11}$  et horizons  $A_{12}$ ), une fréquence très élevée pour les valeurs faiblement acides (pH 6 à 6,5).

Dans les horizons de profondeur B, on a encore une dominance des valeurs faiblement acides mais la courbe de fréquence est plus étalée.

Le pH est donc souvent faiblement acide sur une grande profondeur. Dans le périmètre du 1/500.000 il tend à s'élever plus souvent en profondeur.

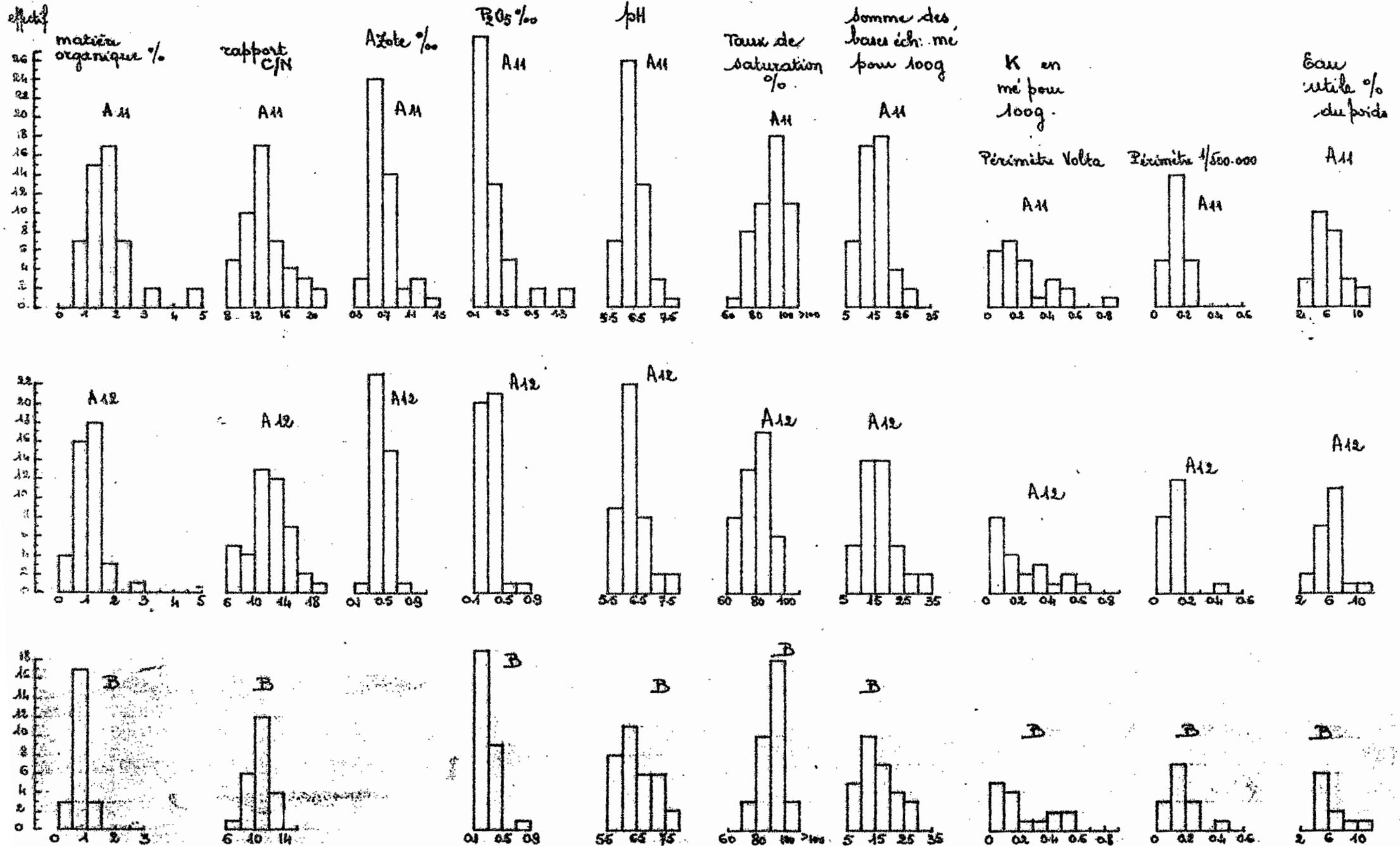
Le taux de saturation : Tant en surface qu'en profondeur le complexe absorbant est pour le moins assez bien saturé (taux de saturation de 70 à 80%) il est le plus souvent saturé ou très proche de la saturation (taux de saturation de 80 à plus de 100 %).

La somme des bases : Elle est presque toujours bonne à très bonne (7 à plus de 20 méq. pour 100 g), tant en surface qu'en profondeur.

Par ailleurs les réserves minérales de ces sols sont assez bonnes à très bonnes selon le matériau originel.

Dans le périmètre des Voltas, les teneurs en potassium bien qu'accusant une dominance des valeurs faibles inférieures à 0,2 méq. pour 100 g

Fig. 19 - Sols bruns eutrophes vertiques : caractéristiques chimiques et eau utile



(62 % des échantillons en A<sub>11</sub>) sont encore moyennes à bonnes (0,2 à 0,6 mé.) dans une assez bonne proportion d'échantillons (38 % en A<sub>11</sub>) Cette répartition se conserve à peu près en profondeur.

Dans le périmètre du 1/500.000, les teneurs en potassium sont assez rarement supérieures à 0,2 mé. pour 100 g dans les horizons A<sub>11</sub> et A<sub>12</sub>.

Il semble donc que ces sols nécessitent dans l'ensemble une fumure potassique dont l'opportunité sera déterminée par des essais.

En conclusion, la richesse minérale de ces sols est bonne à très bonne, sauf en ce qui concerne le potassium.

#### 7. ) La profondeur.

Dans certaines séries de sols bruns eutrophes vertiques, l'épaisseur du matériau argileux est limitée, mais il repose sur des niveaux graveleux ou gravillonnaires qui contribuent à augmenter l'épaisseur totale du sol. Dans d'autres séries, c'est la roche altérée qui apporte cette contribution.

On peut considérer que l'épaisseur du matériau argileux est dans l'ensemble suffisante (le plus souvent supérieur ou égal à 50 cm) et que, par conséquent, les matériaux graveleux ou gravillonnaires de profondeur ne constituent pas souvent une limitation de la fertilité.

#### 8. ) Le drainage et l'érosion.

Certaines séries comme celle de colmatage des thalwegs sont situées en position de très mauvais drainage externe mais leur hydromorphie ne semble pas très intense et ils devraient encore convenir au sorgho, par contre le coton y viendra très mal.

Les séries développées sur les collines birrimiennes sont au contraire en position accidentée (pente de colline), les paysans y font pour la conservation du sol des sortes de gradins ce qui est une excellente pratique justifiée pour le grand potentiel de fertilité de ces sols.

Mais la plupart des séries sont situées en position plane, avec un drainage externe médiocre qui ne les soustrait pas à l'érosion hydrique induite ici par leur faible perméabilité d'ensemble. Ils sont cependant moins sujets à l'érosion que les vertisols. Dans tous les cas, le drainage interne paraît assez médiocre et ceci à cause de la nature des minéraux argileux.

#### 9.) Fertilité d'ensemble et utilisation :

La bonne richesse en bases, le pH faiblement acide confèrent à ces sols une bonne fertilité chimique qui est malheureusement limitée par une déficience phosphatée et parfois potassique et aussi par une fertilité azotée seulement moyenne mais pouvant aussi être déficiente et qui ne se maintiendra que par des apports de matière organique.

On peut donc obtenir de ces sols une fertilité d'ensemble élevée par des fumures N-P ou N-P-K et par un travail du sol correct dont on aura intérêt à maintenir la stabilité par des apports de matière organique.

Ces sols conviennent au sorgho, au coton (avec travail du sol), au maïs (travail du sol et fumure potassique si nécessaire). Ils sont un peu lourds pour l'arachide.

Ils méritent une exploitation intensive et rationnelle. Comme les Vertisols ils revaloriseront parfaitement les investissements qu'ils nécessitent.

#### IV. 2. FAMILLE SUR MATERIAU ARGILEUX DERIVE DE GRANITE.

Cette famille de sols ne correspond pas à celle qui a été individualisée dans l'Etude pédologique des Bassins Versants des Voltas Blanche et Rouge et qui en fait est dérivée de gneiss, amphibolitiques et incluse ici dans la famille dérivée de roches basiques à neutres.

Elle a très peu d'extension et se limite à deux petites plages situées à l'extrême nord-est de la feuille de BOULSA.

Elle se développe surtout dans le secteur Centre Nord étudié par BOULET et on se rapportera à cette étude pour plus de précision.

Dans le secteur Centre-Sud, les caractères de ces sols sont en fait assez identiques à ceux des sols halomorphes associés, et se distinguent mal de ceux de bien des Sols halomorphes des Bassins Versants des Voltas Blanche et Rouge ( cf. problème de la différenciation Sols Halomorphes - Sols Bruns eutrophes - Vertisols - fait par KALOGA, 1966, dans l'étude des Vertisols).

Profil de référence : V O A 35

Situation : sur la piste de PIELA à BILANGA, à 8,2 km du marché de PIELA ;  
plaine à pente très faible.

Végétation : savane arbustive à *Combretum glutinosum*, *Acacia gourmensis*,  
*Bauhinia reticulata*, *Acacia seyal* ; strate herbacée à *ctenium*  
*elegans*, *Loudetia* sp. avec *Cymbopogon* sp.

Description :

- 0 - 3 cm : brun rougeâtre, sableux à structure mie de pain, cohésion faible, bien adhérent au suivant.
- 3 - 7 cm : brun foncé 10 YR 4/3 ; humifère ; argilo-sableux ; structure cubique moyenne à tendance polyédrique (environ 5 dm de dimension moyenne) bien développée ; cohésion des agrégats très forte à exceptionnelle ; porosité des mottes faible.
- 7 - 15 cm : brun jaune foncé, 10 YR 4/4 ; humifère ; argileux ; structure polyédrique grossière et très grossière à tendance cubique (2,5 cm de dimension moyenne à 2 x 3,5 x 3 cm), bien à assez bien développée ; cohésion des agrégats très forte à exceptionnelle ; porosité des agrégats très faible.
- 15 - 29 cm : brun jaune 10 YR 5/4 ne paraissent pas humifère, argileux, structure polyédrique très grossière (4 x 3 x 3 cm. à 5 x 3 x 3 environ) bien à assez bien développée avec une sous-structure polyédrique moyenne à grossière ne venant qu'au cisaillement ; cohésion de l'agrégat final très forte à exceptionnelle ; porosité des mottes très faible.
- 29 - 125 cm : brun pâle à taches jaunes et amas calcaires blanchâtres nombreux vers 90 cm ; vers le bas, apparition de taches gris blanchâtres mal délimitées sur les quelques faces de glissement patinées striées que l'on dégage ; argileux ; structure polyédrique moyenne à grossière, tantôt assez bien développée, tantôt moyennement développée ; parfois polyédrique très grossière à tendance cubique ou prismatique avec des bases horizontales ou obliques patinées ou à tendance patinée ; cohésion d'ensemble assez forte, cohésion des agrégats très forte, porosité des mottes très faible.

La couleur brun foncé, le bon développement d'une structure relativement moyenne à petite en surface tendant à se maintenir en profondeur justifie la position de ce sol dans le sous-groupe verticale des sols bruns eutrophes. Cependant, en profondeur l'assemblage des agrégats tend à être plus compact et à se rapprocher de celui des Sols Halomorphes. Dans tous les cas la cohésion très forte à exceptionnelle des agrégats est dans ce type de sols un caractère typiquement halomorphe.

Mais la structure peut être prismatique grossière en surface, délimitée par des fentes de retrait parfois grandes et visibles à la surface, du sol, la cohésion des mottes reste toujours très forte à exceptionnelle, la couleur brun foncé en surface.

Caractères analytiques : Profil V O A 35

Les teneurs en matière organique sont faibles à l'égard de la coloration foncée (caractère des Sols à Mull), les teneurs en azote et  $P_2O_5$  sont faibles.

La richesse minérale est assez élevée, le pH neutre en surface devient vite alcalin en profondeur à cause de la présence de calcaire.

La proportion de sodium échangeable négligeable en surface oscille autour de 5,5 à 6 dès le deuxième horizon (proportions nettement inférieures à celles des Sols Halomorphes.).

La macroporosité structurale est médiocre en surface et mauvaise dès le deuxième horizon, sans cependant s'abaisser aux valeurs très mauvaises communes aux Sols Halomorphes où l'indice d'instabilité structurale est très élevée et le coefficient de percolation K nul ou presque.

Utilisation :

Ces sols sont actuellement incultes.

Les types bien structurés comme le V O A 35 pourraient cependant convenir à la culture.

Ce sont essentiellement les caractéristiques physiques morphologiques ou (et) analytiques qui constituent le facteur limitant de leur fertilité. Etant donné les faibles teneurs en sodium échangeables,

# FICHE ANALYTIQUE

**TYPE  
DE  
SOL**

**N° PROFIL :** V.O.A. 35

HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	351	352	353	354				
Profondeur cm.	3-7	7-15	15-29	70-100				
Couleur ( )								
Refus 2 mm %	6	0	0	2				
Humidité %	3,7	5,0	4,5	5,1				
CO <sub>3</sub> Ca %				0,4				

### ANALYSE MÉCANIQUE

Argile %	33,3	45,9	40,4	42,4				
Limon fin %	6,7	8,3	7,9	8,7				
Limon grossier %	13,1	8,7	12,0	9,5				
Sable fin %	26,5	21,9	23,8	21,6				
Sable grossier %	19,5	14,7	15,5	17,6				

### MATIÈRE ORGANIQUE

Mat. org. totale %	0,85	0,52	0,36	0,23				
Mat. Humiques ( )	0,75	0,5	0,45	0,3				
Carbone %	4,9	5,0	2,1	1,3				
Azote %	0,49	0,33	0,25	0,16				
C/N	10,0	9,1	8,4	8,1				

### ACIDE PHOSPHORIQUE

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,21	0,17	0,17	0,17				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( ) %								

### FER

F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	2,35	2,68	2,62	2,59				
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	3,40	4,27	3,86	3,82				
Fer libre/Fer total	69	63	68	68				

### Bases totales ME pour 100 g de sol ( )

Calcium								
Magnésium								
Potassium								
Sodium								

### Bases échangeables ME pour 100 g de sol

Calcium	8,02	11,5	10,7	18,1				
Magnésium	3,61	4,32	2,80	3,71				
Potassium	0,19	0,17	0,15	0,20				
Sodium	0,34	0,87	1,23	1,31				
S	12,2	16,9	14,9	23,3				
T	13,4	16,4	13,6	21,5				
S/T = V %	91	sat.	sat.	sat.				

### ACIDITÉ ALCALINITÉ

pH eau	7,2	7,8	8,1	8,9				
pH KCl	5,5	6,0	6,3	7,4				

### SOLUTION DU SOL

Conductivité mm hos	0,023	0,020	0,027	0,068				
Extrait sec. mg/100 g	0,16	0,14	0,19	47				

### CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	1,90	1,89	1,87	1,95				
Porosité %	12,6	12,9	13,6	11,3				
pF 5	15,7	19,6	18,2	22,9				
pF 4,2	9,6	12,4	11,3	14,0				
pF 2,5								
Eau utile %	6,1	7,2	6,9	8,9				
Instabilité structurale h	4,28	3,88	4,91	4,74				
Perméabilité Kcm/h	1,3	0,5	0,9	0,6				

Analyses terminées le : ..... au laboratoire de : .....

CCC

ces caractéristiques sont améliorables par des façons culturales (difficiles et non praticables en culture traditionnelle pour les sols à structure grossière en surface) et un allègement de la texture par apport de matière organique.

En culture intensive, ces sols ont les mêmes utilisations que les Vertisols.



SECTION V. - CLASSE DES SOLS A SESQUIOXYDES.

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX.

AVANT-PROPOS : NOTE IMPORTANTE.

Les Sols ferrugineux tropicaux sont dans la classification française une des entités de sols où la caractérisation est devenue essentiellement morphologique, alors que l'interprétation reste chargée d'une signification génétique dont les conséquences débordent un simple problème de classification.

C'est ainsi par exemple, que le contexte sol ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions (ou cuirasse) climacique suppose une pédogénèse très active où il y a mobilisation, migration et accumulation intense de fer, de manganèse, éventuellement d'argile, avec toutes les conséquences devenues désormais classiques, à savoir le cuirassement, - ou pour employer un terme plus connu, mais plus imprécis, la latérisation - envahissant les sols et les paysages.

Il est donc primordial de n'appliquer le terme ferrugineux tropical lessivé qu'à des faciès génétiques qui doivent leurs caractères de différenciation à une évolution pédologique en place et non à des faciès essentiellement morphologiques.

La classification française étant une classification morphogénétique, où la caractérisation des sols ne peut être morphologique que si les caractères morphologiques pris en considération ont une signification génétique sure.

Déjà l'Etude pédologique des Bassins Versants des Voltas Blanche et Rouge (KALOGA, 1964) avait permis d'établir que :

- les matériaux qui constituent les sols du type ferrugineux tropical sont dérivés du moyen glaciaire (quaternaire ancien).
- les variations texturales s'expliquent essentiellement par le processus de mise en place de ces matériaux et non par une évolution pédologique en place.

- les phénomènes de cuirassement (sensu lato : taches et concrétions carapaces et cuirasses) sont principalement d'origine ancienne (quaternaire ancien principalement) et de façon plus sporadique sub-actuelle (bas glaciaire) et actuelle.
- l'évolution réelle en place de ces sols est faible, bien qu'ils réalisent par les caractères de leurs matériaux constitutifs des pseudoprofils ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions ou à carapace et cuirasse.

J'avais donc classé ces sols en sols à pseudogley de profondeur (principalement ancien) à taches et concrétions.

Dans la nouvelle classification (AUBERT 1965), les sols à pseudogley de profondeur ont été supprimés.

C'est pour cette raison, ainsi que pour des raisons d'harmonisation des légendes des cartes à petites échelles, et aussi parce qu'il a été décidé que leur caractérisation est d'abord morphologique, que ces sols, ont été classés parmi les Sols ferrugineux tropicaux lessivés ou les Sols ferrugineux tropicaux (lessivés) remaniés.

L'étude présente au 1/500.000<sup>e</sup> a permis de préciser comme on l'a vu, que l'altération kaolinitique elle-même, qui donne le matériau originel de ces sols est paléoclimatique (quaternaire ancien) et que le sol climacique actuel, dérivé de roches saines est un sol du complexe d'altération montmorillonitique (vertisols, sols bruns eutrophes, sols halomorphes) quelque soit la roche, sauf si cette dernière contient déjà des argiles héritées.

#### Définitions:

AUBERT (1964) donne des Sols Ferrugineux Tropicaux la définition suivante : sols très riches en sesquioxydes de fer individualisés répartis sur l'ensemble du profil, ou, le plus souvent, accumulés dans ses horizons inférieurs, caractérisés par leur couleur rouge, rouille ou ocre, ou par leur richesse en concrétions largement réparties.

Leurs minéraux argileux comprennent de l'illite en plus de la kaolinite. Ils ne comportent pas d'alumine libre. Leur complexe absorbant n'est que faiblement désaturé (S/T supérieur à 40 %).

La Commission de Pédologie et de cartographie des sols (C.P.E.S.) 1967, précise que :

- le profil est du type A, (B), C ou plus fréquemment A,B, ou Bg (B à pseudogley), C.
- la coloration des horizons B ou (B) se situe dans les jaunes (10 YR, 7,5 YR) avec des valeurs (supérieures ou égales à 5) et des intensités (supérieures ou égales à 4) élevées.
- le complexe argileux en B est moyennement désaturé (S/T de 50 à 65 %), et essentiellement constitué par des argiles de néoformations, kaolinitiques, en mélange avec des argiles héritées, principalement illitiques. Même héritée, la montmorillonite s'y maintient rarement ou seulement en faible quantité.

Les groupes de sols sont définis d'après le degré et le mode de lessivage de l'argile (C P E S, 1967) :

1° - Les Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés : indice de lessivage supérieur à 1/1,4 (rapport des teneurs en argile entre A et B supérieur à 1/1,4); ou épaisseur de A inférieure à 15 cm et au 1/3 de l'épaisseur totale du profil s'il n'y a pas de revêtements argileux en B.

2° - Les Sols ferrugineux tropicaux lessivés ; indice de lessivage inférieur à 1/1,4 ce qui correspond à une variation de teneurs en argile entre A et B supérieure à 5 % en valeur absolue ; l'horizon A a plus de 15 cm ou représente au moins 1/3 de l'épaisseur totale du profil, la structure de l'horizon A à sec est massive ou compact et sa cohésion est forte si sa texture est finement sableuse ou plus fine.

3° - Les Sols ferrugineux tropicaux appauvris : sols présentant le même taux de variation des teneurs en argile entre A et B , mais cette teneur en argile se maintient entre B et C ; pas de revêtement argileux en B.

4° - Les Sols ferrugineux tropicaux remaniés : ce groupe n'existe pas encore dans la classification. J'avais demandé, en 1967, à la réunion des Pédologues de l'ORSTOM, la création d'un groupe adapté au problème de la classification des sols du secteur Centre-Sud de Haute-Volta, auxquels on ne peut pas appliquer les critères de classification ci-dessus, puisque les variations texturales et les processus de ferruginisation apparaissent comme principalement dus pour les premières au processus de mise en place des matériaux, et pour les seconds à un héritage ancien (sauf dans le cas de sols à pseudogley actuel ou subactuel).

Ces sols sont donc remaniés sur toute l'épaisseur du profil et il est encore trop tôt pour y faire la part exacte de processus pédogénétiques, part qui apparaît cependant comme faible.

A - Les Sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés.

Sols à drainage réduit en profondeur sur sables fins argileux.

A. 1. Localisation :

Ces sols sont limités à l'extrême Nord des abords de la Volta Blanche (région de BOUSSOUMA). Ils sont mieux développés dans le secteur Centre-Nord et on se reportera à ce rapport pour plus de précisions, sur l'origine du ou des matériaux constitutifs de ces sols.

Ils ont été cartographiés en unité pure.

A. 2. Morphologie :

Etant donné leur très faible extension, quatre profils seulement ont été décrits dont deux ont fait l'objet de déterminations analytiques.

Profil V O B 42

Situation : sur la route de KORSIMORO à KAYA (axe routier OUAGADOUGOU - KAYA) à 9,1 km de KORSIMORO (départ au croisement avec la route de BOULSA) ; plaine à pente très faible de l'ordre de 1 %, dominée à quelques 100 m du profil par des collines cuirassées.

Végétation : Savane parc anthropique à *Faidherbia albida*, avec *Parkia Biglobosa* ; champ de mil *Pennisetum*.

Description :

- 0 - 10 cm : rouge 10 R 5/6 ; très faiblement humifère ; remanié par la culture ; sableux à sables fins ; structure peu développée, cohésion d'ensemble moyenne à faible, débit par gros éclats s'écrasant en mottes nuciformes, en petits éclats et en agrégats particuliers ; porosité uniquement tubulaire variable, bonne par endroits, faible par ailleurs.
- 10 - 25 cm : brun rouge 5 YR 5/4 ; paraissant plus humifère que précédemment ; sableux à sables fins, très légèrement argileux, structure peu développée à faible tendance prismatique induite par quelques fines fentes de dessiccation verticales, débit par gros éclats bosselés à cohésion moyenne à assez forte ; porosité uniquement tubulaire fine, moyenne à faible.
- 25 - 43 cm : horizon de transition, 2,5 YR 4/6, un peu moins brun et un peu moins humifère que le précédent ; sableux un peu argileux (paraît légèrement plus argileux que le précédent) structure et cohésion inchangées ; porosité tubulaire fine moyenne.
- 43 - 80 cm : rouge jaune 5 YR 4,5/6, ne paraissant pas humifère ; texture inchangée ; structure inchangée ; débit variable tantôt par éclats moyens à cohésion moyenne à faible se réduisant en petits éclats et en agrégats particuliers (dans les zones à cohésion moyenne à faible), tantôt par éclats grossiers à tendance polyédrique à cohésion moyenne à assez forte ; porosité identique.

80 - 156<sup>cm</sup> : rouge jaune 5 YR 5/8, plus clair que le précédent et s'éclaircissant progressivement vers le bas en restant dans la même couleur ; texture et structure identiques à celles du précédent : débit parfois nettement prismatique, mais le plus souvent par éclats grossiers bosselés à tendance polyédrique et en agrégats particuliers ; cohésion d'ensemble moyenne pouvant devenir moyenne à assez forte par endroits, porosité identique ; passage progressif au suivant.

156 - 175cm : jaune rouge 5 YR 6,5/6, beaucoup plus clair que le précédent, paraît légèrement plus argileux ; structure peu développée à tendance prismatique ; débit grossier à tendance prismatique polyédrique ou à l'éclat ; cohésion assez forte à forte ; porosité faible.

Les variations autour de ce type sont :

- présence très fréquente à la base du profil, à une profondeur variable (90 à 130 cm) d'une carapace ou d'une cuirasse ferrugineuse ou ferro-manganifère, sur laquelle le matériau sus-jacent repose par l'intermédiaire d'un niveau de gravillons ferrugineux ou d'un lit de cailloux de quartz.
- texture sablo-argileuse dès le deuxième horizon avec une structure prismatique large mieux affirmée, une cohésion d'ensemble assez forte à forte.
- texture sablo-argileuse à argilo-sableuse en profondeur avec alors présence de gravillons ferrugineux, une structure massive avec cohésion forte, une ségrégation ferrugineuse et manganifère dans le lit gravillonnaire au dessus de la cuirasse.

### A. 3. Caractères analytiques.

(Voir fiche analytique du profil V O B 42)

Les teneurs en matière organique, en azote et en phosphore sont faibles.

# FICHE ANALYTIQUE

<b>TYPE DE SOL</b>	
--------------------	--

<b>N° PROFIL :</b> V.O.B. 42
HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	421	422	423	424	425	426		
Profondeur cm.	0,1-10	10-25	25-43	43-80	80-156	156-175		
Couleur ( )								
Refus 2 mm %	0,1	0,1		0,1	0,1	0,1		
Humidité %	0,4	0,6		0,8	0,8	0,7		
CO <sub>3</sub> Ca %								

### ANALYSE MECANIQUE

Argile %	7,1	8,9		11,7	11,1	12,0		
Limon fin %	0,8	0,8		1,0	0,5	0,5		
Limon grossier %	4,1	4,1		3,4	3,0	3,6		
Sable fin %	58,2	54,9		51,0	53,4	56,0		
Sable grossier %	29,2	30,9		32,6	31,9	27,8		

### MATIERE ORGANIQUE

Mat. org. totale %	0,62	0,40		0,26	0,13	0,11		
Mat. Humiques ( )	1,48	0,83		0,47				
Carbone ‰	3,6	2,3		1,5	0,8	0,6		
Azote ‰	0,39	0,22		0,18	0,14	0,13		
C/N	9,2	10,5		8,3	5,7	4,6		

### ACIDE PHOSPHORIQUE

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,27	0,26		0,14	0,14	0,15		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( ) ‰								

### FER

F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre ‰	1,27	1,21		1,53	1,47	0,95		
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total ‰	1,87	2,02		1,94	1,80	1,24		
Fer libre/Fer total	68	60		79	87	77		

### Bases totales ME pour 100 g de sol ( )

Calcium								
Magnésium								
Potassium								
Sodium								

### Bases échangeables ME pour 100 g de sol

Calcium	0,77	0,85		1,20	1,07	0,88		
Magnésium	1,05	1,02		0,91	0,75	1,09		
Potassium	0,08	0,03		0,03	0,03	0,05		
Sodium	0,01	0,01		0,01	0,01	0,02		
S	1,90	1,90		2,15	1,85	2,05		
T	3,00	3,30		3,45	3,95	3,40		
S/T = V %	63	58		62	47	60		

### ACIDITE ALCALINITE

pH eau	6,0	5,5		6,0	6,0	6,3		
pH K Cl	4,5	4,1		4,7	4,8	4,9		

### SOLUTION DU SOL

Conductivité mm hos.								
Extrait sec. mg/100 g								

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.								
Porosité %								
pF 3	4,1	4,1		4,6	4,2	4,7		
pF 4,2	2,0	2,3		3,1	3,1	3,2		
pF 2,5								
Eau utile %	2,1	1,8		1,5	1,1	1,5		
Instabilité structurale ls								
Perméabilité Kcm/h								

CCC

Le complexe absorbant est faiblement acide sur l'ensemble du profil (avec cependant une baisse dans le deuxième horizon), il est moyennement désaturé (taux de saturation de l'ordre de 60 % sans variation définie le long du profil).

La somme des bases échangeables est faible sur l'ensemble du profil, même dans le profil V O I 53 qui est un type argilo-sableux en profondeur.

La fertilité actuelle de ces sols est donc faible et ils nécessitent une fumure minérale équilibrée du type N P K, un travail du sol (de réalisation facile) dont on n'assurera la stabilité que par des apports de matière organique.

Ils conviendront alors mieux, au sorgho et au coton. Ils sont actuellement utilisés pour la culture du mil Pennisetum, du sorgho.

## B - Sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris.

### Sols à taches et concrétions.

#### B. 1. Famille sur matériau colluvio-alluvial sablo-argileux à argilo-sableux.

Ces sols sont développés sur des matériaux sablo-argileux à argilo-sableux, plus ou moins limoneux, constituant des lambeaux de plaines alluviales hautes ou des bourrelets alluviaux bien individualisés en bordure des Voltas ou de leurs grands affluents. Ils sont surtout localisés dans le Nord du secteur étudié. Ils ont souvent un aspect superficiel ocre, aride, avec une savane parc à *Bombax costatum*.

Ils peuvent reposer en profondeur sur des produits grossiers, gravillons ferrugineux, graviers de quartz...

Lorsque les matériaux sont plus colluviaux et moins bien individualisés on passe aux sols de la famille suivante et aux Sols ferrugineux tropicaux remaniés.

B. 1. 1. Morphologie :

Exemple de morphologie : Profil V 79

Situation : sur la piste de KORSIMORO à TAMPARA et IMIYOUGOU à 6,7 km de la Volta, après le village de TAMPARA ; plaine ocre à Bombax à bon drainage externe, coupée par de petits thalwegs, maigre savane parc à Bombax costatum.

Description :

- 0 - 22 cm : gris brunâtre faiblement humifère ; sablo- moyennement argileux à sables fins ; structure prismatique large moyennement développée par d'assez nombreuses fines fentes de dessiccation verticales ; cohésion forte ; porosité faible ; structure litée en surface.
- 22 - 42 cm : brun clair paraissant faiblement humifère - sablo-argileux à sables fins ; structure prismatique large moyennement à bien développée à cohésion assez forte à moyenne se réduisant en polyèdres larges à très grossiers ; bonne porosité tubulaire.
- 42 - 103 cm : ocre rouge, non humifère, argilo-sableux ; cohésion d'ensemble moyenne à faible ; débit poussiéreux ou polyédrique à tendance prismatique ; bonne porosité d'ensemble.
- 103 ( 130 cm : ocre plus clair ; argilo-sableux à argileux contenant des concrétions noires manganifères (ou ferro-manganifères) et quelques gravillons ferrugineux ; structure peu développée à tendance polyédrique grossière ; cohésion d'ensemble moyenne à assez forte : cohésion des mottes moyenne, elles se réduisent en polyèdres grossiers à tendance prismatique.
- 130 - 150 cm : ocre un peu plus clair que l'horizon précédent ; terre fine argileuse ; reposant à 150 cm et par endroits sur un lit gravillonnaire contenant des cailloux de quartz et des gravillons ferrugineux ; plus durci à bonne porosité tubulaire avec des pores tubulaires grisâtres ; structure polyédrique grossière assez peu développée ; présence de quelques concrétions manganésifères (ou ferro-manganifères).

Principales variations :

- le matériau peut être sablo-argileux, sablo-argileux à sables très fins passant aux limons, ou au contraire franchement argileux à argilo-limoneux.
- absence de niveau grossier à la base, avec ségrégation ferrugineuse du type pseudogley plus nette.
- présence de niveau grossier à différents niveaux des profils.
- accumulation calcaire dans le niveau grossier à la base du profil.
- ségrégation manganifère plus intense et pouvant s'étaler de 50 à 170 cm dans le même profil (manque de hiérarchisation de la ségrégation ferro-manganifère), avec parfois un maximum vers 40 à 75 cm.
- structure peu développée à tendance particulière en surface, avec une cohésion d'ensemble moyenne à faible, pouvant se maintenir sur une certaine profondeur.

B. 1. 2. Fertilité.

1. ) Fertilité physique :

Dans leur faciès typique, ces sols ont un comportement 'aride' dont témoigne leur végétation et qui est dû à leur faible perméabilité en surface induisant un ruissellement intense.

Les horizons de surface, sont typiquement massifs, compacts, avec une cohésion d'ensemble forte, une porosité faible.

En profondeur, la structure est du type polyédrique peu développée avec une cohésion d'ensemble variable moyenne à assez forte ou assez forte.

Les types sablo-argileux, bien drainés sur grande profondeur ont cependant des structures moins défavorables.

## 2. ) Fertilité chimique :

Les teneurs en matière organique (de l'ordre de 0,7 à 0,9 %), en azote (de l'ordre de 0,4 ‰) et en phosphore (0,2 à 0,3 ‰) sont généralement faibles en surface.

Les caractéristiques du complexe absorbant sont variables. Dans certains profils comme le V 79, le pH est faiblement acide en surface (6,1) mais devient moyennement acide à acide dès le deuxième horizon (5,3 à 5,6) avec un complexe absorbant assez désaturé dans certains horizons (taux de saturation de l'ordre de 40 à 50 %).

Dans d'autres profils le pH reste faiblement acide sur l'ensemble du profil (pH de l'ordre de 6,0 à 6,3) et le complexe absorbant est proche de la saturation (taux de saturation de l'ordre de 70 à 90 %).

Dans d'autres profils (comme le V O I 48 prélevé à GONSE sur le terrain du C T F T) le pH est moyennement acide à acide dans la partie supérieure du profil (5,2 à 5,6), il s'élève dans la partie inférieure (6,0) pour atteindre 7,7 vers 1 m 50 de profondeur. Le complexe absorbant est alors moyennement désaturé dans la partie supérieure (taux de saturation de l'ordre de 50 à 60 %).

La somme des bases est variable et dépend de l'origine du matériau originel. Dans des types sablo-argileux, qui peuvent être riches en illites (40 % de la fraction argileuse contre 60 % de kaolinite), la somme des bases reste moyenne sur l'ensemble du profil. (3 à 6 méq.)

Dans les types argilo-sableux à argilo-limoneux, la somme des bases est faible en surface (moins de 3 méq.), elle ne devient moyenne qu'en profondeur.

## 3. ) Utilisation.

Les types sablo-argileux, plus perméables, plus riches en bases, mieux drainés sur une grande profondeur, conviennent aux cultures annuelles, mais aussi aux spéculations fruitières, mais ils ont une faible extension (lambcaux de plaine alluviale bordant la Volta Blanche dans le Nord).

Les types argilo-sableux ou sablo-argileux plus ou moins limoneux conviennent mal à la culture à cause de leurs mauvaises caractéristiques hydriques et de leur susceptibilité à l'érosion. Leur aridité fait qu'ils conviennent assez mal aux plantations forestières. Leur faible valeur et la difficulté de leur récupération font que ce sont des sols sans grand intérêt.

## B. 2. Famille sur matériau argilo-sableux.

### B. 2. 1. Localisation:

Ces sols sont localisés dans le tiers nord-ouest et dans l'extrême nord des régions étudiées, principalement sur les colmatages de base de pente des talwegs qui entaillent la plaine cuirassée et gravillonnaire. Ils s'individualisent bien dans ces régions par rapport au complexe lithosols sur cuirasse - sols gravillonnaires. Ailleurs, ils s'individualisent mal du reste de la pénéplaine, et ne peuvent être différenciés qu'au niveau de la série. Aussi leur distinction par rapport aux sols ferrugineux tropicaux remaniés ne se justifie que pour des raisons de cartographie, principalement l'harmonisation de la légende de carte avec celle du Secteur Centre Nord où les Sols ferrugineux tropicaux remaniés n'ont pas été différenciés à cause de l'importance moins grande qu'y ont les processus de remaniement.

Il ne sera pas fait une étude analytique détaillée et séparée de cette famille de sols, on se reportera à cet effet aux Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur.

### B. 2. 2. Morphologie :

#### 1. ) Exemple de morphologie type : profil V O H 26

Situation : sur la route de KOUDOUGOU à RBO, DIDYIR, SAPALA, TOMA, 0,5 km après le coude de SAPALA ; plaine à pente faible de quelques 300 m de large bordant un petit talweg ; profil à mi-pente.

Champ de coton assez bien venu.

Description :

- 0 - 9 cm : brun clair, 10 YR 5,5/3 ; humifère ; sableux à sablo-argileux à sables très fins tendant aux limons ; horizon labouré à structure litée (à cause de la mauvaise stabilité structurale) ; dans les zones buttées, on observe aussi une stratification avec parfois une porosité type mie de pain ; cohésion variable moyenne et forte ; porosité variable, bonne sur les buttes (due à l'activité biologique), faible ailleurs.
- (A)
- 9 - 27 cm : ocre légèrement brunâtre 5 YR 5,7/6 ; aspect ségrégatif induit par remplissage tubulaire brun rouge ; faiblement humifère ; argileux ; structure prismatique large moyennement développée et délimitée par de fines fentes de retrait verticales ; cohésion forte ; très bonne porosité d'origine biologique.
- (B<sub>21</sub>)
- 27 à 52 cm : rouge clair 10 R 5,5/6, à aspect ségrégatif induit par un remplissage tubulaire brun rougeâtre ; quelques concrétions ferrugineuses rouille assez nombreuses par endroits, quelques rares concrétions noires manganifères (ou ferro-manganifères) durcies, non cassables ; structure prismatique large moyennement développée avec une sous-structure polyédrique très grossière ; porosité identique.
- 52 - 86 cm : rouge pâle 10 R 6/6 à nombreuses petites concrétions ferrugineuses rouille de forme polyédrique comme des agrégats (taches durcies), les taches n'apparaissent pas sur les mottes, mais sur le lissage au pic ou au piochon ; nombreuses concrétions noires manganifères bien individualisées, durcies non cassables ; structure peu développée, débit par éclats polyédriques, se réduisant assez difficilement en polyèdres grossiers et très grossiers ; cohésion d'ensemble forte ; bonne porosité d'origine biologique tubulaire.
- (B<sub>22</sub>)

86 - 164 cm : rouge pâle 10 R 6/6 à nombreuses taches rouille et petites taches blanchâtres ; assez nombreuses concrétions noires manganifères, moins nombreuses que dans le précédent et plus petites : identique au précédent par la structure, la cohésion et la porosité.

A remarquer la non hiérarchisation des ségrégations du fer et du manganèse de 52 cm (et même 27 cm) à 164 cm.

2. ) Principales variations autour de cette morphologie :

Horizon A :

- épaisseur : souvent de l'ordre de 15 à 18 cm.
- couleur : variable brun 10 YR 5/3 ou même gris brun 10 YR 5/2 à brun clair 10 YR 5,5/4, ou brun rouge 5 YR 5/3, 2,5 YR 4,5/3.
- texture : sableuse légèrement argileuse à sables fins ou très fins, parfois sablo-argileuse, argilo-sableuse ou limoneuse à limono-argileuse.
- structure, cohésion et porosité : structure le plus souvent et le plus typiquement massive à tendance prismatique induite par quelques fines fentes de retrait verticales, ou prismatique grossière à large moyennement développée, cohésion des blocs ou cohésion d'ensemble forte ; porosité uniquement d'origine biologique de type tubulaire, variable, faible à bonne.
- différenciation : parfois différencié en deux horizons, dont le deuxième plus argileux : sablo-argileux à argilo-sableux.

Horizon B : Caractères de la ségrégation des sesquioxydes.

- ségrégation ferrugineuse et manganifère sous forme de concrétions dès 20 cm avec des taches rouille nombreuses et d'assez nombreuses concrétions noires du type manganifère de 27 à 160 cm (pas de hiérarchisation entre l'accumulation fer-manganèse de 20 à 160 cm).

- sols reposant à une profondeur variable (50 cm à 1 m environ) sur un pseudogley ancien à très nombreuses taches rouille, ou rouges anastomosées sur un fond rouge pâle, parfois durci en cuirasse ou carapace.
- ségrégation des sesquioxydes seulement à partir de 80 cm environ sous forme d'un pseudogley à nombreuses taches rouille et quelques concrétions noires (80 cm à 180 cm).

### 3. ) Fertilité :

La fertilité physique est médiocre ou mauvaise : structure massive ou large à grossière en surface avec une cohésion d'ensemble forte.

Le labour est donc un impératif de l'utilisation rationnelle de ces sols, mais la stabilité de l'ameublissement créé est mauvaise : le labour qui nécessite un effort de traction assez élevé en sec doit être rentabilisé par un enfouissement de matière organique. Il sera préférable de l'exécuter lorsque le sol est humide (labour vers la fin de cycle par exemple dans l'hypothèse d'une sole de régénération).

Le tableau ci-contre donne les caractéristiques analytiques du profil V O H 26 et une idée de celles de ces sols.

La somme des bases est moyenne en surface et en profondeur (mais il semble que le champ ait reçu une fumure minérale et une fumure organique ~~de~~ dernière sous forme de fumier sec non décomposé).

Le complexe absorbant, moyennement à assez bien saturé sur l'ensemble du profil.

Les caractéristiques analytiques structurales sont très mauvaises en surface et médiocres en profondeur.

Pour l'étude statistique des caractéristiques de fertilité et pour l'utilisation, se reporter aux Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur.

