

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL  
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE RURALE

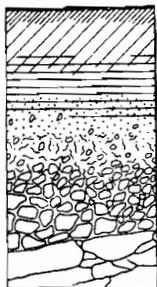
N° de Convention O.R.S.T.O.M. : 6500/298

Date de parution du Rapport : Mai 1966

NOTICE EXPLICATIVE

**CARTE PÉDOLOGIQUE DU SÉNÉGAL  
au 200.000<sup>ème</sup>**

**DALAFI**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR-HANN



CARTE PEDOLOGIQUE DU SENEGAL ORIENTAL A L'ECHELLE DU 1/200.000ème

---

NOTICE EXPLICATIVE DE LA FEUILLE DE DALAFI

---

Par

B. K A L O G A

Pédologue O.R.S.T.O.M.

CENTRE O.R.S.T.O.M. de DAKAR

SEPTEMBRE 1966

TABLE DES MATIERES

<u>AVANT - PROPOS</u>	<u>PAGES</u>
<u>PREMIERE PARTIE - Le milieu naturel</u>	
I. SITUATION GEOGRAPHIQUE .....	1
II. CLIMAT .....	1
III. VEGETATION .....	3
IV. GEOLOGIE .....	5
V. GEOMORPHOLOGIE .....	6
VI. HYDROGRAPHIE .....	7
<u>DEUXIEME PARTIE - Etude des Sols</u>	
<u>Chapître I - INTRODUCTION</u>	
A. Note sur la légende de carte .....	8
B. Note sur la Notice explicative (les éléments de la fertilité)	8
C. Classification des Sols: principes de bases .....	13
<u>Chapître II - Etude monographique de Famille de sols.</u>	
PLAN D'ETUDE .....	14
<u>SECTION I.</u> Classe des Sols Minéraux Bruts .....	17
<u>SECTION II.</u> Classe des Sols Peu Evolués - Sols Peu Evolués d'origine non climatique	
A. SOLS PEU EVOLUES D'EROSION	
--. Sous-groupe des Sols Régosoliques	
A.1. Faciès modal	
1. Famille sur matériau gravillonnaire .....	19
2. Famille sur schistes .....	23
3. Famille sur carapace ferrugineuse gréseuse ....	25
4. Famille sur débris de roches diverses .....	26
A.2. Faciès brun eutrophe	
Famille sur débris de roches basiques diverses.	27
B. SOLS PEU EVOLUES D'APPORT	
B.1. Sous-groupe modal bien drainé	
Faciès ferrugineux tropical	
Famille sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé des grès. ....	30

B.2. Sous-groupe hydromorphe à pseudogley

B.2.1. Faciès à hydromorphie d'ensemble

- 1. Famille sur matériau gravillonnaire plus ou moins limoneux à argileux ..... 32
- 2. Famille sur arène granitique gravelleuse ..... 35

B.2.2. Faciès à hydromorphie de profondeur

- Famille sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé des grès. .... 36

B.3. Sous-groupe vertique

Intergrade brun eutrophe

- Famille sur alluvions argileuses. Série de la Falemé ..... 38

SECTION III. Classe des Vertisols

- INTRODUCTION ..... 41
- A. VERTISOLS HYDROMORPHES ..... 43
- B. VERTISOLS LITHOMORPHES ..... 45

SECTION IV. Classe des Sols à Mull.

Sols Bruns eutrophes tropicaux

- INTRODUCTION : DEFINITIONS ..... 52
- A. SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES ..... 54
- B. SOLS BRUNS EUTROPHES HYDROMORPHES ..... 60

SECTION V - Classe des Sols à Sesquioxides fortement individualisés et à matière organique rapidement décomposée.

Sols Ferrugineux Tropicaux

- INTRODUCTION : DEFINITIONS ..... 63
- A. Famille sur matériau colluvio-alluvial sablo-argileux à argilo-sableux. .... 64
- B. Famille sur matériau argilo-sableux à argileux plus ou moins limoneux ..... 74
- C. Famille sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux dérivé des granites ..... 76

SECTION VI - Classe des Sols Halomorphes

Sols à structure dégradée.

Sols à "alcalis" non lessivés, non ou peu salés

- INTRODUCTION : DEFINITION ..... 79
- A. MORPHOLOGIE ..... 80
- B. CARACTERISTIQUES ANALYTIQUES ..... 84

<u>SECTION VII. Classe des Sols Hydromorphes.</u>	<u>PAGES</u>
Sols Hydromorphes Minéraux, à pseudogley de surface ou d'ensemble à taches et concrétions.	
INTRODUCTION : DEFINITIONS .....	89
A. <u>Faciès Modal</u>	
A1. Famille sur alluvions-argileuse diverse .....	90
A2. Famille sur matériau argilo-sableux colluvio-alluvial.....	92
B. <u>Faciès Structuré</u>	
B1. Famille sur alluvions argileuses .....	95
B2. Famille sur matériau colluvial argilo-sableux .....	98
<u>CONCLUSIONS</u> .....	102

## A V A N T - P R O P O S

La cartographie pédologique du Sénégal Oriental au 1/200.000ème s'intègre dans le programme de cartographie systématique du Sénégal au 1/200.000ème prévue dans le plan.

La tranche Sénégal-Oriental couvre :

- la feuille de Kédougou et les portions sénégalaises des feuilles de Kossanto et Keniéba cartographiées par A. CHAUVEL.
- la feuille de Dalafi cartographiée par B. KALOGA.
- la feuille de Tambacounda et une partie des feuilles de Bakel et de Bala cartographiées par S. PEREIRA-BARRETO.

Elle a fait l'objet d'une convention par entente directe entre la République du Sénégal (Ministère de l'Economie Rurale et de la Coopération) et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

### 1°/ Prospection

Les travaux de prospection de la feuille de Dalafi se sont déroulés du 15 Février au 30 Mars 1965. L'équipe de prospection comprenait B. KALOGA et C. TOBIAS (Pédologues), P. MERCKY (Agent Technique). Elle a disposé de moyens techniques largement suffisants, ce qui a réduit les pertes de temps.

### 2°/ Cartographie -

Le travail de photointerprétation à partir de la couverture aérienne au 1/50.000ème a été exécuté par B. KALOGA et P. MERCKY. La réduction au 1/200.000ème a été faite par P. MERCKY. G. ALBOUCQ et A. DOUIB (Service de cartographie du Centre ORSTOM de Hann) ont exécuté le dessin définitif de carte.

### 3°/ Laboratoire -

Les analyses de sols ont été effectuées au Laboratoire du Centre ORSTOM de Dakar dirigé par C. THOMANN avec la collaboration technique de G. ARIAL.

### 4°/ Résultats acquis -

Trois cent quatre vingt dix sept profils de sols ont été réalisés et décrits, réunis entre eux par une description continue du paysage et de l'aspect superficiel des sols.

Environ deux cent cinquante échantillons ont été analysés.

PREMIERE PARTIE  
LE MILIEU NATUREL

---

## I. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La position de la feuille de Dalafi est indiquée sur la carte de situation ci-contre. Assez peu accessible, elle ne contient pas d'agglomérations importantes ni de centres administratifs.

## II. LE CLIMAT

Il n'existe pas de stations climatologiques même seulement pluviométriques sur la feuille de Dalafi. Il faut s'en référer en conséquence à la climatologie des feuilles limitrophes étudiées par A. CHAUVEL et S. PEREIRA-BARRETO. Les stations climatologiques de ces feuilles limitrophes, elles mêmes peu nombreuses sont du Nord au Sud :

Kidira	: 14° 28' N	12° 13' W
Goudiri	: 14° 11' N	12° 43' W
Tambacounda	: 13° 46' N	13° 41' W
Dialakoto	: 13° 19' N	13° 18' W
Kédougou	: 12° 33' N	12° 11' W

Il est inutile de reproduire ici toutes leurs données climatologiques (qu'on retrouvera dans les rapports correspondants). Il en sera fait seulement un résumé dans le tableau qui suit :

Stations	Kidira	Goudiri	Tambacounda	Dialakoto	Kédougou
Pluviométrie (période 1949-1958 sauf pour Dialakoto)				Période 1920 - 1949	
hauteur moyenne annuelle en mm	757,5	832,0	937,9	1.013,8	1.428,7
nombre de jours de pluies	39,3	49,9	77,3	52,9	77,3
indices des saisons pluviométriques (b)	3 - 2 - 7	3 - 2 - 7	4 - 1 - 7	4 - 1 - 7	5 - 1 - 6
Température (période 1949-1958 sauf pour Kédougou) en degrés centigrades					Période 1954 - 1958
moyenne annuelle			27,9		28,3
minimale moyenne			20,7		20,8
maximale moyenne			35,1		35,8
Humidité relative en % (période 1949-1958)					
minimale moyenne			34		
maximale moyenne			77		
Evaporation (période 1949-1958) en mm					
moyenne annuelle			2.928		
Erosion					
Dégradation spécifique (c) (tonnes/km <sup>2</sup> /an)					
- relief peu accentué	2.020	1.966	1.735	2.034	2.201
- relief accentué					4,667

(a) République du Sénégal - Ministère des Travaux Publics, des Transports et des Mines - Service Météorologique: Le Climat du Sénégal - Données statistiques Juillet 1960

(b) D'après Aubréville A. (1949): Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale - Paris 1949 - Société d'Édition Géographiques, Maritimes et Coloniales.

(c) D'après Fournier F. (1958): Étude de la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques - Thèse - Paris 1958.

Les conditions écologiques s'améliorent nettement du Nord au Sud : l'indice des saisons pluviométriques (AUBREVILLE, 1949) passe de 3-2-7 (zone sahélo-sénégalaise située entièrement en dehors de la feuille de Dalafi) à 4-1-7 (zone sahélo-soudanaise occupant pratiquement les 3/4 de la feuille), puis à 5-1-6 (zone soudano-guinéenne occupant environ le 1/4 sud de la feuille).

En ce qui concerne la pluviométrie globale, la carte des isohyètes divise la feuille de Dalafi en trois zones :

- une zone Nord comprise grossièrement entre les parallèles 14° W et 13°35'N et entre les isohyètes 900 et 1.000 mm.
- une zone centrale comprise grossièrement entre les parallèles 13° 35' et 13°12'N et entre les isohètes 1.000 et 1.100 mm.
- une zone méridionale au Sud du parallèle 13°12'N et comprise entre les isohyètes 1.100 et 1.200 mm.

En résumé la feuille de Dalafi est le siège d'un climat contrasté aux variations élevées de température et excessives d'humidité à déficit de saturation excessif en saison sèche (influence de l'harmattan), très faible en saison des pluies. Ces contrastes sont moins marqués dans la partie méridionale.

C'est par excellence la zone climatique des Sols Ferrugineux Tropicaux sur les roches acides, des Vertisols et sols associés (Sols Bruns eutrophes et sols halomorphes) sur les roches basiques .

### III. LA VEGETATION

La végétation semble essentiellement liée ici, aux caractéristiques hydriques des sols elles mêmes sous la dépendance du climat et de la nature des argiles.

Ainsi si la végétation des sols à kaolinite suit très bien les variations climatiques, les effets de ces dernières sont amortis dans les Vertisols et les sols bruns eutrophes (sols à montmorillonite) et nuls dans les Sols Halomorphes (sols totalement imperméables à montmorillonite sodique).

#### 1°/ La végétation des sols kaoliniques

Elle a des caractéristiques sahélo-soudanaises (type soudanien) dans les 3/4 Nord de la feuille et des affinités soudano-guinéennes dans le 1/4 Sud.

Dans la partie Nord, la prédominance appartient nettement à la savane arborée à Pterocarpus erinaceus avec Bombax costatum, Sterculia setigera, Anogeissus leiocarpus. Ces dernières espèces peuvent parfois prendre la prédominance sur le Pterocarpus erinaceus, et l'Anogeissus forme parfois en peuplements purs des forêts sèches assez denses.

Parfois apparaissent Lanea acida, Cordyla africana, Butyrospermum Parkii, Parkia biglobosa.

La strate arbustive et arborescente est constituée de Combretum sp (groupe glutinosum) avec Terminalia glaucescens, Gardenia sp. et parfois Afromosia laxiflora

Lorsqu'elle a été dégradée, la savane arborée fait place soit à la savane parc constituée des mêmes espèces, soit à la savane arbustive à arborescente souvent assez dense à Combretum sp. (parfois quasi exclusif) avec Terminalia glaucescens, Gardenia sp.

Dans le Sud, on retrouve la même végétation, mais il apparaît en outre et plus spécifiquement dans la strate arborée Daniellia oliveri (parfois très nombreux) et Isoberlinia doka (par endroits en peuplements arborés assez denses sur les carapaces) et dans la strate arbustive, Detarium microcarpum.

On ne peut terminer ce chapitre sans parler du Bambou (Oxytenanthera abyssinica) qui forme par endroits des peuplements très denses ou se mélange souvent aux autres espèces de la strate arbustive.

Le Rhonier (Borassus, aethiopum) se retrouve très souvent sur les alluvions qui bordent les grandes rivières.

## 2°/ La végétation des Vertisols et des Sols Bruns eutrophes vertiques.

Elle ne marque pas toujours des caractères très spécifiques. En effet, on retrouve souvent sur ces sols, la savane parc à Pterocarpus erinaceus avec ici Sclerocarya birrhoea, Lanea acida, Butyrospermum Parkii et parfois Adansonia digitata; dans les strates arbustive et arborescente on retrouve Combretum sp. mais avec ici Entada africana, Bauhinia sp., Ziziphus sp. Pterocarpus luscens. La végétation est parfois essentiellement arbustive.

On retrouve aussi parfois sur ces sols, la savane arborée à Pterocarpus erinaceus avec Butyrospermum Parkii, Combretum sp. arborescents.

Mais on trouve aussi parfois une végétation plus spécifique de ces sols à l'égard des sols kaolinitiques: la savane arbustive à arborescente assez dense à Acacia seyal d'où peuvent cependant émerger encore quelques arbres: Cordyla africana, Pterocarpus erinaceus, Sclerocarya birrhoa.

### 3°/ La végétation des Sols Halomorphes

Lorsque leur végétation n'est pas trop dégradée, ces sols portent typiquement la savane arbustive assez dense à Acacia seyal avec quelques Pterocarpus erinaceus, Combretum sp., Balanites aegyptiaca.

Lorsqu'elle est dégradée c'est une très maigre savane arbustive à Acacia seyal et Balanites aegyptiaca très souvent réduite à de rares pieds ou minuscules bosquets laissant de larges plages nues.

## IV. GEOLOGIE - (Notice explicative de la feuille Dalafi, 1963)

On distingue du point de vue stratigraphique deux grands ensembles:

- les formations sédimentaires plus récentes du Continental Terminal à l'ouest d'une ligne Gamon - Dianké Makan - Kossane.
- les formations primaires et antécambriennes .

