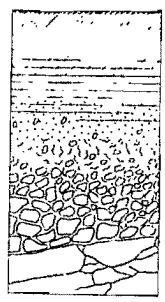
RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE NATIONALE
DIRECTION DU GÉNIE RURAL

N° de Convention O.R.S.T.O.M. : 6500-399
Date de parution du Rapport :

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DE LA HAUTE-VOLTA

RÉGION : OUEST-NORD

NOTICE
ET CARTE AU 1/500 000



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR-HANN

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA HAUTE-VOLTA

REGION OUEST NORD

Par

J-C. L E P R U N

&

R. M O R E A U

Pédologues O.R.S.T.O.M.

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

AVANT-PROPOS

L'étude pédologique au 1/500.000è de la Haute-Volta a fait l'objet d'une convention par entente directe passée entre le Gouvernement voltaïque et l'O.R.S.T.O.M. et portant les références suivantes :

Budget F.A.C. 1965
Convention 14/C/65/F
Projet 97/ORD/65/VI/F/IB
Marché n° 9.66 : DEV - T / HER

L'exécution des travaux en trois tranches a été confiée au centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR-HANN. Cette étude de la région Ouest-Nord s'intègre dans la deuxième tranche des travaux portant sur l'Ouest du pays.

Les travaux sur le terrain se sont déroulés comme suit :

Décembre 1967 : mission de reconnaissance par J-C. LEPRUN et R. MOREAU pédologues O.R.S.T.O.M.

Janvier-Février 1968 : prospection de la zone Sud Est par R. MOREAU avec la collaboration de C. HANRION agent technique.

Mars-Avril 1968 : prospection de la zone Nord par J-C. LEPRUN avec la collaboration de C. HANRION.
En même temps étude complémentaire de la photointerprétation de E. GUICHARD sur la zone Sud-Ouest par R. MOREAU avec la participation de P. MERCKY agent technique, en fin de mission.

Les analyses des échantillons de sol ont été effectuées au laboratoire des sols du Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR-HANN.

Le dessin définitif de la carte de la région Ouest-Nord dont ce rapport constitue la notice explicative a été exécuté par J-C POTTIER.

Le rapport est conçu de la manière suivante :

Première partie : Etude des éléments du milieu naturel qui influencent la pédogénèse.

Deuxième partie : Etude des sols par unité cartographique, chaque sol n'étant étudié qu'une fois, mais avec facilité de report d'une unité à l'autre.

Troisième partie: Caractérisation microbiologique des principaux types de sols.

Conclusion : Tableau récapitulatif des unités avec leur intérêt agronomique d'après les caractéristiques des sols qui les composent.

Annexes : Lexique de quelques termes utilisés.
Index des lieux cités et leurs coordonnées géographiques.
Liste des familles de sols avec unités correspondantes et référence aux pages du texte.

Première partie :

LES FACTEURS DE PEDOGENESE

I - C L I M A T

I. A. Caractérisation du climat.

Les données climatologiques concernant la région ont été recueillies dans les documents publiés par l'ASECNA (1) ou communiquées par les services de cet organisme à OUAGADOUGOU.

Nous avons retenu 5 stations classées dans le tableau ci-dessous d'après leur situation latitudinale du N. au S. avec leurs caractéristiques climatiques selon AUBREVILLE puis BAGNOLS et GAUSSEN.

	Lat.	Long.	Alt.	Indice des saisons pluviométriques. AUBREVILLE (2)	Nombre de mois secs BAGNOLS & GAUSSEN (3)
TENE	13° 96 N	3° 11 W	262 m	3.1.9.	8
TOUGAN	13° 05 N	3° 04 W	305 m	3.3.6.	8
DEDOUGOU	12° 28 N	3° 28 W	308 m	4.2.6.	8
BOROMO	11° 40 N	2° 55 W	264 m	4.2.6.	7
HOUNDE	11° 20 N	3° 32 W	324 m	4.3.5.	6
BANANKELEDOUGOU	11° 19 N	4° 20 W	329 m	4.3.5.	5

L'ensemble des stations se situe dans la zone soudano-sahélienne d'AUBREVILLE mais l'indice des saisons pluviométriques varie dans des proportions appréciables du N. au S. ; le nombre de mois écologiquement secs passe ainsi de 8 (TENE) à 5 (BANANKELEDOUGOU).

---

(1) ASECNA : Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar.

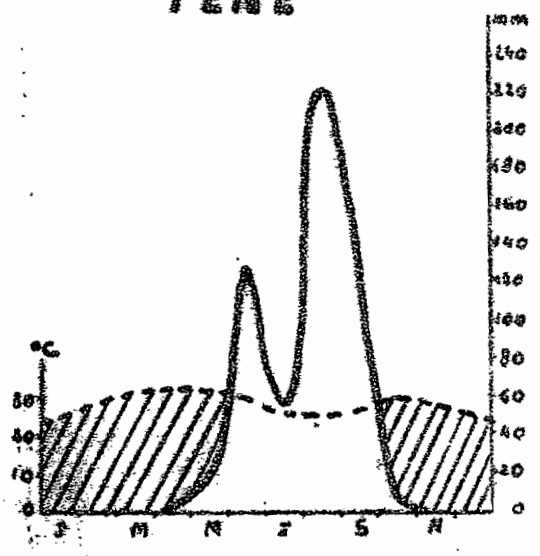
(2) Indice des saisons pluviométriques d'AUBREVILLE, dans l'ordre :
Nombre de mois ou les précipitations $>$ 100 mm.
Nombre de mois ou les précipitations entre 30 et 100 mm.
Nombre de mois ou les précipitations $\leq$ 30 mm (mois écologiquement secs).

(3) Nombre de mois secs déterminés sur les diagrammes ombrothermiques de Bagnols et Gaussens lorsque $P < 2\,T$; P : précipitations en mm, T : température en ° C, P et T étant portés avec la même unité pour 20 mm d'eau et 10° C.

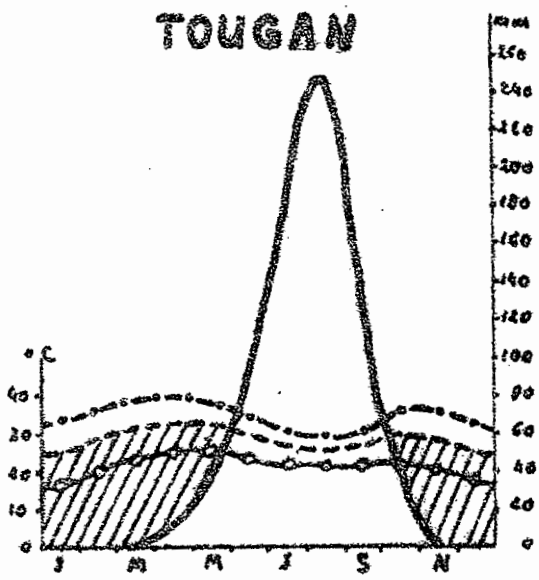
Diagrammes Ombrothermiques

PLANCHE: 1

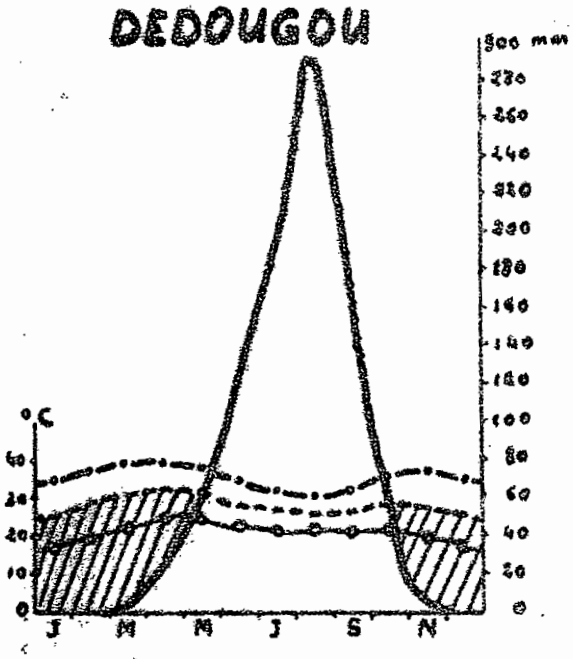
TENE



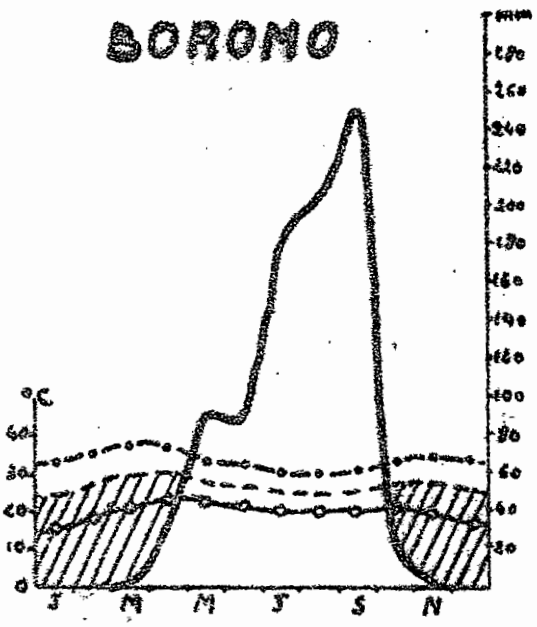
TOUGAN



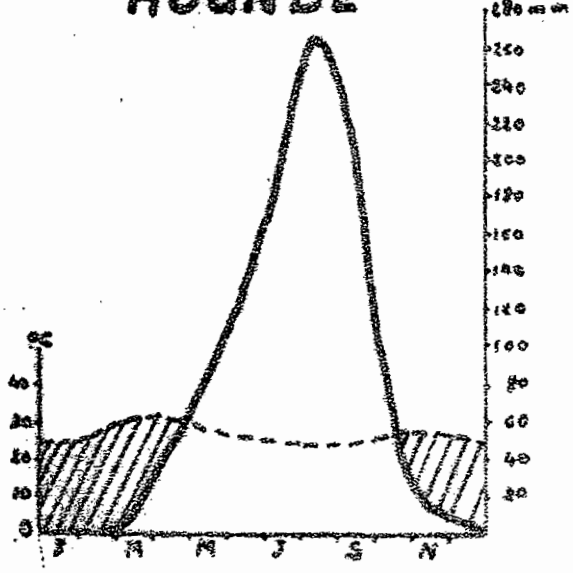
DEDOUGOU



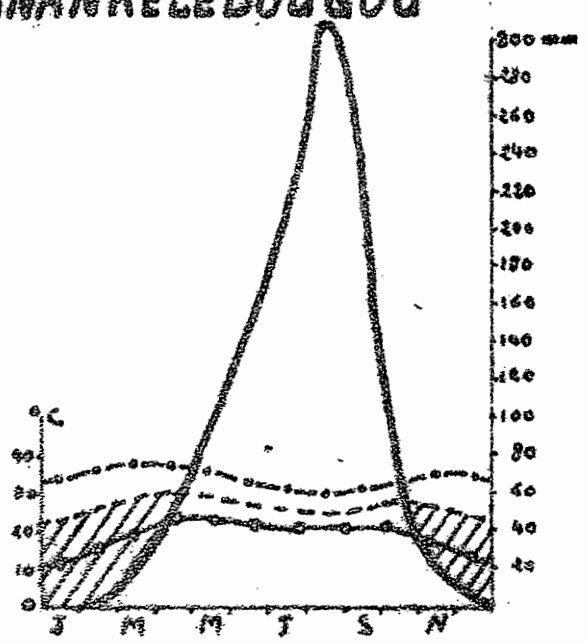
BOROMO



HOUNDÉ



BANANKELEDOUGOU



Les diagrammes ombrothermiques de BAGNOLS et GAUSSENS (pl. 1) illustrent aussi la diminution de sécheresse en durée (le nombre de mois secs passe encore de 8 à 5 pour les deux stations extrêmes) et en intensité (diminution de surface des zones hachurées ou $T < 2P$) pour les stations méridionales. D'après ces auteurs, le climat de la région peut être qualifié de thermoxérochiménique (température moyenne du mois le plus froid $> 15°$, nombre de mois secs < 8).

Les indices des saisons pluviométriques et les diagrammes ombrothermiques concordent pour situer toute la région étudiée dans une même zone climatique.

Il est cependant bien évident que la variation en durée et en intensité de la saison sèche détermine des conditions écologiques différentes suivant la latitude. Ces conditions différentes se manifestent d'une façon nette par une zonation de la végétation (voir chapitre IV), mais on observe aussi une diminution de l'action érosive subie par les surfaces cuirassées qui demeurent plus compactes sous les pluviométries faibles.

I. B. La Température.

Les températures moyennes sont relativement constantes et élévées tout au long de l'année. Les courbes thermiques (pl. 1) conservent la même allure pour toutes les stations mais s'élèvent sensiblement en fonction de la latitude. Elles atteignent un maximum dans les mois précédant la saison des pluies (mars-avril) puis au début de la saison sèche (novembre) et un minimum au cours des mois d'hiver (décembre-janvier). Les températures s'abaissent aussi sensiblement pendant les mois à forte pluviométrie (juillet-Août-Septembre).

Les amplitudes thermiques varient d'une façon analogue pour toutes les stations. Les plus importantes s'observent pendant les mois "d'hiver" (décembre-janvier-février), les plus faibles se situent pendant les plus fortes pluies (juillet-Aout) (cf. diagrammes ombrothermiques : TOUGAN, DEDOUGOU, BOROMO, BANANKELEDOUGOU).

L'uniformité du régime thermique, déjà souligné par R. BOULET dans son rapport sur la région Centre Nord, ne permet pas d'accorder à la température un rôle essentiel dans la différenciation du climat au N. O. de la Haute-Volta.

PLANCHE : 2

fig 1 : Variations annuelles des pluies

—— TOUGAN

- - - - BANANKELEDOUGOU

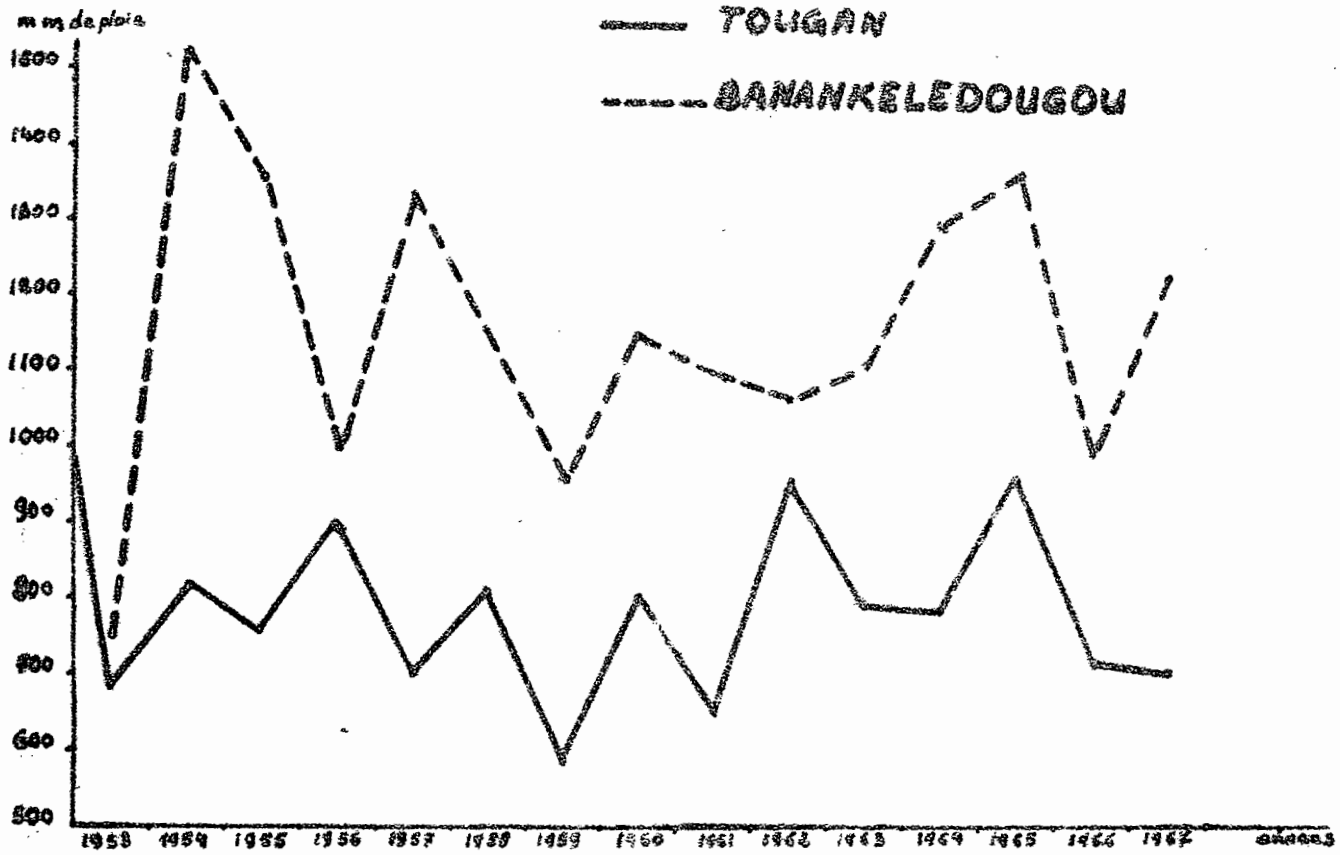
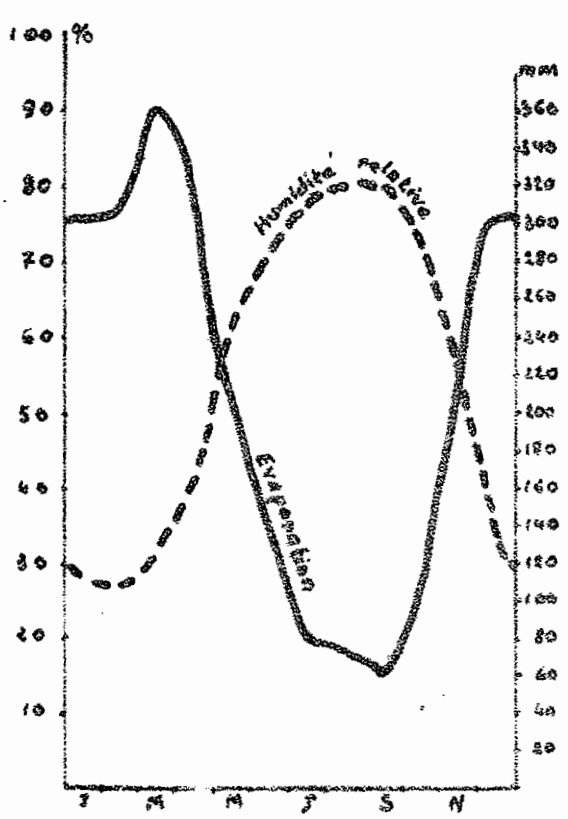


fig 2 : Humidité relative et évaporation à BOROMO



I. C. La Pluviométrie.

C'est le facteur de variation climatique le plus important. L'augmentation de la pluviométrie des isohyètes 650 mm au N. à 1.200 mm au S. s'accompagne d'un étalement de la saison des pluies : il faut attendre le mois de juin pour avoir une pluviométrie supérieure à 30 mm ($T > 2P$) à TENE alors que cette valeur est atteinte en avril à BANANKELEDOUGOU, de la même façon,à la fin des pluies la pluviométrie redevient inférieure à 30 mm en octobre à TENE et en novembre à BANAKELEDOUGOU. Les courbes ombrothermiques (pl. 1) soulignent une apparition relativement lente des pluies (à cette époque où l'évaporation est importante les pluies espacées peuvent être insuffisantes pour assurer la germination puis le développement des semis précoces), la fin des pluies apparaît au contraire plus brutale, mais ce caractère semble s'atténuer pour les stations les plus septentrionales.

Les variations interannuelles peuvent être très fortes surtout vers les latitudes les plus basses (Pl. 2). Ces variations déterminent l'importance de la sécheresse d'une année à l'autre, leur effet est à cet égard plus important vers le Nord où l'évaporation est plus forte et la pluviométrie moyenne plus faible.

I. D. L'humidité relative et l'évaporation.

Ces deux données varient d'une façon inverse -(Pl. 2).

L'humidité relative faible pendant la saison sèche (janvier-février) augmente rapidement avec la pluviométrie; après la saison des pluies elle se maintient encore à des valeurs supérieures à 50 % pendant une durée variable (pouvant atteindre 2 mois) suivant la latitude.

L'évaporation au contraire atteint son maximum à la fin de la saison sèche au moment des premières pluies (caractère aléatoire des semis précoces), elle diminue ensuite fortement au cours des mois à forte pluviométrie puis remonte après les pluies en même temps que l'humidité relative s'abaisse. Nous ne possèdons pas de données concernant l'évaporation pour les stations les plus nordiques mais il est logique de dire, comme l'a fait R. BOULET pour les stations de DORI et de OUAGADOUGOU, que l'évaporation devient plus importante et qu'elle se maintient à une valeur élevée pendant une période plus longue sous les latitudes les plus hautes ; ceci est d'ailleurs un facteur de l'augmentation de la sécheresse dans ces zones septentrionales.

II - G E O L O G I E

L'essentiel des éléments de ce chapître est fourni, par les travaux des géologues suivants :

- G. PALAUSI (1) - La zone qu'il a cartographiée est limitée au Sud par le 12ème parallèle.
- P. JONQUET (2) - Son étude ne porte que sur le sédimentaire et précise la nature des formations situées sous le continental terminal de la Plaine du Gondo.
- M. DEFOSSEZ (3)- Il a étudié la Plaine du Gondo.
- J. SAGATZKY (4)- La zone cartographiée est située au sud du 12ème parallèle.
- R. BOUSQUET (5)- A apporté des éléments nouveaux sur le Birrimien.

Les recouvrements tertiaires et quaternaires d'origines diverses : éolienne - colluvio-alluviale - alluviale et la grande étendue des cuirasses et carapaces ferrugineuses limitent la précision de la cartographie géologique par suite de la rareté des affleurements, notamment au N., et de ce fait la corrélation avec les unités des cartes pédologiques est parfois délicate à établir.

Deux grands ensembles peuvent être séparés par une diagonale N.E. - S.O.

- Les formations sédimentaires occidentales.
- Le socle et les formations volcano-métamorphiques et birrimiennes orientales.

Nous étudierons succinctement les différentes formations géologiques dans l'ordre stratigraphique.

---

(1) G. PALAUSI : Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des formations primaires au Soudan méridional et en Haute-Volta. Carte au 1/500.00ème - 1958.

(2) P. JONQUET : Remarques sur les formations sédimentaires Ouest-Voltaïque. Cartes au 1/200.000ème - 1963.

(3) M. DEFOSSEZ :Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la Boucle du Niger - Cartes au 1/200.000ème - 1962.

(4) J. SAGATZKY :Notice explicative sur la feuille Bobo-Dioulasso-Est. Carte au 1/500.000ème - 1950.

(5) R. BOUSQUET :Contribution à l'étude géologique du birrimien en Haute-Volta. Carte ai 1/200.000ème - 1966.

II. A. Le socle ancien précambrien.

Disparaissant à l'O. sous la couverture sédimentaire, le socle s'étend largement en dehors des limites de la carte vers l'E. Il est constitué d'une alternance de bandes parallèles de nature géologique différente orientées S. S.O.-N. N.E. Trois grands types de formations peuvent ainsi être distingués : les roches cristallines granito-gneissiques, les formations schisto-volcaniques du birrimien et les formations conglomératiques rattachées au tarkwaien, de moindre étendue.

A. 1. Les roches cristallines Granito-Gneissiques.

Elles ocuppent deux zones d'importance inégale, séparées par la bande birrimienne de HOUNDE. Rapidement recouvertes par les grès à l'O., elles constituent à l'E. une bande ininterrompue du S. jusqu'au N. de TOUGAN. Elles apparaissent aussi sous forme de massifs locaux d'importance variable au sein des formations birrimiennes. Les affleurements sont assez peu nombreux, en boules, ou parfois en petits massifs de type inselberg rocheux. Presque toutes ces roches ont subi des actions métamorphisantes et présentent une très grande variété de faciès (structures grenues ou orientées) avec tous les intermédiaires entre le granite et la granodiorite. Le granite calco-alcalin à biotite et muscovite assez rare, et le granite calco-calcalin à biotite ou biotite et amphibole, le mieux représenté, ont été par endroits transformés en orthogneiss. Les granodiorites constituent des petits ensembles localisés au voisinage des roches basiques ou bien au sein du complexe granito-gneissique. Les rhyolites verdâtres parfois rouges ne sont que peu représentés. Les pegmatites et aplites se rencontrent dans les roches granitiques pressées.

Il semble que la faiblesse (relative) du cuirassement et son démantèlement plus avancé ne permettent pas l'existence de grandes surfaces cuirassées comme sur les autres formations, sauf toutefois au voisinage des roches birrimiennes où l'on trouve des sols gravillonnaires sur cuirasse avec des blocs de cuirasse erratiques. Les sols sont essentiellement de type ferrugineux remaniés sur matériaux gravillonnaires, ou ferrugineux lessivés sur matériaux sablo-argileux à argilo-sableux. Sur les plus basiques de ces roches (granitogneiss granodiorites) outre les sols gravillonnaires, se développent au voisinage des affleurements des sols bruns à

caractères souvent vertiques ou des sols ferrugineux jeunes mal drainés et fortement saturés (cf. unité : 16).

A. 2. Les formations Schisto-volcaniques ou Birrimiennes.

Elles constituent deux bandes parallèles S. S.O.-N. N.E. La plus importante, passant par HOUNDE, disparaît en partie sous les grès au S. de DEDOUGOU, à cette latitude, un prolongement s'incurve vers l'E. pour disparaître à son tour au sein du complexe granito-gneissique. A l'E. une autre bande n'est que faiblement représentée sur la carte , elle n'existe pas vers le N. Au S.-E., dans la région de BONZON-KOTI, on trouve une enclave circulaire dans les formations granito-gneissiques; celle-ci constitue un élément avancé d'une autre bande birrimienne se développant vers DANO puis GAOUA, et représentée sur la carte O.S.

2. 1. Les roches paramétamorphiques.

Essentiellement schisteuses,elles ont une grande extension dans les bandes birrimiennes en bordure des roches d'épanchement. Les schistes argileux jaune-paille, parfois rosés, sont les mieux représentés, mais localement leur faciès est très varié ; finement feuilletés et souvent très fragiles, de toucher limoneux, ils peuvent aussi apparaitre sériciteux ou chloriteux. Au microscope la roche montre une mélange de quartz à grains très fins et de minéraux argileux avec des oxydes de fer (limonite). A ces schistes argileux se trouvent localement associés des niveaux de schistes différents : schistes ferrugineux colorés en rouge par de nombreux oxydes de fer, schistes gréseux ocre à cristaux de quartz (surtout représentés dans la région de PE, LOPOI, BONSE), schistes manganifères sombres à oxydes de manganèse et souvent imprégnés de silice, schistes charbonneux sombres finement lités, assez friables.

Sous la série schisteuse apparaissent en bancs discontinus des quartzites constituant des collines dentelées alignées suivant l'orientation des bandes birrimiennes. Ces quartzites gris clair parfois noirs ou plus ôcres, souvent rubanés sont essentiellement quartzeux à grains fins avec des minéraux secondaires ; dans les fissures se déposent des oxydes de

fer et de manganèse. Le quartz, en amas ou en filons et veines, existe aussi fréquemment; son aspect est variable et on le retrouve en abondance parmi les gravillons à la surface ou dans la masse des sols gravillonnaires.

Les schistes amphibolitiques sont uniquement reconnaissables à l'état frais, sinon ils prennent l'aspect des schistes argileux ou sériciteux ; ils sont visibles à l'E. de BOROMO. Leur origine para n'est pas démontrée et ils pourraient bien être interprétés comme orthoamphibolite . Du point de vue pédologique ils sont à rapprocher des roches d'épanchement. En effet, comme sur ces dernières, les sols qui se développent sur la roche saine, non cuirassée, sont des vertisols et des sols bruns (cf. unité :12).

En dehors des petites collines de quartzite portant des sols minéraux bruts, et des zones périphériques où se développent des sols peu différenciés sur schistes argileux (cf. unité 3) les affleurements sont rares. En surface ces formations demeurent fortement marquées par le cuirassement : cuirasses à débris gravillonnaires sur les sommets d'interfluve, sols peu évolués au ferrugineux gravillonnaires sur les glacis. Le caractère de texture partiellement limoneuse se retrouve dans tous les sols des zones schisteuses birrimiennes.

2. 2. Les roches d'épanchement .

Il est difficile d'évaluer l'étendue exacte des roches d'épanchement en raison du cuirassement uniforme ayant affecté leur partie supérieure en même temps que celle des formations schisteuses voisines ; cependant, les affleurements sont nombreux et souvent puissants. Ces roches constituent des massifs au relief accentué, isolés ou groupés en chaînes d'orientation birrimienne, ou bien, elles apparaissent par pointements modestes en bande de large extension. Elles sont particulièrement bien représentées dans la bande de HOUNDE.

Les Andésites constituen t la plus grande part des roches volcaniques. Elles forment une première bande à l'O. de HOUNDE passant du S. au N. par KONGOLIKA, KARBA, MANA, TIKAN et MASSARA ; au N.-O. de cette dernière localité, elle sort des

limites de la carte. Plus à l'E. une deuxième bande parallèle, entre les formations tarkwaiennes et les granito-gneiss est constituée de roches andésitiques retrométamorphisées. D'autres affleurements sont nombreux mais localisés. Suivant le degré de métamorphisme subi et quelques détails minéralogiques les andésites présentent une série de faciès différents : andesites microlitiques verdâtres, (amphibole et hornblende étant souvent altérées en chlorite), andesites porphyriques à phénocristaux de plagioclases, andesites bréchiques contenant des éléments anguleux grossiers (jusqu'à 10 cm) de composition analogue , andesites quartzifères et quartzites à structure microlithiques vacuolaires (vacuoles bourrées de quartz cryptocristallins), andesites schisteuses finement feuilletées à séricite et chlorite résultant du rétromorphisme de roches basiques (bien représentées à l'E. entre tarkwaien et granitogneiss).

D'autres roches, d'importance moindre, affleurent en massifs isolés. Les basaltes massifs et noirs sont rares. Beaucoup mieux représentées, les dolérites, à structure bien nette, constituent d'importants massifs à l'O. de KARI, dans la région de KONO et KOTI, au N. de TIKAN et dans la région de MASSALA. Les péridolites sombres, souvent serpentinisés se rencontrent dans certains massifs avec d'autres roches. Atteints par le métamorphisme général, présentant un faciès de roches vertes, les gabbros forment des petits massifs au sein des formations andesitiques. Les amphibolites enfin, passent progressivement à des schistes amphibolitiques et se transformant par altération superficielle en schistes argileux et chloriteux (J. SAGATZKY 1950), sont difficiles à localiser et ne semblent pas devoir être dissociés des schistes amphibolitiques (Cf. p. 11)

Lorsqu'elles affleurent, les roches d'épanchement marquent fortement les sols. Sur les massifs et les chaînes en relief, ainsi que sur leur pourtour généralement déprimé, se développent des sols bruns et des vertisols ; là où les ro- n'affleurent que par pointements entre les cuirasses et les matériaux de démantèlement, les sols sont gravillonnaires

ou profonds de types ferrugineux ou humifères ; ailleurs on retrouve les cuirasses et les sols gravillonnaires sur glacis.

A. 3. Les Formations Conglomératiques du Tarkwaien.

Ces roches constituent une étroite bande qui passe à l'O. de YEREFE, puis par BONI, jusqu'à KOKOI au N. Disparaissant souvent sous les formations cuirassées, elles peuvent aussi former une suite de petites collines s'égrenant suivant la direction générale birrimienne, celles-ci portent souvent des cuirasses tabulaires. Les facies sont des plus variés : grès grossiers isogranulaires au S. (en dehors de la carte), successivement : grès grossiers conglomératiques puis grès quartzeux à grès-gneiss et formations quartzeuses à l'O. de YEREFE (R. BOUSQUET 1965), schistes gréseux conglomératiques au S. de DOSSI, schistes sériciteux à galets de quartz non arrondis et grès conglomératiques au N. de BONI, enfin schistes sériciteux granuleux à l'O. de KOKOI.

Ces formations, mal dégagées du manteau cuirassé sur la carte N.O. ne portent que des sols gravillonnaires ou parfois des sols minéraux bruts. Vers le S., sur la carte S.O., le tarkwaien gréseux, qui affleure largement, supporte des sols ferrugineux à texture partiellement sableuse le plus souvent non gravillonnaires, sur les collines en relief on trouve des sols minéraux bruts.

II. B. Les Formations Sédimentaires Infracambriennes et Paléozoïques.

Cet ensemble se présente comme un empilement grossièrement parallèle de direction N.S. et d'âge de plus en plus récent de l'E. vers l'O. (1)

B. 1. Grès de SOTUBA.

C'est un grès siliceux fin, homogène, généralement glauconieux, à feldspaths rares ou altérés, à ciment argileux ou ferrugineux, d'origine marine et néritique. Les faciès schisteux sont fréquents

---

(1) Les travaux de ZIMMERMANN (1960) sur le bassin de TAOUDENI conduisent à considérer ces formations sédimentaires comme infracambriennes et non paléozoïques. L'argument principal avancé est l'absence de la tillite glaciaire à leur base. L'intérêt pétrographique primant la chronologie aux yeux du pédologue, nous les avons groupées infracambriennes et paléozoïques.

et le grès se débite alors en plaquettes. Ces niveaux de schistes gréseux et pélitiques visibles dans les puits de DEDOUGOU et attribués aux schistes de TOUN par G. PALAUSI, présentent des altérations beaucoup plus argileuses et une forte susceptibilité à l'induration ferrugineuse. La présence de glauconie induit dans le matériau d'altération une teneur en potasse localement non négligeable.

Au N. de la boucle de la Volta-Noire, ce grès est recouvert par les formations du continental Terminal.

Il s'appuie à l'E. sur le socle granitique antécambrien très mal délimité. (Nous avons en effet observé dans un puits de BOUNA le faciès de schistes argileux rouges au sommet de l'étage de SOTUBA).

B. 2. Grès à yeux de Quartz.

Définis et rattachés par P. JONQUET au grès de BOBO, ce sont des grès fréquemment grossiers, friables ou recimentés (ciment kaolinique ou ferrugineux) à gros yeux de quartz centimètriques. La cohésion de la roche varie suivant la nature du ciment et la silicification. Ces variations du matériau déterminent des différenciations pédologiques particulières. Ainsi au S. de OUARKOYE et notamment au N. de BOBO-DIOULASSO, ce grès devient friable et donne naissance sur matériau d'altération sous cuirasse à des "sols rouges" classés en Ferrugineux Tropicaux ou en sols Ferrallitiques. (cf. unité 24)

B. 3. Etage Gréso-Schisteux-Dolomitique.

D'après P. JONQUET, il se présente au sein des Grès de BOBO comme une interstratification de :

- grès homogènes et fins, argileux
- grès fins, micacés à débit schisteux
- schistes gréseux noirs,
- schistes argileux lie de vin
- dolomies et dolschistes.

Cet étage correspond à la série dolomitique d'IRMA de M. DEFOSSEZ. Entièrement recouvert par le continental terminal au N. de DEDOUGOU, nous l'avons reconnu subaffleurant en bordure du Sourou

le long du canal d'irrigation de LANFERIA et au S. de MANGA. En ce dernier point le faciès apparaît sous forme d'un chert oolithique à intercalations calcaires, en bordure du Sourou des bancs de dolomie silicifiée litée, sublithographique et oolithique alternant avec de minces lits de grès calcaireux et d'opale. Il est intéressant de signaler ici l'influence de la roche-mère sur les sols : la mise en solution et la redistribution du calcaire et, semble-t-il, du magnésium déterminent le long du réseau hydrographique la présence de larges zones de sols hydromorphes ou vertisoliques à nodules (Voun-Hou ; Sourou, localement Volta-Noire).

D'autre part le décapage des buttes carapacées de schistes argileux fournit un matériau limono-argileux influant sur la morphologie des sols hydromorphes de la bordure orientale du Sourou (cf. unité 32). L'extension des sols à nodules de part et d'autre du Sourou correspond exactement aux limites de cet étage.

B. 4. Grès Rosés et Fins.

Ce sont des grès homogènes, compacts et durs, parfois sub-quartzitiques, à rares passées pélitiques et intercalations dolomitiques. Les matériaux qui en dérivent sont pauvres en minéraux altérables et très sableux, ce qui a favorisé leur éolisation au N. de NOUNA.

B. 5. Schistes de TOUN.

Ils correspondent à des grès schisteux, ferrugineux, et à des schistes divers. Ils s'étendent en une bande continue le long de la falaise des grès de KOUTIALA-BANDIAGARA avec une extension maximale au S. et à l'O. du col de FO. Très fréquemment carapacés ou cuirassés en bas-plateaux tabulaires, ils supportent en zone basse des sols généralement hydromorphes favorisés par un matériau d'altération argileux kaolinique. (Pied de grès supérieurs : FARAMANA - TOUKORO - FALEWE...). Au N. de DOKUI, le continental terminal largement éolisé ennoie la base de la Falaise de BANDIAGARA.

B. 6. Grès de KOUTIALA.

Siliceux, hétérogènes, mais présentant fréquemment un faciès homogène fin, très friables, quelquefois recristallisés. Ces grès affleurent en escarpements de plusieurs dizaines de mètres sur de grandes surfaces depuis NANDE jusqu'à la frontière N. Le ciment ferrugineux présente souvent des débris micacés ou sériciteux. L'affleurement est discontinu du N. au S. et apparaît bien, au N. de DOKUI et au Col de FÔ, sous forme de grandes dalles de grès nu à mince patine ferrugineuse, constituant des sols minéraux bruts (cf. unité 2). Fortement échancrés en bordure par des fractures et diaclases N.E. - S.O. ou orthogonales empruntées par le réseau hydrographique, les plateaux pendent très faiblement de 1 à 2 ° vers l'O. N-O.

B. 7. Grès de BANDIAGARA.

Ils surmontent les précédents le long de la frontière occidentale malienne jusqu'à DIMA au S. Les affleurements de roche nue n'apparaissent qu'au N. (BANGASSI-DJIBASSO). Ce sont des grès siliceux hétérogènes et conglomératiques ferruginisés sur de grandes surfaces. De même que pour les grès de KOUTIALA, les matériaux issus de ces formations sont de texture sableuse à sablo-argileuse.

II. C. Les Dolerites Post-Birrimiennes.

Ces roches volcaniques ont percé en plusieurs endroits les formations gréseuses du paléozoïque (probablement au Devonien au moment du plissement hercynien comme au Sénégal ou en Guinée). P. JONQUET précise bien que le terme de "dolerite" utilisé sur le terrain est inexact du point de vue pétrographique ; ces roches grenues, verdâtres à noires sont le plus souvent des gabbros doléritiques et des dolérites à micropegmatites. Elles existent à l'E. dans la région de TERE et surtout de N'DOROLA, où elles se présentent sous forme de grandes tables cuirassées difficilement délimitables par photo-interprétation. Portant des sols de caractères "brunifiés", ces affleurements soumis à une érosion intense sont localement à l'origine des matériaux argileux qui se déposent en zones basses planes où se développent des vertisols.

II. D. Les Formations Fin Tertiaire-Quaternaire

Le continental terminal : (formation du GONDO) couvre la plus grande partie de la zone située au N. du 12° 30'. En surface, les dunes, alluvions et cuirasses ferrugineuses masquent les affleurements.

Il se compose de grès argileux et d'argiles essentiellement kaoliniques d'épaisseur variant de 0 à plus de 50 mètres en territoire Voltaïque. Le faciès argilo-sableux sur le socle granitique à l'E. devient très sableux vers la falaise de BANDIAGARA. En bordure du socle oriental, Il nous a été pratiquement impossible de déterminer à quelles formations nous avions affaire.

En effet, il existe une grande similitude de faciès entre le grès de bordure (grès de DIOUROUM de M. DEFOSSEZ), l'altération granitique et celle du continental terminal qui en dérive. Le matériau pédologique nous intéressant possède alors une texture variant entre les pôles sableux et argileux. Les formations quaternaires surmontant le continental terminal seront étudiées dans le chapître sur la géomorphologie.

III. G E O M O R P H O L O G I E

III. A. Le Modelé des Régions Granitiques.

Les régions granitiques se caractérisent par une configuration du réseau hydrographique de type alvéolaire à mailles hexagonales allongées. Cependant, si cette configuration est très nette sur la zone granitique de l'E. ainsi que dans la région de KOUMBIA, elle devient difficilement reconnaissable vers l'O. où les mailles sont des plus irrégulières.

Le modelé mollement ondulé est constitué d'une série d'unités en forme de coupole aplatie, sans talus de raccordement entre la cuirasse conglomératique inférieure partiellement démantelée et le bas glacis se reliant au thalweg. Les pentes sont toujours faibles : 2 - 3 % au maximum, l'altitude générale se maintenant autour de 300 à 320 m.

Parfois la cuirasse n'est plus représentée que par des matériaux de démantèlement gravillonnaires sur des surfaces réduites au milieu des interfluves ; on peut alors avoir quelques affleurements de roche saine en boule, très rarement des affleurements plus importants : type inselberg rocheux. Les sommets de pente portent des sols ferrugineux remaniés gravillonnaires, faisant place, plus ou moins haut sur la pente (au voisinage des affleurements) à des sols ferrugineux mal drainés profonds puis à des sols hydromorphes à pseudogley occupant les vallées et les zones non drainées légèrement déprimées, ou même à pente très faible, (unité 30). Souvent le long des thalwegs se forme sur quelques mètres de largeur une cuirasse de bas glacis ; elle peut aussi se développer en bordure de la zone gravillonnaire.

A l'opposé, dans certains cas, la cuirasse et ses débris de démantèlement recouvrent la plus grande partie des interfluves où se développent des sols ferrugineux remaniés sur gravillons et cuirasse ou sur gravillons seuls ; les sols ferrugineux lessivés et hydromorphes à pseudogley ne représentent plus, alors qu'une mince bande le long des cours d'eau.

Entre ces deux cas extrêmes, tous les intermédiaires d'extension des vestiges cuirassés, ou à l'inverse, d'apparition de la roche saine, peuvent se présenter suivant l'allure de la maille du réseau hydrographique, du niveau de base locale, et de la proximité des formations fortement cuirassées. Rarement, quelques petites buttes de la cuirasse

conglomératique supérieure peuvent subsister. Elles sont limitées par un talus de 3 à 4 m taillé dans l'altération kaolinitique au pied duquel s'étale une zone gravillonnaire pouvant reposer à faible profondeur (30 - 50 cm) sur l'altération kaolinitique tachetée, légèrement indurée à sa partie supérieure ; souvent les termitières cathédrales apparaissent en grand nombre dans ces zones. Rapidement, sur la pente, le matériau gravillonnaire s'indure en profondeur et des zones cuirassées peuvent se développer.

III. B. Le Modelé des Régions Birrimiennes Cuirassées.

Ce paragraphe traite du modelé des zones birrimiennes cuirassées indépendamment de la nature schisteuse ou volcanique du substratum.

Le réseau hydrographique apparaît relativement dense. Fortement orienté si la roche schisteuse est mise à jour (surtout sur la carte O.S.), il est dichotomé et s'articule à partir des zones fortement cuirassées ou des reliefs de roches basiques dans la plupart des cas. La cuirasse subsiste sur tous les interfluves à une côte voisine ou supérieure à 320 , le fond des thalwegs pouvant se situer jusqu'à 10 ou 20 m plus bas. Les sommets cuirassés constituent une suite de surfaces tabulaires monoclinales (à très faible pente) et orientées vers les surfaces supérieures cuirassées ou vers les reliefs de roches basiques.

Les cuirasses à recouvrement gravillonnaire et blocs occupant les sommets ont été entaillées par l'érosion, mais selon leur épaisseur et le niveau de base locale l'entaille a pu ou non déblayer la surface cuirassée sur toute son épaisseur. Celle-ci actuellement découpée et délimitée par un talus d'érosion de l'ordre du mètre peut donc subsister sous le glacis de raccordement, la pente y est plus forte que sur les granites (jusqu'à 5 %) - (unité 27). Ces glacis à recouvrement gravillonnaire dont l'épaisseur s'accroît vers le bas de pente portent des sols ferrugineux remaniés sur gravillons et cuirasses, souvent vers le bas lorsque le drainage est mauvais, les niveaux directement en contact avec la cuirasse s'indurent par cimentation des gravillons par des taches rouges ferrugineuses durcies. Dans d'autres cas l'altération kaolinitique peut être atteinte. Au-dessous du talus d'érosion se trouvent les matériaux gravillonnaires reposant sur l'altération kaolinitique et sur lesquels se développent des sols ferrugineux remaniés. Plus bas sur la pente, l'épaisseur des matériaux gravillonnaires augmente et l'on passe à des

sols ferrugineux lessivés sur matériaux gravillonnaires pouvant s'indurer. Dans tous les cas aux côtes les plus basses, sur des matériaux de comblement à texture le plus souvent fine (partiellement limoneux), se développent des sols ferrugineux lessivés mal drainées puis des sols hydromorphes à pseudogley au fond des vallées (Unité 26).

Parfois le long de la Volta Noire et du Grand Balé, à l'E. de BOROMO par exemple, la côte atteinte par les cours d'eau est suffisamment basse pour mettre à nu, sur le rebord du lit majeur, les schistes birrimiens. Par endroits la cuirasse est percée par des pointements de quartzites qui apparaissent toujours en relief à cause de leur plus grande résistance à l'érosion ; les matériaux schisteux à leur contact subissent une érosion vive qui maintient les sols à un stade peu évolué (Unité 3).

III. C. Le Modelé des Zones à Affleurement de Roches d'Epanchement.

Le relief formé par les affleurements des roches d'épanchement atteint des altitudes de 500 à 550 m, interrompant brutalement la monotonie relative des régions avoisinantes dont l'altitude moyenne se maintient autour de 320 à 330 m.

Les affleurements en chaînes ou en massifs offrent toujours des flancs à pente forte, atteignant facilement 50 %, l'érosion y est vive et l'appauvrissement superficiel en éléments fins détermine un enrichissement relatif en cailloux et blocs à la partie supérieure des sols : sols bruns eutrophes modaux sur altérations et blocs d'érosion des roches basiques, parfois, si les affleurements sont en dalles massives orientées on ne peut parler que de sols minéraux bruts. Souvent, aux altitudes les plus modestes, la cuirasse et les débris de démantèlement subsistent en donnant des sols gravillonnaires de type brun ferrugineux suivant la présence ou non de pointements basiques.

Autour de ces reliefs, si l'on a affaire à un massif isolé, ou en bordure, s'il s'agit d'une chaîne, s'étend une zone déprimée qui peut atteindre plusieurs centaines de mètres de largeur. Cette dépression périphérique est constituée de matériaux de comblements hétérogènes issus des reliefs voisins, et où s'enfoncent quelques cours d'eau constituant le système de drainage issu des reliefs basiques. Les sols sont de type brun eutrophe modal ou vertique sur les matériaux les plus riches en

SCHEMA DU MODELE

Fig. 1 : EN REGION DE ROCHES BASIQUES

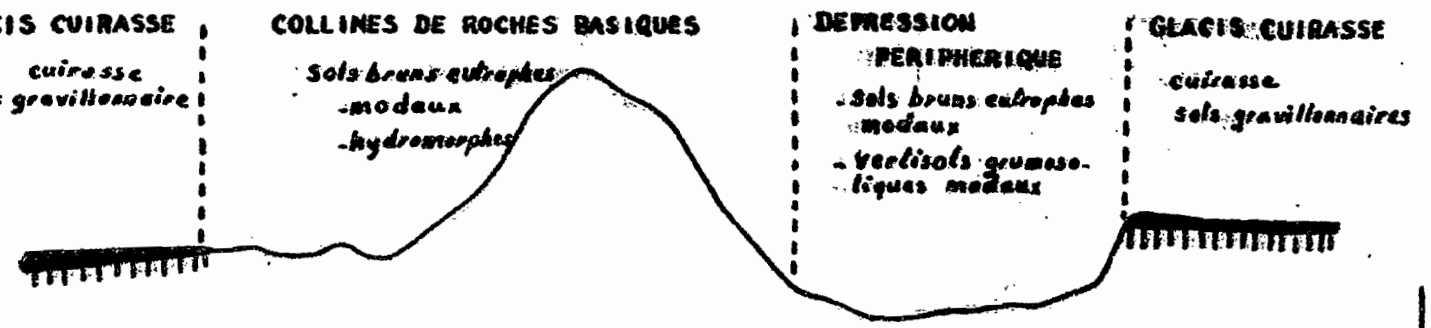


Fig. 2 : EN REGION DE SCHISTES BIRRIMIENS

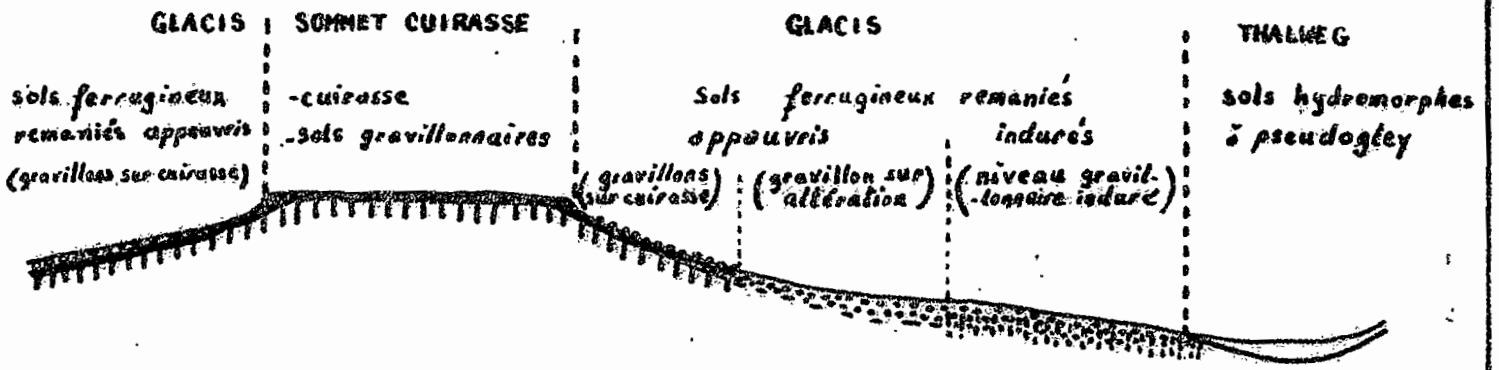
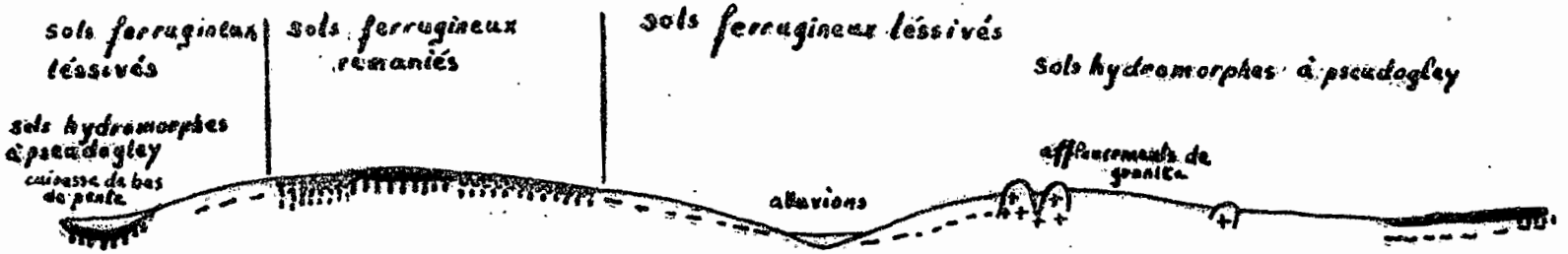


Fig. 3 : EN REGION GRANITIQUE



éléments grossiers, et vertisols topolithomorphes grumosoliques sur les matériaux fins plus éloignés des reliefs (unité 14).

Vers l'extérieur, la dépression périphérique est limitée par un front cuirassé qui constitue un escarpement brutal pouvant atteindre plus de 10 m de hauteur. Il s'agit du rebord actuel des grands glacis cuirassés entourant tous les reliefs basiques et qui en ont été séparés par le travail de l'érosion. Ces grandes surfaces cuirassées (unité 4) se trouvent compartimentées par des entailles plus ou moins larges et profondes, pratiquées par les cours d'eau qui s'échappent, vers l'extérieur de la dépression périphérique. Les sols se développant sur des matériaux remaniés issus des cuirasses et de l'altération kaolinitique sous-jacente sont de type ferrugineux peu lessivés enrichis en bases à partir des sols bruns et des vertisols ; ces sols ne constituent pas d'unité distincte cartographiable au 1/500.00ème.

En avant du front cuirassé, sur une faible largeur sur des matériaux semblables mais non enrichis, se développent des sols ferrugineux remaniés ou peu lessivés.

III. D. Le Modelé des Régions Sédimentaires.

Il apparaît commode de lier les modifications des formes du relief aux grandes subdivisions géologiques sédimentaires du N.O. Voltaïque : formations infracambriennes et paléozoïques inférieures, supérieures, et Continental Terminal.

L'armature de l'ensemble est constituée par les hauts plateaux occidentaux gréseux des formations supérieures dominant les plaines et bas-plateaux gréso-schisteux excavés par érosion différentielle des couches monoclinales des formations inférieures.

La monotonie du paysage que ne vient interrompre que l'escarpement de la Falaise de BANDIAGARA et quelques pointements doléritiques mériodionaux est dûe à l'uniformité des matériaux essentiellement gréseux et à la tectonique synclinale des couches faiblement monoclinales pendant vers l'O. ou l'O. - N.O. Le cuirassement quasi général qui a suivi les différentes phases d'aplanissement tertiaire et la formation des glacis quaternaires accentuent encore la platitude du modelé.

Le réseau hydrographique peu hiérarchisé, peu incisif, à axes principaux permanents subséquents (Volta Noire - Baoulé - Sourou) dégage de larges interfluves à modelé mou ou tabulaire et isole de nombreuses buttes témoins cuirassées.

Le caractère général est celui d'un modelé figé, fossile, relique, n'évoluant plus que très faiblement.

D. 1. Modelé des formations inférieures.

Le réseau hydrographique : les grands axes alluviaux prennent tous naissance au sein de l'étage des grès à yeux de quartz qui possède des niveaux grossiers faisant office de "roche réservoir": la Volta Noire - ses affluents : Baoulé, Plandi, le Soledogo, qui coulent vers le N., la Leraba orientale qui coule vers le S. Le tracé hydrographique suit sur sa majeure partie l'étage gréso-schisteux dolomitique dont la cohésion des matériaux due à leur hétérogénéité est relativement faible.

Le lit de la Volta Noire est bien calibré et bordé alternativement d'escarpements cuirassés et de basses levées alluviales inondables fréquemment limoneuses sur lesquelles se développent des sols hydromorphes structurés et plus rarement des vertisols lorsque la texture devient argileuse.

Le modelé sur les grès : le pendage très faible des couches (1 à 2°) détermine un modelé peu accusé de surface subhorizontale d'altitude moyenne 250 m. Quelques rares massifs de collines allongées N.S. portent au sommet de minces lambeaux de cuirasse bauxitique (GBOUE - GBOUE 450 m) ou ferrugineux (N. de SATIRI et WARANKO sur la route de BOBO à DEDOUGOU). Sur les larges glacis d'épandage sableux de très faible pente se développent des sols ferrugineux profonds.

Modelé sur les schistes : peu visibles sur l'étage gréso-schisteux dolomitique en raison des variations de faciès, le modelé est caractéristique sur les schistes de TOUN longeant les grès supérieurs. Leur susceptibilité au cuirassement et la grande extension des niveaux indurés confèrent aux formes une allure tabulaire d'altitude 300 m les préservant de l'érosion. L'entaille récente des

thalwegs dans le matériau d'altération constitue des vallées peu profondes et assez larges, à sols hydromorphes à pseudo-gley (Région de SOLENTZO).

La cuirasse supérieure (celle du moyen glacis) se raccorde en continuité à celle du bas glacis ennoyée par des matériaux d'épandage sableux et argileux dont l'épaisseur augmente vers l'axe de drainage. L'extension des sols ferrugineux est réduite à la partie supérieure du décrochement moyen-bas glacis.

Au pied de l'escarpement des grès supérieurs, l'entaille due à la concentration des eaux de ruissellement est beaucoup plus marquée et affecte même la forme de gouttière plus ou moins colmatée donnant naissance par imperméabilité du substrat à de minces bandes allongées de sols hydromorphes à gley ou l'engorgement est quasi permanent (TIANKORO-FARAMANA-FALEWE). Au N. la gouttière périphérique de la Falaise de BANDIAGARA est comblée en partie par les ensablements éoliens.

D. 2. Le modelé des formations supérieures.

Les grès de KOUTIALA, et surtout de BANDIAGARA dominent par un front de côte vigoureux (appelé à tort falaise) les terrains plus anciens qui les entourent. La forte résistance à l'érosion différentielle, due aux passées conglomératiques et à un exhaussement de ces massifs rigides, détermine un modelé de hauts plateaux ou de glacis de revers de faible pente et une structure cassante fortement diaclasée orthogonalement. Le réseau hydrographique emprunte préférentiellement ces diaclases et échancre le front côte par un chevelu obséquent dense.

Un système de double cuesta en gradins (cuesta du grès de BANDIAGARA surmontant en retrait celle du grès de KOUTIALA) apparaît au S. de la piste TASSILA-SANABA.

Les affleurements de grès nu : S'étendant en bordure de l'escarpement sur une largeur variable augmentant vers le S., ils constituent les sols minéraux bruts sur grès associés quelquefois à des sols gravillonnaires sur cuirasse (unités 2 et 6). La cuirasse ferrugineuse massive (celle du haut glacis sans doute) apparaît épisodiquement en escarpement sur le front de côte. Elle est le plus souvent entièrement démantelée et laisse apparaître le grès

nu ou l'association des phénomènes de thermo et d'hydroclastisme contribue à la formation d'une patine silico-ferrugineuse desquamante. Les fractures du grès favorisent sur le rebord un basculement des blocs sur le versant abrupt (45° et plus) de l'escarpement, (piste DOKUI- à DASSE). De nombreuses buttes de grès isolées constituent un relief bordier discontinu du N. au S.

Les glacis sableux de désagrégation et d'épandage :

De large extension, ils occupent le versant de revers de côte et supportent des sols ferrugineux lessivés. Le matériau est sablo-argileux et provient de la désagrégation du grès en place ou plus fréquemment du grès situé en amont. La présence de gravillons ferrugineux roulés indique le démantèlement par érosion aréalaire, et le transport, du grès cuirassé affleurant.

De grandes buttes tabulaires de faible dénivellation à allure de bowé se raccordent aux glacis par une pente très faible où le matériau gravillonnaire des sols peu évolués d'érosion passe progressivement à un matériau mixte de plus en plus sableux et rubéfié où se différencient des sols ferrugineux lessivés non concrétionnés bien drainés.

Les versants accentués et rectilignes des axes de drainage entaillent profondément ce matériau détritique meuble. La cuirasse de bas-glacis n'a jamais été observée.

D. 3. Le modelé du Continental Terminal.

En dehors des zones à couverture sableuse éolienne ou alluviale argileuse, les grès du Continental Terminal portent l'empreinte des cuirassements étagés successifs. Le réseau hydrographique est fréquemment endoréique (Région de TOUGAN-GASSAN). Les vallées entaillées dans le matériau d'altération sont larges, peu profondes, à versants de 1 à 2°. Les thalwegs sont encombrés d'un matériau argileux et sableux où l'incision du lit est peu marquée et peut même passer inaperçue.

L'étagement des cuirasses est le suivant : quelques lambeaux de la cuirasse bauxitique éocène ont été observés à WORO - DIAN et BAMBOROKUI. Ce niveau dont l'extension ancienne est mise en

évidence par les nombreux éléments bauxitiques retrouvés en divers endroits en position plus basse, s'abaisse progressivement en direction du Sourou (275 m à WORO - 258 m à DIAN).

Y fait suite un glacis polygénique supportant la cuirasse pisolitique du relief intermédiaire pliocène et la cuirasse du haut glacis à éléments conglomératiques incorporant les pisolites précédents.

Ces niveaux plongent également en direction du Sourou et sont alors recouverts par les alluvions.

Le moyen glacis très étendu d'altitude moyenne 250 - 260 m fait passage de manière continue au bas glacis entièrement recouvert par les colluvio-alluvions de la surface fonctionnelle. La profondeur des fosses pédologiques ($\leqslant 2$ m) permet d'en suivre la continuité de la base des buttes cuirassées vers les thalwegs à proximité desquels l'épaisseur des apports le masque totalement. La faible pente des versants d'interfluves et la proximité du niveau induré sous-jacent déterminent la formation et l'extension des sols hydromorphes à pseudo-gley structurés ou non aux dépens des sols ferrugineux qui se réduisent à une mince bande de la partie haute.

Au N. de TOUGAN, un important réseau hydrographique ancien entre SANE, SANGA et KAREMANGUEL, visible sur photos aériennes et dont il ne subsiste que quelques mares, fait apparaître des sols hydromorphes vertiques et des vertisols sur alluvions argileuses.

Les formations sableuses éoliennes :

Les grands ensablements éoliens de direction E.O. omniprésents au N. de OUAHIGOUYA (1) s'infléchissent au contact de la falaise de BANDIAGARA, prennent alors une direction N.S. et atteignent en limite méridionale le 12° 45' à KOUMBARA. Le réseau hydrographique est essentiellement endoréïque. Le modelé typique se présente sous la forme de longs cordons longitudinaux de dunes arrondies ayant 500 à 800 m de large et 2 à 5 m de haut. Le sommet est fortement

(1) R. BOULET - Etude pédologique de la Haute-Volta région Centre Nord. ORSTOM - 1968

émoussé et les interdunes se comblent. Sur les bordures, les cordons dunaires peuvent prendre des formes d'arrêt en rides incurvées (S. de SADIAN). Bien apparent sur photos aériennes par l'aspect réticulé de la végétation concentrée des interdunes, l'aplanissement rend le modelé plus difficilement discernable sur le terrain. La différenciation pédologique de deux ensembles : sols ferrugineux peu lessivés bien drainés et à drainage limité en profondeur, rattache ces formations à celle de l'erg ancien de M. GAVAUD et R. BOULET (1). Nous n'avons pas retrouvé l'erg récent de ces auteurs. Cette absence peut s'expliquer par la position latitudinale basse de la zone étudiée et la relative brièveté de la phase aride responsable de ce deuxième ensablement. Toutefois il nous a semblé, à la partie supérieure de quelques profils de sommet de dune, avoir affaire à un remaniement récent (homogénéisation - rubéfaction - structure particulaire "subboulante") qui pourrait lui être dû. De part et d'autre du Sourou l'extension des sables éoliens est très inégale :

- à l'O. ils s'étendent de la limite de la plaine d'inondation jusqu'à la falaise de BANDIAGARA.
- à l'E. ils apparaissent largement, au-delà du 3ème méridien (cf. Rapport Centre-Nord de R. BOULET) et ne figurent dans la zone étudiée que par quelques jupes peu épaisses ourlant les versants orientaux des buttes gravillonnaires.

Les formations alluviales du Sourou :

Le système alluvial du Sourou apparaît comme un appendice oriental de formation et d'évolution synchrones du grand appareil du Delta Intérieur du Niger.

Un certain nombre de particularités caractérise la vallée du Sourou:

- Le fonctionnement en affluent - défluent favorisé par une pente longitudinale très faible de l'ordre de 1 pour 20.000, et le blocage du cours au N. en territoire malien par des cordons sableux E.O., permettent en période de crues, une évacuation du 1/6 du débit de la Volta Noire dans le

(1) Rapports pédologiques - République du NIGER - ORSTOM 1962-1965.

Sourou. L'onde de crues atteint DI avec 2 mois de retard. En période d'étiage de la Volta-Noire, le Sourou restitue 1/3 des eaux emmagasinées, le reste s'étant évaporé .

- le lit mineur très mal calibré, de largeur variable est constitué d'une série de petits lacs.
- le lit majeur fluctue avec l'intensité des crues
- une plaine alluviale inondable très large, caractérisée par une pente transversale faible de 1 pour 1000, s'étend beaucoup plus vers l'O. que vers l'E. en raison du fossé d'effondrement en coin emprunté par la vallée.
- la nature géologique du substrat à niveaux dolomitiques détermine un modelé de cuvettes d'effondrement et la présence de vertisols à nodules calcaires.
- un mince manteau sableux recouvre les alluvions sur la bordure O. de la plaine alluviale.

Tous ces caractères originaux militent en faveur d'une évolution paléogéographique dont l'étude se réalisera ailleurs, mais dont nous proposons une brève reconstitution.

PLEISTOCENE : Période correspondant aux interglaciaires RISS et WURM

- climat très humide : le Sourou emprunte le cours inférieur de la Volta Noire actuelle et se jette au N. dans le Niger.
- puis le climat devient aride. Un grand erg incurvé E.O. puis S. bloque le lit du Sourou au N. (en territoire malien) et descend très bas vers le S. (jusqu'au parallèle 12° 45').

HOLOCENE :

- Le climat redevient très humide: le Sourou devenu endoréique déborde largement de son lit et inonde une vaste zone limitée à l'O. et au N. par les ensablements éoliens précédents.

Les affluents (Vou-Hou rive gauche notamment) se gonflent et débordent loin vers l'amont. Une sédimentation fine de type lacustre commence.

Une capture par déversement (probablement) fait du Sourou un affluent de la Volta Noire dont le tracé bifurque alors vers le S.E. (cours actuel). Le lac se vide.

- Une phase aride mineure permet la formation d'un second système dunaire (qui correspond au sud à un remaniement du premier).
- Une nouvelle phase humide aplanit le premier erg et accentue la différenciation pédologique.
- Passage au climat actuel : dessèchement progressif du lac, exondation des vertisols et sols hydromorphes vertiques sur alluvions.

Des corrélations fructueuses peuvent être envisagées après déterminations chronologiques avec les résultats antérieurs, acquis par P. MICHEL, J. TRICART, M. FAURE, et M. GAVAUD en Afrique de l'Ouest.

III. E. Les Cuirasses.

Sauf cas de recouvrement récent, tous les modelés précédents comportent des niveaux cuirassés qui structurent le relief et agencent les différents éléments géomorphologiques. Leur importance dans le paysage nous conduit à en exposer la succession et les faciès. L'étude en sera succincte. Le lecteur intéressé pourra se reporter avec profit au rapport Centre-Nord de R. BOULET, et aux travaux des géomorphologues P. MICHEL et J. VOGT en Afrique Occidentale.

E. 1. Les cuirasses bauxitiques :

- la cuirasse de la deuxième surface d'aplanissement crétacée de P. MICHEL : si elle existe dans la zone étudiée, son extension est des plus réduites. On peut lui rattacher sans preuve formelle le lambeau de cuirasse sommitale du massif doléritique tabulaire situé à l'O. de DANDE et culminant à 674 m.
  Les éboulis montrent en effet une cuirasse bauxitique claire massive, non conglomératique à forte teneur apparente en Al_2O_3.

- la cuirasse de la troisième surface d'aplanissement éocène :
  Les témoins sont plus fréquents et intéressent des formations géologiques différentes :
  Les grès infracambriens paléozoïques : les surfaces bauxitiques d'altitude 400-450 m sont peu importantes, fortement démantelées sous forme de bowés sommitaux. Les éboulis présentent un faciès bauxitique crème et blanchâtre à plages roses - lie de vin finement vacuolaire. Des faciès oolithiques et même pisolithiques

et oolithiques associés peuvent apparaître (G'BOUE - G'BOUE à 1'O. de SANABA).

Citons les affleurements suivants : KOSSO - G'BOUE-G'BOUE - LAHIRASSO. Ce dernier indice a été étudié par G. BOURNAT (1) et livre à l'analyse sur 3 échantillons :

Echantillons	P. J. 403	P.J. 404	P. J. 405
Si 02	0,4	0,6	0,4
$Fe_2 O_3$	4,4	6,0	3,6
$Al_2 O_3$	66,8	67,6	67,0
$Ti O_2$	3,8	2,4	2,4

LAHIRASSO : 4° 06' W - 11° SiN

KOSSO : 2° 43' W - 12° N.

Les dolérites post-birrimiennes : les massifs tabulaires occidentaux d'altitude 475 à 530 m constituent le matériau de prédilection de la cuirasse éocène (SEGUEDOUGOU - SILOROLA - NDORLABA - SABOU - KOREBA - etc..). Les dolérites birrimiennes au S. de HOUNDE: le faciès est fréquemment brechitique à ciment ferrugineux.

Le Continental Terminal : les niveaux bauxitiques sont situés beaucoup plus bas entre 250 et 300 m et les observations indiquent un plongement vers la plaine du Gondo et plus précisément vers sa partie centrale (Sourou) ; P. MICHEL a observé un plongement analogue en bordure du delta intérieur du Niger à l'O. de SEGOU.

Le faciès apparaît le plus souvent pisolithique sous forme d'éboulis peu importants, mêlés à des éléments de la cuirasse pliocène.

L'âge admis de la 3ème surface d'aplanissement Lutetien implique une mise en place du Continental Terminal pré-éocène ou éocène inférieur au moins dans la plaine du Gondo méridional.

(1) G. BOURNAT : Note sur les indices de bauxite de Haute-Volta. Direction de la géologie et des Mines - Haute-Volta - Avril 1968

E. 2. Les cuirasses ferrugineuses.

- La cuirasse pisolithique du relief intermédiaire pliocène : Les pisolithes rouge foncé à lie de vin, très durs sont soudés par un ciment ferrugineux également siliceux, à rares plages bauxitiques, forment une dalle de 1 à 2 m. d'épaisseur passant en profondeur à une carapace ferrugineuse fortement kaolinique. Conservée sur Continental Terminal (WORO-YALLO) elle apparaît ailleurs sous forme de débris caractéristiques (pisolithes sous forme de gravillons retrouvés partout, en particulier sous les alluvions du Sourou en bordure de la plaine d'inondation).

- La cuirasse ferrugineuse supérieure : Elle comprend le haut et le moyen glacis, fréquemment polygéniques et souvent difficiles à distinguer sur le terrain. Le faciès est toujours conglomératique à ciment argileux bariolé jaune, rouge, beige. De nombreuses tubulures sont remplies de kaolinite blanche. Les noyaux de la cuirasse précédente fréquents en surface, disparaissent vers la base moins indurée.

- La cuirasse inférieure : de faible épaisseur, d'apparence écailleuse ou feuilletée, de cohésion d'ensemble forte, brune ou rouge sombre, elle incorpore souvent des niveaux détritiques gravillonnaires.

  Elle est plus vacuolaire que tubulaire. Sur Continental Terminal l'induration lamellaire laisse apparaître des lambeaux de roche en place à peine ferruginisée.

IV. V E G E T A T I O N

Entièrement située dans le domaine sahélo-soudanien d'AUBREVILLE entre les isohyètes 650 et 1200 mm, la zone prospectée est proche cependant du domaine sahélien au N., et touche le soudanien au S.

A l'intérieur des formations purement climatiques latitudinales, se rencontrent des groupements végétaux édaphiques soumis à la nature du sol et au relief. Si en milieu biologiquement stable (climax) la composition du groupement végétal et notamment certaines espèces caractéristiques de celui-ci, permettent de se faire une bonne idée du substrat, le péni-climax créé par l'homme a fortement perturbé l'équilibre sol-végétation, fait disparaître les espèces caractéristiques fragiles les plus exigeantes et installer des formations végétales dégradées à espèces ubiquistes.

Ainsi on remarque sur les zones soumises aux feux de brousse une descente vers le S. des formations normalement plus septentrionales.

IV. A. Zonation de la Végétation avec la Latitude :

Du S. au N. se succèdent trois formations en rapport avec les variations climatiques, principalement la hauteur des précipitations.

A. 1. Forêts sèches claires :

Elles s'étendent approximativement entre les isohyètes 1000 et 1200 mm, l'indice des saisons pluviométriques (1) étant celui de BOBO-DIOULASSO et de HOUNDE : 4 - 3 -5.

Elles comprennent principalement : le Karité (Butyrospermum parkii) - Parkia biglobosa - Khaya - Terminalia laxiflora et macroptera - Daniellia Oliveri. Elles constituent la formation dégradée (correspondant au secteur mésophile soudanien de ROBERTY) d'une ancienne forêt sèche dense à légumineuses de type soudano-guinéen avec comme espèces reliques Pterocarpus erinaceus, Parkia biglobosa et plus rarement Anogeissus leiocarpus et Detarium micro-

---

(1) D'après A. AUBREVILLE : 4 = nbre de mois $>$ 100 mm
3 = nbre de mois entre 30 et 100 mm
5 = nbre de mois $<$ 30 mm

carpum. Cette formation, considérée comme un sub-climax "pyro-cultural" peut être à nouveau dégradée surtout vers le N. et passe alors à une savane arborée à espèces préservées dominantes : Karité - Parkia - Kaya - Faidherbia. 1200 mm correspond à peu près à la limite des palmeraies d'Elaeis guineensis.

Le tapis graminéen se compose d'Andropogon subamplectens, gayanus et pseudapricus, Eragrostis tremula, Cymbopogon schoenanthus, Schoenefeldia gracilis, Heteropogon contortus, Loudetia togoensis.

A. 2. Savanes boisées :

Pluviométrie : de 800 à 1000 mm. Indice des saisons pluviométriques : 4-2-6 (DEDOUGOU).

Elles correspondent au secteur sclérophile soudanien de ROBERTY, et comportent deux formations, l'une arborée, l'autre arbustive devenant dominante vers le N.

Les espèces principales sont : Pterocarpus lucens, Sclerocarya birrea (Poupartia), le Karité, Terminalia avicinoïdes, sterculia setigera, Prosopis africana, de nombreux Combretum (glutinosum, etassei, geitonophyllum, nigricans), Bauhinia thonningii et rufescens, Gardenia erubescens, Ximenia americana, Anogeissus, et de nombreux acacias : sieberiana, seyal, macrostachya, senegal. Le cortège graminéen comprend : Ctenium elegans , Pennisetum pedicellatum, Andropogon gayanus, Vetiveria nigritana, Loudetia hordeiformis (assez rare) et Eragrostis tremula.

A. 3. Savanes et steppes arbustives :

La pluviométrie est inférieure à 800 mm et le caractère sahélien est renforcé par le substrat sableux en grande partie éolisé. C'est le secteur xérophyle de ROBERTY (Indice des saisons pluviométriques : 3-3-6 : TOUGAN).

Cette formation est dominée par Sclerocarya birrea, Combretum micranthum, Bombax costatum, le Baobab (Adansonia digitata), Guiera senegalensis, Hyphaene thebaica, Acacia senegal et seyal, Balanites et Ziziphus. Ctenium élegans et Schoenfeldia gracilis prédominent le couvert herbacé.

Cette formation se présente principalement sous forme de :

- bush à Combretacées
- savane à Guiera senegalensis
- bush à épineux d'Acacia divers.

IV. B. Les Groupements Végétaux Edaphiques :

En conditions édaphiques particulières où un ou plusieurs facteurs d'origine physique (texture, structure, capacité de rétention pour l'eau, induration) ; ou chimiques (teneur en éléments chimiques, acidité) sont limitants, la composition floristique sans être stricte et définie, comporte un certain nombres d'espèces spécifiques réparties en groupements dépendant peu de la zonation climatique.

Ces espèces indicatrices permettent sur le terrain, associées à d'autres critères externes de reconnaissance, de préjuger du substrat.

B. 1. Groupement sur roches basiques.

Strate arborée : à certaines espèces très ubiquistes : Karité, Parkia biglobosa, Balanites, s'ajoutent : Tamarindus indica, Dichrostachys glomerata, Boscia senegalensis, Ficus capensis, Acacia senegal var. samoryana beaucoup plus fréquent que Acacia seyal, Gardenia ternifolia et en sous bois mais rarement Flacourtia flavescens.

Strate herbacée : dominée par Schoenfeldia gracilis et Cymbopogon schoenanthus en tapis assez dense associées à Oldenlandia grandiflora, Hyptis spicigera, Andropogon gayanus.

B. 2. Groupements hygrophiles : ripicoles et zones mal drainées non inondées.

En bordure des axes de drainage apparaissent sous forme de forêt galerie plus ou moins lâche ou en bouquets : Mytragyne inermis, Crossopteryx febrifuga, Mimosa pigra, Berlinia grandiflora (surtout vers le S.), Diospyros mespiliformis, Paullinia pinnata.

En zones mal drainées supportant des sols hydromorphes à pseudogley, la strate arborée comprend : Mytragyne inermis, Bauhinia thonningii, Daniellia oliveri, Terminalia macroptera et avicinoïdes, Cordia myxa, Ziziphus abyssinicus, Gardenia erubescens, Ximenia americana.

Le cortège herbacé en plus de Andropogon gayanus et subamplectens, Cymbopogon schoenanthus, se distingue par vetiveria nigritana, Imperata cylindrica, Cymbopogon giganteus, en tapis dense.

B. 3. Groupement des sols lourds hydromorphes ou vertisols des zones inondables.

La végétation semi-caducifoliée très particulière, se compose de peuplements très denses d'Acacia seyal souvent seul, auquel peuvent s'ajouter d'autres épineux buissonnants : Balanités aegyptiaca, Ziziphus mucronata et mauritiana, Acacia macrostachys et ataxacantha, et une strate arborée composée essentiellement d'Anogeissus leiocarpus, Dalbergia melanoxylon localement en beaux peuplements, et Feretia apodanthera.

Des espèces ubiquistes isolées ou en bouquets comprenant le Karité, Khaya, Pterocarpus, Boscia et Combretum peuvent se joindre au cortège.

Le tapis graminéen très dense et "sec" une grande partie de l'année comporte les genres Schoenfeldia, Cymbopogon, Cterium et Sorghum, et des espèces plus spécifiques : Setaria sp. Vetiveria fulvibarbis. En zone marécageuse (Sourou) apparaissent Sesbania sp. et Echinochloa stagnina.

B. 4. Groupement psammophile.

Les ensablements dunaires aplanis portent au N. des formations sahéliennes de type savane arbustive à Combretum micranthum et glutinosum en îlots ou taillis, baobab, sterculia setigera, Bombax costatum et Hyphaene thebaica isolé.

Sur jachères les repousses sont constituées exclusivement de Guiera senegalensis à tapis de Ctenium elegans, Aristida longiflora et plus rarement Cenchrus biflorus. Une belle forêt sèche non dégradée subsiste entre KINSERE et BOULAMPORO.

Au S. la savane arborée lache comporte le Karité, Terminalia laxiflora et Terminalia avicinoïdes.

B. 5. Groupement sur matériau sablo-argileux profond.

C'est le domaine de la savane arborée avec

- Butyrospermum parkii (Karité), Pterocarpus lucens, Khaya senegalensis, Dentarium microcarpum au S. ;
- Sclerocarya birrea, Lannea acida et différents Combretum au N.

La strate arborée associe Andropogon gayanus à Ctenium elegans.

B. 6. Groupement sur affleurement de grès nu.

Se compose de formations arbustives lâches à Combretum etassei, geitonophyllum, micranthum - quelques rares arbres insinuent leurs racines dans les infractuosités et les diaclases de la roche : Bombax costatum, sterculia setigera, rares Karité. Le tapis graminéen est très pauvre (Loudetia, Ctenium, Pennisetum).

B. 7. Groupement sur cuirasse, carapace et matériau gravillonnaire.

La formation varie de la savane arbustive lâche au bush à Combretacées. Les Combretum sont les mêmes que précédemment avec toutefois une dominance de micranthum et de geitonophyllum. Quelques arbres dont les plus fréquents sont : Terminalia laxiflora, Karité, Pterocarpus, Parkia, Bombax costatum et cassia sieberiana, peuplent les surfaces gravillonnaires. S'y ajoutent : Gardenia erubescens, Strychnos spinosa, Detarium microcarpum et Heeria insignis. Le couvert herbacé est représenté par Eragrostis tremula, Leptadenia hastata et plus rarement en zones méridionales Schizachyrium nodulosum.

Deuxième partie :

ETUDE DES SOLS

INTRODUCTION

La classification pédologique utilisée est la classification française proposée par G. AUBERT et P. DUCHAUFOUR en 1956 et remise à jour en 1965. Il s'agit d'une classification morphogénétique où les différents niveaux sont définis en fonction des conditions et des processus d'évolution par des critères morphologiques reconnaissables sur le terrain. Ces processus sont hiérarchisés et interviennent aux divers niveaux de la classification : classe, sous-classe, groupe, sous-groupe, faciès, famille....

Dans la carte au 1/500.000ème de la partie Ouest-Nord de la Haute-Volta les sols ont été cartographiés au niveau de la famille mais bien souvent les unités présentées dans la légende correspondent à des associations de sols.

La prospection pédologique effectuée à une échelle aussi faible que celle de cette étude a pour objet essentiel de faire un inventaire aussi complet que possible des différents sols d'une région ainsi que leur étude détaillée. Parmi tous les sols recensés certains n'ont qu'une extension très limitée et même négligeable., néanmoins ils sont cités dans les caractères généraux de l'unité où ils ont été reconnus. Quant aux autres la surface qu'ils occupent est suffisamment importante pour être prise en considération : ils peuvent être cartographiés soit en unité pure, soit en association.

L'association pédologique groupe des unités taxonomiques bien définies, mais qui ne peuvent pas être cartographiées séparément à l'échelle de la carte. Cette impossibilité peut être due à une surface d'extension insuffisante pour être représentée à l'échelle considérée, ou bien à l'impossibilité de pouvoir tracer une limite précise même à des échelles plus grandes ; ce dernier cas correspond d'ailleurs plutôt au concept de complexe de sols. Il est évident que l'utilisation des associations s'impose avec d'autant plus de nécessité que l'échelle de la carte est plus faible.
Le lecteur ne doit donc pas s'étonner de la diversité des sols qui existent au sein d'une même unité, puisque cette diversité est le reflet de la

nature hétérogène du sol tel qu'il apparaît dans une reconnaissance au 1/500.000ème. Cette hétérogénéité est particulièrement développée dans les régions soudaniennes où les phénomènes de mise en place des matériaux et de leurs remaniements sont importants.

Enfin, bien souvent devant l'impossibilité de mentionner tous les sols contenus dans une même unité, seuls figurent dans la légende ceux qui occupent une surface suffisamment importante ou qui présentent un intérêt agronomique particulier. Les autres n'apparaissent que dans le texte où ils sont étudiés avec les sols principaux s'ils en sont assez voisins, sinon ils constituent des impuretés cartographiques dont l'étude est généralement faite dans une autre unité.

Chaque famille de sol n'est étudiée qu'une fois, si possible dans l'unité simple qu'elle constitue, sinon dans le première association où elle apparaît. Toutes les indications qui permettent de se reporter aisément à l'étude détaillée, sont données, lorsque la famille de sol considérée se retrouve dans une autre unité.

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

I - SOLS MINERAUX BRUTS

Des deux sous-classes de sols minéraux bruts, caractérisés par une évolution faible ou nulle et un profil de type (A) C dont l'horizon (A) est réduit à sa plus simple expression c'est-à-dire à un peu de matière organique et d'éléments fins, seule la seconde d'origine non climatique est représentée dans le secteur cartographié. Le pédo-climat ni très sec, ni très froid toute l'année permet l'évolution du sol.

La classification française subdivise cette sous-classe en :

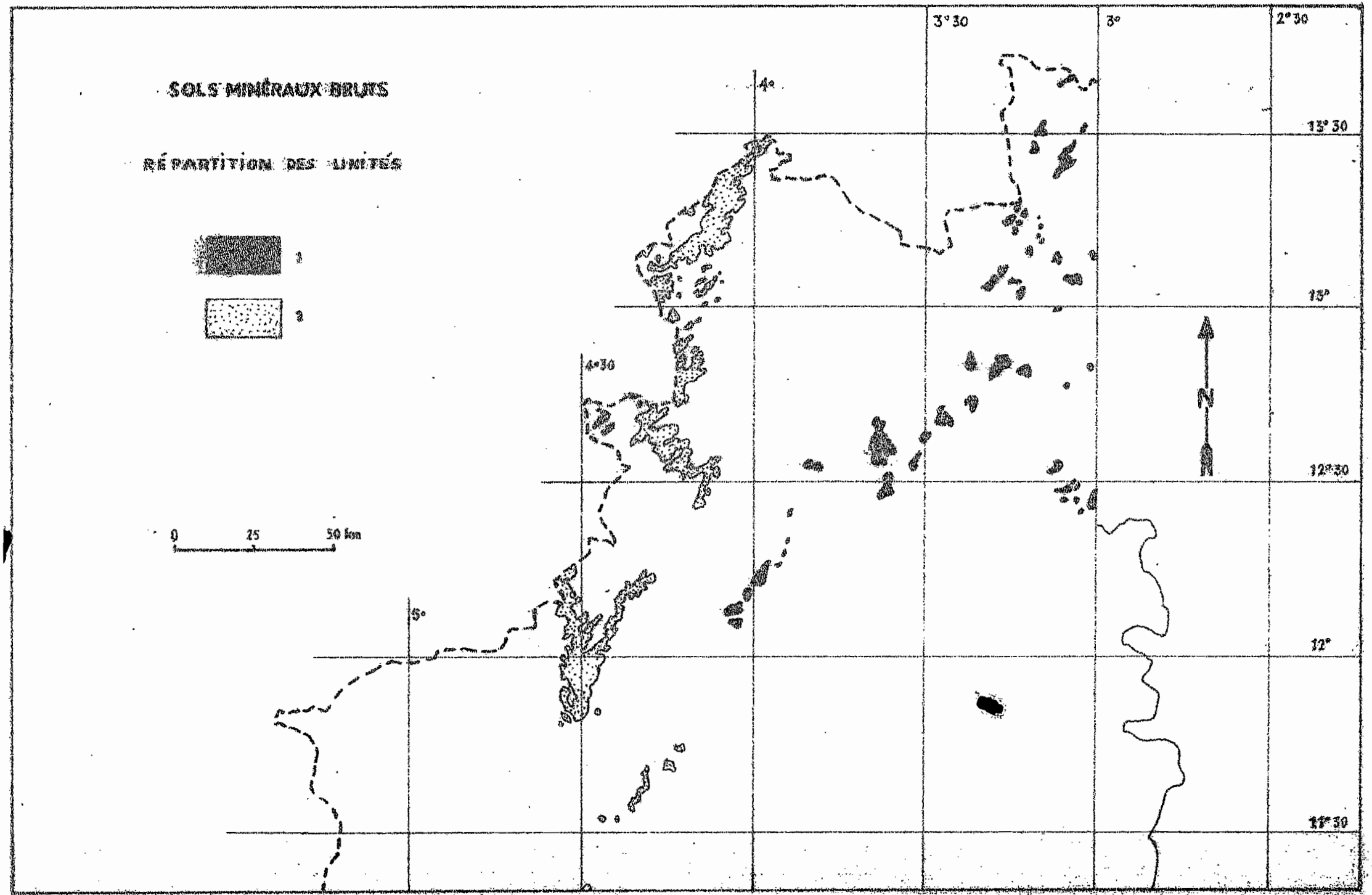
- sols bruts d'érosion ou squelettiques comprenant :
  - les lithosols sur roches ne permettant pas la pénétration des racines,
  - les régosols sur roches permettant une facile pénétration des racines.
- sols bruts d'apport.