# FICHE ANALYTIQUE

**TYPE  
DE  
SOL**

**N° PROFIL** : V.O.H. 26

HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	261	262	263	264	265			
Profondeur cm.	0,1-9	9-22	27-52	52-26	86-166			
Couleur ( )								
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
Humidité %	0,9	1,1	1,5	1,6	1,4			
CO <sub>3</sub> Ca %								

### ANALYSE MÉCANIQUE

Argile %	13,2	33,7	44,9	41,1	35,5			
Limon fin %	15,5	11,0	10,0	10,9	14,8			
Limon grossier %	24,3	22,5	16,9	18,2	20,2			
Sable fin %	36,0	24,7	21,7	21,6	19,6			
Sable grossier %	9,9	7,2	5,9	8,0	9,7			

### MATIÈRE ORGANIQUE

Mat. org. totale %	1,12	0,04	0,56	0,23	0,19			
Mat. Humiques ( )								
Carbone ‰	6,5	5,4	3,2	1,3	1,1			
Azote ‰	0,49	0,39	0,34	0,18	0,14			
C/N	13,3	13,8	9,4	7,2	7,9			

### ACIDE PHOSPHORIQUE

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,24	0,41	0,23	0,14	0,23			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( ) ‰								

### FER

F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre ‰	1,39	2,54	3,18	3,40	3,73			
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total ‰	1,80	2,93	3,86	4,13	4,39			
Fer libre/Fer total	77	87	82	82	85			

### Bases totales ME pour 100 g de sol ( )

Calcium								
Magnésium								
Potassium								
Sodium								

### Bases échangeables ME pour 100 g de sol

Calcium	2,38	2,52	2,39	4,99	2,67			
Magnésium	1,25	1,44	1,76	1,97	1,96			
Potassium	0,26	0,18	0,24	0,15	0,20			
Sodium	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02			
S	3,90	4,15	4,40	7,15	4,85			
T	5,50	6,30	7,55	10,7	8,00			
S/T = V %	71	66	58	67	61			

### ACIDITÉ ALCALINITÉ

pH eau	6,7	5,9	5,6	5,5	5,6			
pH K.Cl	5,2	4,6	4,5	4,4	4,6			

### SOLUTION DU SOL

Conductivité mm hos.								
Extrait sec. mg/100 g.								

### CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Poids spéc. récl.								
Poids spéc. appar.	1,60	1,53	1,48	1,75	1,88			
Porosité %	22,6	25,5	27,5	17,1	13,2			
pF 3	10,9	15,7	19,0	19,1	17,8			
pF 4,2	4,6	10,1	12,7	13,1	12,3			
pF 2,5								
Eau utile %	6,3	5,6	6,3	6,0	5,5			
Instabilité structurale ls	6,99	4,47	2,68	1,93	3,37			
Perméabilité Kcm/h	0,4	0,4	1,3	1,7	0,8			

Analyses terminées le : ..... au laboratoire de : .....

C - Sols ferrugineux tropicaux remaniés -

A taches et concrétions.

C. 1. Famille sur matériau argilo-sableux parfois gravillonnaire et parfois calcaire en profondeur.

C. 1. 1. Localisation et critères externes de reconnaissance.

Cette famille de sols a été différenciée pour la feuille au 1/200.000 de BOULSA (unité cartographique n° 41). Dans cette région la cuirasse a été assez fortement démantelée et les produits de son démantèlement (gravillons ferrugineux) ont été épandus et recouverts par des matériaux non gravillonnaires.

Les Sols ferrugineux tropicaux ne se distinguent souvent des sols gravillonnaires associés que par une épaisseur plus grande des matériaux non gravillonnaires, la différenciation du profil étant parfois la même.

Quand aux sols à pseudogley structurés associés, ils se distinguent parfois en surface par un aspect superficiel damé et une couleur ocre lavé, mais surtout ils se distinguent dans le profil par le comportement des matériaux qui recouvrent les niveaux gravillonnaires (structuration sous l'action des phénomènes d'hydromorphie). Ils sont situés dans la même position topographique que les sols ferrugineux tropicaux.

L'entaille du niveau cuirassé par le cycle d'érosion qui l'a démantelé a assez souvent atteint la roche saine, et les niveaux gravillonnaires reposent alors sur le granite altéré ou sur une argile vertique. C'est là l'origine du calcaire qui apparaît sporadiquement à la base de certains profils.

Ce complexe de sols contient donc des plages de vertisols qui n'ont pu être cartographiées, mais qui sont souvent repérables en surface par leur couleur brune ou parfois leur végétation lorsqu'y domine *Acacia seyal*, des plages de sols halomorphes ou de sols bruns eutrophes sur granite.

On y trouve aussi des plages lithosoliques : granite, cuirasse; des sols à pseudogley hérité sur matériau argilo-sableux bigarré, des Sols ferrugineux tropicaux sur matériau argilo-sableux en profondeur.

En conclusion, dans cette plaine à pente très faible, le plus souvent inférieure à 1 %, la répartition des sols est très complexe et leur différenciation en surface très difficile.

### C. 1. 2. Morphologie.

La morphologie est variée. On peut cependant la rattacher à trois groupes de séries.

#### 1. ) Les sols gravillonnaires en profondeur.

##### 1. 1. Exemple de morphologie : le profil V O A 18

Situation : sur la piste de BOULSA à BOGANDE à 43,0 km de BOULSA (départ au croisement avec la route de KOUPELA) ; plaine à pente très faible de l'ordre de 1 %.

Végétation : savane parc à *Butyrospermum Parkii* avec *Parkia Biglobosa* ; strate arbustive à *Combretum glutinosum* avec très nombreux *Bauhinia* sp., *Spondia mombin*.

#### Description :

- 0 - 13 cm : brun rouge 10 R 5/2 ; humifère ; sablo-argileux ; structure prismatique grossière à large, peu développée induite par de fines fentes de retrait verticales, débit par blocs à tendance prismatique ; cohésion forte ; assez bonne porosité tubulaire mais les racines pénétrant les blocs sont peu nombreuses.
- 13 - 30 cm : rouge brun clair 10 R 5/3, aspect ségréatif par remplissage tubulaire plus brunâtre que le reste ; encore humifère ; argilo-sableux à argileux à sables plutôt grossiers ; bonne porosité tubulaire ; structure et cohésion identiques.
- 30 - 53 cm : rouge clair 10 R 5,5/6 à remplissage tubulaire brun clair donnant un aspect ségréatif très prononcé par

: par endroits ; argileux à petits gravillons ferrugineux et graviers de quartz à emplacement dans la terre fine lissée ; structure et cohésion inchangées ; bonne porosité tubulaire ; passage brutal au suivant.

53 - 133 cm : essentiellement gravillonnaire, terre fine argileuse en écailles lissées entre les gravillons dont les emplacements sont à taches rouges parfois noires au centre, rarement adhérentes, aux gravillons ; horizon plus friable dans le haut, plus durci vers 80 cm avec alors des concrétions ferro-manganifères rouge à centre noir où l'on distingue des graviers de quartz ; horizon tassé mais non carapacé.

#### 1. 2. Variations principales par rapport à cette morphologie.

- l'épaisseur des matériaux non gravillonnaires peut varier de 40 cm à 1 m 50 environ.
- la différenciation texturale des deux ou trois premiers horizons peut-être : argilo-sableux/argileux ; sableux/argilo-sableux ou argileux ; sableux/sablo-argileux/argilo-sableux.
- la moindre évolution constante des niveaux gravillonnaires dans leur partie supérieure peut être plus nette, et montre dans tous les cas qu'il s'agit d'une action d'hydromorphie remontante et non de lessivage de fer à partir des niveaux sus-jacents.
- la ferruginisation peut être plus intense à la base des niveaux gravillonnaires, on aboutit à une sorte de carapace ferrugineuse à squelette rouille à taches noires, à débit par éclats à cohésion moyenne s'écrasant à la main en laissant des noyaux plus durcis mais cassables entre les doigts.
- les niveaux gravillonnaires peuvent reposer sur une cuirasse ancienne à induration forte ou sur un produit graveleux (arénitisation d'un granite porphyroïde).
- les niveaux gravillonnaires peuvent être remplacés par des niveaux à gros nodules ferrugineux de formes irrégulières à cortex brun

rouge bien individualisé, soudés entre eux de façon très fragile par leurs apophyses et donnant une sorte de carapace caverneuse à induration faible, à cohésion faible qui repose sur une altération verticale de granite. L'origine de ces nodules semble allochtone.

2. ) Les sols non gravillonnaires à profils bien différenciés.

2. 1. Exemple de morphologie : profil V O A 30

Situation : sur la route de BOGANDE à PIELA, à 14,9 km de son croisement avec la piste BOULSA-BOGANDE ; plaine à pente faible (environ 1 %).

Végétation : savane parc anthropique à *Butyrospermum Parkii*, champ de mil à nombreuses repousses de *Bauhinia* sp.

Description :

- 0 - 24 cm : rouge-brun clair 10 R 5/3 ; humifère, sableux ; structure massive à tendance prismatique induite par quelques fines fentes de retrait verticales ; cohésion assez forte ; porosité faible.
- 24 - 45 cm : rouge brun clair 10 R 5/4 ; encore humifère ; sableux très légèrement argileux ; structure identique ; cohésion forte, assez bonne porosité tubulaire.
- 45 - 91 cm : brun-rouge, clair 2,5 YR 6/4 ; ne paraît pas humifère ; identique par ailleurs au précédent, limite inférieure bien tranchée.
- 91 - 158 cm : rouge-pâle, 10 R 6/6 à taches jaune rouille et à taches blanchâtres, ces dernières devenant très nombreuses à partir de 1 m ; argilo-sableux à argileux ; structure massive à cohésion forte à très forte, aspect de ciment, porosité tubulaire moyenne ; contient quelques gravillons ferrugineux.

2. 2. Variations principales par rapport à cette morphologie :

- Différenciation texturale plus progressive du type sableux/sablo-argileux/argilo-sableux, ou sableux/sableux à sablo-argileux/argilo-sableux/argileux.

- Horizons A sableux réduits à un horizon unique de 15 à 20 cm d'épaisseur, avec horizons argileux sous-jacents différenciés en deux ou trois horizons dont le premier ou les deux premiers sont ocre (5 YR 6/6, 7,5 YR 6/6...) et le dernier à pseudogley à taches ferrugineuses et concrétions manganifères ou ferro-manganifères noires.

Ce dernier horizon peut être argilo-graveleux à graviers de quartz (dérivé d'un granite porphyroïde) alors que l'horizon sus-jacent est argilo-sableux sans graviers.

- Le profil peut reposer sur une cuirasse ou une carapace ancienne.

3. ) Sols non gravillonnaires à faible différenciation du profil.

Exemple de morphologie : Profil V O A 11

Situation et : Sur la piste de BOULSA à BOGANDE à 14,5 km de BOULSA (dé-  
Végétation : part au croisement avec la piste BOULSA-KOUPELA) ; plaine à pente très faible, inférieure à 1 %. Savane parc anthropique à *Butyrospermum Parkii*.

Description :

- 0 - 10 cm : brun-rouge 2,5 YR 5/4 ; humifère ; sableux à sables moyens à fins ; structure prismatique grossière à large induite par de fines fentes de retrait verticales ; le pic y débite de gros blocs prismatiques à cubiques, à cohésion forte ; porosité uniquement tubulaire faible.
- 10 - 22 cm : ocre brunâtre à remplissage tubulaire plus brunâtre, couleur d'ensemble 5 YR 5/4 ; faiblement humifère ; argilo-sableux ; structure et cohésion identiques, bonne porosité tubulaire.
- 22 - 43 cm : ocre 5 YR 5/6 ; argileux ; structure peu développée à tendance prismatique induite par quelques fines fentes

de retrait, débits grossiers à tendance polyédrique ; cohésion d'ensemble forte ; bonne porosité tubulaire avec très fins agrégats grenus dans les tubulures.

43 - 100 cm : ocre plus jaune 5 YR 6/8 s'éclaircissant à la base, argileux ; structure peu développée : débit par éclats à cohésion moyenne s'écrasant en polyèdres et en poussière, cohésion d'ensemble moyenne ; quelques concrétions, noires (manganifères), bien individualisées, cassables ; bonne porosité tubulaire due aux termites, passage brutal sans aucune transition au suivant.

100 - 143 cm : cuirasse ferrugineuse bariolée : brun rouge foncé, jaune, brun rouge, noirâtre, où l'on peut distinguer des gravillons ferrugineux.

Le profil a la morphologie d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé.

Il peut comporter au dessus de la cuirasse un petit lit gravillonnaire non évolué.

Il peut ne pas reposer sur une cuirasse avec alors pseudomycélium calcaire abondant à partir de 50 cm et de nombreuses concrétions noires dans le dernier horizon.

### C. 1. 3. Fertilité.

#### 1. ) Texture :

Les horizons de surface A sont souvent sableux, mais ils peuvent être sablo-argileux ou argilo-sableux.

Les sables fins dominant souvent sur les sables grossiers.

Dans les types sableux en surface, la fertilité chimique dépendra étroitement du stock de matière organique.

Les sables fins induisent une structure battante en surface à stabilité médiocre à mauvaise.

Le passage de l'horizon sableux, superficiel à l'horizon argileux sous-jacent est parfois brutal et sera une cause de discontinuité dans l'alimentation en eau de l'horizon de surface à partir de la profondeur, il est alors préférable d'homogénéiser le sol en surface par

un labour profond.

## 2. ) Structure : (Fig. 20)

Dans les horizons de surface, la structure est typiquement prismatique grossière à large moyennement à assez peu développée selon les profils, induite par de fines fentes de retrait verticales, avec une cohésion des blocs ou une cohésion d'ensemble forte, une porosité uniquement tubulaire variable, souvent faible mais en tous cas peu efficace en ce qui concerne la pénétration des racines.

Ce type de structure se prolonge souvent jusqu'à une assez grande profondeur.

Ce sont donc des sols à structure très défavorable à la pénétration des racines et le labour aussi profond que possible est un impératif dans ces sols.

La stabilité de la structure en surface comme en profondeur est médiocre et parfois mauvaise, les améliorations apportées par le labour ne seront donc pas rentabilisées que grâce à une amélioration de la stabilité structurale (enfouissement de matière organique).

Le labour à sec demandera des efforts de traction assez élevés, il vaut mieux labourer lorsque le sol est assez humide.

## 3. ) Matière organique, azote, phosphore. (Fig. 21)

Les teneurs en matière organique sont faibles à très faibles en surface 0,5 % à 1 % (dans les sept échantillons de surface prélevés). Ces teneurs décroissent progressivement en profondeur.

Les teneurs en azote sont corrélativement faibles à très faibles (inférieures à 0,5 ‰ en surface).

Les teneurs en phosphore ( $P_2 O_5$  ‰) sont également faibles à très faibles (inférieures à 0,2 ‰).

Ce sont des sols à double carence en azote et phosphore où la fumure NP est impérative, de même que le relèvement du niveau du stock organique est impératif.

4. ) Complexe absorbant - Richesse minérale : (Fig. 21)

Le pH est faiblement acide en surface (6 à 6,5 le plus souvent).

Dans le deuxième horizon et en profondeur il est moyennement acide (pH 5,5 à 6) à faiblement acide (pH 6 à 6,5).

A la base de certains profils appartenant indifféremment aux trois groupes de séries de sols qui ont été distingués, on constate une augmentation du pH qui peut être de 7 à 7,4 ou de plus 8, cependant que l'accumulation calcaire n'est pas toujours perceptible morphologiquement.

Le complexe absorbant est assez bien à bien saturé en surface (taux de saturation de 68 à 80 %) avec une seule valeur de 56 %).

Dans le deuxième horizon le complexe absorbant est moyen à assez bien saturé : taux de saturation de l'ordre de 58 à 80 %. Ces valeurs s'améliorent en profondeur (le plus souvent 65 à 100 % dans le troisième horizon, et 70 à 100 % dans le quatrième horizon).

La somme des bases est faible en surface (inférieure à 3 mé . pour 100 g) dans les types sableux qui sont les plus fréquents, elle devient moyenne (de l'ordre de 4 mé .) quand la texture est argilo-sableuse en surface.

Dans le deuxième horizon, on a encore une dominance des valeurs faibles (inférieures à 3 mé .).

En profondeur, la somme des bases reste très généralement moyenne (comprise entre 3 et 6 mé . pour 100 g.).

En surface et dans le deuxième horizon les teneurs en potassium sont faibles ou très faibles (inférieures à 0,2 mé . pour 100 g.).

En conclusion, ce sont des sols à richesse minérale faible.

La capacité d'échange faible en surface et dans le deuxième horizon ne permet pas une amélioration durable de cette richesse minérale.

L'élévation du niveau de richesse minérale par des apports doit être accompagné d'une élévation de la capacité d'échange par apport de matière organique.

# Fig. 20- Sols ferrugineux tropicaux remaniés

sur matériaux argilo-sableux parfois gravillonneux  
et parfois calcaire en profondeur

## Stabilité structurale

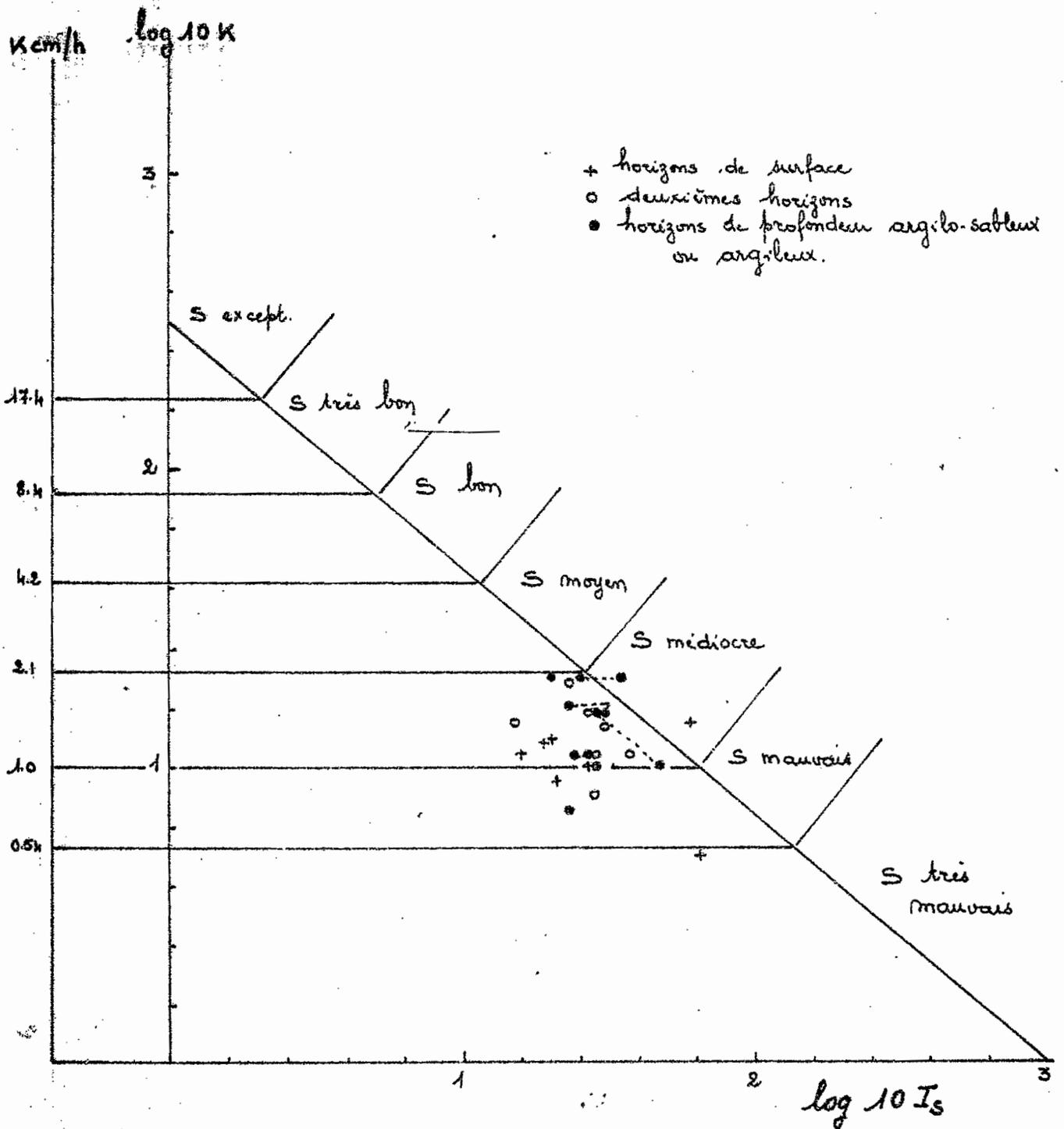
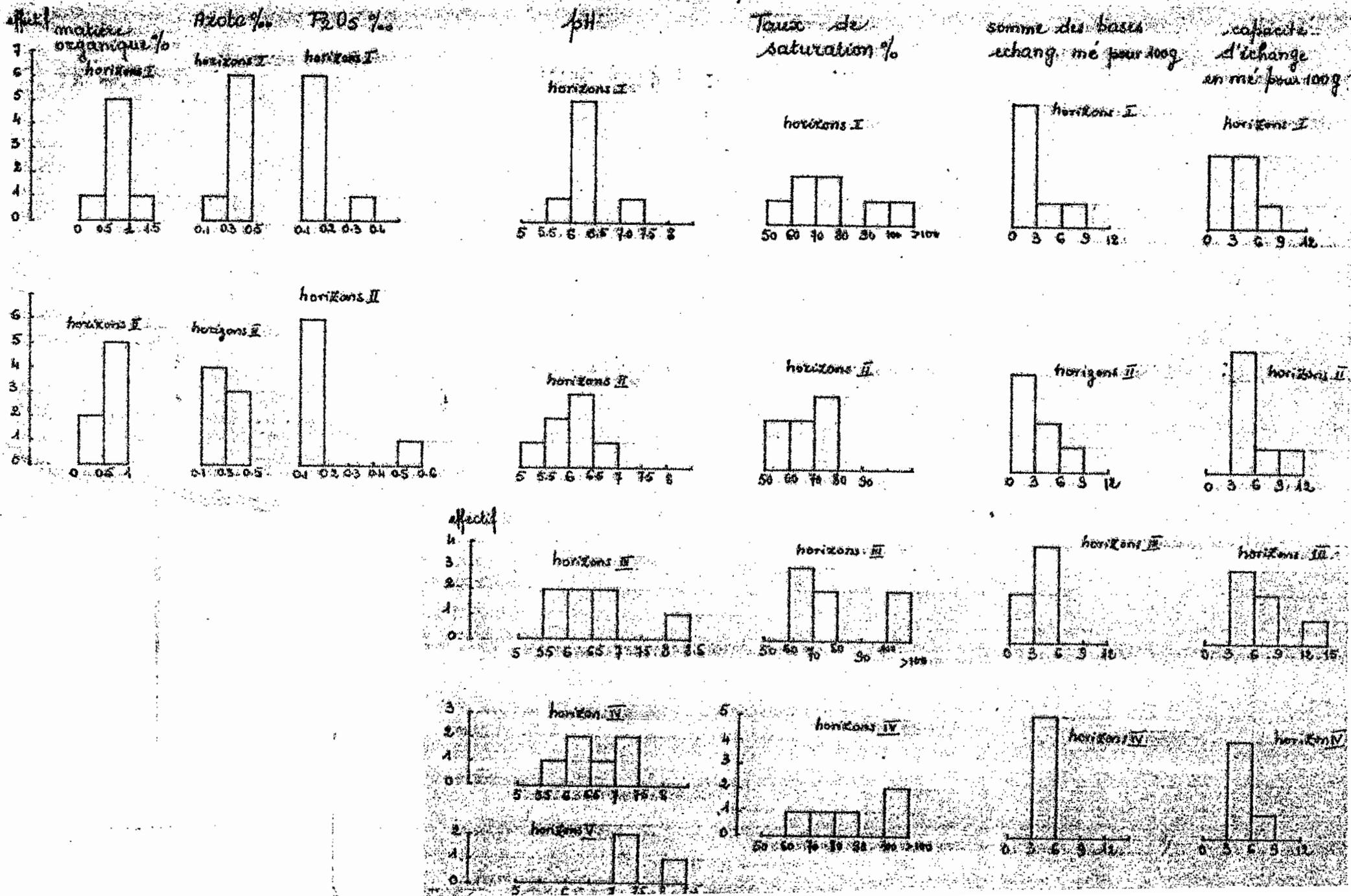


Fig. 21. Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux parfois granitiques et parfois calcaire en profondeur: caractéristiques chimiques.



## 5. ) Conclusions - Utilisation.

La fertilité naturelle tant physique que chimique de ces sols est faible.

Ils nécessitent de façon impérieuse : un labour profond stabilisé par des apports de matière organique , une fumure N P K appropriée, un relèvement du niveau des réserves calciques.

Moyennant ces améliorations ils conviendront à la culture du sorgho, du coton, de l'arachide.

Sans les améliorations préconisées, les rendements en coton et en sorgho seront médiocres et aléatoires.

### C. 2. Famille sur matériau argilo-sableux en profondeur.

Cette famille de sols est la plus importante par les superficies qu'elle occupe.

Elle correspond à ce qui peut être communément désigné dans ces régions par le terme "Sol Ferrugineux tropical lessivé" à taches et concrétions, ou à carapace et cuirasse.

#### C. 2. 1. Morphologie :

Les phénomènes de ferruginisation (taches, concrétions, carapaces, cuirasses ferrugineuses ou ferro-manganifères) sont principalement d'origine ancienne ou (et) parfois subactuelle.

Le matériau originel de ces sols est dérivé des matériaux ferruginisés résiduels du cuirassement ancien du moyen-glacis.

L'intensité et le type de la ségrégation et de l'accumulation ferrugineuse dans ces matériaux anciens qui constituent la base des profils est variable et dépend du niveau de la troncature par le cycle d'érosion qui a démantelé le moyen-glacis. C'est ainsi qu'ils peuvent être constitués par :

- des cuirasses (lorsque celles-ci ont résisté à l'érosion) ou des carapaces ferrugineuses ou ferro-manganifères
- des matériaux à très intense concrétionnement, ferrugineux ou ferro-manganifère, l'intensité du concrétionnement diminuant en

profondeur avec passage à un pseudogley à taches semblable au cas suivant.

- des matériaux argilo-sableux, à imprégnation ferrugineuse intense par de grandes taches rouges à rouille, parfois noires au centre, anastomosées sur un fond rosé, blanc rosé, gris clair... Selon le degré de durcissement des taches, on passe, dans des matériaux identiques, d'une carapace à induration faible à un matériau meuble. L'intensité de la ferruginisation diminue progressivement vers le bas pour devenir faible.

Des phénomènes d'hydromorphie actuelle peuvent se superposer à ces effets de ferruginisation ancienne, mais il est difficile de faire leur part qui semble cependant faible.

Ces différents matériaux anciens qui constituent le substratum de la surface d'érosion (qui a entaillé le bas glacis) ont été recouvert par des apports polyphasés (remaniements sur faibles distances) :

- argilo-sableux (dérivés plus ou moins directement des matériaux ferruginisés anciens) ou (et) gravillonnaires, peu triés, dans la première phase d'apport ou plus précisément de colmatage, plus ou moins concomittante de la phase d'arasement.
- sableux à sablo-argileux, mis en place par le ruissellement, mieux triés et par conséquent plus appauvris en argile, dans la deuxième phase d'apports plus récente.

L'ensemble du profil de sol ainsi constitué réalise un pseudoprofil ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions ou à carapace et cuirasse.

En bas de pente cependant, les matériaux anciens ont été parfois tronqués à des niveaux où la ferruginisation est plus faible. Par ailleurs, les colmatages sont parfois plus profonds avec des phénomènes de ferruginisation paraissant dus à des processus d'hydromorphie actuels ou (et) subactuels : pseudogley à taches et parfois à concrétions manganifères. Il devient difficile de mettre une limite entre les processus anciens et les processus actuels lorsqu'ils se superposent.

1. ) Description généralisée du profil :

La différenciation du profil est la suivante, de haut en bas :

1. 1. Horizons A<sub>11</sub> : humifère

- épaisseur :

autour de 15 cm généralement (13 à 17 cm), mais assez souvent de l'ordre de 20 à 25 cm.

- couleur :

variable

souvent

- brun rouge clair 5 YR 5,5/3 passant parfois à 5 YR 6/3 ou 5 YR 6,5/3

- brun-rouge 5 YR 4/3, 5 YR 5/3, 5 YR 5/4

- gris brun clair 5 YR 5,5/2 ou 10 YR 6/2, parfois 10 YR 5,5/2

parfois

- gris rosé 5 YR 6/2

- texture

très généralement : sableuse, sableuse légèrement argileuse.

parfois

: sableuse à sablo-argileuse, sablo-argileuse ou argilo-sableuse, sans qu'il y ait de relation entre la couleur et la texture (des horizons argilo-sableux pouvant être brun-rouge type 5 YR 5/3 ou gris brun clair type 10 YR 6/2).

- structure cohésion, porosité :

La structure est très généralement et typiquement massive à cohésion forte, ou, prismatique grossière à large moyennement développée induite par de fines fentes de retrait verticales, cohésion des blocs forte ; porosité uniquement tubulaire, d'origine biologique variable ; faible à bonne.

Parfois la structure est fondue, la cohésion d'ensemble moyenne, débit en petits éclats et en éléments particulaires, bonne porosité tubulaire, nombreuses racines de graminées.

1. 2. Horizon A<sub>12</sub> : faiblement humifère

- épaisseur : variable
  - très souvent autour de 15 cm (12 à 18 cm)
  - assez souvent de l'ordre de 20-25 cm
  - parfois nulle (A<sub>12</sub> inexistant)
  - parfois de 30 cm et plus.
  
- couleur :
  - très souvent brun-jaune clair (beige) 10 YR 6/3 pouvant passer à 10 YR 5,5/3.  
ou brun-rouge clair 5 YR 6/3 pouvant passer à 5 YR 6/4.
  
  - plus rarement :  
brun-jaune 10 YR 5,5/4, brun clair 10 YR 6/4,  
10 YR 6,5/4, ocre lavé 10 YR 7,5/3.  
ou ocre brunâtre 5 YR 5/4.

Assez souvent, présence d'une ségrégation ferrugineuse sous forme de taches diffuses, ocre pâle, rouge clair, brun rouille pâle, jaunes.

Parfois, présence de quelques éléments ferrugineux à cassure rouge, ou ferro-manganifères à cassure noire, d'origine apparaissant allochtone (distribution anarchique des pseudo-concrétions sans relation avec l'hydromorphie : c'est une preuve du remaniement de ces sols).

- texture : variable
  - sableuse à sablueuse un peu argileuse, sableuse à sablo-argileuse, sablo-argileuse ;
  - parfois argilo-sableuse.

- structure, cohésion, porosité :

La structure est très généralement et typiquement massive à cohésion forte ou prismatique grossière à large induité par de fines fentes de retrait verticales, cohésion des blocs forte ; porosité essentiellement d'origine biologique tubulaire, variable : moyenne à bonne.

1. 3. Horizon B<sub>I</sub>: parfois encore humifère par un remplissage tubulaire brunâtre.

- épaisseur :

très généralement de l'ordre de 20 à 35 cm  
assez souvent de l'ordre de 35 à 50 cm  
plus rarement de l'ordre de 15 cm ou de plus de 50 cm à plus de 100 cm.

- couleur :

souvent ocre 5 YR 6/6 (5 YR 5,5/6 à 5 YR 6,5/6)

5 YR 5/8 , 5 YR 5,5/8

ou dans des tons plus lavés :

ocre lavé 5 YR 7/6

rose 5 YR 7/3 , 5 YR 7/4.

brun jaune clair 10 YR 6/4 à 10 YR 7/3.

Le plus souvent avec une ségrégation ferrugineuse variable : taches rouges plus ou moins nombreuses, parfois diffusées ; taches jaunes, ocre rouille, plus ou moins nombreuses, souvent diffusées.

Lorsque les taches sont rouges, très nombreuses, tendant à s'anastomoser, il s'agit d'un remaniement des matériaux ferruginisés anciens.

La ségrégation des sesquioxydes sous forme de concrétions (ou pseudo-concrétions) est assez fréquente :

- concrétions ferrugineuses à cassure rouge, ou ferro-manganifères à cassure rouge à centre noir, plus ou moins nombreuses (rares à nombreuses) parfois distribuées par plages, parfois localisées dans le bas et tendant à former un lit, apparaissant parfois comme enchassés dans la terre fine, présence non liée à celle des taches ou à la couleur de l'horizon.

- concrétions du type manganifère (ou ferro-manganifère) noires, à petit cortex rouille, peu nombreuses ou nombreuses, souvent liées mais non obligatoirement à un concrétionnement manganifère plus intense dans l'horizon sous-jacent (B<sub>II</sub>) .

Mais ce concrétionnement peut être limité à B<sub>I</sub> avec seulement une ségrégation ferrugineuse en B<sub>II</sub>.

- texture :

Elle est typiquement argilo-sableuse ou argilo-sableuse à argileuse, parfois sablo-argileuse. Présence assez fréquente de gravillons, ferrugineux plus ou moins nombreux.

- structure, cohésion, porosité :

La structure est typiquement non développée avec une cohésion d'ensemble forte, un débit par éclats grossiers bosselés à cohésion forte ; la porosité est essentiellement d'origine biologique tubulaire, bonne.

Parfois, on note une excellente porosité d'origine biologique grossière à très grossière, donnant à l'horizon un aspect caverneux, et contribuant à diminuer la cohésion d'ensemble, à fournir un débit polyédrique grossier à très grossier.

Parfois la structure est massive à cohésion forte. Plus rarement elle est polyédrique moyenne à grossière avec une cohésion d'ensemble moyenne.

1. 4. Horizon B<sub>II</sub> : souvent inexistant.

- épaisseur : très variable 20 à 30 cm.  
30 à 45 cm

parfois plus de 45 cm à plus de 60 cm.

- couleur : identique à celle de B<sub>I</sub>, légèrement plus claire ou beaucoup plus claire, se distinguant du B<sub>I</sub> :

- par une ségrégation ferrugineuse plus intense : taches rouges ou concrétions rouges parfois noires au centre, assez nombreuses à très nombreuses ; ou nombreuses concrétions noires manganifères, alors que l'horizon B<sub>I</sub> a une ségrégation ferrugineuse inexistante ou faible ou diffuse.
- parfois par une ségrégation ferrugineuse ou manganifère moins intense, il s'agit alors soit d'un concrétionnement type manganifère en B<sub>I</sub>, soit d'un horizon B<sub>I</sub> qui est un matériau ferruginisé ancien un peu remanié.
- parfois, mais rarement par une texture plus argileuse :

La couleur est : ocre 5 YR 6/6 , 5 YR 5,5/6  
ocre lavé 5 YR 7/6  
rose 5 YR 7/4, 5 YR 7/3, 5 YR 7/2.

- texture : argilo-sableuse, argileuse.
- structure, cohésion, porosité :  
identiques à celles de l'horizon B<sub>I</sub>.

1. 5. Horizon B<sub>III</sub> : redifférencié parfois en deux  
ou trois sous-horizons.

Cet horizon est constitué par les matériaux résiduels anciens décrits au début de l'étude morphologique.

Le profil peut être du type A<sub>11</sub> - A<sub>12</sub> - B<sub>III</sub> , mais il est le plus souvent du type : A<sub>11</sub> - A<sub>12</sub> - B<sub>I</sub> - B<sub>III</sub> ou A<sub>11</sub> - A<sub>12</sub> - B<sub>I</sub> - B<sub>II</sub> - B<sub>III</sub>.

Le passage à l'horizon B<sub>III</sub> est souvent brutal et parfois souligné par une ligne de cailloux de quartz ou (et) de gravillons ferrugineux, formant "stone-line" plus ou moins continu. Il peut être souligné par des fragments de granite ou des écailles de granite disposées horizontalement et qui illustrent le processus de mise en place, de ces sols en même temps qu'ils éclairent l'histoire géomorphologique.

2. ) Exemple de profil V R B 20

Situation : Au km 3.8 sur la piste boussole 66° de BAOUIGA à la Volta Rouge (départ au km 4.6 sur la piste de SULLA à FAOUIGA).  
Paysage constitué par une plaine mollement ondulée avec des pentes très faibles de l'ordre de 1 %, où les croupes sont constituées par des carapaces et cuirasses généralement à faible recouvrements gravillonnaires. Ces légères croupes séparent de larges zones planes très souvent à tendance hydromorphe en surface.

Le profil V R B 20 est dans une de ces zones planes à tendance hydromorphe : réseau de fines fentes de dessiccation en surface avec nombreux rejets de vers de terre.

Présence de termitières beige clair.

Végétation : Elle est assez caractéristique de cette zone. C'est la savane arborée à *Burkea africana* avec *Butyrospermum parkii*, *Isobertinia doka* et *Dalzielii*. La strate arbustive est constituée de *Burkea africana* avec *Deterium microcarpum*, *Terminalia glaucescens*, *Bauhinia* sp..

Description :

- 0 - 21 cm : gris à aspect bleuté à l'état frais (5 YR 6/2) humifère, devenant gris beige moins humifère de 12 à 21 cm ; sableux un peu argileux à trame de sables moyenne ; structure peu développée à tendance prismatique ; cohésion forte à très forte pour les grosses mottes dégagées au pic ; bonne porosité tubulaire grossière.
- 21 - 37 cm : horizon de transition ocre très clair 5 YR 7/4, à pénétration humifère beige gris clair à gris clair voilant le fond ocre ; paraissant encore humifère à matière organique de migration, de type hydromorphe (par plages) donnant un aspect ségrégatif à l'horizon. Sablo-argileux ; structure peu développée à tendance prismatique ; cohésion forte ; porosité faible.
- 37 - 64 cm : ocre très lavé 5 YR 7/4 à taches plus ocre ou ocre jaune, parfois noires au centre ; argilo-sableux ; contient quelques petits gravillons ferrugineux dont les emplacements sont légèrement plus ocre et légèrement lissés ; structure non développée, cohésion forte.
- 64 - 96 cm : ocre très clair à l'état sec, 5 YR 7/4, ocre quand il est frais, à taches rouille, brun rouille, parfois noirâtres au centre, taches en voie de durcissement ou durcies en concrétions irrégulières et cassables assez nombreuses ; structure non développée ; cohésion forte ; argilo-sableuse à sables grossiers ; quelques gros trous (de termites ?).
- 96 - 130 cm : beige clair à nombreuses taches rouille rouge anastomosées très dominantes en profondeur sur le fond beige, souvent noires au centre et souvent durcies en concrétions rouges à centre noir ; argilo-sableux ; cohésion forte,

plus forte dans le haut ; tendance à la carapace : il n'y manque qu'un durcissement plus accentué du squelette ferrugineux.

A coté de ces sols développés sur matériaux argilo-sableux, il faut signaler la présence de sols sableux jusqu'aux matériaux ferruginisés anciens.

Leur différenciation est la suivante :

- un horizon superficiel gris, humifère, d'environ 15 cm, sableux, à structure souvent à tendance prismatique.
- un horizon de transition d'environ 15 cm beige ocre grisâtre, encore humifère, à structure identique avec parfois une ségrégation diffuse du fer par taches.
- un horizon ocre beige, pouvant présenter des pénétrations humifères plus brunâtres par zone, structure identique, texture toujours sableuse.

### C. 2. 2. Etude de la fertilité.

#### 1. ) Les éléments de la fertilité :

##### a) Texture.

La fig. 22 donne la texture des différents horizons.

Les horizons de surface A<sub>11</sub> apparaissent en quasi totalité sableux, quelques échantillons seulement se classent en sablo-limoneux et un seul échantillon en sablo-argileux.

De nombreux horizons A<sub>12</sub> apparaissent encore sableux mais ici les points s'étalent de la classe sableuse à la classe argilo-sableuse.

Les sables fins dominent rarement sur les sables grossiers, il y a souvent égalité ou avantage au profit des sables grossiers.

Les horizons de profondeur sont argilo-sableux, argileux ou sablo-argileux.

La conséquence immédiate de cette texture sableuse en surface est que la fertilité chimique dépendra alors étroitement du stock organique.

b) Structure et cohésion :

En surface ( $A_{11}$  et  $A_{12}$ ), la structure est typiquement massive ou à tendance prismatique avec des cohésions fortes.

Elle est donc mauvaise.

En profondeur, lorsque le concrétionnement n'intervient pas, la structure est soit du type polyédrique peu développée, marquant donc une légère amélioration, soit encore du type prismatique peu développée ou du type non développée.

La stabilité de la structure, en surface comme en profondeur est plus variable : le nuage des points figuratifs se répartit entre les classes de stabilité structurale mauvaise à moyenne avec quelques échantillons dans les classes très mauvaises ou bonnes. (Fig. 23).

L'indice d'instabilité structurale HENIN est cependant assez bien groupé, il varie en gros et pour le nuage de points entre I et I,45, valeurs correspondant à une stabilité structurale moyenne. (Fig. 23 )

Mais la perméabilité plus sensible que le  $I_s$  aux erreurs normales d'analyses est beaucoup plus dispersée, allant de moins de 0,50 cm/heure (valeur très faible) à 4,2 cm/heure (valeur bonne) et c'est ce qui étale la stabilité structurale.

Il a pu y avoir, notamment pour les échantillons de surface prélevés dans le périmètre du 1/500.000è, un tassement exagéré qui a diminué anormalement le coefficient K. On raisonnera donc surtout sur les échantillons du périmètre des Voltas.

On peut cependant conclure que la plus grande partie des horizons, tant de surface que de profondeur ont une stabilité structurale médiocre, d'autant que même pour les profils qui montrent des valeurs moyennes en surface il faut considérer que l'agressivité élevée des facteurs de dégradation de la structure en saisons des pluies leur confère en réalité une stabilité structurale médiocre.