Du point de vue pédologique (produits d'altération) il existe deux provinces bien individualisées :

- a) une province de roches se comportant comme des roches plus ou moins basiques, à l'Est du méridien 12°20'W, et comprenant essentiellement les surfaces cartographiées en Schistes de la Falemé, Birrimien d'origine sédimentaire (Schistes, quartzites, grauwackes) Birrimien d'origine paramétamorphique, roches volcaniques à tendance basique, roches volcaniques à tendance neutre, Amphibolites.

Cette province est le domaine de l'altération de type montmorillonitique aboutissant à la formation des Vertisols, des Sols Bruns eutrophes et des Sols Halomorphes.

- b) une province de roches acides, à l'ouest du méridien 12° 20'W comprenant essentiellement le Continental Terminal, les grès du Cambrien, les granites acides birrimiens.

Cette province est le domaine de l'altération de type kaolinitique aboutissant à la formation des sols du type Ferrugineux Tropical.

Les cuirasses ont gardé une très grande extension sur la feuille de Dalafi, principalement à l'ouest du méridien 12° 20' W.

#### V. GEOMORPHOLOGIE

Le schéma désormais classique de la physionomie de ces régions comporte un système de glacis quaternaires dominés ici par des lambeaux de surfaces d'aplanissement plus anciennes dont certaines appartiendraient à la deuxième surface d'aplanissement d'âge éocène. Ces petits massifs résiduels correspondent toujours à des pointements de roches plus résistantes, en général à des venues doléritiques ou à des formations de "roches vertes" (Michel, 1960).

Dans la feuille de Dalafi, MICHEL (1960) cite le massif de Sambaya qui s'étire entre les villages de Bambaraya et de Mamakono: deux buttes de 400m, points culminants du massif représentent les témoins de la deuxième surface d'aplanissement, tandis que plusieurs buttes moins élevées à sommet incliné représentent les témoins de l'aplanissement pliocène ou relief intermédiaire et qui dominent le système de glacis quaternaires. Dans ce dernier MICHEL (1960) distingue :

- un haut glacis (ou glacis supérieur) se raccordant éventuellement à une haute terrasse
- un moyen glacis (ou glacis inférieur) se raccordant à la moyenne terrasse
- un bas glacis se raccordant à la basse terrasse.

Le haut glacis est lui aussi limité aux régions de collines. L'essentiel des surfaces appartient aux moyen et bas glacis. C'est dans le niveau cuirassé du moyen glacis qui a couvert la quasi totalité de la feuille et qui couvre encore de très importantes superficies qu'a été façonné le bas glacis dont le cuirassement propre est sporadique et correspond souvent à une continuité avec le cuirassement du moyen glacis.

Le bas glacis a été lui même disséqué, puis colmaté et est l'objet d'une reprise d'érosion actuelle. Les incidences pédologiques de cette évolution ont été déjà évoquées dans l'étude pédologique des Bassins versants des Voltas Rouge et Blanche (KALOGA, 1965).

Elles seront résumées très brièvement. Les matériaux de colmatage du bas-glacis sont en règle générale du type polyphasé. Dans les sols à montmorillonite la discontinuité apparaît facilement lorsqu'on a des phases gravillonnaires ou kaolinitiques. Par contre, dans les sols à kaolinite, ces matériaux réalisent souvent des pseudoprofils de sols ferrugineux tropicaux lessivés à taches et concrétions ou carapace.

Au point de vue relief, deux zones s'individualisent nettement :

- la zone des petits massifs de roches volcaniques anciennes située à l'Est du méridien  $12^{\circ} 10' W$ , qui constitue avec la bordure occidentale de grès des Schistes de la Falémé, les régions de collines.
- la plaine qui couvre l'essentiel des superficies de la feuille, tantôt monotone plane ( zone du continental terminal à réseau hydrographique lâche ou le cuirassement du moyen glacis a fortement résisté à l'érosion, et zone des schistes birrimiens et schistes de la Falémé), tantôt intensément disséqué par le réseau hydrographique actuelle qui ne réussit pas cependant à faire disparaître totalement la cuirasse du moyen glacis (ou la carapace qui en reste).

## VI. HYDROGRAPHIE

Deux bassins versants se partagent inégalement la feuille de Dalafi. Les affluents de la Gambie : Niéri-ko, Mayel-Samou et Niokolo-Koba drainent à l'ouest du méridien  $12^{\circ} 20' W$ , les 2/3 de la feuille, tandis que la Falemé et son principal affluent local le Gandamaka ne drainent que le tiers oriental qui s'amenuise d'ailleurs vers le Sud.

La ligne de partage des eaux suit d'abord la bordure de grès des schistes de la Falémé puis passe par le massif de Sambaya.

DEUXIEME PARTIE  
E T U D E   D E S   S O L S

---

Chapître I : Introduction

Chapître II : Monographie des Familles de Sols

Chapître III : Conclusions.

## Chapitre I : INTRODUCTION - DEFINITIONS

- A. Notes sur la Légende de Carte
- B. Les éléments de la fertilité
- C. La classification des sols: principes de base

### A. NOTES SUR LA LEGENDE DE CARTE

Dans toutes ces régions où le façonnement du bas glacis a été incapable de faire disparaître la cuirasse (et les carapaces sous-jacentes) du moyen glacis omniprésente presque partout, l'hétérogénéité est la règle (épaisseur et nature des recouvrements, nature des matériaux résiduels du moyen glacis). La cartographie relève plus du 1/10.000<sup>e</sup> ou du 1/20.000<sup>e</sup> que du 1/200.000<sup>e</sup>. Aussi les associations de sols sont-elles obligatoires si l'on veut respecter la véritable physionomie de la région et aussi si l'on veut tenir compte des possibilités de mise en valeur.

### B. NOTE SUR LA NOTICE EXPLICATIVE

Les textes de la convention prévoient une notice explicative (qui ne serait que pédologique en principe) et d'un rapport général. Nous avons pensé avec l'accord de Monsieur FAUCK, qu'il était mieux pour l'utilisateur de disposer d'une notice explicative complète (c'est-à-dire pédologique et agronomique) par feuille au 1/200.000<sup>e</sup> complète.

La notice présente se veut donc essentiellement pratique. A cet égard, l'exploitation efficace des résultats d'une étude pédologique nécessite le rappel de la définition et de la portée de certaines notions qui sont d'importants éléments de la fertilité. Nous avons estimé utile de reproduire ici ce rappel qui a précédé aussi l'étude des sols des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge. ( KALOGA 1964).

#### 1. La Texture

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

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

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

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

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

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

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

## 2. La Structure

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

La stabilité de la structure existante ou de celle qui sera créée par les façons culturales, c'est-à-dire sa résistance à l'action dégradante des agents extérieurs est aussi un facteur très important de la fertilité. Elle est mesurée ici par l'indice d'instabilité structurale HENIN  $I_s$  et par le test de percolation HENIN donnant la perméabilité  $K$  du sol au laboratoire (HENIN et COLL. 1960). Ce coefficient de percolation  $K$  doit être considéré non comme une perméabilité mais comme un indice de stabilité structurale complémentaire du  $I_s$ , étant donné leurs sensibilités différentes. On peut cependant le considérer dans une certaine mesure et dans certains cas comme une valeur limite de la perméabilité.

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

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

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

### 3. La Cohésion

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

### 4. La Porosité

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

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

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

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

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

### 5. L'eau utile

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

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

Dans les climats soudaniens où la répartition des pluies est très irrégulières, l'eau utile peut avoir une grande importance sur la fertilité en début de saison des pluies et en fin de saison des pluies, et <sup>en</sup> début de saison sèche, pour certaines cultures. Cependant la notion de quantité d'eau

utile globale du sol ne fait pas intervenir que la capacité de stockage du sol, mais aussi l'épaisseur de sol sur laquelle l'eau est stockée, ainsi un sol sableux à faible capacité de stockage mais perméable, aura autant sinon plus de réserve d'eau qu'un sol à forte capacité de stockage mais imperméable ou peu profond. L'efficacité de ce stock d'eau n'est cependant pas toujours proportionnelle à son importance. Elle dépend aussi de la façon dont il est défendu contre l'évaporation et particulièrement des possibilités "d'automulching" du sol dont les facteurs essentiels sont la texture et la structure du sol et celles des horizons superficiels par rapport aux horizons profonds.

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

#### 6. La richesse en éléments fertilisants

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

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

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

#### 7. Autres caractéristiques:

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

### C. LA CLASSIFICATION DES SOLS : Principes de base

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

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

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

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

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

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

La carte d'utilisation agronomique doit être précise jusqu'au stade de la série et parfois du type et de la phase. Au 1/200.000è la cartographie reste au niveau de la famille et dans le cas présent au niveau d'une association de famille.

Les sols de la feuille de Dalafi se repartissent en six classes :

- les Sols Minéraux Bruts
- les Sols Peu Evolués
- les Vertisols et Paravertisols
- les Sols à Mull
- les Sols Halomorphes
- les Sols Hydromorphes.

Chapître II : ETUDE MONOGRAPHIQUE DES FAMILLES DE SOLS

Plan d'Etude

-

SECTION I : Classe des Sols Minéraux Bruts

- Sous-classe des Sols Minéraux Bruts d'origine non climatique
  - Groupe des Sols Bruts d'Erosion ou Squelettiques
    - Sous-groupe des Lithosols
      1. Famille sur cuirasses ferrugineuses
      2. Famille sur grès
      3. Famille sur granite
      4. Famille sur roches basiques diverses
      5. Famille sur roches indifférenciées.

SECTION II. Classe des Sols Peu Evolués

- Sous-Classe des Sols Peu Evolués d'origine non climatique
  - A. GROUPE DES SOLS PEU EVOLUES D'EROSION
    - Sous-groupe des Sols Régosoliques
      - A.1. Faciès modal
        1. Famille sur matériau gravillonnaire
        2. Famille sur schistes
        3. Famille sur carapace ferrugineuse gréseuse
        4. Famille sur débris de roches diverses.
      - A.2. Faciès brun eutrophe
        - Famille sur débris de roches basiques diverses.
  - B. GROUPE DES SOLS PEU EVOLUES D'APPORT
    - B.1. Sous-groupe modal bien drainé
      - Faciès ferrugineux tropical
        - Famille sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé des grès.
    - B.2. Sous-groupe hydromorphe à pseudogley
      - B.2.1. Faciès à hydromorphie d'ensemble
        1. Famille sur matériau gravillonnaire plus ou moins limoneux à argileux
        2. Famille sur arène granitique gravelleuse.

## B.2.2. Faciès à hydromorphie de profondeur

Famille sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé des grès.

## B.3. Sous-groupe vertique

Intergrade brun eutrophe

Famille sur alluvions argileuses. Série de la Falemé

SECTION III. Classe des Vertisols et Paravertisols

## A. Sous-classe des Vertisols Hydromorphes

Groupe des Vertisols Hydromorphes non grumosoliques

Sous-groupe modal

Faciès à structure moyenne en surface

Famille sur matériau argileux gonflant

## B. Sous-classe des Vertisols lithomorphes

Groupe des Vertisols Lithomorphes non grumosoliques

-. Sous-groupe Modal

Faciès à structure moyenne en surface

Famille sur matériau argileux gonflant

SECTION IV. Classe des Sols à Mull

-. Sous-classe des Sols à Mull des pays tropicaux

-. Groupe des Sols Bruns eturopes tropicaux

## A. Sous-groupe vertique

Famille sur matériau argileux plus ou moins gonflant

## B. Sous-groupe hydromorphe

Famille sur alluvions argileuses plus ou moins riches en minéraux 2/1.

SECTION V. Classe des Sols à Sesquioxides fortement individualisés

-. Sous-classe des Sols Ferrugineux Tropicaux

-. Groupe des Sols Ferrugineux Tropicaux " Lessivés "

-. Sous-groupe à concrétions et taches de pseudogley

1. Famille sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial.

2. Famille sur matériau argilo-sableux à argileux plus ou moins limoneux.
3. Famille sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux dérivé des granites.

#### SECTION VI. Classe des sols halomorphes

- . Sous-classe des Sols Halomorphes à structure dégradée
  - . Groupe des Sols à alcalis non lessivés
    - . sous-groupe des sols non ou peu salés (faible teneur en sels solubles).

Famille sur matériau argilo-sableux plus ou moins riche en minéraux.

#### SECTION VII. Classe des Sols Hydromorphes

- . Sous-classe des sols hydromorphes minéraux.
  - . Groupe des sols à pseudogley de surface ou d'ensemble
    - . sous-groupe à taches et concrétions
      - A. Faciès modal
        1. Famille sur alluvions argileuses diverses
        2. Famille sur matériau argilo-sableux colluvio-alluvial.
      - B. Faciès structuré
        1. Famille sur alluvions argileuses
        2. Famille sur matériau colluvial argilo-sableux.

SECTION I. CLASSE DES SOLS MINÉRAUX BRUTS -  
LES LITHOSOLS

---

Les Lithosols groupent l'ensemble des affleurements de roches dures. Ils ont été divisés en familles d'après leur nature pétrographique :

A. FAMILLE SUR CUIRASSES FERRUGINEUSES

Les cuirasses ferrugineuses ont une extension considérable dans la feuille de Dalafi. Il s'agit la plupart du temps de matériaux résiduels du moyen glaciaire.

Les cuirasses forment le plus souvent de vastes zones planes où la surface du sol est jonchée de gravillons et de nombreux blocs et pierres de cuirasse épars, produits de leur démantèlement superficiel. Ces vastes zones planes sont trouées çà et là par des plages bowalisées, où le banc de cuirasse massive affleure nu ou encore jonché de pierres de cuirasse, ou recouvert par une mince couche limoneuse, véritable champ de termitières champignons, sans aucune végétation arbustive, avec parfois au centre des mares formées par effondrement de la cuirasse. Les rivières actuellement fonctionnelles y coulent souvent sur de véritables tables cuirassées dénudées.

Au point de vue morphologique, la cuirasse est très souvent ferrugineuse, massive, à induration forte, constituée essentiellement par un squelette rouge sombre ou brun rouge, parfois à taches noires et cimentant parfois de nombreux gravillons ferrugineux: c'est la cuirasse du type ancien.

Elle peut être du type subactuel; c'est alors une cuirasse à carapace ferrugineuse à squelette rouille à rouge anastomosé à inclusion de terre fine argileuse jaune clair cheminée par les termites.

Les séries à recouvrements squelettiques sont très répandues. Elles ne se différencient des sols régosoliques sur matériaux gravillonnaire ou des sols peu évolués hydromorphes sur matériau gravillonnaire plus ou moins limoneux à argileux, que par une épaisseur plus faible. Du reste, ces deux dernières familles de sols, distinguées surtout pour des considérations de mise en valeur et par souci d'homogénéité avec les feuilles limitrophes, ont souvent un caractère squelettique. La différenciation précise de ces sols relève du 1/10.000<sup>e</sup> ou du 1/20.000<sup>e</sup> et non du 1/200.000<sup>e</sup>.

Les cuirasses n'ont pas d'utilisation agronomique, si ce n'est par les sols qui leur sont associés. Les séries à recouvrements squelettiques ne peuvent servir à la culture que dans de mauvaises conditions avec une menace d'érosion et d'extension des cuirasses dénudées qui oblige à les maintenir de préférence sous végétation naturelle protégée.