Ces derniers ont été observés notamment sur dépôt sableux colluvial et fluviatile à la base de la "falaise" de BANDIAGARA (à TOUKOURO par exemple), mais leur extension très réduite ne permet pas leur cartographie au 1/500.000ème.

Les sols bruts d'érosion sont largement représentés mais leur séparation a posé des problèmes. En effet même sur cuirasse épaisse ou dalle de grès les racines d'une végétation arbustive spécifique peut s'insinuer et se maintenir grâce aux fissures ou au morcellement du substrat. La classification en lithosols ou en régosols est donc délicate. Nous avons tranché en optant pour les lithosols, ce choix étant motivé par le souci majeur de l'utilisation des sols. Or malgré la présence d'une végétation adaptée, ces sols ne permettent en aucun cas la possibilité d'une culture quelconque.

Deux familles ont été cartographiées :

- sur cuirasse ferrugineuse
- sur grès


SOLS MINÉRAUX BRUTS
RÉPARTITION DES UNITÉS
1
2
0 25 50 km
3°30
3°
2°30
4°
15°30
15°
4°30
12°30
5°
12°
11°30
N

/ UNITE 1 /

SOLS MINERAUX BRUTS D'EROSION OU SQUELETTIQUES. Lithosols sur cuirasse ferrugineuse.

Les différents niveaux de cuirassement ont été étudiés au chapitre géomorphologie. Les témoins des surfaces anciennes fortement disséquées, sont très réduits et partiellement bauxitiques, mais passent toujours soit en surface, soit latéralement à une cuirasse ferrugineuse. Aussi ont-ils été groupés avec les lithosols sur cuirasse ferrugineuse dont ils ne se différencient pas du point de vue possibilité de mise en valeur, et dont le développement sur le haut et moyen glacis est beaucoup plus large.

Si leur présence est étendue dans toute la partie N. et N.E. de la feuille, elle se réduit vers le S. où ces sols disparaissent pour faire place à une association de sols "peu évolués gravillonnaires" dominants.

Il faut voir dans cette zonation latitudinale l'influence pédogénétique du climat et notamment des précipitations qui augmentent rapidement vers le S. A cette zonation climatique s'ajoute au N. la présence de formations géologiques se prêtant préférentiellement au cuirassement : grès argileux du continental terminal et socle granitique.

En de telles conditions climatiques, pluies supérieures à 700 mm, température élevée, l'altération pédogénétique est suffisante pour permettre la régénération d'un nouveau sol. Le rôle de la végétation sur le démantèlement de la cuirasse et l'approfondissement du sol est constamment mis en évidence sur le terrain.

Cependant, la forte densité de population d'origine MOSSI, surtout,et une certaine prédilection pour ce genre de façon culturale traditionnelle facile,ont entrainé un défrichement irraisonné et une exploitation intense de ces sols en cours de formation, notamment à proximité des villages. Il en est résulté un processus régressif difficilement réversible en l'état actuel de

son développement, aboutissant à une érosion puissante et complète et à l'apparition de sols à cuirasse affleurante stérile.

Ce stade érodé ultime et l'absence même de sol, éliminent toute possibilité de mise en valeur. Il reste, ce qui est possible mais long, la solution de la sylve-pastorale naturelle efficacement protégée du feu et des itinérances abusives.

/ UNITE 2 /

SOLS MINERAUX BRUTS D'EROSION OU SQUELETTIQUES. Lithosols sur grès.

A - Caractères généraux.

Ces sols sont constitués par les affleurements des grès supérieurs occidentaux très en relief par rapport aux régions déprimées sur grès inférieurs situés en contrebas vers l'E. Ces affleurements se présentent soit sous la forme de dalles nues fissurées et diaclasées en grand, soit en blocs chaotiques démantélés de grande taille. Le réseau de fissures est différent pour les deux formations et permet ainsi de reconnaître facilement sur photos aériennes le grès de BANDIAGARA de celui de KOUTIALA. Le réseau du grès de KOUTIALA est fin et dense, de direction principale N.-N.W. - S.-S.E. et de direction secondaire orthogonale. Les échancrures du rebord sont peu profondes et resserrées. Sur le grès de BANDIAGARA le réseau est plus lache et non orthogonal (75° environ).

Les dalles de grès sont nues ou la plupart du temps ferruginisées en une mince pellicule (voir chapitre géomorphologie). L'escarpement très raide rend difficile l'accès de ces reliefs. Les fissures sont colonisées par une végétation arbustive clairsemée dont nous avons succinctement énuméré la composition au chapitre sur la végétation (groupements édaphiques).

Extension.

Les lithosols sur grès s'étendent en une bande longitudinale mince et discontinue sur la bordure de l'escarpement de la "falaise" de BANDIAGARA c'est-à-dire sur les grès de BANDIAGARA ou de KOUTIALA.

Vers le Nord l'extension s'élargit en direction du MALI. (Nord de DJIBASSO).

B - Les Sols.

Sur ces grandes surfaces planes ou chaotiques, il arrive de rencontrer de petites zones de sables à plages sombres durcies ou pelliculaires sur des replats protégés par un petit escarpement ou des blocs gréseux groupés. Il s'y différencie un sol intergrade entre les sols minéraux bruts et les sols peu évolués d'érosion régosoliques sur grès. L'extension de tels sols est très réduite et occupe moins de 10 % de la surface, ce qui explique leur omission de la légende. Une culture très médiocre de mil y a été observée à un seul endroit sur la piste piéton BERKWE-KORONSO.

Voici la description d'un sol de ce type :

Sol peu évolué d'érosion régosolique sur grès.

Profil de référence : HVH 46 - FALEWE -

Coordonnées 12° 37' 30" N.
04° 18' 40" O.

Topographie : petit replat sous un éboulis de grès en légère corniche.

Végétation : Formation arbustive lache à Combretum micranthum et etassei, rares arbres : Sterculia setigera et Bombax costatum d'aspect chétif. Touffes dispersées de Ctenium elegans.

Aspect superficiel : sables jaunes détritiques à plages pelliculaires grisâtres.

0 - 13 cm (A) : (10 YR 4/3-2) - Gris clair - Très graveleux - Terre fine à 40 % du volume, sableuse, à structure grumeleuse fine autour des racines, sub-particulaire ailleurs. Cohésion très faible. Porosité texturale bien développée. Débris graveleux de grès ferruginisé, applatis, anguleux, de 0,5 à 5 cm, provenant du grès sous-jacent.

13 - 34 cm A (C) : (10 YR 6/4) - Brun jaune clair - Très graveleux - Débris de grès en plaquettes, très ferruginisés sur quelques mm. (couleur rouge vif à violet), altérés, fournissant moins de 10 % de sable jaune sans aucune structure, très faiblement argileux.

au-delà de 34 cm C : Dalle de grès ferruginisé sur quelques cms (couleur rouge vif 10 R 5/8) puis jaune, légèrement altéré, à grains très grossiers.

Ce terme constitue le premier stade d'évolution vers les sols peu évolués par la timide différenciation de l'horizon intermédiaire (A) C où l'argilification prend naissance. L'érosion intense sévissant sur ces plateaux et favorisée par la présence de l'impluvium gréseux, empêche une évolution plus poussée de se réaliser.

Les caractères analytiques :

L'absence d'éléments fins élimine les possibilités d'analyse. Toutefois l'étude de la fraction désagrégée du grès de surface permet de se faire une idée des comblements sableux logés entre les dalles nues et surtout du matériau sur lequel pourront se développer des sols du type de celui décrit précédemment.

Le taux d'éléments fins ne dépasse pas 10 % avec 6 % d'argile. Les sables grossiers dominent et atteignent 85 %/.

La somme des bases échangeables se situe autour de 0,50 méq/100 g, c'est-à-dire une valeur excessivement basse. Le pH tourne autour de 5,5 - 6,0.

Le profil HVH 46 décrit, grâce à sa situation et à la formation végétale qu'il supporte, accuse une fertilité d'ensemble plus forte. La somme des bases atteint 3 méq et le taux de saturation 53 % avec 11 % d'argile et 1,9 % de matière organique.

Les possibilités de mise en valeur sont donc très faibles.

C - Conclusion générale :

Constituée dans sa presque totalité par des sols squelettiques réduits à la roche nue, cette unité n'offre aucun intérêt agronomique. Elle est d'ailleurs désertée par la population sédentaire.

/ UNITE 3 /

Sols MINERAUX BRUTS d'érosion lithosols sur quartzites.Association à sols peu évolués d'érosion ou d'apport sur schistes birrimiens.

A - Caractères généraux :

Cette unité correspond aux petites collines de quartzites et à leur pourtour immédiat qui apparaissent surtout au N.E. de HOUNDE où elles ne forment que deux petites taches.

La forte résistance des quartzites à l'érosion et à l'altération explique leurs formes rigoureuses, dénudées ; les sols sont des lithosols sur quartzites. Les surfaces voisines sont plus basses et souvent une "dépression périphérique" peut même exister entre la colline et un front de glacis cuirassé, rappelant ainsi la disposition des régions avoisinant les collines de roches volcaniques. C'est au niveau des incisions, entre les quartzites particulièrement résistants et les surfaces cuirassées voisines, que s'observent les sols peu évolués sur schistes birriméens. L'étroitesse de cette bande conduit dans certains cas à inclure dans l'unité des lithosols ou des sols peu évolués sur matériaux gravillonnaires et cuirassés.

B - Les sols.

B. 1. Les lithosols sur quartzites.

Ce sont les affleurements de quartzites qui apparaissent en bancs inclinés de direction voisine de celle des bandes birrimiennes. Ils sont dénudés et seuls quelques arbustes s'insèrent entre les bancs.

B. 2. Les sols peu évolués d'érosion ou d'apport sur schistes birrimiens.

2 a . Morphologie :

Profil de référence : B O C 78

Situation : à 2,2 km de HOUNDE vers BOROMO

Topographie : sommet bosselé entre deux rebords cuirassés.

Végétation : savane arbustive très lache à karité, touffes dispersées d'Andropogon gayanus.

Surface du sol : nombreux éléments schisteux petits avec des petits cailloux de quartz et quelques blocs de quartzite.

Description du profil :

0 - 15 cm : Gris sombre. Humifère. Riche en éléments grossiers de toutes tailles, anguleux, fragments schisteux plus ou moins ferruginisés. Terre fine limono-argileuse. Cohésion assez faible. Vers le bas la teinte s'éclaircit, devient plus beige. Porosité bonne entre les éléments.
Limite graduelle et régulière.

15 - 40 cm : Beige-jaune. Eléments schisteux à veines rouges et noires ; remaniés à la partie supérieure où ils sont mélangés à de la terre fine, apparaissent en place vers le bas. Cohésion faible à moyenne.

50 - 100 cm : Beige-jaune à éléments de schistes altérés à cassure rouge, bien alignés suivant des plans de schistosité obliques. La cohésion d'ensemble est faible.

Enracinement : très dense et bien réparti des graminées jusqu'à 15 cm; très faible ensuite, pratiquement inexistant au-dessous de 40 cm.

Variations autour du profil de référence :

Ces sols sont toujours remaniés en surface, mais les horizons supérieurs portant les caractères de remaniements sont d'épaisseur variable selon la topographie témoignant ainsi de la prédominance des phénomènes d'apport ou des phénomènes d'érosion.

Le profil B O C 78 apparaît comme sol peu évolué d'érosion. Par contre dans les zones déprimées (dépression périphérique) les horizons à fragments schisteux indurés sont plus riches en gravillons -(démantellement de cuirasse) sur une épaisseur dépassant souvent 1 m ; des caractère d'hydromorphie peuvent apparaître en profondeur. Beaucoup de ces sols peuvent être considérés comme intergrades vers les sols ferrugineux.

2 b . Propriétés analytiques : (voir tableau 1 p. 50).

Les caractéristiques physiques

- Les horizons supérieurs possèdent 50 % d'éléments grossiers : fragments de schistes ferruginisés mais aussi graviers quartzeux et gravillons. Au-dessous la fragilité des fragments schisteux est souvent telle que la terre fine atteint au moins 90 % de la terre totale. La texture de la terre fine est assez variable mais toujours à tendance partiellement limoneuse.
- Vue l'importance des éléments grossiers la structure est délicate à apprécier, cependant l'indice Is mesuré sur la terre fine est très mauvais.

- La porosité n'est pas appréciable au laboratoire, mais sur le terrain la macroporosité semble bonne, surtout en surface, en profondeur elle dépend de la situation topographique : elle demeure bonne si le sol repose à faible profondeur sur les schistes obliques, mais elle diminue fortement dans les zones de comblements où les horizons profonds peuvent facilement se colmater et où il n'existe pas de voies de drainage.
- L'eau utile est assez faible dans les horizons supérieurs : 5 % de la terre totale, elle devient meilleure en profondeur ou elle dépasse 10 %.

Les caractéristiques chimiques.

- La matière organique assez bien représentée dans des sols non cultivés (1,8 % de terre totale) est en très faible quantité dans quelques sols cultivés (0,40 %) Les C/N passent alors respectivement de 15 à 8 et la différence entre les teneurs respectives en azote se trouve ainsi atténuée (0,75 à 0,30 %). La fertilité N-pH se place dans les catégories moyenne à bonne. Les teneurs en $P_2 O_5$ sont faibles (0,10- 0,15 ‰) et le rapport $\frac{\text{azote}}{\text{phosphore}}$ est satisfaisant si les quantités d'azote sont faibles mais dans le cas des teneurs plus élevées les sols apparaissent carencés en phosphore.
- Le pH voisin de 6,5 dans les horizons supérieurs, atteint ou dépasse même 7,0 en profondeur.
- La capacité d'échange est assez faible compte tenu du fort pourcentage d'éléments grossiers en surface, elle varie de 2,5 à 4,5 meq/100 gr. de terre totale, les valeurs les plus fortes s'observent dans les sols les plus riches en matière organique : en profondeur elle est voisine de 5 meq/100 gr.
- La somme des bases varie autour de 2 à 3 meq/100 gr dans les horizons supérieurs et de 5 meq/100 gr en profondeur ou le complexe se trouve au voisinage de saturation. En surface le rapport S/T correspond bien aux valeurs du pH (de 6,5 à 8,0). L'équilibre des bases est : assez variable et il est difficile d'en tirer une caractéristique générale, le potassium en particulier semble sensible à des variations de site.

2 c. Conclusion

Ces sols présentent donc des caractères à variabilité élevée. La texture graveleuse des horizons supérieurs, si elle abaisse la fertilité générale a un niveau faible par unité de volume, demeure cependant favorable à la pénétration des racines qui exploitent bien ces horizons. En profondeur au contraire la richesse

chimique peut être meilleure mais les racines sont gênées dans leur développement par la schistosité oblique de la roche altérée en place.

C - Conclusion générale :

Cette unité ne possède qu'une faible proportion de sols susceptibles d'être cultivés et encore ceux-ci ne présentent-ils, sur de petites surfaces, qu'une fertilité assez inégale et jamais très bonne.

Elle offre donc peu d'intérêt pour la mise en valeur.

UNITE 3

TABLEAU 1

	SOL PEU EVOLUE D'EROSION SUR SCHISTES BIRRIMIENS. Profil B O C 78		
Profondeur en cm	0,1 - 15	15 - 40	40 - 60
Refus 2 mm %	57,0	43,0	9,0
Humidité %	2,4	2,0	1,9
Argile %	21,2	43,4	48,0
Limon fin %	23,6	15,8	23,7
Limon grossier %	9,0	7,6	4,7
Sable fin %	13,8	13,3	11,5
Sable grossier %	28,6	19,1	11,8
Matière organique %	3,76	0,82	0,31
Carbone ‰	21,7	4,73	1,78
Azote ‰	1,45	0,59	0,41
C/N	15,0	8,0	4,3
$P_2 O_5$ Total ‰	0,20	0,29	0,27
Bases totales méq/100 g de sol.			
Ca	6,65	2,88	2,83
Mg	6,00	4,64	6,93
K	1,38	3,18	3,74
Na	0,22	0,48	0,52
Bases échangeables méq/100 g de sol			
Ca	3,87	2,32	2,51
Mg	2,24	0,67	0,78
K	0,20	1,05	1,80
Na	0,02	0,02	0,02
S	6,35	4,05	5,10
T	9,55	5,15	4,70
S/T = V %	66	79	sat.
pH eau	6,2	6,7	7,6
pH KCl	5,4	5,9	sat.
pF 3	19,4	27,0	33,1
pF 4,2	10,1	16,9	19,1
Eau utile %	9,3	10,1	14,0

/ S O L S P E U E V O L U E S /

II - SOLS PEU EVOLUES

- Ce sont des sols où l'évolution est faible mais déjà suffisamment importante pour faire apparaître deux horizons distincts : A et C. L'horizon A, humifère, est peu épais ; l'évolution des minéraux n'est guère plus avancée que dans le matériau originel : C.

- Dans les régions soudaniennes, où l'importance des remaniements aboutit au rajeunissement des surfaces en faisant apparaître des matériaux ayant déjà subi une évolution très poussée de leurs minéraux - souvent jusqu'au stade de la formation de kaolinite - le qualificatif "peu évolués" attribué aux sols qui se développent sur ces matériaux récemment soumis à l'action des agents atmosphériques, peut paraître incorrecte si l'on fait mal la distinction entre l'évolution du matériau originel d'une part, et l'évolution du sol (différenciation morphologique du profil) d'autre part. L'appellation "peu différenciés" a parfois été utilisée pour lever l'équivoque.

- Les sols peu évolués sont subdivisés en deux sous-classes d'après l'origine des facteurs limitant leur évolution :
  - origine climatique : pédoclimat froid, ou assez froid et très humide ou sec pendant la plus grande partie de l'année.
  - origine non climatique : sols jeunes ou rajeunis mais dont le pédoclimat permet l'évolution du sol.

Les sols peu évolués de la région Ouest-Nord de la Haute-Volta appartiennent tous à la 2° sous-classe qui est elle-même subdivisée en deux groupes : sols peu évolués d'érosion et sols peu évolués d'apport.

Comme l'a souligné BOULET dans son rapport de la région Centre-Nord ; la distinction entre ces deux groupes est parfois difficile, puisque le processus d'érosion et d'apport, eux-mêmes, sont par leurs effets complémentaires à l'origine des phénomènes de polyphasages. Le plus souvent, cependant, les sols Peu Evolués se répartissent sur les surfaces les plus élevées où l'érosion joue un rôle dominant, tandis que les surfaces situées en contre-bas et qui reçoivent les matériaux entraînés donnent lieu à une évolution pédogénétique plus poussée, généralement ferrugineuse. L'érosion apparaît donc comme le facteur essentiel de la faible évolution des sols de la carte Ouest-Nord. Cependant quelques sols peu évolués d'apport, typiques, mais de faible extension, peuvent être trouves sur les alluvions récentes de certains cours d'eau.

Les sols peu évolués d'érosion sont divisés en deux sous-groupes

- Sols lithiques : sur roches impénétrables aux racines
- Sols régiques (ou régosoliques) sur roches permettant l'enracinement.

Seuls les sols régiques apparaissent dans la carte où les roches compactes, bien qu'elles ne soient pas totalement impénétrables aux racines (voir sols minéraux bruts : p. 39) correspondent plutôt à des lithosols.

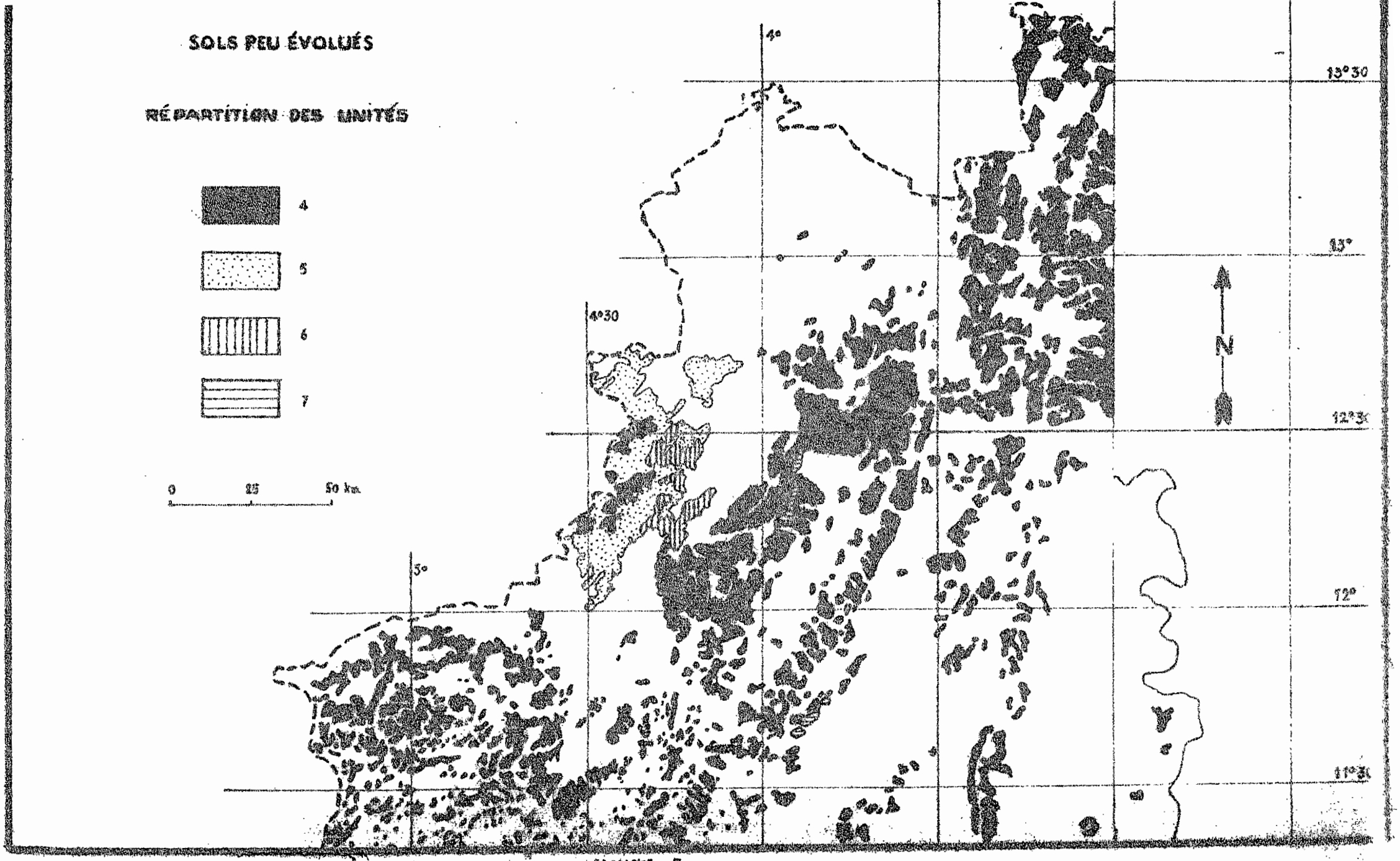

SOLS PEU ÉVOLUÉS
RÉPARTITION DES UNITÉS
4
5
6
7
0
25
50 km.
4°
4°30
3°
13°30
13°
12°30
12°
11°30
N

PLANCHE 5

/ UNITE 4 /

Sols PEU EVOLUES d'érosion régiques sur matériau gravillonnaire.Association à lithosols sur cuirasse ferrugineuse.

A - Caractères généraux :

Cett unité qui prend une grande extension au S. du parallèle 13° 40' (1) apparaît sur toutes les formations géologiques. Elle est cependant très limitée sur les granites, sauf en bordure des chaînes birrimiennes. Elle correspond à toutes les surfaces cuirassées indépendemment de leur origine et de leur situation. Sur les grès vers l'E. , ce sont généralement des buttes témoins bien dégagées dont l'importance dépend étroitement du niveau gréseux sous-jacent. Sur les schistes birrimiens vers l'O., ce sont des glacis plus ou moins disséqués s'appuyant aux collines de roches vertes, ou bien encore des petites buttes témoins mais beaucoup moins nettes, et plus divisées que sur les grès, en raison de l'existence d'un réseau hydrographique nettement plus dense.

Dans ces régions méridionales la cuirasse affleure rarement à nu. Elle n'apparaît que sur des surfaces relativement restreintes qui correspondent à des lithosols sur cuirasse. Vers les régions septentrionales au contraire elle prend une plus grande extension et elle est cartographiée avec l'unité 1.

Ailleurs la cuirasse disparaît sous un revêtement gravillonnaire d'épaisseur variable, mais permettant une évolution pédologique : ce sont des sols peu évolués régiques.

La végétation est surtout arbustive. Si le couvert est très lâche sur les zones de cuirasse affleurante, il devient rapidement plus fourni dès que le sol s'approfondit un peu. On trouve essentiellement des Combretum (geitomophylum, etacséi, glutinosum), Saba senegalensis, Ximenia americana, Terminalia laxiflora, Gardenia erubescens (le Karité n'apparaît que sur les sols les plus profonds). Parmi les graminées : Andropogon gayanus et Loudetia togoensis sont les mieux représentées ; elles constituent la végétation du bowal.

---

(1) BOULET l'avait déjà noté dans son rapport Centre-Nord.

B - Les sols

B. 1. Sols peu évolués régiques sur matériau gravillonnaire.

1 a. Morphologie

Profil de référence BOA : 31

Situation : A 13 km de BONZAN sur la piste vers HABA (près de la Volta-Noire).

Topographie : sommet de pente faible : 2,3 %

Végétation : bien fournie : Karités Combretum geitonophyllum, Gardenia erubescens et Andropogon gayanus.

Surface du sol : peu gravillonnaire avec quelques blocs de cuirasse.

Description du Profil :

0 - 20 cm : gris beige (10 YR 6/3 5/3). A la surface, sur 1 ou 2 cm, peu de gravillons. Puis gravillons de toutes tailles. Les plus petits arrondis sont inférieurs à 0,5 cm, couleur rouge sombre. Les plus gros sont très irréguliers, de couleur sombre à centre brun-jaune. Terre fine limono-argileuse. Cohésion assez forte, débit par éclat anguleux. Porosité tubulaire fine moyenne.

Enracinement dense des racines horizontales herbacées et ligneuses.

Limite ondulée brutale.

à 20 cm : cuirasse massive à trame rougeâtre et brun jaunâtre avec des pisolithes ferrugineux (ces derniers sont à l'origine des petits gravillons arrondis). Dans la trame se trouvent des alvéoles terreux.

Remarque : La végétation est assez bonne pour un sol de profondeur aussi faible.

Variation autour du profil de référence.

Le matériau recouvrant la cuirasse est ici homogène. Mais souvent la couleur grise disparaît vers le bas faisant place à une couleur plus rougeâtre, parfois même des taches peuvent apparaître sur la limite au dessus de la cuirasse. Ces caractères sont le signe d'une évolution ferrugineuse. D'ailleurs si l'épaisseur devient plus importante deux horizons distincts se différencient : ce sont alors des sols ferrugineux remaniés qui sont étudiés dans l'unité 27.

Parfois la cuirasse peut aussi être remplacée par une carapace d'altération indurée, lorsque l'érosion a réussi à déblayer le niveau cuirassé sur toute son épaisseur en ne laissant subsister qu'un recouvrement gravillonnaire, comme précédemment les sols sont "peu évolués modaux, à faciès ferrugineux" ou même "ferrugineux remaniés".

La cuirasse constitue un niveau imperméable qui peut favoriser des phénomènes d'hydromorphie sur toute l'épaisseur du matériau de recouvrement. Ceux-ci se manifestent sur les surfaces horizontales, ou bien à la partie supérieure des glacis à pente faible où le drainage externe est aussi pratiquement inexistant, par des caractères extérieurs bien particuliers. Les cas les plus typiques correspondent aux bowés : végétation essentiellement herbacée, arbustes absents ou très rares, nombreuses termitières champignons (cubitermes), surface du sol gris blanc. Dans certains cas ces sols peu évolués à faciès hydromorphes peuvent être profonds, notamment autour des mares d'effondrement de cuirasse.

Exemple de sol peu évolué hydromorphe : H V J 30

Situation : 12° 53' 40" Nord, 03° 33' 45" Ouest.

Topographie : Sommet tabulaire de butte gravillonnaire.

Végétation : Tapis herbacé dense à Andropogon gayanus avec quelques arbustes : Ximenia americana, Acacia Seyal.

Surface du sol : Plages grisâtres pelliculaires alternant avec des plages gravillonnaires et des débris de cuirasse en tas.

Description du profil :

0 - 20 cm : gris jaunâtre (10 YR 4/2-3). Gravillons de toutes tailles plus ou moins anguleux (0,5 à 2 cm), limono-sableux (sable grossier). Structure massive à cohésion faible, débit très mamelonné à cohésion faible. Légèrement lamellaire en surface (2 - 3 cm). Porosité tubulaire fine et moyenne bonne. Localement structure polyédrique fine. Enracinement assez bien développé, grosses racines horizontales à la base. Concrétions et taches peu individualisées jaune clair à la base.
A Limite distincte ondulée.

20 - 38 cm : beige rougeâtre (7,5 YR 6/5) moins de 40 % de terre fine (argileuse). Gravillons, débris de cuirasse chamarée. Canalicules avec kaolinite et peut être gibbsite. Couleur noire, rouge rouille. Structure conglomératique en écailles. La kaolinite des canalicules donne la terre fine. Le tout se présente comme une carapace assez dure. : pas de racines.
A (c)

à 38 cm : blocs de cuirasse très dure, à éléments bauxitiques, rognoneuse à conglomératique rouge-bleu, violet. Plages ferruginisées et kaolinisées.
c Dendrites de manganèse.

La tendance hydromorphe nette se manifeste par les taches et concrétions jaunes situées à la base de A. La cuirasse sous-jacente bloque le drainage et favorise l'engorgement hivernal. Son faciès est celui, caractéristique, de la cuirasse du

relief intermédiaire pliocène. Les éléments bauxitiques proviennent de la surface cuirassée éocène démantelée et recimentée plus bas. Cette cuirasse étant très dure la désagrégation très lente n'affecte que les passées kaolinitiques ce qui explique la texture argileuse de l'horizon A (C).

1 b. Propriétés analytiques (voir tableau 2, p. 59)

Les caractéristiques physiques et chimiques sont comparables à celles des sols "ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse" (unité 27, p. 225) et auxquelles on voudra bien se reporter. Mais ces résultats portent bien entendu sur une épaisseur de sol utilisable moins importante qui correspondrait à l'horizon superficiel des sols ferrugineux remaniés.

Dans le cas des sols à faciès hydromorphes, l'hydromorphie peu favorables à l'évolution de la matière organique (C/N élevé) permet son accumulation. Cette matière organique d'origine essentiellement herbacée est aussi beaucoup mieux intégrée au sol. Par ailleurs ces sols se développent sur des matériaux souvent de comblement (irrégularités recouvertes de la surface cuirassée) dont la texture est plus riche en particules fines : argile et limons. Les résultats analytiques apparaissent dans l'ensemble nettement plus favorables bien que de fortes variations s'observent d'un profil à l'autre.

1. c Conclusion

Ces sols, généralement limités à très faibles profondeurs par un niveau cuirassé imperméable, possèdent une fertilité très basse pour le sous-groupe modal, et basse pour les sols à faciès hydromorphe.

B. 2. Les lithosols sur cuirasse ferrugineuse.

Ce sont les affleurements de cuirasse à nu ou à faible recouvrement gravillonnaire : Unité 1.

C - Conclusion Générale.

Cette unité regroupe des sols essentiellement caractérisés par leur manque de profondeur, et dont l'extension respective est très variable. Nous avons souvent été assez surpris par le couvert végétal relativement bien fourni qui se développe dès que la cuirasse disparaît sous quelques cm de recouvrement. Des cultures peuvent apparaître sur des sols ne dépassant pas 20 cm d'épaisseur, nous y avons même vu du coton rachitique. Des cultures de mil plus

intéressantes ont été observées sur des sols à faciès hydromorphes et sur des sols ferrugineux remaniés.

L'intérêt agronomique que présente cette unité demeure cependant toujours très faible.

UNITE 4

TABLEAU 2

	Sol peu évolué hydromorphe sur matériau gravillonnaire et cuirasse - HVJ - 30				Sol peu évolué modal sur matériau gravillonnaire et cuirasse - BOA - 31	
Profondeur cm	0,1-20	20-38	(1) 0,1-20	(1) 20-38	0,1-20	(1) 0,1-20
Refus 2 mm %	13,0	60,0			63,0	
Humidité %	3,6	5,2			2,0	
Argile %	32,6	53,3			24,1	
Limon fin %	23,3	11,9			18,3	
Limon grossier	14,5	4,6			13,2	
Sable fin %	17,2	9,7			14,4	
Sable grossier	9,9	19,6			28,0	
Matière organique	2,49	0,90	2,16	0,36	1,97	0,72
Carbone ‰	14,4	5,2	12,5	0,20	11,4	6,9
Azote ‰	0,82	0,50	0,71	0,20	0,76	0,28
C/N	17,6	10,4			15,0	
P_2O_5 total ‰	0,30	0,27	0,26	0,10	0,60	0,22
F_2O_3 libre %	3,40	8,68				
F_2O_3 total %	6,20	10,3				
Fer libre/Fer total	55	84				
Calcium	8,74	4,42	6,77	1,76	4,64	1,71
Magnésium	9,52	9,07	8,22	3,60	7,93	2,73
Potassium	3,81	3,73	3,30	1,48	2,10	0,77
Sodium	0,22	0,17	0,19	0,04	0,27	0,17
Bases échangeables méq/100 g de terre						
Ca	7,47	4,00	6,44	1,60	3,18	1,15
Mg	2,67	2,64	2,32	1,04	1,24	0,45
K	0,46	0,31	0,35	0,12	0,19	0,07
Na	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
S	10,65	6,95	8,70	2,76	4,60	1,70
T	14,3	13,4	13,2	5,2	7,55	2,80
S/T = V %	74	52			61	
pH eau	6,6	5,9			6,4	
pH KCl	5,4	4,5			5,1	
Agrégats %						
Alcool	47,5					
Eau	32,4					
Benzène	16,6					
pF 3	20,9	23,7			16,1	
pF 4,2	13,0	16,6			9,2	
Eau utile %	7,9	7,1	6,9	2,8	6,9	2,5
Instabilité structurale	1,99					

(1) Résultats exprimés en pourcentage de terre totale.

/ UNITE 5 /

SOLS PEU EVOLUES D'EROSION. Sols régiques sur matériau gravillonnaire. Association à lithosols sur cuirasse et sols ferrugineux lessivés sur matériau sablo-argileux à argileux-sableux issu des grès.

A - Caractères Généraux :

Extension :

Occupe une partie importante des hauts plateaux de grès occidentaux. La répartition des sols composant l'association est très irrégulière. Les sols peu évolués dominent et se localisent sur les zones légèrement surélevées et tabulaires cuirassées en association avec les lithosols. Lorsque ces surfaces sont importantes et d'un seul tenant elles ont été cartographies en unité 4. Une légère pente à raccord linéaire fait passer à un glacis de désagrégation du grès ou à une zone déprimée remblayée par des épandages de sables aboutissant le plus souvent à un thalweg plus ou moins colmaté. Ce modelé très mou, supporte les sols ferrugineux lessivés profonds.

Caractères de reconnaissance :

Ils sont examinés dans les unités 4 et 21, auxquelles on se réfèrera. L'aspect de surface de ces unités est suffisamment différent pour être évident sur le terrain : aux gravillons et bush arbustif xérophite de la première s'oppose la surface sableuse et la savane arborée lache de l'unité 21 (ou 20).

B - Les Sols.

Cette unité se compose des mêmes sols que l'unité 21, soit les sols peu évolués gravillonnaires et lithosols sur cuirasse, avec un déplacement de la dominance vers les sols peu évolués. Cependant, la stabilisation du matériau d'épandage par la végétation sur les affleurements de grès dans les zones basses (environ de TANHOUMA par exemple) conduit à une reprise de l'altération en profondeur et au développement de sols ferrugineux lessivés jeunes sur les interfluves dégagées par le réseau hydrographique. Le profil H V H 40 caractérise ce type de sol.

D'autre part la fréquence des sols ferrugineux limités par une passée gravillonnaire profonde, et en position plus ou moins haute sur le glacis suivant l'épaisseur de l'épandage, rend nécessaire la description du profil H V H 45.

1. a Morphologie

Sol ferrugineux lessivé jeune.

Profil de référence : H V H 40 - Coordonnées : 12° 21' 45" N.
04° 18' 10" O.

Topographie : léger replat à la base de la trouée de la piste BADINGA-TASSILA.

Végétation : Savane arborée lache à karité, Sclerocarya birrea, et rares Bombax costatum. Touffes d'andropogonées dispersées.

Aspect superficiel : sable grossier particulaire.

0 - 24 cm : (10 YR 5/2-3) - Gris-brun clair. Sableux, structure particulaire fondue à massive, débit polyédrique plan très facile. En surface, tendance grumeleuse autour des racines. Cohésion d'ensemble et des mottes très faible. . Porosité interstitielle bien développée. Rares petits débris de grès ferruginisés très altérés.

24 - 48 cm : (7-5 YR 6/4) - passage graduel très régulier - brun très clair. Sableux très faiblement argileux. Structure massive à débit polyédrique facile, plan à faiblement mamelonné. Cohésion d'ensemble faible, des mottes moyenne à faible. Porosité très bien développée (texturale surtout). Toujours quelques débris de grès arrondis.

48 - 96 cm : (5 YR 6 - 5/4) - Limite diffuse. Passage très progressif beige clair. Sable argileux. Structure massive à débit polyédrique facile, moyennement anguleux. Cohésion d'ensemble et des mottes moyenne . Porosité tubulaire moyenne et fine moyennement développée. A 60 cm petite passée gravillonnaire (grès cuirassé rouille).

96 - 145 cm : passage graduel, limite régulière à un horizon d'altération du grès qui devient compact à la base. La couleur s'éclaircit et devient blanc-jaunâtre.

Enracinement : Bien développé en surface, diminue un peu mais bien réparti jusqu'à 1 mètre.

Nous interprétons l'évolution de ce sol comme la résultante d'une différenciation de type ferrugineux sur la superposition d'un matériau polyphasé sableux à sablo-argileux d'épandage (dont la limite inférieure à 60 cm est soulignée par une fine passée gravillonnaire) et d'un affleurement de grès ferruginisé dont l'altération se poursuit actuellement.

Sol ferrugineux lessivé modal à niveau gravillonnaire profond.

Profil de référence : H V H 45 KALE - Coordonnées : 12° 37' 40"N
04° 18' 40"O

Topographie : zone de remblayage entre deux petites buttes gravillonnaires à sommets aplanis. Pente très faible.

Végétation : savane arbustive assez dense à Terminalia avicinoïdes, Guiera senegalensis, Combretum micranthum, Bauhinia reticulata. Quelques karités.

Aspect superficiel : intercalation de plages de sables roses déliés et de plages pelliculaires grises durcies. Termitières gris-rosé.

0 - 21 cm : (5 YR - 4/4) Beige grisâtre - sableux - structure lamellaire sur 2-3 cm puis massive à débit polyédrique plan - cohésion d'ensemble faible. Cohésion des mottes très faible. Porosité tubulaire fine et surtout texturale bien développée.
A_1

21 - 46 cm : (2,5 YR 4/5) - Limite distincte, très régulière beige-rougeâtre. Sableux faiblement argileux. Structure massive à débit polyédrique moyennement mamelonné. La cohésion croît légèrement. Porosité tubulaire fine mieux développée, texturale excellente.
A_2

46 - 130 cm : (2,5 YR 5 - 4/6). Limite diffuse, passage très progressif. Rouge. Très uniforme. Sablo-argileux . Structure massive à débit polyédrique anguleux. Cohésion d'ensemble et mottes, moyenne . Porosité moyennement développée (tubulaire fine surtout). Activité biotique sous forme de petites cavités à la base.
B

130 - 170 cm : Limite brutale régulière. Passée gravillonnaire avec poches sableuses de l'horizon précédent. Gravillons densité 80 % - sub-anguleux à émoussés. Débris de cuirasse et grès ferrugineux.
Quelques petites individualisations diffuses de fer dans le matériau de remplissage.

Enracinement : Fin très dense à la base de A_1, assez bien développé jusqu'à 1,20 m.

La modification du régime hydrique (réduction du drainage interne) par la passée gravillonnaire profonde, conduit à la formation de ségrégations ferrugineuses diffuses qui n'apparaissent pas dans les profils plus profonds à zones gravillonnaires réduites (unité 21).

L'appauvrissement en éléments fins de l'horizon supérieur est dû à un entrainement superficiel par les eaux de ruissellement.

1. b Les propriétés analytiques : (Tableau 3 p. 65)

Les sols peu évolués gravillonnaires ayant déjà été étudiés dans l'unité 4, nous ne présentons que les résultats des sols ferrugineux lessivés modaux consignés dans le tableau.

Les caractéristiques physiques :

La texture est sablo-argileuse mais le taux d'argile augmente en profondeur, étant deux fois plus élevé dans le sol à niveau gravillonnaire profond. Les limons ont un taux à peu près constant.

La capacité de rétention pour l'eau est faible, de l'ordre de 80 à 100 mm dans le premier mètre dont seulement un tiers est utilisable. La faible teneur en éléments fins est en corrélation avec ces faibles valeurs. La macroporosité est élevée.

La stabilité structurale est médiocre à moyenne en surface, médiocre plus en profondeur.

Les caractéristiques chimiques :

L'ensemble des analyses indique un complexe absorbant mal pourvu :

La matière organique est bien évoluée (C/N de 10 - 11) mais son taux est bas, toujours inférieur à 0,7 % et le pourcentage d'azote est faible. La somme des bases échangeables est médiocre avec un taux de saturation toujours inférieur à 50 % et des déficiences en potassium.

L'équilibre azote sur phosphore est moyen en surface mais avec des valeurs absolues basses.

Les sols ferrugineux à niveau gravillonnaire de profondeur ont des potentialités supérieures à celles des sols ferrugineux jeunes.

1. c Conclusion :

Les sols "Ferrugineux lessivés modaux" offrent des possibilités de mise en valeur assez limitées, mais ils peuvent être cultivés en mil ou arachide. Ils constituent cependant les sols les plus intéressants de l'unité, mais sont actuellement peu exploités, de par leur situation haute sur les plateaux gréseux.

C - Conclusion générale sur l'unité :

Les deux premiers termes de l'association n'ont qu'un intérêt agronomique restreint (voir conclusions de l'unité 4), celui des sols ferrugineux est relativement plus élevé mais est limité par leur faible superficie et leur stock minéralisable qui sous cultures peut rapidement atteindre des valeurs très faibles. Améliorés chimiquement, ils pourraient fournir de bons sols à arachide, ce qui n'est pas à négliger dans une mise en valeur rationnelle.

UNITE 5

TABLEAU 3

	SOL FERRUGINEUX LESSIVE JEUNE Profil H V H 40 - OUROUE				SOL FERRUGINEUX LESSIVE MODAL à NIVEAU GRAVILLONNAIRE PROFOND. Profil H V H 45 - KALE			
Profondeur cm	0,1-24	24-48	48 - 96	96-145	0,1-21	21- 46	46-130	130-170
Refus 2 mm %	5,0	5,0	3,0	0,1	0,1	0,1	0,1	60,0
Humidité %	0,5	0,5	0,6	0,5	1,0	1,1	3,0	2,2
Argile %	8,2	10,2	12,0	13,5	15,9	18,1	24,3	28,4
Limon fin %	4,5	5,2	6,8	5,8	2,0	2,0	3,5	5,0
Limon grossier%	5,6	4,6	4,9	3,0	11,4	15,7	16,2	14,2
Sable fin %	29,1	24,1	20,6	26,6	42,6	40,6	34,3	23,1
Sable grossier %	52,1	55,6	55,5	50,9	27,4	23,2	21,4	29,1
Mat. Org. tot.%	0,48	0,31	0,22	0,17	0,73	0,35	0,26	0,19
Carbone %	2,8	1,8	1,3	1,0	4,2	2,0	1,5	1,1
Azote ‰	0,24	0,17	0,14	0,11	0,39	0,25	0,20	0,20
C/N	11,7	10,6	9,3	9,1	10,8	8,0	7,5	5,5
P_2O_5 total ‰	0,12	0,24	0,17	0,11	0,26	0,18	0,15	0,23
F_2O_3 libre %	1,18	1,49	1,25	0,55	1,73	1,91	2,19	5,18
F_2O_3 total %	1,20	1,51	1,34	0,70	1,87	1,92	2,45	6,31
Fer libre/Fer t	98	98	93	79	93	99	89	82
Structure								
Argile + Limon	9,4	13,0			16,2	20,8		
Agrég. % (Alcool	57,2	60,5			37,8	40,1		
Agrég. % (Eau	55,7	55,6			36,8	31,6		
Agrég. % (Benzène	53,7	54,3			28,2	26,2		
Bases échang. méq/100 g de sol								
Ca	0,67	0,70	0,78	0,21	1,14	0,77	1,28	1,18
Mg	0,72	0,37	0,25	0,76	0,94	0,75	0,96	1,52
K	0,07	0,05	0,04	0,04	0,08	0,09	0,12	0,15
Na	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02
S	1,45	1,15	1,10	1,00	2,15	1,60	2,40	2,85
T	2,95	2,20	2,40	2,00	5,10	4,25	4,65	5,65
S/T = V %	49	52	46	50	42	38	52	50
pH eau	6,0	6,3	5,6	5,7	5,9	5,5	5,8	5,8
pH K cl	4,9	5,0	4,6	4,4	4,7	4,4	4,9	4,7
Poids spéc. ap.		1,62			1,63			
Porosité cm^3 100g		21,7			21,2			
pF 3	4,3	5,1	5,5	6,0	6,6	7,4	11,0	14,2
pF 4,2	2,4	3,0	3,5	3,7	4,4	5,1	7,3	9,8
Eau utile	1,9	2,1	2,0	2,3	2,2	2,3	3,7	4,4
Inst. struct.Is	0,76	1,21			1,22	1,53		
Perméabilité	3,9	1,4			6,4			1,8

Dans certains cas, l'absence de mottes a empêché la détermination de quelques caractéristiques physiques.

/ UNITE 6 /

SOLS PEU EVOLUES D'EROSION - Sols régiques sur matériau gravillonnaire - Association à lithosols sur cuirasse ferrugineuse et sur grès.

A - Caractères généraux :

Extension :

Cette unité est localisée sur les bordures orientales les plus avancées du plateau des grès de BANDIAGARA et de KOUTIALA, entre les localités de DOKUY et TOUKOURO. Elle occupe les gradins inférieurs de ces grès et apparaît comme une succession assez irrégulière (soumise aux irrégularités des démantèlements de la cuirasse du haut et moyen glacis et des affleurements de grès) de sols peu évolués de l'unité 4, de lithosols sur cuirasse de l'unité 1 et de lithosols sur grès de l'unité 2.

Caractères extérieurs de reconnaissance :

L'aspect superficiel des différents sols composant l'association est suffisamment net pour permettre de reconnaître au premier coup d'oeil sur quel sol on se trouve.

Ces caractères ont d'ailleurs été énumérés dans les unités précédentes 1 , 2 et 4.

La végétation arbustive maigre des affleurements de grès et de cuirasse à base de Combretum (nigricans, etessei) fait place sur sols gravillonnaires à une formation arbustive plus dense en bosquets où dominent Combretum micranthum. La strate herbacée graminéenne s'intensifie alors et les espaces dénudés deviennent rares.

B - Les sols.

Ce sont ceux étudiés antérieurement dans les unités 1 , 2 et 4. Le passage des zones gréseuses affleurantes aux sols ferrugineux lessivés sans concrétions de l'unité 24 se fait par l'intermédiaire d'une petite frange de sols semblables à celui décrit dans l'unité 2, p. 44 . La piste BADINGA-MOUSSAKONGO offre la possibilité d'observation de ce passage au point de coordonnées 12° 18' 10" N., et 04° 08' 50" O.

C - Conclusion générale :

L'intérêt agronomique de cette unité est très limité et se réduit à celui des sols peu évolués gravillonnaires de l'unité 4 qui est faible. Les surfaces intéressées par cette unité ne sont d'ailleurs pas cultivées et exemptes de population stable.

/ UNITE 7 /

Sols PEU EVOLUES d'origine non climatique, d'érosion, régiques sur grès.
Association à lithosols sur grès.

A - Caractères généraux :

Cette unité correspond aux zones d'affleurements des grès.

Une première bande d'affleurements marque la limite S.E. du plateau gréseux. Elle est bien représentée sur la carte Ouest Sud, à la latitude de BANFORA, de la frontière du Mali jusqu'à BANFORA, puis à partir de cette localité vers le N.E. jusqu'à BOBO-DIOULASSO où elle constitue un escarpement ininterrompu : la falaise de BANFORA. Cette falaise disparaît vers le N., à peu près au niveau de la limite avec la carte Ouest-Nord. Sur cette carte la limite du plateau gréseux n'est marqué que par quelques petits escarpements qui prolongent la falaise, vers le N. elle peut encore être repérée dans la région de ZINA mais les grès disparaissant sous un manteau cuirassé en voie de démantèlement ne peuvent y être cartographiés.

D'autres points d'affleurements apparaissent sur le rebord de différents étages des grès qui se succèdent vers l'O. Ils constituent des alignements localisés, parallèles à la bande orientale. Sur la carte Ouest-Sud on trouve aussi un alignement E - O. dans la région de DIANSARA et TIN. Sur la carte Ouest-Nord une première ligne d'affleurements SO-NE se situe dans la région de SARA et de BONDOUKUI, puis une deuxième plus à l'O. dans la région de BADEMA. Enfin dans la région de FO apparaît la masse imposante des grès de BANDIAGARA qui s'étend vers le N. et correspond à l'unité 2.

De petits massifs isolés peuvent aussi apparaître à d'autres endroits, notamment le massif de GBOUE. GBOUE à l'E. de SANABA qui est coiffé par des lambeaux de la cuirasse bauxitique éocène et ferrugineuse polygénique pliocène. Il est constitué d'un ensemble de collines dont les versants assez abrupts portent des sols peu évolués sur empilement de dalles gréseuses fracturées. Les affleurements gréseux nus ne sont jamais visibles et réduisent ainsi l'association à son premier terme.

Le plus souvent les différents niveaux subhorizontaux qui constituent un même étage affleurent en lignes parallèles. Ces lignes représentent les niveaux des grès les plus résistants. Entre les affleurements, où les niveaux plus fragiles ont disparu, s'est accumulé un matériau sableux qui peut être

aussi parfois légèrement gravillonnaire ou argileux en profondeur.

Les affleurements en escarpement, sur lesquels l'érosion est particulièrement vive, ne portent que des lithosols. Ailleurs, en particulier sur les surfaces monoclinales interrompues par les escarpements, les revêtements sableux sont omniprésents. On y trouve des sols peu évolués sur lesquels nous avons pu quelquefois observer des cultures de mil ou d'arachide.

La végétation est arbustive, parmi les espèces les plus fréquentes citons : Terminalia laxiflora, Combretum etaessei, Combretum nigricans, Annona senegalensis ; avec des graminées, Ctenium elegans, Eragrostis tremula, et Imperata cylindrica dans les zones les plus humides.

B - Les Sols.

B. 1. Les lithosols sur grès

Ce sont les affleurements de grès proprement dits qui correspondent à l'unité 2, p. 43.

B. 2. Les sols peu évolués d'érosion régiques sur grès.

2. a Morphologie :

Profil de référence B F A 23

Situation : Dans la région de BANFORA, sur la piste entre KARFIGUELA et BEREGADOUGOU.

Topographie: Zone plane à 100 m d'un escarpement important.

Végétation : Champ de mil après récolte.

Surface du sol : Sableuse avec billons de culture bien visibles.

Description du profil :

0 - 25 cm : Gris-beige clair (7,5 YR 6/4). Sableux avec un assez grand nombre de petits éléments ferrugineux surtout en surface : fragments de grès ferruginisé . Structure massive à cohésion très faible (tendance monoparticulaire). Porosité tubulaire et intergranulaire bonne. Enracinement moyen de fines racines herbacées assez bien réparties.
Limite régulière et tranchée.

25 - 85 cm : Beige (7,5 YR 7,5 - 7,6). Sableux avec quelques rares éléments grossiers analogues à ceux de l'horizon précédent. Structure massive à cohésion très faible. Porosité tubulaire et intergranulaire faible à moyenne.

85 - 120 cm : Essentiellement constitué de cailloux et de petits fragments de grès ferruginisés. Les plus gros éléments (8 x 5 x 1 cm) sont aplatis et patinés surtout sur la face supérieure, les plus petits (1 à 2 cm) sont anguleux à bords vifs.
Cohésion d'ensemble faible.
Limite tranchée brutale.

120 - 135 cm : Parpaings de grès altérés (10 x 20 x 30 cm). Couleur jaune avec auréole rouge sur le pourtour.

à 130 cm : La dalle gréseuse assez friable attaquable au pic.

Variations autour du profil de référence :

Ces sols qui présentent tous un horizon superficiel sensiblement plus humifère surmontant un horizon légèrement plus riche en argile, sont d'épaisseur variable : certains ne peuvent avoir que 20 cm d'épaisseur alors que d'autres peuvent atteindre plus de 1 m.

Souvent le passage à la dalle gréseuse se fait assez brutalement sans niveau de transition à éléments grossiers, ou bien celui-ci n'est que de très faible épaisseur. La couleur beige et la différenciation, même peu nette du matériau sableux en deux horizons sont un indice d'évolution ferrugineuse.
Cette évolution est plus caractérisée dans certains profils plus humifères et où l'horizon inférieur est plus argileux ; ce sont des sols ferrugineux lessivés limités par la dalle gréseuse à moyenne profondeur qui sont décrits dans l'unité 20, mais ils ne sont que faiblement représentés dans la présente unité.

2. b Propriétés analytiques (voir tableau 4 p. 72)

Elles reflètent bien la pauvreté des matériaux sableux :
Matière organique toujours inférieure à 0,5 % très bien évoluée C/N : 11
Azote totale de l'ordre de 0,20 ‰ en surface.
Phosphore total inférieur à 0,10 ‰ en surface, ne dépassant pas 0,15 ‰ ensuite.
Capacité d'échange : 2,00 à 2,50 méq/100 gr.
Somme des bases échangeables inférieures à 0,50 méq/100 gr en surface, de l'ordre de 0,80 méq/100 g ensuite.
S/T inférieur à 35 %
pH voisin de 5
Eau utile : 1 à 1,5 %.

2. c Conclusion

Malgré leur grande pauvreté, certains de ces sols sont actuellement cultivés. Les rendements ne peuvent y être que faibles.

Leur position déprimée par rapport aux affleurements leur permet vraisemblablement de bénéficier de conditions hydriques avantageuses. L'eau de pluie qui ruisselle à partir des affleurements peut s'infiltrer dans ces matériaux sableux. La présence en profondeur des grès plus ou moins altérés favorise même le maintien d'une certaine humidité qui peut être profitable pour les plantes à condition que le passage avec les horizons meubles ne soit pas trop brutal .

Bien entendu ces facteurs ne peuvent intervenir favorablement que dans des cas bien particuliers : surfaces situées au pied de la falaise pouvant être arrosées toute l'année, par exemple. Ailleurs, il ne fait aucun doute que ces sols sont très secs pendant toute la saison sèche ; mais la saison des pluies, lorsqu'elle est suffisamment longue, peut permettre certaines cultures : mil et arachide surtout.

C - Conclusion générale :

La grande extension des lithosols sur grès, et la présence très irrégulière et souvent sporadique des sols peu évolués de fertilité très réduite, caractérisent donc cette unité 7 qui n'offre pratiquement qu'un intérêt agronomique restreint. L'érosion y est généralement un agent important de dégradation.

UNITE 7 TABLEAU 4

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOLS PEU EVOLUES REGIQUES SUR GRES.

N° PROFIL : B F A 23

HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	231	232						
Profondeur cm.	0-25	25-85						
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	3	3						
Humidité °/₀	0,5	0,9						
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	6,7	14,1						
Limon fin °/₀	0,7	2,0						
Limon grossier °/₀	2,5	2,9						
Sable fin °/₀	50,8	43,5						
Sable grossier °/₀	38,9	37,2						
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	0,43	0,25						
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	2,52	1,47						
Azote °/₀₀	0,23	0,18						
C/N	11,0	8,2						
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,06	0,03						
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀								
F_2O_3 total °/₀₀								
Fer libre/Fer total								
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium	0,78	0,78						
Magnésium	2,07	2,31						
Potassium	0,78	0,90						
Sodium	0,64	0,56						
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	0,08	0,21						
Magnésium	0,15	0,55						
Potassium	0,05	0,04						
Sodium	0,01	0,01						
S	0,29	0,81						
T	2,00	2,50						
S/T = V °/₀	15	32						
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	4,8	5,0						
pH K Cl	4,2	4,2						
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.								
Porosité °/₀								
pF 3	3,1	5,45						
pF 4,2	2,0	4,09						
pF 2,5								
Eau utile °/₀	1,1	1,4						
Instabilité structurale Is	0,47	1,17						
Perméabilité Kcm/h	4,4	7,4						

Analyses terminées le au laboratoire de

/ V E R T I S O L S /

III - VERTISOLS

Anciennement classés en sols hydromorphes sous le nom "d'argiles noires tropicales", les vertisols forment aujourd'hui une classe à part définie comme suit par la Classification française (G. AUBERT - 1965) : "Sols à profil A (B) C ou A $(B)_g$ C ; plus ou moins homogénéisé ou irrégulièrement différencié par suite de mouvements internes s'exprimant souvent par la présence d'un microrelief "gilgaï" et d'effondrements. Structure polyédrique à prismatique large, au moins en (B) dont la macroporosité est très faible et la cohésion ainsi que la consistance, très fortes dès que le sol est sec. Sol fréquemment très argileux et à dominances d'argiles gonflantes. Sols de couleur en général foncée, relativement à leur teneur en matière organique. Complexe absorbant le plus souvent très riche en Mg."

La définition de la 7ème approximation américaine ne se différencie de celle-ci que par le taux d'argiles gonflantes qui doit être supérieur à 35 % et la capacité d'échange qui en découle (plus de 30 méq/100 gr de sol). "Il est exact aussi qu'ils présentent fréquemment une dominance argileuse de type montmorillonite ; elle n'est pourtant pas constante et certains paravertisols sont essentiellement riches en illite ou en kaolinite et gels de silice". (1)

De nombreux vocables : "Tirs" d'Afrique du Nord, "Black soils" des Américains, "Mourcis" du Mali, désignent les vertisols.

Deux sous-classes se distinguent par le régime hydrique de leurs sols :

- Vertisols topomorphes (ou hydromorphes). Le pédoclimat de zones planes ou déprimées est très humide durant de longues périodes. Le mauvais drainage qui en résulte, favorise la néoformation d'argile de type 2/1 et l'acquisition de caractères morphologiques fortement hydromorphes.

- Vertisols lithomorphes. Leur pédoclimat est temporairement humide grace à une situation sur pente (même faible) améliorant le drainage. L'hydromorphie est essentiellement d'origine pétrographique. Chaque sous-classe est subdivisée en deux groupes suivant la structure de l'horizon de surface :

---

(1) G. AUBERT - Symp. intern. 3 - classification des sols - GAND 1965.

- grumosoliques à structure fine sur au moins 20 cm.
- non grumosoliques à structure large dès la surface.

Cette distinction apparaît de suite difficile sur le terrain dans le nord de la Haute-Volta.

- la structure est souvent de type intermédiaire : fine et moyenne ou même grossière.
- le caractère de structure fine semble fugace et fluctue avec le mode d'utilisation du sol , la façon culturale, la nature de la culture et même la saison.
- La profondeur de l'horizon grumeleux varie au sein d'un même profil.
- Le qualificatif grumosolique n'implique pas seulement une notion de taille (structure fine) mais aussi et surtout une forme arrondie. Nous l'étendrons aux structures fines polyédriques qui sont dominantes dans les régions étudiées.

Pour toutes ces raisons et malgré l'observation sur quelques surfaces discontinues de profils de vertisols grumosoliques, nous avons classé les vertisols topomorphes rencontrés dans le groupe des "non grumosoliques" exceptés ceux associés aux sols bruns eutrophes (unité 14).

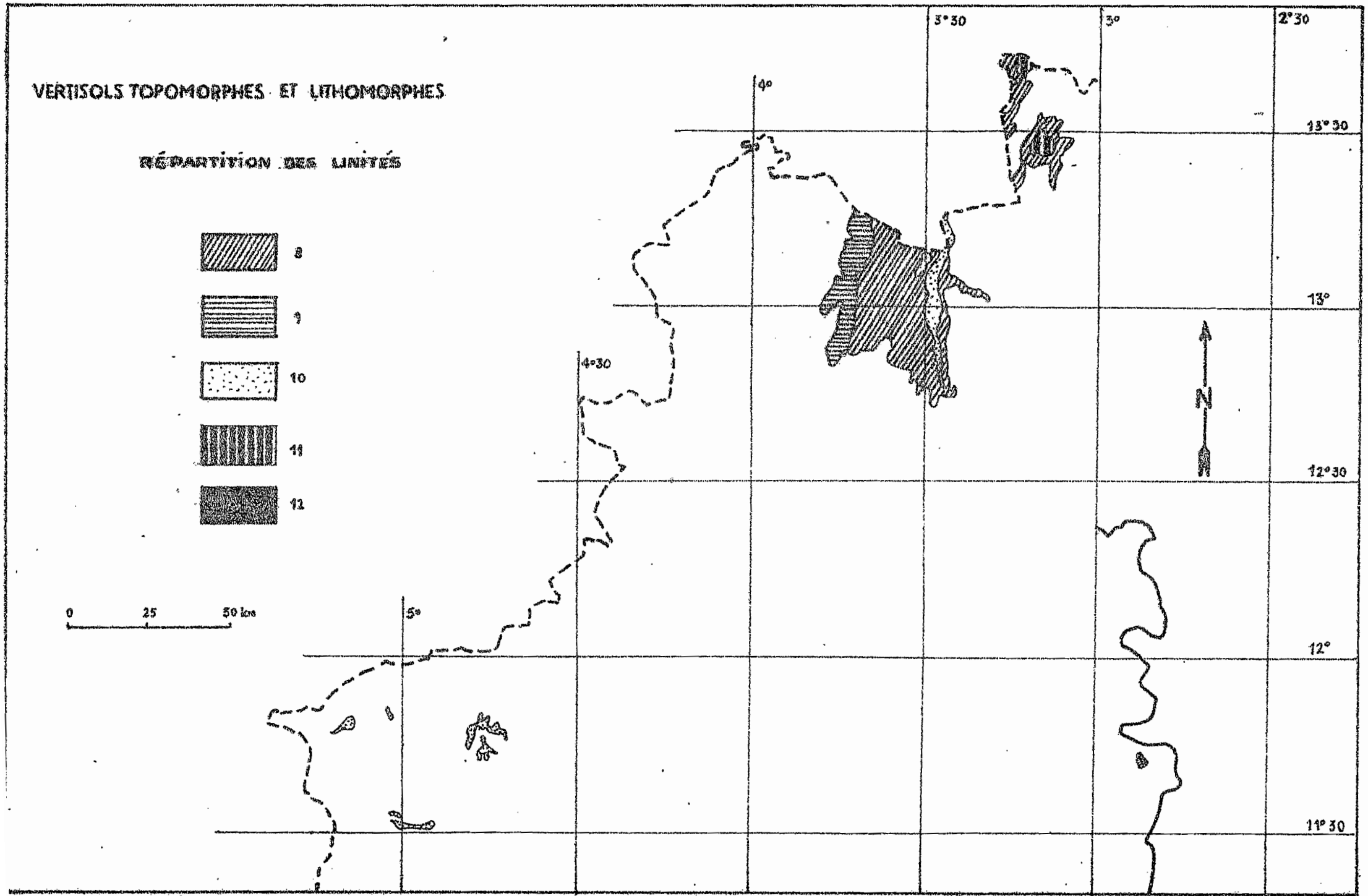


PLANCHE 6 et 7

/ UNITE 8 /

VERTISOLS TOPOMORPHES NON GRUMOSOLIQUES - Vertisols modaux sur alluvions argileuses.

A - Caractères généraux :

Extension :

Cette unité se limite à l'extension de l'ancienne plaine d'inondation du Sourou (voir chapître géomorphologie) à l'exception du lit mineur occupé par des vertisols hydromorphes. Débordant largement vers l'Ouest où les altitudes extrêmes 252 et 260 m. déterminent une pente très faible de l'ordre de 1 pour 1.000, cette unité se restreint considérablement sur la bordure orientale du Sourou située en territoire Voltaïque. Une petite bande longitudinale subsiste le long de la frontière malienne N.E.. Le matériau est exclusivement alluvial et provient des produits d'altération et d'érosion des bassins birrimiens et sédimentaires souvent éloignés, drainés par le système Volta-Noire-Sourou et déposés après la fermeture du Sourou au N.. La nature pétrographique fréquemment dolomitique des formations traversées détermine la présence quasi-générale de nodules calcaires au sein des alluvions.

La superficie calculée atteint 98.500 ha. Les difficultés de pénétration et l'échelle de la carte ne nous ont pas permis de délimiter la totalité des "impuretés cartographiques" constituées par les sols peu évolués gravillonnaires en petites buttes dont l'extension reste cependant réduite (1).

Caractères extérieurs de reconnaissance :

Ils sont nombreux, spécifiques, et leur concomitance permet de distinguer ces sols avec précision.

La végétation du type bois armé serré est dominée par l'Acacia seyal en formation pure ou associé à l'Anogeissus leiocarpus, Dalbergia melanoxylon et quelques Combretum (aculeatum et micranthum). Le tapis est constitué en presque totalité de Schoenfeldia gracilis et Cymbopogon schoenanthus.

---

(1) J-C. LEPRUN - Rapport préliminaire sur la région du Sourou - ORSTOM-DAKAR Juin 1968.

Le modelé est toujours plat (plaine ou vallée alluviale). Le microrelief "gilgaï" se présente comme une suite de petits monticules de 50 cm de haut et de dépressions circulaires ou allongées, reliées entre elles ou pas. Les accumulations de nodules calcaires jaunâtres se localisent préférentiellement sur les monticules.

La surface du sol est brune à jaunâtre, crevassée par des fentes de retraits polygonales pouvant atteindre 5 cm de large. Des prismes d'effondrement affectent le fond des dépressions. L'aspect superficiel est fréquemment pulvérulent (structure très fine de surface foisonnante en saison sèche).

B - Les sols.

1. a Morphologie :

Deux profils seront décrits. Le premier correspond à un vertisol non grumosolique typique, le second à un vertisol à structure fine en surface que l'on peut qualifier de grumosolique et que nous n'avons pu cartographier.

Vertisol topomorphe non grumosolique.

Profil de référence : H V J 50 KOUBE

Coordonnées : 13° 06' 10" N.
3° 33' 10" O.

Topographie : Plane à microrelief gilgaï prononcé : petites dépressions allongées de 50 cm de profondeur et 10 m. de long avec prismes d'effondrements au centre. Profil placé hors des effondrements.

Végétation : Savane arborée "sèche" assez dense à Anogeissus leiocarpus dominant avec sous-strate de bois armé à Acacia seyal, Combretum micranthum, Ximenia americana, Dalbergia melanoxylon. Tapis dense de Schoenfeldia gracilis.

Aspect superficiel : surface du sol brun verdâtre à jaunâtre, à plages gris sombre pelliculaire, durcies et craquelées. Amas de nodules calcaires sur les points hauts du microrelief gilgaï.

0 - 19 cm : (10 YR 4/3-2) - Gris verdâtre - Limono-argileux. Structure polyédrique localement nuciforme de 2 à 5 cm en assemblage prismatique large - 15 cm de haut sur 10 cm de large. Peu à moyennement développée - Cohésion d'ensemble moyenne à faible - cohésion des mottes forte. Porosité tubulaire faible, d'assemblage moyenne. "Gravillons" en plomb de chasse de 0,5 cm de Ø , très luisants, et concrétions calcaires anguleuses très dures de 0,5 cm de section.

19 - 47 cm : (Entre 10 YR 6/6 et 2 - 5 Y 6/6). Passage graduel - Limite o ondulée - jaune olive, Argilo-limoneuse à argileuse seule. Structure prismatique moyenne (5 à 12 cm) bien développée. Un débit horizontal fréquent fait apparaître une sous-structure prismatique fine à cubique (3 - 4 cm). Cohésion d'ensemble faible, cohésion des mottes forte. Porosité tubulaire faible, d'assemblage bien développée. Toujours gravillons brun-jaune patinés mais plus gros (1 cm). Petits nodules calcaires de 0,5 à 2 cm Ø . Très durs, très bien individualisés, jaunes en surface, gris-blanc à l'intérieur.

47 - 160 cm : (10 YR 5 - 6/6) Passage graduel - transition 10-15 cm jaune-brun, légèrement verdâtre , argileux, compact. Structure prismatique large (15 cm) localement débit en plaquettes assez bien développé. Faces de décollement obliques ondulées ou conchoïdales, lissées. Fentes de retrait atteignant 1 cm de large. Cohésion forte à très forte. Grands prismes de décollement vers le haut. "Concrétions" ferrugineuses brun foncé et manganésifères noires en plomb de chasse à nourrissage concentrique. Moucheture de petits nodules calcaires (0,2 à 1,5 cm de Ø) assez denses (40 %).

Enracinement : enracinement fin moyennement développé jusqu'à 50 cm. Bien développé dans l'horizon supérieur.

Vertisol topomorphe grumosolique.

Profil de référence : H V K 54 LOUTA -
Coordonnées : 13° 29' 25 " N.
03° 07' 15" O.

Topographie : bordure de mare de pente faible 2°, se raccordant au moyen glacis gravillonnaire. Profil en tiers inférieur de pente.

Végétation : champ de mil en jachère sur formation fraichement défrichée de bois armé à Acacia seyal. Quelques Anogeissus et Sclerocarya birrea.

Aspect superficiel : Caractéristique : surface grumeleuse brun grisâtre à verdâtre à nodules calcaires jaunes. Micro-relief gilgaï en chenaux anastomosés. Fentes de retrait polyédriques peu marquées.

0 - 20 cm : (10 YR 5 - 4/4) - jaune verdâtre (olive) assez pâle. Argilo-limoneux. Structure polyédrique à nuciforme mixte fine à moyenne (1 à 3 cm) très bien développée. Cohésion d'ensemble très faible. Cohésion des mottes moyenne à faible. Porosité interagrégats très bien développée. Nombreux nodules calcaires de toutes tailles (0,5 à 4 cm) certains se désagrégeant.

20 - 45 cm : (2 - 5 Y 5 4/2) Passage graduel, limite ondulée. Olive assez foncé. Argileux (onctueux colle les doigts : de type montmorillonite) structure polyédrique à cubique 5 cm sur 5 - Bien développée. Sous-structure polyédrique 2 - 3 cm, cohésion d'ensemble moyenne à faible, cohésion des mottes forte. Porosité tubulaire fine faible, d'assemblage bien développée. Nodules calcaires moins denses donnant des efflorescences localisées.

45 - 175 cm : (2-5 Y 4/2). Passage diffus. Limite régulière, même couleur, plus foncée. Argileux, compact, structure prismatique oblique (16/12 cm) passant à une structure en plaquettes à la base, faces lissées très bien développées. Cohésion d'ensemble forte. Légère plasticité, porosité tubulaire fine nulle, d'assemblage faible à moyennement développée. Fente de décollement de 2 à 3 cm de large. Concrétions calcaires diminuant vers la base. "Concrétions" fer-manganèse en plombs de chasse, peu nombreuses.

Enracinement : bien développé jusqu'à 50 cm, très faible au-delà. Maximum de fines racines en chevelu dense de 0 à 20 cm.

Variations morphologiques :

Si l'horizon de surface est toujours gris foncé à gris brun (10 YR 3/3 ou 4) les horizons profonds peuvent prendre des teintes plus claires variant entre le brun olive et le brun jaune (10 YR 6/6).

Les variations les plus importantes concernent la structure :

En surface toutes les graduations de la structure fine polyédrique à nuciforme jusqu'à la structure prismatique moyenne à large, ont été observées. Le long des fentes de retrait la structure fine peut descendre jusqu'à la moitié du profil.

L'horizon intermédiaire est souvent le mieux structuré notamment en zones dégradées sous cultures.

L'horizon profond toujours très largement structuré peut présenter des types en plaquettes, en prismes obliques ou cubiques, massifs à débits obliques. L'appréciation de la structure est souvent rendue délicate par la superposition d'une sous et surstructure et d'un débit ou d'un assemblage. D'autre part les variations latérales prismes - cubes - plaquettes sont fréquentes sous micro-relief gilgaï accusé.

Les profils sans nodules calcaires au moins en profondeur sont exceptionnels.

Les profondeurs varient de 0,80 à 2 m., et la distinction horizon pédologique - matériau originel est souvent difficile.

1. b Les propriétés analytiques (voir tableaux 5 & 6)

Nous commenterons d'abord les résultats analytiques des vertisols non grumosoliques puis nous comparerons ceux des vertisols grumosoliques.

Vertisols non grumosoliques.

Les caractéristiques physiques :

Les horizons médians et profonds possèdent un pourcentage de sables non négligeable mais restent toujours dans la classe argileuse. La texture de l'horizon de surface est plus variable avec une dominante argileuse, sableuse et plus rarement limoneuse (1 profil sur 10).

Le taux d'éléments fins est de l'ordre ou est très légèrement supérieur à la somme des fractions grossières (moyenne 56 - médiane 50).

Les taux de calcaire total sont très variables. Les chiffres paraissent faibles mais ils concernent la terre fine et ne tiennent pas compte des grosses concrétions et des nodules calcaires retirés avant l'analyse.

La capacité de rétention pour l'eau est moyenne à bonne en surface dans les meilleurs cas, c'est-à-dire ceux où les éléments fins sont supérieurs aux grossiers. Dans le cas inverse (plus rare) elle diminue fortement (175 mm contre 90 pour le premier demi-mètre). La macroporosité bonne en surface, s'annule en profondeur où elle devient égale ou inférieure à la capacité au champ (pF 3). Le pourcentage d'eau utile s'en ressent. Il représente à peine un tiers de la hauteur d'eau retenue dans le sol, mais en valeur absolue il reste satisfaisant (100 mm par mètre).

L'équilibre éléments fins-éléments grossiers considéré comme bon, et les teneurs moyennes de matière organique expliquent des stabilités structurales toujours classées moyennes ce qui n'est pas fréquent pour des Vertisols. Ainsi le taux d'agrégats résistant au sévère traitement au benzène équivaut à plus de la moitié du taux d'agrégats du test à l'alcool.

Les caractéristiques chimiques :

Les taux de matière organique sont relativement élevés en surface (médiane 1,89). A la base de l'horizon médian (à 50 cm) ils atteignent encore 0,4 à 0,5 %.

Les C/N, de valeur médiane 14, indiquent une décomposition ralentie de cette matière organique et une certaine difficulté de minéralisation.

Le complexe absorbant atteint un haut degré de saturation dès la surface et est fortement pourvu en bases.

- Le pH neutre en surface devient basique en profondeur avec des valeurs voisines de 8,0.
- La somme des bases échangeables très satisfaisante dès la surface croît régulièrement en profondeur pour atteindre un maximum dans l'horizon le plus profond.
- Les valeurs de la capacité d'échange sont moyennes à bonnes et indiquent la présencee d'un mélange de kaolinites et d'argiles gonflantes (30 à 60 méq/100 gr d'argile granulométrique).
- L'équilibre des bases très satisfaisant en surface où le potassium est bien représenté, se détruit en profondeur par excès de magnésium et surtout de calcium. Ce caractère de carence potassique est général à toute la zone prospectée, même dans les sols "litho-dépendants" sur roche-mère basique (sols bruns eutrophes par ex.).

Caractères particuliers des VERTISOLS GRUMOSOLIQUES.

Ils concernent surtout l'horizon de surface, les autres horizons étant comparables à ceux des vertisols non grumosoliques, et sont les suivants :

- un taux d'éléments fins plus élevé
- des rapports carbone sur azote plus bas de l'ordre de 10 à 11, donc une meilleure décomposition de la matière organique.
- une teneur en bases plus forte, en calcium notamment (valeur double fréquente).

L'association de toutes ces données conduit à la formation d'un complexe argilo-humique de meilleure qualité dont la stabilité structurale peut être qualifiée de moyenne à bonne. Les perméabilités sont particulièrement élevées.

C - Conclusions Générales :

La considération des bonnes propriétés physiques et surtout chimiques de ces sols encourage à souhaiter une mise en valeur à grande échelle facilitée par leur vaste extension (environ 100.000 ha) et la proximité du réservoir d'eau que constitue le Sourou.

Le principal facteur limitant est d'ordre physique et concerne la porosité assez faible (encore qu'en surface dans plus de la moitié des profils analysés elle est nettement supérieure à la valeur de la capacité au champ et par comparaison meilleure que celle des sols identiques cartographiés par R. BOULET dans le Centre-Nord de la Haute-Volta). L'adoption de façons culturales (binages, labours précoces) et de cultures appropriées (canne, sorgho) permettrait une amélioration de la porosité et des propriétés physiques en général. Les stabilités structurales de surface et la fertilité chimique naturelle élevée, permettent d'espérer une productivité élevée.

En contre-partie, l'aménagement se heurtera à certaines difficultés déjà énoncées dans le rapport préliminaire sur la région du Sourou (1) :

---

(1) J-C. LEPRUN - ORSTOM DAKAR - Juin 1968 - p. 6.

- engorgement de saison des pluies
- drainage externe quasi nul
- plasticité rendant les labours difficiles
- cohésion forte de saison sèche
- micro-relief "gilgaï" difficilement éliminable.

Une cartographie à grande échelle (1/25.000ème par ex.) permettrait un recensement des vertisols grumosoliques qui présentent les meilleures qualités d'exploitation en cultures sèches traditionnelles.

Dans le contexte actuel des sols de la Haute-Volta, la vallée du Sourou offre des possibilités agronomiques les plus réelles et il appartient aux planificateurs et agronomes expérimentateurs d'en tirer partie. Les problèmes humains et sociaux posés par le regroupement de populations d'habitudes culturales différentes et non adaptées à l'utilisation des terres "lourdes" sont à considérer au plus haut niveau avant toute opération. Une expérimentation agronomique s'impose également en toute priorité.

UNITE 8

TABLEAU 5

	VERTISOL TOPOMORPHE NON GRUMOSOLIQUE - Profil H V J 50			VERTISOL TOPOMORPHE GRUMOSOLIQUE - Profil H V K 54		
Profondeur en cm	0,1- 19	19 - 47	47 - 160	0,1-20	20 - 45	45 - 175
Refus 2 mm %	2,0	0,1	0,1	22,0	15,0	0,1
Humidité %	4,5	5,7	6,0	5,0	6,2	6,7
CO_3 Ca %		2,5	6,5			0,5
Argile %	32,5	40,6	41,4	39,7	44,6	50,3
Limon fin %	12,0	10,8	13,6	6,9	5,9	7,6
Limon grossier %	12,0	13,2	11,9	10,3	9,4	10,2
Sable fin %	29,1	21,8	22,3	30,1	25,7	24,5
Sable grossier %	12,3	13,2	10,6	12,1	14,0	7,1
Matière organique %	2,08	0,35	0,17	0,90	0,38	0,33
Carbone ‰	1,20	2,0	1,0	5,2	2,2	1,9
Azote ‰	1,17	0,28	0,18	0,52	0,26	0,24
C/N	10,3	7,2	6	10,0	8,5	7,9
P_2O_5 Total ‰	0,36	0,15	0,24	0,25	0,18	0,20
F_2O_3 libre %	2,14	2,97	2,86	2,14	2,21	2,83
F_2O_3 Total %	4,52	4,63	4,60	3,72	4,04	4,20
Fer libre/ Fer total	47	64	62	58	55	67
Bases échangeables méq/100 g de sol						
Ca	2,6	23,8	23,4	23,5	19,0	13,8
Mg	19,3	6,3	10,3	5,4	9,2	12,5
K	0,42	0,11	0,09	0,30	0,09	0,12
Na	0,02	0,04	0,16	0,05	0,23	0,87
S	22,3	30,2	33,9	29,3	28,4	27,3
T	20,9	23,7	24,5	26,4	25,1	25,4
S/T = V %	sat.	sat.	sat.	sat.	sat.	sat.
pH eau	8,4	8,8	9,1	8,7	9,0	9,0
Poids spéc. app.	1,83	2,01	2,10		1,98	2,03
Porosité cm^3 100 g.	14,6	9,6	7,5		10,4	9,3
pF 3	18,7	18,4	19,6	15,9	17,5	21,6
pF 4,2	12,0	12,6	13,2	11,3	12,8	15,7
Eau utile %	6,7	5,8	6,4	4,6	4,7	5,9
Instabilité struct.	0,85	1,54	1,73	2,12	1,89	2,56
Perméabilité Kcm/h	2,9	3,5	3,9	7,1	6,8	3,9

VERTISOLS TOPOMORPHES, NON GRUMOSOLIQUES.

UNITE 8

TABLEAU 6

8 PROFILS		Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Médiane.
Argile + limon fin %	Surface	64,9	30,6	41,3	-
	Horizon médian	78,6	42,5	55,7	49,9
	Base	75,2	43,3	55,6	49,7
Calcaire %	Horizon médian	2,5	-	-	-
	Base	6,5	-	1,2	0,4
Matière organique %	Surface	2,08	0,71	1,65	1,89
C/N	Surface	16,6	10,3	13,6	14,0
P_2O_5 total ‰	Surface	0,36	0,13	0,21	0,18
	Horizon médian	0,33	0,07	0,19	0,17
	Base	0,48	0,08	0,21	0,14
K échan. méq/100 g	Surface	0,49	0,15	0,35	0,40
	Horizon médian	0,20	0,10	0,13	0,12
	Base	0,17	0,09	0,12	0,11
Somme bases éch. S	Surface	22,3	6,45	13,9	12,9
	Horizon médian	30,2	9,90	18,1	17,2
	Base	33,9	11,3	20,5	20,4
Capacité échange T	Surface	22,7	9,8	15,2	14,1
	Horizon médian	24,1	13,3	18,4	17,7
	Base	24,5	14,9	18,7	18,6
S/T	Surface	100	66	88	92
	Horizon médian	100	62	91	96
	Base	100	76	95	100
pH	Surface	8,4	6,2	7,1	6,8
	Horizon médian	8,8	5,6	7,3	6,9
	Base	9,1	5,8	8,0	8,0
Eau utile %	Surface	6,7	4,1	5,6	5,4
	Horizon médian	6,4	4,2	5,7	5,9
	Base	6,4	4,6	5,9	6,1
Equilibre des bases % (Valeurs médianes)		Ca	Mg	K	
	Surface	70,2	27,8	2,7	
	Horizon médian	72,5	26,7	0,7	
	Base	74;5	24,2	0,7	

Lorsque la population de chiffres n'est pas homogène la médiane n'apparaît pas et la moyenne n'est indiquée qu'à titre indicatif.

/ UNITE 9 /

VERTISOLS TOPOMORPHES NON GRUMOSOLIQUES - A caractères vertiques moyennement développés sur alluvions argileuses à recouvrement sableux ou sablo-argileux.

A - Caractères généraux :

Ces sols occupent une zone orientée N.-S. d'une superficie approximative de 32.500 ha, résultant du recouvrement et de l'incorporation sur une profondeur variable de sables éoliens aux alluvions argileuses de la bordure occidentale de la plaine d'inondation du Sourou au cours du grand pluvial de l'holocène (voir chapitre géomorphologie).

Le modelé est celui de la rive d'une plaine d'inondation : très plat avec une pente très faible vers les zones basses immergées. Il correspond à la zone de contact alluvions-ensablement dunaire, ce dernier s'étalant par déflation et recouvrant les argiles. Le passage aux cordons dunaires est brutal ; celui vers les vertisols modaux de l'unité 8 se fait insensiblement par amincissement puis disparition de la couverture sableuse. L'apparition du relief d'effondrement caractéristique marque avec précision la limite des deux unités.

Caractères externes de reconnaissance :

Ils sont peu spécifiques. L'aspect superficiel sableux à plages grises et roses alternées et légèrement compactées évoque les sols hydromorphes des interdunes. La végétation en bosquets denses à base de Combretum micranthum et de Balanites aegyptiaca renforce encore la similitude. Seule la présence des Acacia seyal laisse présager de la nature argileuse sous-jacente.

B - Les sols.

1. a Morphologie.

Profil de référence : H V J 37 SISSE -

Coordonnées : 12° 55' 25" N.
03° 44' 30" O.

Topographie : Très plane. Replat de déflation de sables éoliens sur les alluvions.

Végétation : Savane arborée lache et sèche à Pterocarpus erinaceus et Sclerocarya birrea. Bosquets arbustifs en taillis dense de Combretum micranthum, Balanitès aegyptiaca, Acacia seyal et rares Ziziphus. Tapis à base de Ctenium elegans.

Aspect superficiel :

Sables déliés à plages grises et roses. Rares termitières épigées brun jaune.

0 - 24 cm : (10 YR 4,3/2). Gris moyen légèrement rosé. Texture sablo-limoneuse à sablo-argileuse (sables grossiers). Structure prismatique à cubique (16 sur 13 cm) peu à moyennement développée. Légèrement compacté. Cohésion moyenne ; porosité interstitielle moyennement développée, d'assemblage faible. Très riche en sables grossiers roses nettement éolisés.

24 - 56 cm : (10 YR 3/1-2). Limite tranchée, régulière, gris noirâtre. Argilo-sableux. Structure polyédrique à cubique moyenne (5 - 6 cm). Assez bien développée. Localement assemblage prismatique lache. Cohésion d'ensemble moyenne. Cohésion des mottes forte. Porosité tubulaire très faible, d'assemblage moyennement développée.