La structure est mauvaise, la stabilité de la structure existante ou qui pourrait être créée par les façons culturales est médiocre à mauvaise.

Fig. 22 - Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur  
Granulométrie

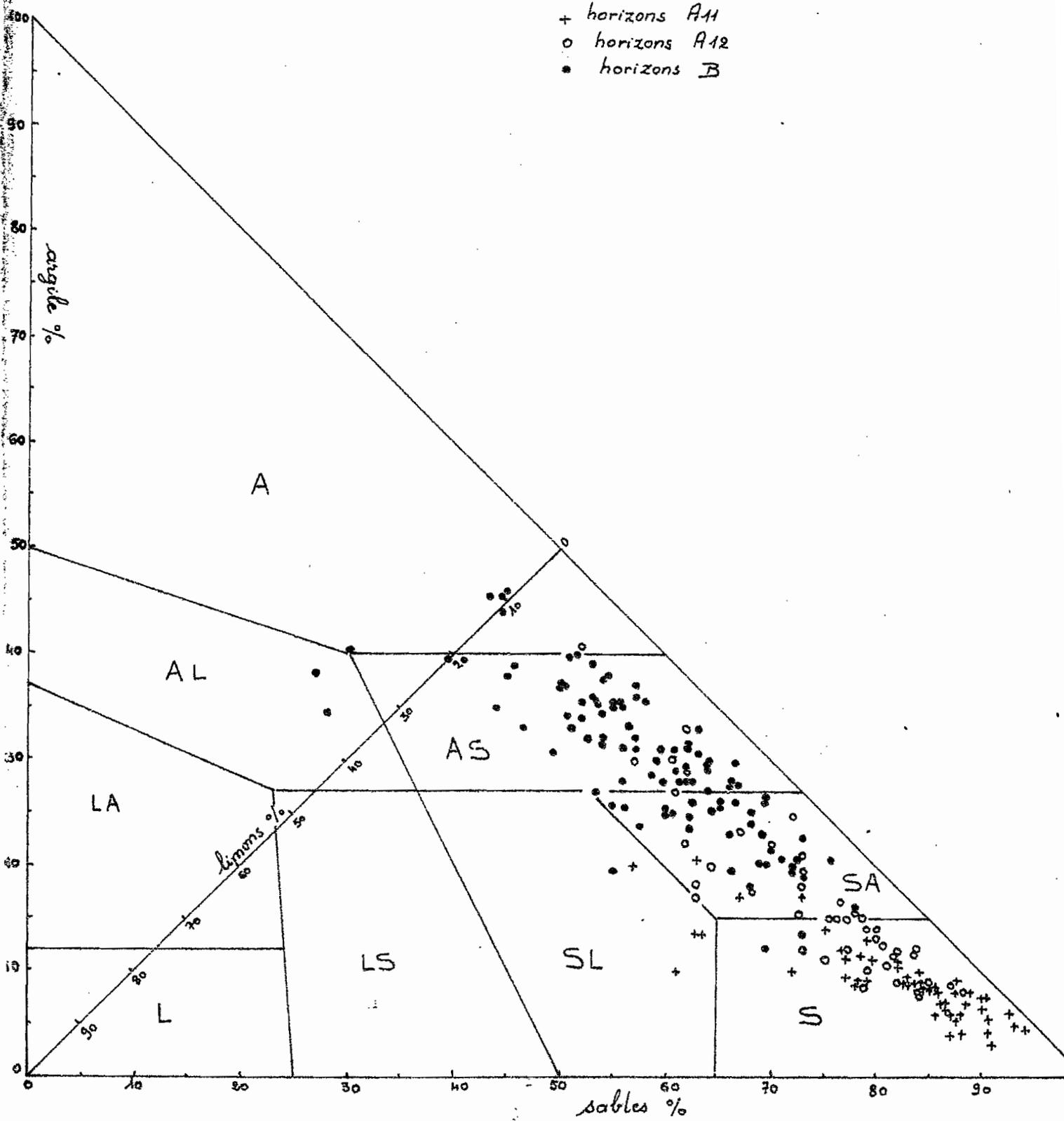
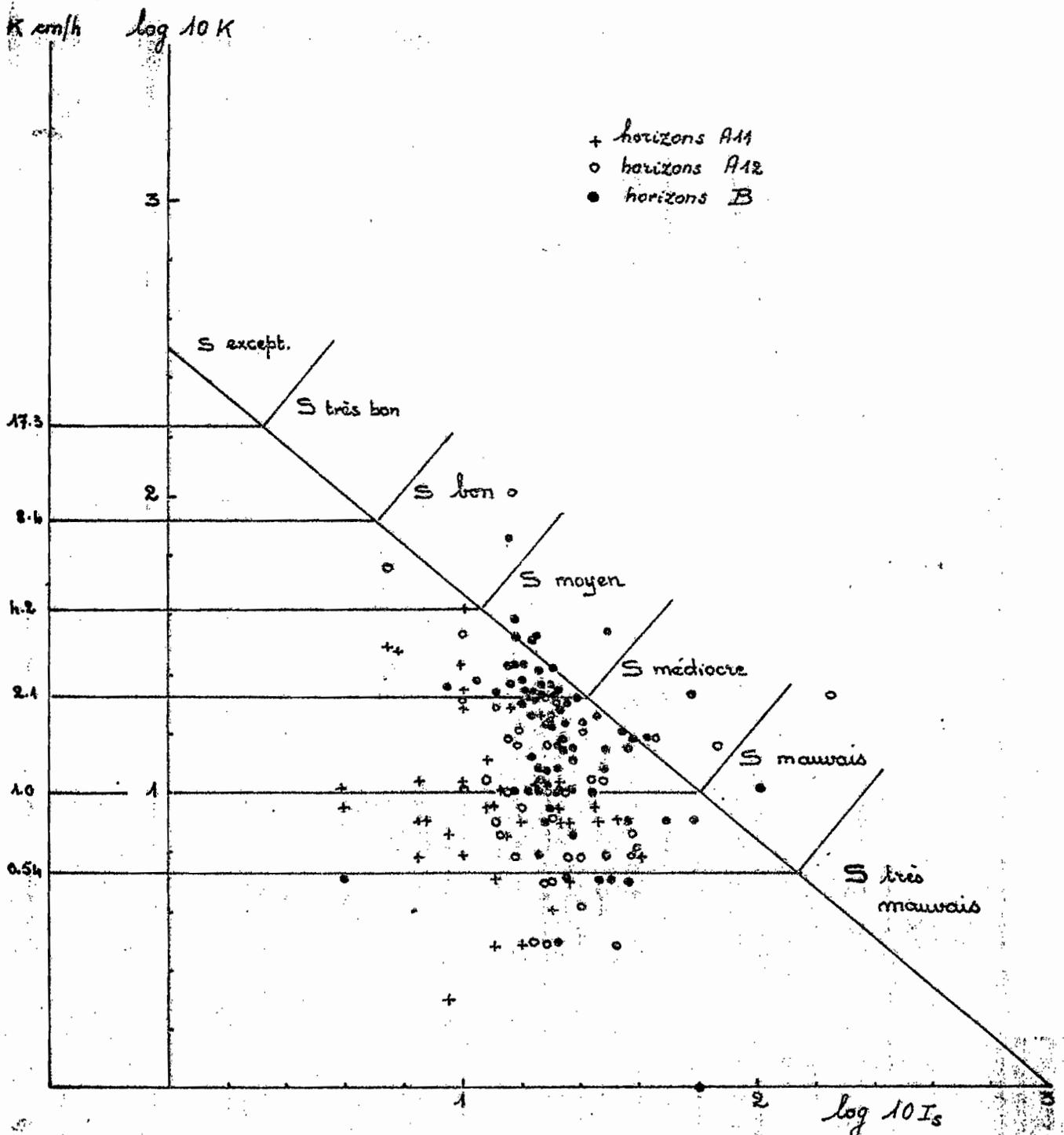


Fig. 23. Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériaux argilo-sableux en profondeur  
Stabilité structurale



La cohésion forte interdit un travail du sol en saison sèche et doit contribuer à la formation de croûte superficielle durcie pendant les périodes de sécheresse.

Ces conditions structurales sont défavorables à la germination et à la levée des plantules, déjà défavorisées par ailleurs par l'irrégularité des pluies. Elles sont aussi défavorables à la pénétration des racines en profondeur.

c) La porosité : (indice de compacité) fig. 24

La macroporosité est bonne dans la majorité des horizons superficiels  $A_{11}$  et des horizons intermédiaires  $A_{12}$  : le nuage des points figuratifs, principalement situé en zone sans asphyxie est à cheval sur la ligne sans asphyxie - asphyxie partielle. Elle est très variable dans les horizons profonds : on distingue un nuage de points à cheval sur les zones sans asphyxie et à asphyxie partielle et un autre à cheval sur les zones à asphyxie partielle et à asphyxie totale où dominent les horizons à taches et concrétions.

Mais la déficience du drainage externe et interne tend à maintenir ces sols à des humidités supérieures à l'humidité équivalente réduisant ainsi la capacité pour l'air. Par ailleurs, la porosité est surtout d'origine biologique en surface et elle peut se dégrader avec la culture si le squelette sableux s'y prête. On aura donc intérêt à améliorer la structure par un travail du sol en même temps que des apports de matière organique.

d) L'eau utile. (uniquement les échantillons du périmètre des Voltas).

La figure 25 donne la distribution de fréquence de quantités d'eau utile dans les différents horizons. Les 2/3 des échantillons  $A_{11}$  ont des valeurs, en eau utile inférieures à 5 % c'est-à-dire faibles, les 2 fréquences élevées s'observent dans les classes 3 à 4 % et 4 à 5 % (les limites supérieures ne sont pas incluses dans la classe). Le tiers seulement des échantillons possède des teneurs en eau utile, pouvant être considérées comme moyennes 5 à 8 % (ce qui est bon pour des horizons sableux).

Les horizons  $A_{12}$  montrent dans l'ensemble une infériorité où l'on reconnaît l'influence de la matière organique : 85 % des échantillons ont des teneurs en eau utile inférieures à 5 %.

Cette notion d'eau utile des horizons de surface est très importante en début de saison des pluies c'est-à-dire, pendant la période germination de levée de la plantule puisque l'irrégularité des pluies fait vivre cette dernière sur l'eau emmagasinée essentiellement en surface.

e) La matière organique, l'azote, le phosphore. (fig.25)

Les teneurs en matière organique des horizons de surface  $A_{11}$  se partagent à peu de chose près, également entre les valeurs faibles ou très faibles (inférieures à 1 %) et les valeurs moyennes ou bonnes (1 % à 1,9 %).

Dans le périmètre des Voltas, qui est peu ou pas habité, la matière organique est dans l'ensemble du type moyennement évolué : la distribution de fréquence des rapports C/N dans les horizons  $A_{11}$  tend à être normale avec une valeur moyenne de 15.

Dans le périmètre du 1/500.000 è, la distribution de fréquence des rapports C/N dans les horizons  $A_{11}$  est encore étalée 8 à 16, mais la valeur moyenne est de 13 et signale une matière organique mieux évoluée.

Les teneurs en azote : sont faibles à très faibles dans l'ensemble : les 2/3 des horizons de surface  $A_{11}$  ont des teneurs en azote inférieures à 0,5 %.

Pour les sols sous végétation naturelle à matière organique mal décomposée, cette pauvreté en azote pourra dans une certaine mesure être corrigée par une décomposition plus rapide de la matière organique lors de la mise en culture.

Cependant, dans l'ensemble la fumure azotée doit être considérée comme impérative.

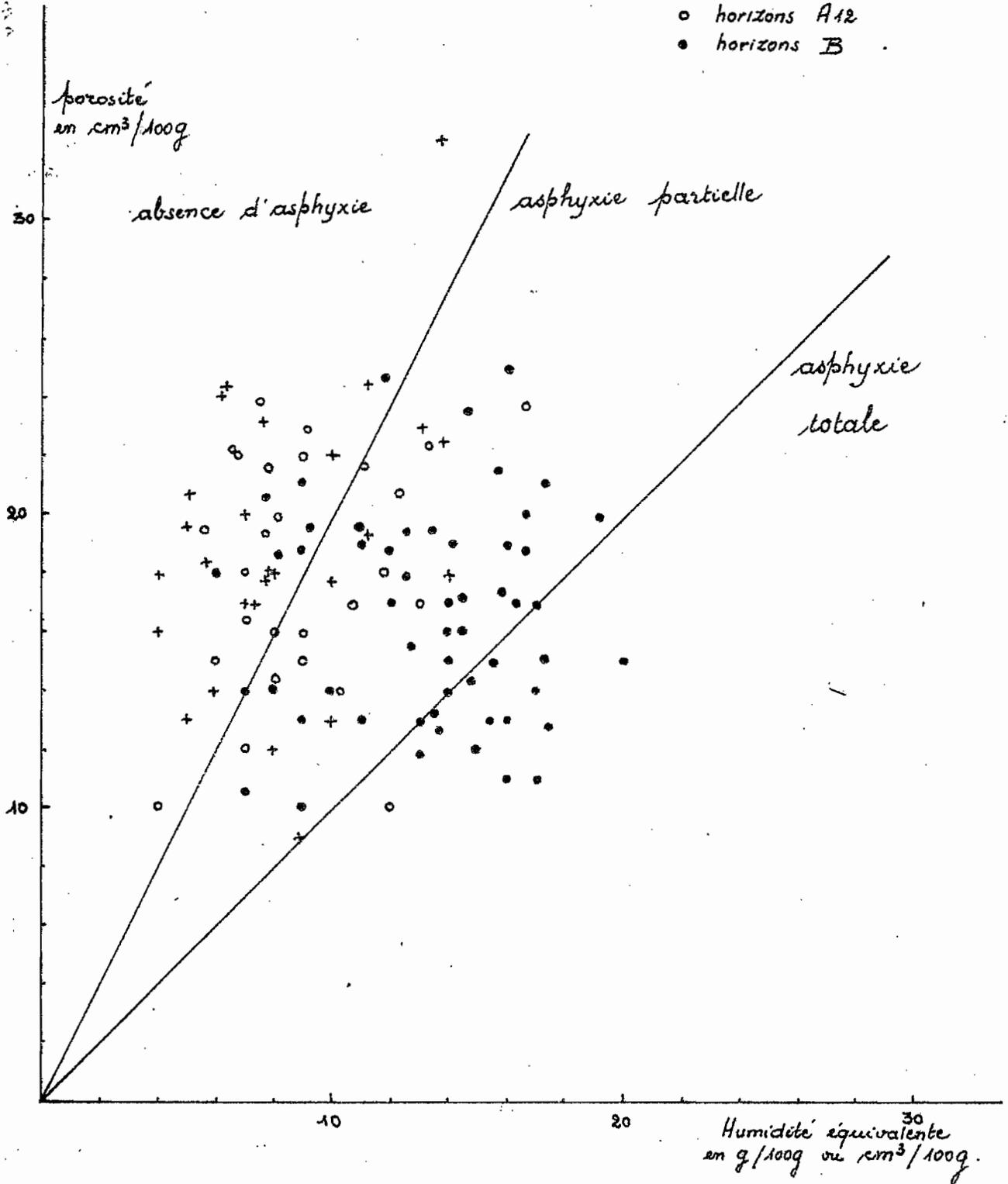
Les teneurs en phosphore sont très faibles ou faibles : la presque totalité des échantillons ont des teneurs en  $P_2O_5$  inférieures à 0,3 % tant en  $A_{11}$ ,  $A_{12}$  qu'en profondeur (horizons  $B_I$ ).

La fumure phosphatée est elle aussi impérative.

Fig 24 - Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur  
matériau argilo-sableux en profondeur

Porosité

- + horizons A11
- o horizons A12
- horizons B



f) Richesse minérale : (fig. 25)

f. 1. - Somme des bases :

Il y a là une différence assez nette entre les horizons de surface ( $A_{11}$  et  $A_{12}$ ) des sols du périmètre des Voltas et ceux des sols du périmètre du 1/500.000ème.

Dans le périmètre des Voltas, les horizons  $A_{11}$  ont dans l'ensemble une somme des bases moyenne : fréquence maximum élevée dans la classe 3 à 4 méq. pour 100 g de terre ; le quart seulement des échantillons ont une somme des bases faible (inférieure à 3 mé, mais très peu d'échantillons ont une somme des bases bonne (supérieure à 6 mé.)). J'ai attribué cette richesse moyenne en bases à l'action de la matière organique, mais il faut y ajouter aussi l'action d'un bon taux de saturation.

Dans les horizons  $A_{12}$ , il y a une chute de la somme des bases qui est essentiellement imputable à une chute du taux de saturation, puisque la distribution de fréquence de la capacité d'échange est la même ou plutôt décalée vers des valeurs plus grandes : la fréquence maximum de la distribution de la somme des bases est élevée et dans la classe 2 à 3 méq pour 100 g. (valeur faible). Cependant 50 % des échantillons  $A_{12}$  ont une somme des bases moyenne (3 à 6 mé) et parfois bonne (6 à 9 mé.).

En profondeur (horizons B), la somme des bases remonte avec l'augmentation du taux d'argile, tout en restant moyenne, 3 à 6 méq. pour les 2/3 des échantillons, l'autre tiers se partageant entre les valeurs faibles et les valeurs bonnes.

Dans le périmètre du 1/500.000è, il y a par rapport aux sols précédents, un décalage vers les valeurs faibles qui ne s'explique pas par une différence dans les teneurs en matière organique. Il peut être dû au fait que les sols des Voltas sont dans l'ensemble non cultivés depuis de longues périodes. Il peut aussi être dû à des différences d'ordres analytiques, on retrouve le même petit décalage sur les taux de saturation.

La somme des bases est très faible (inférieure à 2 mé pour 100 g de terre) ou faible (comprise entre 2 et 3 mé pour 100 g) dans 80 % des horizons  $A_{11}$  et dans la quasi totalité des horizons  $A_{12}$ .

## F. 2. - Taux de saturation (V) et pH.

En ce qui concerne le pH, il n'y a pas de différence notable dans sa distribution dans les deux périmètres, on peut noter seulement une diminution de la fréquence des valeurs acides (5 à 5,5) dans le périmètre du 1/500.000 à me.

Dans les échantillons de surface  $A_{11}$ , le pH se maintient grâce à l'influence des résidus végétaux, des cendres .... à des valeurs bonnes, faiblement acides le plus fréquemment (6 à 6,5) mais aussi assez souvent faiblement acides à neutres (6,5 à 7).

Corrélativement le taux de saturation se maintient à de bonnes valeurs : 60 à 100 % dans le périmètre du 1/500.000 , 70 à 100 % dans celui des Voltas.

Dans les horizons  $A_{12}$ , il y a une chute du pH : fréquence maximum élevée dans la classe 5,5 à 6 (pH moyennement acides). Corrélativement le taux de saturation s'abaisse dans le périmètre du 1/500.000 à des valeurs plus faibles que précédemment, mais encore moyennes à assez bonnes : très forte dominance des valeurs comprises entre 50 et 70 % ; cependant que dans le périmètre des Voltas, le taux de saturation paraît encore assez bon à bon : 60 à 100 % avec fréquence encore élevée dans la valeur 80 à 90 %.

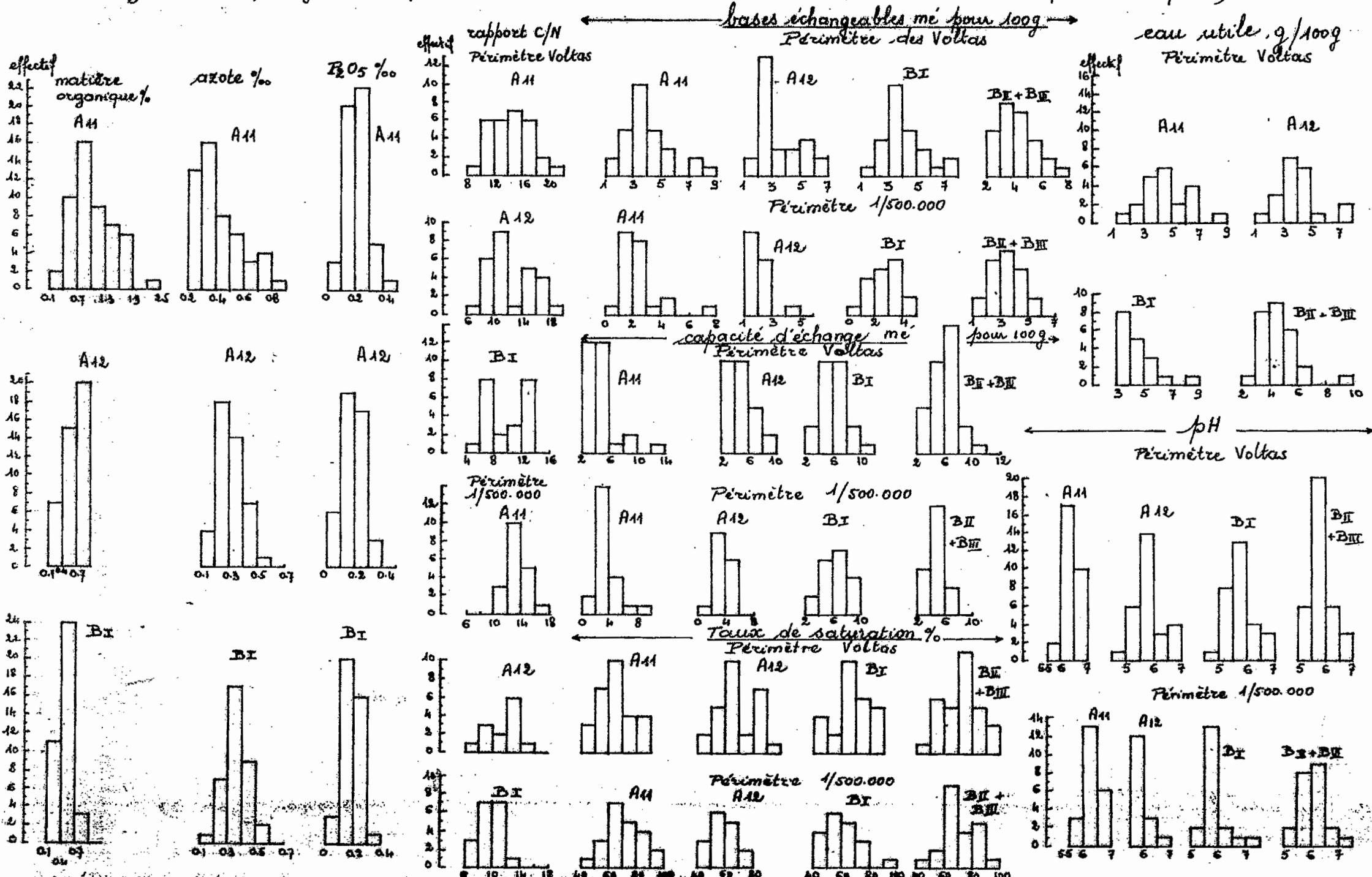
En profondeur dans les horizons B, la distribution du pH est la même en  $B_I$  qu'en  $A_{12}$ . Dans le périmètre des Volta elle reste la même en  $B_{II}$  et  $B_{III}$  cumulés. Dans le périmètre du 1/500.000 elle reste la même en  $B_{II}$ , mais en  $B_{III}$ , on constate une élévation statistique du pH et la distribution de fréquence rejoint celle des horizons  $A_{11}$  avec en plus apparition de pH égaux ou légèrement supérieurs à 7.

Dans le périmètre du 1/500.000 le taux de saturation garde en  $B_I$  la même distribution qu'en  $A_{12}$  tandis qu'il s'améliore en  $B_{II}$  (V de 60 à 80 % pour 2/3 des échantillons) et surtout en  $B_{III}$  (V de 60 à 90 % pour la quasi totalité des échantillons).

Dans le périmètre des Voltas, le taux de saturation paraît bon en profondeur : 60 à 90 ou 100 % pour la grosse majorité des échantillons.

En conclusion, le pH et le taux de saturation ont de bonnes valeurs en surface.

Fig. 25. Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau AS en profondeur : caractéristiques chimiques, eau utile



En profondeur le taux de saturation reste le plus souvent assez bon à bon ou moyen. On note très peu de valeurs faibles (inférieures à 50 %).

Les différences entre échantillons des Voltas et échantillons du périmètre du 1/500.000 sont cependant faibles, surtout si l'on tient compte du fait qu'il s'agit de déterminations très longues, très délicates et sujettes à une marge d'erreurs relativement importante de par leur nature et de par l'ordre de grandeur faible des valeurs mesurées.

### f. 3. - Le potassium.

Les teneurs en potassium sont médiocres à très faibles. Elles ne dépassent qu'exceptionnellement 0,20 mé pour 100 g de terre et descendent fréquemment autour de 0,05 à 0,1 mé.

La déficience potassique paraît donc générale et marquée. Cependant, selon l'expérience de zones identiques, il n'est pas certain que la fumure potassique marque. Elle doit être déterminée par l'expérimentation.

## 2. ) Conclusions - Utilisation.

Au point de vue richesse chimique, c'est la pauvreté en azote et surtout en phosphore qui intervient pour limiter une fertilité que les autres éléments contribuent à maintenir moyenne dans l'ensemble.

Mais cette fertilité en surface est sous la dépendance étroite des teneurs en matière organique. L'abaissement des bonnes teneurs par la mise en culture, amènera une baisse rapide de la fertilité d'ensemble. Si la fumure N.P. s'impose donc dans ces sols, les apports de matière organique sont aussi impératifs pour maintenir le niveau de fertilité.

Au point de vue physique, la fertilité est mauvaise ou médiocre, le drainage parfois nettement déficient. En culture rationnelle ces sols nécessiteront donc un travail du sol aussi profond que possible destiné à améliorer la structure mais les effets de ce travail seront peu stables s'il ne sont pas accompagnés d'un relèvement du taux de matière organique, cette dernière assurant une meilleure stabilité structurale.

Le billonnage s'il y a lieu devra être pratiqué après labour, car le pivot de cotonnier devient fourchu dès qu'il dépasse la zone travaillée.

Ces sols pourront donc convenir au sorgho au coton et à l'arachide, ces trois cultures réalisant un assolement correct. Dans la région de LEO, ils servent à la culture de l'igname sur grandes buttes.

Dans tous les cas pour favoriser une bonne levée et une bonne végétation des plantules, un travail aussi profond que possible du sol est nécessaire.

Les pentes sont faibles dans ces sols mais leurs mauvaises caractéristiques physiques peuvent créer les conditions favorables à une érosion en nappe qui sera favorisée par ailleurs en de nombreux endroits par la présence de cuirasses ou de sols squelettiques sur cuirasse.

### 3. ) Fertilité des séries sableuses associées.

Les sols de cette série n'ont qu'une faible extension.

La différence essentielle avec les séries précédentes est la nature sableuse du profil jusqu'au niveau de concrétionnement.

Les teneurs en matière organique, en azote, en phosphore, en bases échangeables, le pH des horizons de surface, restent les mêmes que précédemment, mais la fertilité des horizons de profondeur diminue par abaissement de la somme des bases échangeables qui est faible, et aussi par une diminution du stock d'eau en profondeur. Mais ce dernier caractère ne doit pas avoir une grosse influence sous ce climat semi-humide.

La profondeur du sol est limitée par la présence d'un horizon essentiellement concrétionné ou même à carapace à moins de 60 cm, profondeur encore acceptable qu'il faut sauvegarder contre une ablation par l'érosion.

Grâce au climat suffisamment humide pour que n'intervienne pas beaucoup le stock d'eau des horizons profonds, grâce à leur fertilité moyenne en surface et équivalente à celle des sols précédents, ces sols peuvent avoir à peu près les mêmes utilisations.

C. 3. Famille sur sables graveleux et argileux dérivés de granite.

Les caractères d'évolution de cette famille de sols sont les mêmes que ceux de la famille précédente. La seule différence tient dans la nature de la roche-mère qui est ici un granite porphyroïde, si bien que le matériau originel est gravelo-argileux à argilo-graveleux.

Ce matériau plus ou moins graveleux est recouvert par des apports polyphasés plus ou moins profonds sableux ou sablo-argileux en surface, sablo-argileux ou argilo-sableux en profondeur, l'ensemble réalise un pseudoprofil ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions ou (et) à carapace et cuirasse.

Ces sols ont une extension très faible et sont localisés dans la région de BISSIGA où ils ont été cartographiés en unité pure, mais où ils sont en fait associés à des lithosols sur granite, à des sols à pseudogley hérité sur arène granitique graveleuse, à des lithosols sur cuirasse et carapace.

Exemple de morphologie : Profil V S 2

Situation : sur la piste de BISSIGA à TANGUEN et SAWANA, à 2,7 km du croisement avec la route de OUAGADOUGOU à KAYA ; plaine à pente très faible et à affleurements de granite devenant très nombreux par plages.

Végétation : savane parc à *Lannea microcarpa*, *Bombax costatum*, *Adansonia digitata*, repousses de *Bauhinia* sp.

Description :

0 - 15 cm : gris clair à taches ocre pâle mal délimitées, à aspect mal drainé ; faiblement humifère ; sableux un peu argileux à dominance de sables à trame moyenne, mais riche en petits graviers de quartz ; structure prismatique large peu développée ; cohésion forte ; porosité faible.

15 - 27 cm : beige à taches ocre clair mal délimités, anastomosés ; sableux un peu argileux ; structure et cohésion identique ; assez bonne porosité tubulaire assez grossière ; on y distingue quelques cristaux de feldspaths.

- 27 - 40 cm : beige à taches ocre pâle, parfois plus foncées, nombreuses, mal délimitées, anastomosées, sablo-argileux à sables de granulométrie moyenne dominants, structure peu développée ; cohésion forte ; très bonne porosité tubulaire.
- 40 - 80 cm : beige clair à nombreuses taches ocre plus foncées ; graveleux moyennement argileux à graviers de quartz, moins argileux que précédemment ; structure peu développée, cohésion d'ensemble forte ; porosité tubulaire grossière.
- 80 - 90 cm : essentiellement constituée de grosses concrétions ferro-manganifères, de formes irrégulières, cassables à la main, cassure brun rouille à centre noir ou rouge à taches noires où l'on distingue de petits cristaux de feldspaths, certaines sont durcies et non cassables à la main, à cassure brun-rouge.
- à 90 cm : carapace à cuirasse ferro-manganifère rouge à taches noires se réduisant difficilement au piochon en concrétions identiques aux précédentes.

Le concrétionnement peut être plus profond ou (et) moins intense, les apports superficiels peuvent être moins hydromorphes.

Les caractères de fertilité et l'utilisation sont les mêmes que ceux de la famille précédente à cause des recouvrements superficiels assez identiques.

C. 4. Famille sur matériau limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse.

C. 4. 1. - Localisation et critères externes de reconnaissance.

Ces sols sont essentiellement localisés dans la région de YAKO où ils ont été cartographiés en association avec les lithosols sur cuirasse. Ils correspondent dans cette région aux zones de colmatage sur la cuirasse, ou au bas d'une pente de sols squelettiques sur cuirasse. La végétation est typiquement une savane parc à *Lannea microcarpa* très nombreux.

Le matériau originel est typiquement limono-argileux à argilo-limoneux ou limono-sableux. Il peut être aussi argilo-sableux.

#### C. 4. 2. Morphologie.

##### Exemple de morphologie : Profil V O H 31

Situation : sur la route de YAKO à KAYA, à 6,9 km de YAKO (départ au croisement devant les P et T de YAKO) , zone plane de colmatage dans une zone de sols gravillonnaires squelettiques sur cuirasse, profil à 300 m d'un léger thalweg ; pente très faible de l'ordre de 0,5 %.

Végétation : savane parc à *Lanea microcarpa* très nombreux ; strate herbacée à *Andropogon gayanus* bien venu et *Hypanthia rufa*.

##### Description :

- 0 - 21 cm : brun rouge 2,5 YR 4,5/3, humifère, sablo-argileux à argilo-sableux à sables fins ; structure prismatique très grossière et large assez bien développée ; cohésion des blocs forte ; porosité uniquement tubulaire moyenne, passage progressif au suivant.
- 21 - 39 cm : ocre 5 YR 5/6 à remplissage tubulaire brunâtre rendant l'horizon encore humifère ; argilo-sableux à sables très fins passant aux limons ; structure prismatique grossière et large tantôt assez bien développée, tantôt moins bien développée, cohésion des blocs forte ; bonne porosité tubulaire (termites) contient par endroits quelques éléments ferrugineux rouille ressemblant à des concrétions très bien individualisés, durcis, non cassables à la main.
- 39 - 73 cm : ocre plus jaune 5 YR 6/6 s'éclaircissant dans le bas (5 YR 6/7), à nombreuses concrétions ferrugineuses rouge du type agrégats polyédriques, très nombreuses par endroits , absentes ou très peu nombreuses en d'autres endroits, cassables entre les doigts, bien individualisées texture identique avec assez nombreux petits gravillons ferrugineux ; structure polyédrique de taille variable

- très grossière à petite moyennement à assez peu développée débits grossiers se réduisant en polyèdres ; cohésion d'ensemble moyenne, devenant faible à la base ; bonne porosité tubulaire.
- 73 - 93 cm : ocre jaune clair 5 YR 6/7 à petites taches rouges assez nombreuses, plus nombreuses de 83 à 93 cm avec alors des noyaux durcis en concrétions cassables mal individualisés, tendance à la carapace par endroits.
- à 93 cm : cuirasse ferrugineuse à induration assez forte, à squellette constitué de taches rouges très nombreuses, anastomosées sur un fond rouge très pâle ; contient de très nombreux gravillons ferrugineux.

La distribution (très hétérogène dans un matériau homogène) et la forme des concrétions dans le troisième horizon font penser à un produit remanié dans lequel le concrétionnement ne serait pas produit en place.

La texture peut être sablo-argileux à sables très fins passant aux limons (sables limoneux) sur tout le profil.

Le profil peut ne pas avoir de concrétionnement dans le troisième horizon, le passage de ce dernier à la cuirasse se fait par l'intermédiaire d'un horizon essentiellement gravillonnaire à petites taches brun-rouille et rouille à structure particulière et à cohésion faible aux endroits sans taches, à gros noyaux plus durcis avec tendance à la carapace dans les endroits à taches, la cuirasse elle-même est dans ce cas essentiellement gravillonnaire et l'horizon intermédiaire est probablement le produit de son démantèlement.

Au contraire, le troisième horizon peut avoir de très nombreuses concrétions de formes très irrégulières, à nombreuses apophyses, à cassure rouille ou noire à cortex rouille.

C. 4. 3. Fertilité.

1. ) Texture :

La texture est typiquement sablo-argilo-limoneuse en surface (16 à 18 % d'argile, 18 à 25 % de limons ; sables fins très largement dominants sur les sables grossiers peu représentés). Elle peut être plus argileuse : argilo-sablo-limoneuse (24 à 30 % d'argile, 20 à 25 % de limons, sables fins très largement dominants sur les sables grossiers).

Ce sont là des caractéristiques de terres battantes.

Par contre la capacité d'échange sera toujours suffisante.

2. ) Structure, cohésion, porosité.

La structure est typiquement mauvaise en surface : prismatique très grossière à large, avec une cohésion des blocs forte et une porosité uniquement tubulaire, moyenne à faible ; la cohésion peut être moyenne mais la structure deviendra alors particulière lors du travail du sol.

Dans le deuxième horizon la structure est identique à celle de surface c'est à dire mauvaise.

En profondeur, la structure est soit du type polyédrique assez peu développée avec une cohésion d'ensemble moyenne, soit, du type fondue à cohésion faible et tendance nettement particulière.

La structure de ces sols est donc mauvaise en surface, le travail du sol par un labour aussi profond que possible est impératif, mais la battance du sol est telle qu'il faut stabiliser ce labour par des apports de matière organique.

La stabilité de la structure est médiocre à mauvaise ou même très mauvaise.

L'indice de compacité est assez élevé, les échantillons analysés se situent dans la zone à asphyxie partielle y compris les échantillons de surface.

### 3. ) La matière organique, l'azote et le phosphore.

#### Matière organique:

Dans les six profils qui ont fait l'objet de déterminations analytiques, les teneurs en matière organique des horizons de surface se partagent également entre les valeurs moyennes (1 %) et assez bonnes (1,6 à 2 %). Aux teneurs, moyennes correspondent des rapports carbone/azote de 11 à 12,6 (matière organique, bien décomposée), et aux teneurs plus fortes correspondent des rapports carbone/azote assez élevés de 14,3 à 14,7 (matière organique assez mal décomposée, ce qui explique sa relative accumulation).

Dans le deuxième horizon il y a une chute des teneurs en matière organique (0,5 à 0,8 %) qui se maintiennent ensuite dans le troisième horizon (0,4 à 0,6 %).

#### Azote :

En surface les teneurs en azote sont moyennes (0,5 à 0,8 ‰).

Dans le deuxième horizon elles sont de 0,36 à 0,42 ‰.

#### Phosphore :

Les teneurs en phosphore des horizons de surface sont moyennes : 0,29 à 0,42 ‰. Dans le deuxième horizon et en profondeur elles se partagent entre les valeurs moyennes (0,30 à 0,39 ‰) et faibles (0,18 à 0,24 ‰).

La fertilité azotée et phosphatée est donc moyenne dans ces sols et cela ne semble pas lié uniquement à la matière organique, mais au matériau originel.

### 4. ) Richesse minérale.

Dans les six profils qui ont fait l'objet de déterminations analytiques, la capacité d'échange est toujours bonne en surface (6,2 à 7,4 mé. avec un échantillon à 11,4 mé.). Dans les horizons de profondeur et dans les deuxièmes horizons, elle est très souvent bonne ou moyenne à bonne (5 à 9 mé. pour 100 g).

Le pH est faiblement acide en surface : 6,0 à 6,3, plus rarement 5,7, il est rarement acide (5,1 dans un seul échantillon).

Fig. 26. Sols ferrugineux tropicaux remaniés  
sur matériau limono-argileux à argilo-sableux en Afrique.