Les cuirasses dénudées ou à recouvrements squelettiques sont un facteur important de l'accroissement de l'érosion hydrique pour les sols environnants.

#### B. FAMILLE SUR GRES

Il s'agit principalement des collines gréseuses de la bordure occidentale des Schistes de la Falémé. Elles n'ont pas d'utilisation agronomique propre, mais sont souvent associées aux sols peu évolués hydromorphes sur matériau sableux à sablo-argileux.

#### C. FAMILLE SUR GRANITES

Il s'agit essentiellement du massif granitique de la région de Diambaloye. Les lithosols y sont associés à des sols caillouteux et gravelleux sans intérêt agronomique.

#### D. FAMILLE SUR ROCHES BASIQUES DIVERSES

Il s'agit essentiellement des massifs de roches volcaniques anciennes cartographiées comme roches basiques à neutres (basaltes, gabbros, andésites...). Leurs pentes pierreuses et caillouteuses portent une association de lithosols et de sols peu évolués régosoliques à faciès brun eutrophe. Ce sont ces derniers qui donnent une valeur agronomique à ces pentes.

#### E. FAMILLE SUR ROCHES INDIFFERENCIEES.

Il s'agit de roches de nature indéterminée.

## SECTION II. CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES

A. SOLS PEU EVOLUES D'EROSION. SOLS REGOSOLIQUESA.1. Faciès Modal.1. Famille sur matériaux gravillonnaires

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

Les sols de cette famille ont une très grande extension dans les régions étudiées. La plupart d'entre eux reposent sur la cuirasse, et nombreux d'entre eux sont en fait à classer au niveau de la série dans la famille des cuirasses ferrugineuses. Par ailleurs nombre de ces sols sont en réalité des sols d'érosion et d'apport.

1.1. Morphologie.

Ces matériaux gravillonnaires sont en fait hétérogènes. On peut distinguer, quant à leurs recouvrements superficiels, leurs proportions de terre fine et leurs épaisseurs:

- a) des sols essentiellement gravillonnaires
- b) des sols gravillonnaires à recouvrement sableux
- c) des sols gravillonnaires plus ou moins argilo-sableux et à recouvrement sableux, ce type faisant la transition avec les sols ferrugineux sur matériau argilo-sableux colluvio-alluvial.

Quant à leur différenciation par les matériaux sous-jacents, on peut distinguer :

- a) les sols gravillonnaires profonds reposant souvent sur la roche altérée ou sur une altération argileuse de cette roche.
- b) les sols gravillonnaires reposant sur la cuirasse
- c) les sols gravillonnaires reposant sur des carapaces diverses: carapaces anciennes type celle constituée par le Continental Terminal ou les granites ferruginisés, carapace subactuelle type plus ou moins gravillonnaire.

Un type de référence sur carapace subactuelle est représenté par le profil BS 13, situé sur la piste de Makana à Brasan, au km 8,5, sur le haut d'une pente d'environ 2 %, très gravillonnaire et à nombreuses pierres de cuirasse en surface. Il se différencie ainsi :

- 0 - 20 cm : gris; humifère; gravillonnaire à terre fine sablo-argileuse (gravillons émoussés mais irréguliers, de taille variable: grosse à petite); moins gravillonnaire par endroits, durci alors avec une cohésion d'ensemble assez forte; par endroits surtout aux passages de racines, la structure de la terre fine est polyédrique grossière à petite assez bien développée; assez nombreuses fines racines.
- 20 - 48 cm : beige gris dans le haut et plus humifère, devenant progressivement beige dans le bas; très gravillonnaire, gravillons de toute taille (très gros à petits, avec dominance des tailles moyennes et petites), nombreux cailloux de cuirasse et quelques cailloux de quartz; de petits et gros pavés de cuirasse tendent à former un feston à la base de l'horizon; terre fine argileuse à structure polyédrique; cohésion d'ensemble faible.
- 48 - 96 cm : carapace ferrugineuse cimentant essentiellement des gravillons, avec inclusion de terre fine beige très clair blanchâtre, à limite supérieure festonnée; à 96 cm de très nombreux petits pavés de cuirasse et de quartz sont cimentés dans la carapace.

Le lit de pavés de la base du deuxième horizon indique probablement la surface d'érosion de la surface actuelle tandis que celui de la base du troisième horizon indique la surface d'érosion du bas-glacis.

## 1.2. Fertilité

Elle est aussi variable que la nature de ces matériaux gravillonnaires.

### a) Les éléments de la fertilité

#### a.1. Texture

C'est ici un facteur limitant de la fertilité car il faut une certaine proportion minimum de terre fine. Cette dernière est en effet dans le cas présent et contrairement à celui des régosols sur produits de démantèle-

ment de roches, le seul support de la matière organique, des éléments fertilisants et de l'eau.

Par contre les gravillons sont d'excellents facteurs d'amélioration de la porosité.

Dans les trois profils analysés, la proportion de terre fine est variable. Dans le profil BS 13, elle est de 49 % en surface, s'abaisse à 35 % dans le deuxième horizon, mais remonte à 50 % dans le troisième horizon. Dans le profil BS elle est de 49 % dans le premier horizon (0-20 cm) et de 41 % dans le deuxième (20-48 cm). Dans le profil BS 14 qui est un type argilo-gravillonnaire à gravillonnaire argilo-sableux, elle est 63 % en surface (0-24 cm), 80 % dans le deuxième horizon (24-43 cm) et 55 % dans le troisième (43-95 cm). La proportion de terre fine est bonne dans ce dernier cas elle est acceptable dans les types essentiellement gravillonnaires.

La composition granulométrique de la terre fine est sablo-argileuse à sablo-limono-argileuse en surface, puis argilo-sableuse à argileuse.

#### a2. Structure, cohésion et porosité

La structure est soit du type particulaire pour les gravillons, et polyédrique pour la terre fine, avec alors une cohésion d'ensemble moyenne à faible, soit du type massif avec une cohésion d'ensemble forte à assez forte, les gravillons paraissant <sup>alors</sup> comme cimentés par la terre fine. Dans le premier cas, les sols ne posent pas de problème structural; dans le deuxième cas, on retablit facilement les qualités structurales par un travail du sol d'autant plus important qu'il ne faut pas que l'érosion s'exerce dans ces sols et les appauvrissent en terre fine par lessivage oblique .

La très bonne macroporosité existante ou pouvant être facilement créée par les façons culturales, la facilité ou l'absence de travaux d'ameublissement du sol, sont les seuls mais importants avantages de ces sols. En zone soudanienne, la macroporosité est très souvent un facteur limitant de la fertilité.

#### a.3. L'eau utile.

L'approvisionnement en eau de ces sols trop perméables est le principal écueil de leur utilisation. Il est lié à la profondeur du sol, à la proportion de terre fine, à la nature des matériaux sous-jacents, à la pente, tous éléments qui ne peuvent être cartographiés qu'à l'échelle du 1/10.000<sup>e</sup> ou du 1/20.000<sup>e</sup>.

Ces sols bénéficient des eaux qui ruissellent à partir des cuirasses et des sols squelettiques sur cuirasse, aussi, lorsqu'ils sont profonds, assez riches en terre fine et sur pente faible, ils peuvent être bien frais et constitués d'excellents sols de culture pour l'arachide et le mil.

#### a.4. Profondeur du sol

C'est un important facteur de la fertilité parce que conditionnant l'alimentation en eau, la masse de terre exploitable (surtout quand les sols reposent sur la cuirasse). La grande hétérogénéité dans la profondeur est une difficulté dans l'utilisation éventuelle de ces sols.

#### a.5. Complexe absorbant, bases échangeables.

Le complexe absorbant a des caractéristiques variables selon la teneur en matière organique: ainsi la capacité d'échange varie en surface de 10 méq pour 100 g de terre fine (profil BS 13 avec 3,1 % de matière organique) à 5,8-5,3 méq % (profil BS 14 et BS 1 avec 2,2 et 2 % de matière organique); dans les deuxièmes et troisièmes horizons elle dépend de la texture de la terre fine et des teneurs en matière organique (12 méq pour 100 g de terre fine dans le profil BS 13, 7 à 8 méq % dans le profil BS 14 et seulement 4 méq % dans le BS 1). Le pH est faiblement acide en surface (6,0); dans les profils BS 13 et BS 14, il est moyennement acide en profondeur (5,5 à 5,7), mais franchement acide dans le BS 1 (5,0).

Le taux de saturation est en désaccord avec le pH : il varie de 87 à plus de 100 % en surface, il est de l'ordre de 90-97 % en profondeur dans les horizons moyennement acides et de 71-66 % dans les horizons franchement acides. Corrélativement la somme des bases échangeables est toujours bonne en surface (6 à 14 méq pour 100 g de terre fine), bonne en profondeur dans les profils BS 13 et BS 14 (6 à 12 méq %), médiocre en profondeur dans le profil BS 1 (2,6 à 2,9 méq %).

#### a. 6. Matière organique, azote, phosphore

Les teneurs en matière organique relativement bien évoluée (C/N de l'ordre de 13 à 13,6 en surface), apparaissent bonnes en surface (2 à 3,1 %) et dans le deuxième horizon (0,8 à 1,8 %). Corrélativement les teneurs en azote sont bonnes en surface (0,9 à 1,3 ‰) et dans le deuxième horizon (0,5 à 0,9 ‰). Grâce à la matière organique, les teneurs en phosphore total sont moyennes à assez bonnes en surface (0,5 à 0,6 ‰), elles s'abaissent en profondeur à des valeurs faibles (0,2 à 0,3 ‰) ou encore moyennes (0,5 à 0,4 ‰).

En conclusion la terre fine a de bonnes caractéristiques de fertilité chimique en surface.

## b) Utilisation

Lorsqu'ils sont utilisables, ces sols sont à réserver essentiellement à l'arachide particulièrement à l'arachide de bouche, et au mil.

### 1.3. Extension

Ces sols gravillonnaires ont une très grande extension dans la feuille de Dalafi. Ils constituent :

- les recouvrements de cuirasse ou carapace, de loin les plus fréquents.
- la bordure des matériaux de colmatage des collatures et parfois même ces matériaux.
- l'essentiel des zones de démantèlement intense de la cuirasse.

Leur extension jointe à de réelles possibilités d'utilisation (que seule une carte à grande échelle de l'ordre du 1/20.000è peut préciser) fait leur intérêt.

## 2. Famille sur schistes

### 2.1. Extension

Cette famille de sol, à faible extension est limitée à quelques plages disséminées dans la zone des Schistes de la Falémé.

### 2.2. Morphologie.

La morphologie type, à aspect de la surface du sol très hydromorphe, comporte de haut en bas :

- a) un horizon superficiel A11 d'aspect hydromorphe, d'environ 10 cm d'épaisseur; blege gris à gris beige; faiblement humifère; essentiellement constitué de graviers de schiste, avec une terre fine argilo-limoneuse faisant ciment et induisant une structure massive et une cohésion d'ensemble assez forte; porosité essentiellement d'origine biologique et du type tubulaire bonne; les graviers ont une cassure ferruginisée rouge à rouille.
- b) un horizon de transition A12 d'environ 10 cm d'épaisseur, beige plus gris et plus humifère dans le haut; essentiellement constitué de graviers de schistes identiques à ceux du premier horizon; terre fine, argilo-limoneuse à argileuse; cohésion d'ensemble moyenne.

- c) un horizon d'environ 20 cm d'épaisseur; blanchâtre; essentiellement constitué des mêmes graviers de schistes, mais avec par endroits des éléments plus gros (cailloux); la zone de contact entre graviers est imprégnée de taches noires à bordure ocre à rouille, ou de taches ocre piquées de noir; ces taches réalisent parfois une tendance à souder ensemble les graviers; cohésion d'ensemble faible; terre fine très rare, sous forme de revêtements blanchâtres sur les éléments grossiers.
- d) un horizon d'environ 20 cm d'épaisseur; blanc grisâtre, plus blanchi que le précédent; constitué de graviers et petits cailloux de Schiste à cassure ferruginisée rouge.
- e) le lit de Schistes en plaquettes à stratification horizontale avec des plages argilo-gravelleuses, argile de couleur gris-clair (10 YR 7/1) à structure polyédrique moyenne à grossière.

Les variations de morphologie consistent en :

- a) une augmentation de la proportion de terre fine, le matériau constitutif pouvant devenir argilo-gravelleux.
- b) une diminution de l'épaisseur du matériau gravelleux
- c) un mélange de gravillons ferrugineux aux graviers de schistes.
- d) une atténuation de l'hydromorphie lorsque le sol est à bon drainage externe.
- e) un recouvrement limone-argileux d'environ 10 cm, gris blanchâtre, gravelleux par endroits et en tous cas à la base; reposant sur l'altération argilo-gravelleuse (d'environ 20 cm d'épaisseur, de couleur olive et à structure polyédrique moyenne à grossière bien développée) passant sans transition au schiste dur non altéré.
- f) une altération plus complète du schiste en profondeur donnant une argile vertique ou brun eutrophe de couleur gris clair, à structure prismatique petite à tendance polyédrique avec quelques faces de glissement obliques patinées; cette argile repose sur le schiste

En conclusion, ces sols sont souvent affectés par un engorgement très prononcé, parfois accentuée encore par la présence d'une argile vertique en profondeur. Leur formation relève d'un processus d'érosion et d'apport et leur place normale dans la classification serait dans un sous-groupe ou un faciès hydromorphe des Sols Peu Evolués.

### 2.3. Fertilité

Malgré leur texture grossière, ces sols présentent le plus souvent un engorgement trop prononcé et nuisible.

La terre fine en proportion variable (descendant jusqu'à 35 %) a des caractéristiques analytiques moyennes à bonnes sauf en ce qui concerne le phosphore (profil de référence: T 07):

- teneurs en matière organique assez bonnes (1,5 % en A11, 1 % en A12.)
- teneurs en azote moyennes (0,7 ‰ en A11 et 0,6 ‰ en A12).
- teneurs en bases échangeables assez bonnes (de l'ordre de 6 méq pour 100 g).
- pH faiblement acide en surface (de l'ordre de 6,0), s'acidifiant en profondeur (5,5 en A12 et 4,9 dans les horizons sous-jacents: effet de l'engorgement).

Lorsque les phénomènes d'engorgement se produisent à faible profondeur (vers 30 cm), ces sols n'ont d'autre utilisation qu'une arachide médiocre.

Lorsque les phénomènes d'engorgement se produisent bien plus bas et que la teneur en graviers n'est pas excessive, on peut y cultiver le mil et l'arachide avec bons rendements.

## 3. Famille sur carapace ferrugineuse (gréseuse)

### 3.1. Extension

Ces sols n'ont pas une grande extension. On n'en trouve une grande plage au Nord de Oumbaré, une plage dans la région de Gnongnoya. On en trouve aussi dans la bordure gravillonnaire de certains axes de drainage sur le Continental Terminal.