56 - 120 cm : (2,5 Y 7/1). Passage graduel. Transition 10 cm gris blanchâtre à jaunâtre. Légèrement plus sableux. Structure prismatique moyenne (12 sur 6 cm) à débit cubique. Faces moyennement lissées. Cohésion forte à très forte. Poro-d'assemblage moyenne à faible. Marbrures et quelques concrétions peu distinctes jaune clair. Rares concrétions de manganèse. Nodules et concrétions calcaires , très nombreuses surtout à la base (1 - 2 cm de ∅).

Enracinement : Moyen en surface, plus faible mais bien réparti jusqu'à la base.

Assez proche des sols hydromorphes structurés ce sol a cependant été classé dans les vertisols moyennement structurés. En effet, si la tex-

ture argilo-sableuse peut paraître inattendue pour des vertisols, la structure prismatique d'un horizon au moins (en profondeur généralement) présente des phénomènes de décollement et de glissement aboutissant à la formation de faces lissées qui sans être très bien développées sont toujours présentes. Les sables forment avec l'argile un matériau aggloméré de cohésion d'agrégation forte. Les faces lissées sont d'ailleurs souvent striées par les sables grossiers éoliens. La structure de l'horizon supérieur est toujours large, peu à moyennement développée. L'accumulation calcaire se localise toujours en profondeur au contact du matériau alluvionnaire.

Variations morphologiques :

Le taux de sable très variable et plus rarement celui des limons déterminent des structures allant de polyédrique moyenne à fine à prismatique large ou en plaquettes.

De même l'accroissement des éléments grossiers favorise l'éclaircissement des teintes brunes et gris-jaune et augmente la cohésion des mottes. Lorsque ce taux dépasse celui des argiles (cas des horizons de surface) la cohésion d'ensemble devient moyenne à faible et favorise l'enracinement. La structure s'affine et s'améliore dans l'horizon intermédiaire (3 profils sur 4).

L'homogénéisation incomplète, contrariée par la texture, n'oblitère pas entièrement les caractères d'hydromorphie qui se manifestent en profondeur vers 1 mètre sous forme de taches et concrétions de fer et de manganèse.

1. b Les propriétés analytiques : (Voir tableau 7)

Les caractéristiques physiques :

La texture de l'horizon de surface très influencée par la pollution du recouvrement sableux d'origine éolienne, est sablo-argileuse. Le taux d'éléments fins de surface atteint seulement la moitié de celui des horizons plus profonds qui sont franchement argileux. L'horizon médian est souvent légèrement plus riche en argile que l'horizon profond.

La capacité de rétention pour l'eau est plus faible que celle des vertisols modaux de l'unité 8, sauf en ce qui concerne l'horizon de surface sablo-argileux. Elle est en moyenne de 120 mm pour le demi-mètre supérieur et atteint 320 mm pour le mètre suivant dont respectivement 40 et 90 mm seulement sont utilisables. Ces valeurs peuvent être considérées comme moyennes à médiocres . En saison des pluies ces sols présentent une asphyxie totale dès la base de l'horizon humifère, c'est-à-dire sous les 25 premiers centimètres. Les porosités sont alors inférieures à la capacité au champ (pF 3) et même le plus souvent au point de flétrissement (pF 4,2).

Les stabilités structurales sont moyennes à médiocres, jamais mauvaises même dans l'horizon le plus profond. En surface dans 2 profils sur 3 elles sont moyennes à assez bonnes.

Les caractéristiques chimiques :

Le taux de matière organique de surface est moyen mais inférieur à celui des vertisols modaux (médiane 1,68 %). Cette matière organique se minéralise mal (rapport C/N : 16).

Le complexe absorbant assez bien pourvu en surface, s'améliore en profondeur et atteint la saturation à la base du profil. Le pH suit cette progression et dépasse le plus souvent 8,0 à partir de un mètre. La valeur de la somme des bases échangeables double entre 25 et 50 cm. Elle reste stationnaire en profondeur avec le taux médian élevé de 17 méq/100 gr.

Cette forte réserve en bases est contrariée par une très mauvaise distribution des divers éléments conduisant à des carences par excès. Ainsi les bonnes valeurs intrinsèques de K sont détruites par des valeurs en excès de Ca et surtout de Mg.

Les taux de phosphore sont faibles et l'équilibre N/P_2O_5 médiocre, se situe très près de la zone de carence phosphatée.

1. c Conclusions.

Dans l'échelle de fertilité ces sols se placent en position moyenne. Leur haut potentiel chimique général restreint par un mauvais équilibre des bases et leurs propriétés physiques défavorables en profondeur (structure, porosité, rétention en eau utile) limitent les possibilités culturales. Les améliorations apportées par la texture de surface, liées à une mise en valeur rationnelle (cultures sur billons par exemple) pourraient conduire à la mise en place de cultures variées : sorgho, légumineuses et même arachide sous réserve d'un travail superficiel suffisant.

VERTISOLS TOPOMORPHES NON GRUMOSOLIQUES

A caractères moyennement accentués.

UNITE 9 TABLEAU 7

PROFIL TYPE	HVJ 37 SISSE		
Profondeur	0,1-24	24-56	56-120
Refus 2 mm %	0,1	0,1	7,0
Humidité %	1,8	4,5	3,1
CO_3 Ca %			0,8
Argile %	15,7	33,0	33,0
Limon fin %	5,1	7,3	5,6
Limon grossier	9,2	7,0	7,3
Sable fin %	22,6	16,5	17,5
Sable grossier	46,2	35,5	36,4
Matière organique	1,16	0,73	0,19
Carbone ‰	6,7	4,2	1,1
Azote ‰	0,42	0,37	0,16
C/N	16,0	11,4	7
P_2O_5 total ‰	0,10	0,16	0,12
F_2O_3 libre %	1,24	1,20	2,54
F_2O_3 total %	1,89	2,32	3,55
Fer/Fer total	66	52	72
Structure			
Arg. + limons	19,3	33,8	37,0
Agrég. (Alcool	54,9	62,3	67,0
Agrég. (Eau	50,3	54,4	51,0
Agrég. (Benzène	47,3	38,6	37,6
Bases échang. méq./100 g sol			
Calcium	4,45	9,33	12,7
Magnésium	4,03	7,65	5,1
Potassium	0,08	0,07	0,06
Sodium	0,02	0,04	0,03
S.	8,60	17,1	17,9
T	8,50	18,7	13,6
S/T = V %	sat.	91	sat.
pH eau	6,7	6,6	8,7
pH K Cl	5,4	4,9	7,4
Poids spéc. ap.	1,84	1,90	2,07
Porosité cm3 100	14,2	12,6	8,3
pF 3	7,3	14,2	13,9
pF 4,2	4,8	9,7	9,7
Eau uutile %	2,5	4,5	4,2
Inst. struct.	1,75	1,62	1,93
Perméab. Kcm/h.	2,0	4,7	1,9

3 PROFILS	Max.	Min.	Moy.	Méd.
Arg. + Lim fin				
Surface	40,1	20,8	27,4	21,3
Hor. méd.	59,7	34,2	44,7	40,3
Base	53,1	33,4	41,7	38,6
Mat. Org. %				
Surface	1,73	1,16	1,52	1,68
C/N				
Surface	16,2	13,7	15,3	16,0
P_2O_5				
Surface	0,24	0,10	0,17	0,18
Hor. méd.	0,16	0,10	0,13	0,13
Base	0,13	0,07	0,11	0,12
K				
Surface	0,17	0,08	0,13	0,15
Hor. Médi.	0,12	0,07	0,10	0,10
Base	0,08	0,06	0,07	0,07
S				
Surface	12,3	6,65	9,20	8,60
Hor. Médi.	17,5	11,7	15,4	17,1
Base	28,4	8,55	18,3	17,9
T				
Surface	14,0	8,5	10,7	9,70
Hor. Médi.	18,7	16,1	17,6	18,1
Base	17,7	9,10	13,5	13,6
S/T				
Surface	100	69	86	88
Hor. médi.	97	73	87	91
Base	100	94	98	100
pH				
Surface	6,7	6,3	6,5	6,5
Hor. Médi.	7,1	6,0	6,6	6,6
Base	8,7	6,7	8,0	8,7
Eau utile				
Surface	4,8	2,5	3,7	3,8
Hor. Médi.	5,4	3,9	4,6	4,5
Base	5,1	3,8	4,4	4,2
Porosité				
Surface	19,5	14,2	17,1	17,5
Hor. Médi.	12,6	11,4	12,1	12,3
Base	8,9	5,8	7,7	8,3
Equi. Bases %				
(valeurs méd.)	Ca	Mg	K	
Surface	56,8	40,6	1,4	
Hor. Médi.	54,6	44,7	0,7	
Base	70,9	28,5	0,3	

/ UNITE 10 /

VERTISOLS TOPOMORPHES NON GRUMOSOLIQUES. A hydromorphie d'ensemble sur alluvions argileuses.

Ces vertisols correspondraient à ce qui avait été appelé autrefois les "sols d'argiles noires tropicales". De profil et de couleur gris-noir très homogènes ils présentent une différenciation en horizons très peu marquée. La couleur sombre n'est pas liée au taux de matière organique qui peut être faible. La différence fondamentale avec les vertisols modaux de l'unité 8 réside dans le pédoclimat beaucoup plus humide à engorgement de longue durée. Une asphyxie totale de durée variable affecte l'ensemble de ces sols au moment des hautes eaux. Les mouvements internes liés aux phénomènes d'humectation et de dessication des pluies d'hivernage puis d'engorgement de début de saison sèche, retardé par l'onde de crue Volta-Sourou, déterminent une exaltation de la structure et de l'homogénéisation.

Cependant le microrelief "gilgaï" lorsqu'il existe est peu prononcé probablement du fait des périodes de dessication réduites. Le caractère hydromorphe de ces sols est renforcé par la présence en profondeur d'un horizon de gley très fréquent et encore humide au mois d'avril.

A - Caractères généraux :

Extension :

D'une superficie approximative de 15.000 ha., cette unité est strictement limitée à la zone inondable du lit majeur du Sourou.

Caractères extérieurs de reconnaissance :

La végétation de prairie marécageuse du type bourgoutière est principalement composée d'espèces herbacées où dominent Vetiveria fulvibarbis et negritana, Echinochloa stagmina en peuplement dense et Sesbania s s p. quelques rares arbres isolés Anogeissus leiocarpus, Bauhinia thonningii et Acacia seyal apparaissent en bordure des zones basses.

Le modelé est caractérisé par une multitude de dépressions circulaires à fond plat de 100 à 400 m. de diamètre et 1 à 2 m. de profondeur,

souvent liées entre elles par de petits chenaux d'évacuation qui en bordure du lit mineur communiquent avec la nappe d'eau libre du Sourou.

Le microrelief "gilgaï" est peu accusé ou absent, la surface du sol motteuse et foncée. Les fentes de retrait sont très développées (5 à 10 cm).

B - Les Sols.

1. a Morphologie :

Profil de référence : H V J 26 SONO

Coordonnées : 12° 50' 20" N.
03° 27' 30" O.

Topographie : plane de fond de cuvette d'effondrement à bords francs de 1 à 2 m de dénivellation. Profil en zone marginale externe du lit majeur du Sourou.

Végétation : hydrophile basse à Vetiveria nigritana dominant ponctué de rares Anogeissus leiocarpus et Bauhinia thonningii.

Aspect superficiel : marécageux. Surface motteuse gris foncé à noir. Déjections de vers en turricules nombreux.

0 - 20 cm A : (10 YR 3/1,2) - Brun grisâtre à noirâtre. Argileux faiblement limoneux. Structure polyédrique mixte moyenne et fine devenant large vers la base (5 cm). Bien développée. Cohésion d'ensemble moyenne. Cohésion des mottes forte. Porosité tubulaire faible, d'assemblage bien développée. Marmorisations et fourreaux rouilles autour des racines.

20 - 120 cm B : (10 YR 4/3) tirant sur (2,5 Y 4/3). Passage graduel. Limite largement ondulée. Très uniforme. Brun à gris olive. Argileux. Légèrement plastique. Structure en plaquettes de 25 cm sur 12 en assemblage compact. Localement prismes couchés avec faces obliques très bien lissées. Cohésion forte à très forte. Porosité d'assemblage faible localement bien développée (fentes verticales de 1 à 2 cm de large) - Marmorisations et ségrégations ferrugineuses tenues.

120 - 200 cm (B) goC : (5 YR 4/1-2) - Passage diffus. Transition très progressive, gris brunâtre. Argileux, humide, malléable. Structure prismatique 15 cm sur 10. Prismes couchés à débit cubique avec faces lissées. Cohésion forte. Ségrégations de fer, rouilles, mieux individualisées. Nodules calcaires rognoneux, épars dès 120 cm. Concentrés localement sans raisons apparentes.

Enracinement : Chevelu dense sur 10 cm en surface puis moyennement développé mais bien réparti. Disparaît au-delà de 120 cm.

L'horizon profond qui fait passage au matériau originel alluvial est ici un horizon de pseudo-gley (phase oxydée dominante) et non un gley. Ce caractère est dû à l'éloignement du profil du lit mineur. A proximité de celui-ci, la disparition des taches et ségrégations de fer fait passage à un gley profond gris bleuté.

Variations autour du profil de référence :

Concernent surtout la structure, la texture étant toujours argileuse, généralement polyédrique moyenne et fine dans l'horizon supérieur la structure peut apparaître grumeleuse sur les 10 premiers cms colonisés par le chevelu racinaire graminéen (7 profils sur 10) ou cubique grossière - 5 à 10 cm - (1 profil sur 10). L'épaisseur de l'horizon intermédiaire varie de 30 à 80 cm. Sa structure est généralement en prismes obliques ou en plaquettes avec de larges fentes de retrait et des faces lissées très nettes.

Le développement de la structure de l'horizon profond dépend de la durée de l'engorgement, une augmentation de celle-ci allant dans le sens d'un élargissement des prismes pour aboutir à une structure massive à débit oblique dans les gley.

1. b Propriétés analytiques :

Les données analytiques de deux profils sont consignées dans le tableau 8. Le premier est le profil type décrit et correspond à un sol à horizon de surface peu humifère, le second à un sol à horizon de surface bien humifère.

Les caractéristiques physiques :

La texture est toujours argileuse, quelquefois même très fortement (profil HVJ 26). Les fractions fines des limons et des sables dominent les fractions grossières. Les taux des diverses fractions granulométriques sont d'une grande constance (la somme argile + limons fins ne varie pas) dans les différents horizons , ce qui indique un alluvionnement homogène, de type lacustre probable.

La capacité de rétention pour l'eau en relation avec le taux d'éléments fins, est bonne dans le premier mètre (de 370 à 470 mm) et s'améliore encore en profondeur.

La hauteur d'eau "utile" atteint 150 mm dans le premier mètre et 180 mm jusqu'à 2 mètres ce qui constitue des valeurs satisfaisantes.

La macroporosité est très faible et le plus souvent s'annule (porosité inférieure au volume d'eau à pF 3).

La structure varie de moyenne à bonne en surface. Elle est toujours supérieure à la moyenne des sols de ces régions surtout si l'on tient compte de la somme argiles + limons fins très élevée (jusqu'à 71 %).

Les caractéristiques chimiques :

Le taux de matière organique varie de 1 à 5 % et se situe en moyenne vers 2 %, valeur élevée en regard de celui des sols environnants. Ce taux dépend de la végétation se décomposant sur place et le tapis graminéen dense échappant aux feux l'augmente fortement (cas du H V K 82). Le rapport C/N varie dans le même sens : une accumulation de matière organique peu décomposée l'augmente, au contraire une teneur plus faible peut présenter une meilleure décomposition, le C/N atteignant 10 (H V J 26).

La capacité d'échange ramenée au taux d'argile est de 30 à 50 méq/100 g., indiquant un pourcentage notable d'argiles gonflantes du type 2/1. Il y a vraisemblablement un mélange de montmorillonite et de kaolinite.

Le pH très faiblement acide ou neutre en surface devient nettement basique en profondeur au niveau des nodules calcaires.

Le taux de saturation S/T est variable mais généralement assez élevé. Il atteint la saturation vers la base des profils. Les teneurs en bases échangeables sont assez élevées. Les rapports des différents éléments sont équilibrés en surface mais indiquent dès les horizons sous-jacents une nette carence en potassium provenant de l'excès relatif de calcium. (le rapport $\frac{Ca + Mg}{K}$ atteint 70). Ce déséquilibre s'accentue vers la base, où le calcium fournit alors les 3/4 de la somme totale des bases.

Le rapport azote sur phosphore est moyen à bon pour les sols peu humifères, médiocre pour les sols humifères qui peuvent alors présenter une légère carence en phosphore.

C - Conclusions générales :

De part leur fertilité élévée : taux de matière organique et réserve minérale très satisfaisante, leur stabilité structurale moyenne en surface, leur bonne rétention pour l'eau, les Vertisols Hydromorphes figurent à une place élevée dans l'échelle de fertilité des sols cartographiés et cela en dépit des carences possible en potassium. La fertilité apparaît moyenne à bonne en cultures diverses, très bonne en riziculture inondée.

L'engorgement durant une longue période de l'année, oriente naturellement leur mise en valeur vers la culture du riz de submersion. Sans aller jusqu'à la culture industrielle qui nécessite des travaux d'aménagements importants et dont le projet semble être abandonné (1), une riziculture traditionnelle pourrait être envisagée valablement. Elle est déjà pratiquée à faible échelle en de rares endroits. (entre WE et DI).

L'accent a déjà été mis sur l'intérêt que présenterait une mise en valeur pastorale du Sourou (fixation des troupeaux, fourrages de bonne qualité) (1). Les problèmes soulevés sont plus d'ordre social ou humain semble-t-il, que d'ordre agronomique.

---

(1) J-C. LEPRUN - Rapport préliminaire pédologique sur la région du Sourou - Juin 1968 - p. 8 et 9.

UNITE 10 TABLEAU 8

VERTISOL TOPOMORPHE NON GRUMOSOLIQUE A HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE.

	Horizon de surface peu humifère. PROFIL TYPE : HVJ 26 - SONO			Horizon de surface bien humifère. PROFIL TYPE : HVK 82 DI.		
Profondeur cm	0,1-20	20 - 120	120 -200	0,1-15	15 - 50	50 - 145
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	5,0
Humidité %	6,8	7,1	6,8	5,4	5,2	5,5
Argile %	57,9	57,8	58,2	40,9	40,6	43,3
Limon fin %	13,3	13,2	12,9	20,5	19,0	12,7
Limon grossier %	10,6	9,8	10,4	14,1	13,8	10,6
Sable fin %	14,4	15,7	14,8	13,8	17,7	19,4
Sable grossier %	2,9	3,0	3,4	5,4	6,7	13,2
Mat. org. totale %	0,90	0,47	0,31	5,34	2,21	0,76
Carbone ‰	5,2	2,7	1,8	30,9	12,8	4,4
Azote ‰	0,48	0,28	0,21	2,11	0,81	0,35
C/N	10,8	9,5	8,5	14,6	15,8	12,6
P_2O_5 total ‰	0,26	0,16	0,19	0,34	0,24	0,17
F_2O_3 libre %	3,35	3,43	2,86	2,29	2,26	2,51
F_2O_3 total %	4,80	4,89	4,75	2,92	3,04	3,80
Fer libre/fer total	70	70	60	78	74	66
Structure						
Argile + limon	67,7	66,7	69,3			
Agrégats (Alcool	54,0	58,3	47,3			
% (Eau	29,8	34,1	26,2			
(Benzène	3,3	3,0	3,8			
Bases éch. méq/100 g de sol.						
Calcium	11,3	13,9	15,9	11,3	13,5	24,5
Magnésium	7,2	7,7	7,2	4,9	4,1	3,0
Potassium	0,51	0,35	0,19	0,61	0,26	0,21
Sodium	0,04	0,04	0,06	0,03	0,04	0,03
S	19,0	22,0	23,3	16,8	17,9	27,7
T	20,9	20,8	22,1	24,6	21,0	23,1
S/T = V %	91	sat.	sat.	68	85	sat.
pH eau	6,6	7,6	7,9	5,5	6,2	8,6
pH K Cl	5,3	6,0	6,1	4,4	4,7	7,3
Poids spéc. appar.	1,81	2,02	2,02	1,46	1,62	1,96
Porosité cm^3 100 g	15,2	9,5	9,5	28,5	21,7	10,9
pF 3	25,0	25,4	27,2	26,5	23,9	21,7
pF 4,2	17,5	17,5	18,2	18,7	15,7	15,2
Eau utile %	7,5	7,9	9,0	9,4	6,9	6,9
Instabilité struct.	2,51	2,25	3,02			
Perméabilité Kcm/h	3,7	2,3	3,1	3,0	1,7	4,2

/ UNITE 11 /

VERTISOLS TOPOMORPHES NON GRUMOSOLIQUES. A caractères de salure sur alluvions argilo-sableuses.

A - Caractères généraux :

Extension et relations avec les sols voisins :

D'extension très faible ces sols se localisent en deux taches situées au N. de TOUGAN, à la limite de la plaine alluviale du Sourou. Le caractère essentiel du modelé est l'absence de relief dominant leur site dans le paysage. Ils occupent les zones les plus hautes des glacis d'érosion peu pentus aboutissant aux vertisols. Morphologiquement, ils apparaissent très proches des vertisols modaux : texture fine dominante, forte structuration, phénomènes mécaniques internes. Cependant, la présence de sels solubles en proportion notable leur confère certains caractères particuliers, notamment un type de structure de surface et une cohésion excessive d'ensemble qui les distinguent de suite du type modal. Ces sels paraissent être constitués en majeure partie de sulfates de calcium d'origine pétrographique, issus de l'étage gréso-schisteux-dolimitique. L'engorgement de ces sols, favorisé par l'imperméabilité du niveau profond, permet la mise en circulation des sels qui recristallisent en saison sèche.

La pollution de tout le profil par des sables grossiers en majeure partie éolisés indique une mise en place des matériaux semblable à celle de l'unité 9 (déflation des sables éoliens sur rive du lac d'inondation).

Caractères extérieurs de reconnaissance :

La végétation assez maigre, en bosquets, constitue un critère de faible valeur. Espèces psammophiles : Baobabs, Combretum micranthum, Ctenium elegans ; et hygrophiles, Acacia seyal et Anogeissus, cohabitent. Très sèche dès la fin de la saison des pluies elle dénote un déficit hydrique important.

L'aspect superficiel encroûté brun sombre à noirâtre alternant avec quelques plages de sables grossiers déliés est caractéristique. La compacité est forte dès la surface même sur microrelief "gilgaï" qui reste très localisé et peu prononcé.

Creusé sur quelques cm le sol laisse échapper une odeur forte et âcre due vraisemblablement aux sulfates.

B - Les Sols.

1. a Morphologie :

Profil de référence : H U K 48 NEHOUROU -
Coordonnées : 13° 41' 40" N.
03° 13' 20" O.

Topographie : Surface plane à pente insensible - glacis d'érosion - relief gilgaï en chenaux, très localisé,

Végétation : Forêt sèche très lache à Anogeissus leiocarpus et rares baobabs. Bosquets arbustifs à Acacia seyal et Combretum micranthum. Tapis graminéen très sec à base de Ctenium elegans.

Aspect superficiel : surface durcie et écailleuse grise à gravillons et nodules calcaires. Plages de cable délié beige pâle.

0 - 15 cm : (10 YR 5/2,3) en surface puis (10 YR 4,3/2):gris-pâle puis brun rouge à noirâtre. Sur 3 cm en surface limono-sableux. Structure lamellaire fine - de 3 à 15 cm argilo-sableux, structure cubique (10-12 cm) assez bien développée - légèrement arrondie au sommet mais peu nette (pas columnaire). Très compact - cohésion d'ensemble moyenne à forte - cohésion des mottes très forte. En section aspect aggloméré et irrisé des cubes. Porosité tubulaire fine assez bien développée. Nombreux gravillons ou "concrétions" patinés, luisants, bruns (0,1 - 0,2 cm de ∅).

15 - 70 cm : (2,5 Y 4/3) - Brun olive. Limite distincte largement ondulée sur 20 cm. Argilo-sableux. Structure polyédrique à tendance prismatique fine (4/6 cm). Bien développée. Aucune face de pression. Cohésion d'ensemble faible. Cohésion des mottes moyenne à forte. Porosité interstitielle fine faible, d'assemblage bien développée. Très riche en sables grossiers et concrétions jaune à rouille non patinées, mal individualisées (1 cm ∅) - gros nodules calcaires "rognoneux" jaune rouge en surface de 2 à 4 cm de ∅. Mouchetures et petits agglomérats de cristaux sous forme de paillettes imbriquées (SO_4 Ca).

70 - 110 cm : (2,5 Y 4/4). Même couleur mais tirant sur le jaune - limite graduelle structurale, largement ondulée - Argilo-sableux. Structure massive à débit oblique. Quelques faces lissées. Très compact. Cohésion très forte. Porosité d'assemblage faible. Quelques belles fentes verticales et obliques.

Nombreux nodules calcaires et recristallisations de gypse dans les fentes, pouvant devenir pulvérulent sous forme de "sable" irrisé. Petites ségrégations de fer jaune rose mal mal individualisées.

Enracinement : Très faible en surface entre les cubes, il disparaît entièrement après les 20 premiers centimètres.

Variations autour du profil de référence :

Ces sols pourraient être classés comme intergrades vers les sols halomorphes. Un profil étudié à la sortie N. de LOUTA présente un horizon B gris-brun columnaire de 50 cm à sommet des colonnettes fortement arrondi , suivi d'un horizon rubéfié à structure cubique et d'un horizon profond carbonaté identique à celui décrit plus haut.

Ce profil n'est pas sans rappeler celui du solonetz cité par R. BOULET dans son rapport (Centre Nord unité 37, p. 258). Cependant, le profil de référence décrit précédemment a été choisi médian, et les quelques sols observés dans ces zones se rapprochent plus des vertisols avec lesquels ils sont contigus, que des halomorphes (structure cubique rarement exaltée verticalement, horizon supérieur lessivé absent, phénomènes de glissement et de décollement).

Les caractères d'halomorphie ayant une grande influence sur la mise en valeur : chimisme du complexe absorbant, massivité des horizons bloquant la pénétration des racines, cohésion très forte rendant difficile le travail du sol, nous ont incités à faire de ces sols une unité à part se distinguant des vertisols au niveau du sous-groupe.

Les caractéristiques physiques : (cf. Tableau 9)

Dans les horizons de surface les données texturales sont toujours situées à la limite des secteurs granulométriques appelés argileux et argilo-sableux. En profondeur la texture devient franchement argilo-sableuse, les sables fins dominent les sables grossiers et les limons doublent leur taux.

La capacité de rétention pour l'eau calculée pour un mètre de sol est de 290 mm, valeur assez moyenne, dont le tiers seulement est utilisable, ce qui constitue une réserve en eau insuffisante pour les plantes cultivées.

La porosité est moyenne en surface, mais diminue rapidement en profondeur où elle devient inférieure au volume d'eau retenue à la capacité au champ (pF 3) et même à celui du point de flétrissement (pF 4,2) à la base du profil. Comme l'indique la description du profil, la seule porosité devient alors celle due à la structure. Malheureusement, celle-ci n'intervient qu'en période sèche, c'est-à-dire après les possibilités d'humectation du sol,d'où le déficit hydrique important accusé par l'aspect de la végétation naturelle.

D'après le diagramme perméabilité-instabilité structurale, ces sols entrent dans la catégorie structurale : moyenne à médiane en surface, médiocre en dessous, mauvaise à la base (action dégradante des sels sur la structure).

Les caractéristiques chimiques :

Les taux de matière organique sont moyens surtout si on les compare aux teneurs en argile. Cette matière organique n'est que moyennement minéralisée (C/N : 13).

La somme des bases échangeables est de valeur moyenne en surface (10,7 méq/100 g) mais le complexe devient très rapidement très bien pourvu en bases en profondeur : la somme totale atteint 44,6 méq au niveau des concentrations de carbonates. C'est le chiffre maximum obtenu sur tous les sols de la zone prospectée.

Les pH sont nettement basiques dès la surface et croissent en profondeur.

Les taux de saturation sont très élevés et atteignent 100 dès la base de l' horizon humifère. La capacité d'échange ramenée au taux d'argile indique une forte proportion d'argiles montmorillonitiques (120 méq/100 g.). L'équilibre des bases K, Mg, Ca est dans l'ordre de 1 - 100 - 310 dans l'horizon profond et met en évidence une carence considérable en potassium, par excès des deux autres éléments (de calcium surtout). En surface le taux de calcium diminue nettement et rejoint celui du magnésium, mais la carence relative en potassium subsiste toujours.

Nous avons précisé précédemment les raisons, d'ordre morphologique, du classement de ces sols parmi les vertisols à sous groupe de caractères de salure (A_1 non lessivé, structure columnaire peu nette). Les analyses chimiques

indiquent que les teneurs en sels seraient même suffisantes pour ranger ces sols parmi les Halomorphes (1).

- La conductivité de l'extrait au 1/10 est supérieure à 0,6 millimhos dans les deux horizons profonds et atteint 1,0 mmhos à la base.
- Les rapports Na/T sont supérieurs à 12 % dans l'horizon médian (18,2 %) mais ne sont que de 9 % à la base.

Les sels solubles sont constitués de sulfates de calcium, magnésium et sodium dans la proportion de 10 méq/100 g. à la base et 5 méq dans l'horizon médian où le sulfate de sodium domine.

Les teneurs en phosphore sont faibles.

C - Conclusions générales :

Les propriétés physiques précédentes (porosité, cohésion excessive, stabilité structurale médiocre) sont les caractères défavorables majeurs de ces sols. Ils sont renforcés par les teneurs en sels non négligeables et une très forte carence en potassium malgré la valeur élevée du complexe absorbant, et de bonnes réserves minérales. Sans être incultes, ces sols ne seraient utilisables que par des façons culturales onéreuses que ne motivent ni leur extension, ni les conditions climatiques (pluviométrie trop faible).

(1) "0,6 mmhos et 12 % sont les chiffres minima au delà desquels un sol peut être classé haolomorphe". R. BOULET - Rapport Centre-Nord - p. 257.

UNITE 11 TABLEAU 9

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : VERTISOL TOPOMORPHE NON GRUMOSOLIQUE A CARACTERES DE SALURE

N° PROFIL : H.V.K. 48 — HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	481	482	483					
Profondeur cm.	0,1-15	15-70	70-110					
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	3,0	0,1	0,1					
Humidité °/₀	2,8	5,0	4,9					
CO_3 Ca °/₀			1,7					
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	42,5	41,1	30,5					
Limon fin °/₀	8,9	7,7	18,0					
Limon grossier °/₀	8,5	8,2	14,9					
Sable fin °/₀	27,0	26,4	30,1					
Sable grossier °/₀	12,0	16,3	6,3					
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	1,11	0,29	0,15					
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	6,4	1,7	0,9					
Azote °/₀₀	0,49	0,20	0,12					
C/N	13,1	8,5	7,5					
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,25	0,20	0,11					
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀	3,04	2,30	2,37					
F_2O_3 total °/₀₀	4,95	3,94	3,84					
Fer libre/Fer total	61	60	62					
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium		15,1	61,3					
Magnésium		29,4	32,9					
Potassium		2,65	2,80					
Sodium		5,60	4,90					
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	4,96	10,3	30,9					
Magnésium	4,56	9,5	10,2					
Potassium	0,14	0,07	0,10					
Sodium	1,03	3,65	3,37					
S	10,7	23,5	44,6					
T	12,7	20,0	36,5					
S/T = V °/₀	84	sat.	sat.					
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	7,7	8,5	8,5					
pH KCl	5,5	7,3	8,0					
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mmhos	0,042	0,520	1,000					
Extrait sec. mg/100 g	27	330	640					
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	1,78	1,90	2,00					
Porosité °/₀	16,0	12,6	9,9					
pF 3	11,4	16,2	18,2					
pF 4,2	7,5	11,3	12,8					
pF 2,5								
Eau utile °/₀	3,9	4,9	5,4					
Instabilité structurale Is	8,92	9,78	9,16					
Perméabilité Kcm/h	0,7	2,6	1,7					

Analyses terminées le : ... au laboratoire de ...

LA PLANCHE 7

- Répartition de l'unité 12 -

est représentée dans la PLANCHE 6 avec les unités

8 - 9 - 10 et 11.

/ UNITE 12 /

VERTISOLS lithomorphes grumosoliques modaux sur schistes amphibolitiques. Association à sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers.

A - Caractères généraux.

Cette unité n'occupe qu'une superficie très réduite à l'E. de BOROMO, en bordure de la Volta Noire. Elle correspond à une zone d'affleurements de roches amphibolitiques schisteuses.

Il est tout à fait probable qu'elle existe ailleurs, mais en raison, d'une part de la mauvaise connaissance des affleurements de schistes amphibolitiques, et d'autre part du cuirassement intense qui a recouvert ces régions, nous n'avons pas été en mesure, ni par la prospection sur le terrain à l'échelle du 1/500.000, ni par photointerprétation, d'en cartographier d'autres surfaces.

Les vertisols se développent sur les sommets arrondis qui se trouvent débarrassés du recouvrement cuirassé.

Sur les pentes les sols développés sur des matériaux essentiellement gravillonnaires, plus ou moins graveleux, mais fortement influencés par la présence de roches basiques, sont de type brun eutrophe.

Les entailles pratiquées par les petits cours d'eau temporaires, affluents de la Volta Noire, sont assez nombreuses et les alluvions qui se sont déposées vers l'aval peuvent porter des vertisols topolithomorphes. Mais l'emprise des matériaux cuirassés et gravillonnaires est encore importante et de grandes surfaces sont occupées par les sols gravillonnaires et les lithosols sur cuirasse de l'unité 27.

Sur les vertisols la végétation est extraordinairement pauvre avec quelques karités et des touffes de graminées ; à la surface du sol on voit de nombreux cailloux de quartz. Ailleurs la végétation est la savane habituelle des régions gravillonnaires (cf. unité 27).

B - Les Sols.

B. 1. Les vertisols lithomorphes grumosoliques modaux sur schistes amphibolitiques.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O B 36

Situation : A 9 km de BOROMO sur la piste vers POURA.

Topographie : Sommet relativement plat, entouré de pentes gravillonnaires.

Végétation : Savane très lache à karité, avec touffes de graminées. Peu de végétation.

Surface du sol : présence de nombreux cailloux de quartz.

Description du profil :

0 - 25 cm : Brun foncé (10 YR 4/2). Humifère. Argilo-limoneux avec des cailloux de quartz anguleux, de toute taille. Structure bien développée polyédrique moyenne à très fine plus ou moins grumeleuse. Cohésion d'ensemble moyenne, par endroit la cohésion est plus forte : surstructure prismatique large ; cohésion des mottes forte par écrasement, moyenne à forte par cisaillement. Porosité lacunaire et tubulaire bonne. Limite régulière graduelle.

25 - 100 cm : Brun-olive (2,5 Y 4/4). Argileux avec quelques cailloux de quartz toujours assez petits. La structure bien développée s'élargit : prismatique large (supérieure à 20 cm) sans structure polyédrique,ou en plaquette oblique (10 cm) à cohésion forte, mal développée vers le haut mais beaucoup mieux vers le bas avec de belles faces lissées, concoïdales. L'humidité est encore appréciable et le matériau est plastique : la sous-structure est sans doute mieux développée si le sol arrive à un état de dessèchement complet. Porosité très faible.
Limite régulière graduelle.

100 - 160 cm : Brun-olive clair (5 Y 7/3 à sec) moucheté à petits points rouges et vert clair, assez peu nets. C'est la roche altérée. L'argilification n'est que peu prononcée. Structure massive à cohésion faible. On trouve encore de petits grains de quartz. Vers le bas on retrouve bien la schistosité de la roche.

Enracinement : dense du chevelu graminéen jusqu'à 25 cm, puis médiocre, concentré dans les fentes verticales jusqu'à 100 cm. Il est très faible ensuite.

Variations autour du profil de référence :

Ces sols sont caractérisés par la présence d'un horizon de surface à structure fine et bien développée, reposant sur des horizons très argileux où la structure devient beaucoup plus large en même temps que la présence de faces obliques lissées traduisent l'existence de mouvements internes sous l'effet du gonflement. Si en profondeur l'horizon d'altération n'est pas toujours présent, dans l'ensemble ces sols sont cependant assez homogènes.

1. b Propriétés analytiques. (voir tableau 10 p. 110)

Les caractéristiques physiques :

- La texture est essentiellement argileuse (type montmorillonnite) sauf en surface ou elle peut être partiellement limoneuse. En profondeur le degré d'évolution du matériau d'altération détermine la répartition granulométrique des constituants.
- La stabilité structurale est médiocre à moyenne.
- La porosité est médiocre et insuffisante en surface où l'on est à la limite de l'asphyxie totale. Au-dessous elle est très faible et l'asphyxie totale est générale.
- L'eau utile est assez bonne (10 %) avec des valeurs du pF 4,2 très élevées dans les horizons moyens et profonds.
- L'indice de drainage est très mauvais dans tous les horizons. La capacité minima pour l'air est presque nulle dès la surface, au-dessous elle est toujours nulle.

Les caractéristiques chimiques :

- Le taux de matière organique est assez élevé en surface 2,5 %. Il est sensiblement plus élevé que dans les vertisols topomorphes cultivés, mais la pénétration en profondeur est à peine meilleure, Le rapport C/N est du même ordre de grandeur : 15 en surface.
- L'azote est insuffisant par comparaison à la matière organique mais les quantités sont cependant assez élevées. La fertilité N-pH est très bonne à bonne.
- Le phosphore est en teneurs moyennes en surface et faibles en profondeur. L'équilibre azote-phosphore traduit une insuffisance de phosphore, mais sans carence très importante de cet élément.

- Le pH est faiblement acide en surface, à la neutralité en profondeur.
- Les capacités d'échanges qui sont très élevées au-dessous de l'horizon de surface traduisent la proportion importante d'argile montmorillonitique. Le taux de saturation suit les valeurs du pH : voisin de 80 % en surface, 100 % ensuite.
- La somme des bases échangeables est très bonne en surface, elle est particulièrement importante plus bas du fait de la saturation du complexe absorbant : les valeurs atteintes n'ont été trouvées dans aucun autre sol.
- L'équilibre des bases : 20 - 24 - 2 (ou 3) fait ressortir l'importance du magnésium dans tous les horizons . Il faut donc craindre des carences relatives en calcium et en potassium. Ce dernier élément apparait en très faible quantité en profondeur. Les mesures en bases totales se caractérisent aussi par la prépondérance du magnésium extrait par l'acide nitrique concentré à chaud.

1. c Conclusion :

Les caractéristiques chimiques, malgré un déséquilibre des bases, sont bonnes et même très bonnes. Par contre les caractéristiques physiques sont plutôt défavorables et constituent des facteurs limitant la fertilité de ces sols. La cohésion forte, la porosité très faible qui détermine des conditions asphyxiantes totales dès 20 ou 25 cm, expliquent la pauvreté de la flore en espèces ligneuses qui développent leurs racines en profondeur, de plus ces racines ont encore à subir les phénomènes de retrait et les mouvements internes qui aboutissent bien souvent à leur rupture.

Les plantes herbacées, et parmi elles surtout les graminées, qui ont un enracinement superficiel peuvent se satisfaire de l'horizon de surface et tirer parti de la richesse minérale importante. Le passage graduel de la structure fine en surface, à la structure large en profondeur, favorise la pénétration de quelques longues racines, non ramifiées qui doivent jouer un rôle dans l'alimentation hydrique de la plante à partir des horizons profonds.

Ces sols apparaissent à la fois asphyxiants et écologiquement trop secs (par inexploitation des réserves hydriques, mais aussi minérales, des horizons profonds). Parmi les plantes cultivées, le cotonnier qui rentabiliserait la grande richesse minérale, ne pourra pas développer son système racinaire pivotant en profondeur et risque de manquer d'eau en fin de cycle végétatif. Des recherches agronomiques seraient donc nécessaires pour améliorer l'utilisation de ces sols relativement riches mais dont l'extension serait à préciser par des travaux à grande échelle.

B. 2. Les sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers.

Ces sols sont étudiés avec l'unité 13, p. 113 , le lecteur voudra bien s'y reporter.

C - Conclusion.

La présence de sols possédant une très bonne richesse minérale mais dont la fertilité générale se trouve fortement limitée par les propriétés physiques, associés à des sols gravillonnaires de fertilité réduite, dans une région accidentée ou l'érosion est relativement vive, ne permet pas d'accorder à cette unité beaucoup d'intérêt pour une mise en valeur à grande échelle. Elle ne peut être intéressante que dans le cadre d'une agriculture de type traditionnel, pour laquelle, quelques petites surfaces de "bonnes terres" dont la fertilité réelle mérite à être évaluée pourraient être trouvées.

UNITE 12 TABLEAU 10

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : VERTISOL LITHOMORPHE GRUMOSOLIQUE SUR SCHISTES AMPHIBOLITIQUES.

N° PROFIL : B.O.B. 36 — HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	361	362	363					
Profondeur cm.	0,1-25	25-100	100-160					
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	0,1	0,1	0,1					
Humidité °/₀	4,2	9,9	13,6					
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	29,2	55,5	14,7					
Limon fin °/₀	18,3	24,9	26,1					
Limon grossier °/₀	25,2	6,5	2,6					
Sable fin °/₀	19,0	10,5	33,2					
Sable grossier °/₀	5,7	2,6	23,4					
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	2,55	0,69						
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	14,7	4						
Azote °/₀₀	0,99	0,39						
C/N	14,9	10,3						
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,30	0,16	0,14					
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀								
F_2O_3 total °/₀₀								
Fer libre/Fer total								
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium	12,9							
Magnésium	67,2							
Potassium	1,20							
Sodium	0,16							
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	8,6	20,2	33,1					
Magnésium	10,6	23,6	37,1					
Potassium	0,10	0,30	0,08					
Sodium	0,02	0,11	0,18					
S	19,3	44,2	70,5					
T 22,1	25,1	41,9	61,5					
S/T = V °/₀	77	sat.	sat.					
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	6,5	7,1	7,3					
pH K Cl	5,1	5,7	5,8					
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	1,60	2,02	1,82					
Porosité °/₀	22,4	9,5	15,0					
pF 3	20,1	35,0	40,9					
pF 4,2	11,5	25,0	28,9					
pF 2,5								
Eau utile °/₀	8,6	10,0	12,0					
Instabilité structurale Is	0,77	2,78	1,15					
Perméabilité Kcm/h	2,1	3,0	2,3					

Analyses terminées le ... au laboratoire de ...

/SOLS BRUNS EUTROPHES/

VI - SOLS A MULL

Ce sont des "sols formés sous l'influence d'une matière organique fortement évoluée, à humus de type "mull", et ne comportant que peu de sesquioxydes métalliques (de fer en particulier) libérés, qui restent par ailleurs, liés au complexe argilo-humique. Leur profil est de type A (B) C ou A B C" (G. AUBERT - 1965).

Cette classe est subdivisée en deux sous-classes d'après le pédoclimat des sols qui la constituent :

- Sols à mull des régions tempérées : pédoclimat frais toute l'année ou au moins pendant la saison pluvieuse.
- Sols à mull des régions tropicales : pédoclimat chaud et humide à la fois, au moins temporairement.

La dernière sous-classe seule, est à considérer dans notre étude. Elle ne possède qu'un seul groupe : les SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX. "Sols à humus doux. Souvent assez abondants en A_1, bien lié à la matière minérale, à complexe bien saturé en bases alcalino-terreuses, ils présentent une structure nettement développée grumeleuse à nuciforme en A, et polyédrique à cubique moyenne en (B). Ils possèdent une réserve minérale altérable assez abondante et leur fraction argileuse est, en grande partie, constituée de minéraux 2/1" (G. AUBERT 1965). Leur couleur est brun foncé, souvent brun rouge par suite des sesquioxydes de fer libérés.

La structure typique : "grumeleuse à nuciforme en A" n'est que rarement développée dans les sols bruns eutrophes des régions étudiées. Le plus souvent la structure est polyédrique grossière (2 à 5 cm) en A, et plus large vers le bas. Nous retrouvons donc les mêmes problèmes que pour la caractérisation des vertisols "grumosoliques" (p.). Ces deux catégories de sols sont d'ailleurs toujours associées sur des matériaux et dans des sites bien particuliers :

Quatre sous-groupes sont actuellement définis :

- modal
- hydromorphe vertique
- ferruginisé
- peu évolué

Seul le sous-groupe ferruginisé n'apparaît pas sur la carte Ouest-Nord de HAUTE-VOLTA. (Il a été reconnu sur les glacis se rattachant aux collines birrimiennes mais marque un terme de passage très rapide non cartographiable).

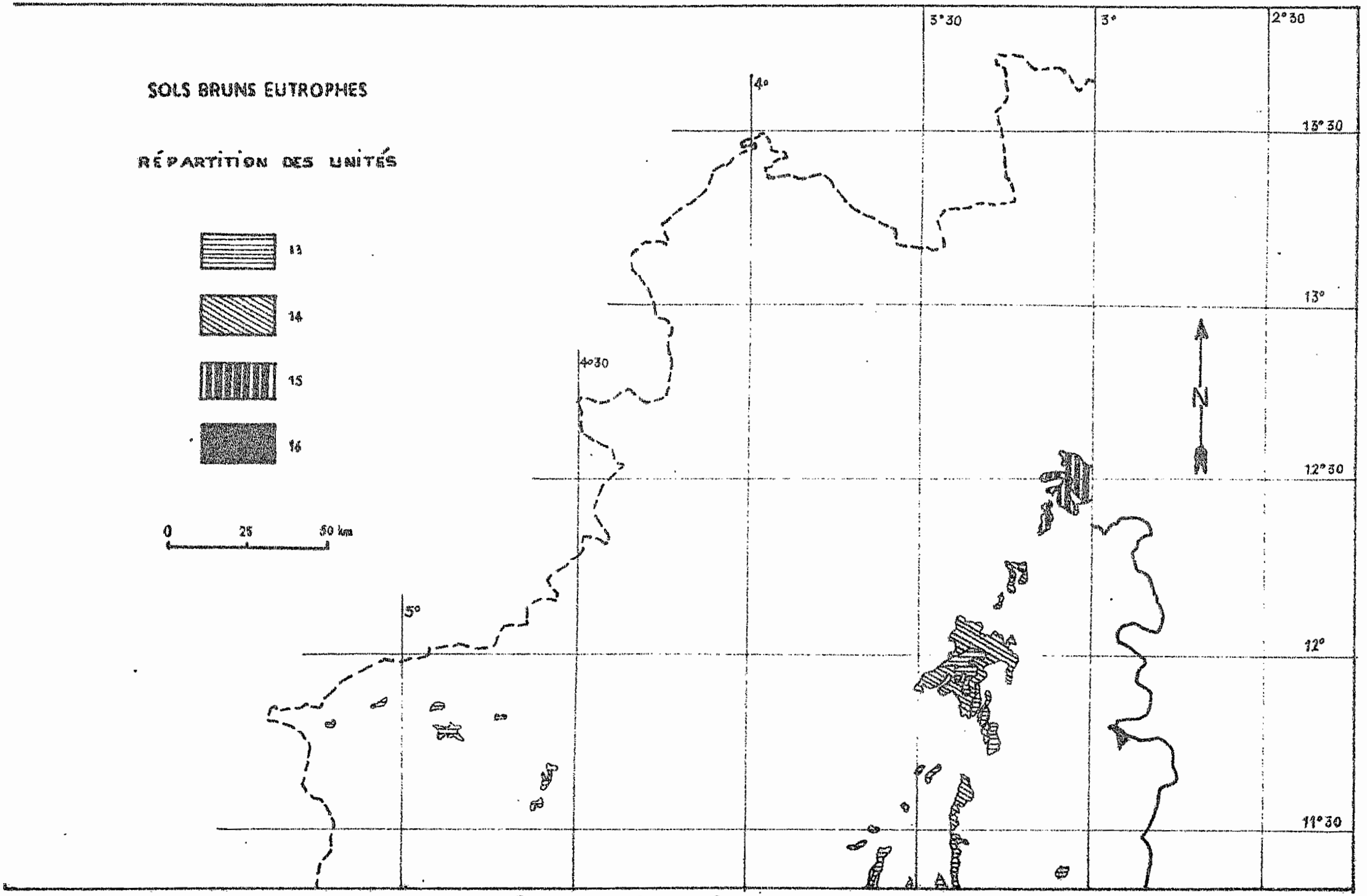

SOLS BRUNS EUTROPHES
RÉPARTITION DES UNITÉS
13
14
15
16
0
25
50 km
5°30
3°
2°30
4°
15°30
13°
4°30
12°30
5°
12°
11°30
N

PLANCHE 8

/ UNITE 13 /

SOLS BRUNS EUTROPHES MODAUX sur matériau caillouteux issu de roches basiques. ; Association à sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers et à vertisols topomorphes grumosoliques modaux.

A - Caractères généraux :

Cette unité correspond aux affleurements des roches volcaniques dans les bandes birrimiennes : région de HOUNDE et SAFANE au S.E., et dans les grès de l'extrême S.O. : région de NDORLABA et DANDE. Les affleurements n'apparaissent pas d'une façon uniforme et nous en avons distingué trois formes :

a). Les grandes collines S.O.-N.O. dépassant souvent 500 m d'altitude au coeur des zones schisteuses birrimiennes. Suivant la nature pétrographique des massifs (essentiellement andésites ou dolérites); et leur relief, l'importance relative des principaux types de sol varie. Cependant, dans l'ensemble, les sols bruns eutrophes modaux sur altération et blocs d'érosion de roches basiques occupent la plus grande partie de ces régions ; ces sols peuvent être cultivés jusque sur des pentes atteignant près de 50 %.

Autour des collines, en avant du front du glacis cuirassé, dans la dépression périphérique creusée par le réseau hydrographique issu des reliefs (cf. p. 20) se développent des sols particulièrement recherchés pour la culture : "sols bruns eutrophes modaux ou vertiques et vertisols topolithomorphes grumosoliques modaux sur matériau issus de roches basiques." Ces sols associés constituent l'unité 14, mais ils apparaissent souvent dans cette unité 13, où ils ne peuvent pas être cartographiés séparément à l'échelle du 1/500.000ème.

b). Les roches basiques peuvent demeurer en partie recouvertes par la cuirasse tabulaire. Ce cas caractérise particulièrement les dolérites affleurant dans les zones gréseuses : l'ensemble (dolérite et manteau cuirassé) constitue des collines abruptes atteignant souvent des altitudes de l'ordre de 550 m. Les affleurements de dolérite n'apparaissent qu'en bandes étroites sur les pentes escarpées ; celles-ci sont jonchées de blocs et supportent des sols semblables à ceux des collines birrimiennes. Les collines à sommet

cuirassé tabulaire sont particulièrement bien visibles à la photo-interprétation, malheureusement rien ne permet de les distinguer des collines gréseuses également cuirassées très nombreuses dans la région et d'aspect photographique rigoureusement identique. Aussi une carte de reconnaissance au 1/500.000 è ne peut-elle prétendre, dans ces conditions, donner une répartition exacte de ces sols bruns eutrophes sur dolérites, que seule une prospection systématique à grande échelle pourrait préciser (1). Il a donc fallu nous montrer très prudents dans l'extrapolation des observations de terrain que nous nous sommes efforcés de confronter aux observations antérieures effectuées dans cette région (2). Bon nombre de surfaces cartographiées en unité 13 peuvent être partiellement ou essentiellement cuirassées et porter de ce fait des sols correspondant à l'unité 4 : ceci pour les causes qui viennent d'être énoncées.

En avant des affleurements de dolérites à la base des collines, les matériaux arrachés par l'érosion se déposent en formant de nombreux petits cônes de déjection, sur lesquels se développent les sols définis par l'unité 14 mais qui beaucoup trop limités n'ont pu être cartographiés distinctement.

Sur le birrimien la cuirasse ne se maintient que sur des reliefs plus modestes ne dépassant guère 400 m. Souvent isolés, ceux-ci se localisent plus particulièrement dans la partie septentrionale des bandes birrimiennes. Les sols gravillonnaires prennent alors plus d'importance et l'on passe assez insensiblement à l'association de sols définie par l'unité 15 dont il nous a bien fallu tracer une limite que nous avons située au N de TIKAN.

c). Enfin, souvent dans les zones avoisinant les grandes collines, ou parfois localement, de petits pointements de roches basiques apparaissent à la surface du sol. Comme dans le cas précédent les matériaux gravillonnaires semblent dominants ; ils portent essentiellement des sols "bruns eutrophes hydromorphes sur matériaux gravillonnaires polyphasés", ou bien, au voisinage des surfaces cuirassées, des sols "ferrugineux remaniés appauvris sur gravillons et cuirasse".

---

(1) Ces difficultés de cartographie des affleurements doléritiques ont déjà été soulignées par P. JONQUET : Remarques sur les formations sédimentaires ouest-voltaïque - BRGM - Janvier 1963 - puis par GUICHARD.

(2) M. GAVAUD - Etude Pédologique de quelques bassins et dépressions de Haute-Volta - O.R.S.T.O.M. DAKAR - Nov. 1961.

Toutes ces conditions d'affleurement des roches basiques auxquelles correspond une répartition sensiblement différente des principaux types de sols n'ont pas été séparées au point de vue cartographique. En effet, la présence de roches basiques au contact de matériaux étrangers, généralement cuirassés, induit une érosion différentielle importante. C'est ainsi que l'on observe le relief imposant des grandes collines, mais aussi le microrelief bosselé raviné des petites zones à pointements locaux. Cela se traduit donc par des sols caractérisés par un enreichissement en éléments grossiers soumis à une érosion intense offrant peu de possibilités de mise en culture (à l'exception toutefois des petites zones de comblements correspondant à l'unité 14 mais d'une importance malheureusement trop limitée et qui ne peuvent être précisées que par une cartographie à grande échelle).

B - Les Sols :

B. 1. Les sols bruns eutrophes modaux sur matériau caillouteux issu de roches basiques.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O A 74

Situation : à 13 km de DANO sur la piste vers GOMBELEDOUGOU.

Topographie : zone à pente forte : 20 %. Flanc de colline à affleurements d'andésite.

Végétation : Culture de mil. Karité, Parkia biglobosa.

Surface du sol : nombreux fragments d'andésite : 15 - 20 cm.

Description du profil :

0 - 10 cm : horizon de culture : marron foncé (2,5 YR 4/4). Nombreux éléments grossiers : morceaux d'andésite et petits cailloux de quartz de toute taille, anguleux. Andésite non ou peu altérée, parfois très altérée : brun jaune. Terre fine argileuse, agglomérée en éléments grumeleux (jusqu'à 1 cm) très mamelonnés. Porosité des agrégats : tubulaire, bonne.
Limite régulière distincte.

10 - 60 cm : marron rougeâtre (2,5 YR 4/6). Argileux avec de nombreux éléments d'andésite atteignant 10 cm et plus, certains très altérés assez facilement cassables à la main : jaune brun (7,5 YR 6/8). Structure assez bien développée, polyédrique (à tendance prismatique) fine à grumeleuse grossière. Cohésion assez faible. Porosité tubulaire bonne. Vers la base les cailloux sont plus altérés.

Au-dessous de 60 cm : on ne trouve plus de cailloux non altérés, ensemble homogène. La couleur est moins rouge. Structure identique.

Vers 150 cm : Altération à aspect rouge-clair avec une zone noire au centre : enrichissement en Mn possible.

A la base (170 cm) : apparaissent des zones brun-jaune plus ou moins verdâtres.

Enracinement : bon du mil sur 10 cm puis moyen jusqu'à 50 - 60 cm, faible ensuite avec quelques ligneuses.

Variations autour du profil de référence :

Ces sols à texture variable quant au pourcentage en éléments grossiers se caractérisent par la présence d'un horizon superficiel humifère à structure fine reposant sur des horizons moyens encore nettement structurés. Alors que leur aspect superficiel (blocs et cailloux) pourrait laisser penser que les sols sur pentes fortes sont peu profonds, se classant facilement en sols peu évolués, ceux-ci au contraire, se développent toujours sur des matériaux superficiellement remaniés mais reposant sur des altérations profondes des roches basiques. Le grand nombre de blocs en surface ne laisse en rien présager de la proximité de la roche saine en profondeur, mais témoigne seulement d'un enrichissement relatif en surface par entrainement des fractions fines. La répartition uniforme de ces blocs n'implique pas non plus l'homogénéité de la roche, seules certaines zones localisées peuvent fournir des "noyaux" peu altérables se répartissant ensuite à la surface du sol sous l'action du ruissellement. Ainsi n'est-ce qu'au sommet des reliefs les plus aigus, où l'érosion jouant sur tous les fronts exerce une action beaucoup plus rapide que l'altération en profondeur, qu'apparaissent des affleurements de roche saine avec des sols minéraux bruts d'érosion.

Au contraire lorsque la pente diminue, vers le bas, le comblement devient prépondérant et les sols bruns se développent sur des matériaux d'apport essentiellement gravelo-gravillonnaire ou gravillonnaire (voir profil suivant : B O B 17).

1. b Propriétés analytiques :

Les caractéristiques analytiques sont identiques à celles des sols bruns eutrophes de l'unité 14 et ne seront pas reprises dans ce chapître. Il faut toutefois insister sur le fait qu'au point de vue physique ces sols correspondraient aux profils les mieux drainés de l'unité 14, leur situation sur pente forte leur conférant une possibilité de drainage important. Par contre ils sont soumis à une érosion intense que ne subissent pas les sols de l'unité 14. Leur bonne fertilité amène les cultivateurs à cultiver sur des pentes très fortes en créant un sys-

tème de banquettes réalisé par épierrage superficiel ; parfois aussi l'épierrage n'est pas effectué, la culture se pratique alors entre les blocs. Il semble bien que ce 2ème système ait tendance à remplacer le premier sans doute beaucoup plus fastidieux : nous avons en effet remarqué que beaucoup de banquettes sont actuellement abandonnées alors que les surfaces de mise en culture récente ne sont jamais aménagées.

B. 2. Sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers.

2. a Morphologie :

Profil de référence B O B 17

Situation : à 1,8 km de BAGASSI sur la route de WAHABOU.

Topographie : zone légèrement bosselée entre 2 massifs d'affleurements de roches basiques.

Végétation : savane très lache à karité, tapis graminéen clair.

Surface du sol : régulière.

Description du profil :

0 - 25 cm : brun (10 YR 4/3) Argileux avec quelques gravillons devenant très nombreux vers le bas. Structure assez bien développée polyédrique grossière à très grossière, à tendance cubique. Cohésion d'ensemble faible, cohésion des mottes forte. Porosité tubulaire très faible ; on ne trouve que quelques fines galeries.
Limite régulière et progressive.

25 - 125 cm : Essentiellement gravillonnaire. Gravillons petits (> 0,5 cm) patinés, très ronds, cassure noire à cortex rouge, quelques-uns exclusivement ferrugineux avec des cailloux de quartz altérés anguleux. La terre fine est argileuse, brun-clair, avec quelques petites taches rouges et des concrétions noires fragiles : 0,5 cm. Dès 50 cm l'aspect de pseudogley apparaît.
Cohésion d'ensemble forte.

Enracinement : moyen assez bien réparti jusqu'à 25 cm (les ligneuses apparaissent surtout à la base, horizontales). Puis enracinement faible de petites racines ligneuses tortueuses entre les gravillons.

Variations autour du profil de référence :

Un horizon superficiel à structure polyédrique identique à celui des autres sols bruns reposant sur des horizons où le fort pourcentage de gravillons interdit toute structuration, des taches de pseudogley à faible profondeur : tels sont les caractères distinctifs de ces sols. Etant donné l'hétérogénéité du milieu où ils se développent l'importance relative de ces caractères est très variable, ainsi les horizons superficiels peuvent disparaître tout à fait, ou bien, au contraire, prendre une importance plus grande, de même les caractères d'hydromorphie apparaissent à profondeur variable, mais toujours assez faible cependant.

2. b Propriétés analytiques :

Ces sols bruns eutrophes se distinguent des sols bruns eutrophes hydromorphes de l'unité 14 par une texture gravillonnaire excessive. Le pourcentage de terre fine est faible et la fertilité générale en est fortement diminuée. Si dans les deux cas les horizons de surface sont tout à fait comparables quant à leur fertilité physique et chimique (en particulier structuration et bon drainage), ils n'ont dans les sols de cette unité qu'une importance limitée et sporadique.

C - Conclusion générale :

Bien que composée dans une très large proportion de sols bruns eutrophes possédant des caractères de fertilité physique et chimique bons (comparables à ceux des sols de l'unité 14), cette unité n'offre que peu d'intérêts dans le cadre d'une mise en culture à grande échelle. Les surfaces cultivées sur les fortes pentes avec ou sans épierrage ne peuvent être l'objet que d'un travail familial traditionnel. Cependant, les petites surfaces déprimées correspondant aux sols de l'unité 14, d'extension toujours limitée, ne sont pas à négliger et doivent être considérées comme des zones de cultures riches.

/ UNITE : 14 /

Sols à mull des pays tropicaux BRUNS EUTROPHES hydromorphes sur matériau issu de roches basiques. Association à vertisols topomorphes grumosoliques modaux.

A - Caractères généraux :

Cette unité correspond aux dépressions périphériques au voisinage des reliefs de roches basiques (cf. p. 22) au point de vue cartographique elle se situe donc en bordure de l'unité 13. Les sols se développent sur des matériaux d'apports colluvionnaires parfois colluvio-alluvionnaires, issus des collines birrimiennes et souvent assez riches en éléments grossiers. Les sols bruns eutrophes mal drainés (hydromorphes) occupent généralement la plus grande partie des surfaces. Cependant lorsque la proportion d'éléments grossiers diminue : texture franchement argileuse (A > 50 %) généralement dans les zones les plus éloignées des reliefs on trouve des vertisols topomorphes grumosoliques modaux pouvant dans certains cas devenir prépondérants. Ces deux types de sols sont abondamment cultivés.

Les impuretés cartographiques sont essentiellement représentées par des petits reliefs de roches basiques (sols de l'Unité 13) localisés, et par des vestiges cuirassés s'appuyant à ces reliefs, ou situés, au contraire, en position avancée, du grand glacis cuirassé (sols de l'unité 27).

Le matériau d'altération kaolinitique apparaissant sous la cuirasse peut être déblayé et entraîné par les cours d'eau drainant les dépressions périphériques. Il est ensuite déposé en arrière du front cuirassé à la sortie des entailles rayonnantes où se développent des sols ferrugineux sur matériau argileux enrichi en bases (1) : ces sols n'ont qu'une importance cartographique très réduite.

---

(1) Le tableau 11 donne les résultats d'analyses de 2 échantillons :

- KONG 1 : matériau d'altération apparaissant sur le talus du front cuirassé à BONI.
- BOC 79 : sol ferrugineux lessivé à taches sur matériau d'épendage après transport et enrichissement par les eaux drainant en amont les collines puis les vertisols et sols bruns. Prélevé à BOUAHOUN (la distance de transport peut être approximativement évaluée à 3 ou 4 km).

On remarque entre autre la diminution en éléments et sables grossiers et la saturation totale du complexe absorbant malgré l'augmentation de la capacité d'échange, surtout dans l'horizon supérieur humifère. Les caractères de carence en Mg observés sur la végétation en place (mil) se vérifient à l'analyse, dans l'horizon supérieur en particulier.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériaux issus de roches basiques.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O A 34

Situation : à BONI, sur la route de BOBO-DIOULASSO à OUAGADOUGOU.

Topographie : Zone déprimée entre des collines de roches basiques et un front cuirassé.

Végétation : Champ de mil avec quelques Andropogon gayanus.

Surface du sol : Buttes de culture, réseau de fentes peu nettes en surface.

Description du profil :

0 - 20 cm : Brun foncé (7,5 YR 4/4). Argileux. Structure assez bien développée (mieux dans la zone à forte densité racinaire jusqu'à 15 cm) polyédrique grossière arrondie à faces mamelonnées, parfois polyédrique large à sous-structure polyédrique grossière. Cohésion d'ensemble faible à moyenne ; cohésion d'ensemble faible à moyenne, cohésion des mottes forte. Porosité tubulaire bonne.
Limite régulière distincte.

20 - 110 cm : Encore un peu humide. Couleur hétérogène : fond brun à mouchetures rouilles, jaunes ou noires. Argileux. Structure plus mal développée, polyédrique large (5 - 20 cm) plus anguleux. . Cohésion d'ensemble moyenne, cohésion des mottes forte par écrasement, moyenne par cisaillement. Porosité tubulaire excellente,
Limite régulière graduelle.

110 - 200 cm : La couleur de fond demeure mais les taches rouille-jaune occupent la plus grande partie ; quelques petites concrétions noires friables. Argileux. L'humidité est plus importante : plasticité, éclats subanguleux, revêtements argileux brun sur la cavité et les pores. Cohésion d'ensemble assez faible. Cohésion des éclats faible; libérant des éléments polyédriques moyens anguleux. Porosité tubulaire et lacunaire assez faible.

Enracinement : Très bon jusqu'à 15 cm; puis devient faible ; inexistant au dessous de 100 cm.

Variations autour du profil de référence ;

- La texture est le facteur de variation principal dans ces sols sur matériaux d'apport. Les horizons de surface, surtout, présentent des variations de la proportion en éléments grossiers pouvant atteindre 20 % ; au-dessous les variations sont moindres mais non négligeables. Le pourcentage en éléments grossiers semble pouvoir être lié au développement de la structure qui apparaît assez variable, net le plus souvent en surface, puis diminuant vers la profondeur. Dans les horizons moyens et profonds possédant plus de 40 % d'argile peuvent apparaître des caractères vertiques : polyèdres à faces obliques lissées. La proportion de ces sols bruns vertiques est difficile à évaluer puisqu'ils ne constituent qu'un terme de transition vers les vertisols grumosoliques dont l'importance aussi est souvent difficile à préciser.
- Le sol peut être mieux drainé, de couleur homogène : on a alors affaire à un brun eutrophe modal. Parfois au contraire le drainage est très mauvais et les traces d'hydromorphie temporaire remontent jusqu'en surface : sols hydromorphes à pseudogley bien structuré.
- Certains profils présentent des concentrations calcaires sous forme de pseudomycelium.

1. b Propriétés analytiques : (voir tableau 12 p. 129)

Les caractéristiques physiques :

- La texture argilo-sableuse à argileuse, parfois argilo-graveleuse (mais toujours moins de 25 % d'éléments grossiers) dans les horizons de surface, plus nettement argileuse au-dessous, est satisfaisante. Elle explique à la fois une richesse chimique convenable et une structure polyédrique fine à grossière à cohésion moyenne bien développée en surface, plus variable en profondeur, mais offrant toujours des conditions de travail relativement aisées lors de la préparation du sol. La stabilité structurale est moyenne à médiocre en surface, médiocre à moyenne à profondeur moyenne, médiocre à grande profondeur.
- La porosité est insuffisante si on la compare à l'humidité équivalente : asphyxie partielle en surface devenant totale à moyenne et grande profondeur, mais il faut compter avec l'effet de la structure dans les horizons superficiels où n'apparaissent pas de traces d'asphyxie.

- L'eau utile apparaît satisfaisante dans tous les horizons.
- L'indice de drainage est très mauvais dans tous les profils, le coefficient de perméabilité toujours faible est relativement plus élevé dans les horizons de surface.

Les Caractéristiques chimiques :

- Le taux de matière organique est relativement élevé en surface et diminue progressivement en profondeur. Les valeurs de C/N de l'ordre de 15 puis de 13 vers la profondeur traduisent le renouvellement constant de la matière végétale dans ces sols cultivés.
- Il y a très peu de calcaire ($\leq$ 1 %) bien que certains profils présentent des zones à pseudomycelium dans leurs horizons profonds ou moyens.
- Les teneurs en azote sont tout juste satisfaisantes en fonction de la quantité de matière organique ; la fertilité N-pH est très bonne à bonne dans l'abaque de Dabin.
- L'équilibre azote-phosphore est satisfaisant avec des teneurs moyennes en P_2O_5.
- Les valeurs du pH demeurent voisines de la neutralité, avec quelques exceptions de 6,3 à 8,2 ; elles restent constantes ou n'augmentent que faiblement vers la profondeur.
- La capacité d'échange (T) élevée se trouve au voisinage de la saturation, et la richesse en bases échangeables est très bonne.
- L'équilibre de ces bases (20 - 10 - 0,2) satisfaisant pour Ca et Mg traduit une déficience très nette en potassium dans tous les horizons des profils analysés.
- La richesse en bases totales est importante et révèle la prédominance du magnésium sur le calcium ainsi que la faiblesse des réserves en potassium.

1. c Conclusion

Ces sols présentent donc une fertilité satisfaisante dans l'ensemble. Toutefois parmi les caractéristiques physiques, le drainage apparaît très nettement insuffisant mais à des degrés variables suivant la position topographique et la situation géographique des sols. Ce facteur défavorable est cependant atténué par le développement d'une structure polyédrique ainsi que par la présence d'une certaine proportion d'éléments grossiers qui permettent la colonisation facile des horizons supérieurs par les racines, sans risques d'asphyxie.

Les caractéristiques chimiques sont bonnes à l'exception du potassium dont la carence apparaît dans tous les échantillons analysés.

B. 2. Les vertisols topomorphes grumosoliques modaux sur matériaux issus de roches basiques.

2. a Morphologie :

Profil de référence : B O B 62

Situation : Entre YANGASSO et NOUNOU, à 68,5 km de BOROMO sur la piste vers DEDOUGOU.

Topographie : Zone plane légèrement bosselée, entourée de fronts cuirassés et de collines de roches vertes.

Végétation : Champ de mil, karité.

Surface du sol : Billon de culture, quelques petites fentes de retrait.

Description du profil :

0 - 30 cm : Brun olive (2,5 Y 4/4 à 4/2). Argileux avec quelques petits gravillons arrondis . Structure bien développée, polyédrique grossière à très fine à tendance grumeleuse, par endroits structure peu marquée prismatique large à grossière. Cohésion d'ensemble moyenne, cohésion des mottes forte par écrasement, faible par cisaillement. Porosité lacunaire et tubulaire très bonne.
Limite régulière graduelle.

30 - 70 cm : Brun jaunâtre (10 YR 5/4) avec des petites concrétions noires fragiles. Argileux, structure bien développée prismatique grossière, plus aplatie vers le bas : plaquettes nettes à faces lissées. Cohésion d'ensemble forte, cohésion des éléments structuraux forte par écrasement, assez faible par cisaillement. Porosité faible.

70 - 150 cm : Couleur hétérogène avec des taches plus rouges et plus blanches. Nombreux nodules calcaires atteignant 2 à 3 cm. Argileux. Structure bien développée en plaquettes moins nettes ; on obtient plutôt des prismes à faces concoïdales lissées. Vers 150 cm, encore humide, nodules calcaires moins nombreux, structure à tendance prismatique grossière avec de petites faces lissées. Cohésion d'ensemble forte ; cohésion des mottes très forte par écrasement, assez faible par cisaillement. Porosité faible.

Enracinement : Moyen mais bien réparti des herbacées jusqu'à 30 cm ; quelques racines ligneuses horizontales entre 30 et 70 cm.

Variations autour du profil de référence :

Tous les profils de vertisols possèdent une structure polyédrique moyenne, parfois grossière ou très fine, très bien développée dans les horizons de surface (15 - 30 cm). Elle devient polyédrique large ou prismatique grossière à large au-dessous mais toujours bien développée. Les nodules calcaires qui apparaissent en profondeur ne sont pas visibles dans tous les profils. Ces sols, comme les sols bruns, peuvent contenir une proportion variables d'éléments grossiers surtout dans les horizons supérieurs, mais n'excédant pas 17 %. Cette proportion ne nuit pas au développement des faces lissées si le taux d'argile est suffisant ($A > 50$ %). Des horizons moyens essentiellement graveleux (graviers de quartz, éléments de roches schisteuses plus ou moins ferruginisés) témoignent de l'origine colluviale ; au-dessous on passe parfois à l'altération de la roche en place.

En profondeur l'apparition de taches d'hydromorphie dépend de la texture et de la configuration du terrain. Au centre des zones déprimées non drainées ou l'eau peut stagner ponctuellement d'une année à l'autre, l'humidité peut se conserver à un taux important pendant toute la saison sèche ; le profil BOA 63 dans la cuvette de NOUNOU est un sol hydromorphe à pseudogley d'ensemble à caractère vertique, et structuré à certaines périodes :

- gris-sombre à structure polyédrique large (10 - 20 cm) à très grossière (5 - 10 cm) jusqu'à 30 cm.
- au-dessous gris à taches de pseudogley encore évidentes mais moins nettes vers la profondeur. L'humidité est importante après 47 cm (observation le 7/2/68) ; le matériau devient plastique et semble massif ;
- mais vers 1 m les débits révèlent de grandes surfaces lisses concoïdales susceptibles de donner une structure prismatique très grossière (10 - 20 cm) si la dessication gagne les horizons profonds en fin de saison sèche et suivant les années.

Ce type de sol n'offre que peu d'intérêt du point de vue cartographie au 1/500.000ème. Cependant il était nécessaire de le signaler dans le cadre de l'inventaire systématique.

2. b Les propriétés analytiques. (Voir tableau 13 p. 130)

Les caractéristiques physiques :

- La texture est argileuse dans tous les horizons mais le taux d'argile ne dépasse pas 55 % dans les horizons superficiels et moyens ; en profondeur elle peut être plus variable. Le pourcentage en éléments grossiers est généralement faible, mais des horizons assez riches peuvent exister dans certains profils.
- La stabilité structurale est moyenne dans tous les horizons, parfois médiocre en profondeur.
- La porosité est très insuffisante, au pF 3 l'asphyxie totale apparaît dans tous les horizons à l'exception toutefois de quelques horizons superficiels où elle ne serait que partielle.
- L'eau utile demeure du même ordre de grandeur que dans les sols bruns précédents elle apparaît cependant sensiblement plus faible dans les horizons supérieurs (ceci étant dû essentiellement à des valeurs légèrement plus élevées de l'humidité au pF 4,2).
- Le coefficient de perméabilité K assez variable demeure toujours faible dans tous les échantillons. L'indice de drainage est très mauvais, mais dans le sol en place les horizons superficiels bien structurés avec une porosité totale nettement supérieure à celle mesurée sur les mottes au laboratoire . semblent bien bénéficier d'un drainage suffisant.

Les caractéristiques chimiques.

- Le taux de matière organique est comparable à celui des sols bruns, il varie de 1,3 % à 2,40 % dans les horizons superficiels, il diminue vers la profondeur jusqu'à 0,50 ou 0,30 %. C/N demeure aussi de l'ordre de 15 en surface, passant ensuite à 13 dans les horizons moyens, puis à 10 vers la profondeur.
- Le calcaire apparaît en quantités importantes dans certains sols où il constitue de gros nodules de 3 à 5 cm, mais il n'est qu'en faible proportion dans la terre fine.
- Les teneurs en azote apparaissent un peu faibles mais elles varient avec le rapport C/N d'un sol à l'autre en surface ; à moyenne et à grande profondeur ces teneurs plus faibles sont plus en rapport avec la quantité de matière organique. La fertilité N-pH est bonne à très bonne.

- L'équilibre azote-phosphore demeure généralement satisfaisant avec des teneurs moyennes en P_2O_5. Toutefois des horizons superficiels peuvent être carencés en phosphore, au contraire certains horizons profonds sont particulièrement bien pourvus en cet élément.
- Le pH demeure voisin ou légèrement supérieur à la neutralité dans les horizons superficiels, il peut atteindre des valeurs plus élevées en profondeur : 8,5 dans les horizons à nodules calcaires.
- La capacité d'échange légèrement supérieure à celle de sols bruns dans l'ensemble est de l'ordre de 25 méq/100 g à la partie superficielle et de 30 méq/100 g en profondeur. La saturation est pratiquement assurée dans les horizons profonds : en surface et à moyenne profondeur elle varie de 80 à 100 %, correspondant à la somme des bases échangeables importante.
- L'équilibre des bases échangeables 20 - 10 - 0,1 à 20 - 7 -0,3 dans les horizons superficiels traduit aussi une carence générale en potassium ; le rapport Ca/Mg semble satisfaisant, au-dessous les valeurs respectives se modifient (20 - 8 - 0,1 à 20 - 4 - 0,08) vers une proportion excessive en calcium, le magnésium devient ainsi relativement insuffisant, mais le rapport Mg/K est toujours beaucoup trop élevé.
- Les bases totales ont la même importance que dans les sols bruns. Mais si la prédominance de Mg reste nette dans les horizons supérieurs il n'en est pas toujours de même en profondeur dans les horizons à accumulation calcaire.

2. c Conclusion :

Avec certaines caractéristiques analytiques physiques des plus défavorables : porosité, drainage, ces vertisols, en raison de leur bonne structuration dans les horizons superficiels, et de l'élargissement progressif de la structure en profondeur peuvent être de très bons sols de culture.

La richesse chimique est bonne, cependant la carence en potassium est importante ; le magnésium risque aussi d'être insuffisant pour les cultures à enracinement profond .

C - Conclusion générale.

A l'exception des impuretés cartographiques qui peuvent être nombreuses en certains endroits, cette unité associe deux types de sols très voisins quant à leurs caractères de fertilité . Il faut en particulier souligner la structuration nette des horizons superficiels qui permet, malgré la cohésion importante, une forte densité d'enracinement sur les 30 cm supérieurs, au-dessous l'élargissement de la structure n'étant jamais brutal. L'enracinement diminue progressivement pour devenir faible dans les horizons profonds.

De tous ceux qui ont été étudiés dans la région, ces sols possèdent les meilleurs caractères de fertilité et ils sont recherchés par les agriculteurs comme "bonnes terres à coton". L'unité 14 est donc des plus intéressantes au point de vue agricole, malheureusement elle n'occupe que des étendues toujours très localisées dont beaucoup même sont trop restreintes pour être cartographiées au 1/500.000ème. Ces sols sont actuellement pratiquement tous mis en cultures à l'exception de certaines petites surfaces enserrées dans des régions où l'érosion sévit fortement et qui correspondent à l'unité 13.

UNITE 14

TABLEAU 11

	SOL FERRUGINEUX ENRICHI (sol brun ferruginisé) PROFIL BOC 79		Altération tachetée sous cuirasse. PROFIL KONG 1
Profondeur en cm	0,1 - 20	20 - 35	
Refus 2 mm %	15,0	17,0	25,0
Humidité %	3,2	3,5	3,0
Argile %	17,3	40,5	38,5
Limon fin %	18,5	14,0	16,2
Limon grossier %	20,8	17,0	4,9
Sable fin %	27,6	19,2	14,9
Sable grossier %	12,3	9,3	25,5
Matière organique %	3,5		
Carbone ‰	20,3		
Azote ‰	1,35		
C/N	15,0		
$P_2 O_5$ total ‰	3,88	1,72	0,42
$F_2 O_3$ libre %	5,35	4,74	14,8
$F_2 O_3$ total %	6,67	5,38	15,6
Fer libre/Fer total	80	88	95
Bases totales méq/100 g de sol			
Calcium	40,5	14,3	0,99
Magnésium	12,9	8,6	2,31
Potassium	3,96	3,24	0,66
Sodium	0,40	0,46	0,30
Bases échangeables méq/100 g de sol			
Calcium	17,9	9,42	0,47
Magnésium	2,7	2,32	0,95
Potassium	0,73	0,73	0,07
Sodium	0,03	0,03	0,04
S.	21,4	12,5	1,55
T.	19,4	11,9	7,15
S/T = V %	sat.	sat.	22
pH eau	7,8	8,0	4,9
pH K Cl	7,2	7,1	4,3

	Sols bruns eutrophes sur matériau issu de roches basiques BOA 34			8 profils analysés (1)		
Profondeur cm	0,1 - 20	20 - 110	110-200	0-20	vers 50 cm	vers 100
Refus 2 mm %	0,1	3,0	6,0	0,1-25	0,1	0,1-17
Humidité %	5,7	5,6	5,2	5	5,6	5,8
Argile %	34,4	34,5	34,5	34,4	43,5	43,6
Limon fin %	37,8	30,0	31,3	37,8-12,7	14,1-30,2	8,3-34,3
Limon grossier %	12,7	15,3	12,5	13,1	14,3	13,9
Sable fin %	9,8	11,4	11,4	9,2-26,0	9,1-22,0	13,5
Sable grossier %	2,4	7,0	10,3	2,4-27,0	6,6	9,4
Matière organique %	2,90	1,41		1,09-3,50	0,76	0,50
Carbone ‰	16,8	8,1		12,2	4,6	3,3
Azote ‰	1,16	0,59		0,8	0,44	0,20
C/N	14,5	13,7		15,2	13,7	13,0
$P_2 O_5$ total ‰	0,60	0,30	0,46	0,61	0,42	0,46
Bases totales méq/100 gr. de sol.						
Calcium	20,7	18,9	17,8	13,6-42,1	24,0	19,1
Magnésium	43,1	33,9	39,9	20,1-83-0	35,2	30,2
Potassium	3,40	2,08	2,10	3,52	2,23	2,98
Sodium	0,54	0,44	0,44	0,50	0,60	0,66
Bases échangeables méq/100 g de sol						
Calcium	15,0	12,1	11,5	14,3	13,7	12,2
Magnésium	7,6	7,0	6,3	7,5	6,6	6,5
Potassium	0,16	0,08	0,06	0,15	0,21	0,15
Sodium	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04
S	22,8	19,2	17,9	22,3	22,5	21,8
T	30,1	26,8	24,5	24,0	23,0	24,5
S/T = V %	76	72	73	89	95	100
pH eau	6,3	6,3	6,5	6,9	7,0	7,5
pH K Cl	4,9	4,8	5,0	5,4	5,4	6,0
Poids spéc. appar.	1,44	1,51	1,75	1,60	1,85	1,90
Porosité cm^3/100 g.	29,4	26,0	17,0	23,5	14,0	12,7
pF 3	28,2	24,4	22,2			
pF 4,2	15,7	15,0	14,5			
Eau utile	12,5	9,4	7,7	8,2	8,8	7,8
Instabilité struct.	0,87	1,86	2,59	1,7	1,91	3,10
Perméabilité Kcm/h	1,2	1,8	1,1	2,2	1,9	1,4

(1) Les valeurs indiquées, correspondent à la médiane des valeurs obtenues pour les différents échantillons. Si ces dernières sont trop dispersées, seules ont été indiquées les valeurs extrêmes, car la médiane ne reste plus voisine de la dominante ni de la moyenne.

UNITE 14 TABLEAU 13

	Vertisols topomorphes grumosoliques sur matériau issu de roches basiques.					
	B O B 62			4 profils analysés (1)		
Profondeur en cm	0,1- 30	30 - 70	70 -150	0 - 20 cm	vers 50cm	vers 100
Refus 2 mm %	0,1	0,1	15,0	0,1-17	0,1-15	0,1-36
Humidité %	5,2	6,4	6,7			
Argile %	44,6	49,4	47,8	45,6	53,1	35,5-60,6
Limon fin %	14,7	14,8	16,7	15,0	16,0	13,4
Limon grossier %	16,1	14,5	12,0	12,8	12,9	2,9-12
Sable fin %	17,5	14,8	15,8	13,2	9,9	9,6
Sable grossier %	5,8	5,9	7,4	5,8-18,5	7,8	7,4-42,2
Matière organique %	1,30	0,62	0,34	1,65	0,57	0,30
Carbone ‰	7,5	3,6	1,9	7,4-13,8	4,0	1,9
Azote ‰	0,56	0,27	0,20	0,43-0,88	0,32	0,2
C/N	13,4	13,3	9,5	13,4-17,2	12,6	9,5
P_2O_5 total ‰	0,32	0,23	0,32	0,18-0,32	0,24	0,17-0,32
Bases totales méq/100 g de sol						
Calcium	14,5	17,6	74,1	20,7	24,4	19,9-74,1
Magnésium	25,9	30,3	42,3	27,0	32,8	42,6
Potassiium	3,16	4,22	3,98	2,6	2,49	0,85-3,98
Sodium	0,43	0,58	0,68	0,54	0,76	0,90-2,76
Bases échangeables méq/100 g de sol						
Calcium	12,7	15,1	24,8	16,9	20,0	22,6
Magnésium	6,4	4,5	5,3	6,4	6,0	6,1
Potassium	0,19	0,14	0,14	0,20	0,12	0,14
Sodium	0,04	0,04	0,05	0,08	0,04-0,15	0,05-P,22
S	19,3	19,8	30,3	23,6	26,3	29,5
T	23,5	24,8	30,5	26,8	29,6	30,0
S/T = V %	82	80	99	82-100	95	100
pH eau	6,9	6,8	8,5	6,9-7,9	6,8-7,5	7,0-8,5
pH KCl	5,3	5,2	7,4	5,1-6,4	5,2-6,0	5,6-7,4
Poids spéc. appar.	1,67	1,92	1,96	1,74	1,99	2,01
Porosité m^3/ 100 g	20,0	12,2	11,1	17,53	10,13	9,65
pF 3	17,7	21,2	21,8	20,6	24,6	24,9
pF 4,2	12,0	12,9	15,5			
Eau utile %	5,7	8,3	6,3	5,9	7,4	7,4
Instabilité structurale	2,00	2,24	2,54	0,70-200	0,99-2,24	2,48
Perméabilité Kcm/h	3,0	3,2	3,6	2,2 - 4,0	2,5 - 5,1	1,7- 3,6

(1) Les valeurs indiquées à droite correspondent à la médiane des valeurs obtenues pour les différents échantillons. Si ces dernières s ont trop dispersées seules ont été indiquées les valeurs extrêmes car la médiane ne reste plus voisine de la dominante ni de la moyenne.

/ UNITE 15 /

SOLS BRUNS EUTROPHES - Vertiques sur matériau argileux parfois graveleux issu de roches basiques ou neutres. Association à lithosols sur roches basiques.

A - Caractères Généraux :

Les sols vertiques se séparent des sols bruns eutrophes modaux par une structure de l'horizon supérieur plus large, polyédrique moyenne d'environ 5 cm., et surtout d'un horizon (B) profond plus compact prismatique large, présentant quelques faces lissées modérement développées. Ils seraient donc assez comparables aux vertisols à structure moyennement développée.

Les caractères vertiques sont dûs à une argilification poussée de minéraux phylliteux de type 2/1 et à une richesse en bases provenant de l'altération des roches birrimiennes. S'ajoutent à ces caractères chimiques, une évolution particulière de pédoclimat temporairement humide favorisée par une très bonne pénétration des eaux de ruissellement et un drainage interne moyen (position de pente moyenne à faible). Même après une forte pluie (3 - 4 avril 1968) aucune nappe d'engorgement superficiel n'était visible.