Stabilité structurale

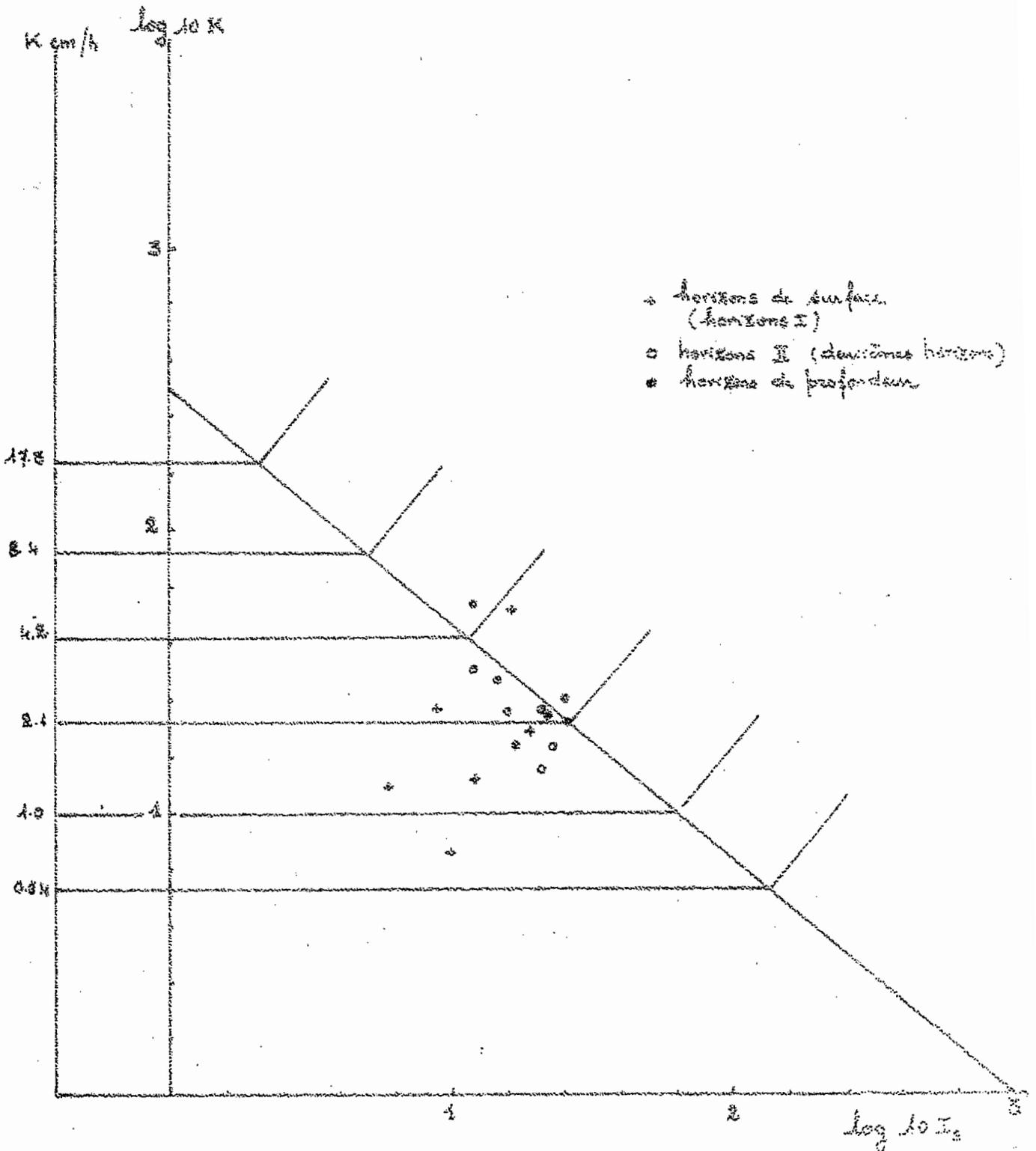
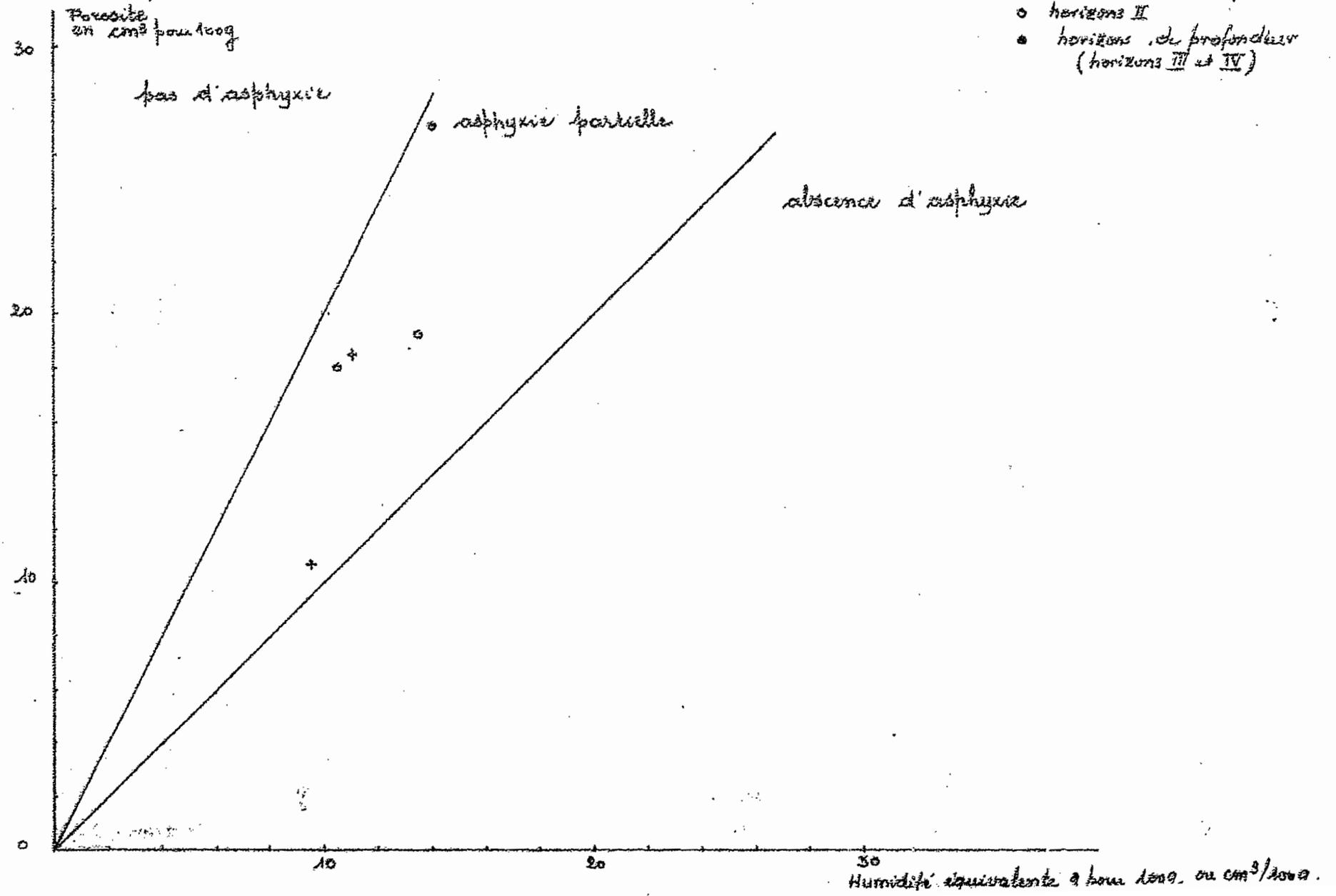


Fig. 28. Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse

Porosité

- + horizons I (de surface)
- o horizons II
- horizons de profondeur (horizons III et IV)



Un seul profil marque une acidification constante de la surface en profondeur pH 5,1 à 5,4. Dans les autres, il n'y a pratiquement pas de variation le long du profil sauf parfois une légère acidification à la base.

Sauf dans le profil à pH acide où le taux de saturation s'abaisse de 50 % en surface à 35 % en profondeur (valeurs faibles), ce dernier est de 62 à 68 % en surface (56 % dans un échantillon), 55 à 71 % en profondeur avec majorité des échantillons entre 60 et 66 %. Ce sont des valeurs assez bonnes à moyennes dans l'ensemble.

Corrélativement la somme des bases est moyenne en surface (3,2 à 4,8 méq. pour 100 g avec 1 valeur à 7,8 méq.). En profondeur elle se maintient à des valeurs moyennes (3 à 5,2 méq) sauf dans le profil le plus désaturé (2,0 à 2,6 méq.).

En conclusion la fertilité chimique est moyenne à tous les égards.

#### 5. ) Drainage.

Le drainage tant externe qu'interne est médiocre dans ces sols et ajoute ses effets aux caractéristiques physiques médiocres (à mauvaises).

#### C. 4. 4. Conclusion, utilisation :

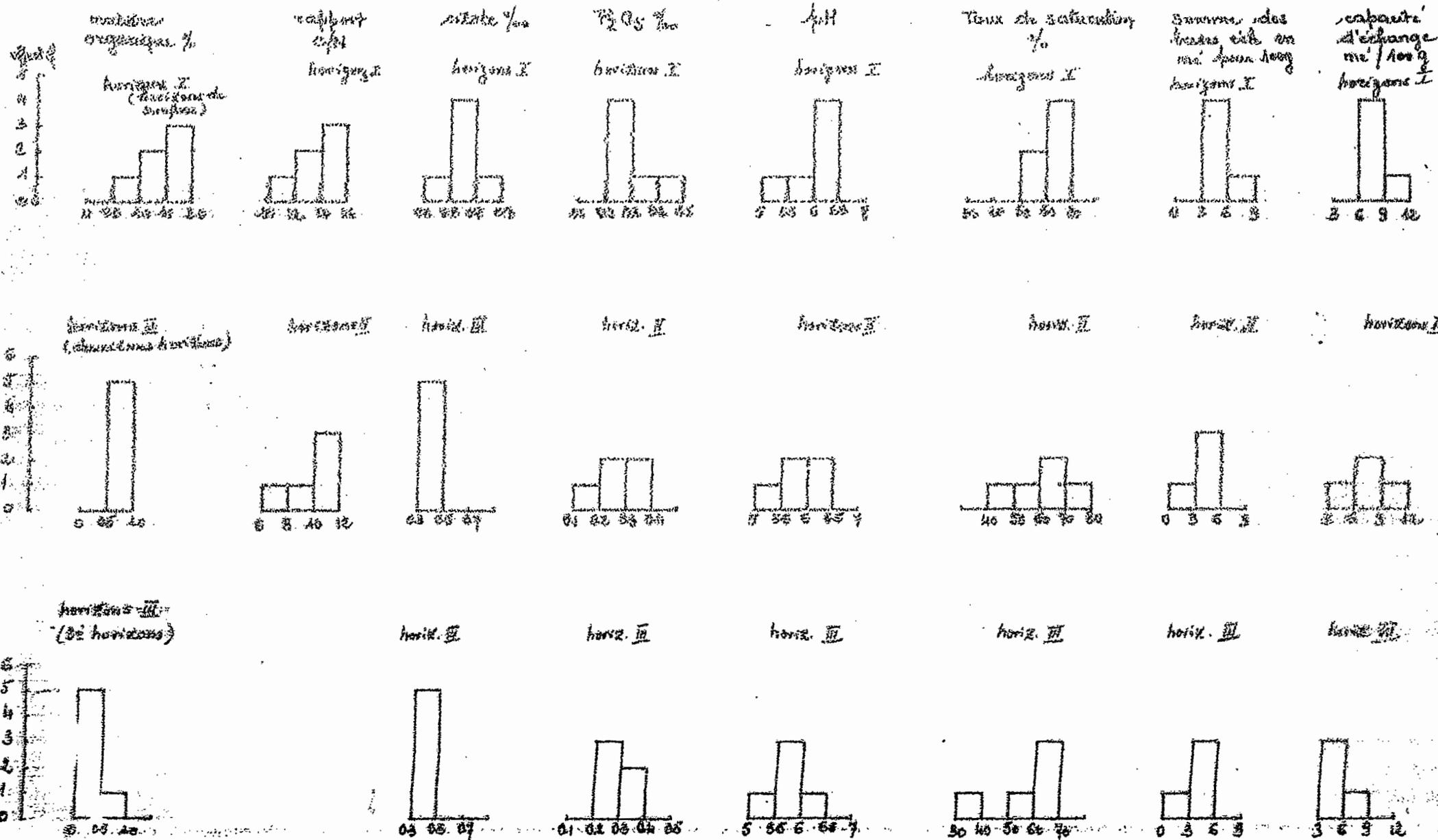
Dans la masse des sols du type ferrugineux tropical, il semble que ces sols méritent une certaine attention par leur fertilité chimique moyenne à tous les égards.

On pourra corriger leurs mauvaises caractéristiques physiques par le billonnage.

Dans la région de KOUDOGOU ils servent parfois à la culture de l'igname sur grandes buttes.

Avec le billonnage accompagné d'enfouissement de matière organique ils ont les mêmes utilisations que les sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur.

Fig. 27 - Sols ferrugineux tropicaux remarqués sur matériaux limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse  
caractéristiques chimiques





SECTION VI. - CLASSE DES SOLS HALOMORPHES.

SOLS A STRUCTURE DEGRADEE.

SOLS NON LESSIVES A ALCALIS SUR MATERIAU ARGILEUX A ARGILO-SABLEUX.

INTRODUCTION : DEFINITIONS & CLASSIFICATION.

La classe des Sols Halomorphes groupe un ensemble de sols dont les caractères essentiels d'évolution (AUBERT, 1963) sont :

- soit la richesse en sels solubles (conductivité de l'extrait de pâte saturée supérieure à 4 m-mho/cm à 25° C),
- soit la richesse en sodium échangeable d'au moins un horizon (plus de 12 % de la capacité d'échange saturée en sodium) et provoquant la formation d'une structure massive, diffuse.

Cette définition a été complétée en 1965 (AUBERT, 1965) particulièrement en ce qui concerne les sols relevant du deuxième processus d'halomorphie, dont l'évolution est dominée :

"par la richesse du complexe absorbant d'un de leurs horizons en ions (Na, K, peut-être Mg) susceptibles de provoquer la dispersion de l'argile et l'apparition d'une structure massive, diffuse et d'une compacité très élevée  $\frac{Na + K}{T}$  est en général, supérieur à 15 %".

Dans cette étude il n'a été tenu compte que du sodium échangeable. Du reste, les teneurs en potassium échangeables sont très faibles et négligeables.

Les Sols Halomorphes des régions étudiées relèvent exclusivement du deuxième processus. Il s'agit d'une halomorphie d'origine pétrographique, le sodium provient de l'altération des minéraux de la roche-mère et se maintient dans le milieu d'altération qui en conséquence est très basique, à drainage très déficient et riche en silice. Ce sont là par excellence les conditions de genèse des phyllites 2/1 et particulièrement de la montmorillonite. Ainsi, ces sols sont associés au même complexe d'altération que les Vertisols et les Sols Bruns eutrophes

J'ai déjà signalé (KALOGA, 1966B), les difficultés de la différenciation entre ces trois types de sols, et on a vu avec les Vertisols halomorphes qu'une morphologie dite typique des solonetz solodisés ne s'accompagne pas obligatoirement de la présence de quantités significatives de sodium dans le complexe absorbant, auxquelles sont cependant, liées les mauvaises caractéristiques analytiques structurales.

La différenciation des Sols Halomorphes ne sera donc pas morphologique, mais physico-chimique.

Les profils présentent assez souvent l'aspect de sols lessivés à alcalis : horizons superficiels sableux devenant communément gris blanchâtre au contact avec les horizons argileux ou argilo-sableux halomorphes. Mais on est dans un contexte général d'apports superficiels sableux récents auquel n'échappent pas les sols halomorphes (témoin la discontinuité dans la granulométrie des sables), et la discontinuité des caractéristiques physiques particulièrement du comportement vis à vis de l'eau suffit à expliquer l'aspect morphologique des profils.

Pour plus de détails, on se reportera à l'Etude Pedologique des Bassins versants des Voltas Blanche et Rouge, 3è partie, Sols associés aux Vertisols : Sols Bruns eutrophes et Sols Halomorphes (KALOGA, 1967), à paraître dans les Cahiers de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M.

Dans la Reconnaissance pédologique des Bassins versants des Voltas Blanche et Rouge (KALOGA, 1964) ; ces sols avaient été différenciés en deux familles. Dans cette étude, et en vue d'alléger la légende de carte, il n'a été distingué qu'une famille de sols.

Selon le type de différenciation et l'épaisseur des horizons superficiels sableux, on distinguera deux groupes de séries :

- horizons superficiels sableux, peu épais différenciés en un seul horizon.
- horizons superficiels sableux plus épais différenciés en deux horizons.

Critères externes de reconnaissance :

Les sols Halomorphes se reconnaissent généralement en surface par leur aspect hydromorphe et "turriculé" (nombreux turricules de vers de terre) lié à une savane arbustive très maigre, "souffreteuse" à Combretum glutinosum, Acacia gourmensis, Lannea velutinum, Acacia senegal, Balanites aegytiaca, avec quelques rares arbres : Bombax costatum, Adansonia digitata, Pourpartia (Sclerocarya) birrea.

Mais les recouvrements sableux, lorsqu'ils sont épais, interviennent pour atténuer les mauvaises caractéristiques hydriques des matériaux halomorphes et diminuer l'aridité du sol. Les sols sont alors plus difficiles à différencier superficiellement d'un Vertisol à recouvrement sableux, d'un sol gravillonnaire à recouvrement sableux..... ou autre type de sol sableux en surface. La végétation n'est plus spécifique.

A - Sols à horizons superficiels peu épais et différenciés en un seul horizon (Sols du type Solonetz).

A. 1. Morphologie :

Le matériau argileux à argilo-sableux, souvent à sables fins dans ces sols, est fréquemment recouvert par des apports sableux récents généralement moins épais que dans le deuxième type de sols.

Il est à dominance montmorillonitique comme dans les vertisols.

Le profil type comporte :

- un horizon superficiel sableux de 10 cm environ, brun gris clair, faiblement humifère, à structure non développée ou prismatique, paraissant posé sur l'argile de profondeur.
- un horizon de 20 cm environ brun humifère argileux, à structure prismatique moyenne à nette (tendance collumnaire) avec possibilité d'une sous-structure prismatique plus petite ou polyédrique.
- un horizon d'épaisseur variable (60 cm environ), brun olive à brun olive pâle, ne paraissent pas humifère, argileux, durci, compact à structure mal définie ou (et) mal développée se débitant au piochon par éclats qui peuvent se résoudre en polyèdres plus ou moins riche en nodules ou (et) amas calcaires.

- un horizon constitué de granites ou de gneiss en voie d'altération.

Les variations autour de ce profil sont :

- diminution de l'épaisseur des apports sableux qui peuvent même disparaître, la structure est alors prismatique large bien développée en surface avec de grandes fentes de dessiccation verticales.
- affinement de la structure dans le haut du 3° horizon : structure polyédrique moyenne moyennement développée avec alors une structure massive dans le 2° horizon.
- apparition d'une tendance verticale dans le 3° horizon : structure prismatique aplatie moyennement développée avec faces de décollement à tendance patinée, où seulement possibilité de dégager quelques faces patinées.
- épaissement des apports sableux (25 cm environ) avec alors au contact avec l'horizon argileux halomorphe, une couche gris blanchâtre (passage aux sols du deuxième type).

#### A. 2. Etude de la fertilité.

##### Les éléments de la fertilité.

##### 1. ) La texture :

La figure 29 donne la granulométrie des profils prélevés.

Les séries à recouvrements dominant avec des granulométries sableuses parfois sablo-argileuses en surface. Les matériaux de profondeur ont une granulométrie argilo-sableuse à argileuse.

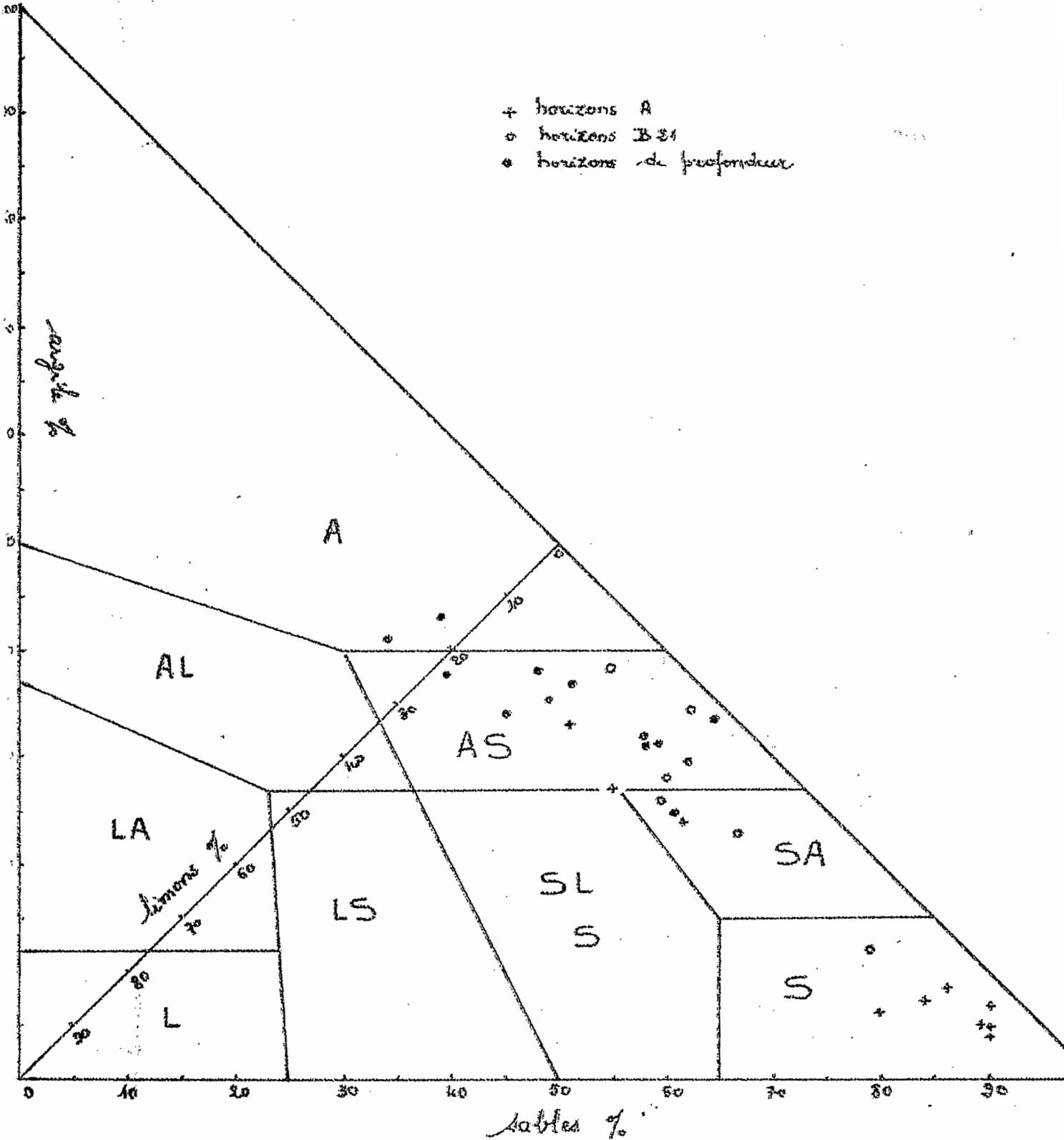
L'argile est à dominance montmorillonitique, mais ici le pouvoir de gonflement de la montmorillonite ne se manifeste pas.

La conséquence immédiate de cette distribution texturale est une discontinuité physique et chimique entre les horizons superficiels sableux et le matériau argileux de profondeur.

La discontinuité physique se manifeste parfois par une légère ligne ou une couche de dessiccation à la base des apports sableux, montrant bien qu'en période de sécheresse ces derniers sont coupés au point de vue alimentation en eau du matériau argileux. Mais les apports sableux sont

Fig. 29. Sols halomorphes (type solonetz)

Granulométrie



peu épais (0 à 10 ou 15 cm) et il faut s'efforcer d'atteindre l'horizon argileux par le travail du sol.

## 2. ) Structure et cohésion, porosité.

Les apports sableux ont typiquement une structure mauvaise non développée avec une porosité souvent du type mie de pain indiquant une forte asphyxie.

Lorsque les apports superficiels sont plus épais et sablo-argileux, la structure est peu développée à tendance prismatique large. Le matériau argileux sous-jacent a souvent dans le haut une structure soit polyédrique moyenne à grossière qui serait alors bien favorable à la pénétration des racines, soit prismatique moyenne à tendance collumnaire, soit peu développée à tendance prismatique avec alors une cohésion d'ensemble très forte. De toute façon, ces structures même du type polyédrique moyen bien développée ont une stabilité toujours mauvaise à très mauvaise avec des coefficients de percolation très faibles ou nulles, ils seront donc toujours très défavorables à la pénétration des racines qui subiront dans ces horizons des phénomènes d'aphyxie.

En profondeur le matériau argileux a une structure fondamentalement mal développée, parfois même mal définie de type polyédrique, la cohésion d'ensemble est forte, le matériau est durci, parfois cependant la structure polyédrique peut s'affirmer mieux, ou on peut voir apparaître une structure du type verticale, prismatique aplatie ; la structure est donc fondamentalement mauvaise et sa stabilité est très mauvaise, le test de percolation donne des valeurs nulles qui témoignent de la dispersion accusée des argiles sous l'influence du sodium qui dépasse dans le complexe absorbant les quantités critiques pour la structure (fig. n° 30)

La macroporosité du matériau argileux halomorphe est comme dans le cas des vertisols, nulle : les points figuratifs sont entièrement situés dans la zone à asphyxie totale (fig. n° 31). La macroporosité des horizons superficiels est bonne à faible, mais ces derniers restent le plus souvent asphyxiants parce que maintenus à des humidités largement supérieures à l'humidité équivalente.

On peut donc conclure que la structure constitue dans ces sols, le facteur limitant de la fertilité et cela malgré la présence constante de calcaire sous forme d'amas ou (et) de nodules.

Leur amélioration est impossible en culture traditionnelle, elle ne peut se faire que par des labours profonds, avec apports de sels de calcium solubles au pH élevés de ces sols (sulfate de calcium). Le carbonate de calcium qu'ils contiennent est inefficace à leurs pH élevés par sa faible solubilité (HENIN et al. 1960).

### 3. ) L'eau utile.

La notion intrinsèque d'eau utile n'a pas de valeur dans ces sols à cause de leur régime hydrique particulier :

- engorgement prononcé en surface et acidité forte à très faible profondeur, si bien que le sol manque de réserves en eau.

### 4. ) La matière organique, l'azote et le phosphore.

En surface les teneurs en matière organique se partagent entre les classes de fertilité faible (0,4 à 0,8 %) et de fertilité moyenne (0,8 à 1,2 %). Ces teneurs s'abaissent beaucoup en B<sub>21</sub> (horizons intermédiaires) où elles sont comprises entre 0,5 et 0,6 %. Cette matière organique est assez bien évoluée dans l'ensemble (C/N inférieur ou égal à 14).

Les teneurs en azote des horizons superficiels sont très faibles à faibles 0,2 à 0,5 ‰, en A et 0,2 à 0,3 ‰ en B<sub>21</sub>.

L'azote sera donc un facteur limitant de la fertilité.

La pauvreté en azote est suivie d'une pauvreté en phosphore. Les teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sont très faibles : 0,1 à 0,5 ‰ en A et 0,1 à 0,4 ‰ en B<sub>21</sub>.

### 5. Richesse minérale.

Les horizons sableux semblent montrer une richesse en bases échangeables moyenne, quant au matériau argileux, sa richesse minérale est identique à celle des Vertisols, somme des bases échangeables, capacité d'échange et taux de saturation très élevés, mais la différence essentielle consiste ici en une alcalinité beaucoup plus forte que dans l'ensemble des Vertisols, corrélative d'une accumulation constante de calcaire sous forme d'amas ou (et) de nodules calcaires et de fortes proportions de sodium par rapport à la capacité d'échange (14 à 28 %). Mais les

Fig. 30. Sols halomorphes (type solonetz)

Stabilité structurale

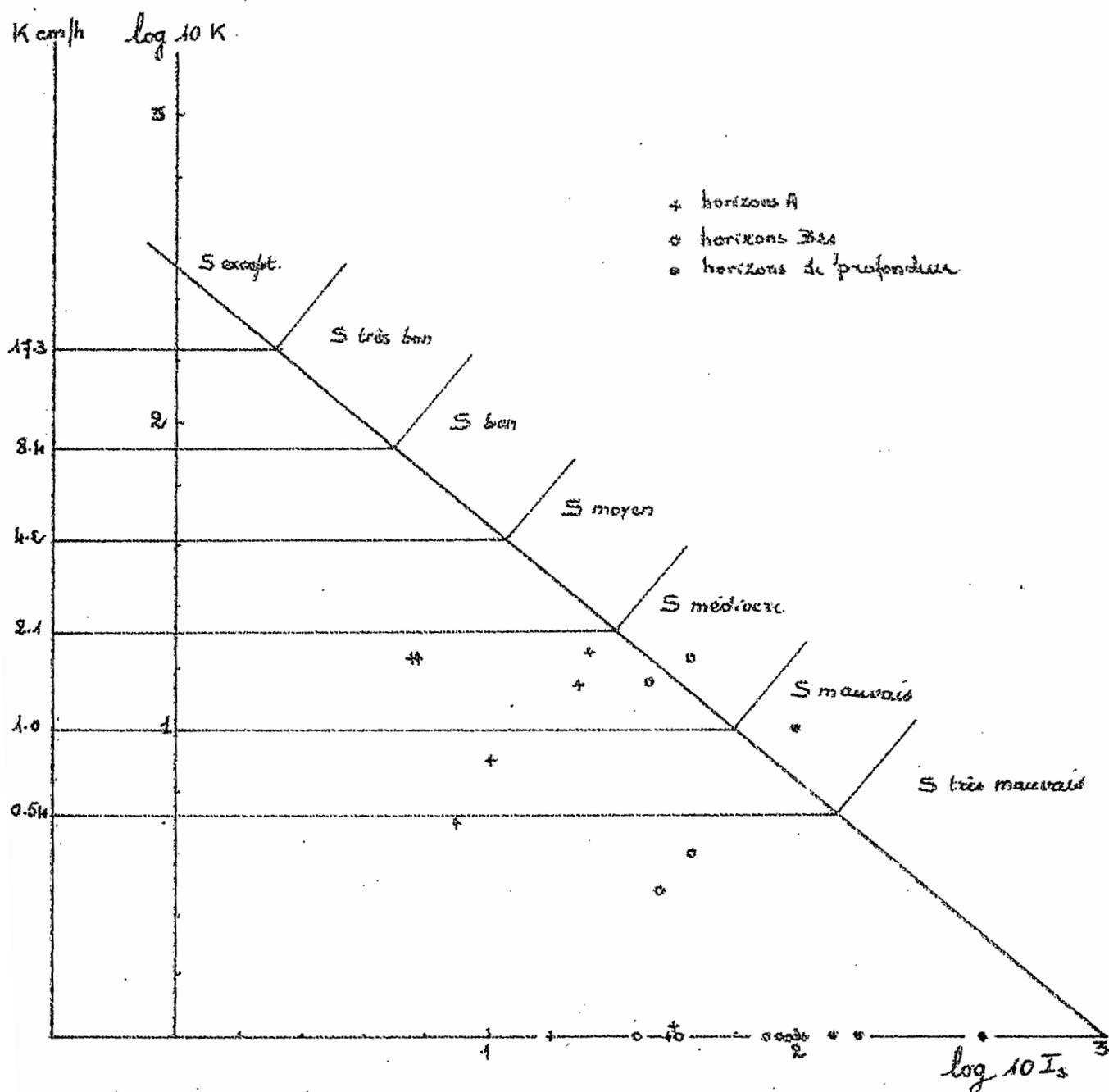
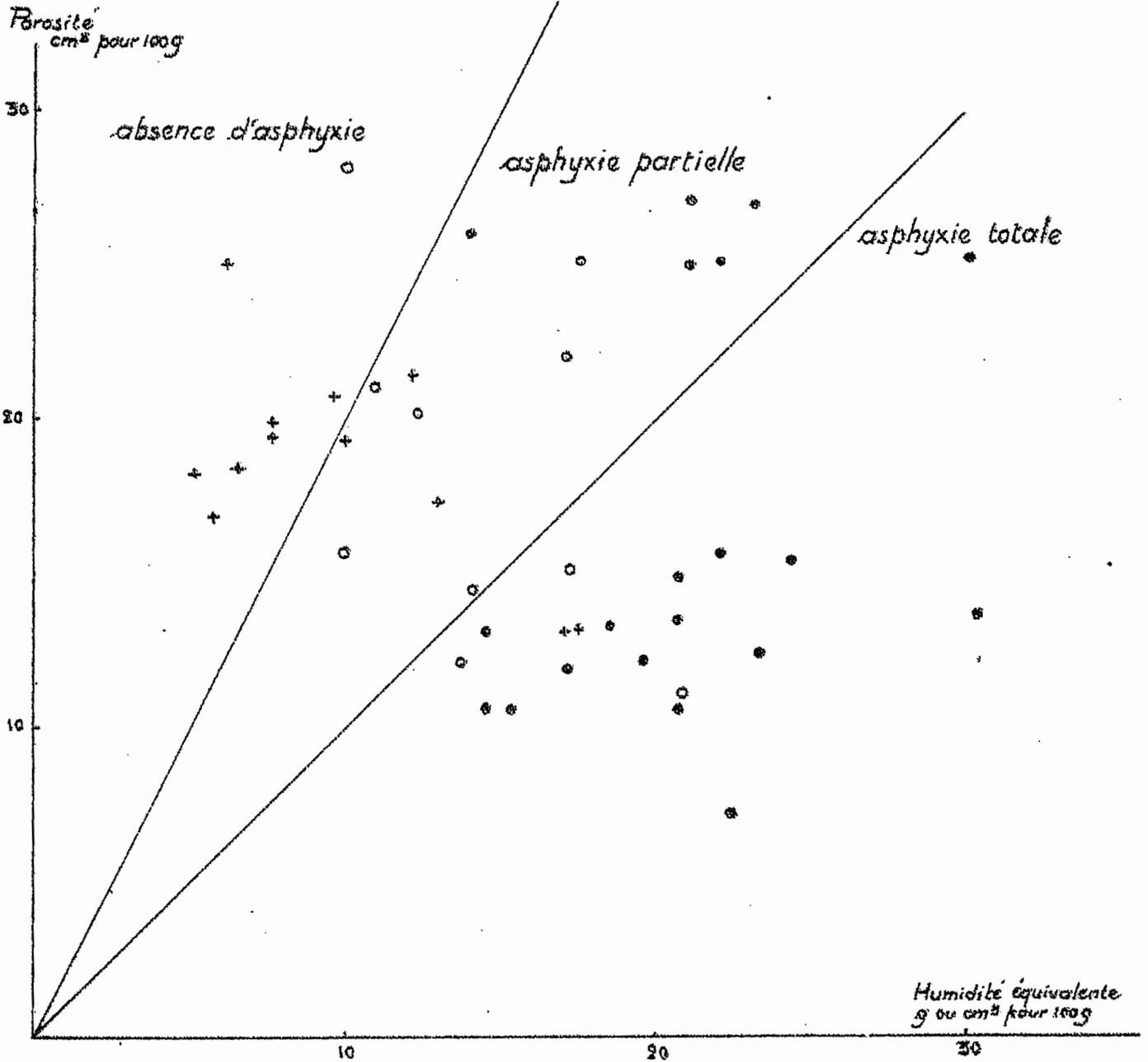


Fig. 31.

Sols halomorphes (ensemble des sols halomorphes)

Porosité  
(Indice de compacité)

- horizons A et A11
- horizons A12
- horizons de profondeur  
B



teneurs en sels solubles sont faibles (Voir extrait sec sur le graphique

Ces fortes proportions de sodium expliquent la mauvaise structure de ces sols et leur position dans la classe des sols halomorphes. Les pH sont donc alcalins : 7,4 à 8,3 sur pâte de sol, tandis que sur solutions de sols ils sont compris entre 8,5 et 8,8.

#### 6. ) Conclusion.

Malgré une richesse minérale très élevée, ces sols ont une fertilité très médiocre due à leurs mauvaises caractéristiques physiques et aussi à leur pauvreté en azote et en phosphore.

#### A. 3. Répartition et cartographie.

Ces sols ont été cartographiés essentiellement sur la Volta Blanche dans les régions de :

- NIARBA où ils sont associés à de très nombreux affleurements de granite, et à des vertisols (non cartographiés).
- BOUEMA et au Nord de NORGUAIN où ils sont associés à des affleurements de granites ou de gneiss et à des vertisols.
- TANLOUKA où ils sont associés à des vertisols.

Ce sont essentiellement les séries à recouvrements qui dominent.

#### B - Sols à horizons superficiels sableux plus épais et différenciés en deux horizons (Sols du type Solonetz solidisés) :

##### B. 1. Morphologie :

Le matériau constitutif de ces sols est argilo-sableux et parfois sablo-argileux, souvent à dominance de sables grossiers, et où la montmorillonite semble encore assez bien représentée. L'hydromorphie est généralement plus prononcée que dans les sols précédents et se traduit par une ségrégation ferrugineuse bien caractérisée, une couleur de type plus hydromorphe, gris clair à gris blanchâtre à taches ferrugineuses ocre à rouille mais pouvant rester encore parfois dans les tons olive pâle.

Le matériau argilo-sableux halomorphe est constamment recouvert ici par des apports sableux ou même sablo-argileux et argilo-sableux ; plus épais que précédemment. Le caractère fondamental est la structure peu développée avec une cohésion d'ensemble très forte et parfois exceptionnelle. Le profil typique comporte :

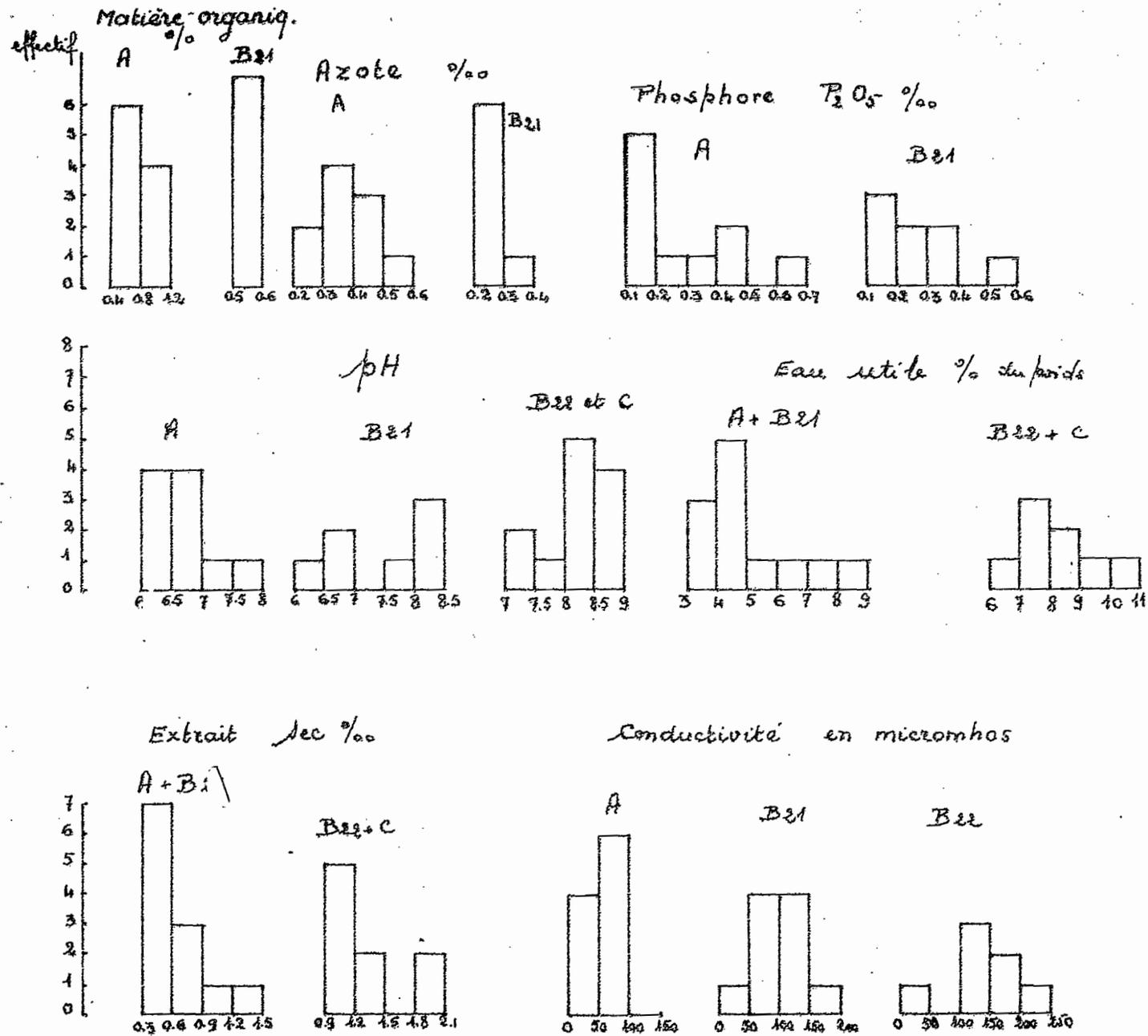
- un horizon superficiel de 15 cm environ, gris beige à taches brun rouille nombreuses, faiblement humifère, sableux, à structure à tendance prismatique.
- un horizon A<sub>12</sub> de 15 cm environ gris blanchâtre à taches rouille, peu humifère, sableux à structure prismatique peu développée et reposant sur l'horizon suivant par une mince couche plus sableuse à structure particulière et poudreuse.
- un horizon d'épaisseur variable (1 m environ) argilo-sableux à taches gris clair et ocre, à structure peu développée à tendance prismatique sauf dans le haut où elle est prismatique moyenne à petite à nette tendance columnaire assez bien développée, à cohésion d'ensemble très forte et présentant quelques amas calcaires gris cendre.

Ce profil marque un net lessivage seulement dans la mince couche poudreuse qui précède l'horizon argilo-sableux, mais cette couche, peut être au contraire dans d'autres profils à structure polyédrique moyenne à petite bien développée, sans variation de couleur ni de texture (cas des apports superficiels, argilo-sableux).

Les principales autres variations autour de ce type sont :

- variations de texture dans les apports superficiels qui peuvent devenir sablo-argileux dans le 1er horizon et argilo-sableux dans le 2ème horizon.
- apparition d'une tendance verticale dans le matériau argilo-sableux halomorphe avec quelques faces de décollement obliques patinées.
- apparition de concrétions ferro-manganifères brun noir dans le matériau argilo-sableux halomorphe.
- réduction de l'épaisseur du profil qui peut devenir du type peu développé (40 cm d'épaisseur environ).
- présence de nodules calcaires en profondeur.

Fig. 32 - Sols halomorphes (type solonetz): caractéristiques chimiques, eau utile



## B. 2. Etude de la fertilité.

### B. 2. 1. Les éléments de la fertilité.

#### 1. ) Texture. (fig. n° 33)

Ces sols comportent constamment en surface des recouvrements plus ou moins épais sableux à sablo-argileux et même parfois argilo-sableux. La discontinuité entre les apports et le matériau halomorphe conditionne la dynamique de l'eau et par conséquent la fertilité.

#### 2. ) Structure, cohésion, dynamique de l'eau.

En surface, la structure est fondamentalement médiocre à mauvaise à cause du mauvais drainage parfois intense qui affecte les apports superficiels et qui est induit par le blocage des eaux percolées au-dessus du matériau argilo-sableux halomorphe, renforcé le plus souvent par une position topographique plane. Elle est peu développée à tendance prismatique avec des cohésions assez fortes à fortes.

En profondeur, le matériau argilo-sableux halomorphe a une structure typiquement massive (avec parfois cependant une tendance polyédrique dans les types les plus vertiqués) avec une cohésion forte à très forte, parfois exceptionnelle, et souvent dans le haut une structure prismatique à nette tendance colonnaire bien développée. La structure est donc fondamentalement très mauvaise. Les caractéristiques analytiques de sa stabilité sont celles d'une terre sodique ; stabilité structurale très mauvaise, perméabilité très faible à nulle -(fig. n° 34)

Ces caractéristiques structurales se traduisent par une discontinuité constante entre les apports superficiels même argilo-sableux et le matériau argilo-sableux halomorphe, sous la forme de lignes ou de couche de dessiccation très bien marquées et montrant bien qu'en période de sécheresse, les apports superficiels sont coupés du matériau de profondeur pour l'alimentation en eau et que par ailleurs l'infiltration des eaux subira un brusque ralentissement (si ce n'est pas une quasi annulation) au contact avec le matériau de profondeur.

Ce sont là de très mauvaises caractéristiques physiques qui, jointes au mauvais drainage des horizons superficiels rendent très difficile l'utilisation de ces sols.

### 3. ) Matière organique et azote, richesse chimique.

#### En surface :

Le mauvais drainage des apports superficiels ne se traduit pas pour une accumulation de matière organique. Les teneurs en matière organique sont faibles à moyennes. Les teneurs en azote et en phosphore restent faibles. (fig. n° 35)

La somme des bases échangeables est moyenne et représente avec le pH (faiblement acide) des éléments de fertilité correcte.