### 3.2. Morphologie

Le profil type comporte de haut en bas :

- a) un horizon superficiel de 15 à 20 cm d'épaisseur; gris beige à beige gris; humifère; sableux; structure massive à cohésion d'ensemble moyenne.
- b) un horizon gravillonnaire (gravillons un peu émoussés dans le haut, débris de carapace anguleux dans le bas mêlés à des gravillons); terre fine argilo-sableuse; cohésion d'ensemble moyenne à faible.

- c) la carapace ferrugineuse formée dans le grès altéré, ferruginisé, couleur rouille à rouge à taches jaunes, blanchâtres; nombreuses inclusions alvéolaires à cavernueuses de terre fine; on y reconnaît parfaitement des morceaux de grès par endroits, leur importance augmente en profondeur.

Les variations par rapport à ce type portent sur :

- a) le deuxième horizon qui peut être argilo-sableux à très nombreux débris de carapace et ce matériau devient par endroits le matériau constitutif essentiel.
- b) la carapace qui peut présenter parfois une induration relativement assez forte.

### 3.3. Fertilité - utilisation

Ces sols ont au-dessus de la carapace, les mêmes matériaux constitutifs que les sols gravillonnaires. Certains d'entre eux ont du reste été cartographiés comme tels lorsque leur morphologie n'est pas le type représentatif de la zone.

Ces sols ne sont autres que des sols gravillonnaires reposant sur une carapace ferrugineuse gréseuse. Il est apparu important de les distinguer, parce que la carapace elle-même, et le grès altéré sous-jacent se comportent ici comme des matériaux régosoliques et ceci a une importance capitale sur les possibilités d'utilisation de ces sols. Celles-ci sont au point de vue agronomique, les mêmes que pour les sols gravillonnaires, mais l'intérêt ici réside surtout dans une bonne aptitude au reboisement. Ces sols portent, lorsque leur végétation n'est pas dégradée, une belle savane arborée à Bombax Pterocarpus erinaceus dominant une strate arborescente à Combretum sp. Lorsque la végétation a été dégradée, c'est encore une assez belle savane arbustive à Combretum sp. (Kclokalan: nom vernaculaire malinké) avec Pterocarpus erinaceus, Sterculia setigera, Lannea sp. Bombax.

### 4. Famille sur débris de roches diverses

Il s'agit de matériaux régosoliques de nature indifférenciée. Ils sont cités pour mémoire.

## A.2. Faciès brun eutrophe

### Famille sur débris de roches basiques diverses

#### 1. Extension

Elle est limitée aux collines des régions de roches volcaniques anciennes (basaltes, gabbros, andésites).

Certaines petites buttes caillouteuses et pierreuses en surface portent cependant, dans ces régions des sols bruns eutrophes vertiques typiques

#### 2. Morphologie

Le profil SK 12 donne un exemple de morphologie. Il est situé sur une faible pente caillouteuse et pierreuse, descendant d'une butte de gabbros, sur la piste de Sonfara à Kaourou, à 15 km de Sonfara. Il se différencie ainsi :

- 0 - 25 cm : gris brun très foncé; humifère; essentiellement constitué de pierres et cailloux de roche; terre fine limono-sableuse plus abondante de 0 à 5 cm; cohésion d'ensemble faible.
- 25 - 40 cm : horizon de transition essentiellement constitué de cailloux et pierres de roche souvent altérée à cassure jaune-rouille, avec des poches ou grosses langues gravelleuses à caillouteuses à terre fine argileuse à argilo-sableuse brun foncé à brun gris, humifère.
- 40 - 98 cm : constitué de pierres, cailloux et graviers de roche altérée à cassure jaune-rouille avec de nombreuses poches gravelleuses à terre fine argileuse brune.

Le profil BS 7 donne un type gravelleux avec en profondeur une roche altérée friable, la terre fine est argileuse et rare, sauf dans la roche friable qui passe presque entièrement au tamis; elle est sous forme d'écaillés plus ou moins lissées entre les graviers.

#### 3. Fertilité et utilisation

##### 3.1. Fertilité physique

Ce sont des sols à excellente porosité dont l'alimentation en eau ne devrait pas être déficiente étant donné que la roche altérée, ou les fragments de roche altérée peuvent emmagasiner une eau qui s'infiltré très facilement. Cependant dans ces matériaux très grossiers, les remontées capillaires qui assurent l'approvisionnement en eau des horizons superficiels en période

de sécheresse ne jouent que peu ou pas. Les plantes à enracinement superficiel devront être résistantes à la sécheresse.

### 3.2. Fertilité chimique

Elle est évidemment liée à la proportion de terre fine. Cependant, dans ces matériaux, les débris de roche altérée peuvent jouer un rôle non négligeable dans la nutrition minérale. La déficience en terre fine est donc moins préjudiciable que pour les matériaux gravillonnaires dont les gravillons sont inertes.

Dans le profil BS 7, la proportion de terre fine est faible (respectivement 35 % et 31 % dans le premier et le deuxième horizon) mais la roche friable sur laquelle le profil repose ne laisse que peu de refus (15 %). La terre fine de l'horizon de surface a de bonnes caractéristiques analytiques:

- teneurs en matière organique et en azote bonnes (respectivement 2,9 % et 1,2 ‰)
- teneurs en phosphore bonnes tant en valeur absolue que par rapport à l'azote (0,82 ‰)
- teneur en bases échangeables (où dominant le calcium et où le sodium est négligeable) bonne: 10,8 méq pour 100 g.
- teneur en potasse moyenne (0,3 méq)
- pH faiblement acide 6,1
- complexe absorbant saturé.

Dans le cas du BS 7, la fertilité s'abaisse dans le deuxième horizon :

- teneurs en matière organique et azote moyennes (respectivement 1 % et 0,6 ‰).
- teneur en phosphore moyenne 0,4 ‰
- teneur en bases échangeables moyenne 4,3 méq pour 100 g
- teneur en bases échangeables moyenne 4,3 méq pour 100 g
- teneur en potasse très faible: 0,06 méq pour 100 g
- pH encore faiblement acide: 5,8
- complexe absorbant proche de la saturation (80 %).

La morphologie du profil SK 12 montre que sa fertilité (comparable à celle de l'horizon de surface du profil BS 7) se maintient assez bien dans le deuxième horizon. Dans le profil BS 25 type gravelleux reposant sur la roche friable à 47 cm, la terre fine est peu abondante en surface et très peu abondante en profondeur: 33 % dans le premier horizon (4-23 cm) et 19 % dans le

deuxième horizon (23 à 47 cm). Elle a une texture argilo-sableuse en surface (23 % d'argile, 11 % de limon) argileuse en profondeur (43 % d'argile, 9 % de limon) et de bonnes caractéristiques analytiques tant en surface qu'en profondeur :

- teneurs en matière organique bonnes (3 % et 2,4 %)
- teneurs en azote bonnes (1,2 et 1,1 ‰)
- teneurs en phosphore assez bonnes (0,5 et 0,4 ‰)
- teneurs en bases échangeables (essentiellement constituées de Calcium et de magnésium avec rapport Ca/Mg de l'ordre de 1) très bonnes: 16 et 18 méq pour 100 g
- taux de saturation élevé (98 et 93 %) en désaccord avec un pH encore faiblement acide en surface (5,8), moyennement acide en profondeur (5,5).

### 3.3. Utilisation

Ces sols devraient convenir à l'arachide, au mil, et au coton. Cette dernière plante ne s'adaptera cependant qu'aux types non pierreux, mais graveleux avec roche friable en profondeur. Il faudra la plupart du temps procéder à un dépierrage de la surface du sol. La très grande perméabilité de ces sols les met à l'abri du décapage par érosion hydrique superficielle, mais peut les rendre très susceptibles à l'entraînement des colloïdes si la terre fine n'a pas une structure stable: obligation en conséquence de maintenir un stock correct de matière organique.

## B. SOLS PEU EVOLUES D'APPORT

### B.1. Sous-groupe modal-Faciès ferrugineux tropical

#### Famille sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé de grès

##### 1. Extension

Elle est très faible. Ces sols n'ont été cartographiés que dans les environs de Galo.

##### 2. Morphologie

Le profil de référence est le BF 15, situé sur la piste de Baily-Ouamédaka à Galo, Kayan et Bransan, à 4,3 km après Galo. Il se différencie ainsi :

- 0 - 22 cm : gris (5 YR 5/2); humifère; sableux à sables fins; structure massive à cohésion faible et à tendance particulière; porosité essentiellement d'origine biologique moyenne à assez bonne; nombreuses racines par endroits, très peu nombreuses par ailleurs avec alors une porosité faible; passage progressif à l'horizon suivant.
- 22 - 41 cm : brun rougeâtre (5 YR 5/4); humifère; sableux à sables fins, structure massive à cohésion assez forte, quelques fines fentes de dessiccation verticales tendant à se prolonger jusqu'à la base de l'horizon; porosité faible essentiellement d'origine biologique; passage progressif à l'horizon suivant.
- 41 - 65 cm : ocre un peu brunâtre (5 YR 5/6); paraissant encore faiblement humifère; sableux un peu argileux à sables fins; structure et cohésion identiques à celles de l'horizon précédent; porosité moyenne à assez bonne, essentiellement d'origine biologique, très bonne par endroits.
- 65 - 130 cm : ocre (5 YR 5/8); ne paraissant pas humifère; sablo-argileux à sables très fins; structure peu développée à tendance polyédrique grossière; cohésion variable selon les endroits: moyenne à assez forte; bonne porosité essentiellement d'origine biologique (termites).
- 130 - 155 cm : essentiellement constitué de cailloux et graviers de grès dont certains ont une cassure ferruginisée brun-rouge (ferruginisation ancienne), de cailloux de cuirasse anguleux, de gravillons ferrugineux, dans une terre

fine ocre sablo-argileuse; horizon peu évolué, à cohésion moyenne, reposant par endroits sur des blocs de grès dont la surface externe, salie par la terre fine qui s'en enlève facilement, n'est pas imprégnée de solutions ferrugineuses. On peut observer localement, quelques taches ferrugineuses au point de contact entre deux éléments grossiers.

### 3. Caractéristiques analytiques, fertilité et utilisation

#### 3.1. Caractéristiques physiques

La composition granulométrique en accord avec l'appréciation de terrain donne pour les horizons respectifs de haut en bas : 7 % d'argile et 86 % de sables, 11 % d'argile et 84 % de sables; 14 % d'argile et 80 % de sables; 19 % d'argile et 71 % de sables avec un rapport sables fins sur sables grossiers de l'ordre de 2. Elle signale un matériau à tendance battante (structure massive et porosité uniquement assurée par les racines et les animalcules), tendance qui s'accroîtra avec la culture. C'est donc un sol qui nécessitera un maintien de la fertilité physique par le labour et par une stabilisation (apports de matière organique) de la structure ainsi obtenue.

L'alimentation en eau sera améliorée également par une amélioration de la structure. Cette dernière permettra une bonne infiltration des eaux de pluie. En effet le ruissellement est préjudiciable dans un sol à faible capacité spécifique de stockage de l'eau et dont la meilleure défense contre la sécheresse est l'augmentation de la profondeur mouillée.

#### 3.2. Caractéristiques chimiques

Les stocks de matière organique et d'azote actuellement en quantités respectivement moyenne et médiocre en surface (respectivement 1 % et 0,40 ‰ en surface) baissent rapidement à la mise en culture. La teneur en azote se maintient dans le deuxième horizon (0,4 ‰) tandis que la teneur en matière organique s'abaisse (0,5 ‰). Les teneurs en phosphore sont très faibles (0,14 ‰ et 0,12 ‰ dans les deux premiers horizons, 0,03 et 0,09 ‰ respectivement dans le troisième et le quatrième horizon).

La somme des bases échangeables, médiocre en surface (2,9 méq pour 100 g), s'abaisse rapidement pour se maintenir à 1,8 méq pour 100 g dès le deuxième horizon.

Le pH, moyennement acide en surface (5,6), devient franchement acide en profondeur (5,2 dans le deuxième horizon et 4,9 dans le troisième et le quatrième horizon).

Le taux de saturation, bon dans les deux premiers horizons (82 à 73 %) s'abaisse fortement ensuite (45 et 57 %).

Ces caractéristiques signalent un sol à fertilité médiocre.

### 3.3. Utilisation

Ces sols sont à réserver à l'arachide et au mil (*Pennisetum*).

### B.2. Sous-groupe hydromorphe à pseudogley

#### B.2.1. Faciès à hydromorphie d'ensemble

##### 1. Famille sur matériau gravillonnaire plus ou moins limoneux à argileux.

#### 1.1. Morphologie et extension

Il s'agit de sols formés dans des matériaux gravillonnaires plus ou moins argileux, à recouvrement limoneux, surtout caractéristiques ici des grandes zones cuirassées peu disséquées, à aspect hydromorphe (cuirasse du moyen glaciaire), qui couvrent le Continental Terminal. On en trouve aussi dans certaines zones hydromorphes à cuirassement actuel et subactuel.

Ce sont des sols du type squelettique (environ 30 à 40 cm d'épaisseur) qui, au 1/200.000<sup>e</sup> devraient souvent être classés dans une série à recouvrement de la famille des lithosols. Ils ont été distingués par souci d'homogénéité avec les cartes limitrophes.

La morphologie type comporte :

- a) un horizon superficiel d'épaisseur variable (10 à 17 cm); gris brun clair humifère; limono-argileux à sablo-argileux (sables très fins) plus ou moins gravillonnaire; structure massive; cohésion d'ensemble forte; porosité essentiellement d'origine biologique (racines et animalcules).
- b) un horizon d'épaisseur variable (13 à 25 cm), jaune clair plus gris et encore humifère dans le haut; argilo-limoneux gravillonnaire; structure massive; cohésion d'ensemble assez forte; porosité essentiellement due à la faune du sol.
- c) la cuirasse ferrugineuse à induration forte.

Les variations autour de ce type sont :

- a) texture de l'horizon superficiel sableuse à limoneuse (sables très fins à la limite des limons), un peu argileuse.
- b) prépondérance des gravillons dans le deuxième horizon
- c) apparition dans le bas du profil de taches rouille (souvent rares) à l'emplacement lissé des gravillons dans la terre fine
- d) approfondissement du profil avec intercalation entre la cuirasse et le deuxième horizon, d'un niveau essentiellement gravillonnaire, à terre fine argileuse, où dans les 10 derniers centimètres, l'emplacement lissé des gravillons dans la terre fine se colore en rouge et peut tendre à la carapace.

1.2. Fertilité

a) Fertilité physique

La texture de surface, la structure massive, la porosité essentiellement du type tubulaire, la cohésion d'ensemble forte en surface, assez forte en profondeur, le mauvais drainage externe, l'aspect général hydromorphe témoignent de sols où les plantes souffriront inévitablement d'asphyxie. Un travail du sol peut y remédier en surface, mais la faible profondeur des sols, leur faible pouvoir absorbant de l'eau, la présence d'un niveau imperméable à faible profondeur, maintiendront la menace d'engorgement en profondeur surtout que le travail du sol permettra une meilleure infiltration des eaux. Seul le billonnage aurait une efficacité, mais peut être dangereux au point de vue érosion du fait que la confection des billons peut mettre à nu la cuirasse.