Extension :

Les sols bruns vertiques n'ont été cartographiés que dans le massif de MAGOUENBA au N. de l'intersection du 3ème méridien avec la Volta Noire. Ils se prolongent largement vers l'E. (1). Ils sont strictement limités aux affleurements de roches basiques ou neutres constituées ici de dolérites et de schistes amphiboliques birrimiens.

Le modelé est accidenté et très ondulé. Il groupe des croupes basses de schistes, des collines et éperons élancés de dolérites, (celui de KONKOLI au S.E. de GOERSA) des tables cuirassées hautes et légèrement inclinées (d'altitude moyenne 450 m elles appartiennent vraisemblablement à la surface pliocène), des moyens glacis fortement cuirassés et démantelés.

(1) B. KALOGA - Rapport pédologique Haute-Volta - Centre Sud - (en cours de rédaction).

Toutes les positions sommitales des modelés précédents sont occupées par les lithosols constitués soit d'affleurements de roches basiques nues, soit de lithosols sur cuirasse (moins étendus). Les sols bruns se localisent préférentiellement sur les glacis de piemont des reliefs précédents, et sur les versants les moins abrupts des collines. Ils font passage dans les zones les plus basses (vallée de MASSALA-TOURI) à des sols bruns hydromorphes associés à des vertisols topomorphes grumosoliques occupant les zones les plus mal drainées.

Caractères externes de reconnaissance :

La végétation ne constitue un critère valable que liée à ceux de surface, plus spécifiques. Floristiquement très riche, elle groupe des espèces ubiquistes allant du Karité à l'Acacia seyal. L'espèce la plus caractéristique nous semble être l'Acacia senegal (variété samoryana la plus fréquente) qui remplace le seyal en zone à drainage moyen. Citons encore Tamarindus indica, Boscia senegalensis et un tapis à Andropogon gayanus et Schoenfeldia gracilis parmi la grande variété de la strate herbacée.

L'aspect de surface est plus révélateur : couleur brune assez foncée (chocolat), finement grumeleuse en sub-surface, polyédrique sous culture,

souvent fortement graveleuse, qui ne laisse pas supposer de l'épaisseur des éléments fins sous-jacents. Fissures et fentes de retrait absentes.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols bruns eutrophes vertiques sur matériau argileux parfois graveleux issu de roches basiques ou neutres.

1. a Morphologie :

Profil de référence : HVK 18 - TANE.

Coordonnées : 12° 25' 50" N.
03° 01' 0.

Topographie : Modelé très ondulé de collines de schistes amphiboliques et et dolérites birrimiens. Profil situé à la base d'une colline de dolérite sur un petit remblai colluvionnaire à pente faible (1%).

Végétation : Champ de sorgho de bon rendement. Quelques repousses de bauhinia. Aux environs, rares Acacia seyal, Acacia sénégal et Gardenia erufescens.

Aspect superficiel :

Surface brun à brun-rouge, grumeleuse, à débris anguleux de tailles diverses, de dolérite et de quartz laiteux. Fissures extrêmement rares.

0 - 32 cm
A : (5 YR 4 3/4). Brun faiblement grisâtre. Argilo-limoneux structure polyédrique à nuciforme moyenne (5 - 6 cm) bien développée. En surface sur 2 cm structure grumeleuse à polyédrique fine. Cohésion d'ensemble faible. Cohésion des mottes moyenne à forte. Porosité tubulaire fine, bien développée, d'assemblage très développée. Activité biotique fine forte.

32 - 100 cm
A (B) : (2,5 YR 4/5). Brun rouge. Limite distincte régulière (4 - 5 cm). Très uniforme. Argilo-limoneux, graveleux (20 % de débris de quartz anguleux de 4 - 5 cm). Structure polyédrique à prismatique 6 - 8 cm. Assez bien développée en assemblage fragile. Sous-structure polyédrique à cubique fine. Revêtement argileux luisant. Humide légèrement plastique (pluies récentes). Cohésion d'ensemble plus forte. Cohésion des mottes forte. Porosités tubulaire et d'assemblage moins développées. Quelques fentes verticales vers la base et gros débris de schistes altérés blanchâtres encore lités. Gravillons de cuirasse et petites "concrétions" en "plomb de chasse" ferro-manganésifères très nombreuses vers 90 cm.

100 - 145 cm
(B) : (7,5 YR 5/5). Brun tirant sur le jaune. Passage graduel (7 - 10 cm). Très ondulée. Argilo-limoneux. Très graveleux structure prismatique 10 - 12 cm à sous-structure polyédrique fine en assemblage compact. Quelques faces modérément lissées, peu développées vers la base. Cohésion forte. Porosité tubulaire fine faible. Débris de schistes amphiboliques fortement altérés, blancs, horizontaux ou obliques, légèrement ferruginisés localement, rares gravillons. Quelques concrétions de manganèse.

Au-delà de 145 cm : roche en place altérée à noyaux plus durs.

Enracinement : Fin et moyen très bien développé jusqu'à 40 cm, moins développé mais bien réparti jusqu'à 120 cm.

Quelques caractères remarquables de ce profil sont à noter :

- l'épaisseur relativement importante de l'horizon humifère et sa bonne structuration.
- l'horizon profond vertique d'altération des schistes dont la forte cohésion limite la pénétration racinaire mais de forte fertilité chimique par la libération des bases des minéraux altérés.

Variations autour du profil de référence :

Sur le pourtour du massif birrimien (piste GOERSA - YE) de larges glacis d'épandage peu pentus se raccordent aux zones basses sur altération granitique et supportent à partir de la mi-pente des sols bruns eutrophes ferruginisés. Le caractère vertique profond s'atténue et sur la moitié supérieure du profil apparaît une évolution du type ferrugineux caractérisée par une rubéfaction qui domine la brunification, une acidification (Ph 6,0 par une méthode de terrain, en surface), la formation d'un horizon B d'accumulation d'argile plus proche cependant des sols bruns lessivés que des sols ferrugineux en raison de sa structure. L'extension de ces sols sur le glacis est faible en regard de celle de l'unité.

Inversement au contact des zones basses de la vallée intérieure de MASSALA les caractères vertiques ou hydromorphes s'accentuent. Le drainage devient fortement déficient par la position topographique plane et le blocage hydrique sur un niveau d'arrêt. (Roche en place, altération fortement argileuse au même niveau induré cuirassé). Le passage aux sols de l'unité 14 est alors très rapide.

1. b Propriétés Analytiques : (Tableau 14, p. 137).

Les caractéristiques physiques :

La texture reste argilo-limoneuse dans tout le profil avec un net maximum d'argile dans l'horizon (B) dû à l'altération élevée des minéraux du matériau originel. La diminution des éléments fins de l'horizon humifère serait due à un appauvrissement par érosion oblique.

La capacité de rétention en eau comme le laissait présager les observations de terrain (infiltration jusqu'à 40 cm après une heure de pluie) est bonne. La valeur calculée atteint 470 mm sur le premier mètre. Elle diminue ensuite vers la base dans l'horizon vertique. La hauteur d'eau utile est très appréciable : 160 mm par mètre de sol.

La porosité très bonne en A où elle est supérieure au volume d'eau retenue au pF 3, décroît fortement en profondeur et indique une asphyxie partielle en B, voire totale à la base, où l'indice de drainage peut être qualifié de mauvais. La stabilité structurale est moyenne si on tient compte du pourcentage élevé d'éléments fins (50 à 60 %).

La matière organique de surface permet une bonne conservation des agrégats lors du test structural au benzène. Le taux d'agrégats diminue nettement en B par élévation de somme argiles + limons.

Les caractéristiques chimiques :

Le taux de matière organique est très moyen mais il décroît régulièrement en profondeur.

Le rapport C/N paraît un peu élevé pour des sols à humus généralement bien évolué. Il indique une minéralisation moyenne, s'améliorant vers le bas.

Les différentes analyses effectuées indiquent un complexe absorbant bien pourvu :

- forte capacité d'échange qui ramenée au taux d'argile atteint 64 méq/100 gr et dénote une proportion élevée d'argiles 2/1 (R. BOULET dans des sols semblables avance un taux de 70 % de montmorillonite après analyses spectrographiques).
- pH toujours proches de la neutralité.
- Somme des bases élevée augmentant légèrement dans l'horizon profond où le taux de saturation est maximum (90 %)
- Taux de Ca et Mg élevés et constants dans tout le profil.

Toutefois l'équilibre des bases échangeables respectivement proportionnelles à 20 - 12 - 0,1 met en évidence une forte carence en potassium par excès de Mg + Ca.

L'équilibre N/P_2O5 est moyen. Au MALI des cultures de coton sur sols semblables à taux d'acide phosphorique du même ordre n'ont manifesté aucune réaction aux engrais phosphatés (légère reponse par contre à N.P.) (1).

1. c Conclusion :

Bien que carencés en potassium les sols bruns eutrophes vertiques ont une fertilité chimique élevée. Leurs propriétés physiques sont satisfaisantes (rétention en eau, structure) sur la partie supérieure du sol intéressée par les cultures. Un sous-solage profond permettrait de remonter en surface les éléments fertilisants (K en particulier dont les réserves sont bonnes), et d'améliorer la structure de l'horizon vertique. Leur place dans l'échelle de fertilité peut être considérée comme bonne.

B. 2. Lithosols sur roches basiques :

Constitués par des affleurements de roches nues ou des cuirasses massives, ces sols ne présentent qu'un intérêt pédologique restreint et aucune possibilité de mise en valeur. Sur quelques versants abrupts, de gros blocs rocheux laissent apparaître entre eux de faibles surfaces de sols bruns précédents susceptibles d'être cultivées. Le danger érosif y est cependant très grand.

C - Conclusions Générales :

Très cultivées autour des villages, mais intéressant des zones de faible densité de population, interrompues et fragmentées par les lithosols, les surf aces de sols bruns ne sont jamais très étendues, mais la bonne potentialité d'ensemble de ces sols pourrait conduire à leur plus grande exploitation en cultures traditionnelles , sorgho et coton notamment. Supportant un engorgement de profondeur le maïs conviendrait également à condition toutefois de relever le taux de potassium.

---

(1) B. DABIN - Cours de fertilisation - ORSTOM 1966 -

UNITE 15 TABLEAU 14

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES

N° PROFIL : H V K 18 - TANE — HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	181	182	183						
Profondeur cm.	0,1-32	32-100	100-145						
Couleur ( )									
Refus 2 mm °/₀	0,1	18,0	35,0						
Humidité °/₀	4,9	6,4	5,7						
CO_3 Ca °/₀									
ANALYSE MÉCANIQUE									
Argile °/₀	28,3	45,2	33,1						
Limon fin °/₀	18,9	16,8	20,0						
Limon grossier °/₀	16,3	12,6	8,1						
Sable fin °/₀	20,7	13,7	13,8						
Sable grossier °/₀	14,4	11,2	24,7						
MATIÈRE ORGANIQUE									
Mat. org. totale °/₀	1,37	0,54	0,29						
Mat. Humiques ( )									
Carbone °/₀₀	7,9	3,1	1,7						
Azote °/₀₀	0,62	0,34	0,18						
C/N	12,7	9,1	9,4						
ACIDE PHOSPHORIQUE									
P_2O_5 total °/₀₀	0,26	0,15	0,12						
P_2O_5 ( ) °/₀₀									
FER									
F_2O_3 libre °/₀₀									
F_2O_3 total °/₀₀									
Fer libre/Fer total									
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )									
Calcium	19,0	13,5	16,3						
Magnésium	49,6	29,5	43,9						
Potassium	2,64	4,11	3,29						
Sodium	0,34	0,31	0,41						
Bases échangeables ME pour 100 g de sol									
Calcium	11,0	10,5	10,8						
Magnésium	6,2	6,7	7,1						
Potassium	0,08	0,07	0,06						
Sodium	0,03	0,04	0,05						
S	17,3	17,3	18,0						
T	22,1	19,8	20,0						
S/T = V °/₀	78	87	90						
ACIDITÉ ALCALINITÉ									
pH eau	6,5	6,8	6,8						
	5,0	5,3	5,4						
SOLUTION DU SOL									
Conductivité mm hos									
Extrait sec. mg/100 g									
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES									
Poids spéc. réel									
Poids spéc. appar.	1,65	1,95	1,89						
Porosité °/₀	20,6	11,3	13,0						
pF 3	20,2	27,1	24,6						
pF 4,2	12,8	16,9	15,3						
pF 2,5									
Eau utile °/₀	7,4	10,2	9,3						
Instabilité structurale Is	1,24	1,95							
Perméabilité Kcm/h	2,4	1,6	2,4						

Analyses terminées le : ..... au laboratoire de : .....

/ UNITE 16 /

Sols à mull des pays tropicaux, BRUNS EUTROPHES peu évolués sur matériau de remaniement sablo-argileux et granitogneiss.

A - Caractères généraux :

Cette unité se trouve représentée dans la région de BOROMO, immédiatement à l'Ouest de la Volta-Noire. Cette zone, plus nettement décapée que dans les régions granitiques voisines à l'E. laisse apparaître des pointements de roches diversement métamorphisées, des granitogneiss aux granodiorites. Entre les affleurements en boules ou en bancs toujours très localisés, le remaniement superficiel est général ; mais en profondeur apparaît l'altération ou la roche, elle-même plus ou moins altérée. Les sols qui se développent sur ces matériaux ont été classés en sols bruns eutrophes peu évolués.

Un certain nombre de caractères en effet, les distingue nettement des sols ferrugineux lessivés des régions granitiques voisines :

- couleur à dominante brune et non rouge
- pénétration de la matière organique sur une assez grande profondeur (35 - 40 cm).
- fraction argileuse, au moins partiellement, de type montmorillonitique (1).
- saturation du complexe absorbant en dehors des horizons de surface, pratiquement assurée par les bases alcalino-terreuses. Le pH se situe ainsi au voisinage de la neutralité.

Cependant le mauvais développement de la structure dans les horizons supérieurs et moyens (d'origine allochtone), dû probablement à la faible proportion en argile (2), ne permet pas de les classer en sols "bruns typiques".

---

(1) La capacité d'échange évaluée en % d'argile (en prenant comme poids équivalentaire de la matière organique : 250 méq/100 gr) donne comme résultats :

BOB 501 :	0 - 35 cm : 47/méq/100 gr	BOB 521 :	0 - 40 cm : 35 méq/100 gr.
BOB 502 :	35 - 85 cm : 41/méq/100 gr	BOB 522 :	40 -110 cm : 27 méq/100 gr.
BOB 503 :	85 - 135cm : 98/méq/100 gr	BOB 523 :	140 -160 cm : 63 méq/100 gr.

La valeur la plus basse obtenue pour BOB 522 s'explique facilement par les phénomènes de polyphasage ayant mis en place à ce niveau un matériau directement issu d'une surface cuirassée ou gravillonnaire, comme il en existe encore lorsqu'on s'éloigne des thalwegs.

(2) Le % en éléments grossiers ($>$ 2 mm) dans l'échantillon BOB 502 est nettement sous évalué dans l'analyse granulométrique (tableau 15).
Cet horizon est en effet très riche en gravillons.

Par ailleurs le qualificatif "peu évolués" n'implique en rien une faible évolution du matériau, mais il signifie seulement que ces sols sont mal "typés", ne possédant pas, à l'exclusion des horizons profonds éventuellement un des caractères essentiels normalement reconnu aux sols bruns : une structure nettement développée grumeleuse ou cubique à polyédrique fine à moyenne.

A mesure que l'on s'éloigne de la Volta Noire vers l'O. la côte du terrain s'accroît d'une façon régulière et avant même d'atteindre BOROMO le passage progressif se fait avec l'unité 30, qui comprend des sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau sablo-argileux à niveau gravillonnaire, et remaniés appauvris sur matériaux gravillonnaires(cf. unité 30 p.245), parfois même avec quelques petites buttes témoins cuirassées. Ces divers sols peuvent aussi exister par taches dans cette unité 16. On ne sera donc pas étonné de les y trouver, l'échelle du 1/500.000 è étant trop petite pour une représentation exhaustive.

Les pentes sont faibles mais plus nettement marquées que dans les régions granitiques voisines. La végétation est constituée d'une savane arbustive claire à Bauhinia thoningii, Ximenia americana, avec Acacia seyal dans les zones d'affleurement : la strate herbacée est très lache : quelques touffes de Cymbopogon schoenanthus. Mais de grandes surfaces sont cultivées, avec de nombreux karités.

B - Les sols :

B. 1. Sols bruns eutrophes peu évolués sur matériau de remaniement sablo-argileux et granitogneiss.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B 0 B 50

Situation : à 3 km de BOROMO vers la Volta Noire.

Topographie : pente douce 1 - 2 % s'appuyant à l'O. à des affleurements en boules de granito-gneiss et descendant vers la Volta Noire à l'E.

Végétation : Champ de mil, karité.

Surface du sol : Plane, régulière.

Description du profil :

0 - 36 cm : Brun foncé (10 YR 3/4) , Argilo-sableux. Structure moyennement développée, prismatique grossière et moyenne à large, surstructure large à très large, à la surface tendance à une structure en plaquette par litages sableux. Cohésion d'ensemble moyenne, cohésion des mottes forte par écrasement, moyenne à faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière bonne ; quelques galeries d'origine biotique.
Limite ondulée brutale.

36 - 85 cm : Essentiellement constitué d'éléments grossiers : quelques cailloux de quartz anguleux (5 - 10 cm) et surtout nombreux petits gravillons arrondis patinés brun jaune (7 YR 2/6) à cassure lie de vin ou marron jaune à noir. Terre fine grise, argilo-sableuse. Cohésion assez forte. L'horizon peut être très réduit par endroits. Le % en gravillons varie beaucoup d'un point à l'autre, vers le bas il diminue assez progressivement.
Limite ondulée graduelle.

85 - 135 cm : Brun jaune (10 YR 6/4 - 6/6), mais hétérogène à veines plus grises ou plus brunes, avec des points et de fines concrétions noires. Argileux avec quelques gravillons et des petits éléments de feldspath : altéré blancs. Structure assez bien développée, polyédrique à cubique parfois prismatique, éléments de 5 à 10 cm avec quelques faces supérieures et inférieures obliques, lissées. Cohésion d'ensemble moyenne à forte ; cohésion des éléments forte par écrasement, moyenne à faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine moyenne, et lacunaire moyenne.
Limite régulière distincte.

135 - 175 cm : Roche altérée à faciès schisteux, yeux blancs de feldspath très friables avec des lits sombres plus ou moins verdâtre (biotite).

Enracinement : Moyen à médiocre sur 10 cm : racines fines horizontales ; au-dessous il est faible; puis très faible à 40 cm.

Variations autour du profil de référence :

Le profil BOB 50 qui possède dès 85 cm un horizon nettement structuré avec des faces de lissage pourrait être placé dans le sous-groupe vertique des sols bruns eutrophes. Cependant dans bien des cas ces caractères de structuration n'apparaissent pas, même en profondeur.

La texture, bien que demeurant dans les catégories sablo-argileuses parfois argilo-sableuses est cependant un élément de variation important, surtout par le pourcentage en éléments grossiers. Les limites des horizons souvent ondulées témoignent de l'origine polyphasée des matériaux.

La ségrégation des couleurs apparaît aussi avec plus ou moins de netteté à des profondeur irrégulières.

La variabilité de ces quelques caractères s'exprime bien dans le cas du profil BOB 52 : situé à 3,5 km, de BOROMO vers DEDOUGOU, zone d'affleurements en ligne.

0 - 40 cm : Brun jaune foncé (10 YR 5/3), sablo-argileux, Structure mal développée, tendance prismatique large à très large induite par des fentes de dessication, cohésion moyenne. Porosité tubulaire bonne, assez nombreuses galeries de termites.
Limite régulière distincte.

40 - 110 cm : Brun-jaune (10 YR 5/6) mais assez hétérogène à plages plus sombres ou plus claires. Sablo-argileux avec des petits gravillons par endroits. Structure massive à cohésion forte. Porosité tubulaire assez faible.

Vers 110 cm : On passe irrégulièrement à la roche altérée à schistosité oblique avec des filons de quartz. Les éléments noirs ont le plus souvent disparu, mais à certains endroits on peut reconnaître de la biotite.

Ainsi ce profil ne présente pas de caractères nets de structuration.

La texture est plus nettement sablo-argileuse avec une diminution importante de la capacité d'échange pour 100 gr d'argile (cf. p. 138).

La ségrégation des couleurs apparaît dès 40 cm, elle est très nette au-dessous de 50 cm : ce sol pourrait être classé dans un sous-groupe hydromorphe.

1. b Propriétés analytiques (voir tableau 15, p. 144)

Les caractéristiques physiques :

- La texture est sablo-argileuse à argilo-sableuse, mais avec un pourcentage variable d'éléments grossiers, dans les horizons moyens surtout.
- La structure est assez mal développée et toujours large dans les horizons supérieurs, généralement induite par des fines fentes de dessication verticales, elle n'est pas développée dans les horizons moyens, très variable en profondeur. La stabilité structurale est moyenne dans l'ensemble des horizons.
- La porosité assez faible (15 - 18 cm^3/100 g) à la partie supérieure devient encore plus basse en profondeur. Des risques d'asphyxie partielle peuvent apparaître en surface, au pF 3 ; ils sont de règle à moyenne profondeur ; les horizons profonds se situent dans la zone d'asphyxie totale.
- L'eau utile dépend du % d'argile mais elle varie entre des limites assez étroites : 3 - 6 % elle est donc très inférieure aux valeurs atteintes dans les sols bruns eutrophes de l'unité 14.

- Le coefficient de perméabilité est faible ; l'indice de drainage est mauvais à très mauvais en surface, il est toujours très mauvais au-dessous.

Les caractéristiques chimiques :

- La matière organique se maintient autour de 1 % sur 35 à 40 cm, elle est assez bien décomposée avec des C/N de 12 à 13.
- Les teneurs en azote sont un peu faibles : 0,45 - 0,50 ‰ ; la fertilité N-pH est moyenne dans les horizons superficiels, plus médiocre au-dessous.
- L'équilibre azote-phosphore est satisfaisant, avec des teneurs assez moyennes en P_2O_5 : 0,26 ‰ ; en profondeur ces sols semblent bien pourvus en phosphore.
- Le pH est de 6,5 dans les horizons de surface, mais il atteint rapidement la neutralité au-dessous et il s'y maintient en profondeur.
- La capacité d'échange est très variable suivant la texture et l'origine des matériaux polyphasés ; elle est généralement de l'ordre de 10 méq/100 g en surface et peut atteindre 20 méq/100 g en profondeur, elle demeure toujours très inférieure à celle des sols bruns de l'unité 18. La saturation est assurée à 70 - 75 % dans les horizons de surface, elle est pratiquement totale ensuite. L'équilibre des bases de type 20 - 10 - 0,5 à 0,04 traduit bien la dominance des bases Ca et Mg ; le potassium apparaît en quantité insuffisante.
- Les bases totales atteignent des valeurs élevées dans les horizons profonds. Le magnésium est partout dominant et il atteint des valeurs très importantes en profondeur où le potassium se trouve, également bien représenté. Le sodium est en petite quantité, comparable, ou parfois même supérieur, aux valeurs obtenues dans les sols bruns eutrophes de l'unité 14.

1. c Conclusion :

Ces sols possèdent donc une fertilité moyenne à médiocre, nettement inférieure à celle des sols bruns eutrophes de l'unité 14 avec lesquels ils ont cependant quelques caractéristiques communes.

En revanche la fertilité est meilleure que dans les sols ferrugineux lessivés voisins de l'unité 30 dont les matériaux semblent avoir connus des processus de mise en place analogues, mais sur des zones strictement granitiques.

C - Conclusion Générale :

Cette unité n'occupe qu'une surface réduite sur la carte au 1/500.000 ème. Cependant il n'est pas du tout impossible qu'une prospection à grande échelle lui donne plus d'importance dans d'autres zones, surtout dans les régions de contact avec le birrimien.

Elle semble en effet bien correspondre aux zones les plus métamorphisées du substratum désigné par le terme général de "granito-gneissique" alors que l'unité 30 est liée aux zones plus strictement granitiques ou n'ayant pas encore été décapées du manteau d'altération kaolinitique.

Au point de vue agronomique, malgré l'hétérogénéité apparaissant en certains points : taches gravillonnaires, ou bien zone d'affleurement, l'unité 16 offre un intérêt certain pour la mise en place de blocs de cultures de superficie limitée sur des sols de fertilité supérieure à celle des sols ferrugineux lessivés hydromorphes des régions granitiques voisines. Mais il faudrait bien se garder de généraliser les résultats obtenus aux sols des unités voisines.

UNITE 16

TABLEAU 15

	SOLS BRUNS EUTROPHES PEU EVOLUES SUR MATERIAU DE REMANIEMENT SABLO-ARGILEUX ET GRANITOGNEISS					
	Profil BOB 52 (Hydromorphe)			Profil BOB 50 (vertique)		
Profondeur en cm	0,1 - 40	40-110	140-160	0,1 - 35	35 - 85	85 -135
Refus 2 mm %	0,1	0,1	7,0	0,1	5,0	3,0
Humidité %	1,6	1,7	2,1	2,6	5,1	3,7
Argile %	17,5	22,3	14,0	22,8	41,0	21,2
Limon fin %	6,2	3,6	2,9	9,6	8,8	9,4
Limon grossier %	8,5	6,1	2,1	10,8	8,3	8,8
Sable fin %	36,8	33,1	28,0	25,0	17,8	26,6
Sable grossier	30,0	34,9	53,0	30,7	23,9	34,0
Matière organique %	0,98			1,11	0,24	
Carbone ‰	5,7			6,4	1,4	
Azote ‰	0,48			0,46	0,23	
C/N	11,9			13,9	6,1	
$P_2 O_5$ Total ‰	0,26	0,15	0,56	0,27	0,26	1,60
$F_2 O_3$ libre ‰	2,07	2,60	3,21			
$F_2 O_3$ total ‰	3,57	3,26	6,08			
Fer libre/Fer total	58	80	53			
Bases totales méq/100 g de sol						
Ca	5,40	4,78	5,45	11,1	15,4	32,1
Mg	19,5	27,6	136,4	17,4	37,2	36,4
K	5,04	7;76	44,4	2,17	4,56	10,2
Na	0,37	0,58	1,18	0,26	0,63	0,88
Bases échangeables méq/100 g de sol						
Ca	4,12	3,78	4,77	5,99	9,95	13,3
Mg	1,90	1,97	2,72	3,47	5,99	7,1
K	0,10	0,11	0,14	0,11	0,23	0,19
Na	0,02	0,06	0,08	0,02	0,11	0,15
S	6,15	5,90	7,70	9,60	16,3	20,7
T	8,30	6,30	8,80	13,4	17;0	20,6
S/T = V %	74	94	88	72	96	sat.
pH eau	6,5	7,0	7,1	6,5	7,2	7,4
pH KCl	5,0	5,2	5,1	4,9	5,4	5,4
Poids spéc. appar.	1,73	1,87	2,26	1,80		1,96
Porosité cm^3/ 100 g	17,9	13,5	4,2	15,5		11,0
pF 3	8,4	10,1	8,9	10,6	20,0	15,9
pF 4,2	5,2	6,7	6,0	6,5	13,4	10,3
Eau utile	3,2	3,4	2,9	4,1	6,6	5,6
Instabilité structur	1,67	3,02	1,11	1,86		2,37
Perméabilité Kcm/h	2,8	2,1	4,7	3,5		1,7

/ S O L S F E R U G I N E U X T R O P I C A U X /

VIII - SOLS A SESQUIOXYDES ET A MATIERE ORGANIQUE RAPIDEMENT MINERALISEE

Des deux sous-classes que groupe actuellement cette classe seule la sous-classe des SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX est représentée en HAUTE-VOLTA.

Ce sont des sols "riches en sesquioxydes de fer, et, parfois, en oxydes de manganèse, mais dépourvus d'alumine libre. Les colloïdes minéraux y sont constitués de kaolinite mêlée d'illite et d'oxydes métalliques. Le coefficient de saturation du complexe assez élevé est supérieur à 40 %". (G. AUBERT - 1965).

Cette sous-classe, comprend actuellement 3 groupes dont le dernier a été récemment proposé (R. FAUCK - 1968) :

1 - Les sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés.

La teneur en colloïdes minéraux est presque constante sur tout le profil : indice de lessivage inférieur à 1,4. Mais il peut y avoir des différences de coloration liées à la teneur en fer. Deux sous-groupes sont distingués :

- modal : peu de variations texturales, mais possibilité de lessivage en fer.
- hydromorphe : caractère d'hydromorphie à la base de B : ségrégation du fer.

Ces deux sous-groupes ont été reconnus au N-O. de la HAUTE-VOLTA, ils se localisent dans les régions septentrionales.

2 - Les sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris.

Les horizons supérieurs ont toujours une teneur faible en argile sans que l'on puisse dans la plupart des cas, évaluer l'influence respective du lessivage ou de l'appauvrissement à l'origine de ce faible pourcentage d'argile granulométrique.
L'indice de lessivage $>$ 1,4. La variation d'argile entre les horizons A et B est supérieure à 5 %, les horizons B étant toujours enrichis en fer.
L'horizon supérieur a plus de 15 cm d'épaisseur, sinon il représente au moins 1/3 du profil.
Quatre sous-groupes sont encore distingués ici :

- Sans concrétions : variations de couleur texture et structure. Possibilité d'existence de taches non indurées à la base de l'horizon B.

- A taches et concrétions de fer et parfois de manganèse dans l'ensemble de l'horizon B ou au moins dans sa partie médiane.
- Hydromorphe : taches et concrétions de pseudogley au sommet de B et souvent aussi à la base de A.
- A induration : carapace ou cuirasse en voie de formation.

Seuls les trois premiers sous-groupes apparaissent dans la légende de la carte Ouest-Nord.

3 - Les sols ferrugineux tropicaux remaniés.

Ce sous-groupe a été créé pour réunir des sols qui occupent de grandes surfaces dans les zones soudaniennes. Les remaniements importants qui touchent les matériaux fortement évolués, souvent cuirassés, dans ces régions, orientent la pédogénèse vers la formation de sols ferrugineux d'un type morphologique particulier. Jusqu'alors ces sols étaient généralement classés en sols peu évolués-intergrade ferrugineux. Ils sont en effet de profondeur toujours limitée par une cuirasse, une carapace , ou bien par un matériau tacheté d'altération kaolinitique. Mais dans les régions méridionales la présence de deux horizons A et B nettement différenciés, en couleur et texture, correspond à un stade plus avancé que l'intergrade vers la ferruginisation.

Les conséquences du remaniement, c'est-à-dire la superposition de niveaux de nature différente, généralement riches en éléments grossiers, ne sont pas du tout oblitérées par la pédogénèse, mais elles orientent souvent cette dernière en favorisant un phénomène particulier. Ainsi par exemple, dans ces zones suffisamment humides la présence d'un niveau très riche en gravillons induit l'accumulation du fer sous forme de concrétions pouvant aboutir à une induration d'ensemble.

Le remaniement apparaît donc comme une des causes essentielles de différenciation des profils, mais sans en être la seule. S'il en était ainsi il s'agirait bien de sols peu évolués. Il faut d'ailleurs ajouter que ces causes ne sont pas toujours faciles à distinguer.

Il y a aussi quatre sous-groupes :

- peu différencié : la différence texturale provient du polyphasage, mais structuration et début d'individualisation du fer.

- appauvri : horizons A appauvris.
- hydromorphe : taches de pseudogley en B.
- induré : induration en carapace ou en cuirasse en voie de formation.

Les sous-groupes appauvri et induré ont seuls été cartographiés dans les régions méridionales de la carte, l'existence de phénomènes d'hydromorphie au sein d'un niveau gravillonnaire aboutissant le plus souvent à l'induration de celui-ci.

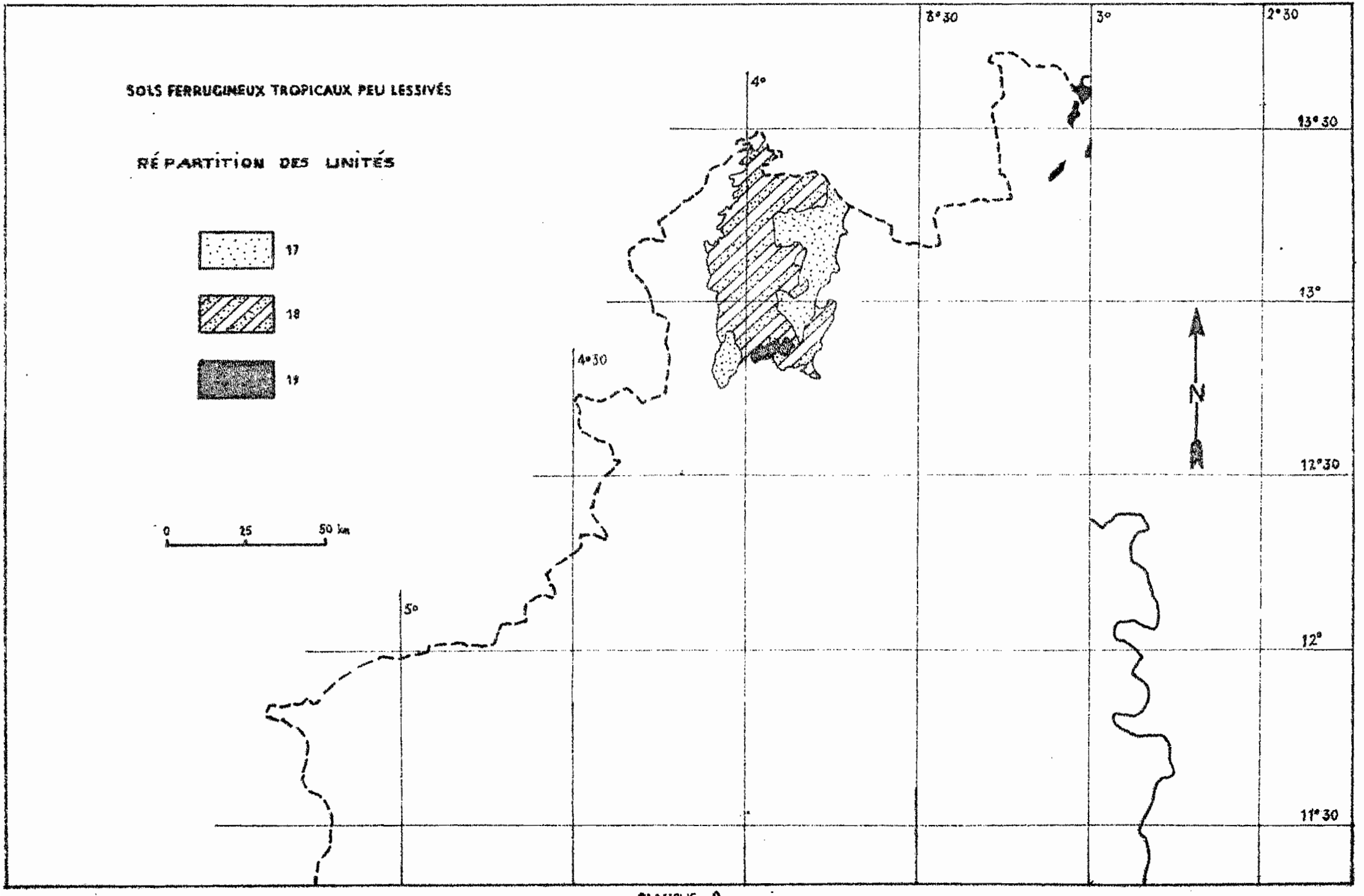

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVÉS
RÉPARTITION DES UNITÉS
17
18
19
0
25
50 km
N
4°
4°30
5°
3°30
3°
2°30
13°30
13°
12°30
12°
11°30

PLANCHE 9

/ UNITE 17 /

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVES Modaux sur sables éoliens.

A - Caractères généraux :

Extension :

Cette unité, strictement limitée à l'extension du grand erg de direction N.-S. recouvrant la partie septentrionale de la zone prospectée, comprend deux ensembles bien séparés et d'importance inégale : le plus étendu au Nord de KAREKUI, le second à la limite méridionale des ensablements dunaires (parallèle 12° 45'). Malgré leur relatif éloignement en latitude, les sols de ces deux ensembles présentent une remarquable uniformité morphologique. Seul le passage au substrat : Continental Terminal profond au S., grès roses et fins au N., est différent.

Les cordons sableux longitudinaux bien qu'émoussés constituent un modelé plus accentué (dénivellation de 3 à 5 m) et beaucoup plus visible que celui supportant les sols à drainage limité en profondeur. Les cordons dunaires sont assymétriques (versant oriental plus pentu) et les sols se répartissent sur leur largeur en une petite chaîne de sols ne se différenciant, du sommet vers l'interdune, que par la profondeur totale du sol qui diminue et la couleur de l'horizon (B) qui se teinte de jaune et perd de sa friabilité.

Les interdunes sont étroits (20 à 50 m), bien marqués. Le rôle de collecteur des eaux de ruissellement confère à leurs sols un taux d'éléments fins plus élevé, un encroûtement de surface, une cohésion et un tassement de l'ensemble modifiant le drainage et influençant une évolution de type hydromorphe.

Caractères externes de reconnaissance :

La végétation est une forêt très ouverte à Combretum micranthum, Adansonia digitata, Bombax costatum, Karité, Pterocarpus lucens. La composition floristique fluctue sensiblement avec la latitude, et vers le S. le Karité tend à remplacer Pterocarpus lucens. Les espèces graminéennes

sont rares et dispersées, excepté sur jachères. En interdunes la végétation se contracte, prend un aspect reticulé et se spécialise (hygrophiles fréquentes : Balanites - Grewia...).

Très peu cultivés, les sols de cette unité peuvent supporter des forêts sèches de belle allure (Piste de BOULAMPORO à KINSERE) qu'il conviendrait de préserver. L'aspect superficiel gris légèrement encroûté, ponctué de remontées biotiques rougeâtres et de petites plages de sable beige, est caractéristique.

B - Les Sols.

1. a Morphologie :

Nous emploierons pour décrire les sols sur erg, la méthode préconisée par M. GAVAUD et R. BOULET, notamment en ce qui concerne l'examen de la structure (1). Cette méthode a l'avantage de pouvoir différencier les sols sableux qui n'ont entre eux que des différences structurales tenues mais appréciables et importantes: modes et types de débits, direction, assemblage. Les sols sur sables éoliens pourront ainsi être comparés plus aisément avec ceux du reste de la Haute-Volta, ou du Niger.

Profil de référence : H V H 89 FILAKUI -
Coordonnées : 12° 52' 30" N.
4° 03' 30" O.

Topographie : Erg en cordons longitudinaux constitués de dunes aplanies de 4 à 5 m de dénivellation. Profil en sommet de dune.

Végétation : Savane arborée sèche à Combretum micranthum quelques Terminalia laxiflora et Bombax costatum. Tapis à Ctenium elegans auxquels se mêlent Cochlospermum tinctorium et Guiera senegalensis.

Aspect superficiel :

Pellicule grisâtre durcie et desquamante. Remontées biotiques de sable beige-rouge en petits amas superficiels.

(1) R. BOULET - Rapport Centre-Nord p. 349.

0 - 18 cm : (7,5 YR 5-4/4. Beige brunâtre à grisâtre. Texture sableuse. structure massive à débit plan très faiblement mamelonné. Cohésion moyenne à faible. Porosité interstitielle fine peu à moyennement développée.

A_{11}

18 - 40 cm : (5 YR 5/5). Contraste faible, transition 5 - 10 cm. Beige rougeâtre. Texture sableuse très faiblement argileuse. Structure massive à tendance sub-particulaire. Débit faiblement mamelonné. Cohésion faible. Porosité unterstitielle et tubulaire fine, mieux développée.

A_{12}

40 - 160 cm : (2,5 YR 5 4/8). Contraste faible, transition 10 cm - rougeâtre. Très homogène. Texture sableuse faiblement argileuse. Structure massive, débit plus mamelonné. Cohésion faible à moyenne. Porosité interstitielle plus grossière, assez bien développée.

(B)

160 - 220 cm : (5 YR 5,6/8). Contraste moyen. Transition au matériau dunaire légèrement compacté, texture plus sableuse. Structure massive à débit légèrement mamelonné. Cohésion moyenne à faible. Quelques noyaux rouges sablo-argileux à cohésion plus forte. Porosité bien développée.

(B) C

Enracinement : Fin, moyennement développé jusqu'à 40 cm, puis très fin sous forme de radicelles maintenant le sable, jusqu'à la base.

Les caractères remarquables de ce profil, communs à tous les sols de l'unité sont :

- Une faible différenciation des horizons reliés entre eux par des contrastes faibles (transitions graduelles à diffuses).
- Des structures massives à débit variable, mais toujours mamelonné indiquant un début d'orientation de la structure.
- Des textures très sableuses à variations du taux d'argile de faible amplitude (inférieures à celles indiquant un lessivage).
- Une forte friabilité et une cohésion faible n'allant pas jusqu'au caractère boulant.
- Une rubéfaction de l'horizon moyen (B).
- Un très bon drainage interne même au contact avec le matériau originel.

Variations autour du profil de référence :

Elles dépendent de la position topographique du sol sur la dune , l'évolution vers le bas allant dans le sens d'un accroissement de la différenciation des horizons. Il en résulte :

- un développement de la structure (allant jusqu'à massive à débit faiblement polyédrique en (B)).
- un débit plus difficile suivant des faces de ruptures orientées.
- une cohésion plus forte (moyenne au maximum).
- une décoloration de l'horizon (B) qui passe du rouge au jaune rouge (5 YR 5/8).

Certains profils de sommet de dune accentuée, peuvent se rapprocher des sols peu lessivés peu différenciés. Très uniformes, très rubéfiés, ils présentent alors une structure sub-particulaire et une friabilité excessive. Ces sols se localisent sur les cordons dunaires les moins affectés par l'érosion.

1. b Propriétés analytiques : Tableaux 16 & 17.

Les caractéristiques physiques :

Le taux d'éléments fins progresse régulièrement en profondeur. Par suite de l'appauvrissement de l'horizon de surface (action du ruissellement principalement) et de la faible différence texturale entre l'horizon (B) et le matériau originel (15,6 % d'argile contre 15,0 dans le profil type) le ventre d'argile de (B) n'apparaît pas nettement.

La différence entre l'horizon le plus appauvri en argile (ici A_{12} en excluant l'horizon de surface) et le plus riche n'excède pas 2,5 % et est souvent inférieure à 2 %. Le rapport des taux d'argile de ces deux horizons appelé aussi rapport de lessivage est voisin de 1/1,2 c'est-à-dire inférieur aux normes minima admises pour les sols lessivés (1/1,4). Ces sols sont donc bien des sols peu lessivés. Il est à remarquer la forte différence texturale des matériaux originels éoliens existant entre l'erg ancien du Centre Nord de R. BOULET (5 % d'argile en moyenne) et ceux auxquels on a affaire ici (15 %).

Les taux de limons fins très faibles en surface, dimineunt en profondeur pour atteindre des valeurs quasi nulles (<1 %).

La capacité de rétention pour l'eau est très faible, en moyenne 27 mm pour les 40 premiers centimètres dont 11 sont utilisables et 100 mm pour le mètre suivant dont 30 utilisables. La porosité pour l'air est élevée.

La stabilité structurale très variable en surface (moyenne à médiocre) devient bonne plus bas, dès l'horizon A_{12}. Cette amélioration est à mettre au compte des perméabilités élevées.

Les caractéristiques chimiques :

Les taux de matière organique voisins de 0,5 % sont faibles dès la surface et décroissent assez rapidement en profondeur. Les rapports C/N proches de 10 indiquent que cette matière organique est bien évoluée et à décomposition rapide.

Ces sols sont d'une grande pauvreté chimique :

- les pH sont acides et varient très peu avec parfois une très légère remontée vers la base du profil.
- les taux de saturation suivent très bien les pH et sont très faibles (entre 30 et 50 %).
- la somme des bases échangeables se situe autour de 1 méq. L'horizon le mieux pourvu semble être (B) c et non (B).

L'équilibre des bases est normal et moyen en surface avec une relative faiblesse en potassium toutefois.

En profondeur, l'équilibre se détruit par un excès de magnésium surtout, qui domine largement le calcium. Les taux de potassium deviennent alors très faibles.

Les meilleures valeurs de calcium apparaissent en surface, le fer suit l'argile dans ses faibles variations avec un maximum du rapport Fer libre/Fer total de 97 % en (B).

L'équilibre N/P_2O_5 est médiocre à mauvais. Les meilleurs taux de phosphore sont trouvés paradoxalement en A_{12}. Cette anomalie avait déjà été observée par R. BOULET (Centre-Nord p. 190).

1. c Conclusions.

De caractéristiques physiques favorables mais de fertilité chimique très basse, ces sols ne se prêteraient à une mise en valeur rationnelle qu'avec l'apport d'amendements massifs. Leur valeur pastorale est médiocre et ils présentent une assez forte susceptibilité à l'érosion. Situés en zones peu habitées ils sont peu cultivés. Sous réserve d'un relèvement chimique important les cultures traditionnelles de petit mil, haricot, sésame et arachide y sont possibles.

UNITE 17 TABLEAU 16

FICHE ANALYTIQUE

TABLEAU

TYPE DE SOL : SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVES. MODAUX. UNITE 17 - PROFIL TYPE HVH 89 - FILAKUI.

N° PROFIL : H V H 89 — Haute-Volta

N° Echantillon	891	892	893	894	895	896	897	
Profondeur cm.	0,1-18	18-40	40-80	80-110	110-160	160-190	190-220	
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Humidité °/₀	0,2	0,7	0,8	0,7	0,8	1,2	0,8	
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	7,4	13,3	15,1	14,7	15,6	15,1	15,0	
Limon fin °/₀	2,5	1,0	1,3	1,5	0,8	0,5	0,8	
Limon grossier °/₀	3,8	5,4	4,2	5,6	5,3	5,9	5,5	
Sable fin °/₀	45,8	38,1	36,6	39,9	44,2	41,9	36,0	
Sable grossier °/₀	40,0	41,8	42,6	38,1	34,0	36,5	42,6	
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	0,48	0,38	0,21	0,19	0,12	0,12	0,10	
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	2,8	2,2	1,21	1,1	0,7	0,7	0,6	
Azote °/₀₀	0,26	0,25	0,17	0,14	0,12	0,12	0,11	
C/N	10,8	8,8	7,0	7,8	5,8	5,8	5,4	
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,08	0,11	0,13	0,08	0,13	0,14	0,08	
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀	0,97	1,4	1,59	1,59	1,57	1,63	1,80	
F_2O_3 total °/₀₀	1,07	1,63	1,64	1,63	1,68	1,71	1,96	
Fer libre/Fer total	91	86	97	97	93	95	92	
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium								
Magnésium								
Potassium								
Sodium								
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	0,62	0,34	0,18	0,18	0,38	0,11	0,16	
Magnésium	0,37	0,62	0,68	0,97	0,69	0,89	0,93	
Potassium	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,10	
Sodium	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	
S	1,05	1,00	0,90	1,20	1,15	1,10	1,20	
T	2,75	2,95	2,45	2,65	2,55	2,35	2,40	
S/T = V °/₀	38	34	37	45	45	47	50	
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	5,6	5,4	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	
	4,4	4,3	4,3	4,4	4,5	4,4	4,4	
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.		1,56						
Porosité °/₀		23,9						
pF 3	3,7	5,4	6,0	5,8	6,0	6,2	6,3	
pF 4,2	2,3	3,6	4,0	3,9	4,0	4,1	4,3	
pF 2,5								
Eau utile °/₀	1,4	1,8	2,0	1,9	2,0	2,1	2,0	
Instabilité structurale Is	1,02	0,97	1,39					
Perméabilité Kcm/h	1,7	5,0	5,4	5,7	4,9	5,1	5,0	

Analyses terminées le : ... au laboratoire de : ...

UNITE 17

TABLEAU 17

4 PROFILS		Maximum	Minimum	Moyenne	Médiane
Argile + limon fin %	A_1	15,2	7,7	11,5	11,5
	$(B)_n$	21,0	16,3	18,0	17,3
	(B)C	21,8	15,7	18,8	18,8
Matière organique	A_1	0,73	0,43	0,56	0,55
	(B)	0,26	0,16	0,20	0,19
	(B)C	0,21	0,10	0,15	0,15
Azote	A_1	0,38	0,24	0,29	0,27
C/N	A_1	12,9	10,4	11,3	10,9
P_2O_5 ‰	A_1	0,24	0,08	0,17	0,17
K échangeable	A_1	0,12	0,06	0,10	0,10
	(B)	0,10	0,05	0,06	0,06
	(B)C	0,10	0,07	0,08	0,07
S.	A_1	1,45	0,95	1,15	1,10
	(B)	2,00	0,80	1,15	0,95
	(B)C	2,55	0,70	1,35	1,05
T	A_1	4,35	2,75	3,55	
	(B)	4,25	2,55	3,50	3,65
	(B)C	4,60	2,40	3,60	-
S/T	A_1	50	22	35	33
	(B)	47	20	33	-
	(B)C	55	15	37	-
Equilibre des bases % (valeurs médianes)		Ca	Mg	K	
	A_1	56	34	8	
	(B)	27	65	7	
	(B)C	24	65	8	

Lorsque la population de chiffres n'est pas homogène, la médiane n'apparait pas et la moyenne n'est mentionnée qu'à titre indicatif.

/ UNITE 18 /

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVES, à drainage limité en profondeur sur sables éoliens.

Peu différents morphologiquement des sols ferrugineux peu lessivés modaux de l'unité précédente, le drainage limité dû à la présence à la base du profil d'un matériau peu perméable détermine des caractères agronomiques particuliers favorables suffisamment importants, pour motiver la création d'une unité à part.

A - Caractères généraux de l'unité.

Extension :

Beaucoup plus étendue que l'unité 17, l'extension de cette unité est exclusivement limitée à celle du grand erg quaternaire. Elle correspond à un modelé éolien plus émoussé, donc moins typique que le précédent. Les cordons dunaires sont fortement aplanis (dénivelée de 1 à 3 m), les interdunes plus larges (100 m). Le recouvrement sableux est moins épais et repose sur un substrat toujours plat et à drainage réduit qu'il s'agisse des grès cuirassés et kaoliniques du continental terminal ou des grès monoclinaux paléozoïques. La cuirasse sous-jacente fréquente est celle du moyen glacis (Pistes KINSERE-BOULAMPORO et TIARAKUI-FILAKUI).

Relations avec les sols voisins :

Le passage avec les sols ferrugineux peu lessivés modaux plus orientaux est souvent délicat à apprécier, le modelé éolien émoussé ne s'installant que très progressivement. La limite des deux unités est assez fidèlement soulignée par un relief bordier de buttes témoins gravillonnaires (KAREKUI-YALO-PANPAKUI). Au N. de NOUNA l'erg vient butter sur les reliefs tabulaires cuirassés du moyen glacis et le passage avec les sols ferrugineux tropicaux lessivés est beaucoup plus brutal (Piste SOIN-KAREKUI). Vers l'O. la limite des ensablements éoliens est marquée par l'alignement des buttes témoins avancées du plateau de grès de BANDIAGARA-KOUTIALA. Le modelé très plat succédant très rapidement au modelé éolien indique la transition avec les sols ferrugineux lessivés sans concrétions sur grès, beaucoup plus cultivés.

Caractères externes de reconnaissance :

Les espèces végétales sont ubiquistes et constituent un mélange de psammophiles : Karité, Combretum micranthum et ghazalense, rares baobabs, Guiera senegalensis en sous-strate arborée, et hygrophiles : Gardenia erufescens, Balanites, Ziziphus, Terminalia avicinoïdes. Les jachères se peuplent presque exclusivement de Guiera senegalensis avec un tapis graminéen dense d'Eragrostis tremula ou de Ctenium. L'aspect superficiel est caractéristique : sables déliés brun beige à jaune, peu ou pas compactés ou par petites plages grises très localisées. Remontées biotiques importantes de sable jaunâtre. Quelques termitières basses en forme de dome.

B - Les Sols.

1. a Morphologie.

Profil de référence : H V H 70 BOHUI

Coordonnées : 13° 02' 15" N.
4° 00' 20" O.

Topographie : Mamelonnée d'erg à dunes très aplanies de 1 à 2 m d'amplitude profil situé à mi-dune.

Végétation : Savane arbustive à Combretum micranthum, Guiera senegalensis, Gardenia erufescens. Quelques Karité - Tapis à Leptadenia lanciphora, Ctenium elegans et rares Cenchrus biflorus.

Aspect superficiel :

Sables déliés beig-rose avec quelques plages gris-clair.

0 - 15 cm : (10 YR 5-6/3). Beige jaunâtre à grisâtre. Texture sableuse grossière faiblement argileuse. Structure massive à débit plan à faiblement mamelonné. Cohésion faible. Porosité tubulaire fine et interstitielle très fine moyennement développées. En surface sur 3 - 4 cm structure finement lamellaire.

A_{11}

15 - 40 cm A_{12} : (7-5 YR 6-5/4). Contraste très faible, transition graduelle. Beige jaunâtre pâle. Texture sableuse grossière très faiblement argileuse. Structure massive à débit faiblement mamelonné. Cohésion un peu plus forte. Porosité interstitielle mieux développée.

40 - 90 cm (B) : (7-5 YR 6/5). Contraste faible, transition 10 - 15 cm. Brun jaune - même texture - structure massive à débit mamelonné à tendance anguleuse. Cohésion moyenne. Porosité interstitielle moins développée.

90 - 125 cm (B) c : (10 YR 7/5) . Contraste moyen à fort. Transition 5 cm, ocre jaune. Texture sableuse à sablo-argileuse. Structure massive à débit très mamelonné à légèrement anguleux. Cohésion moyenne. Porosité tubulaire large bien développée. A la base, agrégats ocre-rouge de 5 à 10 mm Ø, bien individualisés, peu indurés.

125 - 180 cm : (10 YR 8-7/3). Contraste fort. Matériau originel blanc rosé. Très sableux ; très compacté, débit moyennement mamelonné. Cohésion moyenne à forte. Porosité tubulaire peu développée. Ségrégations "silico-ferrugineuses" rouges (5 YR 5-6/6). Très bien individualisées, nombreuses (40 %), indurées.

Enracinement : Fin très bien développé en surface, diminue nettement en A_{12}, ne comporte plus que de très fines radicelles jusqu'à 120 cm, reprend un développement moyen en (B) et surtout à la base du matériau originel.

La différenciation morphologique de ce profil correspond bien à celle des sols ferrugineux peu lessivés modaux.

Soit :

- un horizon A_{12} beige, faiblement argileux à débit peu mamelonné et porosité bien développée.
- un horizon (B) de même texture, mieux structuré (débit mamelonné) moins poreux.

Cependant : l'horizon (B) est peu rubéfié et tend vers le jaune (7-5 YR).

L'horizon (B)c qui lui fait suite est fortement décoloré (10 YR), plus compact et présente à sa base des agrégats de couleur vive qui passent dans le matériau originel à des ségrégations "silico-ferrugineuses" ayant souvent la forme de petites "poupées" allongées verticalement.

Le matériau originel est encore frais, parfois même humide 5 mois après la saison des pluies. Un sondage atteint à 2 m 30 un matériau compacté plus argileux, à pseudo-gley (Continental terminal kaolinisé probable) très humide. Le puits d'un village voisin laisse apparaître le niveau de la nappe à 4 mètres. La proximité de cette nappe fluctuante surmontée de sa frange capillaire permet une alimentation en eau de la végétation en saison sèche et détermine des conditions culturales bien plus avantageuses que celles des sols modaux bien drainés de l'unité précédente. L'aspect végétatif des repousses sur jachères (Guiera et Eragrostis principalement) et leur abondance confirment le ralentissement du drainage interne et le régime hydrique particulier de ces sols.

Variations autour du profil de référence :

Les variations sont fonction de la position sur la dune. Au sommet l'horizon (B) est souvent rubéfié et le sol plus profond. A mi-versant il arrive que l'on observe un horizon rubéfié surmontant un horizon jaune plus compact de structure massive à débit anguleux. Plus on s'approche du bas de pente, plus l'épaisseur de l'horizon (B) c augmente, l'épaisseur totale du sol passant alors de 1,5 à 2 . m. Le terme ultime des variations est atteint au milieu de l'interdune, dont voici la description sommaire d'un des profils :

H V H 80 - BOKUI - Coordonnées : 12° 58' 40" N.
04° 00' 30" O.

Végétation : Combretum micranthum, Ziziphus mucronata, Gardenia erufescens en taillis localement dense.

Aspect superficiel :

Surface sableuse rose pâle légèrement compactée.

0 - 26 cm A_{11} : gris jaunâtre clair (10 YR 5/2-3). Sableux faiblement argileux. Structure massive à débit polyédrique; débit moyennement mamelonné. Cohésion moyenne à faible. Porosité tubulaire assez bien développée

26 - 50 cm A_{12} : limite diffuse - gris jaune (10 YR 6-5/3). Sableux - même structure mais débit plus difficiel. Cohésion d'ensemble plus forte.

50 - 145 cm (B) : limite distincte jaunâtre (10 YR 6-5/8). Sablo-argileux. Structure à tendance polyédrique moyenne à large. Cohésion moyenne à forte - agrégats argileux et ségrégations de fer ténus .

145 - 200 cm (B) C : Pseudogley argilo-sableux à ségrégations ocres et trainées blanches. Structure polyédrique moyenne mal développée. Cohésion forte. Compact et frais.

Il s'agit donc d'un sol ferrugineux peu lessivé à pseudogley de profondeur.

1. b Les propriétés analytiques : Tableau 18, p. 163.

Les caractéristiques physiques.

L'augmentation des éléments fins est bien apparent en (B) par rapport à (B)c. L'appauvrissement de l'horizon de surface est général dans tous les profils analysés. Les rapports de lessivage varient entre 1/1,1 et 1/1,5 et sont le plus souvent inférieurs à 1/1,4 c'est-à-dire aux normes inférieures du lessivage. Celui-ci est cependant plus évident que dans le cas de l'unité 17. Les différences d'argile entre l'horizon le plus pauvre et l'horizon le plus riche peut atteindre 6 % et égale fréquemment 4 %. Les taux de limons fins sont toujours très bas (1 à 2 %) et fluctuent peu.

Les rapports sables fins sur sables grossiers sont très variables et soumis à aucune règle apparente.

Les teneurs moyennes en argile et l'importance du lessivage dépendent de la nature texturale du matériau originel éolien et au substrat sur lequel repose l'ensablement. Ainsi l'horizon (B) c contient entre 17 % et 1 % d'argile suivant que le substrat soit le continental terminal ou une arène de grès fins.

Les réserves hydriques sont légèrement plus faibles que celles des sols de l'unité 17, sur les 40 premiers centimètres. Dans l'horizon (B) les valeurs sont les mêmes soit 100 mm, mais en (B)c, au contact avec le matériau originel, elles diminuent et tombent à 70 mm. Le drainage réduit de la base du profil provoque un léger éngorgement qui favorise la persistance d'une humidité notable à la base de (B).

Observée sur le terrain, cette modification du régime hydrique se manifeste nettement en pleine saison sèche sur la végétation (espèces cultivées ou spontanées) qui rejette après les récoltes et les feux.

Les taux de stabilité structurale sont identiques à ceux de l'unité 17 : médiocres à moyens en surface ils deviennent moyens dès l'horizon A_{12}.

Les caractéristiques chimiques :

La matière organique est peu abondante mais bien évaluée (C/N : 11).

Le pH toujours légèrement acide (autour de 6,0) diminue légèrement en (B) pour remonter en (B)c.

L'accumulation des bases se produit à une plus grande profondeur que celle de l'argile. Elle est maximum en (B)c, qui apparait toujours comme l'horizon le mieux pourvu en cations. Ces sols sont moins désaturés que ceux de l'unité 17. La somme des bases échangeables atteint 2,0 méq/100 gr et le taux de saturation varie entre 50 et 60 %.

Compte tenu du faible pourcentage en éléments fins, les teneurs en potassium sont moyennes à médiocres. Elles restent à peu près constantes dans tout le profil. L'équilibre des bases est médiocre et variable. le cation dominant est le calcium dans l'horizon de surface et le magnésium dans les autres horizons.

La déficience en phosphore liée à des valeurs d'azote basses déterminent un équilibre médiocre à mauvais de ces deux éléments.

1. c Conclusion.

Leur régime hydrique particulier de profondeur donnent à ces sols des possibilités culturales supérieures à celles de l'unité 17, mais ils ont besoin d'un relèvement équivalent de leur potentiel chimique.

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVES A DRAINAGE LIMITE

UNITE 18 TABLEAU 18

PROFIL TYPE HVH 70 BOHUI					
Profondeur cm	0,1-15	15 à 40	40 à 90	90 à 125	125 à 180
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1	5,0
Humidité %	0,4	0,7	1,0	1,1	1,0
Argile %	6,0	10,6	14,8	16,1	12,3
Limon fin %	0,1	0,5	1,3	1,0	1,5
Limon grossier	6,4	5,7	6,1	6,8	5,7
Sable fin %	50,2	48,5	46,2	46,4	39,4
Sable grossier	36,8	34,3	31,4	29,5	41,0
Mat. org. to.%	0,47	0,36	0,21	0,19	0,12
Carbone ‰	2,7	2,1	1,2	1,1	0,7
Azote ‰	0,26	0,21	0,16	0,14	0,11
C/N	10,4	10,0	7,5	7,8	6,4
P_2O_5 tot. ‰	0,08	0,11	0,12	0,11	0,08
F_2O_3 libre %	0,89	1,16	1,57	1,39	1,43
F_2O_3 total %	0,95	1,29	1,63	1,66	1,58
Fer libre/F. T.	93	90	90	84	91
Structure					
Argile + Limon	6,8	10,9	15,1		
(Alcool	44,4	53,6	54,3		
Agr. (Eau	38,1	47,5	45,5		
% (Benz.	40,8	45,0	41,5		
Bases échang. méq/100g sol					
Ca	0,56	0,21	0,24	0,58	0,64
Mg	0,59	0,72	0,82	0,97	0,90
K	0,07	0,04	0,06	0,07	0,07
Na	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04
S	1,25	1,00	1,15	1,65	1,65
T	2,55	2,80	3,40	3,40	2,65
S/T = V %	49	36	34	48	62
pH eau	5,6	5,3	5,2	5,5	5,7
pH K Cl	4,5	4,1	4,3	4,4	4,5
Poids spéc.a.					1,74
Por. cm³ 100g					17,4
pF 3	2,9	3,8	6,1	6,0	4,6
pF 4,2	1,7	2,4	4,0	4,2	3,2
Eau utile %	1,2	1, 4	2,1	1,8	1,4
Inst. struc.	0,73	0,85	1,19		
Perm. Kcm/h	2,0	5,2	6,6	4,8	3,7

9 PROFILS	Max.	Min.	Moy.	Méd.
Arg. + Li.F.				
Hor. A_1	13,4	5,7	9,1	9,5
B^1	20,6	7,8	15,5	16,1
BC	19,8	3,7	13,8	13,8
Mat. Org. %				
A_1	0,67	0,41	0,48	0,45
B^1	0,21	0,12	0,18	0,19
BC	0,15	0,05	0,10	0,12
Azote ‰				
A_1	0,32	0,20	0,24	0,25
C/N A_1	13,0	10,4	11,3	10,9
P_2O_5 A_1	0,20	0,08	0,13	0,11
K				
A_1	0,59	0,04	0,14	0,09
B^1	0,37	0,04	0,11	0,07
BC	0,29	0,03	0,14	0,11
S				
A_1	2,20	0,80	1,45	1,50
B^1	2,40	0,95	1,65	1,60
BC	3,60	0,40	2,10	2,00
T				
A_1	5,00	1,55	3,00	3,10
B^1	5,00	1,75	3,15	2,15
BC	4;50	0,70	2,95	3,15
S/T				
A_1	84	30	52	52
B^1	75	32	55	57
BC	95	28	67	62
pH				
A_1	6,9	5,4	5,9	5,9
B^1	6,6	5,4	5,8	5,6
BC	7,1	5,5	6,2	6,2
Eau utile				
A_1 ;	1,8	1,1	1,4	1,3
B^1	2,5	1,0	1,9	1,9
BC	2,8	0,5	1,7	1,6
Equil. bas.%				
(Valeurs méd.)	Ca	Mg	K	
A_1	50	40	6	
B^1	30	59	5	
BC	39	53	7	

Dans certains cas l'absence de mottes empêche la détermination analytique de certaines caractéristiques physiques.

/ UNITE 19 /

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVES. A drainage interne limité en profondeur sur sables éoliens. Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire.

A - Caractères généraux de l'unité.

Extension :

D'extension très réduite, cette unité occupe deux situations éloignées : la première entre les unités 17 et 18 au milieu du grand ensablement quaternaire, la seconde le long du 3ème méridien, à la limite de l'erg ancien du Centre-Nord de la Haute-Volta, en continuité avec l'association 28 de R. BOULET. (Carte Centre-Nord).

Le modelé est fortement émoussé et les formes dunaires très basses ne persistent qu'en de rares zones privilégiées, notamment en bordure des unités marginales. La cause de cet aplanissement est à mettre au compte de l'érosion qui a dû se manifester sous deux formes :

- Normale, accentuée par la couverture sableuse peu épaisse et le niveau d'arrêt sous-jacent constitué soit d'une cuirasse (celle du moyen glacis), soit du matériau kaolinisé et ferruginisé du continental terminal.
- Anthropique : villages et cultures sont souvent implantés sur les points hauts de cette unité (KAREKUI-PANPAKUI...). Le long du 3ème méridien, ces sols se sont formés sur des voiles sableux ourlant les versants orientaux des buttes témoins du moyen glacis.

Sur le terrain, les sols constituant l'association se présentent sous la forme d'une alternance de surfaces gravillonnaires, soit en place sur le glacis cuirassé démantelé, soit épandues en nappe , et de manteaux sableux s'épaississant vers le bas de pente.

Caractères externes de reconnaissance :

Le large développement de cette unité vers l'E. a permis à R. BOULET de discerner certains aspects caractéristiques que nous avons plus difficilement reconnus et testés sur notre zone de travail et que nous lui empruntons (1).

"Le modelé éolien est très atténué et difficilement perceptible... Plus souvent, la topographie est plane, et les lambeaux d'ensablement sont délimités par un chanfrein à pente douce. L'aspect superficiel est fortement marqué par l'érosion hydrique : croûtes grisâtres présentant de petits décrochements (érosion en nappe ravinante), surfaces décapées plus colorées (mise à l'affleurement des horizons A_2 ou B).

"La végétation est une savane arbustive basse où des espèces ubiquistes (Balanites... Bauhinia reticulata - Sclerocaria birrea...) sont associées à d'autres, saxicoles (Combretum micranthum, Pterocarpus lucens, Grewia flavescens...). Les surfaces gravillonnaires portent un bush saxicole et xérophile".

B - Les Sols.

B. 1. Les sols peu évolués gravillonnaires sont identiques à ceux déjà étudiés dans l'unité 4.

B. 2. Les sols ferrugineux peu lessivés sont ceux de l'unité précédente 18. Nous ne reviendrons donc pas sur leurs caractères ; les quelques différences seront consignées dans le paragraphe suivant sur les variations.

Cependant, en situation topographique haute, la faible épaisseur du recouvrement sableux conduit à la formation d'un sol ferrugineux peu épais de type suivant :

Profil de référence : H V H 68 YALO -
Coordonnées : 12° 58' 0" N.
03° 55' 45" O.

Topographie : modelé éolien aplani imperceptible.

---

(1) R. BOULET - Rapport Centre-Nord - Unité 28 - p. 207
Les utilisateurs ayant à s'intéresser à ces zones marginales pourront consulter avec profit l'ouvrage cité.

Végétation : Savane arbustive à Combretum micranthum, Bauhinia reticulata, Guiera senegalensis, rares Gardenia, quelques Karités et Sterculia setigera.

Aspect superficiel : surface sableuse rose.

0 - 20 cm A : (10 YR 5 - 4/2 . Gris brun pâle. Limono-sableux à sablo-limoneux (sables grossiers éolisés). Structure lamellaire sur 5 cm, puis massive à débit polyédrique peu mamelonnée. Cohésion d'ensemble moyenne à faible. Cohésion des mottes faible. Porosité interstitielle moyenne et fine assez bien développée.

20 - 54 cm A (B) : (10 YR 6/5). Limite distincte régulière, jaune beige. Argilo-sableux, structure massive à débit très anguleux plan. Cohésion d'ensemble moyenne, cohésion des mottes idem. Porosité tubulaire et interstitielle mieux développée. Quelques ségrégations ferrugineuses jaunes à la base.

au-delà de 54 cm : Limite brutale sur cuirasse gravillonnaire sur 3 cm, puis massive, bauxitique, oolithique, très dure.

Enracinement : Assez bien développée en A, moyen ensuite, bloqué brutalement à 54 cm.

La cuirasse bauxitique oolithique est celle de la surface intermédiaire pliocène. La discontinuité franche avec le recouvrement sableux indique bien une mise en place brutale du matériau éolien. L'impossibilité du sol à se développer en profondeur aboutit à la différenciation d'un horizon A (B) de type ferrugineux, marqué à sa base par des caractères de drainage déficient (ségrégations ferrugineuses) dû au blocage du front humide au contact de la cuirasse.

Il s'agit donc d'un microprofil de sol ferrugineux peu lessivé.

Variations morphologiques :

Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés de cette unité, quoique identiques à ceux de l'unité précédente 18, présentent quelques différences par rapport au profil de référence cité :

- amincissement de l'horizon de surface pouvant même être entièrement décapé. Corrélativement, un fort appauvrissement en éléments fins peut apparaître par entrainement latéral.
- la présence fréquente d'un horizon gravillonnaire à la base du profil entre 1,50 et 2 mètres. Ce niveau est faiblement induré et provient

d'un épandage colluvial issu de zones cuirassées hautes ennoyées par la suite sous les sables.

b. Les propriétés analytiques.

Elles sont analogues à celles des sols de l'unité précédente. Seul l'horizon profond a un taux d'argile plus élevé pouvant atteindre 25 %.

L'horizon humifère très réduit par l'érosion est peu humifère (entre 0,3 et 0,4 % de matière organique). La porosité pour l'air diminue.

c. Conclusions :

L'encroûtement de surface et le niveau gravillonnaire de profondeur souvent moyenne limitent encore les possibilités culturales de ces sols. Leur exploitation intense aggraverait l'érosion hydrique qui se manifeste déjà assez fortement sous végétation naturelle.

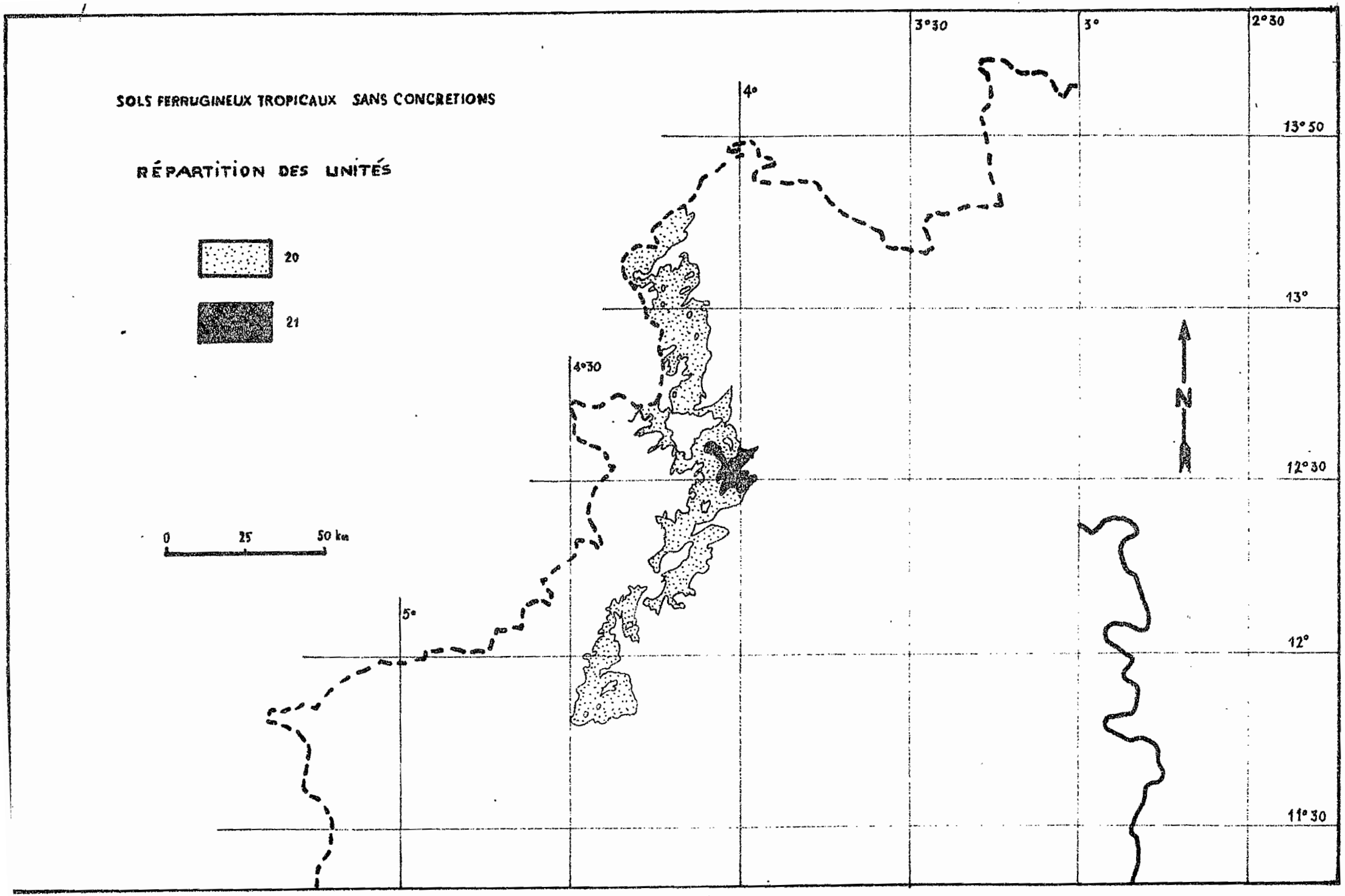

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX SANS CONCRETIONS
RÉPARTITION DES UNITÉS
20
21
0
25
50 km
N
3°30
3°
2°30
4°
13°50
13°
4°30
12°30
5°
12°
11°30

PLANCHE 10

/ UNITE 20 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX lessivés ou appauvris sans concrétions sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux issus des grès. Association à sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau sablo-argileux.

A - Caractères généraux :

Cette unité se localise de part et d'autre des plateaux de grès affleurants de BANDIAGARA et KOUTIALA.

Les produits de désagrégation de ces grès entraînés par les eaux de ruissellement et les axes de drainage obséquents nombreux échancrant la "falaise" s'accumulent au pied de celle-ci en une vaste zone de remblaiement s'étendant en un front d'une dizaine de kilomètres de large. Ce modelé est très mollement ondulé à vastes interfluves et thalwegs peu marqués. Les matériaux de remblaiement de texture variable sablo-argileuse à argilo-sableuse et d'une épaisseur de plusieurs mètres masquent l'affleurement des schistes de TOUN.

Les sols se distinguent très nettement des autres sols des régions gréseuses. Ce sont des ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions, de couleur rouge dominante.

Ils se rapprochent sur le plan de la couleur des sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions des zones de remblaiement situées au pied de la falaise de BANFORA (1). Les propriétés analytiques sont aussi assez voisines, mais certains caractères morphologiques sont différents : la cohésion, en particulier, est beaucoup moins forte dans ces sols.

En bordure des thalwegs et dans les zones déprimées on trouve des sols ferrugineux lessivés hydromorphes. Ce sont les sols dominants de l'unité 25, mais parfois ils occupent des surfaces trop faibles pour être isolés, e et ils sont en association dans cette unité 20. Les vallées qui sont toujours très colmatées dès que l'on s'éloigne de la falaise sont occupées par des sols hydromorphes à pseudogley qui constituent l'unité 38 proprement dite.

---

(1) Voir Carte Ouest-Sud.

La végétation est une savane à karité, Terminalia laxiflora, Pterocarpus lucens, Daniellia olivieri avec guiera senegalensis sur les terres en jachères. La strate herbacée est essentiellement constituée de Andropogon gayanus. De grandes zones sont en culture.

La surface du sol présente des plages nues entre les touffes de graminées avec souvent des épandages de sable roux.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions sur matériau sablo-argileux à argilo sableux issu des grès.

1. a Morphologie.

Profil de référence : B O.C 88

Situation : à 25 km de KOUNDOUGOU sur la piste vers KOUKA.

Topographie : Zone à très faible pente légèrement ondulée.

Végétation : Savane claire à karité, Terminalia s.s.p., Pterocarpus lucens et quelques Daniellia olivieri. Tapis moyennement fourni des graminées.

Description du Profil :

0 - 15 cm : Brun gris (10 YR 5/3 4/3). Humifère. Sableux à sablo-argileux. Structure massive à cohésion assez faible, éclats polyédriques mamelonnés à cohésion moyenne par écrasement et faible par cisaillement. Porosité tubulaire bonne. Activité biotique diffuse.
Limite régulière distincte.

15 - 40 cm : Beige rougeâtre (5 YR 5/4,4/4) plus rouge vers le bas, Argilo-sableux. Structure massive à cohésion moyenne à assez forte ; éclats polyédriques à crêtes émoussées, à cohésion forte par écrasement et faible à moyenne par cisaillement. Porosité tubulaire assez bonne. Activité biotique moyenne à médiocre.
Limite régulière graduelle.

40 - 85 cm : Rouge (5 YR 5/6, à sec) Argileux. Structure massive, mais la cohésion devient plus faible en même temps que l'humidité augmente. Identique par ailleurs : la porosité demeure assez bonne. Activité biotique discrète.
Limite régulière distincte.

85 - 135 cm : Couleur identique mais avec 10 à 20 % de taches rouges bien individualisées (2,5 YR 4/8). Argileux. Structure massive à cohésion faible toujours humide. Identique par ailleurs.
Limite régulière graduelle.

135 - 180 cm : Des zones blanches apparaissent progressivement autour des taches rouges et s'étalent peu à peu mais sans jamais prendre une extension très importante. La couleur de fond pâlit vers le bas. Argilo-sableux. Structure massive à cohésion faible ; débit facile en petits polyèdres. Porosité tubulaire moyenne à médiocre.

Enracinement : Bon mais assez irrégulier du chevelu graminéen jusqu'à 15 cm puis moyen à médiocre mais bien réparti des herbacées et des ligneuses jusqu'à 40 cm, puis médiocre jusqu'à 180 cm.

Remarque : Ce profil a été examiné après la chute de quelques fortes pluies, : l'humidification atteint très rapidement et avec facilité les horizons profonds. La partie supérieure du sol se dessèche entre chaque pluie.

Variations autour du profil de référence :

- La présence d'un horizon B de cohésion au dessous de l'horizon superficiel pauvre en argile est un caractère général de ces sols.
- L'appréciation de la cohésion des horizons profonds peut être faussée du fait du degré d'humidité plus élevé mais elle doit toujours demeurer assez faible, même au plus fort de la saison sèche. Ce caractère apparait aussi dans les sols ferrallitiques faiblement et moyennement désaturés de l'unité 24, mais l'horizon de cohésion y est beaucoup moins net .
- Les variations sont assez faibles d'un profil à l'autre . Les taches rouges n'apparaissent pas avant 70 ou 80 cm. En profondeur, au-dessous de 110 cm, les taches de ségrégations ferrugineuses traduisant des conditions d'engorgement temporaire apparaissent aussi dans tous les profils.
- L'épaisseur de l'horizon de surface appauvri varie autour de 20 cm ; dans certains cas l'enrichissement en argile est assez progressif.

1. b Propriétés analytiques. (Voir tableau 19).

Les caractéristiques physiques :

- Il n'y a pratiquement pas d'éléments grossiers et la texture est sableuse à sablo-argileuse dans les horizons de surface, argilo-sableuse à argileuse dans les horizons profonds. Le rapport $\frac{\text{sable fin}}{\text{sable grossier}}$ est généralement inférieur à 1 mais il peut devenir supérieur dans certains horizons profonds.
- La stabilité structurale est moyenne dans tous les horizons, sauf dans l'horizon de cohésion où elle apparaît bonne à très bonne : on aboutit à ce résultat par les valeurs élevées du coefficient de perméabilité K (1)
- La porosité moyenne, est satisfaisante, dans les échantillons de surface. Au-dessous elle est médiocre et il y a des risques d'asphyxie partielle.
- L'eau utile est faible et demeure voisine de 3,5 %. L'eau retenue au pF 4,2 est proportionnellement importante.
- L'indice de drainage est assez moyen en surface, et mauvais au-dessous. La capacité minima pour l'air demeure supérieure à 5 %.

Les caractéristiques chimiques :

- Le taux de matière organique est comparable à celui des autres sols ferrugineux des régions gréseuses (unité 25) : 1,0 à 1,5 % en surface, 0,6 % au-dessous. Le rapport C/N est aussi comparable : 14 - 15 en surface 10 ensuite.
- Les quantités d'azote sont un peu faibles par rapport au taux de matière organique. La fertilité N - pH est moyenne, parfois bonne en surface, et médiocre au-dessous.
- L'équilibre azote-phosphore n'est généralement pas atteint et une légère carence en phosphore se manifeste en surface. Au-dessous cet élément devient sensiblement plus important et le rapport s'équilibre à un niveau médiocre de la fertilité.
- Le pH de l'ordre de 6,2 à 6,4 en surface s'abaisse jusqu'à des valeurs voisines de 5,7 au-dessous. Il est tout à fait comparable au pH des autres sols ferrugineux des régions gréseuses (unité 25).

---

(1) Dans l'horizon de cohésion la peptisation plus importante des colloïdes permet aux petits fragments de terre formés après broyage et passage au tamis de rester bien individualisés pendant la filtration, ce qui donne des mesures de K élevées : 9 à 10 cm/h.

- La capacité d'échange est assez moyenne à médiocre. Elle demeure voisine de 5,5 à 6,0 méq/100 gr. Le taux de saturation qui est calculé pour le profil B.O C 88 paraît anormalement bas et il ne concorde pas avec les valeurs du pH (1). Si l'on considère ces dernières, S/T devrait varier de 60 à 70 % en surface et de 50 à 60 % au-dessous, comme cela se produit dans les autres sols ferrugineux lessivés. La somme des bases totales serait de l'ordre de 3,5 méq/100 gr.
- Tel qu'il apparaît d'après les résultats analytiques, l'équilibre des bases est bon en surface, mais une forte carence en calcium se manifeste au-dessous : les horizons profonds sont fortement carencés en calcium et en magnésium.
- Les bases totales extraites par l'acide nitrique concentré à chaud montre que les réserves en calcium sont beaucoup plus faibles que dans les autres sols sur matériaux issus de grès, surtout en profondeur.

1. c Conclusion :

Les caractéristiques physiques sont relativement plus favorables que dans les autres sols ferrugineux des régions gréseuses, la capacité minima pour l'air en particulier, n'est pas nulle en profondeur. Les propriétés morphologiques sont aussi assez satisfaisantes : bonne profondeur, cohésion assez faible (l'horizon de cohésion peut être atteint par des travaux du sol profond). Les racines pénètrent facilement, et on peut ainsi envisager sur une profondeur importante une exploitation intense des réserves en eau utile et des ressources minérales qui sont faibles à médiocres.

Par comparaison avec les autres sols ferrugineux lessivés des régions gréseuses qui ont une richesse minérale sensiblement meilleure mais avec des caractéristiques physiques et morphologiques nettement plus défavorables, la fertilité de ces sols peut être aussi classée dans la catégorie "moyenne".

---

(1) Les valeurs du pH eau et celles du pH KCl suivent les mêmes variations avec une différence voisine d'une unité pH. Ces valeurs semblent tout à fait convenables. Cette dissociation entre le taux de saturation et le pH a déjà été signalée dans certains sols de la région de BANFORA (MOREAU 1967) sans qu'aucun cation étranger : Al, M_n, ne soit fixé sur le complexe absorbant.

B. 2. Les sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argileux.

Ils ont été étudiés avec l'unité 25 à la page 204 , où l'on se reportera donc.

C - Conclusion Générale.

Cette unité est relativement homogène et elle correspond à des sols profonds de fertilité actuelle assez moyenne.

Cultivable sur à peu près toute son étendue, elle offre un intérêt agronomique certain, en particulier pour l'implantation d'unités de cultures nouvelles. Le complexe absorbant des sols, bien que limité, permet encore l'apport d'engrais à doses assez importantes pour pallier à la pauvreté minérale.

UNITE 20 TABLEAU 19

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOL FERRUGINEUX TROPICAL LESSIVE SANS CONCRETIONS SUR MATERIAU ARGILO-SABLEUX ISSU DE GRES.

N° PROFIL : B O C 88 — HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	881	882	883	884	885			
Profondeur cm.	0,1-15	15-40	40-85	85-135	135-180			
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	0,1	0,1	0,1	0,1	3,0			
Humidité °/₀	1,1	2,0	2,6	2,4	2,0			
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	11,5	32,0	41,9	38,4	32,5			
Limon fin °/₀	8,3	8,2	6,9	8,3	9,4			
Limon grossier °/₀	11,0	7,6	10,4	10,0	13,3			
Sable fin °/₀	28,3	20,0	17,8	19,2	24,6			
Sable grossier °/₀	39,4	31,5	23,0	24,1	20,2			
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	1,52	0,67						
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	8,8	3,9						
Azote °/₀₀	0,60	0,41						
C/N	14,7	9,5						
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,18	0,23	0,18	0,14	0,12			
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀	1,57	2,48	2,55	2,60	2,70			
F_2O_3 total °/₀₀	2,30	3,72	3,82	3,41	3,55			
Fer libre/Fer total	68	67	67	76	76			
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium	2,83	1,54	1,68	1,20	0,65			
Magnésium	5,38	6,19	6,05	4,51	3,09			
Potassium	1,15	2,19	3,09	2,48	1,91			
Sodium	0,02	0,03	0,07	0,38	0,03			
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	2,34	1,67	1,37	0,96	0,38			
Magnésium	0,94	0,87	1,28	1,15	0,47			
Potassium	0,11	0,12	0,20	0,19	0,14			
Sodium	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01			
S	3,40	2,65	2,85	2,30	1,00			
T	5,60	5,35	6,35	5,70	4,80			
S/T = V °/₀	61	50	45	40	21			
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	6,4	6,0	5,8	5,7	5,6			
pH K Cl	5,3	4,7	4,8	4,6	4,5			
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	1,49	1,65	1,63	1,59	1,61			
Porosité °/₀ cm^3	27,1	20,4	21,5	22,7	22,1			
pF 3	8,1	12,7	16,5	15,8	14,0			
pF 4,2	4,4	9,4	13,1	12,5	10,8			
pF 2,5								
Eau utile	3,7	3,3	3,4	3,3	3,2			
Instabilité structurale Is	0,64	1,26	1,85	1,88	1,89			
Perméabilité Kcm h	3,6	9,7	5,4	3,8	4,8			

...es terminées le ... au laboratoire de ...