#### En profondeur :

Le matériau argilo-sableux halomorphe a un chimisme assez identique à celui des sols précédents : on y retrouve souvent l'accumulation calcaire sous forme d'amas ou (et) de nodules et le pH alcalin (8,1 à 8,2). La somme des bases est encore bonne à très bonne, mais inférieure à celle de la famille précédente. Le sodium représente 11 à 16 % de la capacité d'échange et exceptionnellement 9 à 10 %. Il faut signaler cependant que le pH peut descendre ici à 7 et même à 6,5.

L'halomorphie est plus faible que précédemment, mais plus élevée que dans les vertisols halomorphes.

### 4. ) Conclusion.

Malgré une richesse minérale moyenne en surface et bonne à très bonne en profondeur, les mauvaises caractéristiques de ces sols, jointes à un engorgement prononcé, les rendent peu aptes à la culture.

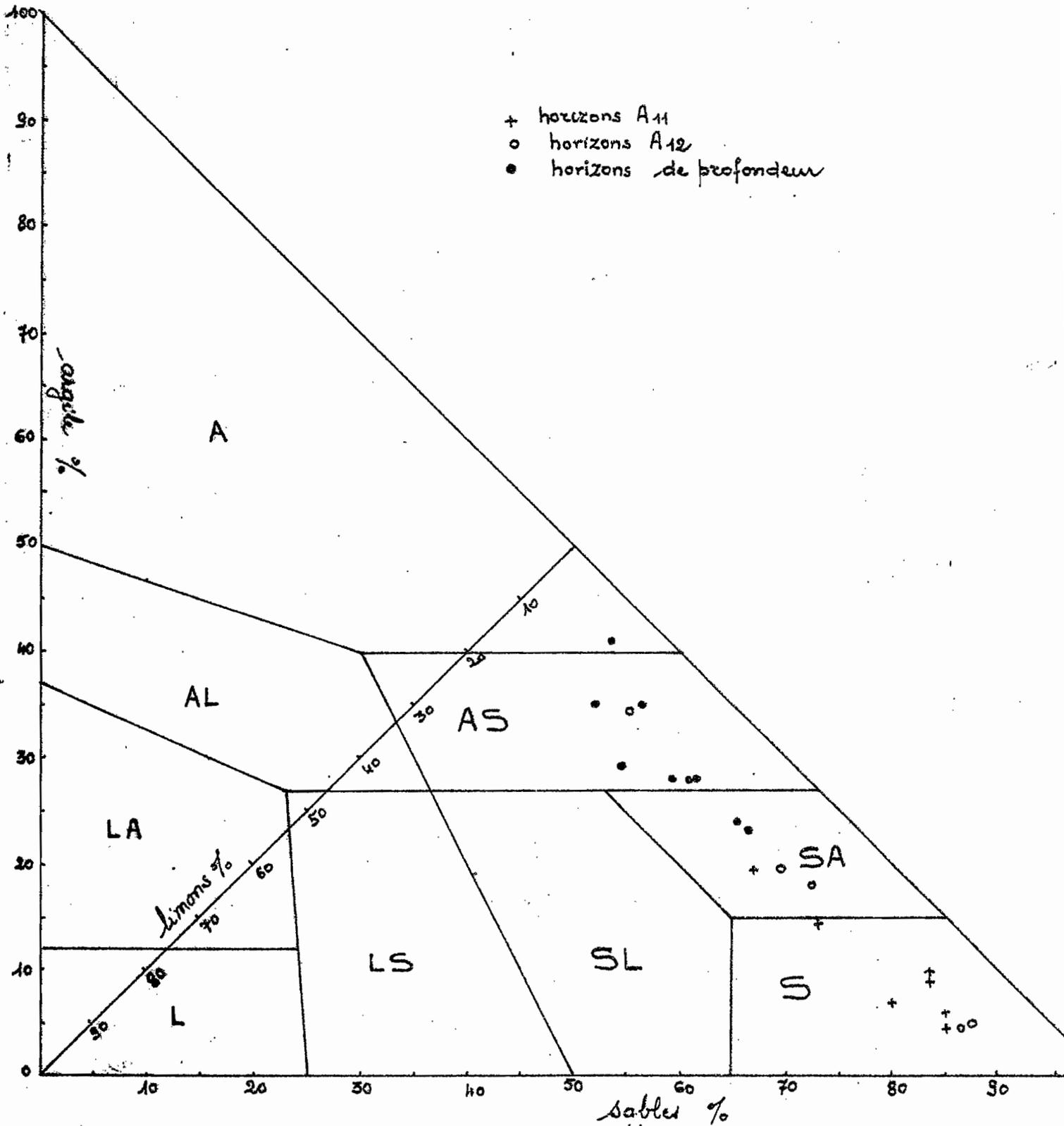
Cependant grâce à l'épaisseur plus grande des matériaux sableux superficiels, on peut envisager leur utilisation moyennant :

- un labour profond avec apport de matière organique et de fumure NPK.
- un contrôle de l'écoulement des eaux par le billonnage.

Ces sols pourront alors convenir au sorgho, au coton, à l'arachide.

Dans leur état actuel on peut y essayer le sorgho quand l'engorgement n'est pas très prononcé en surface, mais ils sont trop mal drainés pour le coton et l'arachide.

Fig. 33 - Sols halomorphes (type solonetz solodisé)  
Granulométrie





B. 3. Répartition et cartographie.

En dehors des régions signalées pour les sols précédents, les associations de sols incluant des sols halomorphes concernent essentiellement les sols du deuxième type.

Dans la région de MANGA-KAÏBO, ils sont associés à des vertisols lithomorphes modaux et à des vertisols halomorphes (ces derniers n'ont pas été cartographiés).

Dans les régions sud de WAYEN et extrême sud des abords de la Volta Blanche et de la Volta Rouge, ils sont associés à des lithosols sur granite et aussi à des sols du premier type.





## SECTION VII. - LES SOLS HYDROMORPHES.

### SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX A PSEUDO-GLEY.

#### Généralités.

La classe des Sols hydromorphes groupe l'ensemble des sols dont l'évolution est dominée par la présence, dans le profil, d'un excès d'eau au moins à certaines périodes. Cet excès d'eau peut engendrer ou non une très forte accumulation de matière organique. Ce phénomène sert à caractériser les sous-classes. Il s'agit ici de la sous-classe des sols hydromorphes minéraux c'est-à-dire à faible teneur en matière organique. L'hydromorphie, s'y traduit généralement par :

- une ségrégation et parfois une accumulation du fer et du manganèse sous forme de taches, trainées, concrétions ou cuirasses ; les taches étant du type oxydé ou du type réduit selon le potentiel d'oxydo-réduction du milieu.
- une redistribution de calcaire dans certains cas sous forme de nodules, de concrétions ou d'amas calcaires d'aspect varié.

Ce sont donc ces trois manifestations de l'hydromorphie (accumulation de matière organique, redistribution du fer et du manganèse, redistribution du calcaire) qui servent de base à la classification.

Mais j'ai pu constater et déjà signaler depuis 1961 (KALOGA 1961 a, 1961 b) une quatrième manifestation de l'hydromorphie en zone soudanaise, à savoir la structuration de certains matériaux argileux, dans certaines conditions d'hydromorphie.

Ce caractère n'a pas encore été accepté dans la classification bien qu'il soit aussi fondamental que les autres, aussi n'apparaît-il qu'au niveau du faciès.

A l'intérieur des groupes, déterminés dans la sous-classe des sols hydromorphes minéraux par la nature et l'intensité des phénomènes de redistribution du calcaire, les sous-groupes sont différenciés d'après les aspects particuliers du groupe.

Il s'agit essentiellement ici de la ségrégation ferrugineuse sous forme de taches ou (et) de concrétions. Dans le diagnostic des sols hydromorphes, on identifie donc l'hydromorphie à ses effets qui peuvent cependant être déterminés dans une certaine mesure par la nature du matériau originel (cas de matériaux graveleux exaltant le concrétionnement) ou qui peuvent être dus à des phénomènes d'hydromorphie d'origine ancienne. Tous ces processus jouent dans les régions étudiées et, très souvent, la classification ne traduit pas l'intensité et la nature actuelle du phénomène d'hydromorphie.

La classification française a été remaniée après l'étude pédologique des bassins versants des Voltas (1964). Le groupe à hydromorphie de profondeur a été supprimé et ces sols ont donc été répartis entre les autres classes.

#### A - Les Sols à pseudogley à taches et concrétions modaux.

##### Famille sur matériaux alluviaux divers.

Les matériaux originels sont divers et constitués par les différents matériaux qui colmatent les petites plaines d'inondation bordant les Voltas et leurs affluents.

Ils sont franchement alluviaux et argileux, argilo-limoneux ou limono-argileux sur les Voltas et leurs grands affluents, ou colluvio-alluviaux et argileux, argilo-limoneux, argilo-sableux avec parfois des matériaux superficiels moins argileux (sableux, sablo-argileux, sablo-limono-argileux), parfois gravillonnaires en profondeur ou (et) à nombreux gravillons ferrugineux.

Le cas des rivières dans les régions de BOUSSE, NANDIALA... est assez particulier. Elles ne sont pas encore bien individualisées. Elles sont constituées de nombreux petits thalwegs à écoulement diffus, qui ont remblayé leurs lits (parfois sur la cuirasse ancienne) avec des matériaux colluvio-alluviaux ou colluviaux, argilo-sableux, ou argileux parfois gravillonnaires en profondeur. Ces sols sont utilisés dans ces régions pour la riziculture.

Le pseudogley est le plus souvent à taches. Dans les types inondés, il est intense dès la surface.

Les matériaux argileux sont souvent affectés par un pseudogley à taches et à structuration petite à moyenne, polyédrique ou prismatique assez bien à bien développée, soit dès la surface soit seulement après le premier horizon. Cependant dans le cas d'engorgement plus persistant ou pas assez intense, on a un pseudogley à taches modal, c'est-à-dire à structure prismatique grossière à large, ou à structure peu ou non développée.

Les matériaux limoneux, limono-argileux, sont affectés par un pseudogley modal à taches.

Il ne peut être question même au 1/200.000 de séparer ces différents types de sols sur la carte ou même de rechercher une dominance à cause de l'hétérogénéité de l'alluvionnement et de la dynamique de l'hydromorphie.

Ces sols sont associés en aval sur les Voltas Blanche et Rouge et leurs grands affluents, à des sols peu évolués hydromorphes sur matériaux alluviaux sablo-limoneux à limoneux, les premiers formant des plaines basses dominées par les seconds ou constituant les bras morts qui parsèment les seconds.

La localisation de ces sols est facile mais leur présence est discontinue ; aussi n'ont-ils été pratiquement représentés que le long des Voltas.

On distinguera successivement :

- les sols sur alluvions argileuses à argilo-limoneuses
- les sols sur alluvions limono-argileuses
- les sols sur matériaux colluvio-alluviaux.

A. 1. Les Sols sur alluvions argileuses à argilo-limoneuses.

A. 1. 1. Morphologie.

1. Sols à structure petite à moyenne en surface.

a) Profil type : profil V 8

Situation : Sur la route de OUAGADOUGOU à KAYA, à 11,3 km après la Volta, en bordure du marigot.

Dépression : lit majeur d'un affluent de la Volta.

Matériau originel : Alluvions argileuses d'un affluent de la Volta.

Végétation : Aspect physionomique : Savane arbustive et très herbacée.

Composition floristique par strates :

- strate arbustive : essentiellement Mitragyna inermis
- strate herbacée vigoureuse, essentiellement à Vetiveria nigritana.

Description :

0 - 20 cm : Taches beige et ocre, réparties de façon homogène ; paraissant faiblement humifère à matière organique bien décomposée ; argileux, aspect brisé ; structure polyédrique moyenne à petite à tendance grumeleuse bien développée, et surtout dans les zones à forte concentration de racines, ailleurs la structure est polyédrique moyenne assez bien développée, plus grossière par endroits, mais se réduisant alors facilement en polyèdres moyens à petits ; cohésion d'ensemble moyenne à faible ; bonne porosité d'agrégats et bonne porosité tubulaire par pores moyens.

20 - 40 cm : Taches gris-cendre et ocre ; se différenciant dans le profil par une dominance de taches ocre ; peut être encore humifère à matière organique de migration ; argileux ; structure polyédrique grossière à très grossière à cohésion moyenne se réduisant facilement sous les doigts en polyèdres moyens à petits ; horizon frais ; assez bonne porosité d'agrégats, porosité tubulaire moyenne.

40 - 160 cm : Taches gris-cendre et taches brun-ocre, dominantes, réparties de façon homogène jusque dans le bas ; texture et structure sont identiques à celles de l'horizon précédent ; mais la structure s'élargit en profondeur avec une assez nette tendance prismatique, la cohésion devient alors forte, la porosité faible.

La structure polyédrique moyenne bien développée en surface, tendant à être plus fine et grumeleuse dans les zones à forte concentration radiculaire, s'élargit à mesure qu'on descend en profondeur, en même temps que la cohésion moyenne à faible en surface passe à forte en profondeur.

Ce type de sol, caractérisé par une structure de surface relativement fine et bien développée, corrélative d'une cohésion moyenne à faible, est une entité largement développée et bien connue des paysans dans la Haute Vallée du Niger. Les termes vernaculaires "Dakissédougou" (signifiant : graines de "dâ", c'est-à-dire terre ayant l'aspect de graines de "dâ" ou Hibiscus sabdariffa), et "Bouya" (signifiant facile à travailler, c'est-à-dire à cohésion moyenne à faible) sont d'une précision évocatrice rarement égalée. Ces caractéristiques structurales sont d'autant plus frappantes que ces sols sont toujours très argileux, au moins dans les horizons superficiels et qu'ils sont bordés en Haute Vallée du Niger (Plaine de Bankoumana particulièrement) par des sols hydromorphes à pseudogley de surface et d'ensemble à taches sur matériau limono-argileux-sableux, avec une structure large et une cohésion très forte en surface qui justifie le terme vernaculaire de "Faraguélin" (de "Fara" inondé, et "Guélin" dur).

La genèse de ces sols "Bouya" est toujours liée à un matériau originel franchement argileux, une hydromorphie d'inondation qui peut être intense, mais qui doit rester très temporaire, un apport de grandes quantités de fer par les eaux d'inondation, le maintien de l'horizon de surface en dehors de l'action éventuelle de la nappe de profondeur.

#### b. Variations.

Sols à pseudogley plus intense, gris clair ou gris cendre à nombreuses taches et canalicules ocre ou rouille en surface, gris blanchâtre ou gris cendre à nombreuses taches rouille et noires en profondeur avec :

- structure polyédrique grossière à moyenne à tendance prismatique assez bien à bien développée sur l'ensemble du profil.
- structure plus grossière prismatique moyenne et petite ou polyédrique grossière en surface et sur une assez grande profondeur (75 cm).
- structure prismatique très grossière à large en surface (sur 20 cm environ) puis polyédrique grossière à tendance cubique assez bien développée à faces de décollement horizontales très nettes, passant par endroits à prismatique petite à moyenne, avec alcalinisation (présence de sodium) par plages dans une même plaine. Dans ce dernier cas (exemple de la plaine de Kaboinsé), la cohésion des prismes est exceptionnelle en surface.

2. Sols à pseudogley modal : structure prismatique grossière à large ou peu développée.

a) Exemple de morphologie : profil V M K 19.

Situation : Piste boussole Nord partant du Km 6,9 de la piste boussole Ouest de MANKARAGA à la Volta Blanche. Le profil est situé à 9,1 Km du départ de la piste, dans une zone basse bordant un affluent important de la Volta, le Bomboré qui s'encaisse de 3 à 4 mètres dans ses alluvions.

Végétation : Savane arborée à Daniellia oliveri, Pterocarpus erinaceus, Ficus sp, Butyrospermum parkii, Combretum arborescent - Strate arbus-tive à Gardenia sp. - Strate herbacée très bien venue à Schizachyrium sp.

Description :

- 0 - 5 cm : Couche superficielle litée à cohésion faible avec sur les faces des strates des lamelles de matière organique pailleuse très mal décomposée.
- 5 - 23 cm : Gris un peu bleuté à taches de ton ocre à brun rougeâtre avec des petites taches plus ocre ; argilo-limoneux ; structure peu développée à gros débit polyédrique à cohésion forte, devenant petite à nuciforme autour des racines ; porosité uniquement due aux racines.

- 23 - 50 cm : Gris-clair un peu bleuté à taches brun rouille, nombreuses et bien délimitées ; texture identique ; structure peu développée, débit polyédrique grossier à cohésion forte.
- 50 - 79 cm : Gris clair un peu bleuté à taches plus rouges, quelques taches noires au centre ; ne paraît pas humifère ; structure non développée, large débit polyédrique à cohésion forte.
- 79 - 103 cm : Gris clair à nombreuses taches ocre jaune à centre noir, parfois individualisés en petites concrétions ferromanganifères, cassables ; texture identique ; structure peu développée ; débit grossier polyédrique à cohésion forte ; porosité faible.

Les variations autour de cette morphologie consiste en un engorgement beaucoup plus prononcé sur l'ensemble du profil avec en surface un pseudogley plus intense : gris bleuté à taches brun rouille très nombreuses dominant sur le fond gris.

#### A. 1. 2. Fertilité.

La fertilité chimique de ces sols est moyenne à bonne:

- teneurs en matière organique bonnes en surface, supérieures ou égales à 1,5 %, rapport carbone/azote moins élevé (11 à 12) dans les types à structure petite à moyenne en surface, généralement moins riches en matière organique (1,5 à 2 %) mais élevé dans les types plus riches en matière organique (généralement les types à structure large ou non développée) 3 à 4 % avec C/N de l'ordre de 16 à 18.

Ceci illustre assez bien les différences entre les deux types de sols dans la dynamique de l'hydromorphie.

La matière organique est tantôt bien répartie sur une grande profondeur, notamment dans les sols finement structurés, tantôt accumulée principalement en surface.

- teneurs en azote total

Etant donné les bonnes teneurs en matière organique, les teneurs en azote total sont bonnes : 0,8 à 1,5 ‰ en surface, 0,5 à 0,7 ‰ dans les deuxièmes horizons. Mais il s'agit d'azote organique qui ne sera disponible que par la minéralisation de la matière organique.

- teneurs en phosphore  $P_2O_5$   
Elles sont bonnes tant en surface (0,4 à 1 ‰, le plus souvent 0,6 à 1 ‰) que dans les deuxièmes horizons (0,4 à 0,9 ‰). En profondeur, on note encore une dominance des valeurs bonnes (0,4 à 0,6 ‰) sur les valeurs faibles (0,2 à 0,3 ‰).  
Il y a là indiscutablement une action de la matière organique, bien que les teneurs en phosphore ne soient pas toujours proportionnelles à celles de matière organique. Il s'agit donc de phosphore organique.
- le pH est le plus souvent franchement acide en surface dans les types finement structurés (4,9 à 5,0). Ces valeurs peuvent se maintenir en profondeur ou devenir moyennement acides à la base (5,6)  
Dans les types modaux, il est variable, acide à faiblement acide en surface (5,0 à 6,3), acide à moyennement acide (5,1 à 5,5) et parfois faiblement acide en profondeur.
- le taux de saturation est moyen dans l'ensemble tant en surface qu'en profondeur (50 à 65 % environ) parfois assez bon (de l'ordre de 70 %), parfois aussi très inférieur à 50 % mais en désaccord dans ce cas avec le pH faiblement acide ou moyennement acide.
- la somme des bases est toujours bonne tant en surface (7 à 14 mé pour 100 g de terre) que dans les horizons intermédiaires (7 à 11 mé.) et en profondeur (6 à 10 mé.).
- la stabilité de la structure est franchement mauvaise et même très mauvaise, ou médiocre, mais elle n'intervient pas en riziculture.

#### A. 1. 3. Utilisation.

Ces sols conviennent très bien à la riziculture moyennant de petits aménagements hydro-agricoles.

Les types à structure fine en surface présentent le gros avantage d'un travail très facile du sol en fin de saison sèche, ce qui permet d'étaler leur préparation.

Près des agglomérations importantes, ils conviennent au maraîchage moyennant un relèvement du pH, une fertilisation minérale et organique.

Malgré les bonnes teneurs en azote, il faut y surveiller la nutrition azotée.

A. 2. Les sols sur alluvions limono-argileuses.

Exemple de morphologie : profil V T 35.

Situation : Sur la piste de Tangsobitenga au Massili, à 15,7 km dans la zone inondable en bordure du Massili.

Végétation : Quelques Bauhinia sp., graminées indéterminées.

Description :

- 0 - 24 cm : Gris clair faiblement bleuté à taches brun rouille ; faiblement humifère ; limoneux à limono-argileux ; cohésion d'ensemble faible ; structure à tendance prismatique large induite par de fines fentes de dessiccation ; assez bonne porosité tubulaire.
- 34 - 53 cm : Gris blanchâtre à taches brun rouille ; moins humifère , texture identique, structure identique ; cohésion un peu plus forte.
- 53 - 75 cm : Gris blanchâtre à taches jaunes et rouille très bien délimitées ; non humifère ; texture identique ; structure non développée ; cohésion forte ; assez bonne porosité tubulaire.

Il apparaît en surface une tendance à la gleyification qui disparaît dès le deuxième horizon. Elle semble due surtout à la nature du matériau originel, car il n'y a pas d'accumulation de matière organique en surface (1,2%), et le C/N n'est relativement pas très élevé, (14,4).

La composition granulométrie est essentiellement à base de sables fins et de limons grossiers (73 %). Limons fins (12 %) et argile (13 %) sont peu représentés, tandis qu'il n'y a pratiquement pas de sables grossiers (0,7 %).

En surface, les teneurs en azote (0,5 ‰) et en phosphore (0,65 ‰) sont bonnes. La somme des bases (4,5 méq.) est moyenne. Le pH est moyennement acide (5,4), le taux de saturation assez moyen (50 %).

A. 3. Les sols sur matériaux colluvio-alluviaux.

Ces matériaux colmatent surtout les lits des petits affluents.

Ces sols se développent notamment dans les régions de BOUSSE, NANDIALA ...

Ils marquent souvent une tendance à la structuration petite à moyenne après le premier horizon et peuvent même être assez finement structurés dès la surface.

1. Morphologie.

a) Exemple de morphologie : profil V O G 73.

Situation : sur la piste de KOUDOUGOU à KINDI, dans la plaine basse d'inondation de NANDIALA.

Description :

- 0 - 13 cm : Gris blanchâtre à très nombreux canalicules jaune rouille, argilo-limoneux ; structure prismatique grossière et moyenne assez bien développée ; cohésion des blocs forte.
- 13 - 34 cm : Gris clair à très nombreuses taches et surtout canalicules rouille ; argileux à assez nombreux gravillons ferrugineux ; encore humide, structure prismatique moyenne moyennement développée à surstructure prismatique grossière, cohésion d'ensemble faible à l'état humide, moyenne à assez forte à l'état sec selon le degré de dessiccation ; les gravillons ferrugineux forment une "stone line" dans le haut et dans le bas de cet horizon.
- 34 - 83 cm : Gris blanc à très nombreuses taches ocre ; argileux à nombreux gravillons ferrugineux, quelques concrétions noires bien individualisées à pellicule externe rouille, humide et à structure en conséquence difficilement appréciable : tantôt prismatique moyenne et moyenne à petite à sous structure polyédrique grossière à moyenne devenant parfois la structure première.
- 83 - 136 cm : Gris blanc à très nombreuses taches ocre ; argileux à gravillons ferrugineux beaucoup moins nombreux ; structure prismatique petite avec tendance parfois à la plaquette à bases horizontales ou subhorizontales patinées ; humide.

136 - 180 cm : Gris blanc à nombreuses taches ocre plus grandes ; argileux à petits gravillons ferrugineux ; structure polyédrique grossière à moyenne moyennement développée ; humide.

Les variations par rapport à cet exemple.

- structure polyédrique grossière à très grossière à tendance prismatique bien développée en surface (sur 20 cm) puis structure polyédrique moyenne à petite très bien développée dans le deuxième horizon (22-40 cm) et structure peu développée en profondeur : profil à engorgement moins intense tendant vers les sols bruns eutrophes vertiques.
- pseudogley intense à taches et concrétions ferrugineuses rouille, nombreuses concrétions du type manganifère noires ; structure grossière à large en surface, puis polyédrique grossière moyennement développée.
- texture sableuse ou sablo-limono-argileuse en surface.
- absence de gravillons ferrugineux.

2. Fertilité. (sur 7 profils ayant fait l'objet de déterminations analytiques).

- les teneurs en matière organique se partagent entre les valeurs moyennes (1 à 2 %) prédominantes et les valeurs bonnes (3 %) dans les horizons de surface . Elles subissent un brusque abaissement dans le deuxième horizon (0,4 à 0,9 %) et décroissent ensuite progressivement en profondeur. Les rapports C/N se partagent quasi également entre les valeurs assez faibles (12 à 13) et des valeurs moyennes à élevées (14 à 17) dans les horizons de surface. Ils subissent aussi un brusque abaissement dans le deuxième horizon (8 à 10,6, très rarement 12,8).
- les teneurs en azote des horizons de surface se partagent également entre les teneurs faibles (0,35 à 0,48 ‰) et assez bonnes (0,9 à 1,17 ‰) avec une valeur moyenne (0,72 ‰). Les teneurs faibles correspondent aux teneurs en matière organique moyennes. Dans le deuxième horizon les teneurs en azote ne varient plus que de 0,3 à 0,4 ‰ avec une seule valeur de 0,5 ‰.

- les teneurs en phosphore des horizons de surface se partagent entre les teneurs faibles (0,15 à 0,27 ‰) et assez moyennes (0,30 à 0,38 ‰). Dans le deuxième horizon, elles sont inférieures à 0,25 ‰.
- le pH est variable. Il est souvent faiblement acide en surface (6,0 - à 6,5). Les profils sont tantôt franchement acide en surface (5,0) et faiblement acide sur le reste du profil (6,0), tantôt faiblement acide (6,0 à 6,5), moyennement acide (5,6 - 5,7), ou franchement acide (5,2 - 5,3) sur l'ensemble du profil....
- le taux de saturation est souvent assez bon à bon en surface (68 à 78 %) mais il s'abaisse parfois à 51 % et même à 31 % dans les types franchement acides en surface.  
En profondeur les valeurs sont variables et dépendent du pH (45 à 88 %)  
On ne peut donner qu'un ordre d'idées des variations du pH et du taux de saturation, ces valeurs variant avec les conditions locales d'hydromorphie.
- la somme des bases. Elle est variable et dépend du taux de saturation mais aussi de la nature des matériaux de colmatage qui varient localement, certains contenant très probablement des minéraux 2/1. On ne peut donc donner qu'un ordre d'idées de ses valeurs.  
En surface la somme des bases se partage entre les valeurs faibles (2 à 2,5 mé .), moyennes (4 à 6 mé .) et bonnes (10 à 12 mé .).  
En profondeur les valeurs sont généralement moyennes ou bonnes, parfois encore faibles.
- la stabilité structurale. En surface la stabilité structurale est constamment médiocre ou mauvaisé.  
En profondeur, elle est le plus souvent moyenne.

### 3. Utilisation.

Ce sont des sols hétérogènes où la fertilité actuelle se partage entre les valeurs moyenne et faible.

Ils nécessitent une fumure du type NP.

Moyennant de petits aménagements hydro-agricoles, ils peuvent être utilisés et le sont parfois (sans aménagements) pour la riziculture.

Les types à tendance brun eutrophe repérables à leur couleur brunâtre en surface ont un niveau de fertilité assez élevé, une structuration plus fine en surface.

## B - Sols à pseudogley structurés.

### B. 1. Famille sur matériau argilo-sableux à argileux colluvio-alluvial.

Il s'agit uniquement des matériaux colluvio-alluviaux qui bordent la Volta Blanche et quelques petits affluents dans l'extrême Centre-Nord des régions étudiées et la Volta Noire.

Le long des petits affluents, ces sols se différencient généralement mal de la famille sur matériau argileux dérivés de schistes. On se référera donc pour ceux-là à ces derniers.

A cet égard il faut signaler que les différents matériaux originaux des sols à pseudogley, structurés se différencient mal, les uns des autres parce qu'à des différenciations d'ordre lithologique d'une part, correspondent des différenciations d'ordre "mode de mise en place" d'autre part. En fait, dans le secteur Centre Sud tous ces matériaux sont d'origine plus ou moins colluviale ou colluvio-alluviale.

Ces sols ont plus d'extension le long de la Volta Noire.

On distinguera deux groupes de séries :

- les séries de la Volta Noire
- les séries de la Volta Blanche.

#### B. 1. 1. Les séries de la Volta Noire.

Elles forment des plaines légèrement basses, plus ou moins larges selon les endroits (plus larges dans les concavités de la courbe de la Volta), à pente très faible, de l'ordre de 0,5 % ou moins; se raccordant insensiblement au glacis polygénique. Elles peuvent se terminer sur la Volta par un léger bourrelet limono-argileux (évolué en sol de type ferrugineux tropical lessivé ou appauvri) ou par un faciès à nodules calcaire érodé en "bad-lands".

Profil type : V O G 11

Situation : Sur la route de KOUDOUGOU à TENADO, à 2,4 km avant la Volta Noire, large plaine à pente très faible, de l'ordre de 0,5 %, s'étendant sur 5 km environ jusqu'au léger bourrelet limono-argileux, à peine accusé qui borde la Volta.

Végétation : Savane à *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum sp. arborescents*, devenant par endroits à *Acacia Seyal*, *Anogeissus leiocarpus*, avec *Myragyna inermis*, *Balanites aegyptiaca*.

Description : Brun.

0 - 14 cm : Gris brun rouge 5 YR 5/2 ; humifère ; limono-argileux à limons plutôt grossiers ; structure prismatique moyenne à grossière bien développée, cohésion des prismes moyennes à assez forte , sous-structure polyédrique grossière à large plus ou moins prismatique, cohésion parfois plus forte ; bonne porosité tubulaire.

14 - 27 cm : Gris brun 10 YR 5/2 à assez nombreuses petites concrétions rouille durcies encore cassables ; humifère ; structure variable, tantôt polyédrique grossière, moyenne et petite, assez bien ou bien développée selon les endroits, les polyèdres grossiers ayant une nette tendance prismatique, tantôt polyédrique très grossière moins bien développée, à surstructure prismatique grossière ; cohésion d'ensemble moyenne ; bonne porosité.

27 - 42 cm : Brun plus clair 10 YR 5,5/3 à assez nombreuses très petites taches et concrétions rouille ; encore humifère ; argileux (à argile pas très adhésive) ; structure polyédrique grossière moyenne à fine assez bien développée ; cohésion d'ensemble moyenne à faible selon les endroits.

42 - 58 cm : Brun-jaune clair 10 YR 6/4 à nombreuses petites concrétions rouille durcies, non cassables à la main ; texture identique ; structure polyédrique grossière, moyenne à fine assez bien développée, surstructure prismatique moyenne à petite ; cohésion d'ensemble faible.

# FICHE ANALYTIQUE

**TYPE  
DE  
SOL**

**N° PROFIL** : V.O.G. 11

HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	111	112	114	115				
Profondeur cm.	0,1-14	14-27	42-58	58-160				
Couleur ( )								
Refus 2 mm %	0,1	0,1	3	0,1				
Humidité %	2,9	3,5	3,5	3,3				
CO <sub>2</sub> Ca %								

### ANALYSE MÉCANIQUE

Argile %	35,4	50,6	47,2	53,6				
Limon fin %	16,8	13,7	9,6	11,2				
Limon grossier %	16,4	12,4	11,9	11,6				
Sable fin %	18,6	13,7	12,7	16,3				
Sable grossier %	9,9	7,6	17,6	7,0				

### MATIÈRE ORGANIQUE

Mat. org. totale %	2,90	2,04	0,95	0,27				
Mat. Humiques ( )								
Carbone ‰	16,8	11,8	5,5	1,6				
Azote ‰	0,96	0,82	0,53	0,17				
C/N	17,5	14,4	10,4	9,4				

### ACIDE PHOSPHORIQUE

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,20	0,3	0,24	0,17				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( ) ‰								

### FER

F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre ‰	2,56	2,79	3,44	4,55				
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total ‰	2,97	3,00	4,03	4,83				
Fer libre/Fer total	86	93	85	94				

### Bases totales ME pour 100 g de sol ( )

Calcium								
Magnésium								
Potassium								
Sodium								

### Bases échangeables ME pour 100 g de sol

Calcium	5,30	4,87	1,42	4,04				
Magnésium	1,85	1,67	0,81	1,62				
Potassium	0,12	0,08	0,08	0,24				
Sodium	0,04	0,04	0,03	0,07				
S	7,30	6,65	2,35	5,95				
T	10,9	11,2	7,40	7,80				
S/T = V %	67	59	32	76				

### ACIDITÉ ALCALINITÉ

pH eau	5,9	5,5	5,1	5,7				
pH K.C.I	4,6	4,0	4,1	4,4				

### SOLUTION DU SOL

Conductivité mm hos...								
Extrait sec. mg/100 g...								

### CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	1,55	1,80	1,53	1,98				
Porosité %	24,5	15,7	25,2	10,6				
pF 3	17,1	19,2	19,9	19,2				
pF 4,2	11,7	14,1	15,2	15,7				
pF 2,5								
Eau utile %	5,4	5,1	4,7	3,5				
Instabilité structurale ls	0,80	0,58	1,40	1,96				
Perméabilité Kcm/h	1,1	1,9	3,1	2,4				

Les terminées le : ..... au laboratoire de : .....

CCC

58 à 160 cm : Gris blanchâtre 10 YR 7/1 à nombreuses taches ocre à rouille pâle, diffuses ; texture identique ; structure prismatique à polyédrique à angles rentrants fréquents, à arêtes très vives, de taille très petite ou fine avec alors une tendance à l'écaillage, on a l'impression que les agrégats s'individualisent par desquamation successive ; structure très bien développée, les agrégats s'éboulent au moindre choc ; horizon sans cohésion.

Présence de quelques gravillons dans l'ensemble du profil.

#### Quelques variations autour de ce profil.

- le profil identique, mais à structure un peu moins bien développée (structure assez bien développée).
- présence de nombreux gravillons ferrugineux dans l'ensemble du profil ou seulement dans le bas avec individualisation d'un niveau argilo-gravillonnaire.
- passage dans les plaines inondées à des sols à intense ségrégation ferrugineuse sous forme de taches dès la surface, avec une structure polyédrique moyenne et petite bien développée, en surface et dans le deuxième horizon ; ces sols peuvent reposer sur la cuirasse.
- intense engorgement d'ensemble avec ségrégation ferrugineuse et manganifère intense sous forme de taches et concrétions, mais structure restant prismatique grossière et large dans les deux premiers horizons à cause de leur texture limoneuse et argilo-limoneuse. (petite plaine bordant un petit affluent aux abords de la Volta).

#### Caractéristiques analytiques.

Se référer à la fiche analytique du profil V O G 11.

On y remarquera que la fertilité est moyenne à bonne dans l'ensemble :

- bonnes teneurs en matière organique et azote en surface
- teneurs en  $P_2O_5$  moyennes en surface (la teneur faible de 0,20 % dans le premier horizon s'explique mal).

- somme des bases bonne en surface et en profondeur (excepté le troisième horizon où la brusque chute est due à une acidification et une désaturation franches qui ne peuvent s'expliquer par une dynamique particulière de l'hydromorphie à ce niveau).
- stabilité structurale médiocre en surface, mais moyenne en profondeur.

Dans les deux profils du type inondé ou à engorgement d'ensemble intense, qui ont été analysés, les différences consistent surtout en une somme des bases plus faible : moyenne ou bonne en surface, juste moyenne au-delà du premier horizon (de l'ordre de 3 mé . pour 100 g).

#### B. 1. 2. Séries de la Volta Blanche.

Les sols cartographiés sont localisés dans l'extrême Nord de la partie centrale le long de la Volta.

Cependant on retrouve de tels sols par plages, ailleurs le long de la Volta Blanche et de la Volta Rouge , mais ils n'ont pas été dissociés des sols à pseudogley modaux.

Ils forment une plaine à pente faible à très faible, se raccordant au glacis cuirassé et gravillonnaire parfois par une inflexion de pente, et à la Volta par un faciès très érodé qui peut être un faciès "bad-land" à monticules de nodules calcaires.

Bien que cartographiés en unités pures, ils sont associés dans le secteur Centre-Sud, à des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris sur matériau colluvio-alluvial sablo-argileux à argilo-sableux.

#### 1. Morphologie.

##### a) Exemple de profil bien typé V O I 78

Situation : Sur la piste de MANE à ZITENGA, 500 m après le passage de la Volta après la zone à monticules de nodules calcaires.

Végétation : Savane arbustive dense à Acacia seyal avec Guiera senegalensis.

# FICHE ANALYTIQUE

**TYPE DE SOL** : .....

**N° PROFIL** : ..... V.O.I. 78.....  
 ..... HAUTE-VOLTA .....

N° Echantillon	781	782	783				
Profondeur cm.	0,1/14	14/80	80/164				
Couleur ( )							
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1				
Humidité %	2,4	3,9	3,6				
CO <sub>3</sub> Ca %							

### ANALYSE MECANIQUE

Argile %	27,6	67,9	46,6				
Limon fin %	10,6	16,1	10,7				
Limon grossier %	18,7	7,3	14,0				
Sable fin %	36,7	25,6	26,6				
Sable grossier %	5,3	2,4	1,8				

### MATIERE ORGANIQUE

Mat. org. totale %	1,08	0,65	0,31				
Mat. Humiques ( )							
Carbone %	6,2	3,8	1,8				
Azote %	0,50	0,35	0,20				
C/N	12,4	10,8	9,0				

### ACIDE PHOSPHORIQUE

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,30	0,33	0,20				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ( ) %							

### FER

F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	2,90	4,10	4,08				
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	3,57	4,35	4,88				
Fer libre/Fer total	81	94	84				

### Bases totales ME pour 100 g de sol ( )

Calcium							
Magnésium							
Potassium							
Sodium							

### Bases échangeables ME pour 100 g de sol

Calcium	5,00	7,43	9,56				
Magnésium	2,11	2,38	2,29				
Potassium	0,17	0,16	0,23				
Sodium	0,04	0,04	0,06				
S	7,30	10,0	12,1				
T	11,5	13,1	14,3				
S/T = V %	63	76	85				

### ACIDITE ALCALINITE

pH eau	6,3	6,3	7,2				
pH KCl	4,9	4,8	5,6				

### SOLUTION DU SOL

Conductivité mm hos.							
Extrait sec. mg/100 g.							

### CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Poids spéc. réel							
Poids spéc. appar.							
Porosité %							
pF 3	14,8	20,2	21,5				
pF 4,2	8,4	11,6	14,1				
pF 2,5							
Eau utile %	6,4	3,6	7,4				
Instabilité structurels	2,69	2,58	3,47				
Perméabilité Kcm/h	1,0	1,5	1,0				

Analyses terminées le : ..... au laboratoire de : .....

CCC

Description :

- 0 - 14 cm : Brun 10 YR 5/5 ; humifère ; limono-argileux ; structure prismatique grossière bien développée ; cohésion des blocs forte ; bonne porosité tubulaire ; présence d'un petit recouvrement superficiel sableux.
- 14 - 80 cm : Olive 5 YR 5/3,5 ; argileux ; structure polyédrique grossière à tendance cubique (2,5 cm environ) très bien développée ; cohésion des agrégats forte ; présence à la base d'un petit lit (3 cm) riche en éléments ferrugineux rouille probablement allochtones.
- 80 - 164 cm : Olive pâle 5 Y 5,5/4 à taches jaunes très diffuses ; argileux ; structure identique, mais parfois plus grossière et prismatique petite (4 x 4 x 2,5 cm environ) ; quelques concrétions ferro-manganifères noires à partir de 70 cm.

Les manifestations de l'hydromorphie type pseudogley sont inexistantes jusqu'à une grande profondeur et très diffuses jusqu'à 160 cm.

b) Variations.

- pseudogley plus intense dans la zone à monticules de nodules calcaires à 200 m de la Volta, texture argileuse à argilo-limoneuse en surface (0 à 23 cm) avec une structure polyédrique à cubique (4 cm environ); à partir de 20 cm, gris blanc à grandes taches rouille parfois piquetées de noir, structure polyédrique à cubique bien développée (3 x 3 x 2 cm environ) mais en assemblage assez compact ; à partir de 98 cm, quelques nodules calcaires devenant très nombreux du côté du monticule de nodules ; calcaire dans la masse à partir de 50 cm avec pseudomycélium calcaire.
- hydromorphie peu marquée dans la partie supérieure du profil :  
profil type V O I 70.

Profil type V O I 70.

Situation : Sur la piste de MANE à SARMA et YAKO, à 19,4 km de MANE (départ au croisement devant l'école) et à 6 km après le passage de la Volta Blanche ; plaine à pente très faible après une large zone de lithosols (cuirasse) et de sols squelettiques gravillonnaires sur cuirasse.

Végétation : D'un côté, savane à aspect sec à *Anogeissus leiocarpus*, *Pourpartia birrea*, *Combretum sp.*, de l'autre savane anthropique à *Butyrospermum Parkii*.

Description :

- 0 - 20 cm : Brun 10 YR 5/3,5 ; humifère ; sableux un peu argileux à sables très fins ; structure massive ; cohésion forte ; assez bonne porosité tubulaire.
- 20 - 44 cm : Brun-jaune clair 10 YR 5,5/4 ; argileux à argilo-sableux à sables très fins ; structure polyédrique grossière et moyenne, moyennement développée ; cohésion d'ensemble assez forte.
- 44 - 130 cm : Olive très pâle 5 Y 6,5/3 à nombreuses taches rouille ; argileux à assez nombreux gravillons ferrugineux ; structure polyédrique moyenne à grossière bien développée.
- 130 - 160 cm : Gris blanchâtre à nombreuses taches rouille, argilo-gravillonnaire, structure peu développée, débit par éclats friables.