Au point de vue analytique, les résultats concernant le profil BS4 montrent une terre fine limono-sable-argileuse: 24 % de limon tout le long du profil et teneurs en argile de 10 % en surface (0-8 cm), 12 % dans le deuxième horizon (8 à 17 cm) et 15 % dans le troisième horizon (17-35 cm), avec un rapport sables fins sur sables grossiers très élevé (supérieur à 4 en surface et autour de 3 en profondeur). La stabilité de la structure est médiocre en surface ( $K = 1,3$  cm/h  $I_s = 1,0$ ), mauvaise et très mauvaise en profondeur ( $K = 0,6$  et  $0,4$  cm/h,  $I_s = 2,3$  et  $4,2$ ); mais les gravillons y apportent un correctif appréciable.

b) Fertilité chimique

Les résultats concernant le profil BS 4 donnent une idée de la fertilité de ces sols bien qu'il soit d'un type moins gravillonnaire (19 % de gravillons dans le troisième horizon):

L'horizon de surface grâce à une teneur en matière organique moyenne à bonne (1,6 %) possède une fertilité chimique moyenne à bonne sauf en ce qui concerne le phosphore :

- teneur en azote assez bonne: 0,9 ‰
- teneur en phosphore médiocre: 0,24 ‰
- teneur en bases échangeables moyenne: 4 méq pour 100 g
- taux de saturation bon: 78 %
- pH encore faiblement acide 5,8

Ces caractéristiques s'abaissent assez rapidement dans les deux horizons suivants ( 8 à 17 cm et 17 à 35 cm ) :

- teneurs en matière organique moyennes ( 1 % et 0,8 % )
- teneurs en azote encore moyennes ( 0,7 ‰ et 0,5 ‰ )
- teneurs en bases échangeables médiocres (2,7 et 1,9 méq pour 100 g. )
- taux de saturation relativement médiocre (58 et 41 %)
- pH franchement acide (5,1 et 5,0).

c) Conclusion

En résumé, ce sont des sols à fertilité chimique moyenne, mais à fertilité physique médiocre à mauvaise à tous les égards, malgré la présence d'éléments grossiers. La profondeur déjà faible à très faible est réduite par les risques d'engorgement. De ce fait, ces sols ne pourront convenir avec amélioration de la structure par labour et billonnage qu'à l'arachide et au sorgho. Mais le billonnage devra être fait de façon à contrôler l'écoulement des eaux.

## 2. Famille sur arène granitique gravelleuse

### 2.1. Extension

Ces sols, d'importance très réduite, tant au point de vue agronomique qu'au point de vue extension, sont limités au massif granitique de la région de Diambaloye. Madina Foulbé (Noro-Est de la feuille), où ils sont associés à des affleurements de granite, à quelques affleurements de cuirasse et aussi à quelques sols peu évolués à tendance brun eutrophe en surface à pseudogley de profondeur à taches sur matériau sablo-argileux, qui eux, ont de réelle possibilité d'utilisation agronomique, mais ont une très faible extension.

### 2.2. Morphologie

Le profil AL 13 décrit par C. TOBIAS et situé sur la piste de Madina-Foulbé à Diambaloye à 10 km de Madina Foulbé, dans une zone mollement ondulée, avec de gros affleurements de granite en couple, donne une morphologie type. Il se différencie ainsi :

- 0 - 22 cm : gris brun, humifère; essentiellement constitué de graviers de quartz et de roche altérée; terre fine argilo-sableuse; cohésion d'ensemble faible; porosité très bonne.
- 22 - 40 cm : brun clair; encore humifère; texture plus gravelleuse à caillouteuse; cohésion d'ensemble faible.
- 40 - 87 cm : rouille-rouge, constitué essentiellement de graviers et cailloux de quartz, parfois de grande taille; terre fine ferruginisée de couleur rouge vif formant un ciment peu durci qui moule les grains de quartz et tend souvent à s'indurer en concrétions; cohésion d'ensemble faible.
- 87 - 130 cm : altération de la roche que l'on trouve en profondeur sous forme de grosses boules; essentiellement constitué de fragments de roche altérée et très ferruginisée: taches rouge vif anastomosées et indurées en concrétions, dans un matériau ocre clair à taches blanches; zone de blanchiment dans les 10 cm précédant la roche avec quelques taches ferrugineuses et quelques rares concrétions ferromanganifères noires; cohésion faible à moyenne.

### 2.3. Fertilité et utilisation

Du fait de leur granulométrie gravelleuse à caillouteuse, de la proportion de quartz, ce sont des sols pauvres et sans intérêt agronomique.

#### B.2.2. Faciès à hydromorphie de profondeur

##### Famille sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé des grès

#### 2.1. Extension

Ces sols sont essentiellement limités à la région des collines gréseuses constituant la bordure occidentale des Schistes de la Falémé. Ils constituent les zones basses de ces régions, tandis que les lithosols sur grès constituent les collines.

Dans la région de Sénokaré, au delà de Diambourdala, ils ne sont plus associés aux lithosols et sont plus rubéfiés.

#### 2.2. Morphologie

Un exemple type de morphologie est représenté par le profil TO 50, situé sur la piste à Tourékounda à Nienkissé et Diambourdala, à 8,6 km de Tourékounda, dans une zone plane, au milieu d'amoncements de buttes lithosoliques de grès. Il se différencie ainsi :

- 0 - 16 cm : gris brun, humifère; sableux; structure peu développée à tendance prismatique induite par quelques fines fentes de dessiccation verticales, et à tendance particulière; cohésion moyenne à faible; bonne porosité d'origine biologique.
- 16 - 30 cm : brun gris clair, moins gris et plus ocre clair en profondeur; humifère; sableux; structure identique; cohésion moyenne; très bonne porosité tubulaire grossière; très nombreuses racines d'arbres et d'arbustes avec une cohésion faible et une structure particulière aux environs des racines.
- 30 - 63 cm : ocre s'éclaircissant vers le bas pour passer progressivement au suivant; vague aspect ségrégatif par taches paraissant plus rougeâtres; peu ou pas humifère; sableux à sablo-argileux; structure prismatique grossière bien individualisée par endroits, moins par ailleurs; assez nombreuses fentes de dessiccation verticales; porosité grossière d'origine biologique; cohésion forte; racines beaucoup moins nombreuses.

63 - 160 cm: beige blanchâtre à taches rouille devenant de plus en plus nombreuses vers le bas, mal délimitées; vers le bas quelques éléments ferrugineux très durcis, non cassables à la main, à cassure homogène brun rouille à brun rouge très foncé (probablement des gravillons); sableux à sablo-argileux; structure massive à tendance prismatique induite par quelques fentes de dessiccations verticales; cohésion forte; porosité grossière (nombreux trous).

Les variations autour de ce type sont :

- a) une rubéfaction d'ensemble plus marquée, liée à un profil mieux drainé jusqu'à l'horizon à pseudogley: couleur brun rougeâtre dans le deuxième horizon, ocre plus soutenu dans le troisième horizon et sans ségrégation ferrugineuse, ocre clair à taches rouges dans l'horizon à pseudogley qui est gorgé d'eau en profondeur avec de très nombreuses concrétions ferrugineuses.
- b) la présence de carapace ferrugineuse du type subactuel en profondeur.

### 2.3. Fertilité

#### a) Caractéristiques physiques

Malgré leur texture très sableuse dans les deux premiers horizons (8 % d'argile), la dominance des sables fins (teneurs: 52 à 60 %) sur les sables grossiers (teneurs: 27 à 33 %), leur donne des caractéristiques battantes qui se concrétisent par une structure massive (avec cependant une cohésion moyenne à faible) et une porosité essentiellement due à la faune du sol. Le travail du sol sera relativement aisé, mais nécessaire.

L'engorgement s'installe à faible profondeur dans le type TO 50, mais dans les types plus rubéfiés il est beaucoup plus bas et ne gêne pas.

#### b) Caractéristiques chimiques

- les teneurs en matière organique et en azote de l'horizon de surface sont moyennes lorsque le sol est sous belle végétation naturelle comme dans le TO 50 (1,2 % de matière organique et 0,6 % d'azote) mais elles s'abaissent dans les sols cultivés à des valeurs faibles (0,6 % de matière organique et 0,3 % d'azote) comme dans le TO 56.

- les teneurs en phosphore sont toujours très médiocres (de l'ordre de 0,10 à 0,15 ‰).
- la somme des bases échangeables se maintient à une valeur encore moyenne en surface grâce à la matière organique (3,3 à 3,6 méq pour 100 g); elle se stabilise ensuite autour de 2,5 méq pour 100 g (valeur faible).
- le taux de saturation est variable. Dans le type TO 50 (mal drainé à faible profondeur), le taux de saturation est bon en surface (80 ‰) mais s'abaisse rapidement et se maintient à 50-60 ‰; le pH suit cette variation (6,0 en surface, 5,3 dans le deuxième horizon et 4,9 en profondeur). Dans le type rubéfié, le taux de saturation reste supérieur à 80 ‰ sur l'ensemble du profil en même temps que le pH reste faiblement acide à neutre (6,1 à 6,9).

#### 2.4. Utilisation

Ces sols conviennent surtout à l'arachide et au mil (*Pennisetum*). Ils sont trop sableux pour le sorgho. Ils portent aussi les pâturages naturelles de ces régions où le cheptel bovin a une assez grande importance (région de Tourékounda), et ont d'autant plus d'intérêt que les sols halomorphes qui se développent à l'Est de la zone de grès sont impropres à remplir ce rôle.

### B.3. Sous-groupe vertique. Intergrade brun eutrophe

#### Famille sur alluvions argileuses

#### Série de la Falémé

##### 1. Extension

Elle est limitée aux alluvions argileuses lourdes qui bordent la Falémé.

##### 2. Morphologie

Le profil de référence au point de vue morphologique est le TO 1, situé au village d'Alinguel, dans la plaine alluviale disséquée par les nombreux ravins d'érosion qui gagnent la Falémé. Cette dernière, à quelques mètres du profil, s'encaisse de 3 à 4 mètres dans sa plaine alluviale.

Le profil se différencie ainsi :

- 0 - 19 cm : brun gris clair (10 YR 4/3 à 4/4); faiblement humifère; argileux; structure prismatique grossière à large assez bien développée et délimitée par de nombreuses fentes de retrait verticales qui apparaissent à la surface du sol; cohésion forte; bonne porosité tubulaire grossière.
- 19 - 43 cm : brun (10 YR 4/3 à 4/4) encore humifère; argileux; structure tantôt prismatique moyenne à petite à forte tendance polyédrique, tantôt prismatique petite à tendance polyédrique, assez bien développée; très frais à humide; cohésion des agrégats forte au séchage.
- 43 - 110 cm : brun plus jaune et moins gris (5 YR 4/4), peu ou pas humifère; argileux; structure identique à la précédente: prismatique petite à forte tendance polyédrique un peu mal définie; cohésion des agrégats moyenne à l'état frais, forte à l'état sec.
- 110 - 165 cm: brun encore plus jaune (5 YR 5/6), aspect hétérogène, constitué de plages brunes et de plages plus jaunâtres très mal délimitées; texture et structure inchangées par rapport au précédent.

### 3. Fertilité et Utilisation

Ce sont des sols très argileux (teneurs en argile de l'ordre de 70 % et teneurs en limon de l'ordre de 18 %) à :

- teneurs en matière organique seulement moyennes en surface (de l'ordre de 0,9 %).
- matière organique très bien décomposée (C/N de l'ordre de 10 en surface)
- teneurs en phosphore moyennes (de l'ordre de 0,4 ‰)
- capacité d'échange élevée: 20 à 23 méq pour 100 g
- complexe absorbant saturé et somme des bases échangeables élevée: 22 à 26 méq pour 100 g.
- pH faiblement acide en surface (6,3-6,5) et alcalin en profondeur (7,6 à 7,8) et corrélatif alors de la présence de quantités de sodium échangeable de l'ordre de 6 à 10 % de la capacité d'échange, et de caractéristiques analytiques structurales mauvaises.

Ce sont donc des sols à richesse minérale élevée, non sodiques dans les deux premiers horizons et qui peuvent avoir les mêmes utilisations que les Vertisols et les Sols Bruns eutroques, moyennant un ameublissement superficiel et une stabilisation de la structure obtenue par des apports de matière organique décomposée.

## SECTION III. CLASSE DES VERTISOLS ET PARAVERTISOLS

INTRODUCTION

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

La classification américaine (Soil classification, 7<sup>th</sup> approximation, 1960) retient essentiellement leur caractère de sols argileux, à argiles gonflantes, où une source saisonnière d'eau permet le gonflement et le retrait des argiles, provoquant fissurations, microrelief gilgai, structure prismatique...

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

Dans la pratique, il n'a été différencié dans la feuille de Dalafi, que des Vertisols au sens américain, et dont les caractéristiques essentielles sont ici: la dominance dans une fraction argileuse abondante, de minéraux gonflants, principalement du groupe montmorillonite, et les alternances de gonflement et de retrait se traduisant par une fissuration très marquée, une structure de profondeur prismatique à bases obliques patinées, luisantes, une sous structure en plaquettes obliques patinées luisantes plus ou moins striées et plus ou moins développée. Cette structure semble spécifique des Vertisols en zone soudanienne. Les autres manifestations assez fréquentes de ces alternances de gonflement et de retrait, à savoir microrelief gilgai, effondrements, n'ont pas été constatées sur les Vertisols de la feuille de Dalafi.

La genèse des Vertisols est donc essentiellement liée à celle d'argiles gonflantes principalement du groupe montmorillonite, qui exige un milieu générateur basique. De ce fait, elle est essentiellement limitée à la province de roches basiques.

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

- les Vertisols hydromorphes ou topomorphes, dont la formation est étroitement liée à l'accumulation dans les dépressions de matériaux vertiques (alluvions étrangères aux matériaux constitutifs des sols climaciques environnants), ou de matériaux à néosynthèse montmorillonitique favorisée par un enrichissement en cations par lessivage des sols environnants, ou à l'altération montmorillonitique d'une roche plus ou moins basique en zone dépressionnaire.
- les Vertisols lithomorphes, dont la formation est essentiellement due à l'altération climacique d'une roche-mère plus ou moins basique, avec possibilité de maintien des solutions basiques et de la silice grâce à un drainage déficient qu'accentuera de plus en plus la nature des argiles formées.

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

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

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

## A. LES VERTISOLS HYDROMORPHES OU TOPOMORPHES

### Vertisols hydromorphes non grumosoliques, sous-groupes modal, faciès à structure moyenne en surface, sur matériau argileux gonflant

Ces sols sont cités pour mémoire. Leur extension est très réduite et ils n'ont pas été cartographiés. On peut en trouver dans les alluvions argileuses lourdes des grandes rivières dans la zone du Continental Terminal.