/ UNITE 21 /

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES OU APPAUVRIS , sans concrétions sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux issu des grès. Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire et lithosols sur cuirasse.

A - Caractères généraux de l'unité.

Extension :

Très réduite, elle se localise en une tache située à l'E. de l'escarpement des grès de BANDIAGARA, sur une avancée déprimée des grès de KOUTIALA. Les matériaux issus de ces grès donnent naissance à des sols ferrugineux modaux, c'est-à-dire sans ségrégations bien individualisées ni concrétions ferrugineuses. Le drainage dans un tel matériau meuble est excellent. Le lessivage est bien mis en évidence par la différenciation d'un horizon A_2, très sableux et poreux, et d'un horizon B textural homogène, à cohésion plus forte mais jamais compact. La texture varie dans ce dernier horizon de sablo-argileuse à argilo-sableuse.

Quelques affleurements de grès restent en relief et sont carapacés. Ils supportent des sols peu évolués gravillonnaires passant localement à des lithosols sur cuirasse. Ces surfaces gravillonnaires sont plus étendues et passent rapidement, dès le haut de pente, à des sols peu évolués à faciès ferrugineux peu étendus, puis aux sols ferrugineux lessivés.

Les thalwegs sont bien marqués mais l'extension des sols à hydromorphie d'ensemble se réduit à l'incision du lit mineur, c'est-à-dire à quelques mètres de large.

La position relativement haute des sols ferrugineux tropicaux lessivés associés à des sols peu évolués gravillonnaires leur confère quelques caractères les distinguant dans le détail des sols de l'unité 20 :

- texture sablo-argileuse
- meilleur drainage et horizon B de cohésion plus rare et plus bas.

Les autres différences morphologiques mineures se dégagent de l'examen du profil H V H 34 que l'on peut comparer au profil de référence de l'unité 20 précédente.

Caractères externes de reconnaissance :

Ce sont ceux des sols qui composent l'association et qui ont été énumérés antérieurement. Cependant le contact surface gravillonnaire-matériau épandu s'étend largement sur les glacis de désagrégation à pente très faible et permet à une végétation mixte caractéristique de se développer.

Aux formations arbustives xérophytes à Combretacées se superpose une végétation arborée lache à Karité et Guiera senegalensis typique des sols plus profonds.

L'aspect superficiel est sableux gris rosé, meuble à très faiblement compacté. Les termitières beige-ocre en dômes peu élevés sont fréquentes.

B - Les Sols.

B. 1. Sols ferrugineux lessivés sans concrétions.

1. a Morphologie.

Profil de référence : H V H 34 KAMADENA

Coordonnées : 12° 35' 50" N.
04° 02' 40" O.

Topographie : Plane de grands glacis sableux s'étendant à la base de la corniche des grès paléozoïques.

Végétation : Jachère de champ de coton à repousses de Guiera senegalensis. Formation antérieure : savane arborée à Combretum micranthum, glutinosum, et à Karité - tapis à Ctenium élegans.

Aspect superficiel : surface gris-rosé - Termitières beiges 40 à 50 cm.

0 - 15 cm A_1 : (7 - 5 YR 5/3) Gris-rosé, sablo-argileux, structure massive à débit faiblement mamelonné. Lamellaire en surface sur 4 cm. Cohésion faible, porosité interstitielle bien développée, tubulaire faible.

15 - 38 cm A_2 : (7 - 5 YR 6 - 5/4). Passage graduel, transition très progressive. Texture sableuse faiblement argileuse. Même structure à débit plus mamelonné. Cohésion moyenne à faible, porosité tubulaire mieux développée.

38 - 80 cm B : (5 YR 5 - 6/6). Limite distincte à graduelle, régulière. Beige. Sablo-argileux, Structure massive à débit polyédrique moyen. Cohésion moyenne. Porosité bien développée. Activité biotique fine moyenne à forte.

80 - 180 cm : (5 YR 6/7). Limite diffuse. Passage très progressif, friable ; texture sablo-argileuse. Structure massive à débit faiblement mamelonné, localement plan. Cohésion faible à très faible. Porosité interstitielle très bien développée. Tubulaire : faible.

Enracinement : moyen et fin, très bien réparti jusqu'à la base avec un meilleur développement en A_1 et B (C).

Variations autour du profil de référence :

Ces sols présentent une remarquable homogénéité morphologique. Les rares variations observées affectent l'horizon B ou la partie supérieure de B (C) où peuvent apparaître alors quelques taches ou ségrégations ferrugineuses diffuses jamais indurées. La cohésion d'ensemble peut alors devenir moyenne à forte, mais la cohésion des mottes reste plus faible. Ce cas est fréquent lorsque la base du profil est interrompue par un niveau gravillonnaire faiblement induré (bas de pente). Le développement racinaire, facilité par la faible compacité d'ensemble, est largement réparti avec des ramifications latérales en surface et à la limite de B et B (C).

B. 2. Les sols peu évolués gravillonnaires.

Ils ont fait l'objet d'études détaillées (Unités 4 et 28) sur lesquelles nous ne reviendrons pas, mais auxquelles il est conseillé de se reporter.

1. b Les propriétés analytiques. (voir tableau 20.)

Aux différences morphologiques entre ces sols et ceux de l'unité 20 s'ajoutent des différences physico-chimiques importantes que nous tenterons de dégager.

Les caractéristiques physiques :

Les taux d'argile sont beaucoup plus faibles notamment en profondeur et la texture reste toujours sablo-argileuse.

Les rapports sables fins/sables grossiers sont toujours supérieurs à 2 (ils approchaient de 1 dans l'unité 20). Le pourcentage de limons fins est très faible et reste à peu près constant.

La capacité de rétention pour l'eau est beaucoup plus faible que celle des sols précédents. Le pourcentage d'eau utile voisine 2,5 au lieu de 3,5 %.

La porosité pour l'air est forte. Aucune asphyxie même partielle des horizons profonds n'est à craindre (le volume de la porosité est plus de trois fois celui occupé par l'eau à pF 3).

La stabilité structurale est médiocre en surface, elle s'améliore en profondeur (moyenne en A_2, moyenne à bonne en B).

Cette amélioration suit celle de la perméabilité.

Les caractéristiques chimiques :

La matière organique, peu abondante, se minéralise bien (0,5 % contre 1,0 et 1,5 pour l'unité 20. C/N de 9,4 en surface contre 14).

Les pH sont identiques (6,2). L'acidification de profondeur reste constante dès l'horizon A_2.

Le complexe absorbant apparait bien moins pourvu que celui des sols précédents. Ainsi la somme des bases échangeables atteint à peine 2 méq. et la capacité d'échange est réduite de moitié (3 méq contre 6).

L'équilibre des bases est moyen en surface où le magnésium domine le calcium, meilleur en dessous où le taux des éléments remonte. Les valeurs en potassium sont moyennes compte tenu du faible pourcentage d'éléments fins.

c. Conclusion.

Plus désaturés que les sols de l'unité 20, de propriétés physiques équivalentes excepté une capacité de rétention en eau plus faible, liés à des sols peu évolués gravillonnaires et à des lithosols sur cuirasse, de possibilités culturales très réduites, ces sols sont agronomiquement moins intéressants que les précédents. Des amendements minéraux importants et des engrais verts sont à préconiser avant toute mise en valeur pour rehausser le complexe absorbant et le taux de matière organique de surface. Ces sols conviendraient à l'arachide, au petit mil et au haricot niébé.

UNITE 21 TABLEAU 20

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES SANS CONCRETIONS SUR MATERIAU SABLO-ARGILEUX A ARGILO6SABLEUX ISSU DE GRES. UNITE 21

N° PROFIL : H V H 34
KAMADENA - Haute-Volta.

N° Echantillon	341	342	343	344				
Profondeur cm.	0,1-15	15-38	38-80	80-180				
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	0,1	0,1	0,1	0,1				
Humidité °/₀	0,5	0,6	1,0	1,0				
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	8,5	11,5	19,0	19,0				
Limon fin °/₀	2,0	1,7	2,0	2,5				
Limon grossier °/₀	8,9	7,1	6,7	8,9				
Sable fin °/₀	57,6	53,8	47,5	49,1				
Sable grossier °/₀	22,5	25,6	24,6	20,4				
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	0,52	0,26	0,19	0,14				
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	3,0	1,5	1,1	0,8				
Azote °/₀₀	0,32	0,17	0,17	0,14				
C/N	9,4	8,8	6,5	5,7				
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,10	0,11	0,17	0,14				
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀	1,15	1,37	1,80	1,70				
F_2O_3 total °/₀₀	1,18	1,49	1,93	1,78				
Fer libre/Fer total	98	92	94	95				
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium								
Magnésium								
Potassium								
Sodium								
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	0,93	0,58	0,89	1,02				
Magnésium	0,96	0,27	0,51	0,58				
Potassium	0,11	0,09	0,15	0,16				
Sodium	0,01	0,01	0,01	0,01				
S	2,00	0,95	1,55	1,75				
T	3,15	2,75	3,80	3,30				
S/T = V °/₀	63	35	41	53				
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	6,3	5,5	5,7	5,7				
pH K Cl	5,2	4,4	4,5	4,5				
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.		1,59	1,67					
Porosité °/₀		23,0	19,9					
pF 3	4,8	4,8	7,8	8,2				
pF 4,2	2,2	2,7	5,5	5,5				
pF 2,5								
Eau utile °/₀	2,6	2,1	2,3	2,7				
Instabilité structurale Is	1,22	1,37	1,80					
Perméabilité Kcm/h	1,5	3,0	3,8	4,0				

Analyses terminées le : ..... au laboratoire de : .....

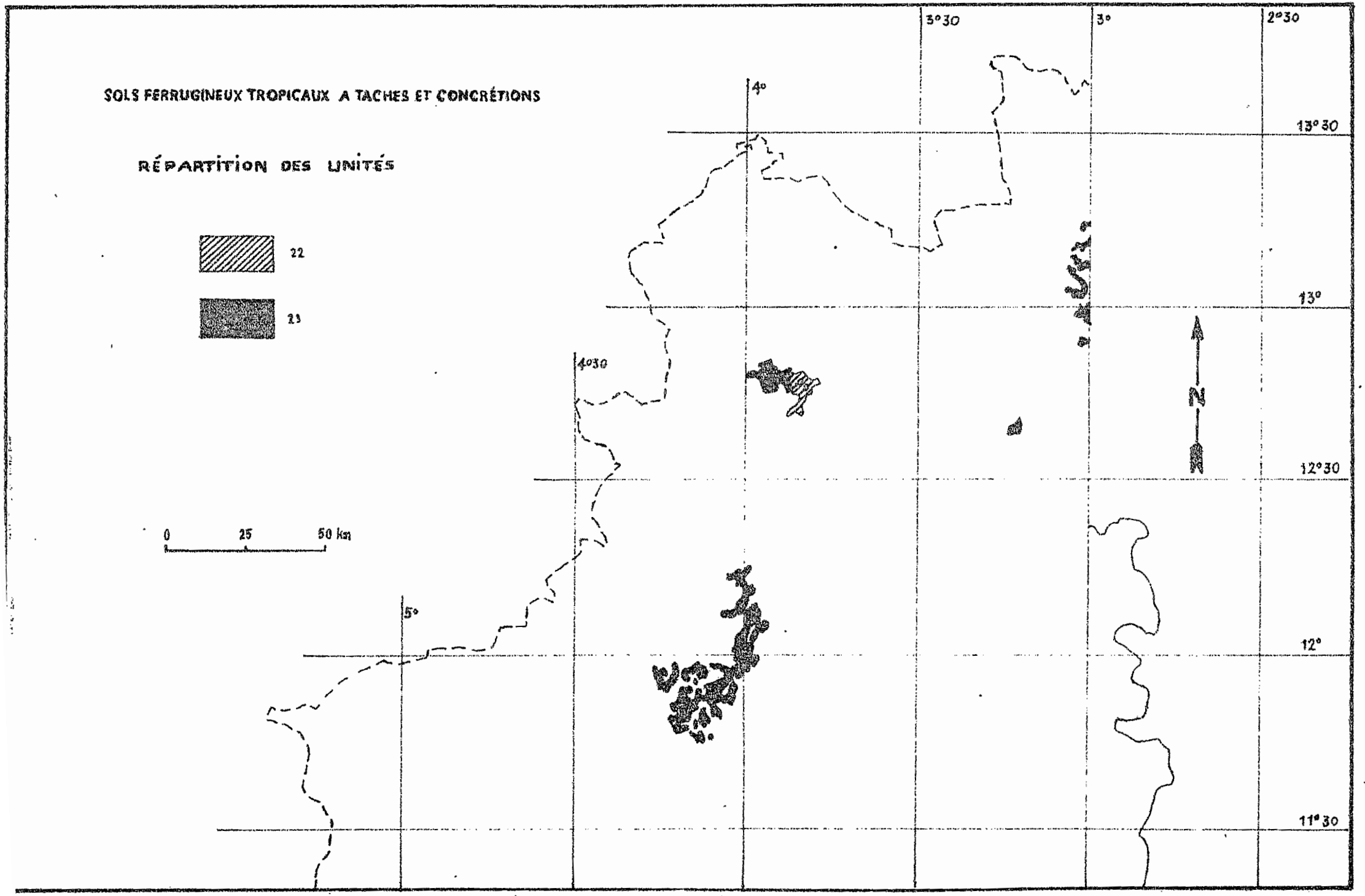

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX A TACHES ET CONCRÉTIONS
RÉPARTITION DES UNITÉS
22
23
0
25
50 km
3°30
3°
2°30
4°
13°30
13°
4°30
12°30
5°
12°
11°30
N

PLANCHE 11

/ UNITE 22 /

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES OU APPAUVRIS , à taches et concrétions, sur matériau argilo-sableux.

Les sols Ferrugineux à taches et concrétions sont climaciques des régions soudaniennes et soudano-sahéliennes, notamment sur roche-mère gréseuse du type "continental terminal". Il suffit pour cela de constater leur grande répartition au Sénégal et au Niger méridional. On peut alors se demander pourquoi leur extension est si limitée dans la zone qui nous intéresse. Plusieurs raisons seraient à avancer :

- l'importance des variations paléoclimatiques expliquerait la large extension des sols hydromorphes et des vertisols et des sols peu lessivés sur sables éoliens. L'évolution de type hydromorphe est renforcée par la topographie plane et la largeur des thalwegs.
- la pauvreté en éléments fins des matériaux issus des grès paléozoïques ou des recouvrements sableux dunaires.

Les sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions ont une morphologie caractéristique qui rend leur distinction aisée :

Aux horizons A_1 et A_2 des lessivés modaux, ils ajoutent un ou plusieurs horizons B d'accumulation, tachés et concrétionnés souvent décolorés, plus ou moins structurés, le plus souvent compacts et à faible porosité. Il semble que l'un des phénomènes essentiels de la pédogénèse soit l'hydromorphie dont les deux phases annuelles successives provoquent l'engorgement, la mise en solution du fer puis la précipitation et l'oxydation sous forme de concrétions, le reste de la matrice présentant un aspect réduit plus pauvre en fer. Toutefois ces phénomènes d'hydromorphie sont limités dans le temps (3 mois par an) et conduisent à des caractères morphologiques qui les distinguent des sols hydromorphes classiques (taches et concrétions situées plus bas, sous le A_2 ; absence de pseudo-gley typique).

A - Caractères généraux :

Extension :

En unité pure ces sols ont une extension très réduite : environs de NOUNA et bordure N.E. de la frontière malienne.

Ils se localisent préférentiellement sur les glacis d'épandage d'origine mixte colluvio-alluviale (mise en évidence par de petits niveaux gravillonnaires) de pente faible, se raccordant vers le haut à la surface tubulaire gravillonnaire et cuirassée du moyen glacis, vers le bas au glacis inférieur des axes de drainage.

Les constituants granulométriques du sol oscillent entre deux pôles argileux et sableux, la dominante étant le plus souvent celle du matériau, c'est-à-dire argileuse. L'argile, de type kaolinite, est probablement héritée et provient du matériau d'altération des grès.

La végétation donne une bonne idée de la répartition des sols sur le glacis : végétation saxicole (Combretum divers) sur le moyen glacis cuirassé - arborée lache (savane parc à Karité) sur le glacis d'épandage - hygrophile dans les thalwegs.

Ce critère est utile sur le terrain car le décrochement du moyen glacis est souvent peu marqué et le passage à la nappe de recouvrement est alors linéaire et à peine perceptible.

B - Les Sols.

1. a Morphologie :

Profil de référence : H V H 61 NOUNA

Coordonnées : 12° 44' 40" N.
3° 50' 50" O.

Topographie : Glacis de pente très faible (inférieure à 1 %) se raccordant à une butte gravillonnaire du moyen glacis. Profil situé à mi-pente.

Végétation : Jachère de mil à repousses de Combretum glutinosum, Guiera senegalensis, Bauhinia reticulata, quelques Karités préservés.

Aspect superficiel : surface sableuse érodée, cultures sur billons bas indiquant un drainage interne limité.

0 - 16 cm : (10 YR 5 - 4/3) gris rosé. Texture sableuse faiblement limoneuse. Structure massive à débit moyennement mamelonné. Lamellaire sur 3 cm en surface. Cohésion moyenne. Porosité tubulaire fine bien développée, interstitielle moyenne. Activité biotique tubulaire moyenne (inférieur à 0,5 cm Ø).
A_1 Rares petits gravillons.

16 - 36 cm : (7,5 YR 5/3). Contraste fort, transition 5 cm, limite ondulée. Beige grisâtre. Texture sablo-argileuse. Structure massive à débit polyédrique moyen faiblement mamelonné. Cohésion d'ensemble moyenne à forte, cohésion des mottes moyenne. Porosité bien développée, meilleure activité biotique.
A_2

36 - 84 cm : (5 YR 5/5). Contraste moyen. Transition 10 cm. Brun ocre, sablo-argileux à argilo-sableux. Même structure mais à débit mamelonné sub-anguleux. Cohésion plus forte. Porosité interstitielle fine, bien développée, tubulaire plus faible. Activité biotique faible. Quelques petits gravillons roulés de 0,1 à 0,5 cm de Ø.
B_1

84 - 170 cm : (5 YR 6/6). Contraste fort. Transition graduelle, beige rougeâtre. Argilo-sableux. Structure polyédrique moyenne à fine en assemblage compact. Cohésion forte. Porosité tubulaire moyennement développée, interagrégat faible. Concrétions denses (70 % bien individualisées, rouges (2,5 YR 4/7), subsphériques, bien réparties. Activité maximum à la base. (cavités de 5 à 10 cm).
B_{21} cn

170 - 210 cm : (10 YR 8 - 7/2). Contraste fort, transition brutale idem, mais avec une matrice grisâtre et une cohésion plus forte.

Enracinement : Moyen et fin bien développé jusqu'à 40 cm, ensuite faible jusqu'à 150 cm.

Variations autour du profil de référence :

A l'échelle du glacis, les sols se répartissent selon des toposéquences où l'épaisseur du sol augmente vers le bas en même temps que le drainage interne se réduit.

Les variations concernent essentiellement l'épaisseur de l'horizon concrétionné, la densité et l'induration des concrétions, l'importance du lessivage de l'horizon A_2 et de l'appauvrissement de l'horizon humifère.

En bas de pente, on trouve soit les sols ferrugineux hydromorphes traités dans l'unité 25, soit les sols hydromorphes à pseudo-gley structurés ou non, qui, lorsque les vallées sont larges et planes, ont été cartographiés en association où ils dominent les sols ferrugineux. (Unité 37).

En bordure de la surface cuirassée du moyen glacis, sur une étroite bande, se développent des sols ferrugineux lessivés, peu épais dont le développement est limité par la présence à faible profondeur du niveau gravillonnaire du moyen glacis en pente sous la couverture colluviale. Les migrations obliques du fer, alimentées par la cuirasse sus-jacente, indurent la base de l'horizon concrétionné et le niveau gravillonnaire pour former une carapace à passées écailleuses obliques. En haut de pente, ces sols passent par diminution extrême de leur épaisseur aux sols peu évolués d'érosion gravillonnaire.

1. b Les propriétés analytiques : (Tableau 21)

Les caractéristiques physiques :

Le taux d'éléments fins (Argiles + limons fins) croît progressivement en profondeur. Le maximum d'argile se situe soit en B, soit à la base du profil. L'appauvrissement des horizons de surface en éléments fins, dû à l'érosion, est très marqué.

La texture de profondeur est toujours argilo-sableuse et quelquefois même franchement argileuse. Les rapports de lessivage varient de 1/1,6 à 1/2,5. Le rapport sables fins/sables grossiers est généralement supérieur à 1 sauf quelquefois dans l'horizon de surface lorsque l'appauvrissement est maximum (cas des sols très cultivés sur légère pente).

La capacité de rétention pour l'eau est médiocre à moyenne pour le mètre supérieur de sol (150 à 200 mm), moyenne pour le mètre profond (260 à 300 mm). Les hauteurs "d'eau utile" sont respectivement de 48 et 80 mm ce qui est relativement peu sous sultures "sèches".

Toujours très bonne en surface, la porosité devient le plus souvent inférieure au volume d'eau retenue à pF 3 en profondeur et entraîne des risques d'asphyxie partielle en saison des pluies.

Les taux d'instabilité structurale sont assez élevés et déterminent des stabilités médiocres à mauvaises en surface. Sous l'horizon humifère, ces taux sont compensés par une meilleure perméabilité et les stabilités deviennent moyennes. La perméabilité croît régulièrement en profondeur . Les tests structuraux de HENIN indiquentune faible protection des agrégats par la matière organique. En effet, le traitement au benzène ne laisse subsister que le tiers des agrégats ayant résisté au traitement de l'alcool (l'action destructive de ce liquide est minimum).

Les caractéristiques chimiques :

Les taux de matière organique sont assez faibles (médiane : 1 % en surface). La diminution de ces taux semble en rapport avec le degré d'érosion, sous végétation préservée, nous avons en effet trouvé des valeurs atteignant 2 %. La minéralisation est moyenne (C/N entre 12 et 14).

Toujours légèrement acide, le pH est minimum en B, et passe par deux maxima en A_1 et à la base.

Les taux de saturation sont assez bas sauf à la base du profil où ils remontent brusquement (médiane 70 %).

La désaturation de l'horizon B est difficilement expliquable, la somme des bases échangeables étant plus élevée en B qu'en A_2. La réserve en bases échangeables est moyenne à médiocre.

L'équilibre des bases est normal malgré les faibles valeurs en potassium. Le magnésium domine le calcium, excepté en surface.

Les valeurs très basses de phosphore entrainent un mauvais équilibre avec l'azote.

1. c Conclusions :

La fertilité chimique de ces sols est médiocre : taux de matière organique, phosphore et somme des bases trop faibles. Leurs propriétés physiques sont moyennes, mais l'horizon humifère, généralement érodé et appauvri, et le danger érosif certain orientent, avant toute mise en valeur, les pratiques culturales vers la lutte contre l'entrainement superficiel par le ruissellement. (non exploitation des sols sur pente supérieure à 1 %, banquettes, labours et binages permettant la pénétration des eaux...)

Les cultures possibles sont entre autres, le mil, le coton, le sésame.

SOLS FERRUGINEUX LESSIVES A TACHES ET CONCRETIONS

UNITE 22 TABLEAU 21

PROFIL TYPE HVH 61 NOUNA					
Profondeur	0,1-16	16-36	36-84	84-170	170 à 210
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Humidité %	1,0	1,4	2,4	2,9	2,4
Argile %	11,6	19,8	36,7	33,4	35,8
Limon fin %	7,3	6,6	6,9	9,6	9,7
Limon grossier	13,8	13,1	9,9	11,8	13,2
Sable fin %	39,8	35,5	27,2	27,6	28,2
Sable grossier	26,5	24,4	18,9	17,4	12,9
Mat. organique	1,00	0,55	0,41	0,21	0,22
Carbone ‰	5,8	3,2	2,4	1,2	1,3
Azote ‰	0,42	0,31	0,35	0,27	0,23
C/N	13,8	10,3	6,9	4,5	5,6
P_2O_5 total ‰	0,20	0,20	0,23	0,24	0,15
F_2O_3 libre %	1,76	2,07	2,59	4,02	3,29
F_2O_3 total %	2,52	2,45	2,76	4,10	3,79
Fer libre/F. T	70	84	94	98	87
Structure					
Arg. + Limons	17,2	25,5	44,8		
Agr. (Alcool	34,3	51,2	50,9		
Agr. (Eau	30,9	33,5	43,7		
Agr. (Benzène	28,4	24,1	19,0		
Bases échan. méq/100g de sol					
Ca	1,74	1,17	1,38	1,95	1,98
Mg	1,09	1,47	1,69	2,07	2,10
K	0,14	0,15	0,13	0,14	0,16
Na	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
S	3,00	2,80	3,20	4,15	4,25
T	5,35	5,50	6,80	7,45	6,60
S/T = V %	56	51	47	56	64
pH eau	5,8	5,7	5,5	5,5	5,9
pH K Cl	4,7	4,5	4,4	4,5	4,9
Poids sp. ap.	1,7	1,59	1,66		1,72
Por. cm^3/100 g.	18,9	22,9	20,3		18,1
pF 3	8,0	9,8	15,3	16,4	15,9
pF 4,2	4,1	6,2	11,3	12,2	11,5
Eau utile %	3,9	3,6	4,0	4,2	4,4
Inst. Struct.	1,77	1,63	2,04		
Perméab. Kcm/h	1,1	2,9	3,6	2,9	2,2

7 PROFILS	Max.	Min.	Moy.	Méd.
Arg.+ Limons				
A_1	23,6	11,9	18,5	18,9
A_2	45,4	11,2	27,8	26,6
B	63,1	36,1	43,6	42,2
Base	45,5	41,5	43,8	44,2
Mat. O. $\%A_1$	1,87	0,41	0,97	1,00
Azote ‰ A_1	0,69	0,20	0,42	0,43
Phos. ‰ A_1	0,35	0,09	0,20	0,20
K. échang.				
A_1	0,35	0,07	0,16	0,14
A_2	0,48	0,05	0,16	0,12
B	0,27	0,07	0,16	0,15
Base	0,39	0,16	0,25	0,22
S.				
A_1	3,65	1,35	2,70	2,80
A_2	3,85	1,15	2,75	2,95
B	5,90	1,60	3,30	3,15
Base	7,60	2,65	4,90	4,65
T.				
A_1	6,40	2,20	4,60	5,35
A_2	7,70	2,10	5,25	5,85
B	8,65	5,10	6,70	7,15
Base	7,85	6,60	7,0	6,75
S/T				
A_1	72	51	60	57
A_2	65	46	53	51
B	79	31	49	42
Base	97	40	69	69
pH				
A_1	6,5	5,8	6,1	6,1
A_2	6,8	5,4	6,0	6,0
B	6,7	5,2	5,7	5,5
Base	7,3	5,4	6,2	6,0

Equ. bases% (valeurs médianes)	Ca	Mg	K
A_1	53,7	36,9	5,0
A_2	45,1	51,3	5,1
B	39,8	53,0	4,6
Base	49,1	46,6	4,5

/ UNITE 23 /

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES OU APPAUVRIS. A taches et concrétions sur matériau argilo-sableux. Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire et lithosols sur cuirasse.

A - Caractères généraux de l'unité :

Extension :

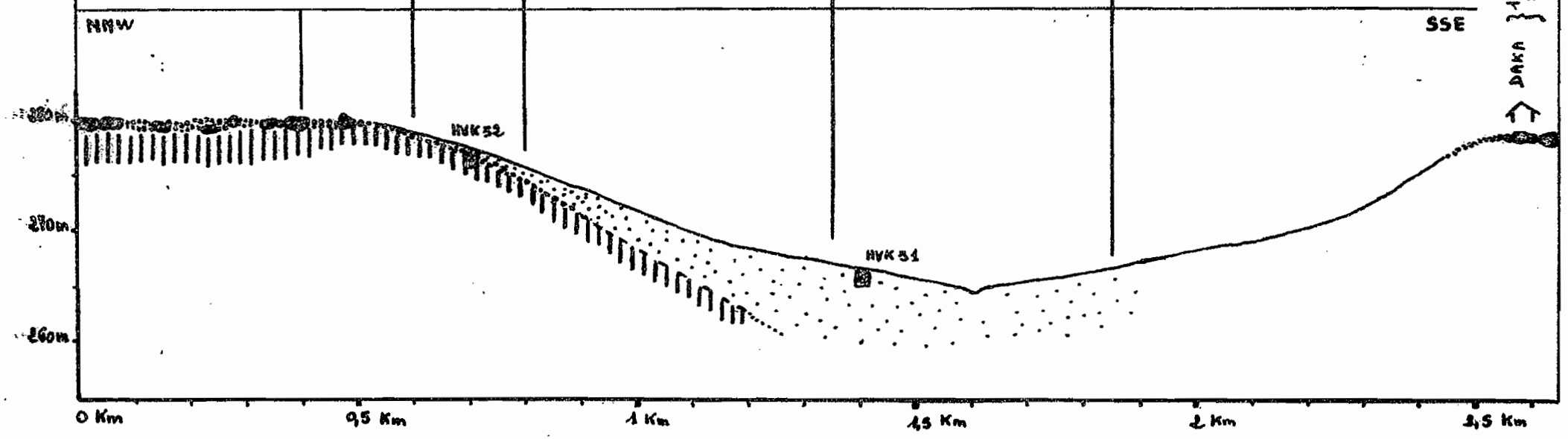
Elle est très lache et assez réduite et apparaît sous forme de taches dispersées autour de NOUNA, vers le 12° parallèle et le long du 3° méridien où elle s'étend largement vers l'E. dans le secteur Centre-Nord cartographié par R. BOULET. L'extension est indépendante du substrat géologique : grès paléozoïques au Sud, Continental Terminal au centre et bordure du socle granitique vers l'Est. Elle est influencée par un modelé particulier où les points hauts des interfluves (moyen glacis principalement) supportant les sols peu évolués gravillonnaires, sont peu étendus, souvent convexes et passent très vite à la couverture meuble colluvio-alluviale des vallées. Celles-ci sont relativement larges par une extension des versants de pente sensible (1 à 2 %) aboutissant à l'incision peu marquée du thalweg. Le décrochement cuirasse-glacis n'est pas perceptible sur le terrain.

Caractères externes de reconnaissance :

Les éléments géomorphologiques précédents donnent des indications utiles. La végétation permet de suivre la répartition des sols le long des glacis. Le passage des sols gravillonnaires aux sols ferrugineux, en haut de pente, est marqué par l'éclaircissement puis la disparition du bush à espèces saxicoles (Combretum micranthum et aculeatum, Cassia suberiana) à tapis de Loudetia togoensis. Heeria insignis nous a semblé être une bonne indicatrice du passage. Vers le bas de pente la savane arborée lache à Karité, Khaya, Ptérocarpus lucens (au sud) Sclerocarya birrea (au Nord), Combretum glutinosum, Andropogon Gayanus ou sub-amplectens, typique des sols ferrugineux lessivés s'accroît de quelques espèces hygrophiles : Terminalia avicinoïdes, Ximenia americana. (voir planche n° 12)

REPARTITION DES SOLS DE L'UNITÉ 23 - Planche 12

CUIRASSE DU MOYEN GLACIS	GLACIS D'EPANDAGE COLLUVIO-ALLUVIAL			
Bush à Combretum micranthum, aculeathum, et Cassia suberiana. Tapis à Loudetia togoensis.	Savane arborée lache à Karité Khaya - Sclerocarya birrea; Combretum glutinosum. Andropogon gayanus. Ctenium.	Savane parc à Dichrostachys glomerata Ficus sp. Terminalia. Andropogon gayanus		
UNITE 4	UNITE 23			
SOLS PEU EVOLUES sur matériau gravillonnaire association à lithosols sur cuirasse.	SOLS PEU EVOLUES faciès ferrugin.	SOLS FERRUGINEUX LESSIVÉS à taches et concrétions	SOLS FERRUGINEUX LESSIVES hydromorphes	



L'aspect de surface, typique sur sols gravillonnaires, devient rose ou beige meuble en position médiane et blanc rosé compacté en topographie basse.

B - Les Sols.

1. a Morphologie :

Les sols se répartissent en toposéquences courtes de l'ordre du kilomètre.

Du haut en bas, quatre tranches de sols sont à distinguer : (schéma n° 12)

- les sols peu évolués d'érosion gravillonnaires associés à des lithosols sur cuirasse. Ils ont été étudiés dans l'unité 4 et ne seront donc pas repris.
- les sols peu évolués d'érosion à "faciès ferrugineux" : ils constituent un intergrade vers les sols ferrugineux lessivés. Le profil H V K 32 dégagera leurs caractéristiques.
- les sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions : ils sont identiques à ceux de l'unité précédente (Unité 22).
- les sols ferrugineux lessivés hydromorphes : ils feront l'objet d'une étude rapide (profil HVK 31).

B. 1. Sols peu évolués d'érosion à facies ferrugineux :

Profil de référence : H V K 32 DAKA

Coordonnées : 13° 10' 20" N.
03° 02' 30" O.

Topographie : versant de butte gravillonnaire. Pente 1 à 2 %. Profil en haut de pente, aux 3/4 supérieurs du versant en bordure de la zone gravillonnaire.

Végétation : Savane arbustive à Combretum micranthum, Sclerocarya birrea, Combretum nigricans et Guiera sénégalensis. Tapis discontinu à Ctenium elegans et Loudetia togoensis.

Aspect superficiel : Surface sableuse faiblement encroûtée grisâtre, localement gravillonnaire, quelques gros blocs de cuirasse.

0 - 20 cm : (10 YR 5/3). Gris jaunâtre. En surface sur 2 - 3 cm croûte fragile limoneuse. Horizon gravillonnaire (70 %). Terre
A fine sablo-argileuse. Structure massive à débit polyédrique large, localement grumeleuse autour des racines. Cohésion d'ensemble faible. Cohésion des mottes très faible. Porosité tubulaire fine assez bien développée, texturale large bien développée (gravillons). Activité biotique fine. Gravillons : de 0,5 à 5 cm de ∅ sub-émoussés à arrondis. Patinés en surface.

20 - 42 cm : (7,5 YR 6/5). Beige. Un peu plus gravillonnaire. Terre
B (c) fine plus argileuse. Cohésion très faible. Porosité texturale bien développée.

au-delà de 42 cm : Passage progressif - gros débris de cuirasse conglomératique et faiblement vacuolaire, constituée de débris de grès
C ferruginisés et kaolinisés en poches, soudés entre eux par des films de fer concentriques. La kaolinite des poches et tubulures est blanche, rose ou jaune.

Enracinement : Fin et moyen bien développé en surface, très fin et plus faible de 20 à 40 cm, rare au-dessous.

Encore très proches des sols peu évolués, la différenciation d'un petit horizon B' (C) beige à terre fine argilo-sableuse, s'épaississant avec la pente, marque le passage aux sols ferrugineux plus profonds.

Variations autour du profil de référence :

Elles intéressent :

- l'épaisseur et le pourcentage de gravillons de l'horizon A (l'érosion peut conduire à une épaisseur plus faible et une diminution du taux d'éléments fins).
- l'induration plus ou moins grande de l'horizon C.

B. 2. Sols Ferrugineux lessivés hydromorphes.

Profil de référence : H V K 31 DAKA

Coordonnées : 13° 10' 00" N.
03° 02' 20" O.

Topographie : Glacis de pente douce 1 à 1,5 % vers le S.-S.E. à 600 m. du profil précédant et 10 m. plus bas. A 200 m du marigot et 3 m. plus haut.

Végétation : Champ de mil avec quelques arbres préservés : Dichrostachys glomerata et Ficus sp.
En dehors du champ : savane parc très lache, cultures sur billons.

Aspect superficiel : Beige rosé très sableux. Plages compactées localisées.

0 - 20 cm (A_1) : (7,5 YR 5,6/4). Beige grisâtre, sablo-limoneux. Structure massive à débit polyédrique anguleux. Cohésion d'ensemble moyenne à forte (compaction verticale). Cohésion des mottes faible. Porosité tubulaire fine moyennement développée. Activité biotique tubulaire moyenne. Quelques gravillons de cuirasse roulés et patinés.

20 - 38 cm (A_2) : (7,5 YR 5,6/6). Passage distinct, régulier, beige jaunâtre à rougeâtre. Sablo-argileux (sables grossiers). Structure massive à débit polyédrique sub-anguleux. Cohésion des mottes plus forte. Porosité bien développée.(interstitielle et tubulaire). Activité biotique très forte (cavités 2 - 3 cm. Tubulure 1 cm ∅). Toujours quelques gravillons, plus petits.

38 - 118 cm : (7,5 YR 5/5). Passage graduel . Limite difficile, régulière. Jaune rosé. Argilo-sableux ; structure massive à tendance polyédrique fine à moyenne. Assemblage compact. Cohésion d'ensemble forte. Cohésion des mottes forte. Porosité plus faible. Activité biotique forte. (Termites). Concrétions de fer et manganèse assez bien individualisées. Densité 30 %, apparaissant aux 3/4 supérieurs de l'horizon.
Les polyédres structuraux paraissent formés vers le bas d'agrégats argileux roses plus durs et moins poreux que la matrice.

118 - 210 cm : (10 YR 6,5/6). Limite distincte 3 à 4 cm. Très régulière. Jaune brunâtre. Argilo-sableux. Structure massive à débit polyédrique très anguleux, compact. Cohésion forte. Porosité faible. Marmorisations et taches jaune-rouge mal individualisées dans une matrice blanchâtre.

Enracinement : fin, faiblement développé, diminue en profondeur pour disparaître vers 1,20 m.

L'hydromorphie apparaît à la base du profil sous la forme d'un horizon de pseudogley épais, compact, limitant le développement des racines. La culture traditionnelle sur billons atteste de l'engorgement saisonnier du profil jusqu'à un mètre environ. Au sud du 13ème parallèle, la largeur des vallées provoque la large extension des sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble et la "remontée", sur les versants, de ces sols qui n'occupent plus alors qu'une mince bande autour des reliefs résiduels. (Régions de ZOUMBARA-GASSAN).

Les variations morphologiques sont faibles et ne portent que sur la profondeur de l'horizon hydromorphe et sa structure qui au mieux peut devenir polyédrique moyenne en assemblage compact.

Ce sol marque la variation vers les ferrugineux hydromorphes largement représentés au sud et étudiés dans l'unité 25, où ils sont en association avec des sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble.

. b Propriétés analytiques : voir tableau 22 .

Pour l'essentiel des sols de cette association, le lecteur voudra bien se reporter aux unités précédentes : 22 et 4. Nous examinerons succinctement les analyses des deux autres types de sol de la chaine dont la description a été fournie plus haut.

Sol peu évolué d'érosion à faciès ferrugineux : H V K 32.

Les caractéristiques physiques et chimiques de l'horizon humifère apparaissent identiques à celles des sols peu évolués modaux de l'unité 4 (Profil B O A 31). Par contre l'horizon B (C), qui s'individualise aux dépens de la cuirasse démantelée sous-jacente, présente des propriétés intéressantes, chimiques notamment, qu'il faut souligner :

- Taux d'argile élevé, matière organique encore abondante à 40 cm (1 %), bon rapport C/N, complexe absorbant bien pourvu (élévation du pH, de la somme des bases, du phosphore), équilibre azote-phosphore correct.

Sol ferrugineux lessivé hydromorphe : H V K 31.

Comparé aux sols de l'unité 22 et 25, ce sol se place en position intermédiaire, en particulier en ce qui concerne les propriétés physiques. Cependant la rétention en eau utile et la stabilité structurale sont médiocres en surface (Is élevé).

Les caractéristiques chimiques sont variables : taux de matière organique très faible en surface, de phosphore médiocre, somme des bases échangeables bonne en profondeur, où la saturation est presque atteinte, valeurs de potassium nettement plus élevées que pour les sols précédents.

1. c Conclusions.

Ce sont celles de l'unité 22 précédente. Les sols les plus intéressants apparaissent être les sols de bas de pente à hydromorphie de profondeur, mais il importera de contrôler le niveau d'engorgement de profondeur. Mil et coton conviendraient à ces sols, sous réserve de relever le taux de matière organique et d'améliorer la structure. Les sols peu évolués à faciès ferrugineux offrent des potentialités plus grandes que celles de l'unité 4, cependant l'épaisseur du sol reste limitée et les risques d'érosion sont réels.

UNITE 23

TABLEAU 22

	SOLS FERRUGINEUX LESSIVES HYDROMORPHES PROFIL TYPE - H V K 31 DAKA				SOLS PEU EVOLUES d'EROSION à faciès ferrugineux. PROFIL TYPE : HVK 32 DAKA	
Profondeur en cm.	0,1 - 20	20 - 38	38 - 118	118-210	0,1-20	20 - 42
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1	50,0	80,0
Humidité %	0,6	1,5	2,6	2,7	1,0	4,3
Argile %	9,0	23,8	36,3	36,1	11,0	37,2
Limon fin %	3,0	2,8	5,9	8,1	8,7	7,8
Limon grossier %	12,1	10,1	13,5	13,3	13,3	7,1
Sable fin %	56,9	44,0	33,7	31,2	44,0	19,5
Sable grossier %	18,5	18,9	10,3	11,2	21,5	27,4
Matière organique t.%	0,48	0,43	0,31	0,12	1,49	1,02
Carbone %	2,8	2,5	1,8	0,7	8,6	5,9
Azote ‰	0,26	0,24	0,20	0,09	0,64	0,50
C/N	10,8	10,4	9	8	13,4	11,8
$P_2 O_5$ total ‰	0,14	0,20	0,17	0,18	0,30	0,44
$F_2 O_3$ libre %	1,43	2,68	3,22	3,44	2,85	11,2
$F_2 O_3$ total %	2,00	3,65	4,15	4,50	3,50	12,8
Fer libre/Fer total	71	73	78	76	81	87
Bases échang. méq/ 100 g. de sol						
Calcium	1,12	2,40	3,73	5,04	2,22	2,67
Magnésium	0,70	0,94	1,87	2,13	1,81	1,59
Potassium	0,35	0,48	0,27	0,39	0,21	0,14
Sodium	0,01	0,01	0,04	0,05	0,01	0,02
S	2,20	3,85	5,90	7,60	4,25	4,40
T	3,40	5,95	7,45	7,85	5,90	9,05
S/T = V %	65	65	79	97	72	49
pH eau	6,5	6,8	6,7	7,3	6,3	6,8
pH K Cl	5,4	5,3	5,4	5,6	5,2	5,7
Poids spéc. appar.	1,52			1,79		
Porosité cm³/100 g.	25,7			15,8		
pF 3	5,0	10,3	15,7	17,0	10,6	
pF 4,2	2,8	6,9	11,1	11,9	4,2	
Eau utile %	2,2	3,4	4,6	5,1	6,4	
Inst. Struct. Is	3,23	2,79			1,90	
Perméabilité Kcm/h	1,3			0,7		

Dans certains cas l'absence de mottes empêche l'analyse de certaines caractéristiques physiques.

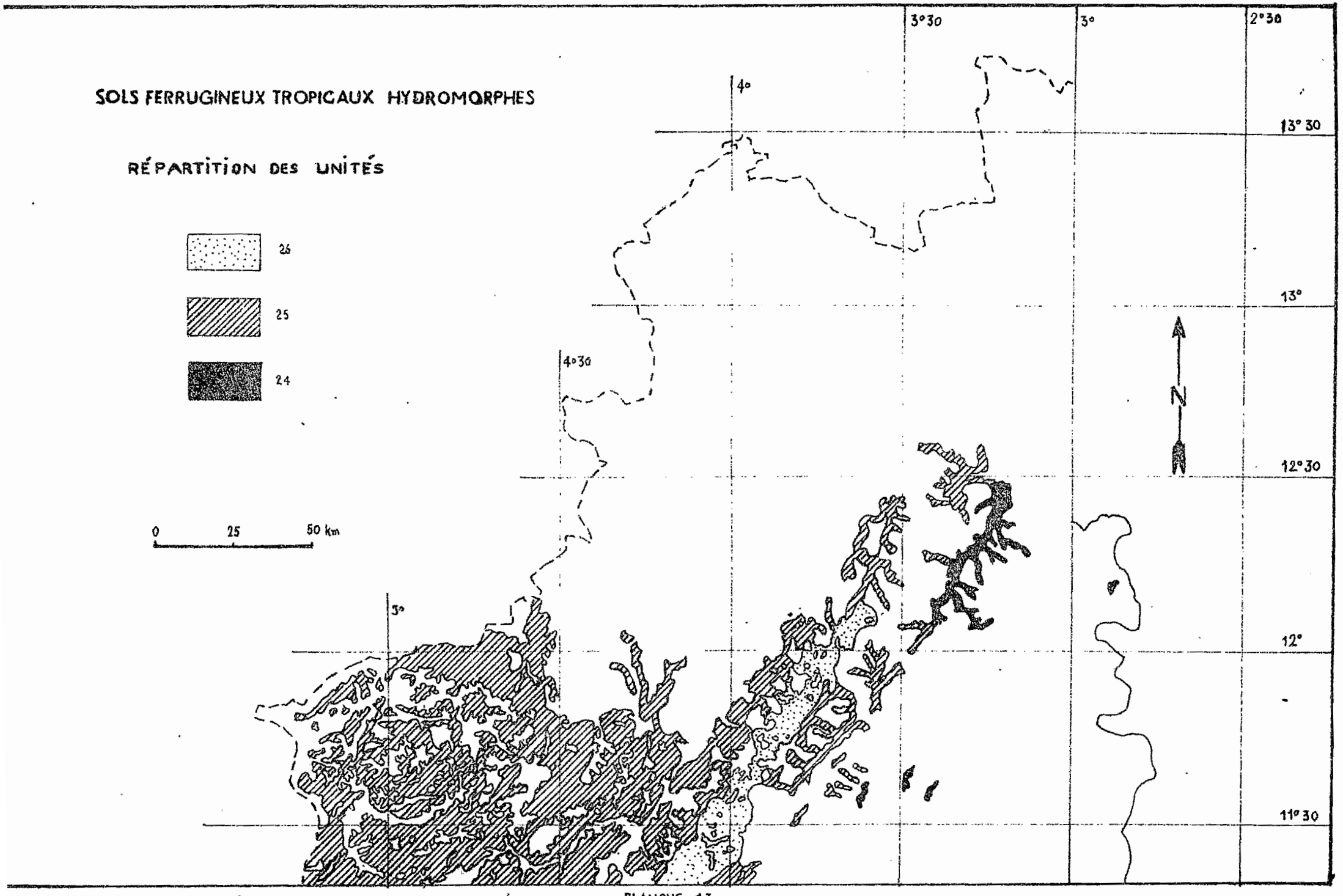

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX HYDROMORPHES
RÉPARTITION DES UNITÉS
26
25
24
0
25
50 km
3°30
3°
2°30
4°
4°30
3°
13° 30
13°
12°30
12°
11°30
N

PLANCHE 13

/ UNITE 24 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX Lessivés Appauvris Hydromorphes sur matériaux sablo-argileux à argileux.
Association à Sols Ferrallitiques faiblement et moyennement désaturés

A - Caractères généraux :

Cette unité regroupe deux sols qui sont étroitement associés géomorphologiquement et qui ne pourraient être dissociés cartographiquement qu'à des échelles supérieures au 1/50.000ème.

La première famille, celle des sols Ferrugineux, devient par contre très dominante géographiquement dans d'autres secteurs d'extension plus importante, et cela a incité à définir une unité cartographique séparée, unité 25. De ce fait, les sols Ferrugineux de l'unité 24 seront étudiés en détail dans cette unité à laquelle on se reportera.

Les sols Ferrallitiques pour leur part ont des caractères communs avec ceux de l'unité de la carte Ouest-Sud (sols moyennement désaturés) mais ils en diffèrent par deux points :
- répartition sur le terrain
- profondeur des profils.
C'est la raison pour laquelle ils sont définis dans ce chapitre.

Critères externes de reconnaissance :

Le modelé est caractérisé par des pentes assez longues, faibles à moyennes, se raccordant à des thalwegs assez mal incisés sur le terrain. Les sommets des pentes sont en forme de crête amortie souvent ceinturée par des affleurements de grès, épars, peu étendus. Parfois ils correspondent à des petites buttes témoins cuirassées.

Les sols Ferrallitiques occupent la partie supérieure des pentes, les sols Ferrugineux la partie moyenne et inférieure.

Tous ces sols se sont développés sur des matériaux issus de l'étage géologique des grès à yeux de quartz. Ce sont des grès grossiers (JONQUET :Remarques sur les formations sédimentaires Ouest-Voltaïque 1963 B R G M),

friables à gros galets de quartz, avec des ciments d'argile kaolinitique, parfois ferrugineux, contenant de rares passées de schistes argileux rouges.

Ces grès forment une bande Nord-Sud qui se poursuit dans la région de BOBO-DIOULASSO. Mais l'unité 24 (ou 19 carte O.S.) s'arrête au nord de BOBO-DIOULASSO.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols Ferrallitiques

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O B 97

Situation : à 1,4 km de OUARKOYE sur la piste vers SAFANE.

Topographie : sommet de pente faible, à 200 m d'une butte cuirassée vers le Sud.

Végétation : Savane à Daniellia olivieri, Karités, Guiera senegalensis, quelques grands Parkia biglobosa. Tapis assez dense d'Andropogon gayanus.

Surface du sol : plane régulière.

Description du profil :

0 - 30 cm : Brun 7,5 YR 5/4, sableux avec quelques éléments grossiers : gravillons ferrugineux et graviers de quartz, on trouve même quelques laitiers de forgeron à la limite inférieure. Structure massive à cohésion assez forte par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire surtout fine, assez bonne. Quelques galeries de 2 à 5 mm : activité biotique moyenne, irrégulièrement répartie. Enracinement moyen des herbacées, meilleur vers le haut où il est assez bien réparti, les racines prennent très vite une tendance horizontale. Limite régulière graduelle à diffuse.

30 - 70 cm : Rouge 2,5 YR 5/8 - 4/8. Argilo-sableux (sables grossiers) avec quelques gravillons ferrugineux et graviers de quartz. Structure massive à cohésion moyenne à forte ; éclats anguleux aplatis à petites crêtes, cohésion forte par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière, bonne mais assez irrégulière. Activité biotique importante mais très irrégulière ; nombreuses galeries : 2 - 3 mm avec des cavités atteignant 10 cm. Enracinement médiocre des herbacées qui suivent quelques fines fentes de dessiccation ou les zones à forte activité biotique.

Vers 120 cm on peut trouver quelques petites taches diffuses plus rouges enrichies en fer et à texture plus fine, mais elles sont assez difficile à voir.

- Ce profil est caractérisé par un horizon B, épais, puisque se poursuivant de 30 à 170 cm, très homogène, morphologiquement, et de couleur rouge soutenue.
- Les caractères de cet horizon justifient le classement en Sols Ferrallitiques par comparaison aux sols de la région d'Orodara (carte Ouest-Sud), sols rouges très profonds.

Cependant les sols Ferrallitiques de l'unité 24 ont certains caractères morphologiques particuliers qui justifient la création de séries différentes de celles des sols d'Orodara, (outre le mode de répartition et d'association des sols qui justifie deux unités cartographiques). Ce sont :

- l'épaisseur relativement faible des profils (2 - 3 m) parfois limitée par un niveau gréseux.
- la tendance à une structuration massive de l'horizon B, avec perte nette des caractères de friabilité.
- la présence de caractères hydromorphes faiblement développés dans les horizons profonds, des petites taches diffuses étant signalées dans le cas du profil BOB 97 entre 120 et 170 cm.
- les taux de saturation du complexe absorbant qui sont variables et dépassent 50 % dans le cas de plusieurs profils dont celui de référence, classé de ce fait en Sols Ferrallitiques faiblement désaturés.
  D'autres profils ont des taux de saturation inférieurs à 40 % et de ce fait sont à classer comme les sols de Bobo-Dioulasso et d'Orodara dans les Ferrallitiques moyennement désaturés.
  A l'échelle du 1/500.000ème ces diverses séries de sols ne peuvent être différenciés.

Caractéristiques analytiques : Tableau 23

Les teneurs en argile granulométrique du profil BOB 97 dépassent 30 % dans l'horizon B, mais le point important est l'appauvrissement en surface, l'horizon A ayant moins de 10 % d'argile, avec 50 % de sables grossiers.

L'horizon A est d'autre part pauvre en matière organique totale 0,8 %, en azote total 0,3 ‰ .

Par contre les teneurs en calcium échangeable de l'horizon B supérieurs à 0,8 méq , (soit moyen à faible), ne sont pas négligeables vue la profondeur de l'horizon.

Le pH eau reflète cet état puisque variant de 5,5 à 6,0 en profondeur, atteignant 6,6 en surface où le taux de saturation est de 75 %.

Par contre les teneurs en bases totales (au sens agronomique) sont peu élevées, en particulier pour le calcium qui n'atteint pas 2 méq/100 g. Les réserves chimiques sont donc faibles, l'horizon de 55 à 75 cm semblant cependant être un niveau sensible d'accumulation de bases.

Les caractères structuraux sont remarquables.
L'instabilité structurale en surface 0,90 ne dépasse 1,5 que dans l'horizon 55 - 75, ce qui indique d'ailleurs une tendance à la création d'un horizon B structural.

Ce caractère joint au caractère massif de la surstructure, et à la tendance à une hydromorphie de profondeur indique une évolution nette vers le type morphologique définissant les sols Ferrugineux Tropicaux, tendance cependant nettement moins accrue que dans les sols de la région de Banfora.

Cependant la perméabilité de l'ensemble du profil est bonne (3,4 à 4,8 cm au laboratoire dans l'horizon B), et ce caractère peut confirmer à lui seul le classement en sols ferrallitique .

Variations autour du profil de référence :

Le taux de répartition en surface des sols rouges ferrallitiques et beiges ferrugineux tropicaux peut varier selon le modèle, les sommets pouvant être gravillonnaires (démantèlement des grès cuirassés) et la couronne de sols rouges peu étendue.

L'importance des remaniements peut être grande, et la marque la plus importante est la présence de lits de gravillons dans les profils. Certains profils peu profonds sont entièrement développés sur des matériaux remaniés et reposant en discontinuité sur du grès altéré avec des cailloutis (B O B 13).

Les sols de sommets sont aussi souvent gravillonnaires, tandis que sur les glacis ils ne le sont guère, le passage aux sols beiges de plus en plus hydromorphes sur la pente se réalisant assez progressivement.

Les textures des profils ont une variabilité moyenne, les horizons B étant souvent aux environs d'un mode de 30 % d'argile, valeur sensiblement inférieure à celle des sols rouges d'Orodara. En surface par contre certains profils sont très sableux, de 5 à 10 % d'argile. De ce fait les sols sont très comparables

à ceux décrits au Sénégal dans la région de Nioro-du-Rip (morphologie, couleur, profondeur, texture, relations avec les sols beiges).

Enfin, la variabilité des taux de saturation a été signalée plus haut.

Possibilités d'utilisation :

Les caractères essentiels à prendre en considération pour l'utilisation agronomique sont les suivants :

- relative homogénéité des profils, à perméabilité bonne, sans horizon net d'arrêt pour l'enracinement, et de profondeur supérieure à 80 cm dans la grande majorité des cas.
- pauvreté assez générale en matière organique, azote total et bases.

De ce qui précède et compte tenu de la minéralisation active de ces sols on en déduit que les engrais organiques et chimiques associés seront très efficaces.

Les essais de OUARKOYE (I R A T) confirment ce point, les formules P et NP étant les plus rentables.

Les sols rouges ferrallitiques sont donc très intéressants. Mais ils risquent de se dessècher rapidement, et ont besoin d'apports de matière organique et d'engrais chimiques.

C - Conclusion Générale :

Cette unité est caractérisée par deux catégories de sols assez différents :

- des sols rouges assez profonds, assez pauvres chimiquement, mais homogènes, offrant une bonne pénétration aux racines, bien drainés intérieurement et extérieurement.
  Ces sols rouges dont la vocation culturale serait la spéculation arborée peuvent être utilisés pour de nombreuses plantes, mais à condition d'y amener un complément d'éléments fertilisants.
- des sols beiges à profondeur p us faible, mais à appauvrissement chimique moins accusé que les précédents (cf unité 25).

Les caractères physiques sont peu favorables, leurs caractères chimiques moyens, et ils ont été classés comme de fertilité moyenne à médiocre.

Cependant, vu leur profondeur il est possible d'y effectuer des cultures variées, qui pourraient profiter des réserves d'eau temporaires en profondeur.

Des recherches agronomiques seraient nécessaires pour préciser non seulement les équilibres de fumure, mais surtout le mode de rotation et le type de travail des horizons supérieurs.

UNITE 24 TABLEAU 23

	SOL FERRALLITIQUE - Profil B O B 97			
Profondeur en cm	0,1 - 20	20 - 35	55 - 75	120 - 137
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1
Humidité %	0,4	0,6	1,3	1,3
Argile %	8,2	15,8	33,5	30,5
Limon fin %	2,0	3,0	3,0	3,5
Limon grossier %	6,9	6,6	7,3	8,7
Sable fin %	30,3	22,5	19,0	19,2
Sable grossier %	51,8	51,6	37,2	38,1
Matière organique %	0,79	0,54		
Carbone ‰	4,6	3,1		
Azote ‰	0,32	0,25		
C/N	14,4	12,4		
$P_2 O_5$ total ‰		0,21	0,24	0,23
$F_2 O_3$ libre ‰	1,70	2,14	3,05	2,96
$F_2 O_3$ total ‰	1,89	2,59	3,31	2,98
Fer libre/Fer total	90	83	92	99
Bases totales méq/100 g de sol.				
Ca	2,02	1,15	1,73	1,13
Mg	1,00	2,26	4,08	3,19
K	0,69	1,33	2,22	2,00
Na				0,20
Bases échangeables méq/100 g de sol				
Ca	0,91	0,74	1,19	0,83
Mg	0,85	0,78	1,39	1,01
K	0,10	0,08	0,13	0,10
Na	0,02	0,02	0,02	0,02
S	1,90	1,60	2,75	1,95
T	2,55	2,85	4,05	3,50
S/T = V %	75	56	68	56
pH eau	6,6	5,9	6,0	5,5
pH KCl	5,6	4,8	5,3	4,6
Poids spéc. appar.	1,72	1,70	1,90	1,86
Porosité cm^3/100 g	18,1	18,9	12,7	13,8
pF 3	4,1	6,3	12,0	11,1
pF 4,2 ,	2,1	4,3	9,2	9,0
Eau utile %	2,0	2,0	2,8	2,1
Instabilité struct.	0,90	1,14	1,73	1,54
Perméabilité Kcm/h	1,7	3,4	4,8	1,8

/ UNITE : 25 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX lessivés ou appauvris hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argileux. Association à sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux.

A - Caractères Généraux :

Cette unité qui occupe les bas glacis (pente 1 à 2 %) dans les régions gréseuses a été bien située par GUICHARD (1) dont nous reprenons les propres termes : "Cette unité se délimite facilement par le modelé à l'aide de la vision en relief. C'est toute la surface qui est comprise entre les alluvions (ou l'axe de drainage en l'absence d'alluvions) et la première marche d'escalier correspondant généralement à un niveau cuirassé. La limite de cette unité, en l'absence d'alluvions, se présente parfois comme l'enveloppe du réseau hydrographique dont elle suit les indentations. Du côté des alluvions, lorsqu'elles existent, le contraste du relief est encore accentué par la différence de teinte : gris clair dans l'unité contre gris foncé dans les alluvions".

Il s'agit donc là de considérations essentiellement géomorphologiques et photographiques. Dans la représentation cartographique au 1/500.000ème les axes de drainage ne couvrant qu'une étroite bande ont été inclus à l'unité 25 ; lorsqu'ils prennent une extension plus grande, ils ont été repris dans les unités 36 ou 38. L'unité 25 est donc topographiquement limitée, vers le bas par ces deux unités 36 ou 38 et vers le haut par l'unité 4.

Au nord du parallèle 10°, l'unité 25 n'a qu'une extension limitée le long des thalwegs. Au S. de ce même parallèle elle prend une extension beaucoup plus importante "ce qui montre l'état d'avancement poussé de l'aplanissement" (GUICHARD - 1966) (1). Vers l'E. , cependant, les surfaces gravillonnaires sont encore importantes et les positions topographiques équivalentes sont représentées par les unités 23 ou 28.

Cette unité n'apparait généralement pas sur l'étage géologique des grès à yeux de quartz au S. du parallèle 12° 10'.

---

(1) GUICHARD E. Note préparative sur une tournée et la photo-interprétation de la région de BOBO-DIOULASSO - BANFORA - ORODARA - BAMA - (Haute-Volta). Juillet 1966 - Bibliothèque ORSTOM - HANN.

Les profils, généralement mal drainés, sont des sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur la plus grande partie des glacis à pente faible, avec des sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions le long des thalwegs ou sur les surfaces sans drainage externe. A la partie supérieure de la pente se développent aussi des sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions ; ils sont de plus faible extension, et l'étude en est faite avec celle des sols ferrugineux lessivés hydromorphes.

Des sols gravillonnaires pourraient aussi figurer en impuretés cartographiques, mais étant donné l'importance de leur mise en culture il est difficile de les individualiser par photointerprétation. Des prospections à plus grande échelle seraient nécessaires, en particulier dans la région S.E. de la carte Ouest Nord. Ailleurs, en avant du talus d'érosion limitant les buttes témoins cuirassées, on peut aussi décrire des sols ferrugineux non lessivés, jeunes, sur matériau d'altération remaniés, mais leur extension est si faible qu'ils ne peuvent être que signalés dans cette étude.

La végétation est une savane arbustive à karité, Parkia biglobosa, Terminolia s.s.p. avec Andropogon gayanus auxquels s'ajoutent de nombreuses autres espèces. Les surfaces cultivées sont assez importantes : mil surtout.

La surface du sol présente souvent des plages nues entre les touffes de graminées, avec par endroit des petites termitières épigées.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argileux.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O C 87

Situation : à 11 km de KOUNDOUGOU sur la piste vers KOUKA.

Topographie : Grande zone à pente faible (1 - 2%)

Végétation : Ancienne zone de culture à karités avec quelques Khaya senegalensis et parkia biglobosa : tapis herbacé à graminées.

Surface du sol : Plages nues : quelques petites termitières épigées.

Description du profil :

0 - 20 cm : Gris beige (10 YR 5/2 5/3) légèrement plus clair au-dessous 10 cm. Humifère. Argilo-sableux à argileux avec quelques gravillons, plus argileux au-dessous de 10 cm. Structure massive à cohésion moyenne à faible, éclats anguleux assez gros (10 - 15 cm) à crêtes émoussés, cohésion forte à assez forte par écrasement et assez faible par cisaillement. Porosité tubulaire bonne (tendance mie de pain). Activité biotique moyenne assez bien répartie, petites galeries et quelques cavités.
Limite régulière, distincte à graduelle.

20 - 50 cm : Beige (10 YR 7/6) mais légèrement plus foncé dans les zones à forte activité biotique plus humifères (10 YR 6/4) taches rouges très irrégulières, parfois ce ne sont que des mouchetures, 5 à 10 % vers le bas. Argileux. Structure massive à cohésion moyenne, débit par polyèdres fins à moyens à cohésion forte par écrasement, et faible par cisaillement. Porosité tubulaire assez bonne mais très irrégulière. Activité biotique importante mais irrégulière. Limite un peu ondulée, distincte à graduelle, par augmentation de la densité des taches : 30 - 40 %.

50 - 90 cm : Jaune beige très pâle (10 YR 8/6) avec des taches rouges (2,5 YR 4/6) très nettes et irrégulières (pseudogley). Identique par ailleurs.
Limite régulière distincte et graduelle.

90 - 170 cm : Horizon à taches rouges irrégulières sur fond pâle (10 YR 8/3), dans les galeries présence de terricules plus beige. Argilo-sableux. Structure massive mais à cohésion plus faible. La porosité très irrégulière dépend aussi de l'activité biotique qui est très irrégulière : par endroits la densité de galeries est importante avec quelques cavités, et la cohésion est faible.

Enracinement : Moyen en surface mais devenant rapidement médiocre des herbacées. L'enracinement des ligneuses est moyen de 20 à 45 cm ; il est faible ensuite.

Variations autour du profil de référence :

- La présence d'un horizon de surface (20 à 30 cm) pauvre en argile caractérise ces sols ferrugineux lessivés.
- Le niveau à engorgement temporaire (pseudogley) qui remonte dans l'exemple choisi à 50 cm peut apparaître à une profondeur variable entre 50 et 100 cm. La ségrégation des couleurs est variée, mais nous n'avons classé dans le sous-groupe hydromorphe que des sols possédant des horizons avec des zones blanchâtres d'expurgation ferrugineuse, même si celles-ci ne constituent qu'un

qu'un mince liserai autour des taches rouges, sinon les sols sont rattachés au sous-groupe à taches et concrétions.

- Le débit polyédrique des horizons tachetés est parfois très facile : tendance à une structuration mal développée.
- Certains profils présentent un pourcentage assez élevé d'éléments grossiers (jusqu'à 30 %) à moyenne ou grande profondeur. Ce matériau de remaniement grossier se situe généralement en avant des grandes collines cuirassées où apparaissent des pointements de dolérites, souvent aussi il se trouve induré et constitue des glacis qui correspondent à l'unité 28
- La nature des grès appartenant aux différents étages, se reflète sur la texture des sols. Les étages : gréso-schisteux dolomitiques et dans quelques cas les schistes de TOUN, portent des sols à texture partiellement limoneuse particulièrement nette dans les horizons de surface : le pourcentage de limons peut atteindre 42 %, dont la moitié est fournie par des limons fins. Sur l'étage gréso-schisteux dolomitique, les sols sont souvent riches en éléments grossiers : éléments irréguliers, anguleux et aplatis, à facies schisteux et ferruginisés ; peu nombreux en surface ils peuvent atteindre 60 % à moyenne profondeur.
- Enfin dans les régions où il y a des taches d'unité 7 (affleurements de grès) les sols sont souvent limités en profondeur par la roche gréseuse. On peut considérer que toutes les surfaces comprises entre les taches de l'unité 7 correspondant à une même bande d'affleurements (cf unité 7, p. 68) sont caractérisées par des sols dont le profil B O C 15 est un exemple :

Situation : à 40 km de OUARKOYE sur la route vers BOBO-DIOULASSO.

Topographie : zone assez plane très légèrement ondulée.

Végétation : Savane arbustive assez lache, Combretum s.s.p., Terminalia laxiflora, Gardenia erubescens. Graminées par touffes espacées : Andropogon gayanus

Surface du sol : Plages dénudées, quelques petites termitières épigées.

Description du profil :

0 - 20 cm : Marron-clair (10 YR 5/3). Humifère. Sableux (sables fins) Structure massive à cohésion assez faible, éclats aplatis à arêtes vives, faces concoïdales à petites crêtes, cohésion assez forte par écrasement, et faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine surtout, bonne. Des fentes de dessiccation verticales déterminent de très larges prismes, (40 - 50 cm), non ébranlés.
Limite régulière distincte.

20 - 50 cm : Marron-beige clair (7,5 YR 6/6) à petites taches rouges (2,5 YR 5/8) irrégulières. Argilo-sableux avec quelques éléments grossiers (1 cm) et cailloux de grès. Structure massive à cohésion très variable : forte à assez moyenne (dépend de l'activité biotique); éclats très irréguliers souvent arrondis, à crêtes non émoussées : cohésion très forte par écrasement, variable par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière, bonne.
Limite ondulée brutale.

Au-dessous de 50 cm : Gros parpaings de grès : 20 x 40 cm, empilés horizontalement, ou légèrement obliques, comme dans un mur. Ils sont assez facilement cassables, nombreuses diaclases ; cassures jaunes avec des petits points roses, les bords deviennent rouille sombre. L'activité biotique se développe avec intensité entre les blocs.

Enracinement : Moyen mais très mal réparti des herbacées, en surface il y a aussi quelques racines ligneuses fines à moyennes, horizontales jusqu'à 20 cm. Ensuite enracinement médiocre des herbacées et ligneuses tapissant les fentes de dessication jusqu'à 50 cm. Des ligneuses se développent entre les blocs de grès au-dessous de 50 cm.

Ce profil est donc semblable aux autres sols ferrugineux lessivés dans sa partie supérieure mais il repose brutalement sur un niveau gréseux. Dans certains cas ce niveau n'est pas disloqué et on trouve une dalle massive : avec ces sols sont associés des sols profonds, dont certains se développent entre des affleurements de grès sur des matériaux de comblement très remaniés : ils sont généralement mal drainés et peuvent être classés avec les sols ferrugineux lessivés hydromorphes.

1. b Propriétés analytiques. (Voir tableau 24).

Les caractéristiques physiques.

- La texture est sableuse à sablo-argileuse (limons grossiers aux sables très fins) avec environ 12 % d'argile en surface. Au-dessous elle est argilo-sableuse parfois argileuse : le taux d'argile varie le plus souvent entre 30 et 40 % mais il peut aussi atteindre 50 %.
- La stabilité structurale est médiocre dans les horizons de surface ; elle est moyenne à médiocre au-dessous.
- La porosité est faible même en surface et quelques échantillons apparaissent dans la zone à asphyxie partielle. A moyenne profondeur (50 cm) il y a toujours asphyxie théorique partielle au pF 3, et en profondeur (1 m) les points se

groupent à la limite entre asphyxie partielle et asphyxie totale : le plus grand nombre appartient à cette dernière.

- L'eau utile est en faible quantité. Elle est sensiblement plus élevée dans les horizons profonds mais elle ne dépasse pas 5 %.

- L'indice de drainage est mauvais dans les horizons de surface, il est très mauvais ensuite. En profondeur la capacité minima pour l'air est souvent nulle.

Les caractéristiques chimiques :

- La matière organique est en quantité moyenne (1 %) pour des sols ferrugineux lessivés, mais dans de nombreux profils elle est de l'ordre de 0,80 %. En profondeur elle diminue rapidement jusqu'à 0,60 %. Elle semble assez bien décomposée pour des sols de ce type : C/N = 13 - 14 ; en profondeur C/N = 10.

- Les teneurs en azote sont assez variables mais dans l'ensemble on peut les considérer comme assez moyennes à médiocres. La fertilité N - pH est moyenne à médiocre en surface, elle est médiocre parfois basse, au-dessous.

- L'équilibre azote-phosphore est généralement satisfait, avec des teneurs moyennes en phosphore. On ne note que quelques cas de carence en phosphore, par contre, un certain nombre de sols sont relativement bien pourvus en cet élément dans leurs horizons moyens.

- Le pH est comparable à celui des autres sols ferrugineux lessivés : 6,2 - 6,5 en surface ; s'abaissant ensuite jusqu'à 5,7 - 5,8 avec une remontée assez nette en profondeur. Les exceptions ne sont pourtant pas rares sur des surfaces aussi vastes que celles couvertes par cette unité. Certains sols conservent un pH relativement constant (de l'ordre de 5,7) dans tous les horizons. Il est enfin des cas où le pH atteint la neutralité avec un complexe absorbant voisin de la saturation. Ce sont des sols géographiquement et topographiquement bien définis, situés sur des surfaces toujours assez limitées, subissant l'influence d'affleurements doléritiques ou dolomitiques voisins. Cette influence s'exerce le plus souvent par l'intermédiaire des rivières issues des affleurements en relief, et qui viennent enrichir les zones situées vers l'aval.

- La capacité d'échange est assez variable dans les horizons de surface en raison des teneurs différentes en argile et en matière organique. Elle est plus constante au dessous avec des valeurs assez moyennes.

- Le taux de saturation suit les mêmes variations que le pH et il est du même ordre de grandeur que dans les autres sols ferrugineux lessivés de la région : 60 - 70% compte tenu cependant des observations concernant le pH que nous venons de faire.
- La somme des bases échangeables est moyenne à médiocre, les valeurs sont comparables à celles obtenues dans les sols ferrugineux lessivés hydromorphes des régions schisteuses, sauf en surface où elle peut être beaucoup plus basses. L'équilibre des bases est souvent assuré dans les horizons de surface (20 - 10 - 1,5), mais dans certains cas (20 - 15 - 1,5) la richesse en magnésium induit des carences relatives en calcium et en potassium qui se généralisent en profondeur : 20 - 15 à 20 - 1 à 1,5 dans les horizons moyens (vers 50 cm), et : 20 - 15 - 2 à 0,5 dans les horizons profonds.
- Les bases totales extraites à l'acide nitrique concentré à chaud révèlent des réserves en bases comparables dans les sols sur grès et dans les sols sur schistes (le magnésium est cependant plus faible dans les premiers). Les sols sur granites apparaissent nettement plus pauvres (tableau 26)

1. c Conclusion :

Les sols lessivés hydromorphes présentent donc des caractéristiques physiques peu favorables : porosité, drainage interne et eau utile sont insuffisants. Mais ils sont généralement profonds et les remontées capillaires à partir des horizons profonds engorgés peuvent se prolonger assez longtemps après les dernières pluies pour parfaire la croissance des plantes. Les caractéristiques chimiques apparaissent dans l'ensemble plus satisfaisantes.

Par comparaison aux sols de même type des régions schisteuses (1) (unité 26) nous placerons ces sols dans la catégorie des fertilités moyennes à médiocres.

B. 2. Les sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux.

Il s'agit des sols de l'unité 38 qui sont étudiés à la page 300, à laquelle le lecteur voudra bien se reporter.

---

(1) Les sols ferrugineux lessivés des régions schisteuses ont des horizons de surface généralement plus riches.

C - Conclusion Générale.

Cette unité qui associe des sols profonds présente un intérêt agronomique certain en raison aussi de sa grande expansion.

Le drainage interne insuffisant constitue un caractère général mais il se présente avec une intensité très variable.

Les sols ferrugineux lessivés hydromorphes peuvent fournir de grandes zones de culture qui conviennent à la plupart des plantes, ordinairement cultivées. Les sols hydromorphes au contraire ne peuvent satisfaire qu'à des plantes supportant l'hydromorphie, leur vocation est essentiellement rizicole, mais une connaissance de l'hydrologie est nécessaire avant la mise en oeuvre de travaux d'aménagement.

UNITE 25

TABLEAU 24

	Sol ferrugineux lessivé hydromorphe sur matériau sablo-argileux à argileux-sableux. BOC 87				Sol ferrugineux Lessivé limité en profondeur par la roche gréseuse. BOC 15	
Profondeur cm	0,1-20	25 - 45	65 - 75	115- 130	0,1-20	20-50
Refus 2 mm %	10,0	0,1	0,1	0,1	7,0	0,1
Humidité %	1,4	2,6	2,8	2,4	0,8	2,3
Argile %	12,3	43,2	41,9	31,6	9,0	32,7
Limon fin %	9,5	10,8	10,8	17,1	5,5	8,4
Limon grossier %	18,5	14,9	15,5	16,0	13,0	12,7
Sable fin %	26,4	14,3	16,2	20,1	64,0	39,7
Sable grossier	31,7	16,2	15,6	15,2	7,2	6,0
Matière organique %	1,64	0,62			0,99	0,47
Carbone ‰	9,5	3,6			5,7	2,7
Azote ‰	0,68	0,40			0,43	0,39
C/N	14,0	9,0			13,2	6,9
P_2O_5 total ‰	0,33	0,20	0,21	0,14	0,15	0,29
F_2O_3 libre ‰					1,16	1,76
F_2O_3 total ‰					1,51	2,45
Fer libre/Fer total					77	72
Bases totales méq/100 g de sol						
Calcium	3,94	3,19	3,36	3,22	2,26	2,26
Magnésium	3,26	4,97	5,52	6,15	3,21	6,26
Potassium	1,73	2,70	3,27	2,49	1,47	4,41
Sodium	0,02	0,07	0,14	0,10	0,03	0,05
Bases échangeables méq/100 g de sol						
Calcium	2,99	2,72	3,06	2,71	1,73	1,87
Magnésium	1,29	1,17	1,23	1,03	0,97	1,23
Potassium	0,40	0,12	0,10	0,11	0,16	0,17
Sodium	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
S	4,70	4,00	4,40	3,85	2,90	3,30
T	6,55	7,15	7,00	5,80	4,5	6,85
S/T = V %	72-	56	63	66	64	48
pH eau	6,3	5,8	6,2	6,2	6,2	5,4
pH KCl	5,6	4,7	5,1	5,3	5,2	4,2
Poids spéc. appar.	1,63	1,74	1,68	1,73	1,57	1,71
Porosité cm^3/100 g	21,5	17,5	19,6	17,8	23,6	18,3
F 3	9,2	16,7	17,6	16,3	9,4	14,6
pF 4,2	5,1	12,6	13,5	12,0	6,4	9,7
Eau utile	4,1	4,1	4,1	4,3	3,0	4,9
Instabilité structura	1,38	1,55	1,50	1,68	2,19	2,47
Perméabilité Kcm/h	1,3	3,3	3,5	2,1	1,6	1,0

/ UNITE : 26 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX lessivés ou appauvris hydromorphes sur matériau limono-argileux à argileux. Association à sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux.

A - Caractères généraux.

Cette unité apparait dans les régions birrimiennes.
Elle se situe le long des vallées qui correspondent à l'incision pratiquée dans les anciennes surfaces cuirassées par le réseau hydrographique dense (unité 27). Nous avons vu (p. 20) que dans beaucoup de cas les bas glacis de raccordement sont de nature gravillonnaire et seul le bas fond correspondrait à cette unité 26, mais de surface trop limitée il ne peut être cartographié séparément. Certaines rivières cependant, occupent une vallée largement ouverte dont les pentes portent des sols profonds développés sur un matériau mis en place par des phénomènes de polyphasage. Les gravillons ont disparu en surface et constituent le plus souvent un niveau enterré à grande profondeur. Ces vallées correspondent à l'unité 26.

Le profil transversal d'une telle vallée prend la forme d'un V très largement ouvert, moins étroit que dans le cas des vallées de l'unité 27. Il se différencie aussi du profil transversal en U très évasé et aplati des vallées de l'unité 38 caractérisées par un comblement alluvionnaire beaucoup plus important.

Les sols se différencient bien en fonction de la topographie. On trouve du sommet vers le bas :

- Les sols gravillonnaires à la limite de l'unité 27. Ils ne sont normalement pas représentés dans l'unité 26. Cependant la limite n'est pas toujours nettement visible à la photo-interprétation et ils peuvent y figurer en tant qu'impuretés cartographiques.
- Les sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions.
- Les sols ferrugineux lessivés hydromorphes.
- Les sols hydromorphes occupant les fonds de thalweg correspondent aux sols hydromorphes de l'unité 38. Dans l'unité 26 ils se limitent généralement à une étroite bande mais peuvent prendre dans certains cas une extension plus importante, ex. : cuvette de KONA.

Les sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions, et lessivés hydromorphes sont étudiés ensemble. Ils ne présentent pas en effet de propriétés analytiques très différentes. Les sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions semblent cependant moins largement répandus et de ce fait ils ne figurent pas dans la légende au 1/500.000ème.

Cette unité, par sa position géomorphologique et par la nature des sols qu'elle regroupe, correspond assez bien à l'unité 25 des régions gréseuses. Mais elle ne connait pas une extension aussi importante que cette dernière, qui se situe dans des zones où l'emprise des surfaces cuirassées associées à des gravillons de démantèlement se trouve beaucoup plus limitée.

Cette unité est assez largement cultivée : mil et autres cultures vivrières.

La végétation naturelle est la savane à Karité et Andropogon gayanus avec des espèces associées : Parkia biglobosa, Khaya senegalensis, Daniellia olivieri, Terminalia avicennoïdes, Gardenia erubescens, etc...

La surface du sol est généralement très claire, avec assez souvent des petites termitières épigées dans les zones non cultivées.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols ferrugineux tropicaux lessivés ou appauvris hydromorphes sur matériau limono-argileux à argileux.

1 a Morphologie :

Profil de référence : B 0 B 8

Situation : A 2 km de YAHO sur la piste vers WAHABOU.

Topographie : Haut de pente assez faible : 1 - 2 %.

Végétation : Karités, un Parkia biglobosa et un Khaya senegalensis, Andropogon gayanus par touffes.

Surface du sol : Plane, régulière, gris-clair avec des plages nues.

Description du Profil :

0 - 10 cm : Gris-beige très clair (2,5 Y 7/2). Humifère. Argilo-sableux. Structure massive à cohésion moyenne : de fines fentes de dessication induisent des prismes de 20 à 25 cm de largeur. Débit par éclats polyédriques anguleux légèrement mamelonnés, à cohésion forte par écrasement et cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière assez bonne. On note quelques galeries de termites (0,5 cm).
Limite régulière graduelle.

10 - 60 cm : Beige gris-clair (10 YR 6/4). Argileux avec quelques petits gravillons. Structure massive à cohésion moyenne. Débit par éclats polyédriques petits et rugueux ; cohésion forte par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière bonne. Dans certaines zones l'activité biotique est encore importante. Limite régulière graduelle.

60 - 110 cm : La couleur devient hétérogène à plages diffuses plus brunes au plus gris clair, avec des petites zones noires et concrétions Mn (0,5 cm). Argileux. Structure massive à cohésion moyenne. Débit polyédrique à cubique, à arêtes vives et faces planes ; cohésion forte. Porosité tubulaire assez faible.
Limite régulière et diffuse.

Vers 110 - 150 cm : Progressivement l'aspect hétérogène devient plus contrasté : couleur de fond toujours beige-grisâtre, mais avec des grandes taches noires, assez diffuses, entourées de zones rouges et de petites zones blanches. Identique par ailleurs.

Enracinement : Médiocre à moyen et mal réparti des herbacées de 0 à 60 cm, et des ligneuses de 10 à 60 cm faible ensuite.

Variations autour du profil de référence :

- La couleur pâle et les taches de ségrégation ferrugineuse sous l'influence des phénomènes d'engorgement temporaires sont caractéristiques de ces sols.
- La teinte de fond n'apparaît cependant pas toujours aussi délavée, elle se situe souvent dans les planches 7,5 YR du code Munsell.
- Dans les positions les mieux drainées, (sommet de pente) l'aspect hétérogène n'apparaît pas et l'on observe des taches ou des concrétions faiblement indurées. Tous les termes de passages entre les taches d'hydromorphie et les taches rouges bien individualisées se présentent, et il est pratiquement impossible de les distinguer au point de vue cartographique. Quand le niveau d'engorgement temporaire apparaît à moins de 50 cm de profondeur, le sol est classé en sol hydromorphe.

- L'horizon de surface appauvri en argile peut être légèrement plus épais que dans le profil de référence qui a pu être tronqué. Il varie le plus souvent autour de 20 cm.

1. b Propriétés analytiques (voir tableaux 25& 26).

Les caractéristiques physiques.

- La texture est limono-sableuse, quelquefois sablo-limoneuse dans les horizons de surface (avec environ 20 % d'argile dans la plupart des sols). Au-dessous elle est argileuse ou parfois argilo-limoneuse et elle n'accuse qu'exceptionnellement de grandes différences entre les horizons moyens et profonds.
- La stabilité de la structure (1) est mauvaise à médiocre en surface, du fait de la faiblesse du coefficient de perméabilité K dans les horizons appauvris de surface. Elle est médiocre à moyenne au dessous.
- La porosité est médiocre en surface où il y a souvent des risques d'asphyxie partielle (2). Elle est faible ensuite : asphyxie partielle dans les horizons moyens, et asphyxie totale en profondeur.
- L'eau utile décroît de la surface vers la profondeur contrairement aux autres sols ferrugineux lessivés hydromorphes des régions gréseuses et granitiques. Cette valeur relativement importante de l'eau utile dans l'horizon humifère est dû à la faible valeur au pF 4,2.
- L'indice de drainage est mauvais en surface et très mauvais au-dessous. En profondeur la capacité minima pour l'air est toujours nulle, sauf dans certains sols à taches et concrétions.

Caractéristiques chimiques.

- Le taux de matière organique est normal pour un sol ferrugineux lessivé : 1,1 à 1,7 % ; il s'abaisse très vite dans les horizons plus riches en argile : 0,6 %. C/N est de l'ordre de 14 - 15 en surface, de 10 ensuite.

---

(1) La diminution importante du pourcentage d'agrégats après traitement au benzène par rapport à ceux obtenus après traitement à l'alcool et à l'eau traduit la faible influence du ciment organique, surtout dans les horizons profonds.

(2) Les résultats obtenus pour BOB 8 indiquent une porosité totale très faible dans tous les horizons. Ceci n'est pas le cas général.

- L'azote apparaît en quantité un peu trop faible par rapport aux taux de matière organique mais la fertilité N-pH est bonne à moyenne dans les horizons de surface, elle est médiocre à moyenne au-dessous.
- L'équilibre azote-phosphore est satisfaisant avec des quantités moyennes de phosphore.
- Le pH s'abaisse de la surface vers la profondeur. Il n'est que faiblement acide et convient parfaitement à la culture.
- La capacité d'échange est moyenne et même assez bonne pour des sols ferrugineux lessivés (7 à 8 méq/100 g). Des valeurs sensiblement plus faibles s'observent en surface. Le taux de saturation varie de 55 à 75, les valeurs les plus fortes s'observent dans les horizons profonds (vers 1 m), les valeurs les plus faibles dans les horizons moyens (50 cm).
- La somme des bases échangeables est moyenne à médiocre. Elle augmente légèrement en profondeur. L'équilibre des bases échangeables est très variable d'un sol à l'autre, mais il en ressort le plus souvent une carence en potassium par excès relatif de magnésium qui peut aussi induire des carences calciques.
- Les bases totales extraites par l'acide nitrique concentré à chaud (1) ne peuvent permettre qu'une étude comparative entre la réserve minérale des sols sur différents matériaux. Les sols des régions schisteuses apparaissent nettement plus riches que ceux des régions granitiques et ils sont plus voisins de ceux des régions gréseuses dont ils se distinguent surtout par une plus grande teneur en magnésium extrait. (tableau 26)

1. c Conclusion :

Les propriétés physiques sont donc médiocres à mauvaises, et même très mauvaises pour le drainage mais la cohésion est moyenne et les racines pénètrent assez bien jusqu'à 60 cm : ce qui s'observe assez rarement dans les sols de la région. Les propriétés chimiques apparaissent au contraire moyennes, parfois médiocres ou bonnes.