2. Caractères analytiques :

Se reporter à la fiche analytique du profil V O I 78 :

- teneurs en matière organique (1,1 %) et en azote (0,5 %) juste moyennes en surface.
- teneurs en  $P_2O_5$  moyennes.
- somme des bases assez bonne en surface, bonne en profondeur.
- capacité d'échange de la fraction argileuse (30 méq pour 100 gr) laissant supposer une assez bonne représentation des minéraux 2/1 (illites probablement)
- stabilité structurale médiocre.

Le profil V 70 s'en distingue principalement par

- des teneurs en azote plus faibles
- des teneurs en  $P_2O_5$  plus faibles en profondeur (0,18 - 0,12 ‰)
- une somme des bases faible en surface (2,4 mé) et seulement moyenne en profondeur (4 et 5,5 mé)
- un pH moyennement à faiblement acide sur l'ensemble du profil (5,6 à 5,8)
- une saturation du complexe plus faible 60 à 68 %
- une capacité d'échange de la fraction argileuse plus faible (20 mé pour 100 g).

Il s'agit donc de sols à matériaux originels d'origine différente.

Le profil V 78 se rapproche beaucoup des sols de type brun eutrophe.

### B. 1. 3. Utilisation.

Les types non inondés nécessitent les mêmes améliorations et ont les mêmes utilisations que les sols de la famille sur matériau argileux issu de schistes. La seule différence réside dans un meilleur drainage en surface dans les séries de la Volta Blanche du type V O I 70 dans lesquelles le billonnage n'est pas obligatoire.

Les types inondés doivent être réservés à la riziculture.

### B. 2. Famille sur matériau argileux issu de schistes.

Dans le secteur Centre Nord, ces sols correspondent très généralement à des colmatages argileux se raccordant insensiblement au glacis cuirassé, ils se situent dans des plaines à pente très faible, plus ou moins larges, parfois limitées à des colmatages de bas de pente le long de petits thalwegs.

Ils se distinguent fréquemment des colmatages de type ferrugineux tropical par leur aspect argileux dès la surface (aspect de colmatage argileux).

Ils sont principalement liés à la zone des schistes argileux, bien que la débordant parfois.

Ils sont parfois plus directement associés à des reliefs schisteux : plaine de piémont où ils sont associés aux sols bruns eutrophes vertiques.

B. 2. 1. Morphologie.

1. Exemple de morphologie type : profil V O H 36.

Situation : Sur la route de YAKO à MINISSIA, à 2,6 km de YAKO (départ au croisement avec la route de TOUGAN) ; plaine légèrement plus basse à pente très faible inférieure à 0,5 % , zone de colmatage argileux d'environ 2 km de large dans une plaine de sols squelettiques sur cuirasse ; profil au bas d'une pente insensible.

Végétation : Savane parc à *Butyrospermum Parkii*, *Tamarindus indica*, avec quelques *Parkia Biglobosa* , *Bombax costatum* ; strate arbustive à *Ziziphus sp.*, *Balanites aegyptiaca*, repousses de *Butyrospermum Parkii* , *Guiera senegalensis*.

Les *Balanites aegyptiaca* sont très nombreux par plages signalant une alcalinisation locale du sol en ces endroits.

Description :

0 - 18 cm : Gris brun 2,5 Y 5/2 ; humifère ; argileux à argilo-limoneux, structure prismatique grossière et large bien développée ; cohésion des prismes forte ; porosité uniquement tubulaire moyenne ; horizon lité en surface sur 1 à 2 cm.

18 - 53 cm : Gris olive 5 Y 5,5/2 à vague aspect ségréatif par taches, rouille très diffuses imprécises ; argileux ; structure polyédrique très grossière à tendance cubique (3,5 x 3,5 x 3 cm environ) et surtout moyenne et petite (1,5 à 1 cm ou moins de dimension moyenne) bien à très bien développée, les gros polyèdres ont une cohésion moyenne et se résolvent en polyèdres plus petits ; de 38 à 53 cm l'aspect ségréatif paraît brusquement plus net.

53 - 86 cm : Gris olive clair 5 Y 6/2,5 à taches plus claires et à taches rouges assez nombreuses ; par endroits, présence de nombreux fins gravillons ferrugineux induisant de nombreuses petites taches rouille ; quelques concrétions noires du type manganifère, bien individualisées, parfois grosses, durcies, difficilement ou non

cassables à la main ; argileux ; structure polyédrique grossière à tendance prismatique (3 x 4 x 2 cm environ) mais surtout moyenne (1,5 cm environ) et petite, bien à très bien développée ; parfois vers le bas, structure prismatique petite (4 x 5 x 3 cm environ) le plus souvent à sous-structure polyédrique.

86 - 160 cm : Gris clair 5 Y 7/2 à taches blanchâtres, à nombreuses taches rouille mal délimitées, assez nombreuses concrétions noires du type manganifère, très bien individualisées durcies ; argileux à fins gravillons ferrugineux ; structure prismatique petite (5,5 x 2 x 2 cm environ) à revêtement argileux sur les bases parfois plus grossière, cohésion des agrégats faible, sous-structure en fins agrégats aplatis anguleux tendant à l'écaille, ou prismatique très petite ; structure très bien développée, horizon sans cohésion d'ensemble, s'éboule sous le piochon.

## 2. Variations par rapport à ce type.

- structure sporadiquement moins bien développée dans le deuxième horizon : assez peu à assez bien développée dans le même profil.
- structure moins bien développée sur l'ensemble du profil et parfois plus grossière dans le deuxième horizon (19 - 30 cm)
- structure prismatique grossière et large dans le deuxième horizon moins épais (allant de 15 à 30 cm).
- concrétionnement de type ferrugineux essentiellement assez intense dans le deuxième et le troisième horizon.
- couleur plus rouge sur l'ensemble du profil : 5 YR 5,3 (gris rouge) en surface, 5 YR 5/6 (jaune rouge) dans le deuxième horizon et 5 YR 6,5/3 en profondeur, avec concrétionnement ferrugineux intense dans les deux premiers horizons, seulement quelques concrétions manganifères, et structure peu développée à la base.
- moins hydromorphe, ségrégation ferrugineuse nette seulement au delà d'un mètre, très diffuse et rare dans le troisième horizon, amas calcaires à la base couleur plus brune : 10 YR 5/3,5 et 10 YR 4,5/4 en surface, 7,5 YR 5/4 et 10 YR 5/4 en profondeur, olive pâle seulement à la base.

- moins hydromorphe, plus brun 10 YR 5/4 en surface 10 YR 5/6 en profondeur avec nombreuses concrétions noires de type manganifère.
- tendance verticale en profondeur.
- présence d'amas calcaires soit dès une faible profondeur (43 cm) avec alcalinisation marquée (rapport Na/T de l'ordre de 4 % en surface, 7 à 9 % en profondeur) sans autre différence notable, soit à une profondeur plus grande avec structure colonnaire dans le deuxième horizon (5 à 18 cm), une structure prismatique moyenne à petite en profondeur (à partir de 60 cm) à bases obliques souvent patinées et striées, une hydromorphie plus prononcée sur l'ensemble du profil (ségrégation ferrugineuse intense dès la surface).
- présence de gravillons ferrugineux à différents niveaux : nombreux gravillons ferrugineux ou essentiellement gravillonnaire à la base, ou reposant sur une cuirasse ou carapace, avec profondeur limitée dans ces derniers cas à 50 - 75 cm.
- argilo-graveleux à graviers de schistes avec structure polyédrique moyenne, passe à faible profondeur (7,5 cm) à l'altération argileuse du schiste en place (certains sols de la région de PO).

## B. 2. 2. Fertilité.

### 1. La texture. (Fig. 36)

En surface, la texture est typiquement argileuse à argilo-limoneuse, ce qui contribue à assurer en surface une bonne ou assez bonne capacité d'échange. Mais la teneur assez élevée en argile et souvent en limon, jointe à une très faible représentativité des sables grossiers dans la fraction sableuse et à une structuration large à grossière, est un facteur de mauvaise fertilité physique.

En profondeur la texture très argileuse jointe parfois à un type d'argile où les illites sont notablement représentés, est le facteur déterminant des processus de structuration.

Fig. 36 - Sols à pseudogley structurés sur matériau argileux issu de schistes.

Granulométrie

- + horizons A11
- o horizons A12 (horizons)
- horizons B (horizons de profondeur)

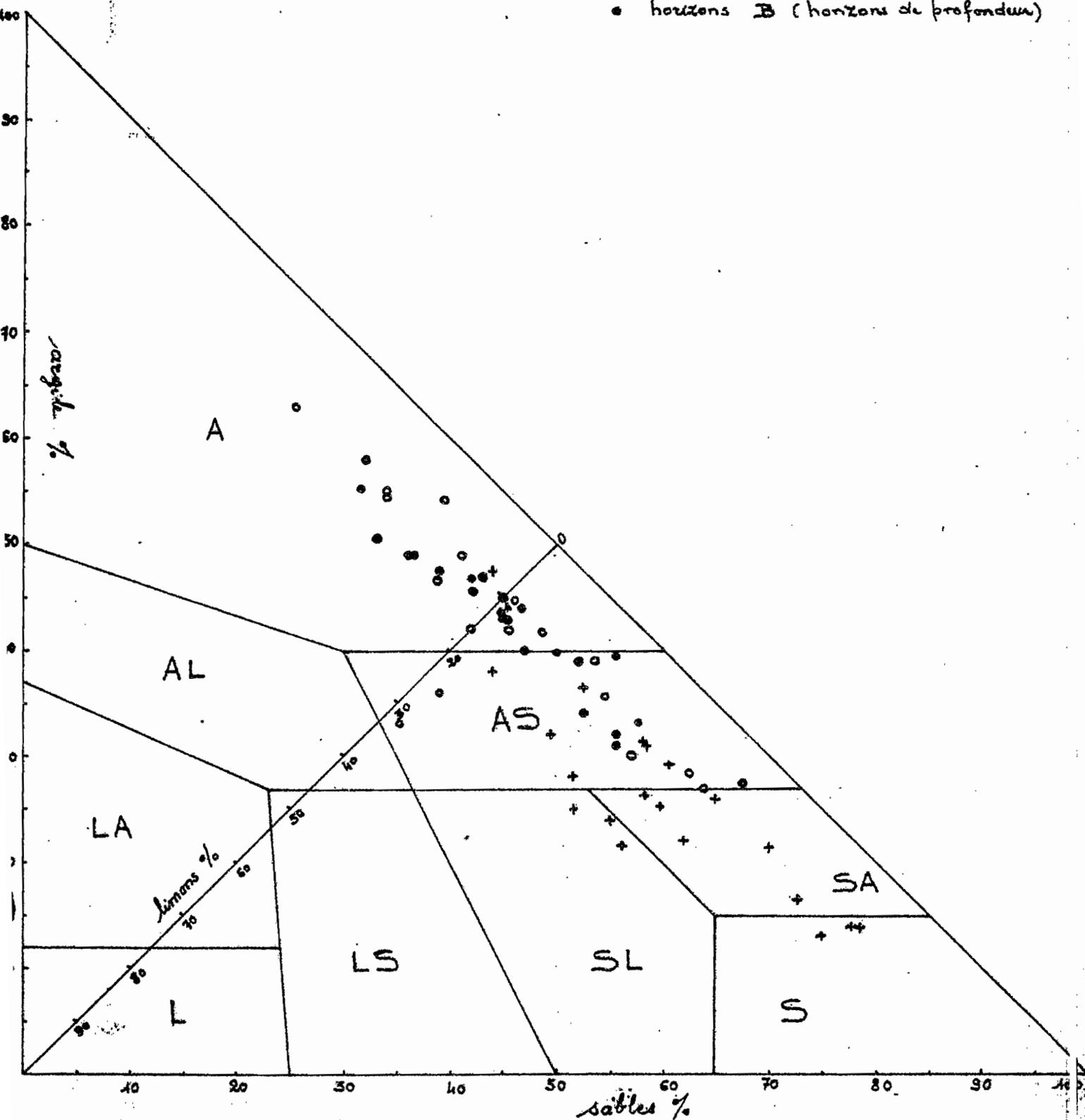
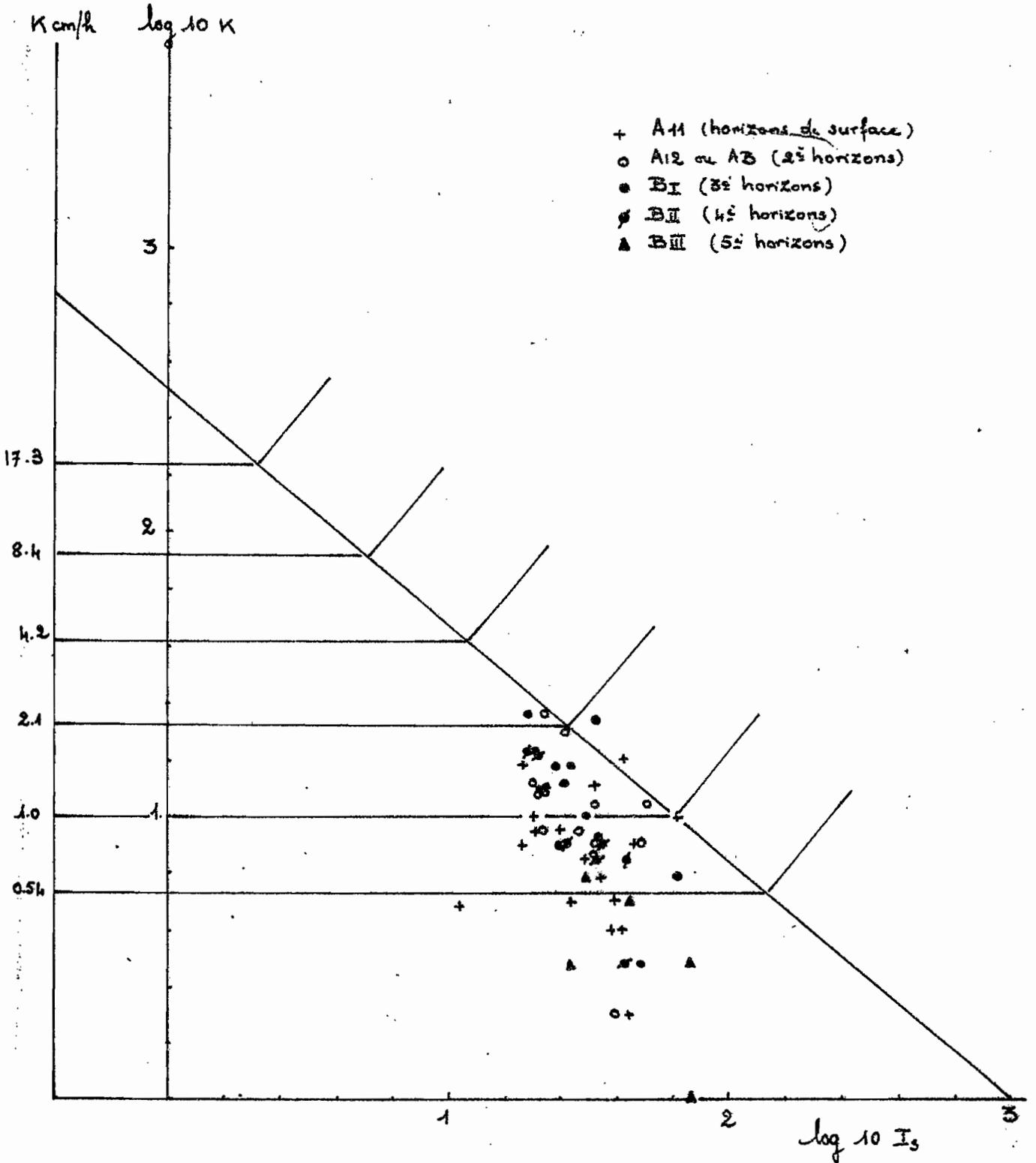


Fig. 37. - Sols à pseudogley structurés sur matériau argileux issu de schistes.

Stabilité structurale



## 2. La structure et la cohésion.

En surface, la structure est typiquement mauvaise, tant par sa morphologie (structure prismatique grossière et large à cohésion des blocs forte) que par ses caractéristiques analytiques : stabilité structurale le plus souvent médiocre ou mauvaise, due surtout à des coefficients de percolation bas, mais aussi à des instabilités structurales assez fréquemment élevées (fig. 37)

Au-delà de l'horizon de surface, la structure est favorable par sa morphologie à la pénétration des racines, mais la stabilité de cette structure existante se partage entre les classes médiocre et mauvaise (sauf pour les horizons très profonds B III où elle est très mauvaise). Cependant comme ces horizons ne sont pas directement soumis à l'action dégradante des eaux de pluie, que leur humectation se fait progressivement, on peut espérer que la stabilité de la structure y reste moyenne et favorise la pénétration des racines.

Ces sols nécessitent donc des labours profonds de l'ordre de 20 cm qui permettent aux racines de se développer dans des horizons superficiels à fertilité physique naturelle mauvaise et d'atteindre les horizons sous-jacents où leur pénétration et leur développement seront naturellement favorisés, d'où une meilleure alimentation en eau, facteur limitant de la fertilité en agriculture traditionnelle.

Etant donné la stabilité structurale mauvaise des horizons de surface, il convient de rentabiliser un labour qui sera coûteux - puisqu'il demandera un effort de traction assez élevé - par des amendements organiques.

L'hydromorphie est généralement faible dans ces sols en surface et sur une assez grande profondeur, elle est induite par leur position topographique dans des plaines à pentes très faibles et qui sont des zones de colmatage, et par la nature texturale et peut-être pétrographique du matériau originel. Il semble donc qu'il faille améliorer les conditions de drainage en surface par le billonnage.

Les types alcalisés à faible profondeur sont souvent beaucoup plus hydromorphes et le billonnage y est un impératif.

### 3. Macroporosité, indice de compacité (fig. 38)

En surface, dans le faciès typique de ces sols, l'indice de compacité est assez élevé. Les points figuratifs des horizons de surface forment un nuage de points à cheval sur les zones à asphyxies partielle et totale.

Les points situés dans la zone sans asphyxie représentent les horizons superficiels sableux à sablo-argileux ou sablo-argilo-limoneux.

Les horizons intermédiaires (18 à 40 cm environ) se partagent entre les zones à asphyxies partielle et totale, tandis que les horizons de profondeur sont tous situés dans la zone à asphyxie totale.

Le labour, le billonnage et les amendements organiques contribueront à assurer une bonne macroporosité en surface.

### 4. Matière organique, azote (fig. 39)

En surface, les teneurs en matière organique se partagent entre les valeurs faibles (inférieures à 1 %) et des valeurs très moyennes (1 à 1,5 %) avec une légère prédominance des valeurs faibles. Malgré ces faibles teneurs en matière organique, le rapport carbone sur azote se partage entre les valeurs moyennes et faibles (8 à 14) et les valeurs assez élevées (14 à 16), ces dernières caractérisant une matière organique assez mal décomposée.

Les teneurs les plus élevées décroissent assez brusquement en profondeur tandis que les teneurs faibles décroissent plus progressivement.

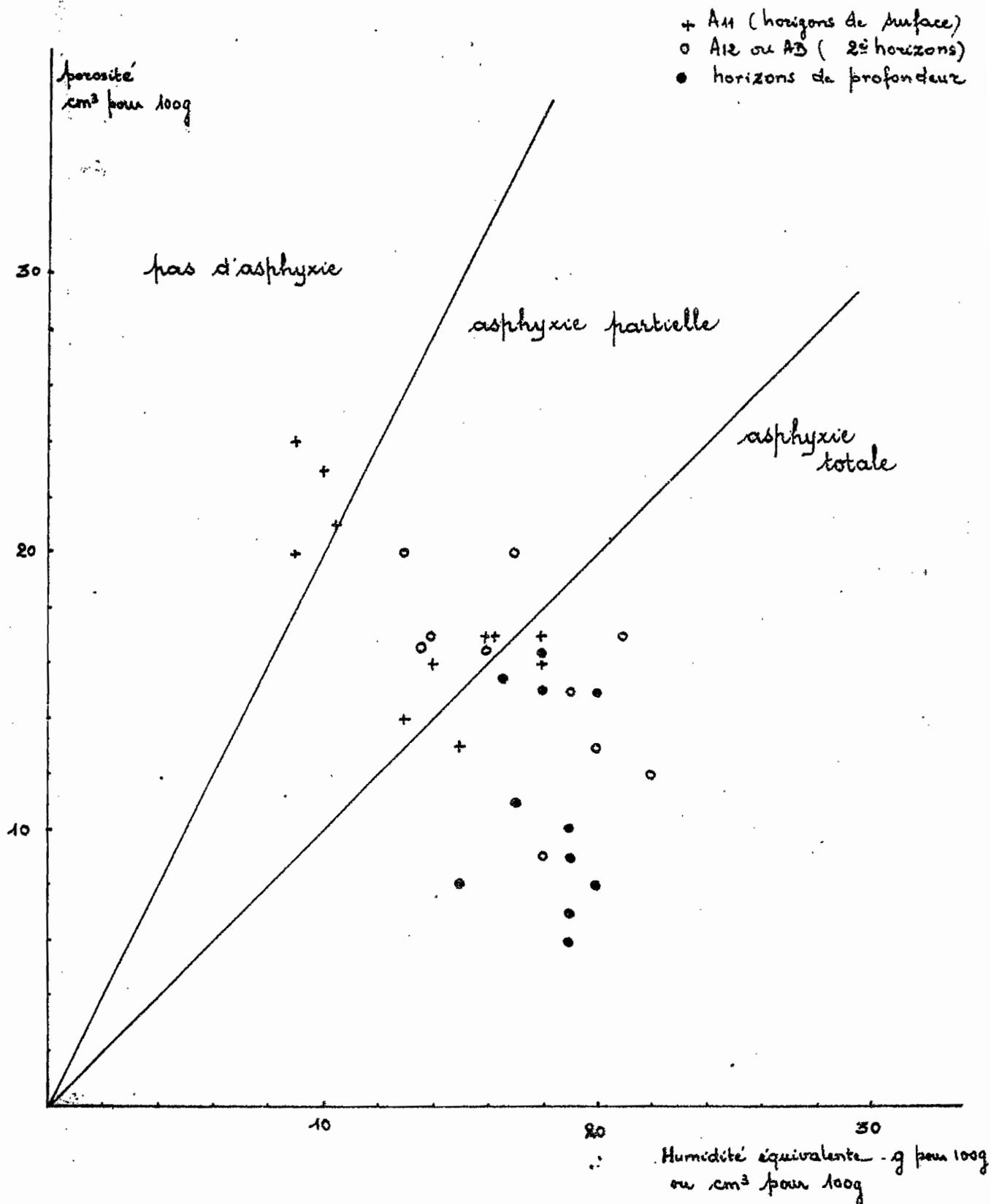
Dans les horizons intermédiaires (18 à 40 cm environ) les teneurs en matière organique sont à deux exceptions près inférieures à 0,7 %.

En surface, les teneurs en azote se partagent presque également entre les valeurs faibles ou très faibles (0,3 à 0,5 ‰) et les valeurs très moyennes (0,5 à 0,7 ‰) avec quelques valeurs assez bonnes (supérieures à 0,8 ‰)

En profondeur, elles sont très faibles ou faibles : (0,2 à 0,5 ‰).

Fig. 38 - Fols à pseudogley structurés sur matériau argileux issu de schistes

Porosité (Indice de compacité)



### 5. Le phosphore. (fig.39 )

On note en surface et dans les horizons intermédiaires, une forte prépondérance des teneurs en  $P_2O_5$  faibles ou très faibles (0,1 à 0,3 %, exclusivement) sur les teneurs moyennes (0,3 à 0,4 %), tandis que plus en profondeur on ne note pratiquement que des teneurs faibles.

Le phosphore est donc un élément limitant de la fertilité dans ces sols.

### 6. Complexe absorbant, richesse minérale (fig. 39 )

Tant en surface qu'en profondeur, le pH est généralement faiblement acide à alcalin.

En surface on note une forte prépondérance des valeurs faiblement acides (6 à 6,5) ou neutres à faiblement alcalins (6,5 à 7,5) sur les valeurs moyennement acides (5,5 à 6).

Dans les horizons intermédiaires on constate une légère acidification par rapport à la surface se traduisant par augmentation de la proportion des valeurs moyennement acides (5,5 à 6), tandis qu'ensuite dans les horizons sous-jacents ( $B_I$ ), on constate une remontée du pH qui se poursuit en profondeur, avec un certain nombre de valeurs franchement alcalines traduisant la présence de calcaire.

Tant en surface qu'en profondeur, le complexe absorbant est assez bien à bien saturé (prépondérance des valeurs du taux de saturation supérieures ou égales à 70 %) avec très peu de valeurs inférieures à 60 % (limite qui marque encore une saturation moyenne).

La somme des bases se partage en surface entre les valeurs moyennes (3 à 6 méq pour 100 g de terre) et assez bonnes (6 à 9 méq.), tandis qu'en profondeur, on note une forte prépondérance des valeurs assez bonnes et bonnes.

En surface la capacité d'échange est assez bonne à bonne avec quelques valeurs moyennes (3 à 6 méq).

En profondeur elle est toujours assez bonne à bonne et parfois très bonne.

### 7. Conclusion.

En conclusion la richesse minérale est donc moyenne à assez bonne dans ces sols et constitue un élément en faveur des investissements que leur culture rationnelle exige.

Par contre ils se signalent par une pauvreté marquée en phosphore, et par une pauvreté fréquente en azote.

La fumure NP est nécessaire.

Les teneurs en potassium n'ont pas été représentées, elles sont le plus souvent faibles (inférieures à 0,2 méq). Il convient donc d'expérimenter plutôt une fumure N P K.

### B. 2. 3. Utilisation.

Dans les conditions d'exploitation actuelle, ces sols ne conviennent guère qu'au sorgho.

Avec les améliorations proposées, ils doivent atteindre un niveau de fertilité tant physique que chimique bon et pourront convenir au sorgho et au coton.

### B. 3. Famille sur matériau argileux d'origines diverses.

Dans cette famille sont groupés les sols matériaux argileux indifférenciés tant du point de la mise en place que du point de vue nature pétrographique de la roche mère.

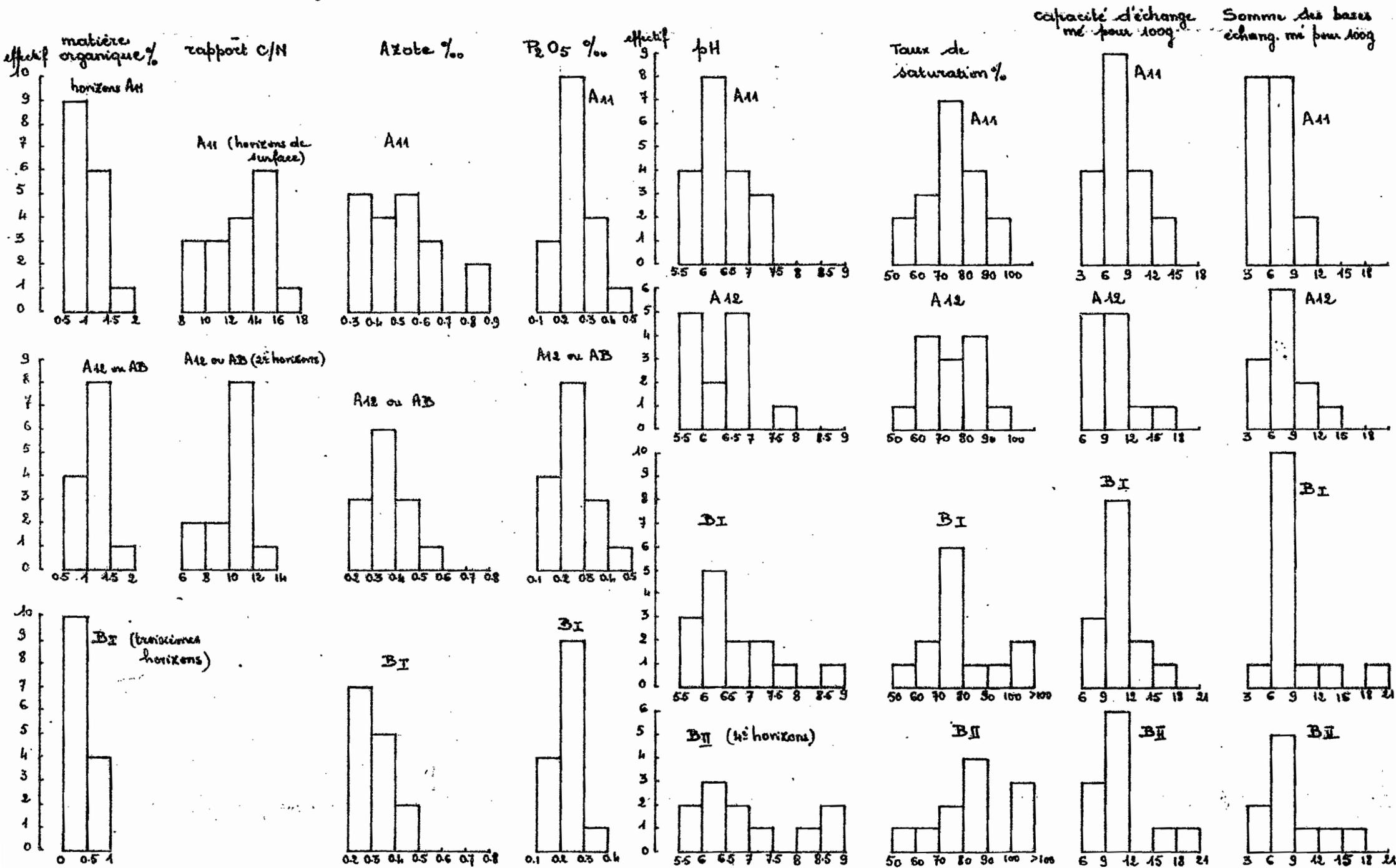
Ces sols se développent principalement dans la région au sud-est de NOBERE et dans la feuille au 1/200.000 de BOULSA.

On distinguera donc deux groupes de séries de sols : les séries de NOBERE et les séries de BOULSA.

#### B. 3. 1. Les séries de NOBERE.

Ces sols se développent principalement dans la région au sud-est de NOBERE, où ils sont associés à des sols divers : Vertisols lithomorphes modaux, lithosols sur cuirasse, lithosols sur granite, Vertisols hydromorphes. Ces deux derniers sols moins représentés n'ont pas été cartographiés.

Fig. 39 - Sols à pseudogley structurés sur matériau argileux issu de schistes : caractéristiques chimiques.



Les Vertisols, lorsqu'ils sont sans recouvrement, présentent un réseau de fentes de retrait avec quelques effondrements. Mais souvent, ils sont à recouvrements superficiels sableux, et se distinguent mal en surface des sols hydromorphes. Parfois, cependant, ils se signalent par une végétation à *Acacia seyal*, *Acacia gourmensis*, et un aspect superficiel caillouteux.

Les Vertisols hydromorphes par contre bordent les "marigots" et sont très facilement reconnaissables en surface grâce à leur réseau de grandes fentes de retrait, aux nombreux effondrements formant réseaux de dépressions ou de chenaux.

Les lithosols sur cuirasses se signalent parfois par des épandages en surface de quelques concrétions ferrugineuses lorsqu'il s'agit de carapaces, et de gravillons lorsqu'il s'agit de cuirasse.

#### 1. Morphologie.

Il s'agit de sols à engorgement d'ensemble, plus marqué cependant en profondeur où il se manifeste dans un matériau argileux, souvent à tendance verticale, par le développement d'une structure prismatique petite accompagnant la ségrégation ferrugineuse sous forme de taches. Ce matériau argileux est recouvert par des apports superficiels d'épaisseur variable (15 à 60 cm) de nature variable sablo-limoneux à sablo-argileux ou limono-argileux, pouvant être polyphasés et alors argilo-sableux en profondeur. Ces sols sont parfois développés sur des apports argileux de bas de pente plus ou moins alluviaux et passent fréquemment aux Vertisols hydromorphes à effondrements ; le profil comporte alors en profondeur quelques faces de décollement obliques et à tendance patinée avec parfois des amas calcaires ; les apports superficiels sont limono-argileux et peu épais (15 cm environ).

Le matériau argileux est gris clair à taches ocre nombreuses plus ou moins bien délimitées avec parfois de nombreux canalicules gris foncé, il peut présenter dans le haut des taches brun rouille ou brun jaune et gris blanchâtre et devenir dans le bas brun jaune à fines taches ocre et à taches grisâtres avec des amas calcaires.

En surface sur 15 à 25 cm les apports superficiels sont brun gris à gris foncé, humifères, à structure peu développée à tendance prismatique large, et à cohésion forte. Lorsqu'ils sont plus épais ils peuvent rester brun gris ou présenter des taches gris clair et brun rouille.

## 2. Fertilité.

Les deux profils prélevés montrent des sols :

- à bonnes teneurs en matière organique en surface (1,8 et 2,3 %) avec C/N très élevé dans l'un des profils (21).
- à teneurs en azote moyennes en surface : 0,6 et 0,7 ‰.
- à sommes des bases bonnes : 7 à 14 mé pour 100 g de terre avec très nette prédominance du calcium.
- à pH faiblement acide (5,7 à 6,3) pouvant devenir neutre en profondeur 7,2.
- à stabilité structurale médiocre à très mauvaise en profondeur, moyenne à médiocre en surface.

## 3. Utilisation.

Le facteur limitant de la fertilité est le mauvais drainage. Le billonnage devrait permettre de l'améliorer et d'utiliser ces sols pour des cultures diverses : sorgho, coton....

### B. 3. 2. Les séries de BOULSA.

Ces sols sont associés à des sols ferrugineux tropicaux remaniés, à des sols gravillonnaires et à quelques plages de sols halomorphes, de Vertisols lithomorphes, de lithosols sur granite, ces trois derniers sols n'ayant pas été cartographiés.

Les sols hydromorphes se distinguent mal des sols ferrugineux tropicaux et des sols gravillonnaires à recouvrements. Ils ont cependant parfois un aspect superficiel ocre lavé et damé, une savane arbustive qui apparaît plus maigre, à *Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*, *Acacia gourmensis*, *Pourpartia birrea*....

### 1. Morphologie.

#### 1.1. Exemple de morphologie type : profil V O A 10.

Situation : sur la piste de BOULSA à BOGANDE, à 11,8 km de BOULSA (départ au croisement avec la route BOULSA-KOUPELA), plaine à pente insensible.

Végétation : savane parc anthropique à *Butyróspermum Parkii* bien venus ,  
strate arbustive à *Gardenia* sp. Champ de sorgho.

Description :

- 0 - 12 cm : brun rouge clair 5 YR 6/3 ; humifère ; sablo-argileux à sables fins ; structure prismatique large, assez bien développée par de nombreuses petites fentes de retrait verticales bien marquées ; cohésion des blocs forte ; porosité essentiellement tubulaire bonne.
- 12 - 26 cm : ocre 2,5 YR 5/4 ; encore un peu humifère ; argileux ; structure et cohésion identiques ; porosité tubulaire assez bonne.
- 26 - 75 cm : ocre plus clair 5 YR 6/6 à nombreuses petites taches jaunes, quelques concrétions rouges, quelques concrétions noires de type manganifère, facilement cassables au piochon, cassables à l'ongle, bien individualisées ; argileux ; structure polyédrique assez bien développée, de taille variable : très grossière avec tendance prismatique plus ou moins forte (4 x 3 x 2 cm environ) à petite ; la porosité tubulaire est assez bonne.
- 75 - 122 cm : 5 YR 7/4 , à nombreuses taches rouges mal délimitées, quelques taches blanchâtres plus petites imprécises , quelques concrétions noires ; argileux à assez nombreux petits gravillons ferrugineux et graviers de quartz ; structure assez bien développée ; prismatique moyenne à petite (7 x 3 x 2 cm ou 5 x 5 x 3 cm environ) ou polyédrique très grossière (3 x 3 x 2 cm environ) moyenne et petite ; les éléments prismatiques ont souvent une sous-structure polyédrique ; les taches rouges sont très nombreuses et dominantes dès 85 cm environ.
- 122 - 153 cm : assez identique au précédent, mais à couleur plus claire (toujours dans 5 YR 7/4) et à taches plutôt rouille.
- 153- 163 cm : gris clair à très nombreuses taches rouges marquant les emplacements des gravillons ; essentiellement gravillonnaire ; horizon tassé sans cimentation réelle, à éclats friables.
- 163 - 171 cm : cuirasse ferrugineuse massive à squelette brun rouge et noirâtre sur un réseau de terre fine ocre très clair ; induration forte.

## 1. 2. Variations essentielles par rapport à cette morphologie.

- structure plus fine (polyédrique grossière à petite) ou plus grossière (prismatique moyenne) mieux développée ; revêtement argileux sur les agrégats,
- horizons gravillonnaires reposant à profondeur variable sur une altération verticale de granite ou sur le granite altéré.
- horizons gravillonnaires commençant à des profondeurs variables : 30 cm à 160 cm, ou n'existant pas ou presque pas.
- sols plus hydromorphes en surface à ségrégation ferrugineuse et structuration dès 15 cm environ.
- sols argilo-sableux dès la surface, à horizon non structuré limité à 10 - 15 cm environ avec généralement une structure plus fine (polyédrique grossière à petite) et bien à très bien développée, niveaux gravillonnaires à moindre profondeur.
- sols de colmatage de thalwegs, non ou peu gravillonnaires, à engorgement marqué dès la surface.
- couleur fréquemment plus clair que 5 YR 6/6 dans la partie supérieure des niveaux structurés : brun-jaune 5 YR 6/4, 10 YR 6/4 ..., gris-clair plus rarement couleur ocre soutenu jusqu'à la base du profil (morphologie de sol brun eutrophe verticale typique mais de couleur ocre).

## 2. Fertilité.

### 2.1. La texture.

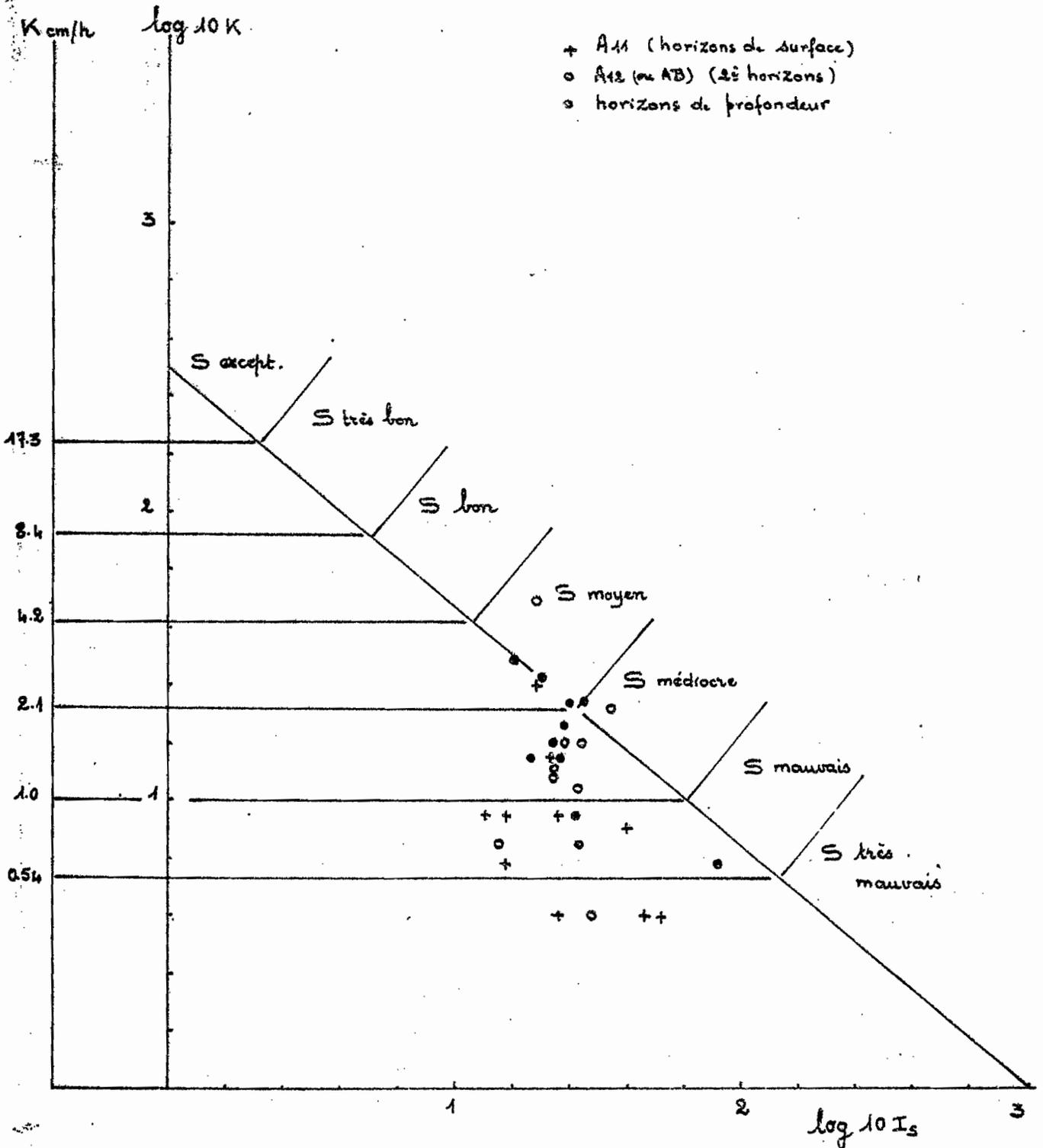
En surface, elle est sablo-argileuse ou argilo-sableuse. Ceci contribue à maintenir en surface, une capacité d'échange correcte.