Le profil BA 85 en est un exemple. Il est situé en bordure de la rivière de Diana (le Kotiguc). Son environnement est constitué par une zone à cuirasse et carapace ferrugineuse et à sols climaciques du type ferrugineux tropical. Il se différencie ainsi :

- 0 - 10 cm : gris brun foncé, humifère; argileux, structure polyédrique très grossière à tendance cubique ou prismatique, devenant parfois polyédrique large, bien développée; cohésion des agrégats très forte; très nombreuses racines.
- 10 - 34 cm : gris très foncé à gris brun très foncé, devient gris brun de plus en plus clair en profondeur avec des taches jaunes dans le bas; passage très progressif au suivant; humifère; argileux; structure prismatique à cubique moyenne à petite, parfois plus allongée (prismatique à tendance polyédrique), très bien développée; horizon à aspect brisé où les agrégats ne sont retenus ensemble que par les très nombreuses racines.
- 34 - 62 cm : constitué de taches jaunes foncées et de fines taches gris-blanc, le jaune dominant nettement le gris qui reste un peu imprécis; argileux; structure prismatique grossière assez bien développée (prismes bien individualisés dans le déblai, horizon trop humide en place pour apprécier la structure); cohésion des agrégats très forte à sec.
- 62 - 117 cm : gris blanc à petites taches jaunes peu nombreuses; sablo-argileux; structure non appréciable paraissant non développée (horizon gorgé d'eau avec nappe à 86 cm); cohésion très forte à sec.

Il s'agit très probablement d'alluvions polyphasées: apport de matériau vertical sur un matériau sableux, et non d'une néosynthèse en place, bien que l'ensemble du sol soit saturé en bases. Ceci est confirmé par les variations du rapport sables fins sur sables grossiers qui est de 8 dans le premier horizon, 9 dans le deuxième, 10 dans le troisième, et 2,2 dans le quatrième. C'est un sol franchement argileux dans sa partie supérieure (les teneurs en argile et en limon sont respectivement de 40 et 17 % dans le premier horizon, 46 et 18 % dans le deuxième, 34 et 18 dans le troisième et seulement 19 et 8 % dans le quatrième). Il a d'excellentes caractéristiques chimiques sauf en ce qui concerne le phosphore :

- bonnes teneurs en matière organique (3,5 % dans le premier horizon, 1,7 % dans le deuxième et 0,8 % dans le troisième) à C/N faible (11,4 et 8,2 respectivement dans le premier et le deuxième horizon). Corrélativement les teneurs en azotes sont bonnes (1,8 ‰ en surface, 1,2 ‰ dans le deuxième horizon).
- teneur en phosphore moyenne en surface d'un point de vue absolue (0,50 ‰) mais faible à l'égard de la teneur en azote, devenant médiocre dès le deuxième horizon (0,24 à 0,11 ‰) et très faible à l'égard de la teneur en azote (nette carence phosphatée).
- somme des bases échangeables très élevée dans les deux premiers horizons (28 et 24 méq pour 100 g), bonne dans le troisième horizon (11,6 méq pour 100 g), ne s'abaissant que dans le matériau sablo-argileux à une valeur encore moyenne (5 méq pour 100 g).
- complexe absorbant sursaturé tout le long du profil avec un pH neutre à faiblement alcalin (7,1 à 7,6) sauf en surface où il est faiblement acide (6,1).

Malgré la texture lourde, la stabilité de la structure se maintient grâce à l'influence de la matière organique, à une valeur moyenne dans le premier horizon ( $I_s = 1$ ,  $K_{cm/h} = 1,9$ ), moyenne à médiocre dans le deuxième horizon ( $I_s = 1,6$ ,  $K_{cm/h} = 0,9$ ). Mais dans les deux derniers horizons, elle est franchement mauvaise ( $I_s = 3,9$  et  $4,8$ ;  $K_{cm/h} = 0,8$ ).

Ce type de sol présente un très gros intérêt agronomique. Il conviendra parfaitement à la riziculture et à des cultures de décrue, d'autant qu'une nappe d'eau en profondeur assure une alimentation en eau correcte.

## B. LES VERTISOLS LITHOMORPHES

Vertisols lithomorphes non grumosoliques, sous-groupe modal, faciès à structure moyenne en surface. Famille sur matériau argileux gonflants.

### B.1. Extension

Elle est limitée à la province de roches basiques, à l'Est de la longitude-Ouest 12° 20'. Ces sols se développent principalement dans les régions de Makana, Bransan, Mamakono, Bambaraya, à l'Ouest de Kacourou en association avec des Sols Bruns eutrophes. Ils ne forment pas de grandes étendues continues à cause de leur juxtaposition avec des cuirasses ferrugineuses, et d'importants affleurements rocheux. Sur les Schistes birrimiens de la région de Diambaloye, ils sont associés aux Sols Halomorphes.

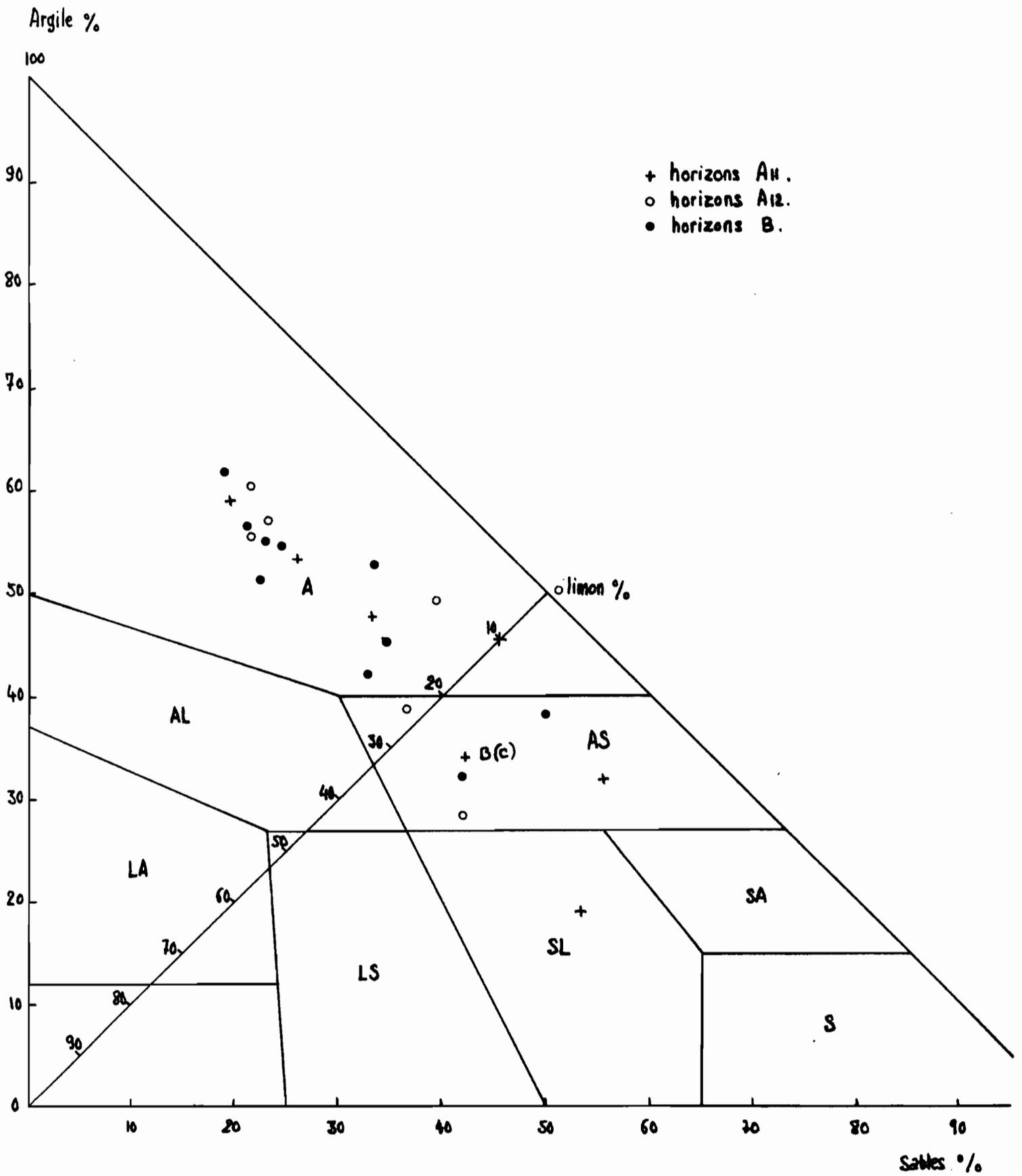
### B.2. Morphologie

Les profils types comportent de haut en bas :

- a) un horizon superficiel A11 d'environ 5 à 20 cm d'épaisseur, gris brun à brun gris (parfois foncé); humifère; texture argileuse; structure prismatique grossière (parfois à sous-structure prismatique plus petite ou polyédrique très grossière); cohésion des agrégats forte; porosité essentiellement d'origine biologique et du type tubulaire variable, faible à bonne.
- b) un horizon humifère A12, d'environ 10 à 20 cm d'épaisseur; couleur variable: gris brun, brune à brun-olive; texture argileuse; structure polyédrique moyenne à petite ou grossière à petite très bien développée donnant à l'horizon un aspect brisé (émietté); cohésion d'ensemble faible; cohésion des agrégats élémentaires forte; bonne porosité d'agrégats de saison sèche.
- c) un horizon B, brun jaune à brun olive; texture argileuse à très argileuse, contenant souvent quelques gravillons ferrugineux et graviers de quartz; structure prismatique grossière ou moyenne ou petite bien développée à bases obliques patinées luisantes et souvent striées, souvent à sous-structure en plaquettes ou plus rarement en larges plaques obliques à bases patinées luisantes. Mais les faces obliques patinées peuvent n'apparaître que dans le bas du B qui se différencie alors en un B 1 et un B 2 :

# Vertisols lithomorphes Fig.1.

## Granulométrie.



- l'horizon B1 ou les prismes ont des bases horizontales non patinées, et ont alors parfois une tendance polyédrique
- l'horizon B2 où les prismes ont des bases obliques parfois conçoïdales, patinées luisantes et souvent striées.

La cohésion des agrégats est très forte, la porosité est essentiellement assurée par les fentes de retrait.

- d) un horizon essentiellement constitués de graviers et cailloux de quartz et de roches plus ou moins altérées, de gravillons ferrugineux et débris de cuirasse, noyés dans une terre fine argileuse rare qui fait parfois un ciment durci; ségrégation manganifère fréquente sous forme de petites concrétions noires et parfois ségrégation ferrugineuse sous forme de taches ocre rouille.
- e) la roche altérée friable.

Les variations essentielles autour de ce type portent sur la différenciation des horizons A11 et A12 qui peuvent se fondre en un horizon A unique à structure tantôt complexe: prismatique grossière à large très bien développée avec une sous-structure prismatique moyenne dans le haut et polyédrique grossière dans le bas, tantôt bien définie et fine: polyédrique moyenne très bien développée avec un aspect brisé qui en fait alors une "self mulching soil", il s'agit alors souvent d'horizons gravello-argileux à argilo-gravelleux à graviers et débris de roche.

Les variations accessoires portent sur la disparition de l'horizon grossier ou son intercalation entre B1 et B2, la présence de nodules calcaires dans l'horizon B.

L'épaisseur du profil (horizons A11, A12 et B) n'est jamais bien grande. Elle est de l'ordre de 60 à 150 cm. Avec l'horizon grossier elle est de l'ordre de 100 à 150 cm.

## C. 2. Etude de la fertilité

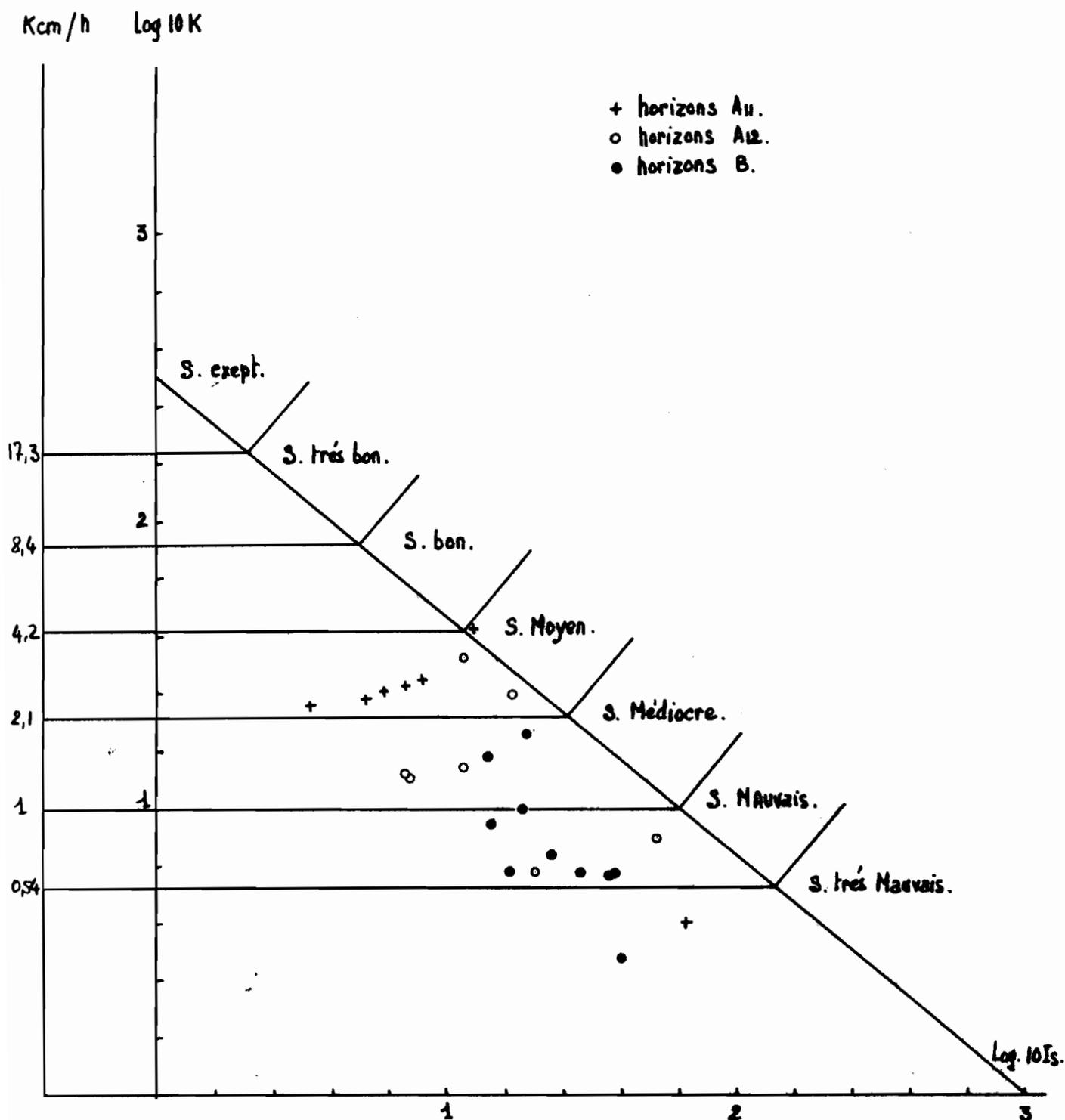
### C.2.1. Les éléments de la fertilité

#### 1) Texture

Le graphique N° 1 donne la composition granulométrique des échantillons analysés. La granulométrie est essentiellement argileuse et parfois argilo-sableuse. La fraction argileuse, abondante où la montmorillonite domine, va donc imposer ses caractères au sol: forte capacité de gonflement, forte capacité d'échange de bases, induction de la formation de mull...