S'il faut porter un jugement d'ensemble par rapport aux sols voisins, la fertilité de ces sols ferrugineux lessivés des régions schisteuses peut être qualifiée de moyenne.

---

(1) Extraction commune avec P_2O_5 total.

B. 2. Les sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux colluvio-alluvial.

Il s'agit des sols de l'unité 38 qui sont étudiés à la page 300 et à laquelle on voudra bien se reporter.

C - Conclusion Générale.

Cette unité qui n'occupe qu'une surface relativement peu importante sur la carte est une des plus intéressantes au point de vue agricole.

Elle regroupe en effet des sols profonds et de richesse minérale convenable. Les propriétés physiques sont malheureusement moins favorables, et parmi elles, le drainage, toujours mauvais, peut même devenir un facteur limitant.

Il n'empêche que la plus grande partie des sols peut porter des cultures vivrières traditionnelles : le mil en particulier convient très bien. Mais avec une fumure appropriée, et de préférence sur les sols les mieux drainés, le coton peut aussi donner de bons résultats.

Les zones hydromorphes déprimées, ont essentiellement une vocation rizicole, comme cela est indiqué dans l'unité 38. Localement on peut aussi pratiquer des cultures maraîchères en culture de décrue : ce qui se fait déjà aux abords de certains villages.

UNITE 26 TABLEAU 25

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOL FERRUGINEUX TROPICAL HYDROMORPHE SUR MATERIAU LIMONO-ARGILEUX A ARGILEUX.

N° PROFIL : B O B 8 — HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	81	82	83	84				
Profondeur cm.	0,1/10	10-60	60-110	110-130				
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	0,1	0,1	0,1	0,1				
Humidité °/₀	1,5	2,9	2,8	2,7				
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	22,0	47,7	51,0	47,7				
Limon fin °/₀	16,6	15,1	13,6	14,4				
Limon grossier °/₀	21,9	14,2	14,9	14,2				
Sable fin °/₀	26,9	15,7	14,3	16,0				
Sable grossier °/₀	11,1	6,6	6,2	7,7				
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	1,46	0,66						
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	8,5	3,8						
Azote °/₀₀	0,53	0,34						
C/N	16,0	11,2						
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,20	0,17	0,18	0,14				
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀	1,48	2,40	2,86	3,22				
F_2O_3 total °/₀₀	2,36	3,63	3,70	3,43				
Fer libre/Fer total	63	66	77	94				
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium	2,64	2,30	2,93	2,76				
Magnésium	6,62	5,86	6,81	8,18				
Potassium	1,93	2,40	2,99	3,08				
Sodium	0,16	0,10	0,19	0,21				
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	1,96	1,86	2,45	2,24				
Magnésium	1,75	1,98	2,24	2,45				
Potassium	0,15	0,14	0,24	0,31				
Sodium	0,02	0,02	0,02	0,02				
S	3,90	4,00	4,95	5,00				
T	6,75	7,35	7,30	6,95				
S/T = V °/₀	58	54	68	72				
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	6,4	5,4	5,7	5,7				
pH K Cl	4,8	4,3	4,7	4,7				
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	2,11	2,19	1,99	1,87				
Porosité °/₀ cm³	10,0	6,8	13,4	13,6				
pF 3	13,5	19,1	17,5	17,4				
pF 4,2	6,9	13,7	13,6	13,9				
pF 2,5								
Eau utile	6,6	5,4	3,9	3,5				
Instabilité structurale Is	1,47	1,67	1,69	1,82				
Perméabilité Kcm/h	0,7	1,8	1,5	1,8				

Analyses terminées le : ..... au laboratoire de .....

RESULTATS ANALYTIQUES DES SOLS FERRUGINEUX LESSIVES HYDROMORPHES SUR DIFFERENTS MATERIAUX **

TABLEAU 26

FAMILLES DE SOLS SUR	Matériau limono-argileux à argileux (schistes birrimiens) 17 profils analysés.			Matériau sablo-argileux à argileux (grès) 11 profils analysés.			Matériau sablo-argileux à argileux (granite) 7 profils analysés.		
Profondeur en cm	0 - 20cm	vers 50	vers 100	0 - 20cm	vers 50cm	vers 100cm	0-20 cm	vers 50 cm	vers 100
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1(25)*	0,1	0,1	0,1 (25)	0,1	0,1	0,1(58)
Argile %	23,0	43,5	44,5	12,0	40,0	43,0	8,0	29,5	33,5
Limon fin %	16,5	14,5	14,5	10,0	10,5	10,0	7,5	8,0	10,0
Limon grossier	20,5	15,0	14,0	18,0	10,5	10,5	14,0	11,5	11,0
Sable fin %	31,0	21,0	20,0	31,5	19,0	20,0	30,0	18,0	16,5
Sable grossier %	6,5	6,0	8,0	25,0	15,5	15,0	42,0	34,0	30,0
Matière organique totale %	1,45	0,65		1,30	0,60		0,85	0,50	
Carbone %	8,5	4,0		7,5	3,5		5,0	3,0	
Azote %	0,55	0,35		0,45	0,40		0,35	0,25	
C/N	14,5	10,5		14,0	10,0		15,0	12,0	
$P_2 O_5$ total %	0,25	0,25	0,20	0,25	0,30	0,25	0,20	0,20	0,15
Calcium total	2,95	3,10	3,30	3,20	4,10	3,60	2,00	1,60	2,25
Magnésium total	6,10	7,10	7,00	3,20	5,50	6,10	2,45	4,25	3,65
Potassium total	1,65	2,60	2,85	1,60	2,70	2,60	0,65	1,80	1,85
Sodium total	0,15	0,20	0,20	0;10	0,15	0,20	0,10	0,20	0,20

Calcium échangeable	2,40	2,60	3,05	2,50	2,80	2,70	1,15	1,35	1,40
Magnésium échangeable	1,60	1,70	1,90	1,20	1,60	1,50	0,60	0,85	1,00
Potassium échangeable	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20	0,15	0,10	0,05	0,10
Sodium échangeable	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
S	4,40	4,40	5,00	2,3 - 4,5	4,50	4,85	2,10	2,45	2,85
T	6,75	8,45	7,10	3,5 - 6,0	7,00	6,90	3,60	4,35	5,00
S/T = V %	60-70	55-60	65-75	60-75	60-70	50-90	60-70	50-70	50-70
pH eau	6,4	5,7	5,8	6,3	5,7 - 6,2	5,7-6,4	6,2	5,7	5,7
Porosité %	24,0	19,5	14,5	20,0	19,0	15,0	22,0	15,0	11,5
Eau utile	6,0	5,2	4,1	3,6	4,5	4,2	2,8	3,3	3,8
Instabilité struct.	1,10	1,65	1,65	2,00	1,55	1,70	0,80	1,75	1,70
Perméab. Kcm/h	0,90	1,8	2,0	1,3	3,3	1,0- 4,0	1,1	1,5	1,5-4,5

(*) Les valeurs indiquées dans ce tableau correspondent à la médiane des valeurs obtenues pour chaque échantillon. Si ces dernières sont bien regroupées la médiane est voisine de la dominante et aussi de la moyenne. Sinon, ou si le nombre des mesures est trop faible , seules ont été indiquées les valeurs extrêmes de l'intervalle de variation. Les valeurs trop isolées ont été exclues.

(*) Les valeurs entre paranthèses pour le refus de 2 mm ne correspondent qu'à un ou deux échantillons par type de sol. Elles indiquent la possibilité de rencontrer des gravillons en profondeur.

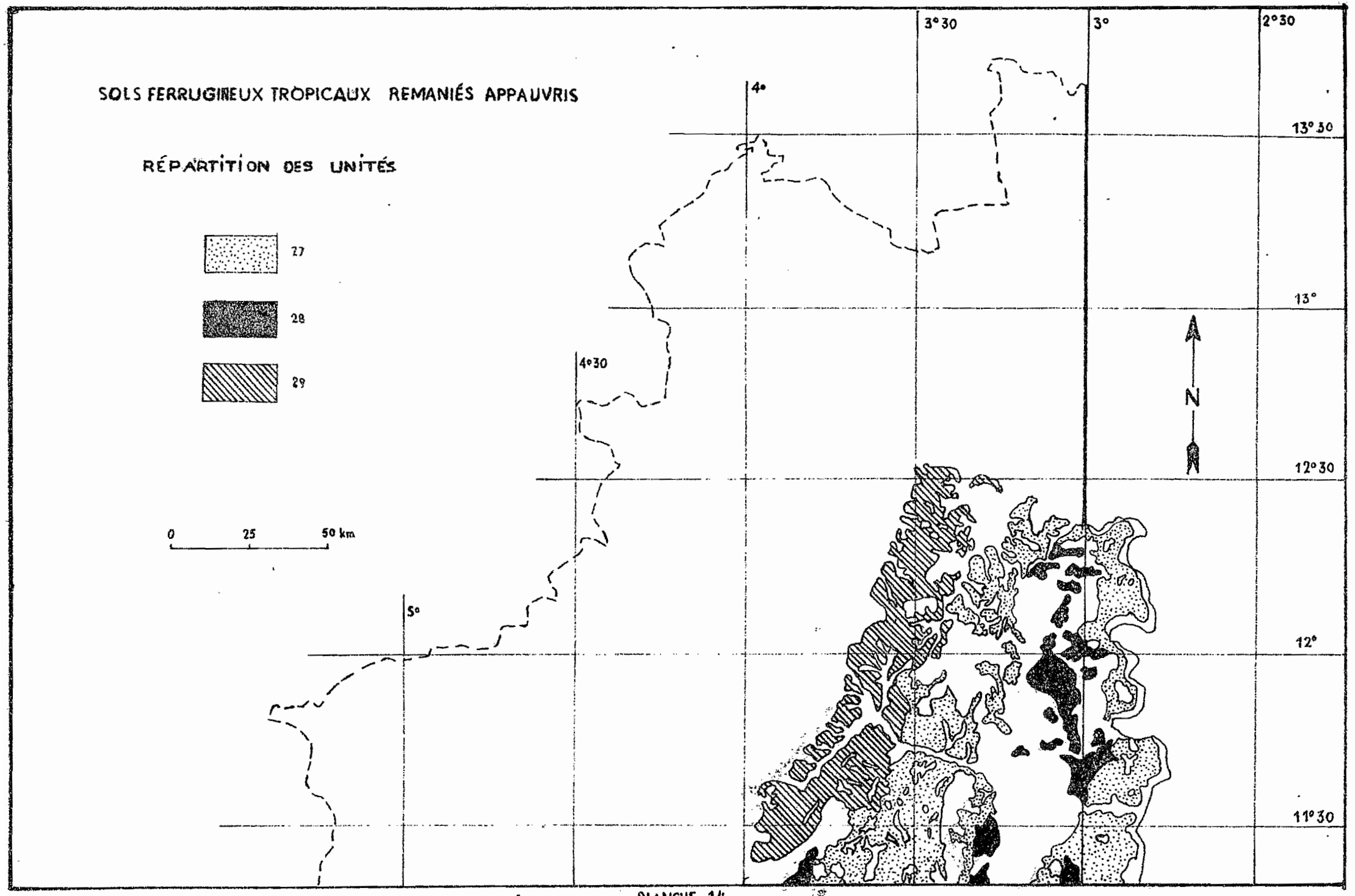

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX REMANIÉS APPAUVRIS
RÉPARTITION DES UNITÉS
27
28
29
0
25
50 km
N
3°30
3°
2°30
4°
13°30
13°
4°30
12°30
12°
5°
11°30

PLANCHE 14

/ UNITE 27 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse ou altération de schistes. Association à sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse.

A - Caractères Généraux :

Cette unité est située vers l'E. de la carte sur les schistes birrimiens, mais elle peut aussi déborder assez largement sur les granites voisins. Elle correspond à des régions ayant connu un cuirassement général plus important que les régions granitiques, cuirassement actuellement en voie de démantèlement. Les sols sont fortement marqués par la présence de gravillons ou de matériaux résiduels existant en proportion importante dans tous les horizons, la géomorphologie est l'élément essentiel permettant leur différenciation (cf. p. 19). Si les types de sols pouvant être inventoriés sont assez nombreux, quelques-uns seulement possèdent une extension suffisamment importante pour être pris en considération.

- Les lithosols sur cuirasses : ils occupent les sommets d'interfluve où ils sont associés aux sols régiques sur matériaux gravillonnaires. Ils correspondent à la surface cuirassée du moyen glacis subsistant au sommet des interfluves et qui reculent sous l'action de l'érosion remontante. L'étendue de ces surfaces résiduelles dépend d'une part de la puissance de leur cuirassement originel (les zones avoisinant les affleurements de roches basiques demeurent plus cuirassées), et d'autre part de la configuration du réseau hydrographique commandant l'action de l'érosion : mailles plus ou moins serrées, importance du creusement (niveau de base local) ; lorsque leur extension est suffisante, elles sont cartographiées en unité 4.
- Les sols ferrugineux remaniés appauvris sur gravillons et cuirasse se développent sur la plus grande partie de la surface occupée par les bas-glacis reliant les sommets cuirassés aux thalwegs.
- Cependant lorsque l'érosion a incisé le manteau cuirassé suffisamment profondément l'altération des schistes birrimiens apparaît sous les gravillons remplaçant ainsi la cuirasse en profondeur. Cela se produit surtout à la partie supérieure des glacis, en avant des surfaces cuirassées où les matériaux se trouvent déblayés ; vers le bas au contraire, le

remblaiement prend nettement l'avantage et les matériaux gravillonnaires s'accumulent sur une épaisseur beaucoup plus importante.

- Lorsque la pente devient très faible, sur les remblaiements gravillonnaires notamment, où dans tous les cas où le drainage se trouve arrêté en profondeur : présence d'un niveau cuirassé par exemple, des taches d'hydromorphie apparaissent entre les gravillons. Ceux-ci sont alors le plus souvent reliés entre eux par des zones rouges ou brunes, indurées formant ainsi une carapace qui se débite en plaques au pic . Mais la cohésion est assez faible car il n'y a pas de soudure à la surface des gravillons, et les plaques s'effritent facilement à la main en libérant les gravillons et les éléments anguleux correspondant aux zones rouges indurées d'une part, et la terre fine grisâtre épurgée de fer d'autre part. Il s'agit alors de sols ferrugineux remaniés indurés sur matériaux gravillonnaires

- Parmi les sols de moindre importance sur le plan cartographique, et qui ne seront donc pas étudiés, il faut citer les "sols ferrugineux lessivés mal drainés en profondeur sur matériaux polyphasés limono-argileux à argileux, plus ou moins gravillonnaires(1), et les sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériaux limono-argileux colluvio-alluviaux qui se répartissent le long des axes de drainages. Lorsqu'ils occupent des surfaces suffisamment importantes, dans le cas de vallées plus largement ouvertes , ces sols sont associés dans une même unité : l 'unité 26 (cf. p. 213) ou l'unité 38 (cf. p.300) selon l'importance relative de chacun d'eux.

- Dans certaines régions des sols "peu évolués régiques sur schistes birrimiens" peuvent exister au niveau des entailles pratiquées par les cours d'eau et atteignant la roche en place (près de la Volta Noire et du grand Balé par exemple) ou en association avec des petits affleurements de quartzite très localisés, ces sols correspondent à ceux de l'unité 3 (cf. p.46).

- Signalons enfin, la présence toujours possible de petits pointements de roches basiques mal dégagées de leur manteau cuirassé et associés à des sols bruns eutrophes sur matériaux gravillonnaires de l'unité 13 (cf. p. 113) Les sols de cette unité à l'exclusion des lithosols sur cuirasses à végétation arbustive clairsemée où dominent les Combretum, peuvent être abondamment cultivés dans les régions à forte densité de population malgré leur

---

(1) Précisons que vers le S., où l'érosion semble avoir davantage entamé les surfaces cuirassées ces sols prennent plus d'importance

texture grossière et leur faible profondeur. Ils sont dévolus aux cultures vivrières traditionnelles, mais parfois même, on peut aussi y rencontrer des cultures de coton. Le Karité est partout bien représenté même sur des sols peu profonds, cependant il disparaît complètement si la cuirasse arrive très près de la surface. Les autres espèces spontanées ne sont pas particulièrement caractéristiques parmi les plus communes on peut noter : Terminalia laxiflora, Gardenia erubescens, Combretum ssp (souvent Combretum etæssei), Detarium microcarpum, Strychnos spinoza et aussi Daniella olivieri dans les zones les plus humides. La strate herbacée est surtout représentée par Andropogon gayanus, Pennisetum pedicellatum et parfois aussi Cochlospermum tinctorium.

Les gravillons sont souvent apparents à la surface du sol et les petites termitières épigées sont fréquentes, surtout sur les sols ne reposant pas directement sur un niveau cuirassé en profondeur.

B.- Les Sols.

B. 1. Sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O B 6

Situation : à 2,8 km de YAHO vers le Grand Balé.

Topographie : Pente assez faible 2 % vers le Grand Balé.

Végétation : Culture de mil, Karités.

Surface du sol : buttes de cultures.

Description du sol :

En surface : les buttes sont constituées après la récolte en déchaussant les pieds de maïs récoltés et en formant des amas de terre posés sur la croûte de pluies précédentes qui demeure encore très nette .

0 - 10 cm : Brun pâle (10 YR 6/3). Sableux à sablo-argileux (vers la base enrichissement en gravillons). Structure massive à cohésion assez faible, éclats polyédriques grossiers (10 cm), légèrement mamelonnés à cohésion moyenne. Porosité tubulaire fine et grossière bonne.
Limite régulière distincte.

10 - 35 cm : Essentiellemnt gravillonnaire (jusqu'à 1 cm) anguleux à cassure marron-rouge. Terre fine beige-jaune, (7,5 YR 6/4) sablo-argileuse. Cohésion assez faible, éclats assez fragiles. Porosité tubulaire fine et grossière bonne. La cohésion devient moyenne vers le bas.
Limite ondulée brutale.

à 35 cm : Cuirasse massive de teinte brun clair à jaune-rouge (7,5 YR 6/8) cimentant des noyaux indurés à cassure marron-rouge, semblables aux gravillons de l'horizon précédent. On trouve aussi quelques taches noires.

Enracinement : Bon pour le mil mais assez irrégulier jusqu'à 10 cm, ensuite moyen à médiocre jusqu'à 35 cm.

Variations autour du profil de référence :

La présence de deux horizons nettement différenciés reposant brutalement sur la cuirasse est un élément constant dans ces sols. L'horizon supérieur A plus humifère, plus gris et plus pauvre en argile, a presque toujours une épaisseur de 10 cm pouvant toutefois aller jusqu'à 25 cm. L'horizon sous-jacent B moins humifère, plus rouge et plus riche en argile, repose sur la cuirasse à une profondeur de 30 à 55 cm : cette épaisseur semble être le principal facteur de variation entre les profils. Le pourcentage en éléments grossiers (1) peut en effet varier dans des limites assez larges mais une grande proportion des échantillons se groupent autour d'une valeur dominante.

1. b Propriétés analytiques (voir tableaux 27 & 30) (2)

Les caractéristiques physiques.

- La proportion d'éléments grossiers est très variable comme il est de règle dans tous les matériaux remaniés. Elle est généralement moins forte dans les horizons

---

(1) Les résultats obtenus à l'analyse granulométrique pour les éléments supérieurs à 2 mm semblent dans bien des cas insuffisants. Un échantillonnage représentatif du matériau au moment du prélèvement puis au moment du traitement alors que les mottes sont généralement disloquées et difficiles à réaliser.

(2) Toutes les appréciations portent sur des valeurs ramenées au pourcentage de terre totale, et il en sera ainsi pour les autres sols de cette unité. Pour les caractéristiques chimiques et pour l'eau utile on se reportera donc au tableau (30) où l'on trouvera aussi les valeurs correspondantes assez comparables obtenues pour les autres sols remaniés riches en gravillons.

de surface que dans les horizons sous-jacents où elle est le plus souvent de l'ordre de 40 - 50 %. La texture de la terre fine est sablo-limoneuse à limono-sableuse en surface et légèrement plus argileuse au-dessous (plus de 15 % d'argile), la proportion de limons fins est variable mais elle atteint assez souvent 30 %.

- Les évaluations de la structure et de la perméabilité pratiquées au laboratoire sont insuffisantes pour caractériser le matériau gravillonnaire dans son ensemble ; elles permettent cependant d'obtenir des indications sur le comportement de la terre fine qui en constitue la fraction la plus active. L'indice de stabilité structurale est mauvais, à médiocre en profondeur.

  Les valeurs assez moyennes de la porosité se situent autour de 20 à 30 cm^3/100 g il n'y a aucun risque d'asphyxie partielle en surface, mais il peut y avoir des cas d'asphyxie partielle au-dessous.

- L'eau utile est assez variable dans les horizons supérieurs humifères où elle demeure cependant toujours faible à médiocre ; elle est toujours faible au-dessous.

- L'indice de drainage est mauvais à médiocre à la partie supérieure, plus mauvais en profondeur, le coefficient de perméabilité est faible (1 cm/h).

Les caractéristiques chimiques :

- La quantité de matière organique est voisine de 1 % et semble assez normale pour ces types de sols. Le rapport C/N se maintient autour de 15 ; cette valeur est aussi très fréquente dans ces régions où la sécheresse qui sévit pendant une longue partie de l'année ralentit la minéralisation de la matière organique. Cette matière organique se maintient assez bien dans le deuxième horizon mais elle y est plus évoluée : C/N : 12 - 13.

- Les teneurs en azote sont assez moyennes dans les horizons supérieurs mais elles apparaissent plus nettement insuffisantes au-dessous, en regard de la quantité de matière organique, la fertilité N-pH est moyenne à bonne en surface, elle est basse à médiocre en profondeur.

- Le rapport N/P_2O_5 est satisfaisant avec des teneurs moyennes en phosphore, mais qui s'abaissent beaucoup vers le bas en même temps que le niveau général de la fertilité.

- Le pH demeure généralement assez voisin de 6,4 dans les horizons de surface, il est plus bas dans les horizons sous-jacents.

- La somme des bases échangeables traduit la pauvreté chimique des sols, bien que la saturation du complexe absorbant soit assurée de 50 à 75 %, en profondeur la saturation est plus faible et les horizons inférieurs sont très pauvres.
- L'équilibre des bases est assez variable, s'il s'établit le plus souvent dans les proportions 20 - 10 - 0,6 révélant ainsi des quantités de potassium, à peu près constantes, trop faibles, Certains échantillons cependant peuvent être très carencés en magnésium (20 - 1 , 5 - 0,8) ou au contraire connaître une richesse excessive en cet élément (20 - 15 - 1).
- Les valeurs fournies par les bases totales sont faibles et indiquent la pauvreté des réserves minérales.

1. c Conclusion :

Ces sols possèdent des caractères morphologiques des plus défavorables : profondeur utilisable insuffisante, pourcentage important en éléments grossiers inertes auxquels il faut joindre une pauvreté générale en bases échangeables. Pourtant quelques éléments : matière organique, azote et phosphore se maintiennent à des valeurs convenables. La présence de gravillons avec une cohésion assez faible et une macroporosité bonne, semble même favoriser la pénétration et la colonisation poussée des horizons supérieurs surtout, par les racines. S'il est vrai que la cuirasse interrompt avec brutalité les possibilités d'enracinement, cela ne constitue pourtant pas un inconvénient majeur, puisque même dans les sols ferrugineux profonds, les plantes communément cultivées développent leur système racinaire essentiellement dans les horizons supérieurs. Le rôle le plus néfaste de la cuirasse semble plutôt se jouer vis à vis de la réserve hydrique et de la dynamique de l'eau, la pénétration impossible en profondeur et les faibles possibilités de stockage de l'eau dans les horizons gravillonnaires favorisent le ruissellement qui conduit à l'appauvrissement des sols en éléments fins ; d'autre part les phénomènes de remontée capillaire sont inexistants pendant la saison sèche et ces sols sont particulièrement sensibles à la sécheresse.

Le bilan des différents caractères de fertilité apparaît donc assez négatif, et pourtant ces sols peuvent être cultivés, mais il est vrai que de meilleures terres font alors toujours défaut.

B. 2. Sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et altération de schistes.

2. a Morphologie :

Profil de référence B O A 82

Situation : Sur la piste de NIHIRINDIO à GOMBELEDOUGOU, à 7,8 km de NIHIRINDIO.

Topographie : Zone à pente faible 2 - 3 % se raccordant vers le bas à une pente un peu plus forte.

Végétation : Savane assez dense : karité, Strychnos spinoza, Bauhinia thoningii, Prosopis africana , tapis graminéen : Andropogon gayanus et autres espèces.

Surface du sol : Plane, nue.

Description du profil :

0 - 12 cm : Gris brun (2,5 Y 5/2). Nombreux éléments grossiers très, anguleux (jusqu'à 2 cm) à cassure hétérogène rouge-rouille à rouge-violet : fragments schisteux ferruginisés, terre fine sablo-argileuse. Cohésion moyenne à faible (à la partie supérieure : éclats très aplatis). Porosité tubulaire fine et grossière bonne.
Limite régulière graduelle.

12 - 40 cm : Beige-jaunâtre (7,5 YR 6/4). Nombreux éléments grossiers semblables aux précédents mais pouvant atteindre 3 à 4 cm, avec des petits gravillons à cassure rouge-sombre ; terre fine argilo-sableuse. Cohésion moyenne à forte. Porosité tubulaire bonne.
Limite régulière brutale.

40 - 110 cm : Matériau tacheté : altération d'aspect schisteux horizontal, à taches blanches noires et rouge-violacé sur fond brun très foncé. Les zones violacées semblent être des éléments altérés. Très compact mais l'activité de la faune est assez importante: grandes galeries.

Enracinement : Bon des graminées jusqu'à 40 cm, avec quelques racines ligneuses, puis médiocre. des ligneuses et herbacées au-dessous de 40 cm. De 40 à 110 cm on trouve encore quelques racines herbacées et ligneuses localisées dans les galeries d'origine biotique.

Variations autour du profil de référence :

Dans leur partie supérieure, ces sols sont semblables aux sols du paragraphe précédent (B.1.) mais la cuirasse est ici remplacée par un matériau d'altération non ou peu induré. Les variations s'observant d'un profil à l'autre sont aussi analogues : pourcentage d'éléments grossiers, épaisseur relative des deux horizons. Cependant si le niveau d'altération apparaît le plus souvent entre 40 et 60 cm, il peut dans certains cas n'apparaître qu'à 80 ou même 100 cm. La nature du matériau profond est elle même assez variable puisqu'elle peut varier de l'altération à aspect tacheté analogue à celle que l'on trouve sur les zones granitiques ou gréseuses, mais avec toujours une faciès orienté, jusqu'au schiste argileux lui-même, tel qu'il peut apparaître en affleurement.

2. b Propriétés analytiques (voir tableaux 27 & 30).

Il ne semble pas y avoir de grandes différences avec celles des sols ferrugineux remaniés appauvris sur cuirasse (1); le lecteur pourra donc se reporter aux pages 226 et 227 où il trouvera les caractéristiques physiques et chimiques concernant les deux horizons surmontant le matériau d'altération. Quant à l'horizon d'altération profond il a des caractéristiques assez voisines de celles de l'horizon non humifère qui le surmonte ; il faut cependant souligner une très faible teneur en azote, une richesse en bases échangeables faible mais variant dans des limites très larges (S/T = 30 - 100), une capacité d'échange généralement supérieure à mettre en relation avec une texture nettement plus argileuse (argileuse à argilo-limoneuse). Enfin l'eau utile est aussi assez variable mais dans l'ensemble elle apparait sensiblement plus importante que dans les horizons supérieurs.

2. c Conclusion :

Les observations effectuées dans le paragraphe 1. c, ne sont que partiellement valables ici. Le matériau d'altération profond ne joue pas en effet le même rôle que la cuirasse. L'activité biotique y est souvent assez développée et permet la pénétration de quelques racines vers la profondeur. Enfin ce matériau, à moins qu'il ne soit trop induré, n'est pas imperméable et sa capacité de stockage en eau est même plus importante que celle des horizons supérieurs.

---

(1) Les valeurs indiquées au tableau 30 pour ces deux types de sols sont tout à fait comparables.

Ces sols sont donc mieux pourvus en eau et leur fertilité générale bien que toujours basse peut être placée à un échelon supérieur à celle des sols précédents. La végétation y est d'ailleurs d'aspect plus fourni et c'est le terrain préféré par Daniela olivieri, ainsi que par les petites termitières épigées.

B. 3. Sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire .

3. a Morphologie :

Profil de référence : B 0 A 90

Situation : à 38 km de GOMBELEDOUGOU sur la piste vers PE.

Topographie : Zone relativement plane.

Végétation : Savane arbustive à Bauhinia Thoningii, Parkia biglobosa, Karité, bordé à l'E. par des cultures de coton et de mil.

Surface du sol : régulière.

Description du profil :

0 - 10 cm : Gris-brun (10 YR 5/3). Argilo-limoneux, avec quelques gravillons fins ou grossiers (2 - 3 cm), arrondis ou anguleux et aussi des grains de quartz et des éléments rouge-violacé : aspect de roche ferruginisée, structure massive à cohésion faible à moyenne, débit par éclats anguleux grossiers (10 cm) ou petits (1 - 2 cm) dans les zones à forte densité racinaire cohésion moyenne par écrasement faible par cisaillement. Porosité tubulaire et grossière bonne.
Activité biotique très importante par endroit.
Limite régulière distincte.

10 - 50 cm : Horizon marron-beige (7,5 YR 5/4). Argileux avec de nombreux éléments grossiers (analogues aux précédents). Structure massive à cohésion faible mais variable suivant l'importance de l'activité biotique ; débit par petits éclats (1 - 2 cm parfois 5 cm) très irréguliers et à faces rugueuses, cohésion moyenne par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière très bonne. Activité de la faune irrégulière mais importante.
Limite légèrement ondulée distincte.

50 - 110 cm : Essentiellement constitué d'éléments grossiers : des gravillons (0,5 cm) à cassure rouge-violacée , avec quelques graviers de quartz (5 cm) et des éléments d'andésite altérée (10 x 5 cm). Ces éléments indurés sont entourés de taches rouge-clair hétérogènes (brun jaune dans les petites zones de circulation) ; enfin au centre des taches rouges existent souvent des taches noires dont certaines constituent de véritables concrétions. Très cohérent se débitant en plaques au

pic, mais celles-ci se désagrègent très bien entre les doigts. Il existe encore de grandes galeries de termites.

Enracinement : Bon des graminées jusqu'à 10 cm, puis bon à moyen mais décroissant vers 50 cm : les ligneuses surtout sont très mal reportées à des niveaux différents. En profondeur quelques racines peuvent emprunter les galeries d'origine biotique.

Variations autour du profil de référence :

Le milieu moins drainant se manifeste donc par l'apparition de taches dans un horizon très gravillonnaire où se développe une cohésion très forte. La succession des horizons est identique à celle des sols remaniés précédents mais l'horizon gravillonnaire induré correspond ici à la cuirasse ou à l'altération de schiste. Les variations relatives des deux horizons supérieurs sont analogues à celles déjà citées dans les paragraphes précédents, notamment pour les sols reposant sur les altération schisteuses.

L'horizon induré apparaît généralement entre 30 et 60 cm, mais dans certains cas il n'apparaît qu'à 85 cm. Un drainage déficient et la présence d'une proportion importante de gravillons (> 50 %) semblent être particulièrement favorables à une induration des horizons moyens. Pourtant parfois l'induration peut se développer dans un matériau pauvre en gravillons, mais la limite supérieure n'est pas nette car celle-ci est alors masquée par une frange tachetée imprégnant aussi la base de l'horizon remanié supérieur. Dans ce cas, et dans ce cas seulement ou l'induration du matériau d'altération en carapace a été amorcée à une phase d'érosion antérieure mais peut se poursuivre par un processus actuel d'enrichissement en fer, les sols sont classés en remaniés indurés, sinon (limite brutale sans continuation avec les processus pédogénétiques se développant dans les horizons supérieurs) ils sont classés en sols remaniés appauvris sur altération schisteuses, mais ce cas apparaît assez rarement.

3. b Propriétés analytiques (voir tableaux 27 & 30).

3. c Conclusion :

Les propriétés analytiques sont comparables à celles des sols ferrugineux remaniés appauvris précédemment étudiés, mais elles se placent cependant parmi les plus favorables de ces dernières : matière organique, azote, phosphore, complexe absorbant.

La conclusion qui peut être tirée quant à la nature du 3ème horizon peut être qualifiée d'intermédiaire entre les deux familles de sols précédentes. En effet, suivant l'intensité de son induration, l'horizon induré dans ses relations avec les horizons supérieurs et la végétation, peut orienter ses effets soit vers le comportement d'une cuirasse massive inerte, soit vers celui d'un matériau d'altération encore pénétrable aux racines et n'interdisant pas les mouvements de l'eau, mais craignant l'engorgement.

Ces sols peuvent donc se placer à un niveau de fertilité sensiblement inférieure aux sols du paragraphe B.2.

B.4. Les lithosols sur cuirasse et les sols peu évolués régiques sur matériau gravillonnaire.

Ce sont les sols dominants de l'unité 4. Ils ne seront donc pas étudiés de nouveau, et on se reportera à la page 54.

C - Conclusion Générale :

Cette unité est très importante par son extension et se caractérise par une hétérogénéité assez grande à l'échelle du 1/500.000 ème. Elle groupe des sols possédant de nombreux caractères communs plutôt défavorables, et si leur fertilité respective peut être sensiblement différente suivant la nature des matériaux profonds, celle-ci demeure néanmoins toujours faible. En dehors des lithosols sur cuirasse à peu près stériles, les autres sols, même s'ils sont peu profonds, peuvent supporter des cultures vivrières traditionnelles surtout dans le cas des sols ayant une capacité de retention en eau en profondeur. Les rendements peuvent être encore satisfaisants. Bien entendu il ne faut guère compter obtenir des rendements exceptionnels avec des plantes exigeantes. L'érosion est toujours active et apparaît même souvent comme un facteur d'évolution de ces sols remaniés. La carence en potassium est générale.

On le voit, l'unité 27 peut offrir certaines possibilités de culture avec des sols aux potentialités limitées. De plus, de grandes étendues ne peuvent avoir d'autre vocation que pastorale. Les possibilités de mise en valeur apparaissent donc assez faibles.

UNITE 27

TABLEAU 27

	Sol ferrugineux remanié appauvri sur matériau gravillonnaire sur altération de schistes birrimiens. PROFIL BOA 82			Sol ferrugineux remanié induré sur matériau gravillonnaire. PROFIL BOA 90		Sol ferrugineux remanié appauvri sur matériau gravillonnaire sur cuirasse PROFIL BOB 6	
Profondeur cm	0,1-12	12 - 40	40-110	0,1-10	10-50	0,1-10	10-35
Refus 2 mm %	58,0	55,0	26,0	32,0	30,0	18,0	53,0
Humidité %	2,0	2,0	2,2	2,1	3,0	0,7	1,1
Argile %	16,8	32,7	23,0	15,1	22,3	10,0	15,0
Limon fin %	10,0	10,8	12,4	24,0	25,9	12,0	9,8
Limon grossier %	16,5	16,9	7,4	16,9	12,5	13,5	12,9
Sable fin %	15,1	13,8	13,9	19,7	16,0	26,0	24,3
Sable grossier %	38,1	24,1	43,3	21,0	20,9	37,1	37,0
Matière organique%	3,48	1,66		3,25	2,38	1,37	0,98
Carbone %	20,1	9,6		18,8	13,7	7,9	5,7
Azote %	11,3	0,59		1,06	0,76	0,50	0,42
C/N	17,8	16,3		17,7	18,0	15,8	13,6
P_2O_5 total ‰	0,56	0,33	0,29	0,32	1,32	0,21	0,27
F_2O_3 libre %	8,87	7,35	13,4	7,64	7,36	2,27	4,57
F_2O_3 total %	9,11	7,56	15,1	7,88	8,55	2,10	4,98
Fer libre/Fer total	97	97	89	97	86	78	92
Bases totales méq/100 g de sol							
Calcium	6,60	2,87	3,11	10,4	8,4	3,92	2,44
Magnésium	5,68	6,26	3,29	9,8	10,7	4,30	4,20
Potassium	1,22	1,30	0,90	2,54	2,68	1,26	1,06
Sodium	0,22	0,22	0,46	0,32	0,48	0,16	0,20
Bases échangeables méq/100 gr de sol							
Calcium	4,42	1,44	2,53	6,10	4,75	2,94	1,24
Magnésium	2,70	0,96	1,07	2,86	1,85	0,22	0,72
Potassium	0,15	0,07	0,01	0,37	0,08	0,11	0,05
Sodium	0,01	0,01	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01
S	7,30	2,50	3,65	9,35	6,70	3,30	2,00
T	10,6	6,80	5,35	14,4	12,6	5,50	4,05
S/T = V %	69	37	68	66	53	59	49
pH eau	6,4	5,8	6,6	6,5	6,0	6,6	5,9
pH K Cl	5,6	4,5	5,7	5,6	4,5	5,4	4,6
Poids spéc. app.				1,47		1,58	
Porosité %				28,1		23,3	
pF 3	15,4	16,6	22,0	18,7	19,2	9,4	
pF 4,2	9,3		16,5	8,8	10,7	3,5	
Eau utile	6,1		5,5	9,9	8,5	6,9	
Instabilité str.					0,91		1,05
Perméabilité Kcm/h					0,7		0,8

/ UNITE 28 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX remaniés sur matériau gravillonnaire et cuirasse ou altération kaolinitique. Association à sols régiques sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse.

A - Caractères généraux :

Cette unité s'étend sur des surfaces toujours assez limitées, dans les région granitiques où elle regroupe des sols fortement marqués par les résidus de démantèlement et les vestiges de cuirasse. Elle est généralement entourée géographiquement par l'unité 30 qui correspond à des zones où l'emprise du cuirassement se trouve beaucoup plus affaiblie (cf. p.18 : "le modelé des régions granitiques").

Des lithosols sur cuirasse et des sols régiques sur matériau gravillonnaire occupent encore le sommet de certains interfluves, surtout dans les régions avoisinant les grandes chaînes birrimiennes où le cuirassement semble avoir été beaucoup plus important. Ces vestiges de la surface cuirassée inférieure se raccordent généralement en pente douce au bas-glacis, mais il peut parfois rester un talus de raccordement de quelques mètres de hauteur, isolant ainsi dans le paysage les buttes témoins cuirassées.

Dans le cas général, sur les sommets, où faisant suite à la cuirasse, sur la pente, se développent des sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse, puis plus bas, des sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau sablo-argileux à niveau gravillonnaire ; ces derniers sols appartiennent surtout à l'unité 30 (p.245) et ils sont peu représentés dans cette unité 28.

Souvent aussi , et plus particulièrement dans les régions granitiques à l'E. de la bande birrimienne de HOUNDE, le long du Petit Balé notamment, les sommets d'interfluves peuvent être assez bien débarrassés de la cuirasse, les sols reposent en profondeur sur le matériau d'altération kaolinitique généralement induré dans sa partie supérieure : "sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire sur altération kaolinitique". Sur le glacis de raccordement vers le thalweg, des matériaux gravillonnaires se sont mis en place et les sols s'y développant correspondraient aux sols ferrugineux remaniés indurés de l'unité 30. Cependant

l'induration est ici beaucoup plus accentuée et aboutit à la formation d'une cuirasse véritable : le paysage prend alors l'aspect d'un bowal typique. Il faut d'ailleurs souligner que cette tendance à la formation de cuirasse sur le bas-glacis est fréquente dans ces régions granitiques ; le plus souvent, cependant, ce fait ne concerne qu'une zone très étroite en bas de pente, en bordure de marigot.

D'étroites bandes de sols ferrugineux lessivés hydromorphes et des sols hydromorphes à pseudogley peuvent aussi exister tout à fait en bas de pente le long des cours d'eau , de faible extension dans cette unité, ils sont plus judicieusement étudiés avec l'unité 30.

La végétation est toujours représentée par les espèces de savane arbustive que l'on retrouve sur les autres sols gravillonnaires : Karité, Strychnos spinoza, Pterocarpus lucens, Gardenia erubescens, Ximenia americana, Heeria insignis, Piliostigma thoningii, Combretum etæssei, aussi Daniellia Olivieri et Parkia biglobosa sur les sols les plus profonds ; strate herbacée : essentiellement Andropogon gayanus et Cymbopogon schoenanthus.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse.

Ils sont identiques à ceux de l'unité 27 (p. 225)) et les conclusions qui en ont été tirées sont à reprendre. Si ces sols des régions granitiques apparaissent moins riches en gravillons, surtout dans les horizons de surface, ceci ne semble cependant pas avoir de grandes conséquences sur les caractères de fertilité générale, du moins en première approximation.

B. 2. Les sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire sur altération kaolinitique.

2. a Morphologie :

Profil de référence B O C 1

Situation : à 16 km de OUARKOYE, sur la piste vers SAFANE.

Topographie : longue pente très faible.

Végétation : Savane lâche à petits karités, Gardenia erubescens, Bauhinia, thoningii, Terminalia laxiflora, Parika exelsa. Strate herbacée bien fournie : Andropogon gayanus et autres graminées.

Surface du sol : régulière à petites plages dénudées.

Description du profil :

0 - 16 cm : Marron-beige clair (7,5 YR 5/4). Humifère sablo-argileux (sables fins) avec de nombreux gravillons irrégulièrement répartis. Massif à cohésion moyenne, débits irréguliers à petites crêtes, cohésion forte par écrasement et faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière bonne. Activité biotique moyenne assez bien répartie : quelques galeries : 2 - 3 cm.
Limite régulière distincte.

16 - 30 cm : Beige-rougeâtre (5 YR 5/6). Argilo-sableux avec des gravillons et quelques concrétions rouges indurées. Massif à cohésion moyenne ; débits anguleux à petites crêtes, cohésion forte par écrasement faible par cisaillement. Porosité tubulaire et lacunaire bonne. Activité de la faune bonne : nombreuses galeries et cavités.
Limite ondulée nette.

30 - 45 cm : Semblable mais riche en éléments grossiers (jusqu'à 2 ou 3 cm), souvent aplatis et anguleux, indurés à cassure rouge: fragments de carapace (matériau tacheté d'altération durci). Mais on trouve aussi par endroit de nombreux gravillons arrondis, patinés. Cohésion assez faible. Activité de la faune bonne.
Limite ondulée nette.

45 - 110 cm : Matériau tacheté d'altération kaolinitique à trame horizontale, rouge avec des lignes jaunes et des taches blanches. La cohésion est très forte : se débite en plaques au pic. Activité biotique importante : nombreuses galeries et cavités permettant le développement des racines.

Enracinement : Moyen et bien réparti des herbacées jusqu'à 45 cm. Moyen et assez bien réparti des ligneuses fines et moyennes jusqu'à 45 cm, puis moyen à médiocre, concentré dans les zones d'activité biotique.

Variations autour du profil de référence.

Les deux horizons supérieurs sont identiques à ceux des autres sols ferrugineux remaniés, et les variations analogues. Le matériau sous les gravillons est de nature différente, mais il se situe toujours entre 30 et 65 cm. Ce matériau d'altération tacheté présente un aspect assez constant. L'induration plus forte à la partie supérieure est aussi générale, mais elle touche une épaisseur plus ou moins importante du matériau. Cette partie supérieure est souvent suffisamment indurée pour être considérée comme une carapace mais elle est malgré tout toujours très bien colonisée par la faune : nombreuses galeries

de termites par lesquelles pénètrent les racines. Ce matériau d'altération, durci lorsqu'il se trouve au voisinage de l'air atmosphérique, subit donc une dislocation par une action conjuguée de la faune et de la flore qui en prennent possession : l'horizon 30 - 45 cm de B O C 1 est un horizon de transition provenant du remaniement de la partie supérieure indurée du matériau kaolinitique tacheté.

2. b Propriétés analytiques (tableaux 28 & 30)

Elles sont tout à fait comparables à celles des autres sols ferrugineux remaniés. L'horizon d'altération kaolinitique possède des propriétés voisines de celles des sols sur matériau gravillonnaire sur altérations de schistes.

2. c Conclusion

Ces sols possèdent toujours des teneurs convenables en matière organique, azote et phosphore, mais les autres caractéristiques sont plutôt mauvaises. Les mêmes conclusions que pour les sols sur matériau gravillonnaire et altération de schistes s'imposent, mais si le rôle du matériau d'altération est analogue, sa capacité en eau est cependant plus faible que dans ces derniers sols.

B. 3. Les lithosols sur cuirasse et les sols régiques sur matériau gravillonnaire .

Ce sont les sols de l'unité 4 qui ont été traités à la page 54.

C - Conclusion Générale :

A l'exclusion des lambeaux de cuirasse affleurante, sous l'apparente uniformité du recouvrement gravillonnaire cette unité regroupe encore des types de sols morphologiquement différents. Cependant ces sols sont tous caractérisés par leur faible profondeur et par leur bas niveau de fertilité. Il faut toutefois faire une mention spéciale pour les sols sur matériau gravillonnaire et altération kaolinitique (paragraphe B.2.) qui, non pas par leur richesse chimique, mais par leurs caractères morphologiques, sont susceptibles de supporter une végétation plus exigente. Ils peuvent ainsi être placés parmi les meilleurs des sols ferrugineux remaniés, demeurant malgré tout de fertilité réduite.

Tous ces sols sont assez susceptibles à l'érosion en nappe comme en témoignent les plages nues à la surface du sol, avec les touffes de graminées déchaussées. L'unité 28 offre donc relativement peu d'intérêt pour la mise en culture.

UNITE 28 TABLEAU 28

	SOL FERRUGINEUX APPAUVRI SUR MATERIAU GRAVILLONNAIRE SUR ALTERATION KAOLINITIQUE. Profil B O C 1		
Profondeur en cm	0,1 - 16	16 - 30	45 - 110
Refus 2 mm %	10,0	15,0	25,0
Humidité %	1,0	1,8	1,8
Argile %	15,8	33,6	11,8
Limon fin %	3,1	6,7	8,5
Limon grossier %	18,6	15,8	7,3
Sable fin %	54,4	38,0	24,6
Sable grossier %	6,9	5,0	47,5
M atière organique %	1,22	0,89	0,30
Carbone ‰	7,1	5,1	1,7
Azote ‰	0,48	0,45	0,18
C/N	14,8	11,3	9,5
$P_2 O_5$ total ‰	0,14	0,30	0,12
$F_2 O_3$ libre %	1,91	2,47	11,3
$F_2 O_3$ total %	2,21	3,62	11,5
Fer libre/Fer total	87	68	98
Bases totales méq/100 g de sol			
Ca	3,11	2,45	2,60
Mg	4,87	7,08	1,60
K	2,08	2,96	0,72
Na	0,16	0,10	0,08
Bases échangeables méq/100 g de sol			
Ca	1,96	1,86	1,85
Mg	1,44	1,80	0,87
K	0,17	0,12	0,11
Na	0,02	0,02	0,02
S	3,60	3,80	2,85
T	5,45	7,15	5,90
S/T = V %	66	53	48
pH eau	6,3	5,7	5,7
pH KCl	5,2	4,4	5,3
Poids spéc. appar.	1,53	1,60	1,76
Porosité cm³ 100 g	25,4	22,5	16,9
pF 3	8,6	13,6	15,0
pF 4,2	4,8	9,5	9,8
Eau utile	3,8	4,1	5,2
Instabilité struct.	1,52	1,15	0,87
Perméabilité Kcm/h	1,2	1,9	2,8

/ UNITE 29 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse ou altération kaolinitique.
Association à sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire.

A - Caractères généraux.

Cette unité qui s'étend de la région de DEDOUGOU, vers le S.E. jusqu'au parallèle 11° 30', correspond assez bien à l'étage des grès de SOTUBA (1). Elle est caractérisée par la grande extension des surfaces gravillonnaires où se développent des sols ferrugineux remaniés.

Vers le S. l'importance des phénomènes de polyphasage qui ont touché le matériau sur une profondeur beaucoup plus grande ont permi le développement de sols profonds (unité 26).

Vers le N. au contraire les grandes surfaces cuirassées qui n'ont été que faiblement démantelées, demeurent en place. Les revêtements gravillonnaires ne possèdent qu'une épaisseur limitée, sans différenciation en horizons.

L'absence presque totale de buttes témoins cuirassées est aussi un caractère remarquable dans cette unité comparée à l'alignement régulier des grandes buttes cuirassées en relief qui s'étirent à l'O. Toutefois vers le N. la présence de la Volta Noire détermine un niveau de base relativement bas pour les rivières dont l'action érosive s'exerce en délimitant des surfaces isolées. Cette action est particulièrement nette pour les affluents de la rivière Karouka qui s'écoule à la limite des grès primaires et des schistes birrimiens vers le N.O.

---

(1) D'après la carte géologique au 1/200.000è de BOUSQUET (degré carré de HOUNDE) dans sa partie S.E. cette unité reposerait sur un substrat granitique. Il n'y a pas d'affleurement, et comme le fait remarquer GAVAUD dans son rapport sur les sols de la région de BEREBA : "l'origine des matériaux situés en gros à l'O. de la ligne TIORO-SIENI est douteuse".

Sur ces surfaces isolées, souvent limitées par un front cuirassé abrupt, les sols gravillonnaires reposent le plus généralement sur la cuirasse. Elles ont été cartographiées en unité 4.

Ailleurs, le modelé est dans l'ensemble assez mal dégagé et les sols ne se différencient pas nettement en fonction de la pente. Les sols ferrugineux remaniés appauvris subsistent encore sur bon nombre d'interfluves surtout vers le N. Assez souvent pourtant, le remaniement du manteau cuirassé semble avoir été suffisamment important pour atteindre l'horizon profond d'altération kaolinitique. Les sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et altération kaolinitique connaissent ainsi une grande extension : ils apparaissent aussi bien sur le sommet des interfluves que sur les pentes douces.

Quand les matériaux gravillonnaires constituent en profondeur un niveau important, ce qui se réalise lorsque les conditions permettent l'accumulation des gravillons, pente de glacis mais aussi sommet d'interfluve légèrement ondulé, le faible drainage de ces régions favorise l'induration de ce niveau gravillonnaire : nous définissons des sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire dont l'extension est aussi assez générale.

Les cours d'eau ne sont que peu encaissés et définissent des vallées à profil transversal concave très ouvert se rattachant aux surfaces gravillonnaires. Il peut arriver que le raccord soit marqué par un talus mais celui-ci n'est jamais très abrupte. Ces bas glacis correspondent à l'unité 25 (p. 204) mais ils peuvent exister dans l'unité 29 lorsqu'ils sont trop limités et difficiles à isoler.

Cette unité cartographique possède des zones de cultures. Vers le S. elle est en presque totalité occupée par les forêts classées de MARO et du TUI. La végétation est constituée par la savane où dominent : Karité, Terminalia laxiflora, Pterocarpus lucens et Andropogon gayanus. De nombreuses autres espèces s'associent à ces dernières surtout dans les forêts classées.

La surface du sol présente souvent des plages nues, et des petites termitières épigées.

B - Les Sols.

Cette unité 29 qui regroupe trois familles de sols représentées aussi dans l'unité 27 est néanmoins très différente de cette dernière par la répartition de ces sols. On n'y trouve pas non plus de cuirasses tabulaires en relief.

B. 1. Les sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse.

Ces sols ont été étudiés avec l'unité 27 et nous ne donnerons ici qu'un bref rappel de leurs caractères morphologiques.

de 0 à 10-25 cm : plus ou moins riche en gravillons, terre fine sableuse à sablo-argileuse. Cohésion faible, couleur gris-beige pâle. Humifère.

de 10-25 à 50 cm: gravillonnaire, plus argileux. Cohésion assez faible. Couleur beige-jaune, peu humifère.

vers 50 cm : cuirasse massive .

Pour l'étude de détail le lecteur voudra bien se reporter à la p. 225.

B. 2. Les sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire et altération kaolinitique.

Description schématique :

de 0 à 15 - 25 cm: gris beige clair. Humifère. Plus ou moins gravillonnaire, terre fine sableuse à sablo-argileuse.

de 15-25 cm à 30-65 cm : beige-jaunâtre. Peu humifère, gravillonnaire. Terre fine plus argileuse.

à 30 - 65 cm : matériau tacheté d'altération qui durcit lorsqu'il est exposé à l'air libre.

L'étude de détail a été faite avec l'unité 28, p. 236.

B. 3. Les sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire.

Au point de vue morphologique ils sont semblables aux sols correspondants de l'unité 27.

- Les deux horizons supérieurs sont moins riches en gravillons que les horizons des sols précédents B.1. et B.2. Les autres caractères sont semblables.
- A 30 - 60 cm un niveau essentiellement gravillonnaire avec taches rouges parfois noires, s'indurant, constitue une carapace friable.

Le matériau recouvrant le niveau induré provient en partie de l'altération. Celui-ci se trouve naturellement d'autant plus marqué par la nature du substrat géologique que la charge inerte de gravillons ferrugineux est plus faible. Ceci explique les faibles différences observées entre les résultats analytiques des autres sols ferrugineux remaniés riches en gravillons situés sur des zones géologiques diverses.

Mais les sols ferrgineux remaniés indurés des régions gréseuses possèdent des caractéristiques analytiques plus défavorables que celles des sols correspondants des régions birrimiennes schisteuses. Le tableau 30 montre que ces caractéristiques sont plutôt comparables à celles des sols ferrugineux remaniés indurés des régions granitiques (unité 30) étudiées à la page 245 et où le lecteur voudra bien se reporter.

C - Conclusion Générale.

Les sols sont cultivables, mais à l'exception des sols situés sur matériaux colluvio-alluviaux des axes de drainage, ils sont de profondeur limitée. Leur fertilité est basse. Les conditions écologiques semblent pourtant assez différentes entre la partie nord et la partie sud où la présence du Grand Balé et de quelques-uns de ses affluents accentuent encore les différences résultant de la pluviométrie. La savane qui reflète bien ces conditions apparaît en effet plus fournie vers le S. avec des espèces assez exigentes en eau qui se développent bien sur les sols gravillonnaires sur altération kaolinitique où elles peuvent enfoncer leurs racines : Daniellia olivieri, Khayas senegalensis...

Cette différence est encore exagérée par la dégradation plus importante des régions septentrionales qui ne sont pas soustraites à l'action de l'homme, alors que les forêts classées au S. constituent de grandes zones de protection.

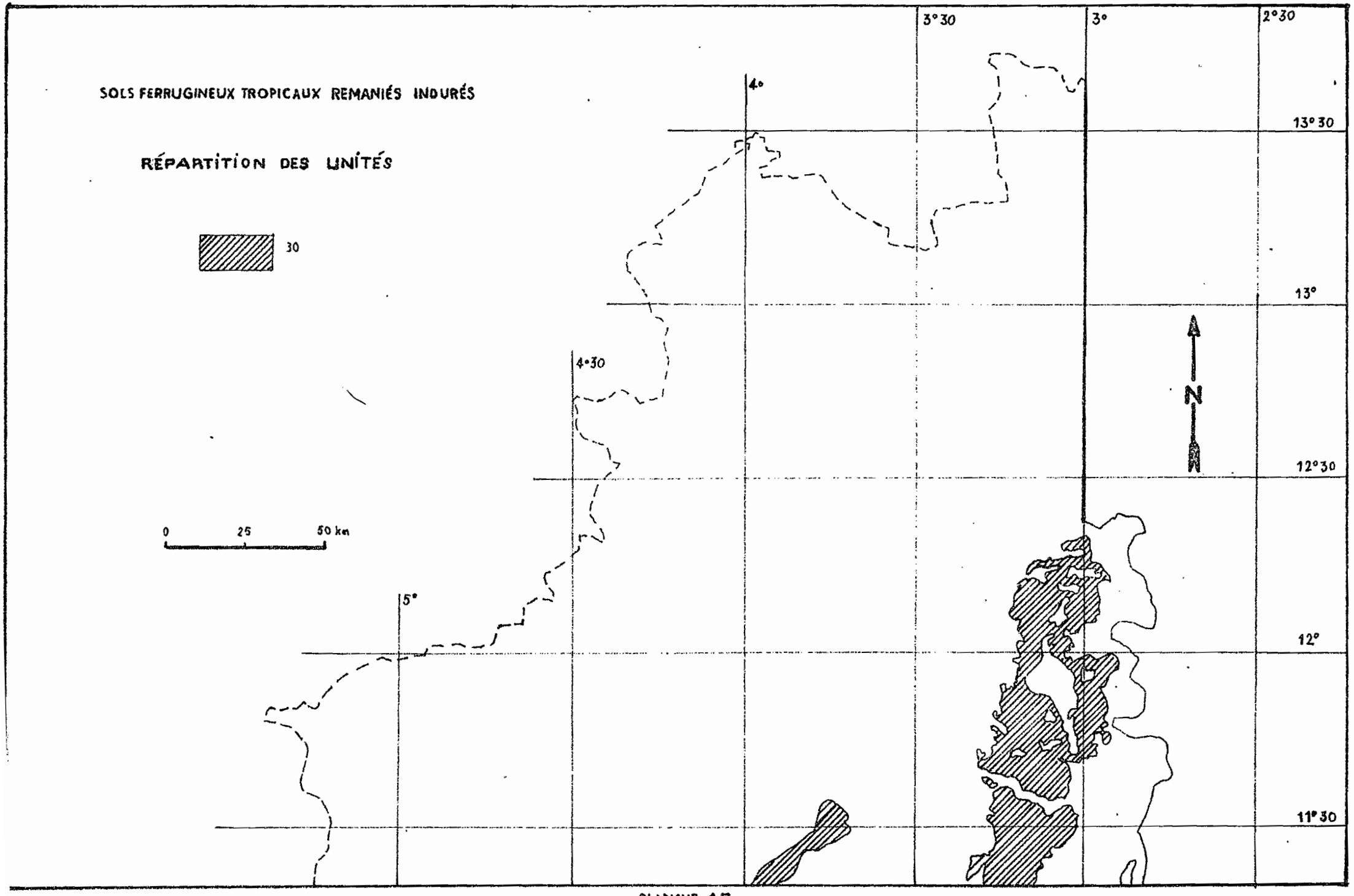

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX REMANIÉS INDURÉS
RÉPARTITION DES UNITÉS
30
0
25
50 km
N
3°30
3°
2°30
4°
13°30
13°
4°30
12°30
5°
12°
11°30

PLANCHE 15

/ UNITE 30 /

Sols FERRUGINEUX TROPICAUX remaniés indurés sur matériau sableux à argilo-sableux à niveau gravillonnaire. Association à sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau polyphasé sablo-argileux à argilo-sableux.

A - Caractères Généraux :

La plus grande partie des régions granitiques, au modelé mollement ondulé, est couverte par cette unité. Les sommets d'interfluve les plus gravillonnaires et cuirassés, ainsi que les régions voisines des chaînes birrimiennes, sont cartographiés avec l'unité 28, toutes les autres surfaces sont représentées par l'unité 30.

Les principaux types de sols se différencient nettement en fonction de la pente. A la partie supérieure, en bordure de l'unité 28, se développent les sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau sableux-argileux à niveau gravillonnaire, puis en contre-bas apparaissent les sols ferrugineux lessivés sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux (le niveau gravillonnaire étant enfoui à une grande profondeur). Sur des surfaces mal drainées ces sols ferrugineux lessivés présentent le plus souvent des taches de ségrégation ferrugineuse ce qui nous les fait classer préférentiellement dans le sous-groupe hydromorphe, mais certains de ces sols sont essentiellement hydromorphes.

Les sols de l'unité 28 surtout les ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire sur altération kaolinitique, peuvent apparaître au sommet de certains interfluves. Mais il est difficile dans une carte de reconnaissance d'en préciser l'importance exacte. Il faut donc considérer que l'unité 28 se trouve souvent associée à cette unité 30 à l'intérieur de laquelle elle n'a été précisée que dans les cas particulièrement nets.

De grandes superficies sont cultivées : mil, arachide... La végétation est une savane à Karité et Andropogon gayanus auxquels s'ajoutent assez souvent Gardenia erubescens, Deuterium microcarpum, Terminalia laxiflora, Pterocarpus lucens, Daniellia olivieri, parmi les graminées : Ctenium elegans. De nombreuses autres espèces se rencontrent plus rarement.

La surface du sol est généralement gris-clair avec de nombreuses petites termitières épigées.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau sableux à sablo-argileux à niveau gravillonnaire.

1. a Morphologie :

La succession des horizons est identique à celle des sols ferrugineux remaniés indurés de l'unité 27 (p. 231) mais la texture des deux horizons supérieurs n'est que faiblement gravillonnaire.

Profil de référence : B O B 20.

Situation : à 17 km de WAHABOU sur la piste vers BAGASSI.

Topographie : Sommet de pente faible (1 - 2 %)

Végétation : Savane à karité, Combretum ssp., Gardenia erubescens et Andropogon gayanus.

Surface du sol : Grandes zones nues.

Description du profil :

0 - 25 cm : Beige-pâle (10 YR 7/3). Humifère. Sableux. Structure massive (à la partie supérieure tendance lamellaire par litage sableux) à cohésion faible. Eclats aplatis à arêtes vives, légèrement mamelonné, cohésion moyenne par écrasement, faible à moyenne par cisaillement. Porosité tubulaire fine assez moyenne. Quelques petites galeries.
Limite régulière graduelle.

25 - 60 cm : Beige (10 YR 7/4), Sablo-argileux, avec quelques gravillons à cassure rouge foncé. Structure massive à cohésion moyenne. Eclats anguleux à arêtes vives, cohésion moyenne par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière assez bonne. Certaines zones présentent de nombreuses galeries de termites : la cohésion y est assez faible.
Limite régulière brutale.

A 60 cm : Gravillons plus ou moins réguliers mais émoussés ou arrondis pris dans une terre argileuse pâle à taches brun-ôcre (7,5 YR 6/8). L'ensemble s'indure en carapace : plaques détachées par le pic, s'effritant encore entre les mains.

Enracinement : Moyen mais superficiel des graminées (10 - 15 cm). Au-dessous moyen à médiocre des ligneuses fines et moyennes irrégulièrement réparties.

Variations autour du profil de référence :

Les deux horizons supérieurs sont toujours bien marqués : sableux humifère jusqu'à 15 - 30 cm puis sablo-argileux plus rouge jusqu'à 40 - 65 cm. Ils sont pauvres en gravillons : jamais plus de 10 %.

L'horizon induré est toujours un horizon gravillonnaire. L'induration qui se forme au niveau des taches rouges d'accumulation ferrugineuse entre les gravillons est variable ; elle peut aller de la cohésion très forte jusqu'à la véritable carapace qui cède en grandes plaques sous l'action du pic.

1. b Propriétés analytiques (voir tableaux 29 & 30).

La texture des horizons superficiels est sableuse (Argile $<$ 10 %) celle des horizons moyens est sablo-argileuse, parfois presque argilo-sableuse ou sableuse.

Les autres propriétés analytiques sont comparables à celles des sols remaniés indurés sur matériau gravillonnaire de l'unité 29. Si les teneurs en phosphore sont sensiblement meilleures, surtout dans les horizons moyens, les caractéristiques du complexe absorbant des horizons supérieurs, par contre, sont un peu moins favorables : l'équilibre des bases est satisfaisant en surface (20 - 10 - 1 ou 2) mais il est souvent mauvais dans les horizons moyens où le magnésium est en trop forte proportion (20-20-1 ou 2).

1. c Conclusion :

Bien que présentant des caractères semblables à ceux des sols du même sous-groupe sur matériau gravillonnaire : limitation de la possibilité d'enracinement et de la dynamique de l'eau ces sols possèdent une richesse chimique légèrement plus faible. Ceci provient de la différence de nature des matériaux des zones granitiques et des zones schisteuses ou gréseuses.

Comme pour tous les autres sols ferrugineux remaniés les meilleures caractéristiques de fertilité ne sont que moyennes ou surtout médiocres : azote, phosphore, pH. Si leur fertilité générale se situe parmi les bas niveaux, il est pourtant bien difficile de préciser la position relative exacte de chacun de ces sols sans données agronomiques expérimentales. Le régime hydrique semble un facteur déterminant essentiel pour la fertilité de tous les sols gravillonnaires.

Les cultures vivrières sont encore fréquemment pratiquées et si l'on en juge par la taille des chaumes laissés sur le champ après la récolte, les rendements

doivent être assez comparables à ceux obtenus sur les autres sols de la région, pourvu que le niveau induré n'apparaisse pas avant 50 cm de profondeur.

B. 2. Les sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau polyphasé sablo-argileux à argilo-sableux.

2. a Morphologie :

Profil de référence : B 0 A 59

Situation : A 4,2 km de HABA vers KAYO, dans la région de la Volta Noire au Sud du Grand Balé.

Topographie : Sommet de pente faible.

Végétation : Savane à végétation fournie : karité, Terminalia laxiflora. Andropogon gayanus par touffes déchaussées.

Surface du sol : Petites nappes d'épandage de sable rose. Petites termitières épigées.

Description du profil :

0 - 23 cm : Gris-clair (2,5 Y 6/2), humifère, sableux à sablo-argileux (sables grossiers). Structure massive à cohésion moyenne ; débit par éclats anguleux à faces concoïdales, cohésion forte par écrasement, faible à moyenne par cisaillement. Porosité tubulaire bonne.
Limite régulière graduelle.

23 - 73 cm : Gris-beige pâle (10 YR 6/4). Sablo-argileux à argilo-sableux (sables grossiers). Structure massive cohésion moyenne à forte suivant l'activité de la faune, débit par éclats aplatis rugueux, cohésion forte par écrasement moyenne à forte par cisaillement. Porosité tubulaire bonne (presque type "mie de pain"). Nombreuses galeries, jusqu'à 2 cm de diamètre.
Limite régulière graduelle.

73 - 160 cm : Couleur hétérogène : gris-jaunâtre clair avec des zones plus rouge rosé. Vers 80 cm apparaissent quelques liserais blancs autour des zones rouges. On trouve quelques concrétions marron foncé assez facilement cassables au marteau. Argilo-sableux à sables grossiers anguleux et colorés. Structure massive à cohésion forte; débit par éclats anguleux rugueux, cohésion forte par écrasement, moyenne à faible par cisaillement.
(les zones claires offrent peu de résistance au cisaillement)
Porosité tubulaire fine bonne. La faune est encore active : galeries 2 cm.

Enracinement : Bon des herbacées à la partie supérieure (30 cm) mais mal réparti, faible au-dessous. Les ligneuses fines et moyennes apparaissent vers 30 cm, horizontales : enracinement moyen jusqu'à 70 cm, médiocre ensuite.

Variations autour du profil de référence :

La présence d'un horizon A pauvre en argile et d'horizons B relativement plus argileux et plus riches en fer avec les limites distinctes à graduelles caractérisent ces sols. Si la couleur de fond des horizons non tachetés (humifères ou non) comporte plusieurs nuances qui se placent cependant toujours dans des teintes délavées, l'apparition des taches représente au contraire une grande diversité.

Tous les sols possèdent des taches de pseudogley en profondeur (au-delà de 1 m) Mais au-dessus la ségrégation des couleurs (qui témoigne de certaines conditions d'engorgement temporaire) offre des contrastes variés.

Elle apparaît à des profondeurs variables entre 50 et 100 cm. D'une façon générale la présence d'un liserai blanc autour des zones rouges d'accumulation ferrugineuse a été considérée comme un élément nécessaire pour classer un sol dans le sous-groupe "hydromorphe". Cependant du seul point du vue cartographique, dans l'unité 30, ce sous-groupe n'est qu'un terme de passage entre les sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions et les sols hydromorphes à pseudogley.

Les sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions présentent des caractères d'hydromorphie moins nette et ils se situent préférentiellement sur les parties supérieures des plus fortes pentes. Leur extension est variable mais leurs propriétés analytiques sont analogues à celles du sous-groupe hydromorphe.

Les sols hydromorphes à pseudogley où les taches d'hydromorphie remontent au voisinage de la surface (à moins de 50 cm) se situent en bas de pente ou sur de plus vastes zones très drainées. La surface du sol est gris-blanc et la texture est toujours pauvre en argile dans les horizons supérieurs. Les autres propriétés analytiques sont comparables à celles des sols ferrugineux lessivés hydromorphes. Quelques sols en bas de pente présentent des taches irrégulières indurées constituant une trame alvéolaire.

Quant aux sols hydromorphes sur matériaux alluvionnaires le long des axes de drainage ils ne représentent qu'une très faible proportion de l'ensemble et ne peuvent être pris en considération dans la cartographie au 1/500.000 ème. Ils sont analogues aux sols de l'unité 38.

2. b Propriétés analytiques (voir tableaux 29 & 30)

Les caractéristiques physiques :

- Il y a peu d'éléments grossiers sauf parfois en profondeur où peut apparaître un niveau gravillonnaire, cependant il existe quelquefois des sols riches en gravillons sur toute leur épaisseur, d'ailleurs généralement plus humifère en surface.

- La texture est sableuse ou sableuse à sablo-limoneuse (limons grossiers en surface). Au-dessous elle devient sablo-argileuse puis argilo-sableuse (les sables grossiers sont toujours prédominants).

- La stabilité structurale est mauvaise dans les horizons de surface ; elle est médiocre ensuite.

- La porosité est médiocre mais suffisante dans les horizons superficiels où il n'y a pas de risques d'asphyxie. Elle devient trop faible au-dessous : asphyxie partielle à moyenne profondeur et totale à grande profondeur. Dans les sols du sous-groupe à taches et concrétions les risques d'asphyxie totale sont moins grands en profondeur mais l'asphyxie partielle est de règle.

- L'eau utile est faible ne dépassant guère 4 % en profondeur. Le coefficient de perméabilité K est faible. L'indice de drainage est mauvais parfois très mauvais en surface ; au-dessous il est toujours très mauvais.

Les caractéristiques chimiques :

- La matière organique est en faibles quantités (moins de 1 %) dans les sols cultivés. Elle est plutôt voisine de 1 % dans les sols non défrichés. Elle est encore de 0,5 % à moyenne profondeur. Le rapport C/N assez élevé en surface (15) apparaît cependant normal pour des sols ferrugineux lessivés ; au-dessous il s'abaisse rapidement jusqu'à 10 ou 12.

- L'azote est aussi en faible teneur, la "fertilité N/pH" est médiocre en surface, et basse ensuite.

- Le rapport azote-phosphore est satisfaisant ; le phosphore est en quantité moyenne au niveau actuel de la fertilité des sols.

- Le pH est faiblement acide (6,1 en surface, 5,7 au-dessous en moyenne) et ne pose pas de problèmes pour les cultures, sauf peut être pour le coton sur certains sols parmi ceux qui ont les pH les plus acides.

- La capacité d'échange est faible. Elle croît de la surface vers la profondeur en fonction du taux d'augmentation de l'argile, mais l'influence de la matière organique apparaît aussi nettement en surface. Le taux de saturation peut être assez variable d'un profil à l'autre, de même la variation dans un même profil ne se fait pas toujours dans le même sens (1), dans l'ensemble, cependant, les valeurs n'accusent pas de grands écarts. La somme des bases est faible et correspond à des sols pauvres.

- L'équilibre des bases est relativement satisfaisant en surface (20-10-2 à 0,6) bien que le potassium puisse être insuffisant. L'élévation de la proportion de magnésium dans les horizons moyens se confirme en profondeur (20 -24- 2 à 20-13-0,6). Le calcium devient insuffisant et surtout la déficience en potassium est générale.

- Les réserves en bases totales sont faibles. Bien que ces données n'aient qu'une valeur relative, elles font cependant ressortir la plus grande pauvreté de ces sols issus de granites par rapport à ceux issus de schistes ou de grès. Cette différence apparaît d'ailleurs aussi nettement pour toutes les autres données chimiques.

2. c Conclusion

La richesse chimique apparaît donc médiocre et même basse si l'on considère surtout la saturation en bases.

Les caractéristiques physiques aussi sont assez peu favorables : faiblesse des valeurs en eau utile, drainage insuffisant, pouvant aboutir souvent à l'asphyxie totale. Ces sols présentent en outre une susceptibilité assez grande à l'érosion qui dégrade les horizons de surface, même sur des pentes faibles.

Cependant la profondeur généralement importante des profils permet un enracinement puissant et profond. De plus grâce à la différenciation graduelle des horizons les phénomènes de remontée capillaire à partir des horizons inférieurs engorgés peuvent se prolonger après les dernières pluies. Ce sont là des éléments précieux dans un contexte de sols remaniés toujours limités en profondeur et qui peuvent inciter à moins de rigueur dans l'examen de la richesse générale considérée comme médiocre.

---

(1) Le taux de saturation apparaît souvent tout à fait indépendant du pH et ne semble obéir à aucune loi de variation.

C - Conclusion générale :

Si l'origine granitique des matériaux explique la richesse faible des sols, cette unité 30 a pourtant l'avantage de posséder de grandes surfaces cultivables dont une proportion importante correspond à des sols profonds. Elle possède en outre l'intérêt de grouper des sols relativement homogènes (dans leurs caractères principaux) où les grands types se différencient nettement suivant des critères géomorphologiques.

Elle semble pouvoir encore offrir des possibilités de mises en culture en raison de la faible occupation de certaines zones.

UNITE 30

TABLEAU 29

	Sols ferrugineux tropical lessivé hydromorphe sur matériau sablo-argileux à argilo-sableuxx BOA - 59			Sol ferrugineux tropical remanié induré sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux à niveau gravillonnaire - BOB -20	
Profondeur cm	0,1- 20	30 - 70	90 - 110	0,1 - 25	25 - 60
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1	4,0
Humidité %	0,9	2,3	1,2	0,4	1,3
Argile %	12,5	20,9	33,7	7,3	27,0
Limon fin %	12,5	10,2	9,9	6,5	8,4
Limon grossier %	14,0	13,2	14,3	13,2	11,2
Sable fin %	24,6	18,7	12,1	32,2	19,3
Sable grossier %	35,2	37,0	30,0	40,2	33,7
Matière organique %	1,18			0,56	
Carbone ‰	6,8			3,3	
Azote ‰	0,39			0,29	
C/N	17,4			11,4	
$P_2 O_5$ total ‰	0,20	0,17	0,07	0,17	0,20
$F_2 O_3$ libre ‰	1;10	1,63	2,67	0,89	1,97
$F_2 O_3$ total ‰	1,44	1,99	3,17	1,37	2,80
Fer libre /fer total	77	82	86	65	70
Bases totales méq/100 g de sol					
Calcium	2,02	1,58	2,35	1,72	1,72
Magnésium	2,64	3,08	3,36	2,20	3,87
Potassium	0,61	1,16	1,50	0,70	1,36
Sodium	0,10	0;08	0,10	0,18	0,26
Bases échangeables méq/100 g de sol					
Ca	1,76	1,12	1,72	0,57	0,35
Mg	0,96	0,55	0,93	0,27	0,60
K	0,05	0,04	0,11	0,05	0,04
Na	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
S	2,80	1,70	2,80	0,90	1,00
T	4,55	3,05	4,20	2,50	4,60
S/T = V %	62	56	67	36	22
pH eau	6,0	5,6	6,3	5,6	5,1
pH KCl	5,0	4,6	5,2	4,5	4,1
Poids spéc. appar.	1,60	1,80	1,83	1,73	1,67
Porosité cm^3/100 g	22,7	15,7	14,7	17,9	20,0
pF 3	7,5	8,0	12,9	5,1	11,3
pF 4,2	2,6	4,4	9,3	2,1	7,2
Eau utile %	4,9	3,6	3,6	3,0	4,1
Instabilité struct.	0,64	1,62	1,81	1,19	1,33
Perméabilité Kcm/h	1,2	1,6	1,5	0,6	1,4

RESULTATS ANALYTIQUES DES SOLS FERRUGINEUX REMANIES INDURES &

	Indurés sur matériau gravillonnaire (Schistes birrimiens) 4 profils.		Indurés sur matériau sableux-argilo-sableux à niveau gravillonnaire (granites) 4 profils		Indurés sur matériau gravillonnaire (grès) 4 profils.	
	Hor. surf.	Hor. moy.	Hor. surf	Hor. moyen	Hor. surf	Hor. moyen
Refus 2mm%			0,1-6	0,1-11		
M. O. %	1,2 - 2,2	1 - 1,7	0,6-1,1	0,4	0,6-1,5	0,6
C. ‰	10	2,5	3,3-6,6	2,2	3,6-8,5	3,0
N. ‰	0,6	0,4	0,3-0,5	0,15	0,3-0,5	0,2-0,3
C/N	15,8	11,5 - 18	13		14,5	11
ACIDE PHOSPHORIQUE.						
P_2O_5	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25	0,20
BASES TOTALES.						
Ca total	4,5-7,3	1 - 5,7	1,6-3,2	1,3-2,2	2,0-37	1,5
Mg total	2,5-6,9	1 - 7,5	2,2-3,4	2,2-4,2	1,5-3,5	2,7
K total	1,2	1	1	1,3	0,5-1,1	1,3
Na total	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
COMPLEXE ABSORBANT						
Ca éch.	1,3-2,5	1	0,6-1,7	0,4-1,2	0,9-2,0	0,3-1,3
Mg éch.	1,2	0,6	0,3-0,9	0,6	0,5-1,0	0,6
K éch.	0,15	0,04	0,05	0,04	0,10	0,06
Na éch.	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
S	2,1-3,5-6,1	1,6	0,9-2,5	0,9-2,1	1,5-3,2	0,7-2,3
T	3,5-5-10	2,8-4-8,2	2-3,8	1,4-4,5	2,5-4,5	1,4-3-7
S/T	56-71	36-53	36-65	22-68	54-72	33-60
ACIDITE - ALCALINITE						
pH	6,4	5,6	6,2	5,1-6,1	6,2	5,5
EAU UTILE						
Eau utile	5,5	3,8	3,5	3,8	3,0	2,5

*(1) Les valeurs indiquées dans ce tableau correspondent à la médiane des valeurs obte-
regroupées, la médiane est voisine de la dominante et aussi de la moyenne. Sinon
fois si la médiane est voisine de la dominante celle-ci apparaît entre les 2 ex-

APPAUVRIS SUR DIFFERENTS MATERIAUX (exprimés en % de terre totale)* (1) TABLEAU 30

Appauvris sur matériau gravillonnaire et cuirasse 6 profils		Appauvris sur matériau gravillonnaires et altération de schistes. (Schistes birrimiens). 5 profils			Appauvris sur matériau gravillonnaire et altération kaolinitique -(granite-grès). 4 profils.		
Hor. surf.	Hor.moy.	Hor. surf.	Hor. moy.	Altération	Hor. surf.	Hor. moy.	Altération
2-87	10-90	33-75	60	30	21-47	24-50	10-35
0,7-1,9	0,7-1,6	0,8-1,2	0,5-1		0,9-1,4	0,6	
4-12	4,2-5,3	2,1-10	2,4-4,8		5,4-8,1	3,5	
0,3-0,6	0,2	0,4-0,6	0,2		0,3-0,5	0,2	
15,8	12,8	14,3	13		14,6	11,5	
ACIDE PHOSPHORIQUE.							
0,18-0,25	0,15	0,2-0,3	0,15	0,2	0,2-0,5	0,15-0,4	0,2
BASES TOTALES.							
2,5 - 5,0	1,-1,5	3,0	1,1	1,4	2,3-7,2	1,2-2,4	1,6-4,6
3,5 - 5,5	1,8-3,8	3,4	4,5	3,8	2,3-4,2	1,8-3,4	2,8-4,5
0,8-1,3	1,1-2,1	0,9	1	1,4	0,8	0,7	0,8-1
0,1 - 0,5	0,2-0,7	0,1-0,3	0,1-0,5	0,1 - 0,4	0,1-0,2	0,1	0,2
COMPLEXE ABSORBANT.							
1,3-2	0,2-1,1	1,6	0,6	0,2-3,0	1,5-3,9	0,8	1,8
0,2-1	0,2-0,6	0,9	0,6	0,5-7,2	0,5-1,5	0,3-0,5	0,7-0,8
0,03-0,06	0,01-0,04	0,07	0,05	0,03	0,08-0,10	0,03	0,09-0,22
0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
1,8-2,5-4,6	0,6-1,5	2,5	1,2	0,7-8,4	2,8	1,5	2,7
3-4,2-6,2	1,8-2,7	4	2,4	2,5-10,1	3,0-4,5-7,4	2,5	3,8-5,1
51-75	24-56	56-77	37-65	29-100	64-71	52-59	47-72
ACIDITE - ALCALINITE							
6,4	5,1-5,9	6,5	5,8	5,4-6,6	6,4	6,0	5,5-7,3
EAU UTILE.							
2,5-8	3,5	3,6	4,1	5,1	3,5	2,0	3,2

nues pour chaque échantillon exprimé en % de terre totale. Si ces dernières sont bien seules ont été indiquées les 2 valeurs extrêmes de l'intervalle de variation ; toutetrêmes où elle est soulignée d'un trait.

/ S O L S H Y D R O M O R P H E S /

XI - SOLS HYDROMORPHES

Dans la classification française, la classe des sols hydromorphes "réunit tous les sols dont l'évolution est essentiellement caractérisée par l'effet d'un excès d'eau par engorgement temporaire de profondeur ou de surface, ou par présence ou remontée de nappe". (1)

L'hydromorphie ne déterminant pas dans les régions qui nous intéressent une accumulation de matière organique dépassant 8 %, seuls les sols hydromorphes minéraux ou peu humifères de la troisième sous-classe seront représentés. Encore faut-il pratiquement limiter l'ensemble des sols se rapportant à cette sous-classe au groupe des sols à pseudogley. Les sols à gley c'est-à-dire à phénomènes de réduction dominante ont été observés en des localisations extrêmement réduites et particulières (dépressions étroites de la base des grès de BANDIAGARA) et leur étude sort du cadre d'une cartographie au 1/500.000ème. Un horizon de gley peut toutefois affecter la base de certains profils.

Les sols hydromorphes à pseudogley sont caractérisés par des manifestations morphologiques dues à la mise en solution après réduction, des oxydes de fer et de manganèse durant la phase d'engorgement et à leur réoxydation, en période d'aération, en taches ou concrétions rouilles isolées par une matrice décolorée et réduite.

Des cas de concentrations calcaires (concrétions et nodules) intéressant la profondeur de certains profils et à mettre au compte des remontées de nappes chargées localement en carbonates sont à signaler.

Pratiquement un seul sous-groupe a été cartographié, c'est celui des sols à taches et concrétions, subdivisé en faciès modal et structuré.

Il est souvent délicat sur le terrain de déterminer l'importance de l'hydromorphie en tant que facteur principal d'évolution. Lorsque les phénomènes d'engorgement sont limités dans le temps et en intensité, leurs caractères morphologiques se superposent à ceux de l'évolution d'ensemble d'une zone donnée, (cas des sols Ferrugineux par exemple), sans les oblitérer complètement. Par convention, on a admis de classer en sol Hydromorphe un sol présentant un pseudogley dès la base de l'horizon humifère (définition officielle) ou à moins de 40 cms de profondeur.

---

(1) G. AUBERT - Symp. Intern. 3 - Classification des sols - GAND 1965.

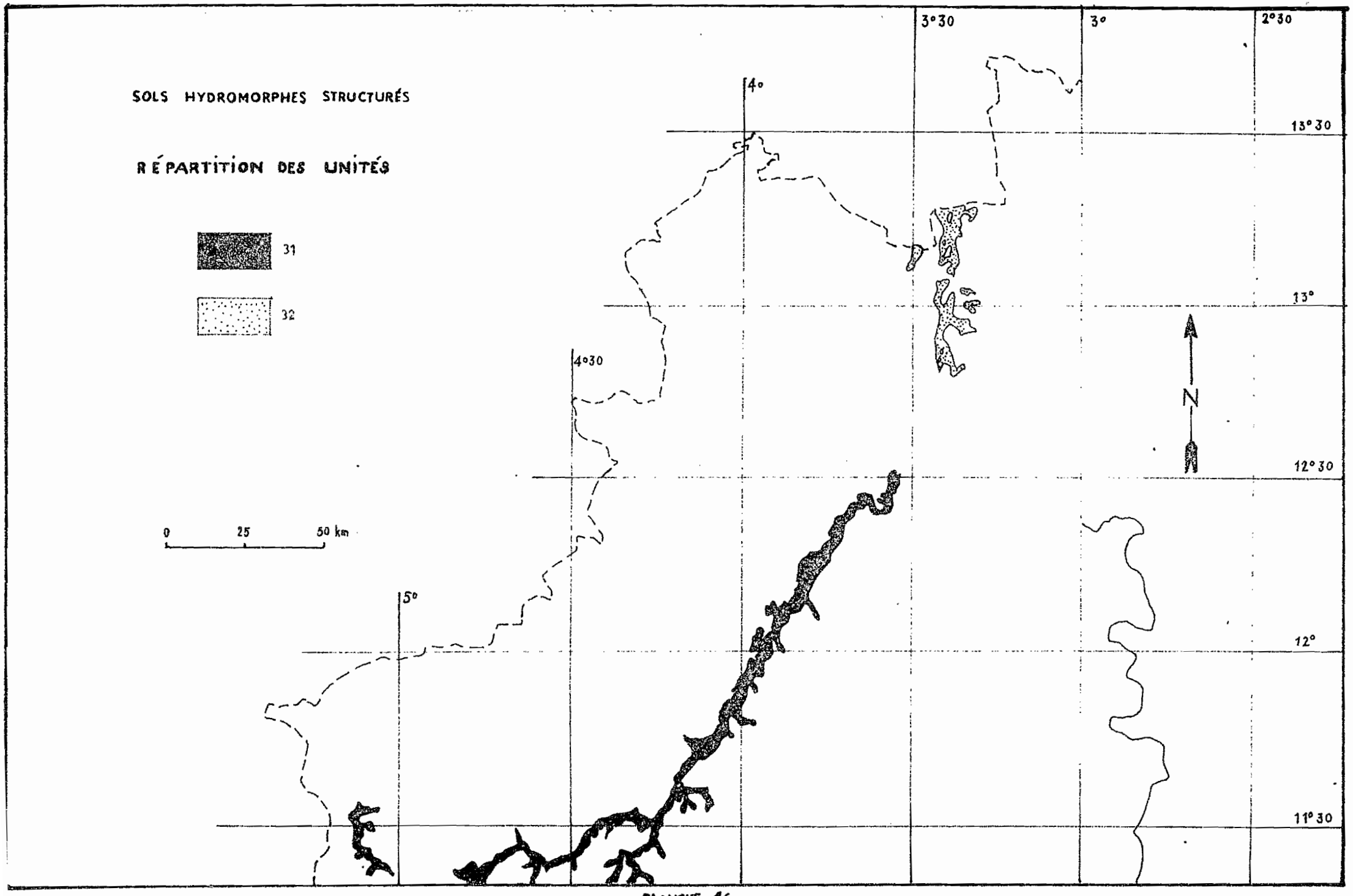

SOLS HYDROMORPHES STRUCTURÉS
RÉPARTITION DES UNITÉS
31
32
0
25
50 km
N
3°30
3°
2°30
4°
13°30
13°
4°30
12°30
5°
12°
11°30

PLANCHE 16

/ UNITE 31 /

Sols HYDROMORPHES peu humifères à pseudo-gley à taches et concrétions faciès structuré - sur matériau alluvionnaire de texture variable, souvent argileuse :

A - Caractères généraux :

L'unité 31 apparaît vers le S.O. où elle correspond aux grandes plaines alluviales du cours supérieur de la Volta Noire (S.O. - N.O.), et de quelques autres rivières : Baoulé et Sélédogo par exemple.