Mais cette texture jointe à une structure prismatique grossière à large avec une cohésion des blocs forte est un facteur rendant le travail du sol difficile et créant de mauvaises caractéristiques physiques.

En profondeur, la texture typiquement argileuse jointe parfois à un type d'argile où les minéraux 2/1 doivent être assez notablement représentés, est, comme pour les sols sur matériaux argileux issu de schistes, le facteur déterminant de la structuration dans ces conditions d'hydromorphie.

Fig. 40. - Sols à pseudogley structurés, séries de Boulsa

Stabilité structurale



## 2. 2. La structure et la cohésion.

En surface la structure est typiquement mauvaise tant par sa morphologie que par ses caractéristiques analytiques ; stabilité structurale mauvaise ou très mauvaise, avec un seul échantillon à stabilité structurale moyenne (sol ocre rouge à morphologie de sol brun eutrophe verticale).

Dans le deuxième horizon, la structure peut être encore prismatique grossière à large avec une cohésion des blocs forte, ou être fine et alors favorable par sa morphologie à la pénétration des racines, mais la stabilité de la structure est encore médiocre et parfois mauvaise. (Fig. 40)

En profondeur la structure est relativement fine et sa stabilité médiocre ou moyenne, parfois mauvaise.

Ces sols nécessitent donc des labours profonds, l'ameublissement étant un impératif en surface.

Etant donné la mauvaise ou très mauvaise stabilité structurale des horizons de surface, il faut rentabiliser cette opération coûteuse par des amendements organiques.

Le billonnage serait souhaitable et est en tous cas obligatoire dans les types hydromorphes en surface.

## 2. 3. Macroporosité. (indice de compacité).

En surface la macroporosité est souvent faible, prédominance des échantillons à asphyxie partielle, avec quelques échantillons dans la zone sans asphyxie.

En profondeur, les échantillons se partagent entre les zones à asphyxies partielle et totale.

Le labour, le billonnage et les amendements organiques contribueront à améliorer cette macroporosité déficiente.

## 2. 4. Matière organique, azote. (Fig. 41)

En surface, les teneurs en matière organique se partagent entre les valeurs faibles (inférieures à 1 %) et moyennes (1 à 2,5 %), avec des rapports C/N se partageant également entre des valeurs faibles à moyennes (8 à 14) et assez élevées (14 à 18).

En profondeur il y a une chute brusque des teneurs en matière organique inférieures à 1 % dans le deuxième horizon.

Les teneurs en azote, se partagent entre les valeurs très faibles et faibles (inférieures à 0,5 ‰) et les valeurs moyennes (0,5 à 0,8 ‰) avec une légère prédominance des premières.

La fertilité azotée peut être considérée comme faible dans l'ensemble.

#### 2. 5. Le phosphore. (Fig. 41)

Tant en surface qu'en profondeur, les teneurs en  $P_2O_5$  sont très faibles et faibles (inférieures à 0,3 ‰). Le phosphore est donc un élément limitant de la fertilité.

#### 2. 6. Complexe absorbant, richesse minérale. (fig. 41)

##### Le pH -

En surface il accuse principalement des valeurs presque neutres (6,5 à 7) et faiblement acides (6,0 à 6,5), avec une faible proportion de valeurs inférieures à 6,0 mais se maintenant très près de 6,0 (5,8 à 5,9). Un seul profil accuse des valeurs de pH franchement acides sur l'ensemble du profil 5,1 en surface, 4,6 et 4,9 en profondeur.

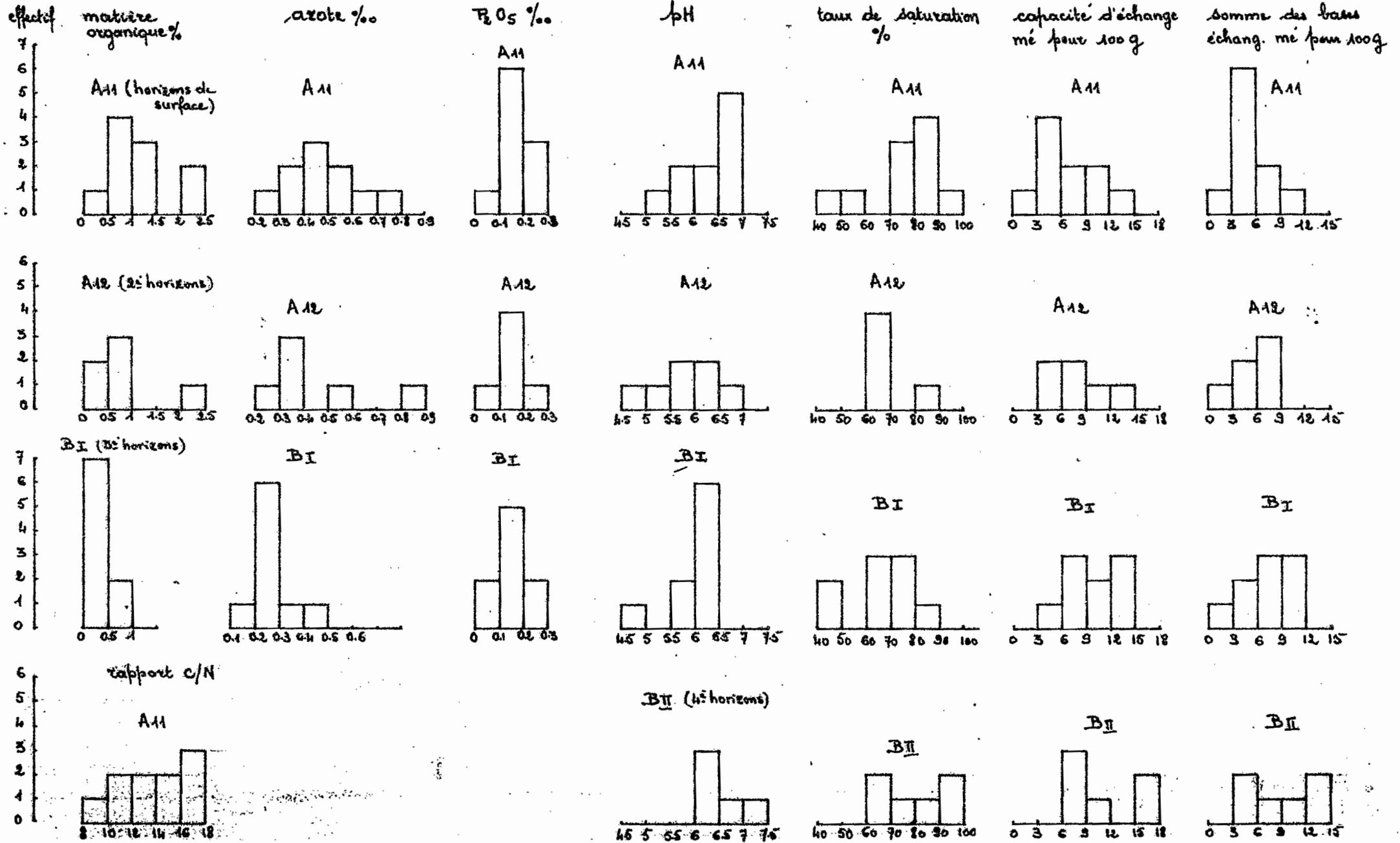
Dans le deuxième horizon il y a une chute quasi constante du pH par rapport à la surface, les valeurs s'étalent de franchement acides (5,0 à 5,5) et surtout de moyennement acides (5,5 à 6,0) à presque neutres (6,5 à 7,0).

Dans le troisième horizon on note une remontée du pH qui se maintient principalement dans les valeurs faiblement acides (6,0 à 6,5) avec quelques valeurs moyennement acides.

Dans le quatrième horizon la remontée du pH se poursuit, il y a disparition des valeurs moyennement acides.

Dans l'ensemble le pH constitue en surface un élément de fertilité correct.

Fig. 41. Sols à pseudogley structurés - séries de Boulsa : caractéristiques chimiques -



Taux de saturation (V) -

En surface, le complexe absorbant est bien ou assez bien saturé : forte prépondérance des valeurs de V supérieures ou égales à 70 % avec seulement un profil franchement désaturé.

Dans le deuxième horizon, le taux de saturation est moyen (60 à 70%).

En profondeur il se partage entre les valeurs moyennes (60 à 70 %) et assez bonnes ou bonnes (70 à 100 %).

La somme des bases -

Tant en surface qu'en profondeur, la somme des bases se partage entre les valeurs moyennes (3 à 6 mé pour 100 g de terre) et assez bonnes (6 à 9 mé) avec en plus en profondeur des valeurs bonnes (9 à 15 mé). Cependant les horizons de surface se distinguent par une forte prépondérance des valeurs moyennes. Seul le profil désaturé se caractérise par une somme des bases très faible de l'ordre de 1 mé.

En conclusion, la richesse minérale est moyenne et assez bonne en surface.

3. Conclusion, utilisation.

Dans l'ensemble, ces sols se caractérisent par une pauvreté en azote, une grande pauvreté en phosphore et nécessitent une fumure NP ou NPK.

La richesse minérale est moyenne à assez bonne.

Ces sols sont actuellement utilisés pour la culture du sorgho ou sont incultes.

Avec les améliorations proposées, ils conviendront au coton.

C - Sols à pseudogley hérité.

Définitions.

Il s'agit ici des sols sur <sup>les</sup> matériaux ferruginisés résiduels du cuirassement ancien (moyen glacis principalement), qui constituent la base des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur et qui, dans les sols à pseudogley hérité, ont des recouvrements d'épaisseur plus faible (0 à 40 cm), de natures diverses : sables, éléments ferrugineux de démantèlement des matériaux sous-jacents, gravillons ferrugineux, ou polyphasés : sables sur niveaux grossiers constitués des éléments sus-cités, sables sur matériau sablo-argileux ou argilo-sableux, l'ensemble réalisant de petits pseudoprofils ferrugineux tropicaux lessivés, qui ne se différencient des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur que par leur faible épaisseur de l'ordre de 30 cm.

Les matériaux de recouvrements, quelle que soit leur nature, sont différenciés, selon leur épaisseur, le plus fréquemment en un ou deux horizons, parfois en trois horizons, le troisième étant alors un niveau grossier constitué de gravillons ferrugineux ou d'éléments ferrugineux provenant du démantèlement des matériaux ferruginisés sous-jacents.

La différenciation pédogénétique est due essentiellement à une différence de pénétration de la matière organique avec une influence du mauvais drainage d'origine externe donnant sur des matériaux sableux à argile kaolinitique, des couleurs claires.

Les matériaux de recouvrements sont donc au point de vue pédogénétique peu évolués plus ou moins mal drainés.

Dans la classification adoptée, ce sont les matériaux résiduels sous-jacents qui ont été pris en considération étant donné que la limite de l'épaisseur des recouvrements a été fixée à 40 cm (niveaux grossiers de démantèlement des matériaux ferruginisés non compris), et varie constamment de zéro à cette valeur ; la classification des recouvrements n'intervient qu'au niveau de la série.

Au-delà d'une épaisseur de 40 cm de recouvrements, ce sont ces derniers qui sont pris en considération pour la classification au niveau élevé et on passe aux sols ferrugineux tropicaux remaniés.

Cette solution est imparfaite, il n'y a pas le choix aussi longtemps qu'on doit appliquer une classification de sols simples à des sols complexes.

Le terme pseudogley hérité signifie que les caractéristiques du pseudogley (ségrégation ferrugineuse) sont essentiellement d'origine ancienne.

Mais le passage de la Mission de coordination pédologique Haute-Volta-Côte-d'Ivoire a montré que nombre de pédologues considèrent ces sols comme des sols ferrugineux tropicaux lessivés dont certains se développeraient aux dépens des matériaux sous-jacents qu'ils grignotent.

Il est hors du cadre d'un tel rapport d'aborder la discussion de ces problèmes. J'ai déjà signalé l'équivoque qui peut entourer la définition des sols ferrugineux tropicaux lessivés.

Les matériaux résiduels anciens, sont essentiellement des matériaux argilo-sableux d'altération kaolinitique de granite ferruginisés. On en retrouve cependant sur schistes basiques ou non, ils n'ont pas été différenciés des précédents.

Lorsque le granite est porphyroïde, on a un faciès ferruginisé assez identique mais dans un matériau graveleux (famille sur arène granitique graveleuse).

Quant à la nature pédologique de ces altérations anciennes, il en existe qui sont apparemment du type ferrallitique (noyaux d'altérations plus anciennes ou dus à une hystérésis de l'altération ferrallitique ?) mais elles semblent pour la plupart du type kaolinitique non ferrallitique dans le sens où les quartz ne s'y effritent pas, où les feldspaths ne s'y écrasent pas en poudre, ou la proportion de minéraux non altérés est élevée dans une fraction sableuse bien représentée.

L'un des matériaux typiques qui a fait l'objet de déterminations au microscope accuse 44% de feldspaths et 55 % de quartz dans la fraction sableuse; dans la lame mince de sol, on distingue encore des amphiboles fibreuses ferruginisées.

Leur étude sort du cadre d'un tel rapport et sera reprise dans des travaux à paraître.

C. 1. Famille sur matériau argilo-sableux bigarré.

Dans leur faciès modal, ces sols sont constitués par un matériau argilo-sableux à imprégnation ferrugineuse par grandes taches rouge à rouille, parfois noires au centre, très nombreuses, anastomosées sur un fond rose clair, blanc rosé, gris clair... d'où la dénomination de la famille. Il est plus ou moins concrétionné ou démantelé en pseudoconcrétions dans le haut.

Il peut aussi être rouge, avec des taches noires, de petites plages jaunâtres.

Les taches ferrugineuses peuvent être durcies (tendance à la carapace) ou non (matériau meuble parfois à structure polyédrique).

On distinguera ainsi plusieurs groupes de séries :

C. 1. 1. Morphologie des principales séries.

1. Séries à squelette ferrugineux durci (tendance à la carapace).

a) Exemple de morphologie à faciès typiquement bigarré :

Profil V O E 28.

Situation : Sur la route de LEO à NADION, BOURA et WESSA, à 25,9 km de NADION (départ de NADION dans le grand marigot) ; zone plane à pente très faible, presque insensible.

Végétation : anthropique, savane parc à *Butyrospermum Parkii*, *Parinari* sp.

Description :

0 - 22 cm : gris beige clair ; faiblement humifère ; sableux, structure fondue, cohésion d'ensemble moyenne à faible, débits par éclats de tailles diverses, les gros éclats se réduisant très facilement en petits éclats et en éléments particuliers ; bonne porosité tubulaire ; comporte à la base un petit lit très riche en éléments ferrugineux (pseudoconcrétions) très durcis, non cassables à la main, à cassure rouge foncé, posé sur l'horizon suivant.

22 - 80 cm : très nombreuses grandes taches rouges 5 YR 4/8, parfois un peu plus jaunes 5 YR 4,5/8, anastomosées sur un fond rose 5 YR 8/3, avec de nombreuses taches rouges durcies en concrétions mal individualisées, sorte de carapace ferrugineuse à induration très faible, à éclats se brisant à la main, mais à cohésion d'ensemble forte en place.

80 - 125 cm : identique mais à taches rouges un peu moins nombreuses, non anastomosées, sur un fond blanchâtre, assez nombreuses concrétions rouges souvent à centre noir, parfois cassables aux doigts ; argileux ; structure peu développée ; débit par éclats grossiers se réduisant en polyèdres grossiers et petits, cohésion d'ensemble assez forte.

La tendance à la carapace peut être plus discrète, mais la texture reste inappréciable et on a, en quelque sorte, une carapace friable qui s'indurera dès qu'exposée à l'air.

Le matériau ferruginisé bigarré ancien peut être constitué dans le haut par un horizon à intense concrétionnement ferrugineux et ferro-manganifère :

#### Profil V R V 1.

Situation : 2,6 km après le barrage de Tammsé, sur la piste de TAMMSE à VOKO. Plaine à pente faible inférieure à 1 %.

Végétation : Savane anthropique à Parkia biglobosa, Combretum sp. Quelques épandages de concrétions en surface.

#### Description :

0 - 17 cm : gris ; humifère, essentiellement constitué de concrétions ferrugineuses rouille à brun noirâtre ou brun foncé, probablement remaniés sur place, et de nombreux cailloux de quartz. La terre fine est sableuse ; horizon régosolique.

17 - 30 cm : beige gris à gris beige essentiellement constitué d'une carapace ferromanganifère, rouge à taches noires, ou de grosses concrétions également ferro-manganifères rouges, noires au centre et de formes irrégulières, ; horizon en voie de démantèlement sur place avec pénétration humifère.

30 - 100 cm : taches rouges s'anastomosant sur un fond ocre très clair à sec, paraissant plus ocre quand il est humide ; argileux très riche en graviers anguleux de quartz (grains du granite) ; structure moyennement développée, polyédrique moyenne, anguleuse, se déduisant bien des plaques à cohésion faible débitées au piochon ; on note par endroits la présence de revêtements argileux et de quelques taches noires manganifères, cependant beaucoup moins fréquentes que dans l'horizon précédent, de fines paillettes de mica blanc.

Lorsqu'un tel profil est tronqué dans le niveau bigarré on a l'impression d'avoir un sol à hydromorphie actuelle meuble, à structure polyédrique moyenne.

b) Exemple de morphologie à faciès rouge : Profil V R Y 11.

Situation : Sur la piste de YAMBASSE à GUENON, en passant par la Volta Rouge, à 4 km de YAMBASSE.

Plaine à nombreux affleurements de cuirasse à quelques mètres après le profil, 200 mètres environ après ces affleurements de cuirasse, ce sont des affleurements de granite en boules.

Végétation : Savane à Isobertinia doka, Detarium microcarpum.

Description :

0 - 12 cm : gris brun à brun gris ; humifère ; texture sablo-limoneuse ; structure non développée ; cohésion forte ; porosité uniquement tubulaire moyenne à faible.

12 - 145 cm : rouge, un peu plus brunâtre et paraissant légèrement humifère dans le haut, nombreuses taches manganifères noires dans le haut, de 12 à 50 cm environ, devenant beaucoup moins nombreuses vers le bas ; on distingue également dans le haut de nombreuses plages jaunâtres, dans lesquelles on reconnaît la trame d'un granite à grains fins ; horizon durci à structure non développée avec des revêtements argileux brillants par endroits ; l'ensemble est ferruginisé, à texture inappréciable ; véritable carapace friable dans le haut ; dans le bas, on apprécie une texture sablo-argileuse à argilo-sableuse.

## 2. Séries à squelette ferrugineux meuble.

### a) Sols sans hydromorphie actuelle : Profil V R N 42.

Situation : sur la piste de BASBEDO à la Volta Rouge à 13,6 km de la Volta, dans une zone plane à épandage de cailloux de quartz par endroits et avec quelques légères buttes caillouteuses.

Végétation : Savane à Isoberlinia dalzielii, maigrement arbustive à Detarium microcarpum, Combretum sp., Butyrospermum parkii.

#### Description :

- 0 - 22 cm : gris devenant gris beige dans le bas, et moins humifère ; sableux un peu argileux ; structure non développée ; cohésion moyenne ; très bonne porosité tubulaire grossière.
- 22 - 38 cm : beige à nuances grisâtres, peu ou pas humifère ; sableux un peu argileux ; structure peu développée à tendance prismatique ; cohésion forte ; porosité uniquement tubulaire moyenne.
- 38 - 47 cm : lit grossier essentiellement constitué de gros graviers et de petits cailloux de quartz avec des gravillons ferrugineux et quelques gros cailloux de quartz.
- 47 - 80:cm : ocre très clair à grandes taches rouges nombreuses, truffé de cristaux de feldspaths peu altérés ; terre fine paraissant argilo-sableuse à sables fins, mais argile peu collante aux doigts ; structure polyédrique grossière à petite, moyennement développée : débits faciles par plaques se résolvant très facilement en polyèdres ; quelques concrétions ferromangani-fères rouges à centre noir, bien individualisées ; présence de quelques plages très feldspathiques.
- 80 - 122 cm : ocre clair à taches rouges beaucoup moins nombreuses que précédemment ; identique au précédent par la texture et la structure ; contient quelques gravillons ferrugineux et de très nombreuses plages feldspathiques peu altérées (altération de granite).

Ce profil se distingue des matériaux bigarrés précédents uniquement par le fait que le squelette ferrugineux soit resté meuble.

b) Sols à hydromorphie actuelle.

Dans ces sols, contrairement à tous les précédents, il y a des processus d'engorgement actuel, d'intensités diverses difficiles à préciser, et dont la part dans les processus de ségrégation ferrugineuse est encore plus difficile à préciser étant donné que l'effet de ces processus se superpose à un pseudogley ancien.

Exemple de morphologie : Profil V L 39

Situation : sur la piste "chasseurs" de LIMNOGHIN, à la Volta Blanche qui part de la route OUAGADOUGOU-LIMNOGHIN-KOUPELA, 2 km après LIMNOGHIN à gauche ; profil à 1,1 km de la grande route OUAGADOUGOU-KOUPELA, dans une zone plane à quelques croupes gravillonnaires, avec, non loin du profil, une croupe cuirassée et gravillonnaire (témoin du cuirassement ancien) ; érosion paraissant active à cause de l'accumulation de fins gravillons et de sables grossiers entre les touffes d'herbes.

Végétation : Savane arbustive à Acacia senegal, Combretum glutinosum, Acacia gourmensis, Sclerocarya birrea, Balanites aegyptiaca, Anogeissus leucocarpus ; strate herbacée à Andropogon gayanus et Hyparrhenia sp.

Description :

0 - 12 cm : gris à tendance bleutée avec des nuances ocre lui donnant une apparence brunâtre, humifère ; aspect hydromorphe ; texture sablo-argileuse à sable grossier. Structure très peu développée, gros éclats à cohésion forte. De nombreuses racines assurant une certaine porosité. La couche superficielle de 1 à 2 cm s'enlève en une seule plaque au piochon ; elle a une porosité tubulaire moyenne à bonne. Horizon gravillonnaire à sablo-gravillonnaire.

12 - 32 cm : essentiellement gravillonnaire avec quelques gros cailloux de quartz dont certains sont ferruginisés intérieurement ; gravillons repris par la ferruginisation actuelle en grosses concrétions irrégulières, formées par la soudure de plusieurs éléments, encore cassables à la main à certains endroits ; cassure rouille ou rouille à grande tache noire au centre ; ces éléments sont libres dans une terre fine ocre clair argileuse ; les emplacements des cailloux de quartz sont lissés.

32 - 105 cm : ocre clair argileux à nombreuses concrétions de couleur jaune et rouille, cassables à la main, irrégulières, anguleuses, certaines sont grosses mais la plupart sont moyennes ; texture argileuse ; structure polyédrique moyenne à petite assez bien développée, le piochon détache facilement des plaques à cohésion faible se réduisant très facilement en polyèdres moyens à petits et en agrégats finement grenus ; porosité d'agrégats moyenne, présence de quelques gros trous ; s'éclaircit vers le bas.

105 - 165 cm : ocre lavé, puis nettement blanchâtre, avec de très nombreuses taches rouille parfois piquées de noir, irrégulières, s'anastomosant, durcies mais mal individualisées, sauf dans le haut ; texture argileuse ; structure polyédrique grossière moyenne et petite moyennement développée.

### C. 1. 2. Fertilité.

#### 1. Fertilité des séries à squelette ferrugineux durci.

##### 1.1. Fertilité des horizons superficiels sableux.

La fertilité chimique de ces recouvrements sableux ne diffère pas de celle des horizons superficiels des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur associés. On se référera donc à ces derniers.

Leur fertilité chimique, sous la dépendance essentiellement du stock organique, sera la plupart du temps moyenne étant donné qu'ils sont souvent sous végétation naturelle.

Au point de vue physique, la tendance au mauvais drainage se manifeste souvent en surface, même dans le cas de recouvrements gravillonnaires.

L'alimentation en eau semble devoir être déficiente, dans le cas d'apports sableux peu épais, de part la discontinuité entre ces derniers, facilement desséchés par l'évaporation, et les matériaux sous jacents généralement durcis, tendant vers la carapace.

En début de saison des pluies, les premières tornades, au lieu de s'infiltrer, ont tendance à mouiller juste les couches superficielles sableuses et à ruisseler, leur dessiccation est donc facile par la suite.

1. 2. Fertilité des horizons superficiels gravillonnaires.

La diminution de la terre fine amène un abaissement d'autant plus grand de la fertilité chimique que la proportion de gravillons est plus grande.

L'alimentation en eau est encore plus défavorable ici, dans le cas de recouvrements peu épais.

1. 3. Fertilité des matériaux ferruginisés.

a) Fertilité chimique.

La texture est difficilement ou non appréciable à cause du durcissement des taches ferrugineuses, les argiles sont essentiellement du type kaolinitique et corrélativement les capacités d'échanges sont faibles à moyennes selon le taux d'argile.

Le pH peut se maintenir à des valeurs correctes (6,1), avec alors des taux de saturation assez élevés (70 à 80 %) et une somme de bases échangeables moyenne (3 à 6 mé pour 100 g de terre). Mais dans certains cas, le pH peut s'abaisser à des valeurs franchement acides (5,0), avec alors des taux de saturation très faibles (30 % dans le V R B 5) et une somme de bases échangeables très faible (1 méq pour 100 g dans le V R B 5).

La fertilité chimique est donc très variable.

Les teneurs en phosphore sont très faibles, de l'ordre de 0,20 %.

b) Fertilité physique.

Le durcissement des taches ferrugineuses fait le plus souvent de ces matériaux de véritables carapaces ferrugineuses massives, peu ou pas pénétrables aux racines des plantes cultivées, à perméabilité en place faible. En affleurement, ils durcissent encore plus et sont encore plus difficilement utilisables.

La fertilité de ces sols est donc limitée par les mauvaises caractéristiques physiques de ces matériaux.

Leur amélioration ne peut se faire qu'en culture mécanique avec un sous solage qui briserait ces carapaces et permettrait ainsi l'infiltration des eaux et la pénétration des racines. Il semble que ces travaux puissent avoir un effet durable à cause de la stabilité structurale moyenne à assez bonne et même bonne.

#### 1. 4. Conclusions, utilisation.

Les possibilités d'utilisations de ces sols dépendent donc essentiellement de l'épaisseur des matériaux de recouvrements meubles qui sont la plupart du temps sableux ou (et) gravillonnaires.

Les sols à recouvrements sableux, ou sableux et sablo-argileux ou argilo-sableux les plus profonds peuvent avoir les mêmes utilisations que les sols ferrugineux tropicaux remaniés associés, surtout lorsque l'épaisseur des niveaux grossiers provenant du démantèlement des matériaux ferruginisés est assez importante.

Les sols à recouvrements de faible épaisseur conviennent mal à la culture à cause principalement de leur déficit hydrique.

Par ailleurs, ces sols sont très susceptibles à l'érosion qui risque d'amener en affleurement les matériaux ferruginisés qui deviendront alors de vraies carapaces ferrugineuses.

Ils sont heureusement situés, la plupart du temps, sous une savane arborée à *Isobertia doka*, *Isobertia Dalzielii*, *Burkea africana*.... qui est presque caractéristique de ces sols.

Il convient donc de les maintenir sous forêt classée.

#### 2. Fertilité des séries à squelette ferrugineux meuble.

##### 2. 1. Sols sans hydromorphie actuelle.

Dans ces sols, les matériaux ferruginisés anciens sont meubles et assez souvent à structure polyédrique grossière à moyenne.

Les matériaux de recouvrement sableux ou sableux et sablo-argileux à argilo-sableux ont la même fertilité que dans les ferrugineux tropicaux remaniés associés, il en est de même des matériaux ferruginisés sous-jacents.

Ces sols ont donc les mêmes caractères de fertilité que les sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur.

Ils ont aussi les mêmes possibilités d'utilisation.

## 2. 2. Sols à hydromorphie actuelle.

Ils ont les mêmes caractères de fertilité chimique.

Le billonnage doit permettre d'améliorer le drainage et d'avoir les mêmes utilisations que pour les sols précédents.

### C. 2. Famille sur arène granitique graveleuse.

La genèse est la même que dans la famille précédente, mais le matériau originel est dérivé de granite porphyroïde. Il est plus ou moins feldspathique ou quartzeux selon la nature de la roche mère.

Les phénomènes d'hydromorphie peuvent être exclusivement anciens ou anciens et actuels.

#### C. 2. 1. Sols à hydromorphie ancienne et à taches durcies, tendant vers la carapace.

Exemple de morphologie : Profil V S 8.

Situation : Piste de ZINIARE à SAWANA et ABCHOUYA à 0,7 km de SAWANA, haut d'une pente faible.

Végétation : Savane anthropique à Adansonia digitata, Butyrospermum Parkii, Parkia biglobosa.

#### Description :

- 0 - 18 cm : gris, faiblement humifère ; texture sableuse un peu argileuse ; structure non développée ; cohésion moyenne à faible.
- 18 - 40 cm : beige à beige ocre ; texture sablo-argilo-graveleuse à gros graviers de quartz, durci à structure non développée ; cohésion forte ; aspect mal drainé.
- 40 - 70 cm : très nombreuses taches rouges anastomosées très dominantes sur un fond rouge clair et des pores tubulaires ocre, avec des plages blanchâtres représentant des feldspaths altérés ; altération d'un granite à grains grossiers riche en quartz, ferruginisé ; on y distingue de gros cristaux de feldspaths altérés ; cohésion très forte.

Le matériau d'altération de granite est très riche en fer : 10 % de fer total avec un rapport fer libre sur fer total très élevé (87 %). Le complexe absorbant faiblement acide (pH = 6,1) est proche de la saturation (V = 85 %).

Souvent le matériau ferruginisé ancien est en affleurement.

L'intérêt agronomique de ces sols est très faible à nul.

### C. 2. 2. Sols à hydromorphie ancienne et actuelle.

#### Exemple de morphologie : profil V S 54.

Situation : Sur la piste de SAWANA à TOGOM, à 5 km de SAWANA. Plaine à aspect hydromorphe en surface. Affleurements de cuirasse au km 5,5 ; aspect hydromorphe en surface.

Végétation : Savane parc à Butyrospermum Parkii, avec Vauhinia sp. nombreux dans la strate arbustive.

#### Description :

- 0 - 20 cm : Gris beige à petites taches ocre mal délimitées peu nombreuses, gravelo-sablo-argileux ; structure non développée ; cohésion forte ; porosité faible, repose sur lit plus graveleux à cohésion faible incluant des cailloux de quartz marquant la discontinuité avec le matériau sous-jacent.
- 20 - 63 cm : Gris blanc très intensément concrétionné à très nombreuses grosses concrétions ferrugineuses et manganifères à cassure brun rouille à brun noirâtre foncé sur les bords, ou rouges sur les bords et noires au centre, irrégulières ; très caverneux ; avec de nombreuses poches sans cohésion , on y distingue de nombreux graviers de quartz ; cohésion d'ensemble moyenne ; sorte de carapace peu cohérente et caverneuse.
- 63 - 97 cm : Beige très clair à très nombreuses et grandes taches rouges parfois noires au centre ; essentiellement graveleux à terre fine argileuse ; plus durci à cohésion d'ensemble moyennes à forte mais à débit encore particulière ; un peu caverneux.
- 97 - 132 cm : Beige très clair à grandes taches rouges, nombreuses, anastomosées ; gravelo-argileux ; cohésion d'ensemble forte ; quelques taches noires.

L'intérêt agronomique de ces sols est faible ou nul.

CHAPITRE III.

ETUDE MONOGRAPHIQUE DES UNITES CARTOGRAPHIQUES.

CHAPITRE III.

ETUDE MONOGRAPHIQUE DES UNITES CARTOGRAPHIQUES.

Note importante.

Cette étude sera très succincte. Il s'agit de donner rapidement la physionomie et la valeur agronomique des principales unités cartographiques.

Elle sera surtout consacrée aux unités complexes présentant une extension suffisante ou un intérêt agronomique notable. Pour les unités pures, on se reportera le plus souvent à l'étude de la famille de sols correspondante.

Cependant, j'insiste encore ici sur l'impossibilité et le danger de vouloir transformer une carte au 1/500.000 en carte d'utilisation des sols au sens où le comprend l'agronome ou les divers utilisateurs du sol.

Elle ne peut servir qu'à jeter les grandes bases de l'aménagement du territoire.

UNITE 1 :

Elle est constituée de cuirasse nue mais aussi, souvent, de sols squelettiques sur cuirasses (voir les lithosols sur cuirasses).

UNITE 2 :

Aux sols cartographiés, il faut ajouter des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argileux sableux parfois gravillonnaire en profondeur.

Le paysage est constitué par une plaine d'où émergent quelques collines cuirassées. La plaine de piémont de ces collines est constituée de sols vertiques (Vertisols et Vertisols à recouvrement) ou de sols à pseudogley hérité sur matériau argilo-sableux bigarré à hydromorphie actuelle

(type profil V L 39) qui peuvent avoir un aspect un peu gravillonnaire en surface.

Les zones gravillonnaires en surface peuvent signaler aussi des sols à pseudogley hérité de la même famille, mais à pseudogley ancien.

Les zones cuirassées se signalent par des croupes gravillonnaires à quelques blocs de cuirasse ou par des zones planes non gravillonnaires à quelques blocs de cuirasse, ou par des zones planes à épandage de pierres de cuirasse.

Les sols gravillonnaires sont souvent du type à recouvrements non ou peu gravillonnaires en surface et se distinguant mal des autres types de sols.

Sols à pseudogley hérité, sols gravillonnaires et sols ferrugineux remaniés se distinguent mal les uns des autres en surface, mais ces trois types de sols ont dans l'ensemble les mêmes possibilités d'utilisation.

Cette unité a donc une valeur agronomique assez moyenne.

### UNITE 3 :

Cette unité comprend essentiellement des lithosols sur cuirasse, en larges zones planes bowalisées, jonchées de pierres ou (et) à recouvrement squelettique limono-argileux à Loudetia, parfois en larges dalles cuirassées nues, souvent à recouvrement squelettiques gravillonnaires, avec dans les zones où le colmatage est plus profond, des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse.

La valeur agronomique de cette unité est très faible à cause de la faible proportion des sols ferrugineux tropicaux qui seuls présentent un intérêt agronomique.

### UNITE 4 :

Cette unité a une extension très faible et une valeur agronomique très faible, de part l'hétérogénéité des sols et la difficulté de localiser les sols peu évolués hydromorphes sur argile vertique à recouvrement gravillonnaire, et dont les matériaux gravillonnaires de recouvrement sont parfois trop grossiers et d'une fertilité très faible.

UNITE 5 :

Cette unité a aussi une extension très faible, elle est limitée à une petite plage dans la région sud de WAYEN.

Elle est constituée par une plaine à pente très faible, où la différenciation des sols par examen stéréoscopique à partir du réseau d'observations est très difficile.

Les zones cuirassées sont, soit gravillonnaires en surface et plus ou moins jonchées de pierres et blocs de cuirasse, avec cuirasse nue souvent affleurante par plages, soit moins apparentes, à aspect de zones de colmatage, avec réseau de fines fentes de retrait en surface mais avec aussi quelques affleurements sporadiques de cuirasse, quelques blocs ou pierres de cuirasse, et une végétation constituée par une savane très boisée où abondent *Detarium microcarpum* avec *Butyrospermum Parkii*, *Acacia senegal*, *Anogeissus leiocarpus*.

Les sols peu évolués hydromorphes sur argile vertique à recouvrement gravillonnaire s'apparentent plutôt ici, le plus souvent, aux sols peu évolués hydromorphes faciès brun eutrophe sur matériau gravillonnaire à recouvrement argilieux auxquels on se référera donc pour la morphologie et la fertilité.

Ils ont une couleur brunâtre en surface avec un réseau de fines fentes de retrait, des termitières brunâtres, ce qui les distingue de zones cuirassées où les termitières sont ocre.

Ils portent aussi une savane arborée à *Anogeissus leiocarpus* avec *Bombax costatum*, *Combretum sp.*, *Acacia gourmensis*, *Acacia seyal*.

Dans la partie méridionale de l'unité où le relief est plus "chahuté", avec de nombreuses buttes ou collines cuirassées, ils se localisent souvent dans les plaines de piémont des reliefs cuirassés.

Les sols à pseudogley structurés ont des caractéristiques variées :

- tantôt elles sont assez semblables à celles des séries de BOULSA (avec profil profond ou reposant vers 60 - 70 cm sur un niveau gravillonnaire ou une cuirasse).

- tantôt elles se rapprochent plutôt de celles de séries de NOBERE avec une tendance brun eutrophe très nette se traduisant par une couleur plus foncée en surface (brun gris foncé), brune dans les horizons intermédiaires et jaune brun en profondeur. Le profil peut reposer vers 1 m de profondeur sur une argile vertique. On a alors dans ces zones, un passage dans les thalwegs à un faciès Vertisol hydromorphe avec quelques effondrements.

La végétation est une savane arborée à *Acacia gourmensis* arborescents, *Bombax costatum*, *Combretum micranthum*, ou à *Anogeissus leiocarpus*, *Bombax costatum*, *Acacia senegal*...

Ces sols à pseudogley structurés ont donc une fertilité supérieure ou égale à celle des séries de BOULSA.

La valeur agricole de cette unité est donc moyenne, les sols associés aux cuirasses présentant un assez bon potentiel de fertilité et une représentativité notable.

#### UNITE 6 :

Cette unité est très bien représentée dans le quart sud-est du secteur étudié. Cependant elle existe par plages non cartographiables dans l'ensemble du secteur.

La valeur agronomique est très faible.

Cependant les collines de granites intrusifs de la région de SONGO (PO) sont cultivées.

#### UNITE 7 :

Cette unité est localisée dans les régions de granites pegmatitiques ou de pegmatites.

Elle a un intérêt agronomique faible ou nul.

UNITE 8 :

L'extension de cette unité est très faible. Elle est limitée à quelques petites plages le long de la Volta Rouge dans le centre-sud du secteur, deux plages dans le quart sud-ouest et une plage dans le centre-est à la limite du secteur.

La valeur agricole est faible à cause de la proportion de lithosols sans intérêt agronomique.

UNITE 9 :

Elle a une extension très faible. Les affleurements de granite y sont souvent à ras de terre. Les Vertisols y sont à recouvrements sableux. Dans la plage qui borde la Volta Rouge, ils sont à tendance halomorphe et les recouvrements peu épais sont en discontinuité sur le matériau vertique.

Elle présente un intérêt agronomique certain à cause des vertisols associés.

UNITE 10 :

Dans la région de YUGA, les lithosols sont constitués soit par des buttes ou des collines caillouteuses et pierreuses en surface, avec parfois de longues pentes sableuses constituées de sols squelettiques peu évolués hydromorphes sableux et caillouteux sur gneiss plus ou moins altérés, soit par des affleurements chaotiques de gneiss.

Les sols halomorphes se développent dans les plaines plus basses sableuses en surface, à affleurements sporadiques de granito-gneiss.

Il s'agit de sols halomorphes à horizons superficiels sableux plus épais et différenciés en deux horizons.

Par la faible proportion des sols halomorphes et l'intérêt agronomique faible des sols squelettiques sur granito-gneiss, cette unité a un intérêt agronomique faible dans la région de YUGA.

Dans la région de NIARBA, il s'agit plutôt de sols halomorphes à horizons superficiels peu épais. Les lithosols affleurent sous forme de buttes lithosoliques, d'affleurements à ras de terre à recouvrements squelettiques sableux, d'affleurements par blocs et boules épars parsemant les

sols halomorphes ce qui complique les problèmes du labour nécessaire à l'utilisation de ces sols.

L'intérêt agronomique de cette unité dans cette région dépend de la possibilité de mise en valeur des sols halomorphes.

UNITE 11 :

Elle groupe les lithosols de natures indifférenciées. Elle a une extension négligeable et un intérêt agronomique nul.

UNITE 12 :

Se reporter à l'étude des régosols sur schistes.

UNITE 13 :

Cette unité a une grande extension dans toute la partie Nord et plus particulièrement dans la partie Ouest.

Elle est constituée par la cuirasse du moyen glaciaire, plus ou moins démantelée en surface et recouverte par des matériaux de textures et d'épaisseurs variables (0 à 30 cm le plus souvent) : sableux à argileux, sablo à argilo-gravillonnaires et souvent gravillonnaires.

Le paysage est constitué par une plaine aux pentes très faibles, où les processus de recouvrement rendent très difficile la reconnaissance par des critères externes, des sols très squelettiques sur cuirasse.

Parfois cependant, les lithosols forment des étendues bowalisées, jonchées de pierres et de blocs de cuirasse ou constituées par la dalle de cuirasse nue, massive, à induration très forte. Parfois aussi, ils sont très gravillonnaires en surface avec des blocs de cuirasse plus ou moins nombreux et se distinguent alors mal des sols gravillonnaires plus profonds.

Ces derniers peuvent être localisés dans les parties inférieures des pentes, ou après les ruptures de pente : on a alors des pentes gravillonnaires à quelques blocs de cuirasse. Ils peuvent occuper les bas de pente à la place des sols ferrugineux tropicaux.

En conclusion, la répartition des sols est très complexe. Les séries squelettiques servent souvent à la culture dans des conditions

médiocres et aléatoires. Leur intérêt agronomique apparaît faible. Cependant il faut signaler que les méthodes de culture n'y sont pas encore optimum. L'épaisseur de sol arable déjà faible, n'est pas entièrement explorée par les racines à cause d'un ameublissement seulement très superficiel, et c'est là le premier facteur limitant des rendements et qui accuse encore plus les aléas climatiques.