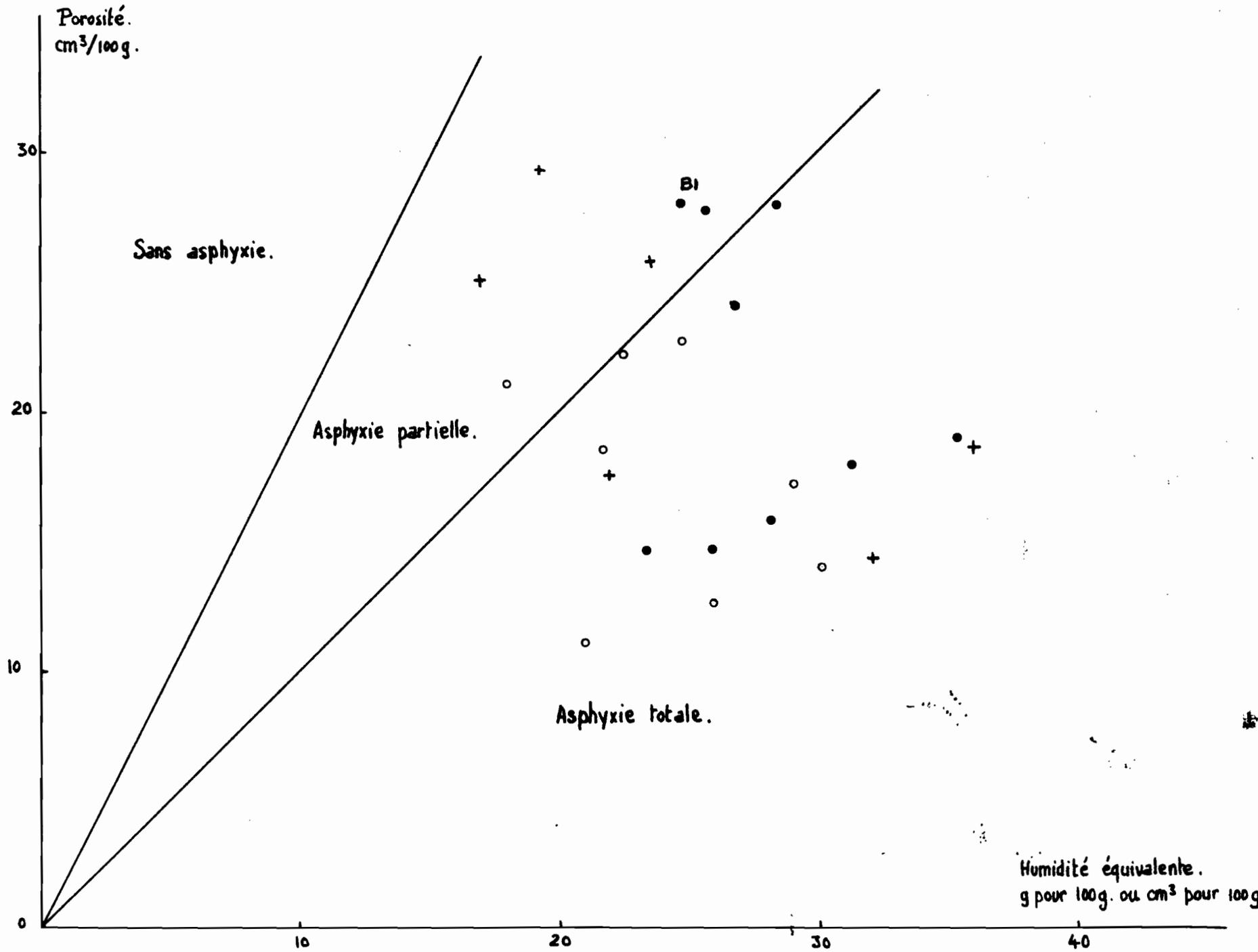
# Vertisols lithomorphes. Fig.2.

Indice d'instabilité structurale  $I_s$   
 Coefficient de percolation  $K$  (d'après Hénin et Monnier.)  
 Stabilité structurale  $S$  (d'après Dabin.)



Vertisols lithomorphes. Fig 3.

Porosité des mottes.



## 2) Structure et cohésion

La structure est souvent prismatique grossière dans l'horizon superficiel A11 avec une cohésion des agrégats forte, elle ne devient relativement fine que dans le deuxième horizon (A12). Une des conséquences immédiates de cette structure est que ces sols ont besoin de façons culturales pour ameublir l'horizon superficiel. Le labour sera parfois relativement facilité par la faible épaisseur de l'horizon à structure grossière, mais il demandera le plus souvent des efforts de fractions élevées que le paysan ne peut pas effectuer dans le cadre de la culture traditionnelle. Il devra être suivi d'un pseudo-labour destiné à réduire les mottes.

En outre l'adhésivité élevée des argiles oblige à effectuer le labour dans d'étroites limites d'humidité et de préférence à sec.

Dans ces sols à forte capacité de gonflement la stabilité de la structure existante ou créée par les façons culturales est une donnée aussi fondamentale que la structure elle-même, étant donné que la dégradation de cette dernière provoquera une asphyxie le plus souvent totale.

La figure n° 2 donne la stabilité structurale des échantillons représentatifs analysés. Les échantillons de surface A11 possèdent une stabilité structurale moyenne probablement liées aux teneurs en matière organique relativement bonnes. Dans les horizons A12, la stabilité structurale se maintient généralement à des valeurs encore moyennes, avec cependant quelques échantillons dans la classe des stabilités structurales mauvaises.

En profondeur, les horizons B se groupent pratiquement dans la classe à stabilité structurale médiocre.

## 3) La porosité

C'est l'élément essentiel de la fertilité physique puisque ses caractéristiques conditionnent l'aération du sol, la pénétration et le développement des racines, l'alimentation en eau.

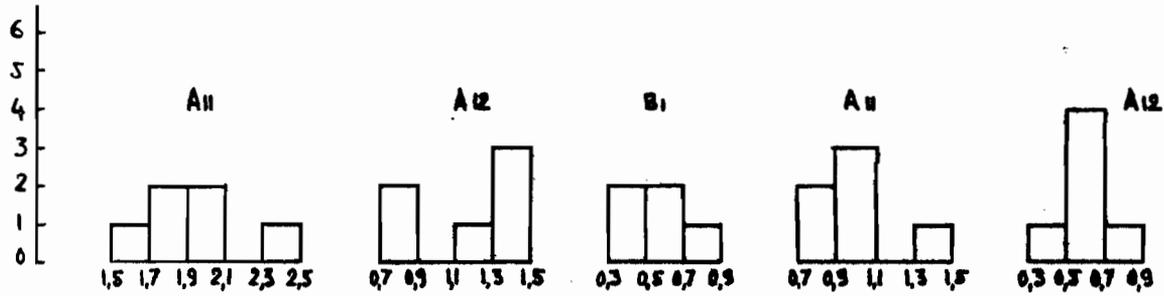
La figure n° 3 donne la macroporosité des mottes. Celle-ci est faible à nulle dans les horizons A11 dont les points figuratifs se partagent entre les zones à asphyxie partielle et à asphyxie totale. Dans la très grande majorité des échantillons A12 et B la macroporosité des mottes est nulle et les points figuratifs se trouvent dans la zone asphyxie totale.

La macroporosité est donc ici un facteur limitant de la fertilité. Son amélioration en surface est possible et devra être réalisée grâce au labour et à des apports de matière organique. Son amélioration en profondeur

# Vertisols lithomorphes. Fig 4.

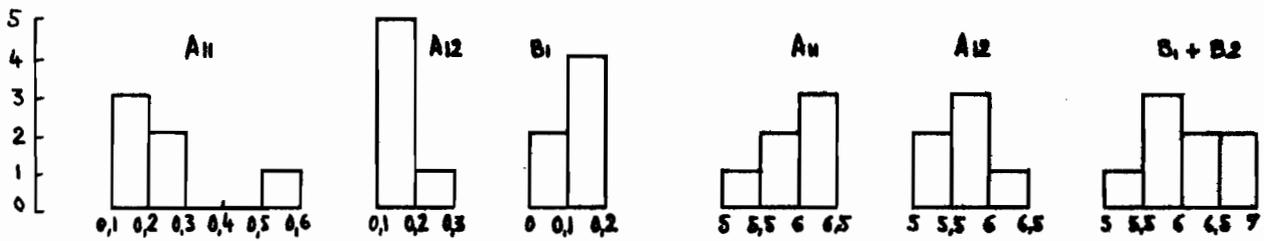
a. Matière organique %

b. Azote %



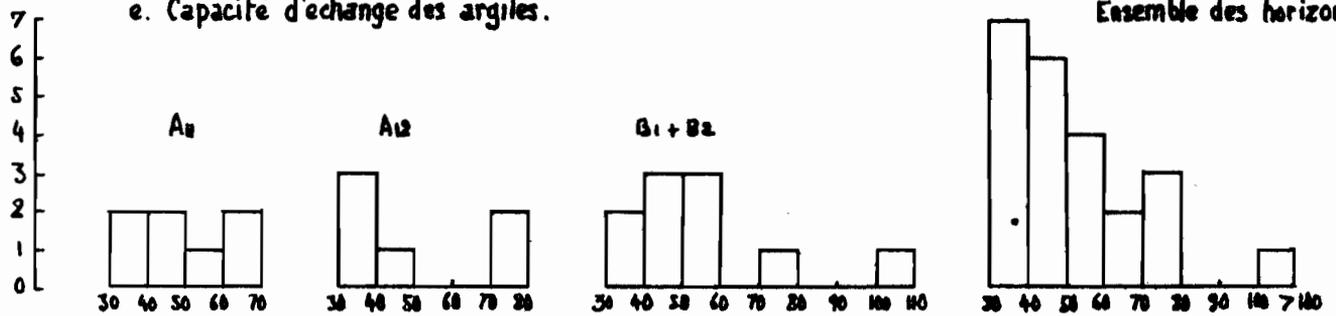
c. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> %

d. pH.

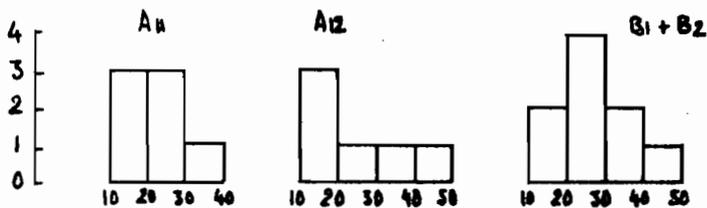


e. Capacité d'échange des argiles.

Ensemble des horizons.



f. Capacité d'échange de la terre fine.



est difficile et de toute façon peu stable (mauvaise stabilité structurale), ce sera donc là un obstacle à la pénétration et au développement racinaire, obstacle auquel s'ajoutent les mauvais effets des remaniements internes sur le système racinaire (risque de traumatismes).

#### 4. L'eau utile

Ces sols ont une forte capacité de rétention de l'eau mais aussi un point de flétrissement élevé, aussi les quantités d'eau utile sont-elles surtout moyennes (4 à 10 %) tant en surface qu'en profondeur.

Mais le stock d'eau est le plus souvent protégé de l'évaporation par la structure relativement fine des horizons A 12.

Dans l'utilisation normale de ces sols en saison des pluies c'est plutôt l'excès d'eau qui constitue le facteur limitant de la fertilité.

#### 5. La matière organique et l'azote.

Les figures 4a et 4b donnent la répartition des teneurs en matière organique et azote dans les horizons A 11 et A12. Dans les horizons A11, les teneurs en matière organique peuvent être considérées comme bonnes. Ces teneurs se maintiennent encore à de bonnes valeurs dans les horizons A12 (0,8 à 1,4 %).

Mais ces bonnes teneurs sont très probablement dues au fait que ces sols ne sont pas cultivés. Leur mise en culture provoquera donc une baisse du stock de matière organique qu'il faudra corriger par des apports. La matière organique est du type bien évolué (C/N de l'ordre de 13 à 11) et corrélativement les teneurs en azotes des horizons A11 sont souvent bonnes (0,8 à 1,4%) quelquefois moyennes (0,7 à 0,8 %). Dans les horizons A 12 les teneurs en azote se maintiennent à des valeurs relativement correctes pour des horizons A 12.

#### 6. Le phosphore (fig. 4 c)

Les teneurs en phosphore sont faibles à très faibles (inférieures à 0,3 %) tant en surface qu'en profondeur. Cette carence en phosphore est encore plus accusée par la bonne représentativité de l'azote et constitue donc dans l'état actuel de ces sols un facteur limitant de la fertilité. La fumure phosphatée sera un impératif.

### 7. Richesse en bases : complexe absorbant

Le complexe absorbant minéral est constitué d'argiles à capacité d'échange assez élevée à élevée (30 à 80 méq pour 100 g: valeurs approximatives calculées en rapportant la capacité d'échange de la terre fine à l'argile après soustraction de la part due à la matière organique estimée à 200 méq pour 100 g). Ces valeurs supposent une représentation moyenne à bonne des argiles 2/1 dans la fraction argileuse, principalement du type gonflant (montmorillonite ou interstratifiées).

En corrélation avec la bonne capacité d'échange des argiles et de l'abondance de la fraction argileuse, la capacité d'échange de la terre fine est élevée à très élevée (10 et surtout 15 à 40 méq pour 100 g). Le taux de saturation est presque toujours supérieur à 100 tant en surface qu'en profondeur et cela en désaccord avec des pH acides à faiblement acides (5,0 à 6,5), n'atteignant 6,5 à 7,0 que dans quelques horizons B.

La somme des bases échangeables est donc élevée à très élevée et constitue la base de la fertilité de ces sols.

L'interprétation du pH est délicate ici en regard des taux de saturation égaux ou supérieurs à 100. Ce phénomène a déjà été signalé sur certains Vertisols et surtout sur les Sols Bruns eutrophes de Haute Volta (KALOGA, 1964). La discussion dépasse le cadre de ce rapport.

Les causes d'acidité de la solution du sol sont assez nombreuses et le pH mesure la concentration en ions  $H^+$  de la solution du sol qui dépend de l'équilibre entre celle-ci et le complexe absorbant. La solution du sol peut s'enrichir en ions  $H^+$  pendant que le complexe absorbant marque un hystéresis pour la fixation de ces ions  $H^+$ ...

Nous admettons que le complexe absorbant est saturé ou proche de la saturation.