Le caractère hydromorphe de ces zones se distingue parfaitement sur la carte IGN au 1/200.000 ème. Cependant l'origine alluviale des matériaux leur confère une assez grande hétérogénéité. Ils peuvent appartenir à des alluvions anciennes ou à des alluvions récentes. Par endroits, aussi peuvent subsister des enclaves de cuirasse ferrugineuse occupant parfois des surfaces relativement importantes.

Cette unité qui suit le lit majeur des grandes rivières présente un paysage très plat où de vastes zones sont inondables. Vers le lit mineur, celles-ci sont souvent limitées par des levées de berges, tandis que à l'opposé elles sont bordées par des surfaces gravillonnaires ou cuirassées surélevées, ou bien par des bas glacis portant des sols ferrugineux tropicaux lessivés (Unité 25).

Les sols sont à peu près toujours très fortement marqués par l'hydromorphie temporaire : ce sont des sols à pseudogley. Mais il peut aussi exister des sols à hydromorphie permanente qui correspondent à des mares ou à des marécages. Ces sols à gley sont tourbeux avec des taux de matière organique atteignant souvent 10 % et parfois même 30 % sur plusieurs dizaines de centimètres. Sans valeur agricole dans leur état présent, mais possédant de fortes potentialités, ils n'ont qu'une extension très limitée et ils se rencontrent surtout dans les régions méridionales.

Il existe aussi des sols minéraux bruts sur bancs sableux et remblaiement sableux, et aussi des sols peu évolués sur alluvions. Mais ces sols, qui ont été cartographiés par GAVAUD dans la plaine de BONZAN, n'ont qu'une importance limitée dans l'unité 31. Les sols peu évolués en particulier, sont le plus souvent suffisamment marqués par les caractères d'hydromorphie pour être classés avec les sols hydromorphes.

Rappelonss enfin l'existence de lithosols ou de sols peu évolués gravillonnaires sur les enclaves de cuirasse ferrugineuse.

La végétation se différencie en fonction du degré d'hydromorphie des sols :

- les zones non inondables : levées des berges, sont très boisées, avec Khaya senegalensis , Bergia auriculata, Diospyros mespiliformis, Daniellia olivieri - quelques Karités, etc... On trouve aussi des cultures de mil, maïs et parfois coton.
- Les vastes zones basses inondables portent une végétation essentiellement herbacées à base d'Andropogonées avec quelques arbustes : surtout Mytragyna inermis.
- Vers le Sud, les zones marécageuses sont bordées d'espèces ligneuses : Ficus congensis, Raphia vinifera, Phoenix reclinata, ou d'espèces herbacées : Vetiveria nigritana - Les surfaces en eau libre sont le domaine des Cypéracées.

B - Les sols.

B. 1. Les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley à taches et concrétions - facies structuré - sur matériau alluvionnaire de texture variable souvent argileuse.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O C 76

Situation : à 4 km de BOSSORA vers la Volta Noire.

Topographie : grande zone plane : lit majeur de la Volta Noire.

Végétation : essentiellement herbacée à base d'Andropogonées, avec quelques Mytragyna inermis.

Surface du sol : bien recouverte par le tapis graminéen.

Description du profil :

0 - 12 cm : gris foncé (10 YR 5/2) ; très vite apparaissent des petites taches rouille autour des racines et des pores. Très humifère. Argileux. La structure est mal développée sauf vers le bas ou elle devient semblable à celle de l'horizon suivant ; cohésion moyenne. Porosité tubulaire fine, bonne. Limite régulière distincte.

12 - 32 cm : Gris clair (10 YR 7/2) avec des taches rouilles autour des racines et des pores ; ces taches s'agrandissent vers le bas. Argileux. Structure bien développée, polyédrique moyenne à grossière, parfois tendance prismatique. Cohésion d'ensemble moyenne ; cohésion des mottes forte par écrasement et faible par cisaillement. (Cet horizon se caractérise par les fines fentes de dessication anastomosées qui se rattachent aux fentes verticales plus importantes). Porosité tubulaire très irrégulière, moyenne.
Limite régulière distincte.

32 - 80 cms : Jaune pâle (2,5 Y 7/4 à sec) avec de petites taches rose-rouille diffuses. Argilo-limoneux. Structure massive à cohésion forte : débit par petits polyèdres à cohésion très faible. Porosité tubulaire moyenne.
L'horizon a conservé l'humidité des pluies récentes qui ont facilement pénétré par les fissures de l'horizon supérieur.
Limite régulière tranchée.

80 - 150 cms : Gris-clair (10 YR 7/2) à taches rouges très irrégulières (30%) Argileux avec quelques gravillons, assez nombreux par endroits. Structure moyennement développée polyédrique moyenne à faible, à cohésion assez faible ; parfois elle est est moins bien développée. Cohésion des mottes forte par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire faible. Quelques galeries d'origine biotique. (On retrouve les fissures anastomosées du 2ème horizon).

Enracinement : Bon des herbacées jusqu'à 12 cm, puis moyen jusqu'à 80 cm et très médiocre ensuite. Il est toujours bien réparti.

Variations autour du profil de référence :

- Les variations sont nombreuses dans cette famille de sols.
- La structure qui pour l'accord avec la classification (faciès structuré) devrait toujours être développée est un caractère fluctuant non seulement d'un profil à l'autre mais aussi d'un horizon à l'autre ; le profil B O C 76, est d'un type intermédiaire. D'une façon générale, et bien qu'il y ait souvent des exceptions, il semble que les textures les plus argileuses (50 % d'argile et davantage) soient les plus favorables au développement de la structure. Mais beaucoup d'autres facteurs doivent entrer en ligne de compte ; parmi les plus nets citons : l'âge des matériaux (les plus récents, moins évolués, sont peu structurés même s'ils sont fortement argileux, ex. : B O C 76), le processus d'hydromorphie : durée, intensité (les sols non inondés ne sont généralement pas ou peu structurés).
- L'hétérogénéité des matériaux, en particulier le recouvrement par des alluvions récentes, modifie grandement les profils. Prenons par exemple le profil BOB 93 : observé dans la vallée alluviale de la Volta Noire à l'O. de MONKUI

sous une végétation essentiellement herbacée :

0 - 10 cm : Brun sombre (10 YR 4/3) avec quelques taches rouille très fines et peu visibles, le long des racines limono-argileux Structure mal développée, à tendance prismatique large à très large, à cohésion très faible , éclats aplatis (3-4 cm) à cohésion très faible. Porosité très fine, sans doute excellente mais peu visible.
Limite régulière tranchée.

10 - 37 cm : Brun jaunâtre. (10 YR 5/4). Humifère très limoneux. Structure massive à cohésion très faible : consistence de farine ; à certains endroits cohésion légèrement plus forte avec une grande fente verticale : zone légèrement plus argileuse. Porosité très fine sans doute importante.
Limite régulière distincte.

37 - 65 cm : Brun (10 YR 5/3) à taches ocre-rouille diffuses puis plus rouges, entourées de zones blanches assez diffuses. Argilo-limoneux. Structure prismatique bien développée fine à moyenne, à cohésion assez faible, cohésion des mottes forte par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière très bonne.
Limite régulière distincte.

65 - 130 cm : Gris (10 YR 6/1 - 7/1) à grandes taches rouges (5 YR 5/8) Très argileux. Structure moyennement développée, prismatique fine à moyenne, cohésion moyenne ; cohésion des mottes très forte par écrasement, faible par cisaillement. Porosité tubulaire et lacunaire importante.

Enracinement : Bon des herbacées jusqu'à 37 cm ; puis moyen jusqu'à 65 cm, médiocre mais bien réparti grace à l'activité biotique, ensuite.

Ce profil est donc très limoneux, et d'aspect morphologique peu évolué dans sa partie supérieure. L'hydromorphie n'apparaît que dans le 3ème horizon et elle ne se manifeste pleinement qu'au dessous de 65 cm. Les résultats analytiques confirment la différence de nature très nette des matériaux :

Profondeur	0 - 10 cm	10 - 37 cm	64 - 100 cm	100 - 150 cm
Argile %	29,2	14,2	71,3	53,1
Limon fin %	40,5	41,5	8,1	8,9
Limon grossier %	9,7	12,5	6,0	14,4
Sable fin	10,4	19,6	10,1	20,1
Sable grossier	2,6	6,3	3,5	3,5

Un tel sol pourrait être classé en sol Peu Evolué hydromorphe mais l'épaisseur des horizons jeunes et très variable et l'hydromorphie peut souvent remonter plus près de la surface. Dans un contexte de sols hydromorphes, nous le maintenons avec ces derniers : il serait d'ailleurs vain d'essayer de le séparer dans une cartographie au 1/500.000 ème.

La nature des concentrations ferrugineuses est aussi un éléments de variation important. Si les sols hydromorphes à taches sont très largement répandus on peut trouver aussi des sols à concrétions. Ces sols apparaissent surtout en bordure des zones exondées gravillonnaires. Parfois l'induration des horizons concrétionnés peut aboutir à la formation d'une cuirasse de nappe alvéolaire ; dans certains cas la présence d'un niveau gravillonnaire favorise l'induration. Souvent le niveau cuirassé qui apparaît dans les sols hydromorphes correspond à l'ancienne cuirasse du moyen glacis recouverte.

Signalons enfin l'existence de sols à amas calcaires, essentiellement en bordure des marais dans les régions méridionales. Ils ont été cartographiés par GAVAUD dans la plaine de BANZON :

BANZON N° 12

Mi-chemin de BANZON et SOKOROLA.

Prairie ripicole : cyperus, Echinodoa pyramidalis.

Nappe phréatique à 40 cm.

Description du Profil :

0 - 15 cm : Gris-beige ; très foncé, petites taches ôcre, peu nombreuses ; argileux ; finement grumeleux ; quelques agrégats à tendance cubique, nombreux pores.

15 - 25 cm : Gris-beige foncé, petites taches rouilles ; argileux, structure cubique grossière, quelques pores tubulaires, traces de calcaire à 20 cm.

25 - 90 cm : Gris-clair, taches et traînées ôcres, argileux, concrétions indurées, arrondies, ocre-rouille, imprégnées de calcaire.

1. b Propriétés analytiques : (Voir tableau 31)

Les caractéristiques physiques.

- Nous avons vu combien la texture pouvait varier dans des proportions importantes. Cependant, dans l'ensemble les sols se placent surtout dans la catégorie argileuse : 40 à 60 % d'argile, parfois même davantage. Certains sols ont des horizons qui peuvent être argilo-sableux ou argilo-limoneux. Les teneurs en limons sont parfois assez fortes (30 %) mais les valeurs moyennes sont de l'ordre de 10 à 15 %.

- La stabilité structurale est moyenne, parfois bonne, dans les horizons de surface. Elle est plutôt médiocre au dessous, mais elle peut aussi se placer dans les catégories bonnes ou très mauvaises.

- La porosité peut atteindre des valeurs relativement élevées (40 cm^3/100 g et plus) dans les horizons supérieurs des sols inondés. Cependant les valeurs de l'humidité au pF_3 sont aussi du même ordre de grandeur et il y a toujours asphyxie totale, à l'exception de quelques échantillons où n'apparaît que l'asphyxie partielle. En profondeur la porosité est très faible et la capacité minima pour l'air est nulle.

- L'eau utile est relativement importante dans les horizons supérieurs humifères (10 % au plus), mais elle peut varier dans de grandes proportions d'un profil à l'autre. Dans les horizons minéraux les valeurs assez médiocres se maintiennent autour de 5 à 6 %.

- L'indice de drainage est "très mauvais", au mieux il n'est que "mauvais" à la partie supérieure.

Les caractéristiques chimiques :

- Les teneurs en matière organique sont relativement importantes. Elles sont généralement de l'ordre de 5 à 8 % et ne s'abaissent que rarement au dessous de 2 %. Les valeurs les plus basses s'observent sur les sols exondés.
  La répartition est différente selon les types de végétation :
  - Sous végétation ligneuse la matière organique demeure en surface (B 0 C 73).
  - Sous végétation herbacée graminéenne, elle s'accumule en surface mais elle se trouve aussi incorporée au sol sur une épaisseur importante (80 cm pour B 0 C 76).

  L'évolution de cette matière organique est assez variable mais elle apparaît souvent assez bien évoluée : C/N : 12 - 13. Au-dessous le C/N varie entre 8 et 10.
- Les quantités d'azotes sont élevées dans les horizons de surface (plus de 1 ‰) mais il s'agit surtout d'azote organique. Dans l'ensemble les valeurs sont moyennes ou légèrement faibles par rapport au taux de matière organique. La fertilité "N-pH" apparaît bonne à très bonne en surface pour les cultures diverses et très bonne à exceptionnelle pour le riz ; en profondeur elle est médiocre pour les cultures diverses, et moyenne pour le riz.
- Les teneurs en acide phosphorique sont très variables. Elles sont relativement élevées dans les horizons supérieurs (entre 0,5 et 1,0 ‰) mais au dessous elles s'abaissent fréquemment jusqu'à 0,20 ou 0,15 ‰. L'équilibre azote-phosphore est très variable, en raison de la grande dispersion des valeurs correspondant à chacun des éléments. Dans l'ensemble il apparaît peu de carences en phosphore.
- Le pH est aussi très variable. Il n'est jamais très acide (sauf dans quelques cas d'acidité organique ou il peut descendre jusqu'à 5). Le plus souvent les valeurs sont de l'ordre de 5,7 - 6,0 en surface pour augmenter jusqu'à la neutralité en profondeur. Certains sols, sans amas calcaires visibles peuvent être à la neutralité dans tous leurs horizons.
- La capacité d'échange est fortement influencée par le taux d'argile et par la matière organique. Dans les horizons supérieurs humifères elle est de l'ordre de 26 à 27 méq/100 g, mais elle diminue très vite dans les horizons minéraux où elle ne dépasse pas 10 méq/100 g. dans le cas d'horizons très argileux.
- Les résultats donnés par la détermination des bases échangeables et qui déterminent le taux de saturation sont très difficiles à exploiter. Certains sols apparaissent en effet très désaturés 20 - 30 %, avec des valeurs du pH de 6,2 à 6,3, de plus on ne remarque bien souvent aucune corrélation entre le taux

de saturation et le pH. Les valeurs du pH qui varient régulièrement et conservent des écarts à peu près constants entre le pH eau et les pH Cl ne semblent pas pouvoir être mises en doute ; par contre les bases échangeables peuvent être sous-estimées (1).

D'une façon générale le taux de saturation augmente vers la profondeur. La saturation est assurée dans les sols atteignant la neutralité.

La somme des bases échangeables n'est jamais inférieure à 10 méq/100 g en surface même dans les sols les plus acides, elle diminue vers la profondeur où elle peut atteindre des valeurs très basses : 3 méq/100 g. dans les horizons les plus désaturés. Nous ne sommes pas en mesure de tirer des conclusions de portée générale quant à l'équilibre des bases, mais il faut toutefois remarquer que dans certains sols le sodium est en plus grande quantité que le potassium, sans atteindre, cependant, une teneur suffisante pour être nuisible.

1. c Conclusion :

Ces sols qui présentent des caractéristiques souvent très variées sont fortement marqués par l'hydromorphie mais la richesse en matière organique qui les caractérise est un facteur de fertilité très favorable.

Les sols des zones exondées peuvent supporter des cultures autres que le riz : mil, maïs, et même coton, pour lesquels ils ont une fertilité moyenne à bonne. Ailleurs les sols ont une vocation essentiellement rizicole avec une fertilité bonne à très bonne pour cette plante ; des cultures de décrues pourraient aussi être envisagées dans certaines régions.

C - Conclusion Générale :

Cette unité qui apparait donc relativement hétérogène bien qu'elle ne groupe qu'une seule famille de sol , mérite l'attention du planificateur. Elle comporte de nombreux sols de réelle valeur agricole pouvant être cultivés avec plus ou moins de facilité, avec ou sans aménagements préalables. Les levées de berges, en particulier, constituent d'excellentes terres à culture de colonisation aisée. Mais toutes les potentialités que nous n'avons fait qu'effleurer dans notre étude au 1/500.000 ème, ne pourront réellement être évaluées et précisées que dans le cadre d'une étude à grande échelle.

---

(1) Les analyses de séries comportent des risques d'erreurs généralisées. Mais il peut aussi exister des cations non dosés qui saturent le complexe absorbant dans certains sols : Al, Mn . C'est une hypothèse à vérifier.

UNITE 31

TABLEAU 31

	SOLS HYDROMORPHES A PSEUDOGLEY - FACIES STRUCTURE - SUR MATERIAU ALLUVIONNAIRE DE TEXTURE VARIABLE SOUVENT ARGILEUSE. Profil B O C 73 - Sous végétation ligneuse					Profil BOC - 76 - Sous végétation herbacée.			
Profondeur en cm	0,1-15	15 - 35	35 - 65	65 - 75	75-115	0,1-12	12 - 32	32 - 80	80 - 120
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Humidité %	5,2	2,4	2,9	2,0	2,6	8,1	7,0	7,5	4,0
Argile %	32,6	33,3	42,0	35,4	41,6	61,1	55,6	43,5	59,5
Limon fin %	19,8	14,5	20,6	16,9	14,8	26,5	14,2	31,9	9,3
Limon grossier %	14,0	21,3	15,0	10,6	19,9	0,3	24,3	6,4	8,0
Sable fin %	23,5	25,5	16,8	24,1	19,2	5,8	3,0	10,1	14,3
Sable grossier% ,	3,6	4,7	5,1	12,6	4,1	0,6	1,1	6,6	8,5
Matière organique %	6,47	0,74	0,48	0,55	0,38	5,71	1,76	1,52	0,43
Carbone ‰	37,4	4,3	2,8	2,0	2,2	33,0	10,2	8,8	2,5
Azote ‰	2,84	0,36	0,28	0,20	0,27	2,14	1,10	1,05	0,31
C/N	13,2	11,9	10,0	10,0	8,1	15,4	9,3	8,4	8,1
P_2O_5 total ‰	0,55	0,21	0,20	0,24	0,47	1,31	0,32	0,65	0,43
Bases totales méq/100 g de sol									
Ca	30,20	6,48	5,52	3,70	4,37	7,4	4,66	1,42	1,94
Mg	17,4	9,74	8,78	6,38	6,65	12,0	9,46	6,45	5,21
K	5,90	4,08	3,16	2,95	3,04	4,45	3,52	3,55	3,07
Na	0,19	0,22	0,20	0,24	0,17	0,53	0,51	0,68	0,43
Bases échangeables méq/100 g de sol.									
Ca	18,9	4,69	3,81	2,83	3,52	6,97	4,42	1,25	1,76
Mg	6,6	3,56	3,86	2,55	2,72	3,05	3,38	1,18	1,22
K	1,39	0,64	0,47	0,31	0,45	0,38	0,10	0,06	0,06
Na	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,18	0,26	0,23	0,20
S	26,9	8,90	8,15	5,70	6,70	10,6	8,15	2,70	3,25
T	27,2	8,95	8,65	6,00	7,00	25,7	20,2	13,8	9,40
S/T = V %	99	99	94	95	96	41	40	20	35
pH eau	7,5	7,6	7,5	7,4	7,2	5,7	5,8	6,2	5,8
pH KCl	6,6	6,2	6,0	5,8	5,8	4,1	4,2	4,6	4,2
Poids spéc. appar.	1,57	1,97	1,83	1,96	1,83	1,20	1,42	1,19	1,69
Porosité cm^3/ 100 g	23,7	10,8	14,5	11,0	14,5	43,2	30,5	44,1	19,3
pF 3	24,8	15,7	22,9	15,8	20,2	38,6	31,3	32,6	21,9
pF 4,2	18,1	10,6	16,8	11,1	15,3	27,8	25,9	25,0	18,6
Eau utile %	6,7	5,1	6,1	4,7	4,9	10,8	5,4	5,6	3,3
Instabilité struct.	0,74	2,83	3,36	8,47	4,00	0,67	1,53	2,11	1,69
Perméabilité K cm/h	5,5	2,0	1,1	0,4	1,1	2,3	2,3	10,0	4,0

/ UNITE 32 /

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES A PSEUDOGLEY à taches et concrétions , faciès structuré - sur matériau polyphasé limono-sableux à argilo-sableux colluvio-alluvial, recouvrant les alluvions argileuses.

A - Caractères généraux de l'unité :

Ces sols sont ceux cartographiés par N. LENEUF en type "limoneux" (1), les limons étant en réalité des sables très fins voisins de 20 microns. La présence de taches et ségrégations ferrugineuses très haut dans le profil et fréquemment à la base de l'horizon humifère nous les ont fait classer comme hydromorphes. L'indétermination concernant le classement de quelques profils morphologiquement proches des ferrugineux en ce qui concerne notamment les horizons de surface peut être levée par la structuration toujours apparente de ces sols.

D'extension limitée, ils ourlent la zone des sols peu évolués gravillonnaires situés de part et d'autre du Sourou, principalement à l'E., et occupent une place intermédiaire entre ces sols et les vertisols de zones alluviales. Cette position géomorphologique est caractéristique et se retrouve sans exceptions notamment le long des toposéquences passant par les buttes témoins gravillonnaires et cuirassées isolées de la plaine d'inondation où se localisent les villages (DI - WE - ILLA - SONO...)

La topographie est une pente bien marquée (2 %) sur le raccord supérieur avec les sols peu évolués où la différenciation ferrugineuse de surface est la plus forte; elle constitue un replat ou une pente très faible vers les zones basses. Le matériau polyphasé à lits gravillonnaires fréquents provient du décapage des buttes témoins. Etalé, il recouvre et masque le substrat qui excepté à proximité des buttes, est d'origine alluviale (argiles dominantes et nodules calcaires).

(1) N. LENEUF : carte pédologique au 1/100.000 de la vallée du Sourou ORSTOM - ADIOPODOUME - 1955.

Dans le rapport préliminaire sur la région du Sourou (DAKAR, juin 1968) nous avions associé à ces sols des sols hydromorphes vertiques situés plus au Sud. S'il est exact que, dans ces zones méridionales, le raccord avec les buttes témoins inclue les sols de la présente unité, leur bande d'extension est très faible et l'association comprend surtout des sols hydromorphes structurés sur matériau argilo-sableux ne recouvrant pas les alluvions argileuses.

Caractères externes de reconnaissance :

La végétation est peu spécifique car elle comprend un mélange d'espèces édaphiquement aussi différentes que le Karité, Sclerocarya birrea, Guiera, Acacia seyal, Mytragyne inermis. Cette composition varie suivant la pente, les espèces hygrophiles apparaissant en bas de pente lorsque la proximité du substrat argileux accuse son influence.

Aspect superficiel :

Le microrelief est plat, la surface beige grisâtre à brun, présente une fissuration faible ou nulle, souvent cachée d'ailleurs par une pellicule craquelée fine. Sur champ cultivé ou jachère récente, la structure polyédrique ou nuciforme est très friable. Présence de termitières épigées brun-ocre craquelées en surface et alvéolaires à l'intérieur, souvent colonisées par des bouquets arbustifs.

B - Les Sols.

1. a Morphologie :

Profil de référence : H V K 87 LANFIERA.

Coordonnées : 12° 59' 40 " N.
03° 26' 15" O.

Topographie : Plane, en bordure du lit majeur du Sourou. Sur glacis d'épandage se raccordant 300 à 400 m vers l'E. au bas glacis cuirassé gravillonnaire sur lequel se situe le nouveau village de DIEDOUGOU.

Végétation : Savane arborée d'ancienne jachère, à Karité, repousses de Bauhinia reticulata, Acacia seyal, Guiera senegalensis, Mytragygne inermis. Tapis d'Andropogonées indéterminées.

Aspect superficiel : microrelief plat, surface beige grisâtre légèrement durcie.

0 - 15 cm : (10 YR 4/2,3) gris moyen légèrement brunâtre. Limono-sableux. Structure prismatique large (14 cm sur 12 cm) peu à moyennement développée, cohésion d'ensemble forte, cohésion des mottes moyenne. Porosité tubulaire assez bien développée. Activité biotique forte (cavités et tubulures). Quelques petites concrétions de fer rondes, bien individualisées, rouge-jaune, surtout vers la base.

15 - 35 cm : (10 YR 5,4/3). Limite distincte à tranchée régulière. Brun jaunâtre à beige brunâtre. Limono-argileux à argilo-limoneux. Structure polyédrique moyenne (4 -5 cm) en assemblage compact. Localement structure polyédrique à prismatique mieux développée. Cohésion moyenne. Porosité tubulaire et interstitielle fine faible, d'assemblage moyennement développée. Concrétions ferrugineuses jaune orangé assez bien individualisées, brisables à l'angle, réparties dans tout l'horizon, mamelonnées, 0,5 à 1 cm de Ø.

35 - 84 cm : (10 YR 5, 6/3,4). Limite distincte. Transition 4 - 5 cm. Beige à taches et concrétions jaune-rouge. Argilo-sableux (grossier). Structure polyédrique fine 1 à 2 cm assez bien développée en assemblage polyédrique large plus lache. Une sous-structure polyédrique très fine (0,2 à 0,5 cm) peut apparaître localement.
Cohésion d'ensemble moyenne à faible. Cohésion des mottes forte. Porosité interstitielle fine faible, d'assemblage moyennement développée. Taches et concrétions coalescentes passant à des marmorisations. Rares petits gravillons patinés.

84 - 140 cm : (10 YR 5/5). Limite graduelle régulière. Ocre à beige. Argileux. Structure en plaquettes 4 sur 2 cm, moyennement développée en assemblage prismatique 10 sur 4 cm, plus ou moins compact. Cohésion d'ensemble moyenne à forte. Cohésion des mottes forte. Porosité d'assemblage peu développée. Marbrures rouge-rosé et noires sur les agrégats. Gravillons très rares.

140 - 210 cm : (10 YR 5,6/6). Limite diffuse, largement ondulée. Plus jaunâtre. Argileux, compact, structure massive à débit polyédrique moyen à large. Cohésion forte . Concrétions roses coalescentes, à noyaux noirs passant à des agrégats argileux, nombreux gravillons patinés, durcis, roulés. Vers la base nodules calcaires 3 - 4 cms de Ø, incorporant des gravillons.

Enracinement : Fin assez bien développé jusqu'à 15 cm, très réduit ensuite jusqu'à 140 cm.

Variations :

La gamme des textures est très large : sablo-limoneux, argilo-sableux, argilo-limoneux. Le taux croissant d'argile amène une modification de la structure dans le sens d'une meilleure agrégation (polyédrique moyenne à fine) surtout en surface. L'horizon intermédiaire possède le plus souvent une sous-structure fine bien développée, de cohésion d'ensemble faible. L'horizon profond dépend de la position du profil. En haut de pente, il est gravillonnaire, à recimentation faible et hydromorphe à plages argileuses grises. Le carapacement se fait progressivement vers le bas (passage au niveau induré incliné du flanc de la butte témoin). En bas de pente, la texture argileuse dominante induit une structure massive à débit oblique ou en plaquettes, et une cohésion forte.

1. b Propriétés analytiques : Tableau 32

Les caractéristiques physiques :

Le taux d'éléments fins est élevé et croît en profondeur. Le maximum d'argile est atteint à la base, au contact des alluvions argileuses, et approche alors 50 %. Les sables fins dominent toujours les sables grossiers. Leur rapport est d'environ 2. Les taux de limons sont variables, notamment en surface.

La capacité de rétention en eau est moyenne à bonne sur le premièr mètre avec 270 mm, et bonne en profondeur (360 mm), dont le tiers dans les deux cas est utilisable, ce qui constitue des valeurs non négligeables sous cultures "sèches".

La stabilité structurale, médiocre à moyenne en surface, s'améliore dès les 20 premiers centimètres pour devenir moyenne à bonne, même en profondeur ce qui est assez rare pour des sols aussi riches en éléments fins.

La porosité est moyenne dans les horizons supérieurs et les risques d'asphyxie partielle ne se manifestent qu'au dessous du premier mètre. (elle devient légèrement inférieure au volume d'eau retenue à pF 3).

Les caractéristiques chimiques :

Les taux de matière organique sont moyens mais décroissent lentement. Ils atteignent encore 0,3 % à 1 mètre. Le rapport carbone sur azote est assez élevé mais s'améliore rapidement dès 20 cm (passe de 14 à 10).

Le complexe absorbant est assez bien pourvu :

- pH très constant, légèrement acide, devenant neutre à la base.
- taux de saturation peu à moyennement désaturés remontant en profondeur, constants jusqu'à 1,50 mètre (70 %).
- somme des bases échangeables moyenne en surface, moyenne à bonne ensuite compte tenu du pourcentage élevé en éléments fins.
- bon équilibre des bases en surface grâce aux valeurs en potassium. En profondeur cet élément devient déficient car il constitue à peine 2 % de la valeur totale des bases.
- assez bonnes valeurs d'azote, mais taux de phosphore faibles.

1. c Conclusions :

La place de ces sols dans l'échelle de fertilité est moyenne à bonne.

Les propriétés physiques favorables qui peuvent être retenues sont : les volumes d'eau utile retenus, les stabilités structurales de l'ensemble du sol excepté l'horizon de surface, les cohésions moyennes facilitant le travail du sol et les bonnes structures des horizons médians.

La richesse chimique très convenable,où seuls le potassium et le phosphore font légèrement défaut,donne à ces sols des potentialités moyennes à bonnes.

Utilisation :

Le travail traditionnel à la houe lorsqu'il est suffisant, et mieux le labour mécanique des parcelles de la coopérative agricole de LANFIERA, montrent que la structure de surface peut très bien s'améliorer (aspect finement motteux, friabilité des agrégats).

Le secteur de ces sols le plus proche du Sourou est inondé annuellement (jusqu'à la côte 252 m environ). Etant donnée la variabilité du volume des crues et le caractère aléatoire et souvent tardif des périodes de ces crues, les cultures de décrues présentent de gros dangers, à moins d'expérimenter des variétés à cycles courts.

Au contraire, le décalage entre la fin de la saison des pluies et la crue (2 mois à DI) engage à cultiver en régime d'hivernage les zones de sols situés au dessus de 252 m c'est-à-dire la majorité des "terres hautes" qui supportent ces sols.

Vers le Sourou les cultures exigeantes en eau (canne, maïs, tabac) profiteraient de la nappe souterraine accessible aux racines avant les grandes crues. Plus haut sorgho et coton devraient se suffire de la capacité de rétention surtout si des espèces à cycles plus courts sont sélectionnées. Les cultures vivrières, pomme de terre, haricots sont également à préconiser.

Des expérimentations systématiques sur plusieurs années sont nécessaires avant toute mise en valeur définitive.

Celles des stations de DI et LANFIERA, déjà encourageantes permettront de fixer avec précision les façons culturales les plus adaptées.

SOLS HYDROMORPHES - FACIES STRUCTURE SUR MATERIAU POLYPHASE.

UNITE 32 TABLEAU 32

PROFIL TYPE HVK 87 LANFIERA					
Profondeur	0,1 à 15	16 - 35	35 - 84	84 à 140	140 à 210
Refus 2 mm %	0,1	0,1	12,0	0,1	15,0
Humidité %	1,6	3,3	3,1	3,2	3,9
Argile %	17,3	41,0	39,8	46,3	50,5
Limon fin %	10,6	7,5	5,8	7,4	8,0
Limon gros.%	15,6	10,7	9,4	12,5	10,7
Sable fin %	36,9	26,4	21,8	21,3	18,6
Sable gros.%	18,2	13,5	22,9	12,3	12,0
Mat. Org. %	1,37	0,88	0,33	0,19	0,15
Carbone ‰	7,9	5,1	1,9	1,1	0,9
Azote ‰	0,54	0,41	0,24	0,14	0,13
C/N	14,6	10,6	8,0	8,0	7,0
P_2O_5 total‰	0,24	0,26	0,21	0,25	0,27
F_2O_3 libre%	2,14	2,91	3,62	4,72	4,80
F_2O_3 total%	2,86	3,96	5,26	5,98	6,04
Fer lib./F/T/	75	73	69	79	79
B. Tot. méq/100 g sol					
Ca	7,1	7,0	6,5	7,9	10,3
Mg	6,7	11,8	14,4	12,2	13,4
K	1,90	3,25	2,80	3,20	3,15
Na	0,40	0,50	0,45	0,70	0,85
B. éch. méq/100g sol					
Ca	3,50	5,76	5,34	6,86	8,93
Mg	1,62	2,48	1,81	1,48	1,36
K	0,23	0,14	0,11	0,14	0,12
Na	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
S	5,40	8,40	7,30	8,50	10,4
T	7,90	11,5	10,0	11,8	11,8
S/T = V %	68	73	73	72	88
pH eau	6,2	6,4	6,2	6,2	6,8
pH K Cl	5,1	4,9	5,1	5,3	5,5
Structure Agr. % (Alcool)	71,9	37,6	58,6	60,8	52,0
(Eau)	46,3	29,6	41,6	50,1	28,0
(Benzène)	10,3	22,3	14,0	22,2	10,2
Poids sp. ap.	1,62	1,68	1,74	1,86	1,88
Por. cm^3 100	21,6	19,6	17,5	13,8	13,1
pF 3	10,7	16,5	16,7	19,1	18,9
pF 4,2	6,2	11,7	10,_	13,8	12,2
Eau utile %	4,5	4,8	5,9	5,3	6,7
Inst. str.	1,70	1,84	1,78	1,24	2,50
Perm. Kcm/h	1,7	4,4	3,7	3,8	2,8

3 PROFILS	Max.	Min.	Moy.	Méd.
Argile+Li.f.				
Surface	52,4	27,9	40,8	42,0
Hor. méd.	58,8	45,6	53,1	54,9
Base	60,3	55,0	57,1	56,1
Mat. org.				
Surface	1,95	1,37	1,71	1,82
Azote				
Surface	0,76	0,54	0,66	0,69
C/N Surface	15,2	14,6	14,9	14,9
Phosphore				
Surface	0,25	0,11	0,20	0,24
K. éch. méq/100				
Surface	0,23	0,14	0,20	0,22
Hor. méd.	0,13	0,11	0,12	0,12
Base	0,15	0,10	0,13	0,13
Somme B. éc.				
Surface	8,30	5,40	7,05	7,45
Hor. méd.	8,50	7,30	7,90	7,95
Base	9,45	7,90	8,55	8,35
T :				
Surface	12,4	7,90	10,0	9,75
Hor. méd.	11,6	10,0	10,9	11,2
Base	11,8	10,0	10,8	10,5
S/T				
Surface	76	67	70	68
Hor. méd.	73	71	72	73
Base	80	79	79	79
pH				
Surface	6,3	6,2	6,2	6,2
Horiz. méd.	6,2	6,0	6,1	6,2
Base	6,5	6,0	6,3	6,3
Equilibre des bases % (Val. méd.)	Ca	Mg	K	
Surface	65,8	31,2	2,7	
Hor. méd.	70,0	27,9	1,5	
Base	73,4	24,9	1,4	

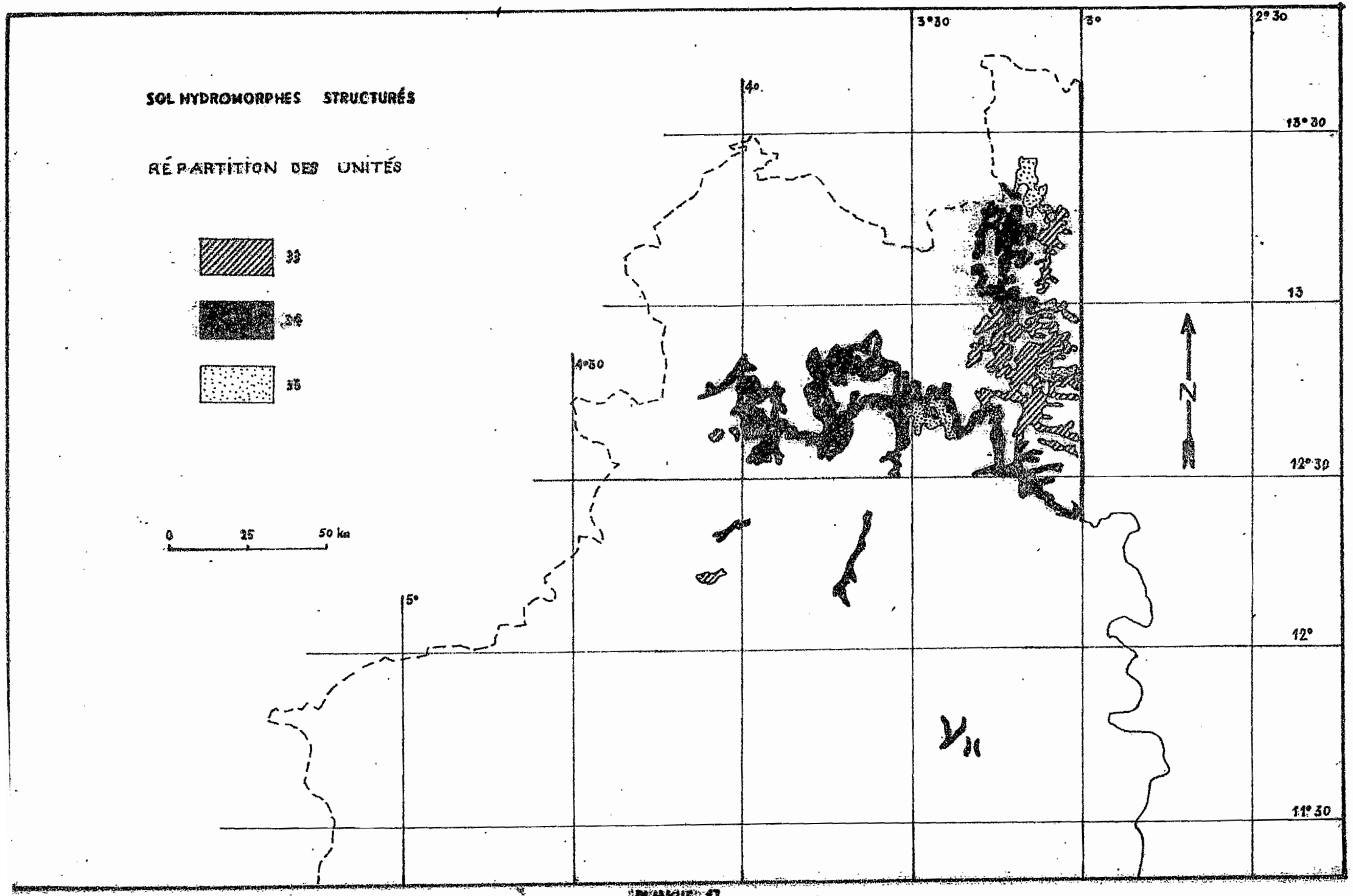

SOL HYDROMORPHES STRUCTURÉS
RÉPARTITION DES UNITÉS
33
36
35
0
25
50 km
N
3°30
3°
2°30
4°
13°30
13
4°30
12°30
12°
5°
11°30

PLANCHE 17

/ UNITE 33 /

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES à PSEUDO-GLEY - A taches et concrétions - Faciès structuré - Sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial.

A - Caractères généraux :

L'introduction du facies structuré dans la classification des sols hydromorphes est récente. C'est B. KALOGA qui, le premier a mis l'accent sur ce caractère important et distinctif de structuration. Il est en effet courant de relier à l'influence de l'hydromorphie une action défavorable sur la structuration (structure massive fréquente sinon générale). Les processus physico-chimiques responsables de la bonne structuration des sols à pseudogley de Haute-Volta n'ont pu encore être mis en évidence, mais il semble que la texture fortement argileuse et les phénomènes périodiques d'humidification brutale et de dessication y auraient un rôle primordial. La structure acquise est du type polyédrique fine à cubique en assemblage cohérent mais friable. Les polyèdres ainsi dégagés, de l'ordre du centimètre, peuvent se réduire en polyèdres plus petits allant jusqu'au millimètre. Les revêtements argileux sur les faces structurales sont très fréquents et très visibles.

Extension :

Cette unité est localisée préférentiellement sur la bordure orientale du Sourou, entre celui-ci et le méridien 3°, et occupe les régions de GASSAN-TOUGAN. Il faut noter quelques petites taches à l'O., à la base des grès supérieurs.

Ces sols intéressent des surfaces homogènes de topographie plane où le réseau hydrographique assez ramifié à écoulement principal N.S. alimente la Volta Noire. Les vallées sont larges compte tenu de la compétence des axes de drainage, et à incision peu marquée. La mise en place des matériaux argileux ou argilo-sableux est d'origine colluvio-alluviale car ceux-ci sont pollués de gravillons et reposent plus ou moins profondément sur des passées gravillonnaires ou sur la cuirasse du moyen glacis.

La remarque de R. BOULET sur la relative imprécision des limites cartographiques en bordure des unités 4 ou 1 reste valable sur la zone étudiée (1). Le raccord de l'unité 33 avec les zones hautes sont douces et les manifestations de l'érosion peu visibles, contrairement à ce qui se passe plus à l'E. (1).

Caractères extérieurs de reconnaissance :

Ils sont assez variables et l'aspect de surface fluctue entre deux pôles. Le pôle à caractère sableux jaune pâle, à plages grisâtres faiblement lamellaires rappelant beaucoup l'aspect superficiel des sols ferrugineux lessivés, et le pôle argilo-limoneux, plus typique à surface battante. Dans ce cas les plages sableuses blanchâtres sont restreintes et les plages pelliculaires gris-noir durcies dominantes possèdent quelques polyèdres de dessication à fentes très mal marquées. Le caractère battant est le plus général. Il est dû à la texture fréquemment limoneuse de surface.

La végétation comprend les espèces semi-hygrophiles - Ximenia americana, Balanites aegyptiaca, Bauhinia thonningii, Terminalia avicinoïdes et macroptera, Acacia seyal - et des espèces ubiquistes : Karité, Pterocarpus lucens, Sclerocarya birrea. Le tapis herbacé souvent très dense est composé d'Andropogon gayanus.

B - Les Sols.

B.1. Sols hydromorphes à pseudogley structurés.

1. a Morphologie :

Profil de référence : H V K 69 TOUGAN

Coordonnées : 13° 07' N.
03° 05' 50" O.

Topographie : Très plane.

Végétation : Champ de mil en jachère à repousse de Bauhinia thonningii - Formation antérieure : savane arborée à Karité, Acacia seyal mytrogyne inermis et cassia siéberiana.

---

(1) R. BOULET - Rapport Centre-Nord - p. 280.

Aspect superficiel : Battant avec plages de sables fins blanc-rosé.

0 - 12 cm A_{11} : (10 YR 4/2-3). Gris rosé à jaunâtre. Sablo-limoneux - (sables fins). Structure massive localement polyédrique moyenne peu développée en assemblage cohérent. Lamellaire sur 2 - 3 cm en surface. Cohésion d'ensemble et mottes moyenne. Porosité tubulaire fine moyenne à faible et interstitielle biologique bonne.

12 - 34 cm A_{12} go : (7,5 YR 4/3). Limite tranchée moyennement ondulée sur 5 cm. Gris rosé. Argileux - Structure polyédrique moyenne à fine (1 à 3 cm) assez bien développée. En assemblage cohérent mais friable. Cohésion d'ensemble faible, des mottes plus forte. Porosité tubulaire fine peu développée d'assemblage bonne. Grosses concrétions assez bien individualisées 1 cm de Ø, jaune rouille à porosité très fine - Quelques petits gravillons luisants - Activité biotique forte.

37 - 78 cm B go : (10 YR 7/3) Limite distincte et régulière - Gris blanchâtre très clair chamarré de rouille. Argileux - Structure polyédrique moyenne à sous-structure polyédrique fine bien développée. Les polyèdres présentent des recouvrements argileux luisants et se débitent à l'infini. Cohésion d'ensemble faible, des mottes moyennes à forte (agrégats de petites tailles). Porosité tubulaire très faible, d'assemblage bien développée. Taches et concrétions incorporées dans les polyèdres, peu indurées. Gravillons bruns, luisants 0,5 cm Ø , très roulés, augmentant vers la base.

78 - 124 cm : (10 YR 5/3). Limite tranchée régulière, même horizon que précédemment, mais plus gravillonnaire. Vers 1 mètre les gravillons liés entre eux par les taches et concrétions forment un niveau peu induré lamellaire. Quelques grosses concrétions noires de manganèse.

Enracinement : Fin et assez bien développé jusqu'à 1 m, diminue un peu dans le niveau gravillonnaire.

Ce sol a été choisi comme profil de référence en raison de la succession des horizons et de leur structuration qui apparaissent caractéristiques : A_{11} massif ou à faible tendance polyédrique moyenne à large, A_{12} polyédrique fin en assemblage cohérent se débitant très facilement, B go à sous-structure polyédrique fine à très fine bien développée.

Le niveau gravillonnaire sous-jacent n'est pas un caractère général il apparaît cependant dans plus de la moitié des profils observés à une profondeur variant entre 1 et 2 mètres.

Variations autour du profil de référence :

Elles sont importantes car affectent des caractères importants de texture et structure, et marquent la tendance évolutive vers des sous-groupes ou faciès différents.

Ainsi l'horizon profond et épais Bgo argileux faiblement sableux peut présenter une structure polyédrique à cubique de 3 à 6 cm en assemblage prismatique à faces lissées rares et mal développées, c'est-à-dire à tendance vertique. La rareté des prismes décolés (1 ou 2 par profil) ne permet aucune ambiguïté quant à la classification (profil H V K 24 à la sortie de ZABA vers GASSAN). De même au sein d'un ensemble homogène de sols hydromorphes structurés, peuvent se présenter des sols peu à moyennement structurés orientant la tendance vers le faciès modal. Ce cas affecte un profil sur quinze observés. La cohésion d'ensemble augmente alors tandis que la porosité diminue.

La texture de l'horizon de surface est variable : sablo-argileuse à sablo-limoneuse. Les zones cultivées sont généralement plus sableuses et il faut peut-être y voir l'action intense de l'entrainement des particules fines par les eaux de ruissellement, action accentuée par la structure lamellaire de sub-surface due aux cultures.

La texture des horizons sous-jacents est généralement franchement argileuse (dépassant 50 % dans l'horizon médian) mais il arrive de rencontrer des textures argilo-sableuses (2 profils sur 10).

Les sols sur niveau gravillonnaire ou cuirassé profond s'indurent quelquefois par concentration du fer et jonction des concrétions au sommet du niveau d'arrêt. Le profil décrit indique le début de ce processus. Les indurations en place observées n'atteignent que rarement le stade carapace et n'affectent pas les grandes zones individualisables cartographiquement au 1/500.000 (Piste GOURI-KOUASSE).

1. b Propriétés analytiques : (Tableau 33).

Les caractéristiques physiques :

Sablo-argileuse à sablo-limoneuse en surface la texture devient argileuse en profondeur avecc toujours un certain pourcentage de sables. La somme argile + limons fins est maximum dans l'horizon médian (62,5 %) et minimum en surface 41 %. Les sables grossiers sont peu représentés et les rapports sables fins/sables grossiers se situent entre 2 et 5. La richesse en éléments fins dès l'horizon médian, favorise sans aucun doute le développement de la structure de ces sols.

La capacité de rétention pour l'eau est convenable. Les 50 premiers cm c'est-à-dire les deux premiers horizons retiennent de 130 à 160 mm à pF 3. Dans l'horizon profond elle est de 400 mm pour 1 mètre de sol, dont seulement le quart d'utilisable, contre 64 mm pour le demi-mètre d'horizons supérieurs. Cette meilleure rétention est due à la porosité fine d'origine biotique.

Les horizons profonds sont marqués par une asphyxie partielle et même totale à pF3 c'est-à-dire en période d'hivernage. Sous 50 cm, la porosité devient inférieure au volume d'eau retenue au point de flétrissement ce qui indique une alimentation en eau des plantes déficiente à ce niveau dès les périodes d'aération de la saison sèche.

Les indices d'instabilité structurale sont élevés, de l'ordre de 2 à 3. Les stabilités structurales déterminées sont le plus souvent médiocres à mauvaises et franchement mauvaises en surface où les perméabilités sont relativement satisfaisantes. Le test au benzène est très destructif et indique une mauvaise intégration de la matière organique aux argiles.

Les caractéristiques chimiques :

Les taux de matière organique sont moyens et la minéralisation assez lente (médiane des rapports C/N = 13), phénomène courant en conditions d'engorgement saisonnier. Les teneurs en azote sont faibles.

Le complexe absorbant est moyennement pourvu. Le taux de saturation augmente en profondeur mais reste toujours en dessous de 75 %. La somme des bases n'atteint jamais 8 méq/100 g et les valeurs de la capacité d'échange ramenées aux taux d'argile indiquent une forte proportion d'argiles de type kaolinique (moyenne : 20 méq/100 g).

Le pH suit le taux de saturation et croît en profondeur en restant toujours inférieur à 7.

Les bases sont bien équilibrées et cet équilibre est acquis avec des valeurs médianes d'une grande constance dans les différents horizons.

Les teneurs en potassium sont médiocres à moyennes mais n'atteignent jamais les seuils carenciels (rapports de Ca - Mg - K du type 20 - 10 - 1).

Les rapports azote sur phosphore sont moyens à médiocre du fait des faibles valeurs en azote qui apparaissent comme un des points faibles de ces sols.

C - Conclusions générales :

Les sols de cette unité sont caractérisés par une fertilité chimique de niveau moyen mais favorisée par une somme des bases convenable et surtout un bon équilibre minéral.

Les qualités physiques sont plus défavorables : pourcentage d'eau utile et porosité insuffisants, mauvaises structures de surface, asphyxie de saison des pluies. Des techniques agricoles simples basées sur le binage précultural et l'apport d'engrais verts pourraient remédier à ces inconvénients et relever simultanément le taux d'azote. Une expérimentation agronomique préalable s'imposerait.

SOLS HYDROMORPHES - FACIES STRUCTURE

Sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial.

UNITE 33

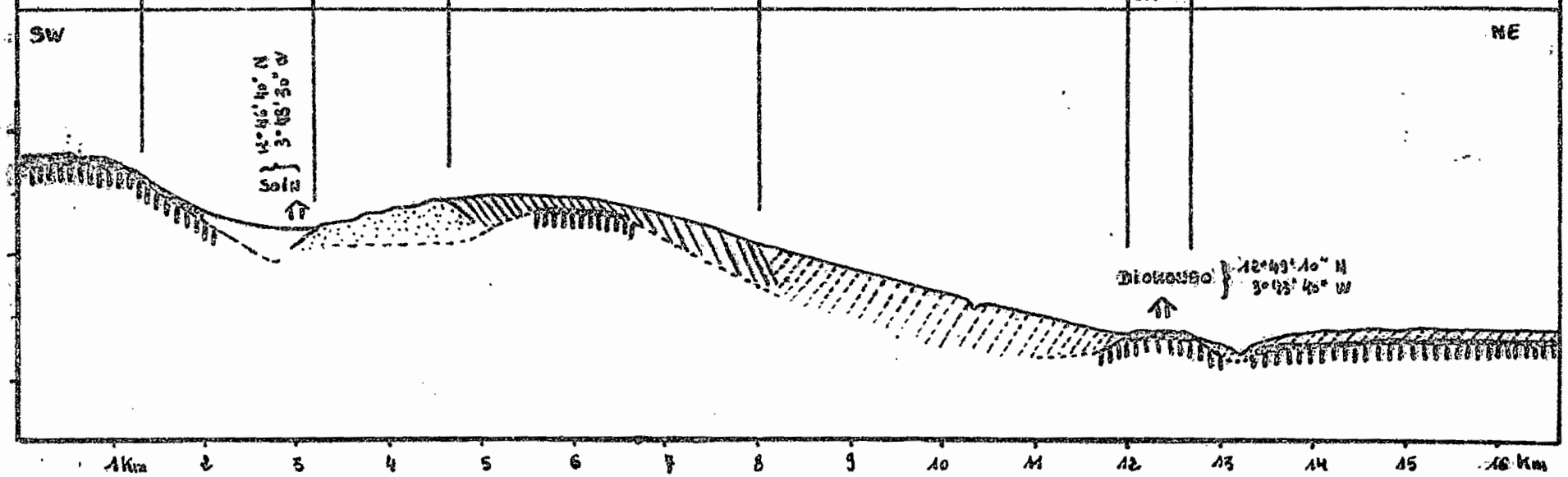
TABLEAU 33

PROFIL TYPE	HVK 69	TOUGAN	
Profondeur.	0,1-12	12-34	34-78
Refus 2 mm.	0,1	0,1	10,0
Humidité %	1,5	3,8	3,8
Argile %	19,7	54,2	53,8
Limon fin %	14,4	9,7	7,1
Limon gros. %	22,5	11,4	9,1
Sable fin %	30,9	16,0	13,3
Sable gros. %	11,2	7,7	16,3
Mat. Org. %	1,33	1,02	0,35
Carbone %	7,7	5,9	2,0
Azote ‰	0,58	0,57	0,31
C/N	13,3	10,3	6,5
P_2O_5 total ‰	0,17	0,11	0,20
F_2O_3 libre %	2,21	1,89	3,63
F_2O_3 total %	2,66	2,66	4,92
Fer l./Fer t.	83	71	74
Bases éch.			
Ca	4,19	6,67	6,14
Mg	2,23	3,75	2,82
K	0,20	0,22	0,22
Na	0,03	0,04	0,03
S	6,65	10,7	9,20
T	9,05	12,8	11,7
S/T = V %	73	84	79
pH eau	6,1	6,5	6,7
P. spéc. ap_3	1,73	1,67	
Porosité cm	17,6	20,0	
pF 3	11,3	18,1	18,5
pF 4,2	6,5	13,9	14,8
Eau utile %	4,6	4,0	3,7
Inst. Struct.	2,43	3,30	1,76
Perméabilité	1,7	2,5	3,8

6 PROFILS	Max.	Min.	Moy.	Méd.
Arg. +Lim.fin				
Surface	51,6	33,1	41,0	40,7
Hor. médian	65,8	40,2	58,4	62,5
Base	63,4	55,0	58,4	57,4
Mat. Org. %				
Surface	1,57	0,73	1,28	1,34
Azote				
Surface	0,69	0,34	0,57	0,60
C/N				
Surface	14,4	10,9	12,9	13,2
Phosphore				
Surface	0,23	0,08	0,17	0,18
Calcium				
Surface	6,10	2,34	4,0	4,27
Potassium				
Surface	0,27	0,08	0,18	0,19
S				
Surface	9,70	3,50	6,30	6,65
Horizon méd.	10,7	5,90	7,95	7,90
Base	9,20	6,05	7,65	7,70
T				
Surface	15,5	4,85	9,60	9,65
Hor. médian	15,1	8,80	11,6	11,8
Base	12,1	9,30	10,8	11,1
S/T Surface	73	52	65	67
Hor. médian	84	59	69	67
Base	79	61	71	72
pH Surface	6,1	5,4	5,8	5,8
Hor. médian	6,5	5,7	6,0	6,0
Base	6,8	5,7	6,3	6,2
Eq. bases% (Val. médian.)	Ca	Mg	K	
Surface	63,1	33,3	2,9	
Hor. Médian	63,3	33,5	2,1	
Base	64,2	32,6	2,5	

REPARTITION DES SOLS ROUTE NGUNA-SOUROU Planche 18

Cuirasse du moyen glacis	Glacis d'épandage colluvio-alluvial	Ensablement éolien	Glacis colluvio-alluvial	Alluvions		Alluvions
UNITÉ 4	UNITÉ 23	UNITÉ 18	UNITÉ 34		UNITÉ 4	UNITÉ 34
SOLS PEU EVOLUÉS graviflonnaires et lithosols sur cuirasse	SOLS FERRUGINEUX LESSIVÉS à taches et concrétions et sols peu évolués	SOLS FERRUGINEUX PEU LESSIVÉS à drainage limité en profondeur	SOLS HYDROMORPHES à pseudo-gley structurés	SOLS HYDROMORPHES VERTIQUES	Sols peu évolués graviL. et cuiras.	SOLS HYDROMORPHES VERTIQUES



/ UNITE 34 /

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES à PSEUDO-GLEY - A taches et concrétions - Faciès structuré - Sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial. Associés à sols hydromorphes vertiques sur alluvions argileuses ou argilo-sableuses.

A - Caractères généraux :

Le premier terme de l'association a été défini dans l'unité précédente. Le second correspond à des sols originaux de la zone prospectée et leurs caractères vertiques nous ont semblé suffisamment généraux pour apparaître dans la légende. Mais le qualificatif "vertique" ne peut être placé qu'au niveau du faciès, le caractère majeur d'évolution étant toujours l'hydromorphie.

Le pseudogley tacheté à ségrégations diffuses et marbrures apparait dès la base de A_1 et affecte quelquefois celui-ci (taches jaune-rouille). Les caractères de l'horizon de surface rappellent ceux des sols hydromorphes structurés, cependant la structuration tend à s'améliorer sensiblement et à s'élargir (polyédrique à prismatique en assemblage compact).

L'horizon médian possède la structure des sols hydromorphes précédents mais avec l'acquisition d'une surstructure prismatique moyenne à large, qui localement fait disparaître la structure polyédrique fine et présente alors des faces de décollement jamais très développées, avec faible tendance au lissage.

L'horizon profond est caractérisé par une structure prismatique en assemblage compact à débit faiblement oblique ou polyédrique moyenne à fine, et surtout par l'apparition fréquente (8 profils sur 10) de concrétions et nodules calcaires. Ceux-ci peuvent d'ailleurs n'apparaître que très profondément dans les alluvions hors du profil pédologique (au delà de 2 m en pratique).

Ces sols ne peuvent être rangés parmi les Vertisols, même moyennement structurés en raison de leurs caractères hydromorphes dominants. Seuls, les caractères de structuration et des indices de mouvements internes

(faces de décollement) explicables probablement par la faible teneur en argiles gonflantes, indiquent un terme de passage aux Vertisols moyennement structurés.

Extension :

Elle est liée à celle des dépots alluviaux du quaternaire qui se sont mis en place après la fermeture du Sourou au N. et le gonflement des affluents du système Sourou-Volta-Noire et de leurs tributaires loin vers l'amont. Ainsi le Voun-Hou, affluent de gauche de la Volta-Noire a un lit majeur nettement supérieur à sa compétence actuelle et les plaines alluviales s'étendent jusqu'à YASSO, c'est-à-dire pratiquement à la naissance du cours.

La surface couverte par cette unité pédologique est donc importante, la localisation principale se situant dans la région de NOUNA. Une bande longitudinale de sols de même origine apparaît à l'O. de TOUGAN, limitée latéralement par l'unité 4. L'extension est souvent interrompue par des lambeaux de buttes cuirassées ou gravillonnaires qui plus élevés que le niveau de la plaine, ont échappé à l'alluvionnement. Le raccord entre les buttes cuirassées et les alluvions peut être observé le long de la piste de NOUNA au Sourou (voir planche 18). Dans cette zone l'association tend à se réduire aux sols hydromorphes vertiques qui sont particulièrement bien développés. Sur les marges alluviales les plus éloignées des axes de drainage les sols hydromorphes structurés dominent. Le passage des sols hydromorphes vertiques aux vertisols est fréquent, notamment sur les berges de la Volta-Noire ou ces derniers forment de grandes bandes étroites et discontinues que seule une cartographie à grande échelle pourrait dégager (confluent du Sourou, ponts sur la Volta des pistes NOUNA-DEDOUGOU et DEDOUGOU-TOUGAN).

Caractères extérieurs de reconnaissance :

Ils sont assez nets et spécifiques. L'aspect de surface gris rosé est dallé, souvent craquelé, pelliculaire, et présente de grands polyèdres avec des fentes de retrait quelquefois très apparentes et pouvant atteindre 1 à 2 cm de large. Le microrelief d'effondrement de type "gilgaï" n'a jamais été observé. De petits amas de nodules calcaires à relief imperceptible peuvent joncher le sol, cependant très localisés

(piste SOIN-SORIBA). Les termitières quand elles existent ont la forme de petits domes gris-brunâtre.

La composition floristique est caractéristique, car le mélange des espèces supporté par les sols hydromorphes structurés s'enrichit en espèces de sols "lourds" de type vertisols : Acacia seyal souvent en taches denses mais jamais seul, Anogeissus leiocarpus isolé, et tapis de Schoenfeldia gracilis et Cymbopogon schoenanthus associés cependant aux Andropogon. S'ajoutent à cette liste par ordre de présence décroissante : Tamarindus indica, Balanites aegyptiaca, Bauhinia thonningii, Daniellia olivieri (en zones méridionales), Ziziphus mucronata, (Karité) Sclerocarya birrea et plus rarement Guiera senegalensis sur les surfaces sableuses.

La végétation présente précocement des signes de déficience physiologique en eau : jaunissement et perte des feuilles. La strate herbacée accuse plus rapidement encore cette déficience.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols hydromorphes à pseudogley structurés.

Ils ont été étudiés dans l'unité précédente à laquelle on se référera. Il faut noter en de nombreux profils un léger élargissement de la structure et un passage progressif au faciès vertique.

B. 2. Les sols hydromorphes vertiques.

2. a. Morphologie :

Profil de référence : H V J 73 BISSO

Coordonnées 12° 42' 10" N.
03° 45' 50" O.

Topographie : Très plane.

Végétation : Savane arbustive assez dense à Acacia seyal, Acacia ataxacantha, Ximenia americana, Mytragyna inermis, Bauhinia thonningii et quelques karités. Tapis à Andropogon gayanus en touffes denses.

Aspect superficiel : gris en plaques durcies lamellaires et quelques plages de sables peu déliés. - polyèdres et fissures de retrait apparents mais localisés .

0 - 20 cm A_{11} : (10 YR 5-4/2). Gris moyen légèrement jaunâtre - Sablo-limoneux. Structure prismatique large 15 cm sur 12, peu développée en assemblage compact, tendance à massive , très lamellaire sur 4 cm en surface. Cohésion d'ensemble moyenne à forte. Cohésion des mottes moyenne. Porosité tubulaire fine à moyenne, intersticielle biologique localement très bien développée. Sables grossiers roses très visibles. Quelques taches jaunes à la base sur 4 cm.

20 - 48 cm A_{12} go : (10 YR 5/2-3). Limite distincte faiblement ondulée. Gris à brun jaunâtre à ségrégations et marbrures jaune clair et rouille. Argilo-sableux. Structure prismatique 10 cm sur 7 moyennement développée, en assemblage prismatique plus large localement vers la base. Cohésion d'ensemble moyenne, des mottes forte. Porosité très faible, d'assemblage moyenne.

48 - 145 cm Bgo : (10 YR 6/5). Limite distincte à graduelle moyennement ondulée sur 10 cm. Gris chamarré de brun jaune et rouille. Plus argileux. Structure en plaquettes de 2 - 3 cm de large bien développée. Sur-structure prismatique 16 cm sur 10 à cohésion d'ensemble assez forte. Cohésion des mottes forte à très forte. Porosité fine nulle, d'assemblage moyenne. Faces de décollement de certains prismes très nettes et faiblement lissées. Revêtements argileux luisants. Très nombreux nodules calcaires passant à des concrétions à la base. La migration du calcium et son dépôt sur les faces structurales en liaison avec des trainées noires (de matière organique semble-t-il) est très visible. Quelques rares concrétions de fer et plus nombreuses taches et concrétions de manganèse. Quelques gravillons luisants et ronds.

Enracinement : Fin et bien développé dans les deux premiers horizons, diminue ensuite mais est assez bien réparti jusqu'à la base.

La cohésion d'ensemble de l'horizon profond est assez forte pour les prismes qui se dégagent difficilement. Au contraire les plaquettes se défont très bien, et la cohésion des éléments structuraux entre eux est faible à moyenne.

Variations autour du profil de référence :

La texture de surface est très variable, de sablo-argileuse à argilo-limoneuse. En profondeur elle se stabilise dans la classe argileuse avec des pourcentages de sables variables mais minoritaires.

La structure présente aussi un éventail assez large des plaquettes aux polyèdres et aux cubes, avec souvent des types mixtes à l'intérieur d'un même profil, mais il y a toujours une surstructure prismatique plus large, plus ou moins développée.

Le niveau d'apparition et de formation desnodules et concrétions calcaires varie beaucoup en profondeur et en densité en des points souvent rapprochés. Certains profils n'en possèdent d'ailleurs pas (2 sur 10 environ) ce qui interdit de généraliser ce caractère, en relation probable avec la variabilité du niveau de la nappe.

2. b Propriétés analytiques : Tableau 34

Caractéristiques physiques :

La somme argiles + limons fins augmente avec la profondeur et domine celle des éléments grossiers sous les 50 premiers centimètre, où la texture devient franchement argileuse.

Les rapports sables fins-sables grossiers sont très variables.

La capacité de rétention pour l'eau croît dans l'horizon profond plus argileux. Elle varie de 100 à 185 mm pour les 50 cms supérieurs et de 300 à 400 mm pour le mètre suivant, dont respectivement 40 et 85 mm. sont utilisables, ce qui est insuffisant pour des cultures de décrues.

Dès la base de l'horizon humifère la porosité devient inférieure au volume d'eau retenu à pF 3 et même, à la base, à celle du pF 4,2. L'asphyxie est donc théoriquement totale en saison des pluies.

Les valeurs de l'indice d'instabilité structurale (I s) sont souvent élevées mais compensées par de bonnes perméabilités (excepté en surface). La mauvaise intégration de la matière organique dans le complexe argilo-humique et le pourcentage plus faible d'éléments fins expliquent une stabilité structurale médiocre en surface.

Dans l'horizon médian elle est moyenne à bonne et à la base du profil médiocre à moyenne.

Caractéristiques chimiques :

Les teneurs en matière organique sont moyennes, du même ordre que celles des sols hydromorphes structurés de l'unité 33. Le rapport C/N est élevé en surface et indique une matière organique se décomposant mal. Les teneurs en azote sont relativement faibles.

La somme des bases échangeables est moyenne à bonne. Elle varie peu avec la profondeur et se situe autour de 10 méq/100 g de terre fine.

Les valeurs de la capacité d'échange se situent autour de 12 méq/100 g avec une légère amélioration à la base. Cette amélioration paraît être due à la présence d'une certaine proportion d'argiles "gonflantes", insuffisante pour provoquer les phénomènes de gonflement et de retrait des vertisols, mais susceptibles d'orienter la structure et de déterminer localement les faces de décollement propres aux hydromorphes vertiques (la capacité d'échange ramenée au taux d'argile est de 28 méq. en moyenne contre 20 pour les hydromorphes structurés et 30 à 50 pour les vertisols). Les taux de saturation sont élevés et l'horizon profond est fréquemment saturé (moyenne des valeurs : 90 contre 72 pour les hydromorphes structurés).

L'équilibre des bases, satisfaisant pour le calcium et le magnésium, est médiocre pour le potassium en dessous de 50 cm, sans être catastrophique. Les carences moyennes en ce dernier élément sont dues à un excès de calcium en profondeur (nodules calcaires très fréquents). L'équilibre est bon en surface (différence avec les hydromorphes structurés).

Les pH croissent en profondeur où ils atteignent la neutralité.

Les rapports azote sur phosphore sont médiocres en surface sans toutefois atteindre le seuil de carence phosphoré.

2. c Conclusion :

Ces sols se placent en position moyenne à bonne dans l'échelle de fertilité chimique. Les facteurs défavorables sont d'ordre physique : porosité et stabilité structurale de surface. Sous réserves de méthodes culturales adéquates, binages fréquents, labours profonds et cultures sur billons, ils peuvent être considérés comme ayant de bonnes potentialités agricoles. La réserve en éléments minéraux est convenable, même en ce qui concerne le potassium. Un sous-solage profond serait profitable mais malheureusement onéreux.

C - Conclusions générales sur l'unité :

Les deux unités de cette association sont de valeurs équivalentes. Elles présentent les mêmes inconvénients physiques (asphyxie, hauteur d'eau utile médiocre, compacité des horizons profonds). La fertilité chimique des sols hydromorphes vertiques est cependant légèrement plus élevée.

La grande extension de cette unité, et la valeur correcte des sols qui la composent peuvent conduire à une mise en valeur plus importante en cultures traditionnelles (mil - coton). Leur faible exploitation dans des régions souvent assez densément habitées résultent des difficultés de préparation et de travail du sol à l'aide d'instruments agraires trop légers. La préparation traditionnelle trop superficielle conduit à un colmatage des horizons sous-jacents.

Dans ces conditions une mise en valeur semble possible à condition d'envisager des méthodes agronomiques plus élaborées, utilisant un certain degré de mécanisation et donc un encadrement poussé. Au préalable, un programme de recherches agronomiques s'impose.

SOLS HYDROMORPHES VERTIQUES

UNITE 34

TABLEAU 34

PROFIL TYPE HVJ 73 BISSO			
Profondeur cm	0,1-20	20 - 48	48 - 145
Refus 2 mm %	0,1	0,1	0,1
Humidité %	1,3	3,7	3,7
CO_3 Ca %			0,4
Argile %	12,0	37,4	41,3
Limon fin %	8,5	4,1	6,2
Limon grossier	8,3	7,1	7,2
Sable fin %	38,4	24,4	23,2
Sable gros. %	31,6	26,6	21,9
Mat. orga.tot.	1,19	0,35	0,19
Carbone ‰	6,9	2,0	1,1
Azote ‰	0,48	0,25	0,16
C/N	14,4	8,0	6,9
P_2O_5 total ‰	0,14	0,11	0,14
F_2O_3 libre %	1,34	2,80	2,94
F_2O_3 total %	1,89	3,80	4,09
Fer libre/F.t	71	74	72
Bases tot. méq/100 g sol			
Ca		7,8	17,5
Mg		10,6	16,7
K		2,60	2,90
Na		0,62	0,80
Bases échang. méq/100 g sol			
Ca	2,91	5,94	10,8
Mg	1,34	3,15	3,0
K	0,15	0,12	0,10
Na	0,01	0,02	0,02
S	4,40	9,25	13,9
T	6,40	12,5	13,1
S/T = V %	69	74	sat.
pH eau	6,2	6,3	8,0
pH K Cl	5,0	4,9	6,3
Conduct. mmhos			0,062
Ext. sec mg/100			40
Poids spc.ap.	1,64	1,89	1,94
Porosité cm³	21,0	13,0	11,5
pF 3	8,0	17,0	18,6
pF 4,2	4,8	11,3	13,2
Eau utile %	3,2	5,7	5,4
Inst. struct.	0,87	1,34	2,14
Perméab. Kcm/h	1,9	3,9	2,3

7 PROFILS	Max.	Min.	Moy.	Méd.
Argile + L.fin				
Surf.	52,3	20,5	36,7	
Hor. méd.	78,4	32,3	51,5	47,9
Base	71,1	42,0	54,9	54,4
Mat. Org. %				
Surf.	2,13	1,11	1,42	1,21
N ‰ Surf.	0,87	0,44	0,58	0,48
C/N Surf.	16,8	12,1	15,6	14,4
P_2O_5 ‰ Surf.	0,33	0,14	0,21	0,17
Base	0,34	0,14	0,18	0,17
Ca méq.				
Surf.	7,17	2,62	5,35	5,97
Base	13,6	4,98	9,20	9,90
S.				
Surf.	11,4	4,30	8,90	10,4
Hor. méd.	14,5	6,10	10,2	10,2
Base	25,3	7,5	13,4	11,8
T				
Surf.	16,7	6,4	11,2	11,8
Hor. Méd.	18,3	9,2	12,8	12,5
Base	16,1	9,7	12,6	12,6
S/T				
Surf.	100	64	79	85
Hor. Méd.	100	63	79	78
Base	100	70	90	-
pH eau				
Surf.	7,0	5,8	6,5	6,2
Hor. médian	7,7	5,7	6,3	6,3
Base	8,9	6,0	7,3	-
Equil. bases (%) (val. mé)	Ca	Mg	K	
Surf.	60,9	35,6	2,4	
Hor. méd.	61,9	36,8	1 3	
Base	75,5	23,0	1,1	

/ UNITE 35 /

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES à PSEUDO-GLEY. A taches et concrétions - Facies structuré - Sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial. Associés à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire .

Les sols hydromorphes structurés sont ceux de l'unité 33 étudiés antérieurement. Les sols peu évolués gravillonnaires font l'objet d'une étude détaillée dans l'unité 4. L'étude de l'unité 35 sera donc brève, et le lecteur se reportera aux unités correspondantes précédentes pour les détails sur les deux types de sols.

L'extension de l'unité est réduite. Les surfaces intéressées se localisent en bordure du socle granitique à proximité du méridien 3°, et au N. de DEDOUGOU dans la boucle de la Volta-Noire. Ces zones se présentent comme une succession de petites buttes gravillonnaires (provenant du démantèlement du moyen glacis cuirassé en général) séparée par des thalwegs où se sont accumulés les matériaux colluvio-alluviaux. L'unité cartographique résulte de l'impossibilité à petite échelle de séparer les deux ensembles de sols. Elle est ponctuée de buttes cuirassées (cf. unité 1) et entourée le plus souvent de zones plus en relief où domine l'unité 4.

Les sols hydromorphes structurés reposent en position topographique la plus haute sur le niveau gravillonnaire oblique du versant de la butte. Leur épaisseur croît vers l'axe de drainage et la pollution en gravillons diminue dans le même sens.

Les possibilités d'utilisation agricole sont surtout celles des sols hydromorphes structurés. A l'heure actuelle les sols hydromorphes sont cultivés, en sorgho notamment. Sur sols gravillonnaires autour des villages à proximité des cases, de petites cultures de tabac sont cependant pratiquées avec succès (à YONKUI par ex.), mais leur intérêt reste très limité.

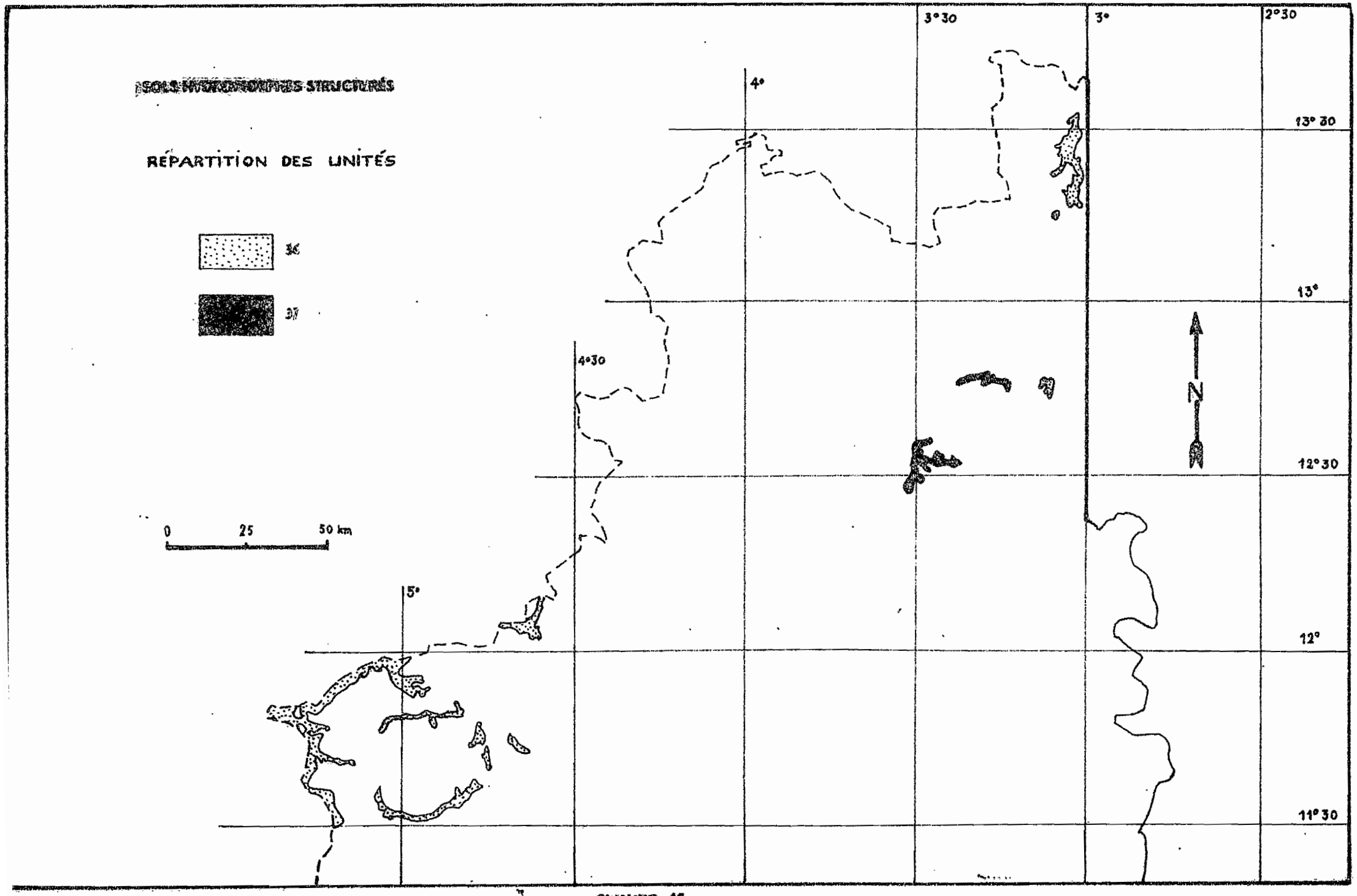

SOLS HYDROMORPHES STRUCTURÉS
RÉPARTITION DES UNITÉS
36
37
0
25
50 km
3°30
3°
2°30
4°
13°30
13°
4°30
12°30
12°
11°30
5°
N

PLANCHE 19

/ UNITE 36 /

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES à PSEUDOGLEY à taches et concrétions - faciès structuré - sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial. Association à vertisols hydromorphes sur alluvions argileuses.

A - Caractères généraux de l'unité :

Extension :

Cette unité est constituée d'une série de cuvettes et de zones déprimées alluviales qui peuvent se regrouper en deux ensembles de situation géographique opposée, l'un au N.E. (feuille de TOUGAN) l'autre au S.O. (feuille de SIKASSO et BOBO-DIOULASSO).

Une grande partie de ces zones a fait l'objet d'études pédologiques détaillées dont la réalisation avait été confiée à l'O.R.S.T.O.M. par le service du Génie Rural du Ministère de l'Agriculture de la Haute-Volta. Ces études concernent notamment les cuvettes de KOUGNY et KATANA et les plaines de FOULASSO et LELASSO (1).

Ces zones ayant été cartographiées à grande échelle (10.000 ou 20.000è), nous avons été obligé de restreindre et de simplifier la légende initiale pour l'intégrer à celle du 1/500.000è, en respectant le plus possible les unités dominantes. L'utilisateur voudra bien se reporter à ces travaux antérieurs dont il pourra tirer grand profit.

Caractères externes de reconnaissance :

Les critères de reconnaissance des sols composant cette unité ont déjà été examinés dans les unités respectives 33 et 10. Nous les rappelons brièvement :

---

(1) M. GAVAUD et A. SAKHO : La cuvette de KOUGNY - O R S T O M - DAKAR - Nov. 1961.

M. GAVAUD et J. BERGER : Les plaines de la région de KATANA - O R S T O M DAKAR - Nov. 1961.

M. MAIGNIEN : Etude pédologique des plaines de FOULASSO et LELASSO - O R S T O M - DAKAR - Juin 1960.

Les sols hydromorphes à pseudogley dominent généralement les vertisols hydromorphes dans le paysage. Des dénivellations de 0,5 à 1 m peuvent suffire pour faire passer d'un type de sol à l'autre. A l'aspect de surface plat à plages alternées gris-noir durcies et gris-blanchâtre sableuses des sols hydromorphes à pseudogley s'oppose le microrelief "gilgaï" d'effondrements et la surface motteuse gris-noir à larges fentes de retrait des vertisols hydromorphes. La végétation semi-hygrophile à Terminalia et Pterocarpus des premiers, fait place aux prairies humides ou aux taillis à bois armé d'Acacia et Anogeissus des seconds.

B - Les Sols.

a. Morphologie :

B. 1. Sols hydromorphes à pseudogley structurés.

Ces sols ont été étudiés dans l'unité 33; toutefois, par souci de faciliter la tache de l'utilisateur, les classifications ayant été modifiées ces dernières années, nous citerons la description d'un sol semblable de la région de KATANA classé hydromorphe à engorgement temporaire à taches et concrétions par M. GAVAUD et J. BERGER (1).

Profil KATANA n° 4

Situation : zone la plus basse du confluent Banifing-Tessé.

Topographie : Plaine recreusée par quelques mares temporaires, côte 42,75.

Végétation : Prairie à Vétivers et Sesbania.

Description du profil :

0 - 5 cm	: gris à taches ocre pâle ; argileux ; structure grumeleuse (1 cm), sous-structure très fine ; néanmoins mal agrégée; cohésion moyenne ; porosité et enracinement moyens.
5 - 20 cm	: brun rouille très foncé à marbrures ocre ; argileux ; belle structure polyédrique fine (0,5 cm) , cohésion très forte ; porosité tubulaire médiocre ; quelques racines linéaires.
20 - 44 cm	: brun jaune à marbrures ocre-clair, argileux; structure polyédrique fine à faces rugueuses; cohésion forte ; porosité tubulaire moyenne, présence de très fines concrétions arrondies très légèrement durcies.

(1) Les plaines de la région de KATANA - p. 56 - ORSTOM - DAKAR - Nov. 1961.

44 - 106 cm : gris clair à taches rouges ; argileux, massif et compact.

B. 2. Vertisols hydromorphes sur alluvions argileuses.

Ce sont ceux étudiés dans l'unité 10. Nous citerons un profil de sol analogue de la région de KATANA, classé à l'époque "Sol d'argile noire topomorphe". (1)

Profil KATANA n° 81

Situation : Centre de la plaine de KATANA, 400 m. à l'E. de la borne II

Topographie : Côte 48,10, pente 0,06 %. Plaine de 350 ha, présentant l'aspect décrit ci-dessous.

Aspect superficiel : Modelé de "gilgaï" en entonnoirs circulaires larges de 6 à 8 m, profonds de 60 cm environ, répartis tous les 10 à 15 m de façon homogène. Le centre de chaque dépression est fissuré et déformé par les effondrements de prismes larges de 40 à 60 cm; les parties hautes plus claires dessinent un réseau en dentelle et peuvent porter des amas de concrétions et de nodules calcaires. Le sol n'est pas fissuré en surface en général. Les effondrements de prismes peuvent, rarement toutefois, exister sur les parties hautes.

Végétation : Prairie , quelques mitragynes et Bauhinia reticulata isolés.

Profil au centre d'un entonnoir :

0 - 50 cm : comporte localement un horizon humifère épais de 5 à 6 cm, gris brun avec quelques taches ocres, argileux, à structure motteuse polyédrique à faces rugueuses (0,5 cm) cohésion moyenne à forte, à structure plus rarement lamellaire ; peu de racines. L'horizon est ensuite brun marbré d'ocre, argileux, découpé en énormes prismes irréguliers (50 par 20 cm) parcourus de nombreux plans de glissement ; la structure est cubique en assemblage compact, à cohésion très forte, colmatée, les masses de remplissage sont gris brun, argileuses, à structure grenue et surstructure cubique ; plus rarement elles sont gris très clair, argilo-limoneuses, peu structurées et agrégées. Enracinement peu abondant manifeste les effondrements par étirement.

---

(1) M. GAVAUD et J. BERGER. Les sols de la région de KATANA. ORSTOM Dakar. Nov. 1961; p. 66.

50 - 100 cm : gris foncé , les patines étant olivâtres ; argileux ; au sommet on remarque une belle surface de décollement oblique, onduleuse et dans toute la masse, des plans de glissement distants de 10 cm environ ; structure cubique large à faces patinées, nodules calcaires de toute taille irrégulièrement répartis, des concrétions "plomb de chasse" dès 50 cm.

Variations morphologiques :

Certains profils localisés suivant une auréole étroite autour de certaines mares présentent une accumulation de gypse sous forme de dépôts grenus sur les faces des mottes ou de cristallites réparties dans la masse ou dans les fissures. Ces profils sont à associer aux vertisols à caractères de salure de l'unité 11. Leur fréquence faible et irrégulière ne permet pas de les mentionner dans la légende au niveau de la famille.

b. Les propriétés analytiques.

Le report aux unités 33 et 10 du présent rapport et aux études de détail précédemment citées apportent tous les renseignements analytiques obtenus au laboratoire.

C - Conclusions et mise en valeur.

Sur les sols hydromorphes à pseudogley structurés, les cultures de sorgho et coton sont à préconiser. Les conditions de drainage et le niveau d'engorgement doivent retenir particulièrement l'attention des utilisateurs car ils fluctuent entre des zones voisines.

Les vertisols à hydromorphie d'ensemble, de par leur fertilité chimique élevée et leurs propriétés physiques très particulières, orientent la mise en valeur vers la riziculture de submersion à l'exclusion de toute autre culture sans aménagements préalables . (Sinon la mention pastorale déjà mentionnée dans l'unité 10).

/ UNITE 37 /

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES à PSEUDO-GLEY. A taches et concrétions - Faciès structuré - sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial. Association à sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux.

A - Caractères généraux de l'unité :

Extension :

Elle est très réduite et se localise au N. et N.E. de DEDOUGOU.

Malgré cette faible extension, nous avons groupé ces sols en une unité distincte car leur position respective dans le paysage est particulière. En effet, alors que, dans les unités précédentes, la frange en haut de chaîne des sols ferrugineux lessivés était absente ou réduite, par rapport aux sols hydromorphes structurés ce qui motivait leur suppression volontaire de la légende, elle apparait ici beaucoup plus importante.

La faible compétence et hiérarchisation du réseau hydrographique, et la relative longueur des glacis, raccordant aux buttes gravillonnaires ou cuirassées par une pente assez bien marquée diminuant rapidement, déterminent l'importance des différents sols. Les sols ferrugineux lessivés occupent le tiers supérieur des interfluves, les sols hydromorphes structurés les deux tiers inférieurs.