On ne peut rejeter cette unité en bloc. Il faut y délimiter des périmètres de sols suffisamment profonds (40 cm de profondeur ou plus) et les cultiver rationnellement. Il semble que de telles épaisseurs de sols puissent être suffisantes si elles étaient entièrement explorées par les racines.

Cependant ces sols ne rentabiliseront qu'assez faiblement les différents investissements que l'on peut y faire.

La valeur agronomique de l'unité est assez faible.

#### UNITE 14 :

Elle ne diffère de l'unité 40, que par la proportion plus grande de sols gravillonnaires.

Potentiel agronomique moyen.

#### UNITE 15 :

Cette unité n'a pas la même physionomie dans les différentes régions où elle a été cartographiée.

Dans la région de ZOAGA, les sols halomorphes forment de larges et molles ondulations à longues pentes de 1 à 2 %, sableuses en surface. Les sols gravillonnaires forment des croupes sablo-gravillonnaires ou gravillonnaires en surface avec quelques blocs de cuirasse, ou des zones planes très gravillonnaires en surface.

Dans la région de KAMPALA, les sols halomorphes forment un paysage très mal drainé en surface avec de nombreux et larges affleurements de granite à ras de terre. Les sols gravillonnaires en fait associés à des lithosols sur cuirasse ferrugineuse forment des zones planes gravillonnaires en surface avec des blocs de cuirasse plus ou moins nombreux.

Dans la région d'IBOGO, le paysage est constitué par une plaine aux pentes très faibles, où les sols halomorphes sont caractérisés par un aspect hydromorphe à très hydromorphe de la surface du sol, avec des affleurements de granite plus ou moins nombreux. Les sols gravillonnaires sont souvent à recouvrements et sont associés à des lithosols sur cuirasse ferrugineuse.

L'intérêt agronomique de cette unité est faible dans les régions de KAMPALA et d'IBOGO.

Dans la région de ZOAGA, il est assez faible, les sols halomorphes y sont utilisés pour la culture du sorgho sur buttes.

UNITE 16 :

Se reporter à l'étude des sols peu évolués hydromorphes sur matériau sableux à niveau grossier reposant sur granite.

UNITE 17 :

Son extension est faible. Elle est constituée de sols à caractéristiques hétérogènes (cf étude des sols peu évolués hydromorphes sur argile vertique à recouvrement gravillonnaire), donc à intérêt agronomique faible.

UNITE 18 :

Unité à extension très faible, où les vertisols sont très souvent à recouvrements. Les caractéristiques sont très hétérogènes dans la région de SAWANA.

L'intérêt agronomique des sols peu évolués hydromorphes sur argile vertique à recouvrement gravillonnaire est faible dans cette unité.

Valeur agronomique faible dans la région de SAWANA, moyenne dans la région de PASSOTENGA-TANDARA.

UNITE 19 :

Son extension est faible. Les sols peu évolués sont associés à des affleurements de granite et parfois à des vertisols halomorphes qui ont en fait les mêmes possibilités d'utilisation (cf. étude des vertisols halomorphes).

Valeur agronomique actuelle moyenne. Potentiel agronomique assez bon moyennant les améliorations préconisées.

UNITE 20 :

Unité à extension faible, limitée aux régions de LIMNOGHIN et WAYEN. Pour les critères externes de différenciation des sols, on se reportera à l'étude des sols peu évolués hydromorphes bruns eutrophes sur matériau gravillonnaire à recouvrement argileux.

On y trouve, associés, les lithosols sur cuirasse ferrugineuse qui n'ont pas été cartographiés.

Potentiel agronomique assez bon moyennant les améliorations proposées.

UNITE 21 :

Son extension est très faible, mais son potentiel de fertilité élevé. Elle n'a pas été cartographiée partout où elle existe, mais sa reconnaissance par des critères externes est souvent très facile.

En l'absence de possibilité d'irrigation et de cultures de décrue, sa vocation reste rizicole.

UNITE 22 :

Elle n'acquiert de l'extension que sur la feuille de TENKODOGO où elle occupe des superficies importantes.

Sur la feuille de OUAGADOUGOU, on n'en trouve que quelques petites plages, ainsi que sur celle de BOULSA, où elles n'ont pas été cartographiées (notamment route BOULSA-BOGANDE km 51, route de BOULSA-KOUELA km 46 à 47).

Vertisols typiques et vertisols à recouvrements sont étroitement associés, avec fréquemment des affleurements de granite. On y trouve aussi quelques plages de sols gravillonnaires.

Unité sous-exploitée actuellement mais à potentiel agricole élevé.

UNITE 23 :

Son extension est moyenne (régions de NOBERE et de BENTENGA).

Les sols à pseudogley structurés sont essentiellement constitués par les sols des séries de NOBERE. On se référera à l'étude des sols à pseudogley structurés sur matériau argileux d'origine diverse, pour les critères externes de reconnaissance des sols associés.

La répartition des sols est très hétérogène dans cette unité et en diminue la valeur agronomique. Cependant, les vertisols lithomorphes, les vertisols hydromorphes, les sols à pseudogley structurés méritent d'être délimités et mis en valeur.

UNITE 24 :

Unité à extension moyenne limitée à la région de ZAM-MANKARAGA.

Les sols halomorphes appartiennent au type à recouvrements superficiels peu épais. (ou d'épaisseur nulle).

Dans la partie Nord, les vertisols sont souvent moyennement typés, à structure large et non facilement reconnaissables en surface.

Dans la partie Sud, vertisols à recouvrements et vertisols typiques sont associés et se distinguent souvent par une végétation constituée par une savane arbustive à Acacia seyal.

Les colmatages de bas-fonds sont souvent évolués en vertisols hydromorphes (type sols de la plaine de MOKTEDO) ou en sols bruns eutrophes plus ou moins hydromorphes à fertilité équivalente à celle des vertisols.

Valeur agronomique actuelle moyenne à faible. Potentiel agronomique assez élevé.

UNITE 25 :

Cette unité a une grande extension dans l'extrême Sud-Est du secteur, dans la région de OUAREGOU et au nord de TENKODOGO.

On se réfèrera à l'étude des vertisols halomorphes pour les critères externes de reconnaissance des sols associés.

Valeur agricole actuelle moyenne à faible. Potentiel agricole assez bon moyennant les améliorations proposées.

UNITE 26 :

Unité à extension faible , mêmes remarques que pour l'unité 19. Les vertisols associés sont des vertisols à recouvrements.

UNITE 27 :

Unité à extension faible (région de KOUPELA). Pour les critères externes de reconnaissance des sols associés, on se reportera à l'étude des sols peu évolués hydromorphes sur matériau polyphasé argilo-graveleux et graveleux dérivé de granite.

Les seuls sols qui y présentent un intérêt agronomique sont, les sols halomorphes et aussi des sols peu évolués hydromorphes sur matériau argilo-sableux dérivé de granite (qui n'ont pas été cartographiés).

UNITE 28 :

Unité à extension très faible limitée à quelques petites plages dans l'extrême Nord, mais à valeur agronomique très bonne.

UNITE 29 :

Unité à extension relativement importante, disséminée dans le secteur. Pour la différenciation entre vertisols et sols bruns eutrophes, d'après des critères externes, on se reportera à l'étude des sols bruns eutrophes.

La valeur agronomique actuelle est assez bonne, son potentiel agronomique est élevé.

UNITE 30 :

Elle est assez identique à la précédente mais son extension est plus faible.

UNITE 31 :

La morphologie des sols y est plus hétérogène. Sols bruns eutro- phes et vertisols y sont associés tantôt à d'assez nombreuses petites buttes caillouteuses quartzitiques blanches, tantôt à des sols halomorphes (à recouvrements peu épais ou d'épaisseur nulle).

Son potentiel de fertilité est assez élevé.

UNITE 32 :

Son extension est très limitée. Sa valeur agronomique actuelle est faible, son relèvement est lié à la possibilité d'amélioration des sols halomorphes.

UNITE 33 :

Elle est assez identique à l'unité 31 au point de vue hétérogénéité des caractères morphologiques des sols et au point valeur agricole.

UNITE 34 :

Elle est négligeable de part sa très faible extension. Les ver- tisols y sont à recouvrements sableux. Son potentiel agronomique est assez bon.

UNITE 35 :

La répartition des sols y est hétérogène et en diminue la valeur agricole. Par ailleurs son extension est très faible.

UNITE 36 :

La valeur agricole est bonne, mais son extension très faible la rend négligeable.

UNITE 37 :

La valeur agricole est bonne, mais son extension très faible.

UNITE 38 :

Se reporter à l'étude des sols ferrugineux tropicaux peu lessivés sur sables fins argileux. Son extension est très faible.

UNITE 39 :

Unité à extension faible et à valeur agronomique variable selon les séries de sols (se reporter à l'étude des sols ferrugineux lessivés ou appauvris sur matériau colluvio-alluvial sablo-argileux à argilo-sableux.

UNITE 40 :

Elle est localisée sur les colmatages de bas de pente le long des thalwegs qui drainent l'unité 13.

Les sols gravillonnaires appartiennent généralement aux séries à horizons gravillonnaires recouverts par des matériaux à textures diverses. Ils peuvent avoir souvent les mêmes utilisations que les sols ferrugineux tropicaux associés.

Si la valeur agronomique actuelle de l'unité est moyenne à faible, on peut cependant l'élever à un niveau assez bon grâce à des investissements appropriés.

UNITE 41 :

Unité à grande extension, couvrant près des deux tiers de la feuille de BOULSA.

La description a été faite lors de l'étude des sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux parfois gravillonnaires et parfois calcaires en profondeur (localisation et critères externes de reconnaissance).

La valeur agronomique actuelle est assez faible.

Son potentiel agronomique est moyen à assez bon.

UNITE 42 :

Unité à extension très faible, à valeur agronomique actuelle et à potentiel agronomique faibles.

UNITE 43 :

Unité à extension moyenne. Les sols halomorphes appartiennent le plus souvent aux séries à horizons superficiels sableux épais et différenciés en deux horizons. Leur aspect superficiel est souvent très hydromorphe.

Dans la région de WAYEN, les affleurements de granite sont très nombreux et étroitement associés aux sols halomorphes, ce qui limite beaucoup les possibilités de labour et rend la valeur agronomique de l'unité faible dans cette région.

Dans la région de ZABRE, une partie des sols halomorphes s'individualisent dans les plaines qui bordent les thalwegs, ils sont alors d'une mise en valeur plus facile ; la valeur agricole actuelle de l'unité est faible dans cette région, mais son potentiel agricole est moyen.

UNITE 44 :

Les sols halomorphes, souvent du type à horizons superficiels sableux peu épais (ou d'épaisseur nulle), se distinguent par un aspect hydromorphe en surface, une végétation maigre dont les espèces spécifiques dans cette région sont : *Bombax costatum*; *Sterculia setigera* , *Balanites aegyptiaca* (végétation xérophile) avec les espèces qu'on retrouve aussi dans les vertisols : *Acacia gourmensis*, *Pourpartia birrea* ; la strate herbacée à *Centium elegans*, *Loudetia togoensis*, laisse de larges plages nues d'aspect aride et ingrat.

Les affleurements de granite associés ont lieu par plages sous forme de blocs ou d'affleurements à ras de terre, ou par buttes chaotiques plus ou moins importantes.

On trouve aussi dans cette zone de petites croupes gravillonnaires et cuirassées.

Les vertisols forment des zones planes ou de larges et molles ondulations, à épandage de cailloux de quartz en surface pour les vertisols typiques.

Les vertisols à recouvrements n'ont pas de caractères spécifiques permettant de les reconnaître en surface.

La valeur agronomique actuelle de l'unité est faible. On peut dans l'immédiat délimiter et mettre en valeur les vertisols.

L'utilisation des sols halomorphes est liée à des problèmes d'amélioration impératifs de la fertilité physique.

Potentiel agronomique assez bon si on peut mettre en valeur les sols halomorphes.

#### UNITE 45 :

Cette unité dispersée dans tout le secteur le long des axes de drainage n'a pas été toujours cartographiée pour des raisons de représentation à l'échelle de la carte et surtout à cause de l'irrégularité de son existence le long d'un même thalweg.

Elle n'a été représentée pratiquement que le long des Voltas.

Dans le Sud, les sols peu évolués hydromorphes sur matériaux alluviaux sablo-limoneux à limoneux ont une bonne valeur agricole et sont à rechercher.

Le long de certains petits affluents, il existe dans cette même région, des sols peu évolués hydromorphes sur alluvions sableuses qui ont une très bonne valeur agricole et conviennent aux mêmes spéculations, notamment aux spéculations fruitières.

Les sols hydromorphes à pseudogley sont à rechercher et à aménager pour la riziculture.

#### UNITES 46 et 47 :

Leur valeur agricole est limitée actuellement par une fertilité physique médiocre ou mauvaise. Leur potentiel agricole est assez bon à bon moyennant les investissements préconisés.

On peut penser à l'irrigation pour les séries qui bordent la Volta Noire.

UNITE 48 :

Son extension est faible et limitée à l'extrême Nord. Les sols bruns eutrophes se distinguent facilement par leur couleur brune en surface.

Le potentiel agricole de l'unité est bon.

UNITE 49 :

Elle est négligeable de part son extension très faible.

La valeur agronomique actuelle est faible.

UNITE 50 :

Unité à grande extension couvrant ce qu'on appelle le Plateau Mossi dans le secteur étudié, donc d'un intérêt social de premier plan.

Elle est caractérisée par une très forte hétérogénéité dans la répartition des sols.

Le paysage est une vaste plaine aux longues pentes très faibles de l'ordre de 1 %.

Les sols ferrugineux tropicaux se localisent normalement en bas de pente dans les colmatages qui bordent les thalwegs, mais ils sont assez souvent inconstants dans cette position où la cuirasse ou les sols à pseudogley hérité sur matériau argilo-sableux bigarré peuvent les remplacer. De très longues pentes se terminant sur des axes de drainage importants sont parfois entièrement constituées par les sols à pseudogley hérité sur matériau argilo-sableux bigarré, jusqu'aux bords du thalweg.

Les lithosols sur cuirasse sont le plus souvent à recouvrements sableux ou (et) gravillonnaires avec des passages aux sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire.

Les sols à pseudogley hérité sont du type à pseudogley essentiellement ancien à squelette ferrugineux durci ou meuble, avec passages sporadiques à des pseudogley à hydromorphie actuelle.

Cette grande hétérogénéité dans la répartition des sols diminue la valeur agricole de cette unité.

Pour délimiter des périmètres homogènes, il faut établir des cartes à grande échelle (1/10.000 ou 1/5.000) en procédant à de nombreux sondages.

Les sols ferrugineux tropicaux ont une valeur agricole actuelle moyenne à assez faible.

Les sols squelettiques, sur cuirasses ou sur matériau argilo-sableux bigarré à squelette ferrugineux durci, sont cultivés dans des conditions médiocres, avec des rendements aléatoires principalement à cause du déficit d'alimentation en eau des plantes. Tous les investissements faits sur ces sols seront difficilement rentabilisés pour cette raison. Mais il semble que dans l'état actuel des pratiques culturales, il y ait des progrès à réaliser dans ce domaine avant de condamner trop sévèrement et trop définitivement ces sols. Les observations que j'ai pu faire, montrent constamment que la faible épaisseur de sol existante n'est pas entièrement exploitée par les racines, à cause de l'absence de labour ou à cause d'un labour trop superficiel. Cette pratique fait vivre la plante dans un horizon superficiel de 15 cm environ ou moins, plus meuble et soumis à une dessiccation rapide à cause de sa discontinuité de propriétés physiques avec le reste du profil de sol.

Des essais devraient être faits pour déterminer la profondeur minima de sol nécessaire sous ces climats avec des façons culturales appropriées.

La valeur agricole actuelle de l'unité est faible et surtout aléatoire.

Le potentiel agricole moyen à assez faible semble-t-il, reste à déterminer.

#### UNITE 51 :

Elle se distingue de la précédente par un démantèlement plus poussé de la cuirasse, donnant des sols gravillonnaires dont il est difficile, à cette échelle, d'apprécier les variations d'épaisseur et de texture qui conditionnent leurs possibilités d'utilisation.

Valeur agronomique identique à celle de l'unité précédente.

UNITE 52 :

C'est aussi une unité à grande extension. Elle se distingue de l'unité 50 par une plus faible représentativité des cuirasses, mais le matériau argilo-sableux bigarré est souvent durci en véritable carapace. Le paysage est identique.

Les sols ferrugineux tropicaux remaniés sont souvent localisés sur les colmatages de bas de pente, mais leur répartition est hétérogène, on peut les trouver à mi-pente et même vers le haut de pente.

A l'inverse, des pentes entières peuvent être constituées par les sols à pseudogley hérité sur matériau argilo-sableux bigarré qui ne se différencient des sols ferrugineux tropicaux remaniés que par une épaisseur plus grande des recouvrements au dessus du matériau argilo-sableux bigarré.

Pour les sols à pseudogley hérité, il s'agit principalement de sols à hydromorphie essentiellement ancienne. Ils peuvent être cultivés, mais leur vocation reste la forêt classée.

Les sols ferrugineux tropicaux remaniés sont utilisés pour la culture de l'igname notamment dans la région de LEO.

La valeur agronomique de l'unité est faible, sa vocation doit rester forestière.

UNITES 53 et 54 :

Leur extension est très faible, leur valeur agricole actuelle et leur potentiel agricole sont très faibles.

CHAPITRE IV.

C O N C L U S I O N S

### CONCLUSIONS.

Cette carte au 1/500.000 est un document indispensable pour jeter les grandes bases de l'aménagement du territoire. A cet égard, en ce qui concerne le Secteur Centre-Sud, on peut distinguer trois régions :

1 - La moitié Nord, très peuplée, mais constituée principalement d'unités cartographiques à valeur agricole faible. La politique de mise en valeur de cette région doit :

a) assurer l'exploitation intensive des unités à faible extension mais à valeur agricole élevée qui la parsèment;

b) appliquer les mesures de relèvement de la fertilité préconisées pour les unités cartographiques à potentiel agronomique au moins moyen;

c) apprécier expérimentalement, dans les sols squelettiques des unités cartographiques n° 13, 50 et 51, la profondeur minima de terre arable capable de rentabiliser les investissements engrais et labours qu'ils nécessitent.

2 - Le quart Sud-Ouest, à faible densité de population constituée principalement de sols à maintenir sous forêt.

3 - Le quart Sud-Est, inhabité ou sous peuplé en de nombreux endroits, et qui est constitué pour une assez grande partie de sols à potentiel agricole bon ou élevé.

De tout le secteur étudié, c'est la région à plus fort potentiel agricole. Il faut donc envisager son occupation et son exploitation intensives. Mais il faudra parfois y réaliser auparavant un assainissement, notamment en ce qui concerne les abords des Voltas.

Cela supposera des déplacements de populations. Il ne semble pas que ce problème soit insurmontable. En effet, d'ai déjà rencontré, dans la région de KOULOUGOUNGOU, des migrants en provenance de la zone Nord, attirés par la fertilité naturelle plus grande des terres.

Des nombreux résultats analytiques et observations morphologiques concernant le secteur étudié, il ressort, que, d'une façon générale :

a) l'exploitation rationnelle des terres passe d'abord par un problème d'ameublissement qui conditionne la profondeur de pénétration des racines, donc l'alimentation en eau de la plante et par voie de conséquence, la rentabilisation des engrais.

Les observations que j'ai pu faire montre que même dans les champs dits labourés, la profondeur totale de pénétration des racines est faible, de l'ordre de 15 à 25 cm pour le cotonnier. Les racines du cotonnier sont traumatisées après la zone labourée, elles forment des noeuds et se mettent plus ou moins en forme de tire-bouchon, à partir de 10 cm de profondeur environ. Dans la zone superficielle labourée, il se développe un système racinaire traçant, pour une plante à pivot comme le cotonnier.

Pour le sorgho, j'ai pu observer, dans un champ pouvant être considéré comme pilote, les racines de la couronne inférieure, incapables de pénétrer la zone non labourée à moins de 7 cm de profondeur, remonter vers la surface, tandis que celles de la couronne supérieure qui ont bénéficié du buttage s'enfoncent dans la zone ameublie en se tortillant cependant...

On comprend que, dans ces conditions, les plantes vivent sur la couche superficielle de sol soumise à l'évaporation et sont sensibles au flétrissement temporaire qui doit être un facteur important de la diminution du taux de rentabilité des engrais, et de la diminution des rendements.

Le labour représente donc le facteur limitant de la rentabilité de tous les autres investissements.

Les labours trop superficiels sont à déconseiller. Ils font vivre la plante sur une couche superficielle meuble mais soumise à une dessiccation encore plus intense, à cause de la discontinuité de ses propriétés physiques avec celles du reste du sol, jointe à sa faible épaisseur. Il faudra donc des ameublissements suffisamment profonds et par conséquent assez coûteux. A cet égard apparaît l'intérêt des sols finement structurés en surface (certains vertisols, sols bruns eutrophes notamment et de façon constante les sols bruns eutrophes situés sur les pentes des collines birrimiennes, les sols hydromorphes à pseudogley structurés).

Mais la plupart des sols ont une stabilité structurale médiocre ou mauvaise. Il faut donc l'améliorer pour rentabiliser une opération aussi coûteuse qu'un labour profond, par des enfouissements de matière organique décomposée du type fumier.

Comme cela est difficilement réalisable dans l'état actuel des choses, on peut penser à un labour de fin de cycle, avec enfouissement de matière verte (sole de régénération selon la technique du C R A de BAMBEY, 1964).

b) le deuxième investissement nécessaire est la fumure minérale. On possède à cet égard des données expérimentales constituées par les travaux de l'I R A T en Haute-Volta (DUMONT et DUPONT de DINECHIN 1967 ; DUPONT de DINECHIN 1967).

L'interprétation des résultats analytiques concernant les quelques 1.200 échantillons prélevés (périmètre des "Bassins versants des Voltas Blanche et Rouge et périmètre du 1/500.000) complètent ces données et aboutissent à des conclusions assez identiques : l'azote et le phosphore sont souvent les facteurs limitants de la fertilité. J'ai déjà signalé dans "Reconnaissance pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge" que le potassium, bien que n'existant qu'en faibles quantités dans certains sols, ne semblait pas devoir constituer un facteur limitant de la fertilité (KALOGA 1964 - page 120).

Les teneurs en azote sont grosso-modo proportionnelles aux teneurs en matière organique qui, elles-mêmes, décroissent avec la durée d'occupation des terres et avec l'intensité de l'érosion.

Quant au phosphore, les teneurs sont aussi, en partie, liées à celles de la matière organique, mais elles dépendent surtout de la roche-mère.

A cet égard, deux catégories de sols se détachent des autres. Ce sont les sols du complexe d'altération montmorillonitique, dérivés de roches basiques ou neutres type andésites, amphibolites... (teneurs en phosphore moyennes à assez bonnes 0,4 à 0,5 ‰) et de gneiss amphibolitiques (teneurs en phosphore bonnes et parfois très bonnes en surface 0,6 ‰ à plus de 2 ‰, très bonnes en profondeur, 1 ‰ à plus de 2 ‰).

c) Le troisième investissement à réaliser est la lutte antiérosive, facteur essentiel, dans les conditions écologiques du secteur étudié, de l'amélioration et du maintien de la fertilité des sols.

La meilleure formule à appliquer est la terrasse de diversion. Mais son coût est élevé et sa réalisation en conséquence aléatoire et assez souvent difficilement rentabilisable.

Il convient donc d'essayer d'adopter dans l'immédiat, les mesures antiérosives praticables dans le cadre de l'exploitation actuelle.

Avec les caractéristiques pluviométriques du secteur étudié, on ne peut songer aux billons isohypses cloisonnés que pour les sols perméables.

Le billon isohypse ouvert présentera encore de sérieux risques d'engorgement nuisibles aux plantes qui y sont sensibles.

Il vaut mieux donner aux billons une certaine pente calculée pour une évacuation lente des eaux de ruissellement (c'est ce que j'ai appelé dans le texte billonnage étudié).

L'inconvénient de tels billons sera cependant la faible densité d'occupation du terrain.

BIBLIOGRAPHIE.

- AUBERT (G.) - 1962 - Classification des sols. Nouvelle Approximation, Gand, mai-juin 1962.
- AUBERT (G.) - 1963 - La classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride. Colloque CCTA sur la classification des sols des régions intertropicales, leurs corrélations et leurs interprétations ;  
Class-Soils (63) - 31 - Lovanium.
- AUBERT (G.) - 1964 - La classification des sols utilisée par les pédologues en zone tropicale ou aride -  
Sols Africains, 1964, IX, 1, 97 - 106.
- AUBERT (G.) - 1965 - Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la Section de Pédologie de l'O.R.S.T.O.M.  
Cahiers O.R.S.T.O.M. - Pédologie 1965, III, 3, 269-288.
- AUBERT (G.) et DUCHAUFOUR (P.) - 1956 - Projet de classification des Sols.  
C.R. VIè Congrès Int. Sc. Sol -  
Paris; 1956 - D, 597-604.
- AUBREVILLE (A.) - 1949 - Climats, forêts et désertification de l'Afrique  
Tropicale.  
Paris 1949 - Société d'Editions Géographiques  
Maritimes et Coloniales.
- BLONDEL (D.) - 1964 - Etude de l'Evolution du Profil Cultural sous une  
rotation quadriennale et de l'influence du travail  
du sol sur les cultures.  
Rapport ronéotypé, C R A de Bambey (Sénégal) oct. 1964.
- BONIFACE (M.) - 1959 - Contribution à l'Etude Géochimique de l'altération  
latéritique.  
Mémoires du Serv. Carte Géol. Als.Lor. n° 17, 1959.
- BRAMMER (H.) - Visit to Haute-Volta  
Kumasi, Département of Soil and Land-use Survey.
- C R A de Bambey - 1964 - Note sur le rôle et la nature de la sole de régé-  
nération dans la rotation ;  
Rapport ronéotypé - Fév. 1964.
- Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols - 1967 -  
Classification des Sols - Edition 1967.
- DABIN (B.) - 1961 - Les facteurs de fertilité des sols des régions tro-  
picales en culture irriguée.  
Bull. A.F.E.S. (8) ; 108-130 - Août 1961.

- DAVEAU (S.), LAMOTTE (M.), ROUGERIE (G.) - 1962 - Cuirasses et chaînes Birrimiennes en Haute-Volta - Annales de Géographie - LXXXI<sup>e</sup> année, 387, sept-oct., 460.
- DUCELLIER (J.) - 1963 - Contribution à l'étude des formations cristallines et métamorphiques du Centre et du Nord de la Haute-Volta - Mémoires du B R G M n° 10, 1963.
- DUMONT (C.) et DUPONT de DINECHIN (B.) - 1967 - La fumure phosphatée des cultures vivrières en Haute-Volta. Colloque sur la Fertilité des Sols Tropicaux - Tananarive - 19-25 Nov. 1967. I, 48, 639-656.
- DUPONT de DINECHIN (B.) - 1967 - La fumure potassique des cultures vivrières en Haute-Volta - Colloque sur la Fertilité des Sols Tropicaux - Tanarive, 19-25 Nov. 1967 - I, 50, 669 - 679.
- FOURNIER (F.) - 1958 - Etude de la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques - Thèse, Paris 1958.
- FURON (R.) - 1960 - Géologie de l'Afrique, Payot, Paris - 2<sup>e</sup>me édition.
- GASTUCHE (M.C.), FRIPIAT (J.J.), De KIMPE (C.) - 1962 - La genèse des minéraux argileux de la famille du kaolin. Genèse et synthèse des argiles. Colloques internationaux du C N R S, n° 105, Paris, 57 - 74.
- GREEN (H.) - 1948 - Using Salty Land - F A O Agr. studies, n° 3.
- HENIN (S.), FEODOROFF (A.), GRAS (R.), MONNIER (G.) - 1960 - Le profil cultural, Principes de Physique du Sol, Sété d'Edit. des Ing. Agricoles. Paris.
- KALOGA (B.) - 1961 a - Reconnaissance pédologique de la Haute Vallée du Niger, Mission Leynaud-Roblot - B D P A - Paris.
- KALOGA (B.) - 1961 b - Etude pédologique de diverses vallées et plaines de la République du Mali.  
Cuvette de Ségala (Niamina)  
Cuvette de Sourbasso.  
Rapports ronéotypés - Centre de Pédologie de Hann - oct. 1961.
- KALOGA (B.) - 1964 - Reconnaissance pédologique des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge.  
I. Etudes Pédologiques - Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR - Rapport ronéotypé.

- KALOGA (B.) - 1966 A - Etude pédologique des Bassins Versants des Voltas Blanche et Rouge en Haute-Volta.  
1ère partie, le milieu naturel. Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Pédol., vol. IV, 1, 1966.
- KALOGA (B.) - 1966 B - Etude pédologique des Bassins Versants des Voltas Blanche et Rouge en Haute-Volta.  
2ème partie : Les Vertisols → Cahiers O R S T O M, sér. Pédol., vol IV, 3, 1966.
- KALOGA (B.) - 1967 - Etude pédologique des Bassins Versants des Voltas Blanche et Rouge en Haute-Volta.  
3ème partie, les Sols associés aux Vertisols : Sols Bruns eutrophes et Sols Halomorphes.  
à paraître dans les Cahiers O R S T O M - sér. Pédol.
- KING (L.G.) - 1962 - Geomorphology of the earth -  
Oliver and Boyd, Edimbourg.
- LEFEVRE (F.) - 1955 - Les sols de la station I F A C du Palmier Dattier à Kankossa (Mauritanie) . II. L'eau et le sol, Ann. I F A C, 1955, n° 13.
- MAIGNIEN (R.) - 1963 - Les Sols Bruns eutrophes tropicaux - Sols Afr. vol. III, n° 3, sept-déc. 1963, p. 485.
- MICHEL (P.) - 1959 - L'évolution géomorphologique des bassins du Sénégal et de la Haute-Gambie.  
Les rapports avec la prospection minière. Rev. de Géom. Dyn., mai-déc., n° 5-6 à 11-12, p. 117-143.
- SABATIER (G.) - 1962 - Discussion de l'article Gastuche, Fripiat et de Kimpe - 1962.
- SAGATZKY (J.) - 1947 - Notice explicative des feuilles TENKODOGO-Est et TENKODOGO-Ouest.  
Serv. de Géologie et de Prospection Minière, Dakar.
- S.O.G.E.T.H.A. - 1963 - Etudes Générales d'Aménagements Régionaux.  
Cercles de Ziniaré, Kaya, Barsalogo.  
1er vol. rapport 1ère partie, le milieu naturel, 1er fascicule.
- U.S.D.A. - 1960 - Soil Survey - Soil Classification . A comprehensive system, 7th approximation, U.S.D.A., Washington, VI, 265 p.
- VIGNERON (J.) DESAUNETTES (J.R.) - 1958 - Etablissement d'un indice de compacité.  
Bull. A.F.E.S. n° 4, avril 1958.

VINK (A.P.A.) - 1963 - Aspect de Pédologie Appliquée.  
La Baconnière Edit., Neuchatel - Traduit de l'anglais  
par D.C. Schwaar.

VOGT (J.) - 1959 - Aspect de l'évolution morphologique récente de  
l'Ouest Africain.  
Ann. de Géogr., n° 367. mai-juin - p. 193-206.

## LÉGENDE PÉDOLOGIQUE

### SOLS MINÉRAUX BRUTS

#### SOLS MINÉRAUX D'ORIGINE NON CLIMATIQUE

#### SOLS BRUTS D'ÉROSION OU SQUELETTIQUES

#### LITHOSOLS

1 Sur cuirasses ferrugineuses

Association à :

2 Sols à pseudogley hêrité à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux bigarré et sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire

3 Sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau limono-argileux à argilo-sableux sur cuirasse

4 Sols peu évolués hydromorphes sur argile vertique à recouvrement gravillonnaire

5 Sols peu évolués hydromorphes sur argile vertique à recouvrement gravillonnaire et sols à pseudogley structuré sur matériau d'origine diverse

6 Sur granite

Association à :

7 Sols peu évolués hydromorphes sur matériau caillouteux (parfois gravillonnaire) dérivé de pegmatite

8 Sols à pseudogley hêrité à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux bigarré et sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur

9 Vertisols lithomorphes modaux

10 Sols halomorphes sur matériau argileux à argilo-sableux

11 Sur roches indifférenciées

#### REGOSOLS

12 Sur schistes

### SOLS PEU ÉVOLUÉS

#### SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE

#### SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION (ET D'APPORT)

#### SOLS PEU ÉVOLUÉS HYDROMORPHES

#### FACIES MODAL

13 Sur matériau gravillonnaire

Association à :

14 Lithosols sur cuirasses ferrugineuses

15 Sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris sur matériau argilo-sableux

16 Sols halomorphes sur matériau argileux à argilo-sableux

Sur matériau sableux à niveau grossier reposant sur granite

Association à lithosols sur granite

17 Sur argile vertique à recouvrement gravillonnaire

Association à :

18 Vertisols lithomorphes modaux

19 Sur matériau argilo-sableux dérivé de granites

#### FACIES BRUN EUTROPHE

Sur matériau gravillonnaire à recouvrement argileux

Association à :

20 Vertisols lithomorphes modaux

### VERTISOLS ET PARAVERTISOLS

#### VERTISOLS TOPOMORPHES

#### VERTISOLS NON GRUMOSOLIQUES

#### VERTISOLS MODAUX

21 Sur matériau argileux alluvial

#### VERTISOLS LITHOMORPHES

#### VERTISOLS NON GRUMOSOLIQUES

#### VERTISOLS MODAUX

22 Sur matériau argileux gonflant

Association à :

23 Sols à pseudogley structuré sur matériau argileux d'origine diverse et lithosols sur cuirasses ferrugineuses

24 Sols halomorphes sur matériau argileux à argilo-sableux et sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire

#### VERTISOLS HALOMORPHES

Sur matériau argileux gonflant dérivé de granites

Association à :

25 Vertisols lithomorphes modaux

26 Vertisols lithomorphes modaux et sols peu évolués hydromorphes sur matériau argilo-sableux dérivé de granites

27 Sols peu évolués hydromorphes sur matériau polyphasé graveleux et argilo-graveleux dérivé de granites et sur matériau gravillonnaire

### SOLS À MULL

#### SOLS À MULL DES PAYS TROPICAUX

#### SOLS BRUNS EUTROPHES

#### SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES

28 Sur matériau argileux parfois graveleux issu de roches basiques ou neutres

Association à :

29 Vertisols lithomorphes modaux et lithosols sur roches basiques ou neutres

30 Lithosols sur roches basiques ou neutres

Sur matériau argileux parfois graveleux dérivé de schistes

Association à :

31 Vertisols lithomorphes modaux

Sur matériau argileux issu de granites

Association à :

32 Sols halomorphes sur matériau argileux à argilo-sableux et sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire

33 Sur matériau argileux indifférencié

Association à :

34 Vertisols lithomorphes modaux

35 Vertisols lithomorphes modaux et sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire

36 Vertisols lithomorphes modaux et sols à pseudogley structuré sur matériau argileux d'origine diverse

37 Sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire

### SOLS À SESQUIOXYDES

#### SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

#### SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX NON OU PEU LESSIVÉS

#### SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVÉS

#### SOLS À DRAINAGE INTERNE RÉDUIT EN PROFONDEUR

38 Sur sables fins argileux

#### SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS OU APPAUVRIS

#### SOLS À TACHES ET CONCRÉTIONS

39 Sur matériau colluvio-alluvial, sablo-argileux à argilo-sableux

Sur matériau argilo-sableux

Association à sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire

#### SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX REMANIÉS

#### SOLS À TACHES ET CONCRÉTIONS

40 Sur matériau argilo-sableux parfois gravillonnaire et parfois calcaire en profondeur

Association à sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire et sols à pseudogley structuré sur matériau argileux d'origine diverse

41 Sur sables graveleux et argileux dérivés de granites à grains grossiers

#### SOLS HALOMORPHES

#### SOLS HALOMORPHES À STRUCTURE DÉGRADÉE

#### SOLS NON LESSIVÉS À ALCALIS

42 Sur matériau argileux à argilo-sableux

Association à :

43 Lithosols sur granite

44 Vertisols lithomorphes modaux et lithosols sur granite

### SOLS HYDROMORPHES

#### SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX

#### SOLS À PSEUDOGLEY

#### SOLS À TACHES ET CONCRÉTIONS

#### SOLS À PSEUDOGLEY MODAUX

45 Sur matériau alluviaux divers

Association à sols peu évolués hydromorphes sur matériaux alluviaux sablo-limoneux, à limoneux

#### SOLS À PSEUDOGLEY STRUCTURÉS

46 Sur matériau argileux à argilo-sableux, colluvio-alluvial

47 Sur matériau argileux issu de schistes

Association à :

48 Sols bruns eutrophes vertiques sur matériau argileux indifférenciés

49 Sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris sur matériau argilo-sableux

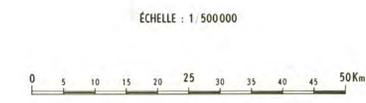
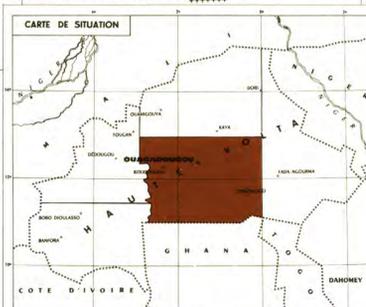
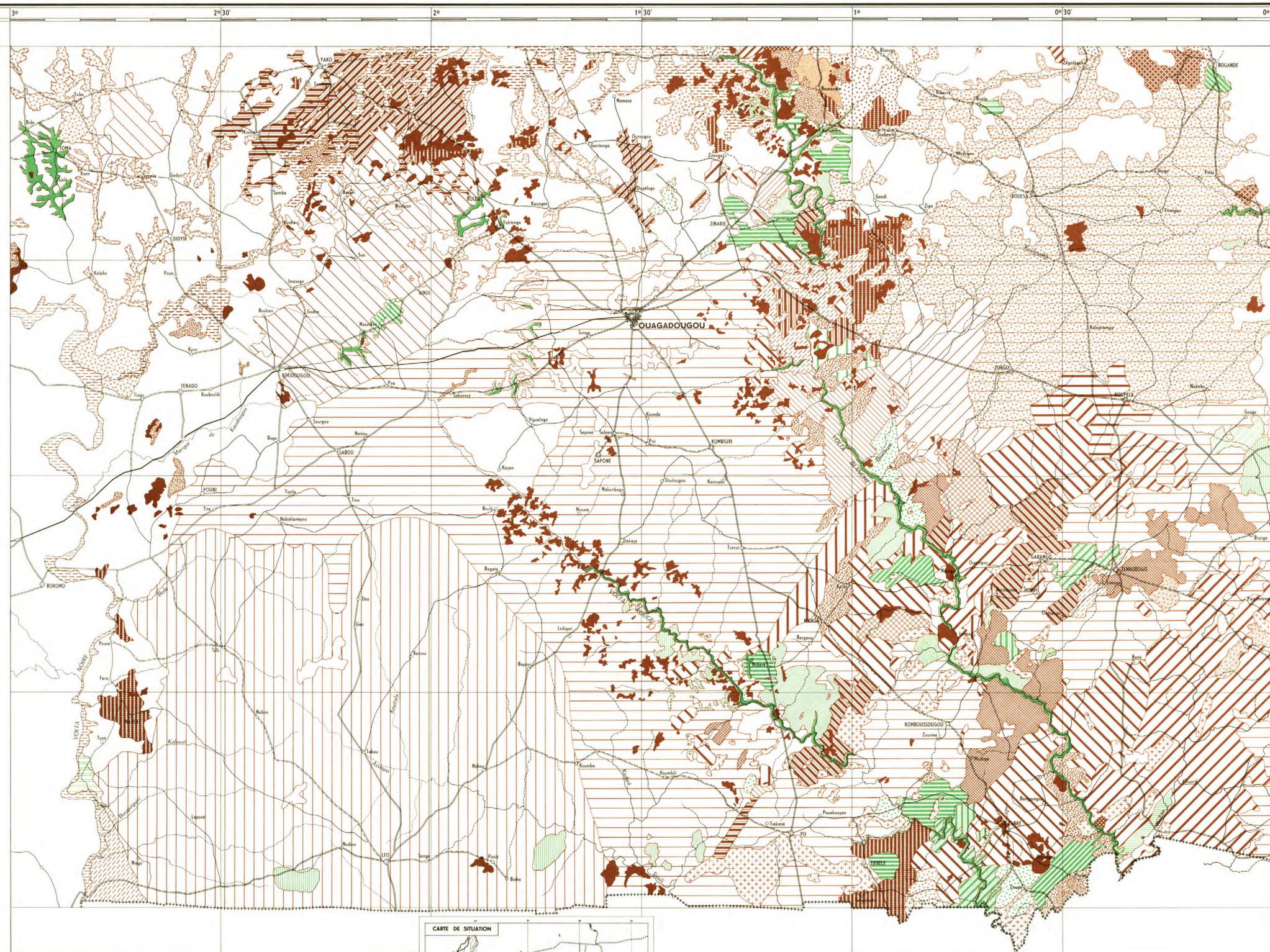
#### SOLS À PSEUDOGLEY HÉRITÉ

Sur matériau argilo-sableux bigarré

Association à :

50 Lithosols sur cuirasses ferrugineuses et sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur

51 Sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire et sols ferrugineux tropicaux remaniés sur matériau argilo-sableux en profondeur



Imprimé par l'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL - PARIS (ANNÉE 48 AFRIQUE OCCIDENTALE - DAKAR)

O. R. S. T. O. M.

*Direction générale :*

24, rue Bayard, PARIS 8<sup>e</sup>

*Service Central de Documentation :*

70-74, route d'Aulnay - 93 - BONDY

*Centre O.R.S.T.O.M. de Dakar-Hann :*

B. P. 1386 - DAKAR (Sénégal)