Le passage d'un type de sol à l'autre se fait par la différenciation au niveau de la rupture de pente, de sols ferrugineux hydromorphes cédant rapidement la place, par remontée du pseudogley, aux sols hydromorphes.

Caractères externes de reconnaissance :

A l'aspect sableux beige de surface et végétation de savane à Karité et divers Combretum, se substituent graduellement une teinte grise blanchâtre et une augmentation des espèces hygrophiles : Cordia myxa, Terminalia avicinoïdes, Ximenia americana et Gardenia erubescens.

B - Les Sols.

Ce sont ceux des unités 33 et 22 étudiées antérieurement et auxquelles le lecteur voudra bien se reporter.

C - Conclusions et mise en valeur.

Les analyses des unités précédemment citées dégagent des fertilités chimiques moyennes mais des propriétés physiques médiocres dues principalement à l'action de l'hydromorphie. Les stabilités structurales de surface ont besoin d'être améliorées. Les cultures sur billons de sorgho et coton sont conseillées sur la moitié inférieure de l'interfluve; plus haut les cultures de petit mil et d'arachide sont possibles sous réserve de binages fréquents.

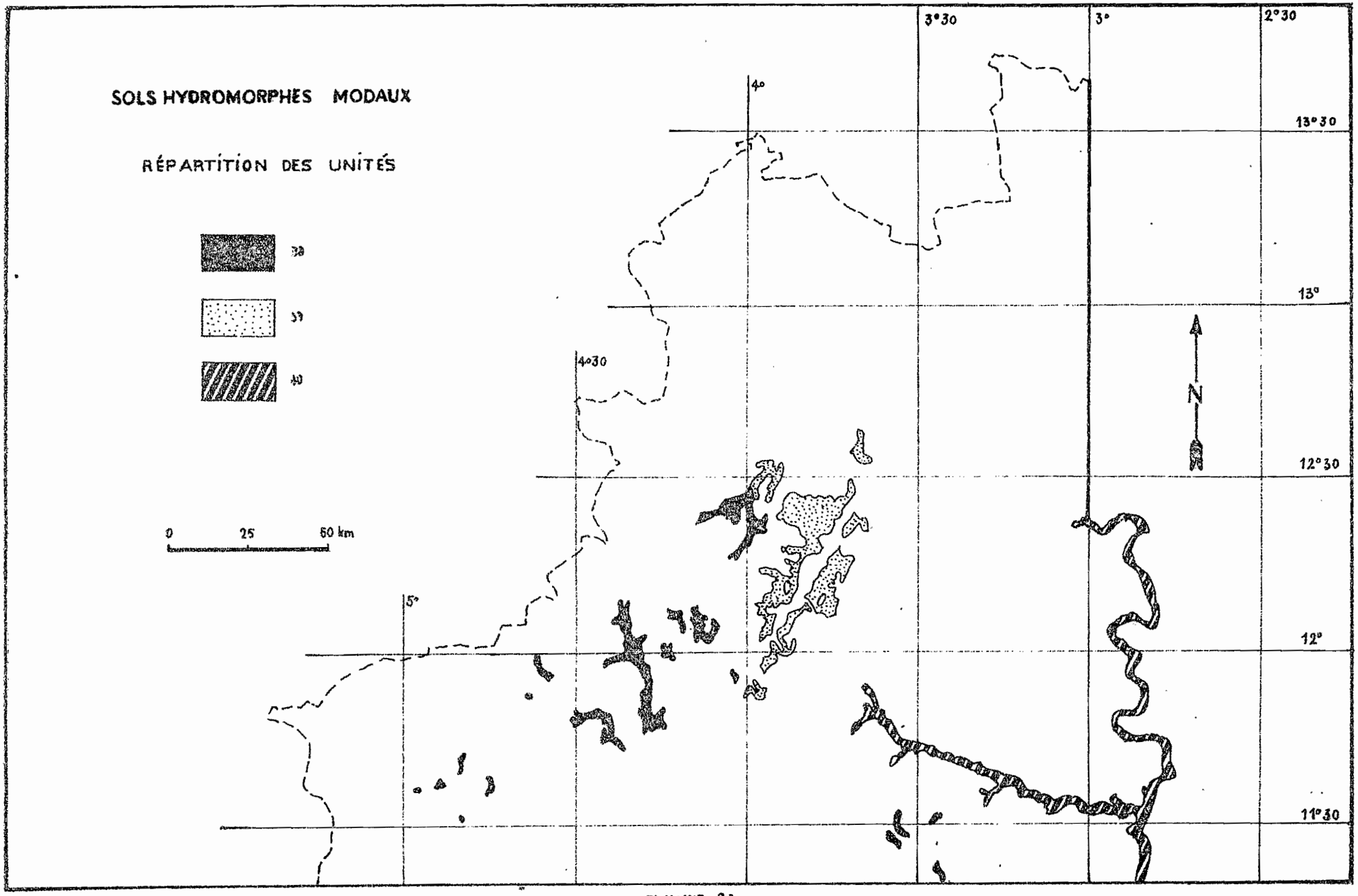

SOLS HYDROMORPHES MODAUX
RÉPARTITION DES UNITÉS
38
39
40
0
25
50 km
N
3°30
3°
2°30
4°
13°30
13°
4°30
12°30
5°
12°
11°30

PLANCHE 20

/ UNITE 38 /

Sols HYDROMORPHES peu humifères à pseudogley à taches et concrétions - faciès modal - sur matériau limono-argileux à argileux.

A - Caractères Généraux.

Cette unité occupe les bas fonds colmatés de certaines vallées. Elle peut correspondre aussi à la cuvette de réception située à la naissance de certains axes de drainage ; vers l'aval se dégagent des vallées plus encaissées et mieux drainées : sur les versants apparaissent alors des sols ferrugineux lessivés hydromorphes tandis que le fond du thalweg demeure hydromorphe, il s'agit des unités 25 ou 26 (pages 204 ou 213) selon que le substrat est gréseux ou schisteux. (1)

C'est donc toujours des zones déprimées de profil concave. Le raccord avec les sols ferrugineux du bas glacis se faisant progressivement par une pente douce toujours inférieure à 3 %.

L'engorgement est dû soit à la crue hivernale , soit à la compacité des matériaux. Dans bien des cas d'ailleurs ces deux facteurs conjugent leurs effets.

L'unité est bien représentée dans les régions gréseuses à l'O. du cours supérieur de la Volta Noire, sur le cours des rivières Baré et Koworo notamment. Mais elle existe aussi sur les schistes birrimiens dans la région du HOUNDE où elle correspond plutôt aux surfaces déprimées à l'amont des marigots.

La surface du sol gris-clair à blanc est caractéristique des sols hydromorphes. On peut aussi observer des petites termitières épigées sur les zones les moins engorgées.

La végétation, en dehors des zones cultivées (mil - patate - tabac), est bien fournie, surtout la strate herbacée : Andropogon gayanus et autres graminées, avec Terminalia laxiflora, Daniellia olivieri, Parkia biglobosa, Bauhinia thonigii et Acacia albida. Dans les zones directement inondées, à proximité du lit mineur, ou en bordure des mares, on trouve des espèces particulières : Mytrogyna inermis, Ficus capensis, Erythrina senegalensis et Cordia mixa.

---

(1) Les sols de cette unité existent aussi dans les régions granitiques, mais d'extension réduite, ils ne sont que cités dans l'unité 30.

B - Les Sols.

B. 1. Sols hydromorphes à pseudogley à taches et à concrétions (faciès modal) sur matériau limono-argileux à argileux.

1. a Morphologie :

Profil de référence : B O A 25

Situation : A KARBA au N. O. de HOUNDE.

Topographie : Cuvette à hydromorphie temporaire.

Végétation : Culture de mil, quelques Acacia albida, Andropogon gayanus.

Surface du sol : Très gros billons de culture.

Description du Profil : Observation à la base d'un billon.

0 - 25 cm : gris-clair, avec de petites taches rouille (10 YR 6/8) engainant les racines et autour des petits pores tubulaires. Humifère. Limono-sableux à limono-argileux, avec quelques petits gravillons. Structure massive, avec de fines fentes de dessication verticales et sinueuses induisant des prismes larges de 30 - 40 cm ; cohésion assez forte. Eclat polyédrique mamelonnés et à arêtes vives. Porosité tubulaire fine et grossière, bonne.
Limite régulière graduelle.

25 - 50 cm : Gris-blanc (5 Y 7/1), il y a toujours les gaines rouilles (10 YR 6/8) mais avec des taches diffuses de cette même couleur : 10 à 20 %. Identique par ailleurs.
Limite régulière diffuse.

50 - 180 cm :

Vers 50 cm : Couleur semblable mais certaines des taches rouilles deviennent rouges (2,5 YR 5/6), toujours diffuses.

Vers 90 cm : Toutes les taches diffuses sont rouges.

Vers 140 cm : Ces taches rouges deviennent très nombreuses : 40 % mais assez irrégulièrement distribuées, avec concrétions marron-noir arrondies : 0,5 cm.

Texture argileuse (de 60 à 180 cm). Structure variable plutôt mal développée. Dans les zones des fentes de dessication (tous les 30 - 50 cm) : structure prismatique grossière (5 x 15 cm) assez bien développée à la partie supérieure. Ailleurs la structure est plutôt massive. Cohésion d'ensemble et des mottes forte.

Vers le bas : A partir de 120 cm, l'humidité est plus importante : plasticité du matériau.

Enracinement : Moyen et bien réparti des herbacées jusqu'à 25 cm, ensuite les racines sont linéaires en suivant les fissures jusqu'à 60 cm.

Variations autour du profil de référence :

Les profils sont toujours de couleur très claire avec des taches rouille puis rouges devenant de plus en plus nombreuses vers le bas. Les horizons superficiels sont appauvris en éléments fins. On ne note pas de différence importante entre les sols des régions gréseuses et ceux des régions schisteuses comme cela est le cas pour les sols ferrugineux lessivés hydromorphes.

Ainsi que l'a fait remarquer GAVAUD (1) dans la région de BEREBA, la mise en place du matériau a provoqué une hétérogénéité texturale de certains profils. Des niveaux sableux ou gravillonnaires peuvent ainsi apparaître à une profondeur quelconque.

Le caractère d'origine alluviale diminue à mesure que l'on s'éloigne du thalweg, au profit du caractère colluvial. A la limite le matériau présente les mêmes caractéristiques que celui où se développent les sols ferrugineux lessivés hydromorphes, qui ne subissent qu'un engorgement de profondeur (unités 25 et 26).

Enfin le degré de développement de la structure est aussi un élément de variation. Elle est généralement massive ou prismatique très large induite par des fentes de dessiccation fines et sinueuses. Mais certains profils, notamment sur les matériaux de mise en place récente ou en surface sous l'effet de la culture, peuvent présenter une structure polyédrique moyennement développée, celle-ci ne semble liée à aucune différence dans les caractères analytiques.

1. b Propriétés analytiques

Les caractéristiques physiques :

- La texture est limono-sableuse parfois sablo-limoneuse en surface, avec environ 20 % d'argile. Elle devient argileuse ou argilo-limoneuse au-dessous.
- La stabilité structurale apparaît assez variable : médiocre (souvent à la limite de moyenne) ou mauvaise. Il semble cependant que les valeurs du coefficient de perméabilité K qui détermine cette répartition soient un peu trop élevées. L'indice d'instabilité structurale Is est généralement compris entre 1 et 2, et on doit donc considérer la stabilité structurale comme mauvaise.

(1) GAVAUD : "Les sols de la région de BEREBA". Centre de Recherches Pédologiques de HANN-DAKAR - Novembre 1961.

- La porosité est faible en surface : souvent de l'ordre de 22 cm^3/100 g, avec des risques d'asphyxie partielle à la capacité au champ dans certains cas. Elle est encore plus faible au-dessous. L'asphyxie est partielle à totale à moyenne profondeur (vers 50 cm) ; elle est totale en profondeur (vers 1 m).

- L'indice de drainage est mauvais dans les horizons superficiels, il est très mauvais au-dessous, et la capacité minima pour l'air y est nulle.

Les caractéristiques chimiques :

- Le taux de matière organique est très variable dans les horizons de surface ; sur 16 profils analysés nous avons obtenu les chiffres suivants :
  - 6 profils avec 1,0 à 1,5 % ; les C/N variant de 13,0 à 15,0 et l'azote total de 0,50 à 0,60 %. La fertilité N-pH est bonne à moyenne pour les cultures diverses, parfois très bonne pour le riz. L'équilibre azote-phosphore peut être satisfaisant mais il manifeste assez souvent de légères carences en potassium.
  - 4 profils avec 0,5 à 0,9 % de matière organique, des C/N de 10,0 à 13,5 et avec l'azote de 0,30 à 0,50 ‰. La fertilité N-pH est médiocre, parfois moyenne ou médiocre pour les plantes diverses, elle est moyenne à bonne pour le riz. L'équilibre azote-phosphore est assez variable.
  - 6 profils où la teneur en matière organique est de :2,0 à 4,0 % ; les C/N de 15,0 à 20,5, et l'azote de 0,60 à 1,50 ‰. La fertilité N-pH est bonne pour les cultures diverses, elle est très bonne, parfois exceptionnelle, pour le riz. L'équilibre azote phosphore traduit des carences en phosphore mais dans certains cas le sol peut être assez bien pourvu en cet élément.

Les valeurs les plus faibles s'observent surtout dans les sols très cultivés des zones de bordure situées à la limite des sols ferrugineux lessivés hydromorphes.

Les valeurs les plus fortes se trouvent dans les sols qui portent un tapis herbacé dense à proximité du lit mineur du marigot ; l'hydromorphie interne s'y prolonge pendant une période importante en limitant l'évolution de la matière organique.

Dans les horizons sous-jacents la matière organique diminue jusqu'à 0,40 % pour les sols les moins humifères et jusqu'à 0,80 pour les autres, avec des

C/N de l'ordre de 10. L'azote varie de 0,30 à 0,50 ‰. La fertilité N-pH est en générale médiocre à moyenne pour les cultures diverses, elle est moyenne à bonne pour le riz. L'équilibre azote-phosphore traduit encore une légère carence en phosphore malgré la diminution importante des quantités d'azote.

- Le pH est généralement voisin de 6,0 - 6,4. En général il augmente en profondeur après une légère diminution dans l'horizon moyen, mais ceci n'est pas une règle générale.

  Dans certains sols le pH de l'horizon de surface peut être voisin de la neutralité. (1)

- Dans la majorité des profils la capacité d'échange se maintient autour de 7 à 8 méq/100 g. La matière organique semble bien compenser l'appauvrissement en argile dans les horizons de surface. Toutefois dans ces horizons les moins humifères la capacité d'échange peut diminuer jusqu'à 3 méq/100 g ; dans les plus humifères au contraire elle peut atteindre des valeurs de 15 et même 20 méq/100 g. En profondeur on peut observer jusqu'à 10 méq/100 g de capacité d'échange.

- Le rapport S/T suit assez bien les variations du pH ; en général il varie de 60 à 80 % en surface, de 50 à 70 % à moyenne profondeur (50 cm) et de 70 à 80 % vers 1 m. Mais certains profils sont très désaturés avec des rapports S/T de l'ordre de 15 à 30 %.

- La somme des bases échangeables est assez variable et on ne peut que noter une tendance générale : 3,5 à 7,0 méq/100 g en surface, 3,0 à 5,0 méq/100 g à moyenne profondeur.

- L'équilibre des bases échangeables laisse le plus souvent apparaître une forte proportion en Mg (20-15-1 à 20 -25-0,8) d'où carence en Ca et surtout en K, cette dernière étant générale.

1. c Conclusion :

A la seule vue des propriétés analytiques qui apparaissent relativement satisfaisantes, bien qu'elles sont assez fluctuantes d'un sol à l'autre, on peut classer ces sols dans l'échelle de fertilité de la région comme de valeur moyenne pour les culture diverses, et bonne pour le riz.

---

(1) L'horizon de surface B 0 A 251 est pratiquement saturé par le calcium..

C - Conclusion Générale.

L'hydromorphie et les phénomènes d'asphyxie plus ou moins temporaires qui l'accompagnent dans tous les sols de l'unité 38 (pour certains d'entre eux pendant une période assez prolongée), limitent les possibilités de culture.

Les paysans qui cultivent ces sols façonnent de gros billons afin d'éviter l'asphyxie des racines. Le mil semble bien s'accommoder de cette technique de culture. Par contre le coton qui est très sensible à l'hydromorphie ne pénètre absolument pas dans les horizons engorgés : les racines se coudent brutalement en formant un angle de 90° à quelques centimètres de la surface du sol, ainsi que nous avons pu l'observer dans la petite cuvette de KONA (cartographiée avec l'unité 25).

Au contraire pour le riz la fertilité demeure bonne. La vocation des sols de cette unité 38 est donc essentiellement rizicole, mais des travaux d'aménagement sont le plus souvent nécessaires.

UNITE 38 TABLEAU 35

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOL HYDROMORPHE A PSEUDOGLEY SUR MATERIAU LIMONO-ARGILEUX A ARGILEUX COLLUVIO-ALLUVIAL

N° PROFIL : B O A 25 — HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	251	252	253	254	255			
Profondeur cm.	0,1/25	25-60	60-90	90-140	140/180			
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	12,0	0,1	0,1	11,0	15,0			
Humidité °/₀	1,5	1,4	2,4	2,5	2,9			
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	14,0	18,9	42,7	45,2	49,9			
Limon fin °/₀	17,0	21,4	18,7	15,7	17,3			
Limon grossier °/₀	32,8	31,4	18,7	15,2	10,8			
Sable fin °/₀	23,6	21,1	15,1	14,0	12,5			
Sable grossier °/₀	11,4	6,8	4,8	9,9	9,5			
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	1,23	0,37						
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	7,1	2,2						
Azote °/₀₀	0,53	0,27						
C/N	13,4	8,1						
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,38	0,18	0,17	0,14	0,15			
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀								
F_2O_3 total °/₀₀								
Fer libre/Fer total								
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium	7,87	3,31	3,26	3,89	3,94			
Magnésium	4,90	3,31	6,29	7,58	8,01			
Potassium	1,54	1,16	2,42	2,89	3,25			
Sodium	0,23	0,21	0,29	0,33	0,38			
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	5,75	2,86	2,67	3,20	3,51			
Magnésium	0,89	0,88	2,51	2,91	3,19			
Potassium	0,06	0,05	0,09	0,09	0,10			
Sodium	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05			
S	6,75	3,85	5,30	6,25	6,85			
T	6,85	5,60	6,90	8,15	8,80			
S/T = V °/₀	99	69	77	77	78			
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau	7,2	6,5	6,3	6,5	6,4			
pH K Cl	5,9	4,9	4,9	5,0	5,1			
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	1,59	1,61	1,71	1,87	1,93			
Porosité °/₀ cm^3	22,8	21,9	18,5	13,5	11,8			
pF 3	9,1	10,6	17,4	17,7	19,7			
pF 4,2	4,6	6,1	11,8	13,0	15,1			
pF 2,5								
Eau utile °/₀	4,5	4,5	5,6	4,7	4,6			
Instabilité structurale Is	2,34	9,0	2,13	2,60	1,30			
Perméabilité Kcm/h	1,3	0,8	1,6	1,0	1,0			

Analyses terminées le ..... au laboratoire de : .....

/ UNITE 39 /

SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES à PSEUDO-GLEY à TACHES ET CONCRETIONS. Faciès modal - Sur matériau limono-argileux à argileux. Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire.

A - Caractères généraux :

Cette unité apparaît de part et d'autre du cours supérieur de la Volta Noire à la latitude des parallèles 12° 00' et 12° 20'.

Il s'agit d'une région au modelé très plat qui correspondrait à une ancienne surface gravillonnaire ayant été colmatée dans ses zones les plus basses. La présence de la Volta Noire et du petit affluent Voun-Hou (rive droite) qui drainent mal cette surface favorise une hydromorphie générale des horizons profonds et moyens.

Les sols gravillonnaires occupent les zones les plus élevées qui correspondaient aux anciens interfluves cuirassés.

Les sols hydromorphes se situent dans les zones de remblaiement qui bordent les grandes rivières et les bas-fonds de moindre importance, où les matériaux limono-argileux à argileux sont mélangés aux gravillons des bas glacis gravillonnaires.

Il n'y a pas de talus de raccordement avec la surface gravillonnaire supérieure.

B - Les sols.

B. 1. Les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley - à taches et concrétions - faciès modal - sur matériau limono-argileux à argileux.

Ils sont très proches des sols de l'unité 38 qui ont été étudiés à la p. 300. Cependant il semble que la présence d'un niveau gravillonnaire à profondeur variable soit ici un caractère assez général.

Le profil B O B 94 est pris comme exemple.

Situation : à 2 km de MOUNKUI vers la Volta Noire.

Topographie : Grande zone à pente très faible.

Végétation : Savane très lache à Karité, Parkia biglobosa. Tapis herbacé assez dense : (andropogonées diverses) et quelques Cymbopogon schoenanthus.

Surface du sol : Plane, bien couverte par les graminées.

Description du profil :

0 - 10 cm : Gris-blanc (10 YR 6/1) à petites taches rouille le long des racines et des pores. Limoneux, ou sableux très fin. Structure massive, avec des fentes verticales induisant de très larges prismes (30 - 40 cm) à cohésion moyenne à faible. Gros éclats anguleux à cohésion forte par écrasement moyenne à forte par cisaillement. Porosité tubulaire fine et grossière assez bonne mais très irrégulière. Quelques galeries : 2 à 3 mm,
Limite régulière distincte.

10 - 60 cm : Gris (10 YR 7/2) avec des taches rouille plus grandes. Argileux à argilo-limoneux, avec de nombreux gravillons par endroits. Quelques concrétions Mn au sommet, quelques taches ailleurs. Structure massive à cohésion moyenne. Eclats très irréguliers à cohésion très forte par écrasement et faible par cisaillement. Porosité tubulaire grossière et lacunaire bonne. Nombreuses galeries et cavités.

Enracinement : Assez bon des graminées mais irrégulier et superficiel, il est médiocre ensuite jusqu'à 60 cm. L'enracinement des ligneuses est médiocre de 10 à 60 cm. Quelques racines pénètrent jusqu'à la base par les galeries d'origine biotique.

La présence de plages gravillonnaires de densité variable indique bien qu'il ne s'agit pas de simples phénomènes de recouvrement mais bien d'une mise en place simultanée de matériaux d'origines diverses.

Dans de nombreux profils l'existence du niveau gravillonnaire plus ou moins cuirassé en profondeur conduit à un ralentissement du drainage des solutions et à un concrétionnement souvent intense : pouvant aller jusqu'au carapacement. La présence de termitières champignons est un bon indice de ces niveaux indurés de faible profondeur (50 cm).

Les propriétés analytiques de ces sols correspondent à ceux dee l'unité compte tenu, bien sûr, de la présence des gravillons et des niveaux indurés qui abaissent fortement la fertilité générale lorsqu'ils apparaissent à proximité de la surface.

B. 2. Les sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire.

Situés aux côtes les plus élevées, les sols peu évolués d'érosion correspondent aux sols de l'unité 4 et le lecteur voudra bien se reporter à la p. 54 où ils ont été étudiés.

Il faut toutefois noter que dans cette unité, sur les niveaux les plus bas des surfaces gravillonnaires, en bordure des zones de comblements hydromorphes, les sols "ferrugineux remaniés indurés" sur matériau gravillonnaire ont une extension quasi générale. L'induration de ces sols à faible profondeur est favorisée par le mauvais drainage intense et les phénomènes d'hydromorphie qu'il entraîne. L'étude détaillée en est faite avec l'unité 29. (p. 240)

C - Conclusion Générale :

L'hydromorphie marque profondément tous les sols cultivables. Les sols classés "Hydromorphes" eux-mêmes manquent souvent de profondeur et ce n'est que sur ces derniers que l'on trouvera des petites zones susceptibles d'être exploitées dans le cadre d'une agriculture traditionnelle.

Cette unité offre donc, dans l'ensemble, assez peu d'intérêt pour l'agriculture.

/ UNITE 40 /

Sols HYDROMORPHES peu humifères à pseudogley à taches et concrétions - faciès modal - sur matériau limono-argileux à argileux. Association à sols hydromorphes peu humifères à redistribution de calcaire , nodules calcaires sur alluvions argileuses.

A - Caractères Généraux :

Cette unité se situe vers le S.E. de la région étudiée. Elle suit la rive occidentale de la Volta Noire, sur la partie N.S. de son cours qui sert de limite à la carte, et la vallée du Grand Balé : affluent permanent de la Volta Noire.

Ces vallées, qui ne possèdent qu'un lit majeur étroit, contrastent fortement avec les vallées du S.O., dont celle de la Volta sur son cours supérieur, où les plaines d'inondations peuvent atteindre plusieurs km de part et d'autre du lit mineur.

Ici l'enfoncement du lit mineur est plus important. Sur cette partie du cours de la Volta Noire la reprise d'érosion se manifeste par des formes d'érosion en ravines à la limite de la zone d'inondation légèrement encaissée, mais il ne semble pas que le lit majeur ait pu atteindre à une époque quelconque, l'importance qu'il a à l'E. Le profil transversal est en forme de V évasé, souvent dissymétrique avec une zone de colmatage déprimée, d'étendue plus ou moins large, où serpentent les rivières. Le Grand Balé décrit ainsi de nombreux méandres de plus en plus larges vers l'aval. Sur la Volta Noire par contre, on ne trouve pas de méandres comparables. Cette rivière décrit plutôt de très larges boucles mais sans sinuosités du lit mineur. La rive occidentale qui correspond souvent à la rive convexe est entaillée par un lit majeur étroit qui retient les plus hautes eaux alors que le débordement s'étale sur de grandes surfaces sur la rive opposée cartographiée sur la carte Centre-Sud.

Fréquemment les versants en pente douce (nous l'avons surtout observé sur les portions rectilignes du cours de la Volta Noire) subissent des phénomènes d'hydromorphie dûs non pas à l'inondation en période de crue, mais à la remontée de nappe et au drainage déficient qui sont caractéristiques de ces matériaux d'origine colluvio-alluviale. Les sols hydromorphes à pseudogley, à taches et concrétions occupent la plus grande partie des vallées de part et d'autre du lit majeur.

En bordure du lit mineur, sur les alluvions récentes qui se déposent par débordement de la rivière, ont été trouvés des sols hydromorphes à nodules calcaires. L'origine même des matériaux implique une existence très sporadique et localisée de ces sols : il est bien évident que l'origine des alluvions (schisteuses, granitiques) influent grandement sur leur nature, mais que leurs conditions de dépôts sont très diverses et peu prévisibles. Ces sols n'ont qu'une importance limitée, mais nous les avons cependant associés dans cette unité en fonction de leurs caractères particuliers.

Le Grand Balé, qui reçoit au Sud de BAGASSI des affluents issus des collines de roches vertes, peut être bordé par des sols hydromorphes vertiques de l'unité 34 ; mais, s'ils existent, ces sols n'ont vraisemblablement qu'une très faible extension et sont limités à cette région.

Enfin notons la présence de sols peu évolués hydromorphes sur quelques bancs d'alluvions récentes, très localisés et de très faible extension.

La végétation est une savane arbustive avec des espèces hygrophiles en bordure du lit mineur (voir unité 38). La strate herbacée est toujours fournie : Andropogon gayanus, Erogrotis tremula, et constitue souvent l'essentiel du couvert végétal.

B - Les Sols.

B. 1. Les sols hydromorphes peu humifères à pseudogley à taches et concrétions - facies modal - sur matériau limono-argileux à argileux

Ils sont étudiés dans l'unité 38 à la page 301 (Le lecteur voudra bien s'y reporter).

B. 2. Les sols hydromorphes peu humifères à nodules calcaires sur alluvions argileux.

Profil de référence : B O B 66

Situation : Région de BOROMO, à 100 m de la Volta Noire.

Topographie : Zone plane : lit majeur encaissé de la Volta Noire, sur la rive concave de la boucle de BOROMO.

Végétation : Tapis à Andropogonées très fourni ; quelques acacias.

Surface du sol : Plane, pellicule argileuse en surface.

Description du profil :

0 - 32 cm : Couleur d'ensemble beige plus ou moins jaune (10 YR - 6/4 - 6/5) mais hétérogène à petites zones brunes assez diffuses autour des pores, devenant plus grandes vers le bas, et avec des petites taches noires diffuses. On trouve aussi quelques amas et des nodules de calcaire pouvant atteindre 2 cm. Argileux. Structure bien développée à certains endroits, moins à d'autres, surtout vers le bas ; polyédrique grossière à moyenne, et très grossière vers le bas où l'on peut trouver quelques faces planes plus ou moins obliques mais non luisantes. Cohésion faible. Par endroit structure prismatique grossière. Cohésion des mottes forte par écrasement, assez faible par cisaillement. Porosité tubulaire moyenne à grossière, moyenne.
Limite ondulée distincte.

32 - 125 cm : Hétérogène : jaune brun (10 YR 6/6) avec des zones grises (2,5 Y 7/2) et des petites taches noires. Gros nodules calcaires : 2 cm. Argileux avec quelques gravillons de toute taille -(jusqu'à 1 cm). Structure très mal développée à cohésion forte mais quelques grandes fentes verticales issues de l'horizon précédent se prolongent ici et pouvant induire dans les zones qu'elles touchent une structure assez bien développée, polyédrique moyenne à prismatique grossière; la cohésion étant faible. Eclats anguleux à cohésion forte par écrasement, faible par cisaillement (présence de petites faces planes non lissées). Porosité tubulaire et lacunaire faible. Quelques galeries d'origine biotique : 3 mm.
Limite régulière distincte.

Vers 125 cm : Jaune brun avec quelques zones grises et des zones noires avec des concrétions calcaires. Texture plus gravillonnaire : gravillons très petits (0,5 cm) arrondis mais certains présentent des faces de cassure ; terre fine argilo-sableuse. Structure massive à cohésion faible, se pioche par larges plaques à cohésion forte par écrasement, et moyenne par cisaillement. Porosité tubulaire moyenne à faible. Quelques petites galeries.

Enracinement : Moyen et irrégulier, à orientation horizontale ou subhorizontale, des herbacées jusqu'à 30 cm ; puis médiocre à faible concentré dans les zones de galeries jusqu'à 125 cm ; faible ensuite. Quelques racines ligneuses fines et moyennes horizontales, vers 20 à 30 cm.

Variations autour du profil de référence :

L'origine alluviale des matériaux leur confère une grande hétérogénéité et des niveaux de granulométrie très variable peuvent se superposer ; néanmoins le fond textural demeure toujours, au moins partiellement, argileux.

La structure est de développement variable. Elle peut être bien développée dans les horizons supérieurs, mais elle devient généralement moins nette en profondeur.

Les nodules calcaires ne sont pas toujours présents sur toute l'épaisseur du profil . Les horizons supérieurs peuvent en être dépourvus.

2. b Propriétés analytiques (voir tableau 36).

Les caractéristiques physiques :

- La texture est argileuse, parfois partiellement sableuse ou limoneuse. Des niveaux gravillonnaires peuvent venir s'intercaller à profondeur variable.
- La stabilité de la structure est très médiocre.
- La porosité est très faible et la capacité minima pour l'air est nulle. L'asphyxie totale se développe dans tous les horizons, à la capacité au champ.
- L'eau utile est moyenne à médiocre.
- L'indice de drainage est très mauvais mais il a peu de signification dans ces sols submergés pendant une partie de l'année.

Les caractéristiques chimiques :

- Le taux de matière organique est particulièrement faible pour un sol hydromorphe et son évolution est aussi très importante. Une grande partie de la litière peut être entraînée par les eaux courantes qui submergent cette rive concave au moment des crues, et d'autre part, la présence de calcaire favorise la décomposition de la matière végétale des horizons supérieurs.
- L'azote est en quantité assez faible en surface et très faible au dessous. L'équilibre azote-phosphore est assuré et les sols sont même bien pourvus en phosphore, malgré des teneurs très moyennes en cet éléement.
- Le pH est basique (8,0 - 8,5) du fait de la présence du calcaire.

- La capacité d'échange est bonne, et la saturation est assurée en grande partie par le calcium (équilibre 23 - 6 - 0,6).
- Les bases totales révèlent une réserve importante en magnésium, souvent même supérieur au calcium.

2. c Conclusion :

Ces sols qui présentent des propriétés chimiques relativement favorables, malgré une importance trop grande de calcium, possèdent par contre des caractéristiques physiques des plus mauvaises.

De plus leur situation topographique interdit pratiquement toute mise en valeur sans aménagements préalables, mais de tels travaux demanderaient des moyens considérables en raison de la vague d'inondation importante qu'il faudrait juguler, et ces sols, tels que nous les avons définis ne semblent pas en mesure de les rentabiliser. Sur la rive convexe cependant, dans les zones calmes, des cultures de décrue pourraient être envisagées.

C - Conclusion Générale.

Cette unité est représentée dans une grande proportion par les sols de l'unité 38. Mais la puissance des rivières qu'elle borde modifie profondément les conditions de mise en valeur. Des sols ont une réelle valeur agricole, ils sont souvent cultivés lorsque cela est possible, mais des zones nouvelles pourraient être acquises à la culture. Cependant la grande hétérogénéité de ces régions implique une étude à grande échelle pour aboutir à un inventaire précis classant les différents types de sols en fonction de leurs potentialités agronomiques et des travaux d'aménagements requis.

UNITE 40 TABLEAU 36

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOL HYDROMORPHE A NODULES CALCAIRES SUR ALLUVIONS ARGILEUSES.

N° PROFIL : B O B 66 — HAUTE-VOLTA

N° Echantillon	661	662	663					
Profondeur cm.	0,1-30	60-70	130/150					
Couleur ( )								
Refus 2 mm °/₀	0,1	0,1	18,0					
Humidité °/₀	4,2	3,4	3,3					
CO_3 Ca °/₀								
ANALYSE MÉCANIQUE								
Argile °/₀	52,8	42,2	37,9					
Limon fin °/₀	14,1	13,2	8,3					
Limon grossier °/₀	17,7	18,6	10,4					
Sable fin °/₀	11,4	14,9	17,8					
Sable grossier °/₀	3,6	10,9	25,6					
MATIÈRE ORGANIQUE								
Mat. org. totale °/₀	0,44	0,21						
Mat. Humiques ( )								
Carbone °/₀₀	2,6	1,2						
Azote °/₀₀	0,30	0,16						
C/N	8,7	7,5						
ACIDE PHOSPHORIQUE								
P_2O_5 total °/₀₀	0,33	0,20	0,15					
P_2O_5 ( ) °/₀₀								
FER								
F_2O_3 libre °/₀₀								
F_2O_3 total °/₀₀								
Fer libre/Fer total								
Bases totales ME pour 100 g de sol ( )								
Calcium	14,1	13,0	20,2					
Magnésium	20,0	18,1	21,1					
Potassium	5 ,30	4,34	3,80					
Sodium	0,68	0,49	0,68					
Bases échangeables ME pour 100 g de sol								
Calcium	11,7	11,3	11,9					
Magnésium	3,1	2,8	3,5					
Potassium	0,32	0,20	0,15					
Sodium	0,03	0,03	0,06					
S	15,1	14,3	15,6					
T	14,7	12,9	13,2					
S/T = V °/₀	sat.	sat.	sat.					
ACIDITÉ ALCALINITÉ								
pH eau		8,0	8,4					
		6,6	7,1					
SOLUTION DU SOL								
Conductivité mm hos								
Extrait sec. mg/100 g								
CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES								
Poids spéc. réel								
Poids spéc. appar.	1,92	1,90	2,05					
Porosité °/₀	12,0	12,6	8,8					
pF 3	19,9	18,8	16,9					
pF 4,2	13,6	12,0	10,9					
pF 2,5								
Eau utile °/₀	6,3	6,8	6,0					
Instabilité structurale Is	1,43	1,49	1,55					
Perméabilité Kcm/h	1,07	1,10	1,04					

Analyses terminées le au laboratoire de :

Troisième partie :

CARACTERISATION MICROBIOLOGIQUE DES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS

CARACTERISATION MICROBIOLOGIQUE DES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS.

Un certain nombre d'échantillons superficiels de profils appartenant aux principales unités cartographiques ont été soumis à des analyses biologiques effectuées sous la direction de C. MOUREAUX. Ces analyses sont destinées à apprécier l'activité microbiologique des horizons humifères, ainsi qu'à préciser dans une certaine mesure leur déficience en certains éléments fertilisants (P , K).

I - TYPES D'ANALYSES EFFECTUEES.

On peut subdiviser ces analyses en deux groupes. L'un caractérise l'activité microbiologique du sol en mesurant soit l'intensité de sa respiration, soit l'action de sa micro-faune sur des substances apportées au sol ; on en déduit des indices d'activité microbiologique. L'autre mesure soit la rapidité de transformation de substances existant déjà dans le sol (transformation de produits azotés en nitrates), soit la réponse de cultures de champignons (Aspergilus Niger) à des apports d'éléments fertilisants ; les résultats de ces analyses sont regroupés sous le terme d'indices biologiques de fertilité chimique.

A - Indices d'activité microbiologique :

- Respiration du sol : CO_2

  50 g de sol sont conservés dans un récipient étanche de 1 litre après humidification. Après une incubation de 7 jours à 30° on mesure le volume de CO_2 dégagé.

- Pouvoir enzymatique du sol (saccharase) : PEZ

  Après addition d'une solution sucrée (saccharose) à une prise de sol et incubation de 24 h à 37°C, on dose la quantité de sucres réducteurs formés à partir du saccharose ajouté.

- Activité deshydrogénasique : DH

Après addition d'un corps réductible à une prise de sol, on mesure la quantité réduite de ce corps après incubation de 20 h.

- Indice d'utilisation du glucose (C. MOUREAUX) : IDG

Après addition de glucose au sol et incubation de 24 h. à 30°C, on mesure la quantité de glucose disparue.

$$IDG = \frac{\text{Glucose disparu}}{\text{Glucose initial}} \times 100$$

- Pouvoir ammonifiant : AM_4

Après addition d'urée et incubation de 24 h, on dose l'azote ammoniacal formé.

B - Indices biologiques de fertilité chimique :

- Azote nitrique et vitesse de nitrification : NO_3 in et NO_3 4S.

Après dosage de l'azote nitrique présent dans le sol (NO_3 in) on fait incuber l'échantillon préalablement humidifié pendant 28 jours à 30°, puis on mesure à nouveau l'azote nitrique (NO_3 4S).

N.B. : NO_3 4S est parfois inférieur à NO_3 in, lorsqu'il y a dénitrification.

- Fertilité chimique globale (C. MOUREAUX) : FG

L'échantillon, additionné de carbone (saccharose) et d'azote (sulfate d'ammoniac) est ensemencé avec Aspergilus niger. Après 6 jours, on pèse le mycelium formé. Son poids sec est pris comme indice minéral du sol.

- Réponse du phosphore testée par Aspergilus niger : FGP

L'analyse est menée comme la précédente (FG), mais avec addition de phosphore soluble. FGP = poids de mycelium formé.

- Réponse au potassium testée par Aspergilus niger : FGK

Même procédé, mais addition de potassium soluble au lieu de phosphore.

- Indice biologique de fertilité (C. MOUREAUX) : S

Indice calculé à partir de IDG, NO_3 4S et FG. Il est égal à la surface d'un triangle ayant pour base NO_3 4S + FG/10 et pour hauteur IDG.

INDICES D'ACTIVITE MICROBIOLOGIQUE

	CO_2	PEZ	IDG	DH	Am 4
SOLS GRAVILLONNAIRES (ferrugineus remaniés) - Unités : 4 - 27 - 28 - 29					
BOA 97	79,9 AE	854 AE	28,4 M	36,0 E	25,5 F
BOA 61	68,2 AE	591 M	35,0 M	17,7 M	24,0 F
VERTISOLS TOPOMORPHES MODAUX SUR ALLUVIONS ARGILEUSES - Unité : 8					
HVJ 20	18,5 TF	135 F	8,6 F	0	31,8 AE
HVJ 50	49,3 M	695 AE	17,2 F	7,7 F	10,3 TE
HVK 88	39,2 M	602 M	16,3 F	3,1 TF	15,2 F
VERTISOLS TOPOMORPHES A CARACTERES VERTIQUES MOYENNEMENT DEVELOPPES - Unité : 9					
HVJ 37	28,2 F	369 F	15,2 F	9,2 F	14,5 F
HVJ 45	37,8 F	610 M	15,9 F	6,9 F	24,4 M
VERTISOLS TOPOMORPHES A HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE - Unités : 10 - 36					
HVJ 26	18,5 TF	135 F	8,6 F	0	31,8 AE
HVJ 97	37,8 F	187 F	15,9 F	0	70,9 E
HVK 82	105,2 E	115,5 F	52,3 AE	3,9 TF	78,3 TE
VERTISOLS TOPOMORPHES A ACTION DE SALURE - Unité 11.					
HVK 43	5,7 TF	92,7 TF	1,0 TF	0	5,0 TF
VERTISOLS LITHOMORPHES - Unité 12.					
BOB 36	69,1 AE	768 AE	16,9 F	3,1 TF	29,3 F
SOLS BRUNS EUTROPHES - Unités : 13 - 14.					
BOA 34	64,0 AE	933 AE	31,1 M	2,3 TF	18,9 F
BOB 50	21,8 F	295 F	12,0 F	2,3 TF	6,4 TF
SOLS FERRUGINEUX PEU LESSIVES MODAUX - Unités : 17.					
HVH 89	11,9 TF	132 F	2,1 TF	0,8 TF	21,6 M
HVK 39	9,2 TF	114 F	0,7 TF	0	6,0 TF
SOLS FERRUGINEUX PEU LESSIVES A DRAINAGE LIMITE - Unité : 18					
HVH 70	14,1 TF	189 F	3,5 TF	0	7,8 TF
HVH 75	13,6 TF	146 F	2,1 TF	0,8 TF	21,2 M
HVJ 68	15,0 TF	86,6	4,5 TF	1,5 TF	19,8 M
SOLS FERRUGINEUX LESSIVES - Unités 20 - 22 - 26.					
BOA 19	42,1 M	355 F	34,6 M	15,4 M	15,9 F
BOB 64	56,4 M	584 M	29,0 M	13,9 M	12,3 F
BOC 44	34,1 F	328 F	20,7 M	20,8 AE	65,4 AE
SOLS FERRALLITIQUES FAIBLEMENT A MOYENNEMENT DESATURES - Unité : 24.					
BOA 61	25,6 F	184 F	4,7 TF	7,7 F	19,8 F
BOB 98	16,1 TF	108 F	1,6 TF	3,9 TF	5,0 TF
SOLS HYDROMORPHES STRUCTURES SUR MATERIAU ALLUVIONNAIRE - Unité : 31.					
BOB 82	50,6 M	387 F	7,8 F	9,2 F	9,6 TF
SOLS HYDROMORPHES STRUCTURES - Unité : 33.					
HVJ 6	42,2 M	247 F	13,8 F	4,6 TF	15,2 F
HVJ 22	48,4 M	375 F	8,6 F	5,4 F	19,1 F
HVK 21	33,0 F	971 AE	25,6 M	3,9 TF	24,8 M
SOLS HYDROMORPHES STRUCTURES SUR MATERIAU POLYPHASE - Unité : 32.					
HVK 87	28,6 F	38,3 F	8,0 F	6,9 F	17,0 F
SOLS HYDROMORPHES VERTIQUES - Unité : 34.					
HVJ 73	28,2 F	296 F	10,3 F	3,1 TF	9,9 F
SOLS HYDROMORPHES MODAUX - Unité : 38					
BOA 25	38,1 F	441 M	22,8 M	3,1 TF	43,1 E
BOC 98	6,2 TF	74,5 TF	1,7 TF	0 TF	2,1 TF

INDICES BIOLOGIQUES DE FERTILITE CHIMIQUE — TABLEAU 37

S	FG	FGP	FGK	FGKP	NO_3	NO_3 4S	Coef.min. Carbone	Coef. miné. Azote
151,9F	107, F	106,0	113	1002	1,8	0	2,395 TE	0
49,0TF	28 TF	846	42	1047	1,4	0	2,270 TE	0
46,0TF	41 TF	739	47	495	1,7 TF	6,6 F	0,42 F	0,91 F
76,5 F	32 TF	887	31	934	4,6 TF	5,7 F	1, 12 M	0,48 F
24,4TF	30 TF	1111	71	1064	-	-	1,02 M	-
27,4TF	36 TF	617	37	956	1,4 TF	0	1,14 M	0
52,5 F	44 TF	764	34	965	1,1 TF	2,2 TF	1,03 M	0,30 F
46,0 F	41 TF	739	47	495	1,7 TF	6,6 F	0,95 F	1,37 M
190,0 F	77 TF	1065	74	842	1,4 TF	16,2 AE	0,57 F	2,31 M
230,1 F	88 TF	1483	88	-	-	0	0,92 F	0
2,4TF	48 TF	710	38	1138	-	0	0,32 F	0
45,6TF	54 TF	605	55	1276	1,4	0	1,26 M	0
40,4TF	26 TF	415	32	807	2,1	0	0,92 F	0
12,0TF	28 TF	1252	40	1075	1,4	0	1,03 M	0
6,5TF	12 TF	234	59	253	-	5,0 F	1,17 M	1,92 M
1,5TF	43 TF	122	50	114	-	0	0,70 F	0
4,0TF	23 TF	439	52	756	-	0	1,42 M	0
1,9TF	18 TF	616	36	887	-	0	1,37 M	0
22,1TF	40 TF	600	67	680	0,7 TF	5,8 F	1,55 E	2,32 M
55,4 F	32 TF	877	31	1093	1,4	0	1,91 E	0
40,6TF	28 TF	1252	40	1075	1,4	0	1,85 E	0
27,9TF	27 TF	474	45	849	1,1	0	1,58 E	0
17,9	76 TF	401	162	932	1,1	0	1,16 M	0
5,4 TF	68 TF	334	56	844	0,7	0	1,51 E	0
25,7 TF	66 TF	525	63	1144	1,1	0	1,56 M	0
175,3 F	52 TF	846	46	-	2,1 TF	20,2 E	0,83 F	2,20 M
15,5TF	36 TF	436	57	836	2,1 TF	0	1,25 M	0
403,2 F	63 TF	1236	63	1114	-	25,2 E	0,79 F	2,42 M
20,0TF	50 TF	1117	59	1101	-	0	0,98 F	0
87,0 F	56 TF	633	47	663	1,8 TF	11,3 M	1,11 M	2,35 M
148,2 F	130 F	542	176	1102	1,1	0	1,46 M	0
2,2TF	26 TF	531	36	839	1,4	0	0,36 F	0

II - INTERPRETATIONS.

Les résultats sont regroupés par type de sol dans le tableau
On a porté en face de chaque chiffre une appréciation par rapport à une échelle établie par C. MOUREAUX à partir d'une grande gamme de sols analysés.

A - Activité microbiologique: (moitié gauche du tableau 37)

A l'intérieur d'un même type de sol les indices varient beaucoup dans certains cas, si bien qu'il est difficile d'attribuer une valeur globale d'activité microbiologique au type de sol considéré. Nous avons toutefois regroupé les sols suivant leur valeur moyenne :

Très faible :

- Vertisols topomorphes à action de salure (unité 11)

Faible à très faible :

- Sols ferrugineux peu lessivés modaux (Unité 17)
  et à drainage limité (Unité 18)

Faible :

- Sols hydromorphes structurés sur matériau alluvionnaire (Unité 31)
- Sols hydromorphes structurés sur matériau polyphasé (Unité 32)
- Sols hydromorphes vertiques (Unité 34)

Faible à moyen :

- Tous les vertisols topomorphes (Unités 8 - 9 - 10 - 36)
  avec toutefois quelques indices élevés pour l'unité 10.
- Vertisols lithomorphes (Unité 12)
  avec toutefois quelques indices assez élevés.
- Sols hydromorphes modaux (Unité 38)
- Sols ferrugineux lessivés (Unités 20 - 22 - 26)

Moyen à assez élevé :

- Sols gravillonnaires (Unités 4 - 27 - 28 - 29)
- Sol bruns eutrophes (Unités 13 - 14).

La faiblesse d'ensemble des indices des sols analysés ne doit pas étonner : le barême des valeurs est un barême idéal intégrant des sols à très forte activité biologique (sols sous forêts tropicales humides par exemple) qui remontent l'échelle des indices vers les valeurs élevées. Le bon niveau des sols gravillonnaires dans cette échelle est dû à la concentration des microorganismes dans un faible volume de terre (faible épaisseur du sol et forte teneur en gravillons non analysés et non soumis à l'activité microbiologique). Ce faible volume de terre est de plus fortement colonisé par les racines et la macrofaune.

B - Indices biologiques de fertilité chimique. (Partie droite du tableau 37)

- Azote :

Les coefficients de minéralisation de l'azote sont faibles ou nuls sauf pour les vertisols à hydromorphie d'ensemble, les sols hydromorphes structurés (Unité 33) et vertiques et quelques rares sols ferrugineux peu lessivés. Or ces sols possèdent des taux de matière organique moyens à bons (voisins ou supérieurs à 2 %).

La faible nitrification est donc à attribuer au stock de matière organique trop peu abondant.

- Phosphore :

La réponse au phosphore (FGP) est importante et générale pour tous les échantillons surtout si on la compare au témoin (FG).

- Potassium :

La réponse au potassium (FGK) est faible dans tous les cas. Les apports de cet élément seul ne sont donc pas bénéfiques. Le plus souvent très légèrement supérieure au témoin, la réponse est dans quelques cas inférieure et indique un déséquilibre de la fumure. La réponse obéit alors à la loi du minimum : les valeurs d'azote et de phosphore très basses compromettent l'assimilation des apports potassiques. Ce fait se vérifie dans le paragraphe suivant.

- Potassium-Phosphore :

Contrairement aux réponses au potassium seul, ici les réponses sont dans la majorité des cas supérieures à toutes les autres, et en particulier au phosphore seul dans des proportions notables (plus du double quelquefois). Les exceptions concernent les sols ferrugineux peu lessivés modaux et certains cas où la réponse au phosphore seul est très élevée.

- Coefficient de minéralisation du carbone :

Elevé et très élevé dans les sols gravillonnaires et les sols ferrugineux lessivés, il est faible à moyen ailleurs.

- Indice de fertilité biologique : (FG)

Il apparaît dans tous les cas très faible, parfois faible. Ces résultats sont en contradiction avec les résultats analytiques de certains sols, vertisols et sols bruns notamment à fertilité chimique globale élevée. Explication : dans tous ces sols un élément au moins est déficient (phosphore en général) alors que bien souvent la somme des bases est élevée. Le développement d'Aspergillus niger peut se trouver inhiber par ce seul élément et l'indice FG devenir faible à très faible sans pour cela que la fertilité chimique d'ensemble soit basse. Les carences par excès peuvent également jouer (Mg ou Mg + Ca par rapport à K).

Conclusion :

Les analyses biologiques donnent une appréciation globale de la fertilité des sols. Cette appréciation doit toujours être réajustée ou complètée par les résultats des analyses chimiques.

L'expérimentation microbiologique permet par les réponses fournies aux divers éléments, de dégager les facteurs limitants de la fertilité et dans une certaine mesure la hiérarchie de ces facteurs.

Ainsi pour l'ensemble des sols de la région étudiée ces facteurs paraissent être dans l'ordre de déficience décroissante :

Phosphore, azote et potassium.

D'autres renseignements très utiles pour l'agronome expérimentateur peuvent également apparaître :

- les apports potassiques seuls ne sont pas bénéfiques. Les apports associés de potassium et phosphore sont à employer lors des amendements car fournissent les réponses maxima.
- les taux de nitrification très faibles signalent la nécessité d'engrais azotés sous forme de nitrates pour toutes cultures autres que celles des légumineuses.
- le stock de matière organique doit être relevé par l'emploi d'engrais verts par exemple.

CONCLUSION

C O N C L U S I O N

La carte pédologique de reconnaissance au 1/500.000 ème de la partie Ouest-Nord de la Haute-Volta permet de dresser un inventaire aussi complet que possible des sols qui s'y développent. Les potentiels agronomiques de ces sols sont dégagés dans le tableau 38.

Il est toujours délicat de juger de la valeur agricole d'un sol en raison du nombre de facteurs souvent interdépendants que ce jugement met en jeu.

Les facteurs limitants de la fertilité interviennent avec une intensité variable à des niveaux différents. Lorsqu'ils sont très défavorables (valeur agricole très faible ou faible) il est facile de les identifier. Au contraire, lorsque leurs effets sont atténués, ils sont d'autant plus difficiles à distinguer que leur action se conjuge.

Ces jugements ne sont donc ni définitifs, ni absolus. Ils doivent permettre à l'agronome ou au planificateur de se faire une idée de la valeur actuelle du sol basée sur sa fertilité chimique et ses propriétés physiques. Seuls les résultats des expérimentations au champ peuvent déterminer de l'opportunité des cultures à entreprendre et des amendements à apporter. Le choix des façons culturales dépend non seulement de la nature du terrain, mais aussi et surtout des populations qui auront à les employer.

Le présent rapport doit aider l'agronome ou l'utilisateur dans sa tache et non lui imposer un choix de terrains et de vocations culturales possibles.

Enfin, certaines régions dont la cartographie à petite échelle a dégagé l'intérêt, devront être étudiées en détail (au 1/25.000 ou 1/50.000 par exemple). Il s'agit principalement :

- de la vallée et des bordure du Sourou.
- de la vallée du Voun-Houn (rive gauche de la Volta-Noire)
- de la vallée de la Volta Noire et de ses principaux affluents.
- des massifs birrimiens (SAFANE - MASSALA - HOUNDE - etc..).

- CLASSEMENT DES SOLS SELON LEUR FERTILITE -

TABLEAU 38

Abréviations : N : Azote - P : Phosphore - K : Potassium - Ca : Calcium - Mg : Magnésium

* La rubrique "Intérêt agronomique" concerne la mise en valeur.

N° Unités	Type de Sol	Intérêt Agronomique	Valeur Agricole	Facteurs Limitants	Elements déficients	Résistance au travail	Cultures possibles	Améliorations (autres qu'engrais)
1	Lithosols sur cuirasse.	nul	nulle	--	-	-	-	-
2	Lithosols sur grès.	nul	nulle	-	-	-	-	-
3	Sols peu évolués sur schistes	nul ou très faible	faible	Texture, pente.	variable (K)	assez faible	Mil, sorgho sur pentes faibles	Lutte anti-érosive.
4 et 5 - 6 - 7	Sols peu évolués sur matériau gravillonnaire	faible	faible	Profondeur Texture	K	faible	à éviter.	Lutte anti-érosive.
8	Vertisols modaux sur alluvions argileuses.	Important	Bonne	Porosité - drainage, cohésion en sec. Relief "bilgaï"	K.P.	Assez forte.	Canne - Sorgho - Coton - Maïs.	Labours précoces Binages - Drainage.
9	Vertisols à caractères moyennement développés à recouvrement sableux.	Moyen	Moyenne	Structure - Porosité - Drainage.	Equilibre des bases	Moyenne	Sorgho - Légumineuse (Arachide)	Cultures sur billons - Drainage - Travail superficiel.

(Suite 2)

TABLEAU 38

N° Unités	Type de Sol	Intérêt Agronomique	Valeur Agronomique	Facteurs Limitants	Eléments déficients	Résistance au travail	Cultures possibles	Améliorations (autres qu'engrais).
10	Vertisols à hydromorphie d'ensemble.	Important	Bonne à très bonne.	Asphyxie prolongée.	K	Moyenne à faible.	Riz de submersion Fourrages	Maitrise de l'eau Drainage.
11	Vertisols à caractères de salure.	Faible	Faible	Propriétés physiques - Présence de sels.	K.P.	Très forte	-	Labours profonds Irrigation.
12 & 13	Vertisols sur schistes amphibolitiques - Sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié	Faible (forte potentialité) Moyenne.	Limitée Variable	Propriétés physiques. Proportion en éléments grossiers.	K. Ca K	Moyenne à forte Moyenne	Coton Sorgho Coton Mil	Bilan hydrique Travail profond. Lutte anti-érosive.
13	Sols bruns eutrophes modaux sur matériau caillouteux.	Limitée mais forte potentialité.	Moyenne	Pente forte.	K	Moyenne	Coton -Mil Sorgho.	Lutte anti-érosive.
14	Sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau issu de roches basiques	Important	Bonne	Texture - Drainage.	K	Moyenne	Coton Sorgho Mil	Travail profond. Amélioration du drainage.
15	Sols bruns eutrophes vertiques.	Important	Bonne	Faible Surface	K	Faible en surface	Sorgho Coton Maïs	Sous-solage profond.
16	Sols bruns eutrophes peu évolués	Moyen	Moyenne	Drainage	K	Moyenne	Mil - Sorgho- Coton Arachide- suivant texture.	Travail profond Amélioration du drainage.

(Suite 3)

TABLEAU 38

N° Unités	Type de Sols	Intérêt Agronomique	Valeur Agronomique	Facteurs Limitants	Eléments déficients	Résistance au travail	Cultures possibles	Améliorations (autres qu'engrais).
17	Sols ferrugineux peu lessivés modaux	Faible	Faible	Réserve minérale Erosion.	Somme des bases K.P.	Très faible	Arachide Niébé Sésame	Lutte anti-érosive. Rétention pour l'eau
18 & 19	Sols ferrugineux peu lessivés à drainage limité	Médiocre	Médiocre	Erosion - Réserve minérale	P.K.	Faible	Mil - Arachide - Sorgho.	Rétention pour l'eau - Billons isohypses.
20	Sols ferrugineux lessivés sans concrétions	Important	Moyenne	Richesse minérale	Ca - Mg	Moyenne à faible	Sorgho Mil Arachide	Réajustement de la fumure.
& 21	Sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argileux	Important	Moyenne à Médiocre	Richesse minérale Drainage	Ca - K	Moyenne	Sorgho Mil Arachide	Travail profond Amélioration de la structure et drainage.
22 & 23	Sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux.	Moyen	Médiocre à moyenne	Stabilité structurale de surface	Somme des bases-P.	Moyenne	Sorgho Coton	Billons isohypses binages - amélioration de la rétention en eau.
24	Sols ferralliti-ques faiblement et moyennement désaturés	Moyen	Moyenne à médiocre	Réserve minérale	Somme des bases- N. Matière organique	Moyenne	Arborées Mil Sorgho	
24 & 25	Sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argileux	Voir Unité 20						

(Suite 4)

TABLEAU 38

N° Unités	Type de sol	Intérêt Agronomique	Valeur Agricole	Facteurs Limitants	Eleménts déficients	Résistance au travail	Cultures possibles	Améliorations (autres qu'engrais)
25	Sols hydromorphes à pseudogley sur matériau limono-argileux à argileux.	Voir Unité 38						
26	Sols ferrugineux hydromorphes sur matériau limono argileux à argileux.	Important	Moyenne	Structure Drainage Richesse minérale.	K. Ca	Moyenne	Sorgho Mil Coton	Travail profond Lutte anti-érosive.
	Sols hydromorphes à pseudogley sur métériau limono-argileux à argileux.	Voir Unité 38						
27	Sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire, cuirasse ou altération de schistes.	Faible	Assez Faible	Profondeur - Texture - (éléments grossiers)	K	Assez faible	à éviter (Mil)	Lutte anti-érosive.
27 & 29	Sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire	Faible	Assez faible	Profondeur - Texture - (éléments grossiers).	K	Assez faible	A éviter	Lutte anti-érosive.
28	Sols ferrugineux remaniés appauvris sur matériau gravillonnaire cuirasse ou altération kaolinitique.	Faible	Assez faible	Profondeur - Texture - (éléments grossiers).	K	Assez faible	A éviter	Lutte anti-érosive.

(Suite 5)

TABLEAU 38

N° Unités	Type de sol	Intérêt Agronomique	Valeur Agricole	Facteurs Limitants	Eléments déficients	Résistance au travail	Cultures possibles	Améliorations (autres qu'engrais)
30	Sols ferrugineux remaniés - induré sur matériau sableux à argilo-sableux à niveau gravillonnaire.	Moyen	Faible	Profondeur - Texture - (éléments grossiers)	K. Ca.	Assez faible	A éviter (Mil - Arachide)	Lutte anti-érosive
	Sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau polyphasé.	Moyen	Médiocre à Moyenne	Richesse minérale - Drainage	K. Ca.	Moyenne à Forte.	Mil Sorgho	Travail profond Amélioration du drainage.
31	Sols hydromorphes à pseudogley structurés sur matériau alluvionnaire	Variable	Bonne pour la riziculture.	Hydromorphie	K.	Moyenne à forte	Riz - cultures exondées ou de décrue.	Drainage - Cultures sur Billons.
32	Sols hydromorphes structurés sur matériau polyphasé limono-sableux à argilo sableux.	Moyenne à importante	Moyenne à bonne	Structure de surface.	K.- P.	Moyenne	Coton Sorgho Canne Maïs Tabac.	Travail superficiel - Drainage vers les zones basses.
33 & 34	Sols hydromorphes structurés sur matériau argileux à argilo-sableux.	Moyenne à importante	Moyenne	Propriétés physiques (de surface surtout) Asphyxie.	N. (K)	Moyenne	Sorgho Coton	Binage préculturel- Billons.
34 & 35- 36 - 37	Sols hydromorphes vertiques sur alluvions.	Importante	Moyenne à Bonne	Propriétés physiques de surface	K.	Assez forte.	Sorgho Coton	Binages - Labours profonds - Billons.

(Suite 6)

TABLEAU 38

N° Unités	Type de sol	Intérêt Agronomique	Valeur Agricole	Facteurs Limitants	Eléments déficients	Résistance au travail	Cultures possibles	Améliorations (autres qu'engrais)
36	Vertisols hydromorphes sur alluvions argileuses.	Voir Unité 10						
37	Sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux.	Voir unité 22						
38 & 39 - 40	Sols hydromorphes faciès modal sur matériau limono-argileux à argileux.	Variable	Bonne pour la riziculture	Hydromorphie	K. Ca.	Assez forte	Riz Sorgho Mil - cultures maraîchères.	Drainage - Billons.
40	Sols hydromorphes peu humifères à redistribution de calcaire.	Variable	variable	Hydromorphie	Mg. K.	Assez forte	Cultures de décrues	Drainage Billons.

ANNEXES

T E R M I N O L O G I E

Dans ce paragraphe nous présentons sous forme de lexique quelques termes qui sont employés très souvent dans les pages suivantes. Ils sont utilisés pour la description des profils ou pour l'appréciation de la fertilité. La connaissance exacte de la signification que nous leur accordons est nécessaire pour la bonne compréhension du texte.

- bases totales : extraites par HNO_3 concentré et à chaud. Elles ne correspondent qu'à une fraction de la totalité des bases (évaluée par l'analyse triacide). Cette fraction constitue la réserve des bases susceptibles d'être fixées par le complexe absorbant.

- Capacité minimum pour l'air : volume de la porosité restant non occupé par l'eau au pF3 : Porosité totale - Humidité pF3.

- Carapace : niveau ayant un degré d'induration moindre que la cuirasse et pouvant être facilement dégagée à la pioche.

- Coefficient de perméabilité K : test de perméabilité de HENIN (1960) mesurant la vitesse de filtration, et qui complète l'indice Is pour caractériser la stabilité structurale. Ne doit absolument pas être considéré comme mesure de la perméabilité réelle du sol.

- Cohésion : résistance offerte par le sol au cisaillement ou à l'écrasement. Sur le terrain on juge à la main de la cohésion d'ensemble : forces de liaisons entre les différents éléments structuraux, et de la cohésion des agrégats ou des mottes:forces de liaisons au sein des agrégats.

- Concrétion : noyau de concentration (Fe, Mn), suffisamment individualisé pour être séparé de la masse de terre sans être endommagé - D'induration variable.

- Couleur : les références se rapportent au "Munsell soil color charts" utilisé par les pédologues O.R.S.T.O.M.

- Cuirasse : niveau fortement induré du sol, se cassant uniquement au marteau.

- Eau utile : fraction de l'eau retenue à la capacité au champ susceptible d'être utilisée par les plantes : Eau utile = pF3 - pF4,2 (en % du poids de terre sèche).

- Equilibre azote-phosphore : apprécié sur l'abaque de DABIN (1961). Des relations assez bonnes s'observent entre N Total et la fertilité d'une part et entre P_2O_5 total et la fertilité d'autre part. Mais les normes varient suivant les sols et les climats. Le rapport $\frac{N \text{ total}}{P_2O_5 \text{ total}}$ permet de pallier à cette variation.

- Fertilité N - pH : relation entre les teneurs en azote total et les valeurs du pH du sol comprises entre 4 et 6,5 exprimant la fertilité du sol sur l'abaque de DABIN (1961). Au-delà du pH 6,5 la relation dépend des cultures considérées.

- Gravier : petit fragment de roche compacte (0,2 à 2,5 cm) de forme variable, mais souvent anguleux.

- Gravillon : élément induré (Fe, Mn) et remanié de taille semblable au gravier, de forme arrondie, d'origine allochtone. Il peut être nourri secondairement et présenter un cortex lisse, souvent luisant (mais ce caractère n'est pas suffisant pour affirmer l'allochtonie).

- Instabilité structurale : indice Is de HENIN (1960)

$$Is = \frac{\text{Argile + Limons fins, non agrégés}}{\frac{\text{Somme des agrégats } 200\ \mu}{3}} - 0{,}9 \text{ sables grossiers.}$$

- Limite : passage d'un horizon à l'autre s'effectuant sur une épaisseur variable :
  - brutale : < 1 cm
  - tranchée : 1 à 2,5 cm
  - distincte : 2,5 à 6,0 cm
  - graduelle : 6 à 12,5 cm
  - diffuse : > 12,5 cm.

- Porosité : mesurée sur mottes au laboratoire, exprimée en Cm^3/100 g pour être graphiquement comparable aux valeurs de l'humidité au pF3 (capacité au champ). On en déduit les conditions d'asphyxie théoriques :

  pF 3 $< \frac{1}{2}$ P : absence d'asphyxie.

  $\frac{1}{2}$ P $<$ pF3 $<$ P : asphyxie partielle.

  - P $<$ pF3 : asphyxie totale.

  Les valeurs mesurées au laboratoire ne représentent pas la porosité réelle du sol en place.

- Stabilité de la structure : indice St calculé à partir de la relation linéaire entre log 10 Is et log de 10 K.

  (Is et K : instabilité structurale et coefficient de perméabilité de HENIN)

  - St : 20 (2,5 + log 10 K - 0,837 log FS)

  St est évalué graphiquement et peut se placer entre des catégories variant de très mauvaise à exceptionnelle.

- Structure : mode d'arrangement des particules élémentaires dans le sol. Les adjectifs qualifiant les différentes formes de structure correspondent aux normes suivantes :

Structure lamellaire.		Structure grumeleuse.	
Très fine	$<$ 1 mm	Très fine	$<$ 1 mm
Fine	1 à 2 mm	Fine	1 à 2 mm
Moyenne	2 à 5 mm	Moyenne	2 à 5 mm
Grossière	5 à 10 mm	Grossière	5 à 10 mm
Très grossière	$>$ 10 mm.	Très grossière	$>$ 10 mm.

Structure polyédrique et cubique		Structure prismatique :	
Très fine	< 5 mm	Très fine	< 10 mm
Fine	5 à 10 mm	Fine	10 à 20 mm
Moyenne	10 à 20 mm	Moyenne	20 à 50 mm
Grossière	20 à 50 mm	Grossière	50 à 100 mm
Très grossière	50 à 100mm	Très grossière	100 à 200 mm
Large	> 100 mm	Large	> 200 mm.

INDEX DES LIEUX CITES ET LEURS COORDONNEES GEOGRAPHIQUES.

LOCALITES.	FEUILLES 1/200.000.	LATITUDE.	LONGITUDE.
BADINGA	YOROSSO	12°21'40" N.	4°12'15" W.
BAGASSI	HOUNDE	11°44'45" N.	3°17'50" W.
BANKELEDOUGOU	BOBO-DIOULASSO	11°19'10" N.	4°19'40" W.
BONZAN	HOUNDE	11°21'30" N.	3°06'40" W.
BONI	HOUNDE	11°33'30' N.	3°24'00" W.
BOROMO	LEO	11°45'00" N.	2°56'00" W.
BOSSORA	BOBO-DIOULASSO	11°42'40" N.	4°06'30" W.
BOULAMPORO	TOUGAN	13°06'30" N.	3°50'50" W.
DANDE	BOBO-DIOULASSO	11°35'00" N.	4°33'30" W.
DANO	HOUNDE	11°08'50" N.	3°03'30" W.
DEDOUGOU	DEDOUGOU	12°27'30" N.	3°28'00" W.
DI	TOUGAN	13°10'15" N.	3°24'40" W.
DJIBASSO	SAN	13°07'15" N.	4°09'30" W.
DOKUI	YOROSSO	12°33'00" N.	4°06'30" W.
FILAKUI	YOROSSO	12°51'30" N.	4°04'30" W.
GASSAN	DEDOUGOU	12°49'10" N.	3°12'00" W.
GOERSA	DEDOUGOU	12°33'30" N.	3°03'00" W.
GONBELEDOUGOU	HOUNDE	11°11'00" N.	3°33'10" W.
GOURI	DEDOUGOU	12°44'30" N.	3°08'40" W.
HABA	LEO	11°23'50" N.	2°51'50" W.
HOUNDE	HOUNDE	11°29'30" N.	3°31'15" W.
ILLA	TOUGAN	13°08'50" N.	3°29'40" W.
KARBA	HOUNDE	11°32'30" N.	3°32'30" W.
KAREKUI	DEDOUGOU	12°52'30" N.	3°53'00" W.
KAYO	HOUNDE	11°46'00" N.	3°09'10" W.
KINSERE	TOUGAN	13°05'30" N.	3°42'00" W.
KOUASSE	DEDOUGOU	12°41'35" N.	3°06'30" W.
KOUKA	BOBO-DIOULASSO	11°54'00" N.	4°20'30" W.
KOUNDOUGOU	BOBO-DIOULASSO	11°43'30" N.	4°30'20" W.
LANFIERA	DEDOUGOU	12°59'00" N.	3°24'45" W.
LOUTA	TOUGAN	13°30'00" N.	3°10'00" W.
MASSALA	DEDOUGOU	12°26'50" N.	3°02'20" W.
MONKUI	DEDOUGOU	12°13'00" N.	3°44'45" W.
MOUSSAKONGO	YOROSSO	12°16'50" N.	4°07'30" W.

INDEX DES LIEUX CITES ET LEURS COORDONNEES GEOGRAPHIQUES. (suite)

LOCALITES.	FEUILLES 1/200.000.	LATITUDE.	LONGITUDE.
NAHIRINDIO	HOUNDE	11°08'20" N.	3°29'00" W.
NDORLABA	BOBO-DIOULASSO	11°45'50"N.	4°49'10" W.
NOUNA	DEDOUGOU	12°44'00" N.	3°51'40" W.
NOUNOU	DEDOUGOU	12°15'00" N.	3°14'30" W.
OUARKOYE (WARANKO)	DEDOUGOU	12°05'30" N.	3°40'10" W.
PANPAKUI	TOUGAN	13°08'20" N.	3°51'15" W.
POURA	LEO	11°37'00" N.	2°45'30" W.
SAFANE	DEDOUGOU	12°08'00" N.	3°13'30" W.
SOIN	DEDOUGOU	12°46'40" N.	3°48'30" W.
SOKOROLA	BOBO-DIOULASSO	11°24'30" N.	4°48'15" W.
SONO	DEDOUGOU	12°49'40" N.	3°29'40" W.
SORIBA	DEDOUGOU	12°51'30" N.	3°39'30" W.
TIARAKUI	YOROSSO	12°54'10" N.	4°02'00" W.
TANHOUNA	YOROSSO	12°29'20" N.	4°11'40" W.
TASSILA	YOROSSO	12°25'30" N.	4°23'30" W.
TOUGAN	TOUGAN	13°04'30" N.	3°04'00" W.
TOUKOURO	YOROSSO	12°06'50" N.	4°20'20" W.
WAHABOU	HOUNDE	11°41'30" N.	3°06'00" W.
WE	TOUGAN	13°14'15" N.	3°23'50" W.
YAHO	HOUNDE	11°48'45" N.	3°32'45" W.
YALO	DEDOUGOU	12°59'00" N.	3°56'30" W.
YANGASSO	DEDOUGOU	12°12'30" N.	3°11'55" W.
YASSO	YOROSSO	12°22'00" N.	4°01'40" W.
YE	DEDOUGOU	12°36'16" N.	3°06'40" W.
YONKUI	DEDOUGOU	12°36'10" N.	3°26'45" W.
ZABA	DEDOUGOU	12°46'30" N.	3°12'30" W.
ZOUMBARA	DEDOUGOU	12°53'20" N.	3°08'50" W.

LEGENDE CARTOGRAPHIQUE & REFERENCE AU TEXTE.

	N° de l'Unité	Pages.
SOLS MINERAUX BRUTS (C.)		
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE (S.C.)		
D'EROSION (G.)		
LITHOSOLS (S.G.)		
Sur cuirasse ferrugineuse (f.)	1	41
Sur grès (f.)	2	43
Sur quartzite (f)		
Association à sols peu évolués d'érosion ou d'apport sur schistes birrimiens	3	46
SOLS PEU EVOLUES (C.)		
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE (S.C.)		
D'EROSION (G.)		
SOLS REGIQUES (S.G.)		
Sur matériau gravillonnaire (f.)		
Association à lithosols sur cuirasse ferrugineuse.	4	54
Association à lithosols sur cuirasse et à sols ferrugineux lessivés sur matériau sablo-argileux issu des grès	5	60
Association à lithosols sur cuirasse ferrugineuse et sur grès	6	66
Sur grès (f.)		
Association à lithosols sur grès	7	68
VERTISOLS (C.)		
TOPOMORPHES (S.C.)		
NON GRUMOSOLIQUES (G.)		
MODAUX (S.G.)		
Sur alluvions argileuses (f.)	8	76
A CARACTERES VERTIQUES MOYENNEMENT DEVELOPPES (S.G.)		
Sur alluvions argileuses à recouvrement sableux ou sablo-argileux (f.)	9	86
A HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE (S.G.)		
Sur alluvions argileuses (f.)	10	92

	N° de L'Unité	Pages.
A CARACTERES DE SALURE (S.G.)		
Sur alluvions argilo-sableuses (f.)	11	98
LITHOMORPHES (S.C.)		
GRUMOSOLIQUES (G.)		
MODAUX (S.G.)		
Sur schistes amphibolitiques (f.)		
Association à sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers..	12	105
SOLS A MULL (C.)		
DES PAYS TROPICAUX (S.C.)		
SOLS BRUNS EUTROPHES (G.)		
MODAUX (S. G.)		
Sur matériau caillouteux issu de roches basiques (f.)		
Association à sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers, et à vertisols topomorphes grumosoliques modaux ..	13	113
HYDROMORPHES (S.G.)		
Sur matériau issu de roches basiques (f.)		
Association à vertisols topomorphes grumosoliques modaux	14	119
VERTIQUES (S.G.)		
Sur matériau argileux parfois graveleux issu de roches basiques ou neutres (f.)		
Association à lithosols sur roches basiques.....	15	131
PEU EVOLUES (S.G.)		
Sur matériau de remaniement sablo-argileux et granitogneiss (f.)	16	138
SOLS A SESQUIOXYDES ET A MATIERE ORGANIQUE RAPIDEMENT MINERALISEE (C.)		
SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX (S.C.)		
PEU LESSIVES (G.)		
MODAUX (Fa)		
Sur sables éoliens (f.)	17	149
A DRAINAGE INTERNE LIMITE EN PROFONDEUR (Fa)		
Sur sables éoliens (f.)	18	157

	N° de l'Unité	Pages
Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire (f.)	19	164
LESSIVES OU APPAUVRIS (G.)		
SANS CONCRETIONS (S.G.)		
Sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux issu des grès (f.)		
Association à sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argileux	20	169
Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire et lithosols sur cuirasse	21	176
A TACHES ET CONCRETIONS (S.G.)		
Sur matériau argilo sableux (f.)	22	182
Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire et lithosols sur cuirasse...	23	188
HYDROMORPHES (S.G.)		
Sur matériau sablo-argileux à argileux (f.)		
Association à sols ferrallitiques faiblement et moyennement désaturés	24	197
Association à sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux	25	204
Sur matériau limono-argileux à argileux (f.)		
Association à sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux	26	213
REMANIES (G.)		
APPAUVRIS (S.G.)		
Sur matériau gravillonnaire et cuirasse ou altération de schistes (f.)		
Association à sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse	27	223
Sur matériau gravillonnaire et cuirasse ou altération kaolinitique (f.)		
Association à sols régiques sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse	28	235
Association à sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire	29	240

	N° de l'Unité	Pages
INDURES (S.G.)		
Sur matériau sableux à argilo-sableux à niveau gravillonnaire (f.)		
Association à sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau polyphasé sablo-argileux à argilo-sableux	30	245
SOLS HYDROMORPHES (C.)		
MINERAUX (S.C.)		
PEU HUMIFERES A PSEUDOGLEY (G.)		
A TACHES ET CONCRETIONS (S.G.)		
FACIES STRUCTURE (Fa)		
Sur matériau alluvionnaire de texture variable souvent argileuse (f.)	31	258
Sur matériau polyphasé limono-sableux à argilo-sableux colluvio-alluvial recouvrant les alluvions argileuses (f.)	32	267
Sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alvial (f.)	33	275
Association à sols hydromorphes vertiques sur alluvions argileuses ou argilo-sableuses	34	283
Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire	35	291
Association à vertisols hydromorphes sur alluvions argileuses	36	293
Association à sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux.....	37	297
FACIES MODAL (Fa.)		
Sur matériau limono-argileux à argileux (f.)	38	300
Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire	39	307
Association à sols hydromorphes peu humifères à redistribution de calcaire, nodules calcaires sur alluvions argileuses	40	310

ABREVIATIONS :

C. : Classe. S.G. : Sous-groupe.

S.C. : Sous-classe. Fa. : Faciès.

G. : Sous-groupe. f. : Famille.

LISTE DES TABLEAUX.

N° Tableau.	Pages
1	50
2	59
3	65
4	72
5	84
6	85
7	91
8	97
9	103
10	110
11	128
12	129
13	130
14	137
15	144
16	155
17	156
18	163
19	175
20	180
21	187
22	195
23	203
24	212
25	219
26	220 & 221
27	234
28	239
29	253
30	254 & 255
31	266
32	273
33	281
34	290
35	306
36	315
37	319 & 320
38	326 à 331

TABLE DES PLANCHES

N° Planche :		Pages.
1	Diagrammes ombrothermiques	4
2	Variations annuelles des pluies - Humidité - Evaporation	6
3	Schémas des modelés	21
4	Répartition des Unités 1 & 2	40
5	Répartition des unités 4 - 5 - 6 - 7	53
6	Répartition des unités 8 - 9 - 10 - 11	75
7	Répartition de l'unité 12	104
8	Répartition des unités 13 - 14 - 15 - 16	112
9	Répartition des unités 17 - 18 - 19	148
10	Répartition des unités 20 & 21	168
11	Répartition des unités 22 & 23	181
12	Répartition des sols de l'unité 23	189
13	Répartition des unités 24 - 25 - 26	196
14	Répartition des unités 27 - 28 - 29	222
15	Répartition de l'unité 30	244
16	Répartition des unités 31 & 32	257
17	Répartition des unités 33 - 34 - 35	274
18	Répartition des sols de l'unité 34	282
19	Répartition des unités 36 & 37	292
20	Répartition des unités 38 - 39 - 40	299

TABLE DES MATIERES

		Pages
	AVANT-PROPOS	1
	LES FACTEURS DE PEDOGENESE	
I.	CLIMAT	3
II.	GEOLOGIE	8
III.	GEOMORPHOLOGIE	18
IV.	VEGETATION	32
	ETUDE DES SOLS.	
	INTRODUCTION	37
CLASSE I.	SOLS MINERAUX BRUTS	39
	Unité 1	41
	" 2	43
	" 3	46
CLASSE II.	SOLS PEU EVOLUES.	51
	Unité 4	54
	" 5	60
	" 6	66
	" 7	68
CLASSE III.	VERTISOLS	73
	Unité 8	76
	" 9	86
	" 10	92
	" 11	98
	" 12	105
CLASSE VI.	SOLS BRUNS EUTROPHES	111
	Unité 13	113
	" 14	119
	" 15	131
	" 16	138
CLASSE VIII.	SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX	145
	Unité 17	149
	" 18	157
	" 19	164
	" 20	169
	" 21	176
	" 22	182
	" 23	188
	" 24	197
	" 25	204
	" 26	213

TABLE DES MATIERES (Suite)

Pages

Unité 27 223
" 28 235
" 29 240
" 30 245

CLASSE XI. SOLS HYDROMORPHES 256

Unité 31 258
" 32 267
" 33 275
" 34 283
" 35 291
" 36 293
" 37 297
" 38 300
" 39 307
" 40 310

CARACTERISATION MICROBIOLOGIQUE DES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS .. 316

CONCLUSION 325

ANNEXES.

TERMINOLOGIE 332

INDEX DES LIEUX CITES & COORDONNEES GEOGRAPHIQUES 336

LEGENDE CARTOGRAPHIQUE & REFERENCE AU TEXTE..... 338

CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE DE LA RÉPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA

OUEST-NORD

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR

LÉGENDE

SOLS MINÉRAUX BRUTS
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
D'ÉROSION
LITHOSOLS

1 Sur cuirasse ferrugineuse
2 Sur grès
Sur quartzites
3 Association à sols peu évolués d'érosion ou d'apport sur schistes birrimiens

SOLS PEU ÉVOLUÉS
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
D'ÉROSION
RÉGIQUES
Sur matériau gravillonnaire
4 Association à lithosols sur cuirasse ferrugineuse
5 Association à lithosols sur cuirasse et à sols ferrugineux lessivés sur matériau sablo-argileux issu de grès
6 Association à lithosols sur cuirasse ferrugineuse et sur grès
Sur grès
7 Association à lithosols sur grès

VERTISOLS
TOPOMORPHES
NON GRUMOSOLIQUES
MODAUX
8 Sur alluvions argileuses
A CARACTÈRES VERTIQUES MOYENNEMENT DÉVELOPPÉS
9 Sur alluvions argileuses à recouvrement sableux ou sablo-argileux
A HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE
10 Sur alluvions argileuses
A CARACTÈRES DE SALURE
11 Sur alluvions argilo-sableuses

LITHOMORPHES
GRUMOSOLIQUES
MODAUX
Sur schistes amphibolitiques
12 Association à sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers

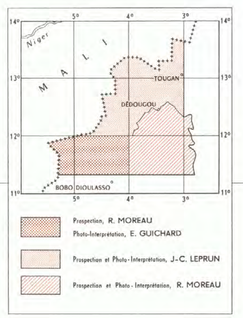
SOLS A MULL
DES PAYS TROPICAUX
SOLS BRUNS EUTROPHES
MODAUX
Sur matériau caillouteux issu de roches basiques
13 Association à sols bruns eutrophes hydromorphes sur matériau remanié riche en éléments grossiers et à vertisols topomorphes grumosoliques modaux
HYDROMORPHES
Sur matériau issu de roches basiques
14 Association à vertisols topomorphes grumosoliques modaux
VERTIQUES
Sur matériau argileux parfois graveleux issu de roches basiques ou neutres
15 Association à lithosols sur roches basiques
PEU ÉVOLUÉS
16 Sur matériau de remaniement sablo-argileux et granitogneiss

SOLS A SESQUIOXYDES ET A MATIÈRE ORGANIQUE RAPIDEMENT MINÉRALISÉE
SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX
PEU LESSIVÉS
MODAUX
17 Sur sables éoliens
A DRAINAGE INTERNE LIMITÉ EN PROFONDEUR
18 Sur sables éoliens
19 Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire

LESSIVÉS OU APPAUVRIS
SANS CONCRÉTIONS
Sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux issu de grès
20 Association à sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argileux
21 Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse
A TACHES ET CONCRÉTIONS
22 Sur matériau argilo-sableux
23 Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse
HYDROMORPHES
Sur matériau sablo-argileux à argileux
24 Association à sols ferrallitiques faiblement et moyennement désaturés
25 Association à sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux
Sur matériau limono-argileux à argileux
26 Association à sols hydromorphes à pseudogley à taches et concrétions sur matériau limono-argileux à argileux

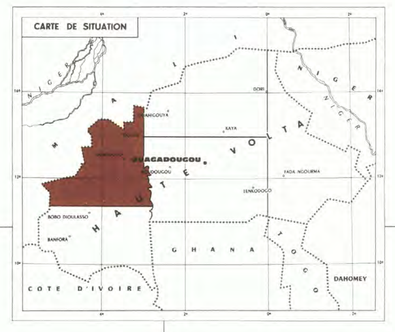
REMANIÉS
APPAUVRIS
Sur matériau gravillonnaire et cuirasse ou altération de schistes
27 Association à sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse
Sur matériau gravillonnaire et cuirasse ou altération kaolinitique
28 Association à sols régiques sur matériau gravillonnaire et à lithosols sur cuirasse
29 Association à sols ferrugineux remaniés indurés sur matériau gravillonnaire
INDURÉS
Sur matériau sableux à argilo-sableux à niveau gravillonnaire
30 Association à sols ferrugineux lessivés hydromorphes sur matériau polyphasé sablo-argileux à argilo-sableux

SOLS HYDROMORPHES
MINÉRAUX
PEU HUMIFÈRES A PSEUDOGLEY
A TACHES ET CONCRÉTIONS
FACIÉS STRUCTURE
31 Sur matériau alluvionnaire de texture variable souvent argileuse
32 Sur matériau polyphasé limono-sableux à argilo-sableux colluvio-alluvial recouvrant les alluvions argileuses
33 Sur matériau argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial
34 Association à sols hydromorphes vertiques sur alluvions argileuses ou argilo-sableuses
35 Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire
36 Association à vertisols hydromorphes sur alluvions argileuses
37 Association à sols ferrugineux lessivés à taches et concrétions sur matériau argilo-sableux
FACIÉS MODAL
38 Sur matériau limono-argileux à argileux
39 Association à sols peu évolués d'érosion sur matériau gravillonnaire
40 Association à sols hydromorphes peu humifères à redistribution de calcaire, nodules calcaires sur alluvions argileuses



Échelle : 1/500000

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 Km



Imprimée par l'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL - PARIS (ANNEXE en AFRIQUE OCCIDENTALE - DAKAR)

© O.R.S.T.O.M. 1973

SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M. . J.-C. POTTIER - 1969

O. R. S. T. O. M.

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS 8e

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)

IMP. S. S. C. Bondy
© O. R. S. T. O. M. Éditeur
Dépôt légal : 3 trim. 1968