Les bases échangeables sont essentiellement constituées par du calcium et du magnésium avec un rapport Mg/Ca de l'ordre de 0,5 à 0,6, atteignant parfois 1 et plus en profondeur.

Le sodium n'existe qu'en quantité négligeable du point de vue de son action sur la structure.

Les teneurs en potassium sont variables. La plupart des profils ayant fait l'objet de prélèvements accusent des teneurs en potassium faibles (0,1 à 0,2 méq pour 100 g de terre) s'élevant parfois en profondeur à 0,3 - 0,4 méq.

#### 8. Profondeur du sol

Elle dépasse généralement 50 cm et est par conséquent suffisante. Par ailleurs, la roche pourrie, exploitable par les racines, augmente l'épaisseur du sol.

#### 9. Drainage et érosion

La plupart de ces sols joignent à un drainage interne très déficient, un drainage externe faible. En conséquence, les racines souffriront d'asphyxie en profondeur pendant la grande saison des pluies. Les plantes sensibles à l'engorgement devront donc être cultivés de préférence sur billons (tabac, coton, canne à sucre).

La faible perméabilité de ces sols en regard de l'intensité des précipitations de la zone sahélo-soudanaise les rend susceptibles à l'érosion dont on peut neutraliser les effets en renforçant la stabilité de la structure en surface.

#### C. 2.2. Fertilité d'ensemble et utilisation

La richesse minérale très élevée confère à ces sols (homologues des "Regurs" des Indes ou "Black cottonsoils") un haut potentiel de fertilité qui les rend très aptes à porter des cultures exigeantes: coton, maïs, tabac, canne à sucre (irriguée). Ici cependant ce potentiel de fertilité est limitée par une déficience en phosphore et en potassium. Par ailleurs, les caractéristiques physiques défavorables nécessitent :

- un ameublissement des horizons superficiels et une amélioration de leur stabilité structurale
- un contrôle du drainage pour les plantes sensibles à l'engorgement qui seront cultivés sur billons.

Dans les régions tropicales où le potentiel de fertilité des sols est généralement faible, les Vertisols méritent une attention particulière et revalorisent parfaitement tous les investissements qu'ils nécessitent.

Malheureusement, leur extension n'est pas suffisante ici pour envisager les grands projets de mise en valeur dont ils sont justifiables.

En culture traditionnelle ces sols conviennent bien au sorgho.

## SECTION IV: CLASSE DES SOLS A MULL

Sous-Classe des Sols à Mull des Pays Tropicaux - Groupe des Sols Bruns eutrophes.

INTRODUCTION : Définitions

Les Sols Bruns eutrophes désignent un ensemble de sols se développant sous des climats tropicaux humides et subhumides dont nous retenons ici comme caractéristiques essentielles :

- une matière organique bien évoluée du type mull liée à l'argile,
- une couleur relativement foncée dans les horizons A (du type brun) non liée à des quantités importantes de matière organique
- une saturation en bases élevée
- une bonne capacité d'échange de cations
- une fraction argileuse où sont encore bien représentées les argiles du type 2/1: illites et montmorillonite, plaçant ces sols au voisinage des Vertisols avec lesquels ils sont souvent en association.

Ces sols appartiennent donc comme les Vertisols au complexe d'altération montmorillonitique. Ils se différencient des Vertisols par une intensité de gonflement moins élevée due surtout:

- soit à des conditions particulières de station ou d'épaisseur du profil
- soit à des modifications dans la proportion des minéraux gonflants.

La conception modale actuelle des Sols Bruns eutrophes suppose une structure de surface excellente, une faible épaisseur de profil, un bon drainage interne et externe (MAIGNIEN 1963).

Les sols du sous-groupe verticale se distinguent de cette conception modale par :

- une structure de surface variable pouvant être grossière et du type prismatique
- un mauvais drainage interne et souvent externe se traduisant par une tendance fréquente vers les Vertisols auquel ils sont associés
- une épaisseur de profil variable.

Lorsque dans ces sols les caractères d'hydromorphie se traduisent par une ségrégation ferrugineuse bien marquée sous forme de taches qui se superpose à l'évolution normale, ils sont classés dans le sous-groupe hydromorphe.

## A. LES SOLS BRUNS EUTROPHES VERTIQUES SUR MATERIAU ARGILEUX PLUS OU MOINS GONFLANT

Le matériau argileux qui donne naissance à ces sols est dérivé de roches basiques à neutres diverses: gabbros à andésites. Ces sols sont donc limités aux régions d'affleurement de ces roches.

### A. 1. Morphologie

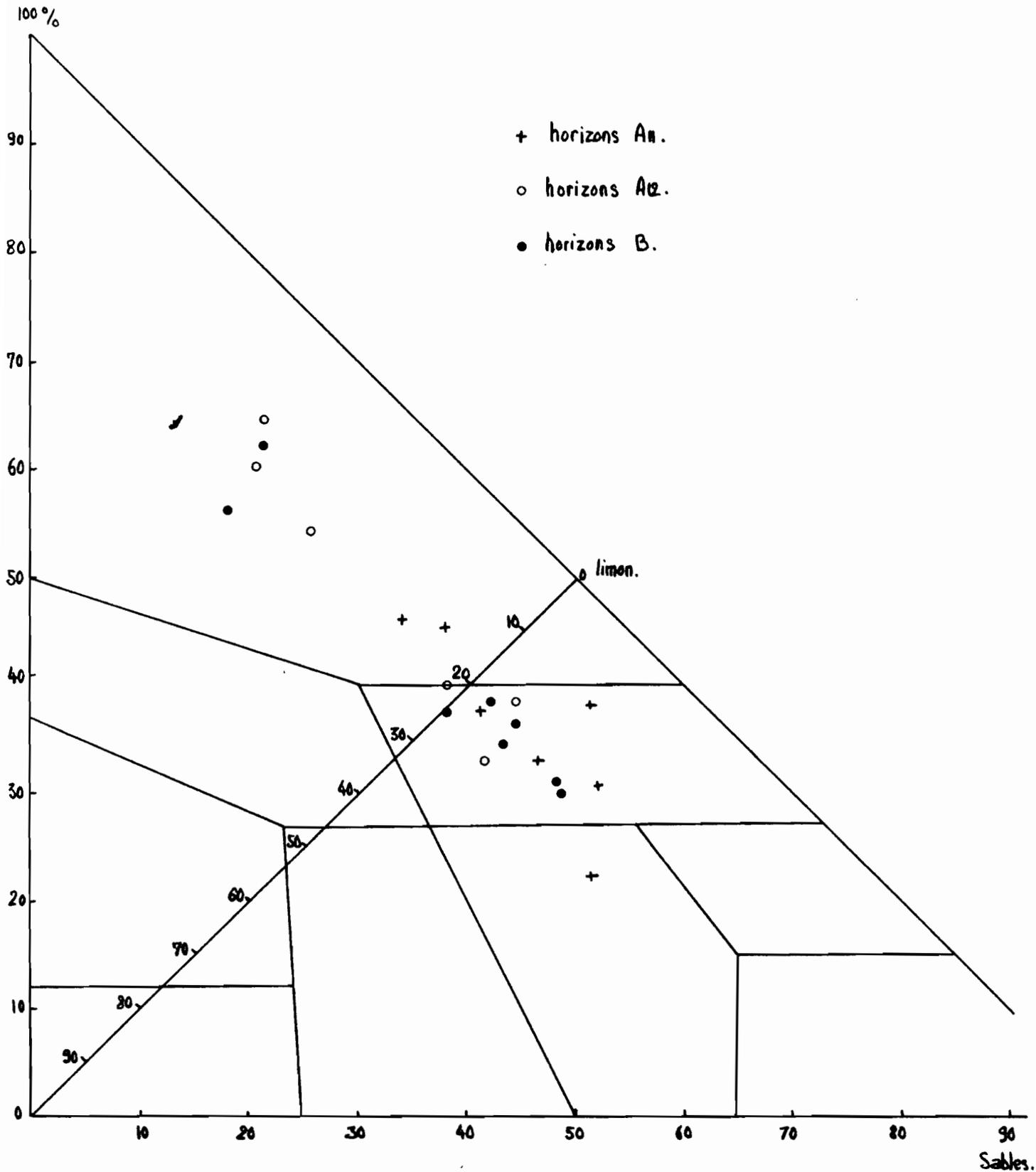
La morphologie centrale comporte:

- a) un horizon superficiel A 11 d'environ 10 à 20 cm d'épaisseur; couleur variant du gris-brun foncé au brun-gris; humifère; texture variant de argilo-limoneuse ou argilo-sableuse à argileuse; structure prismatique grossière (parfois large) avec une cohésion des agrégats assez forte à forte; bonne porosité essentiellement d'origine biologique.
- b) un horizon A 12, d'environ 15 cm d'épaisseur (mais pouvant atteindre parfois 30 à 50 cm); couleur souvent brune mais aussi parfois brun foncé à brun gris foncé; humifère; texture argileuse parfois riche en gravillons ferrugineux; structure polyédrique moyenne et petite très bien développée, devenant parfois plus grossière; très bonne porosité d'agrégats de saison sèche.
- c) un horizon B, d'épaisseur très variable (20 à 50 cm et plus); texture argileuse; structure polyédrique bien développée, de taille toujours complexe (mélange de polyèdres grossiers, moyens et petits), surstructure prismatique; bonne porosité d'agrégats.
- d) un horizon grossier, constitué tantôt de gravillons ferrugineux avec plus ou moins de cailloux de roche et de quartz, tantôt de graviers et cailloux de roche, plus ou moins altérée et de cailloux de quartz avec des concrétions manganifères noires plus ou moins nombreux. Parfois cet horizon grossier s'individualise en deux horizons: un horizon à éléments plus fins et un horizon à éléments plus grossiers. La cohésion d'ensemble est assez forte. Parfois la terre fine assez abondante présente une structure polyédrique petite. L'épaisseur varie d'environ 20 à 100 cm.

L'épaisseur du profil jusqu'au bas de l'horizon B est très variable 25 cm (pour les sols des séries peu développées) à 160 cm.

# Sols Bruns eutrophes vertiques. Fig. 5.

## Granulométrie.



Les variations autour de cette morphologie centrale sont :

- a) réduction de l'épaisseur du profil qui ne comporte plus qu'une horizon A unique reposant sur les matériaux grossiers.
- b) différenciation du profil en un horizon A 11 et un horizon A 12 ou A 12 (B) reposant sur les matériaux grossiers.
- c) différenciation de l'horizon B en un B1 et un B2 soit seulement par la couleur, soit par apparition d'un pseudo-gley à taches dans l'horizon B2.
- d) disparition des matériaux grossiers: l'horizon B repose sur la roche altérée friable.
- e) texture argilo-gravelleuse ou argilo-caillouteuse en A 11 ou en A 11 et A 12 (graviers et cailloux de roches plus ou moins altérées et de quartz): la structure peut être parfois polyédrique moyenne et petite en A 11.
- f) texture argilo-gravillonnaire dans les horizons A ou dans les horizons A et B: la structure est alors polyédrique moyenne et petite tant en A 11 qu'en A 12.

## A.2. Fertilité et utilisation

### A.2.1. Les éléments de la fertilité

#### 1. La texture

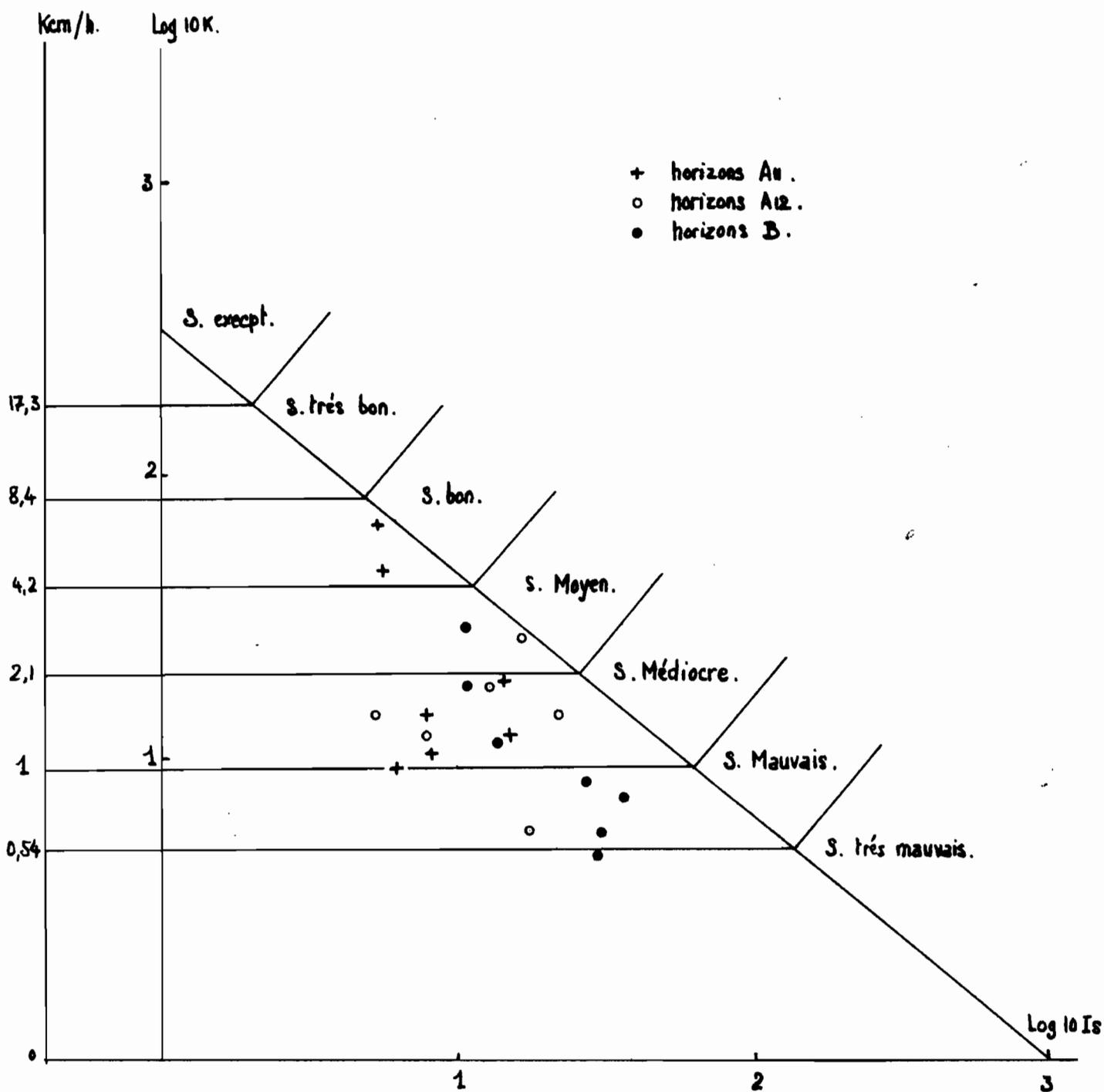
La figure n° 5 donne la composition granulométrique des échantillons prélevés. La texture est argileuse et argilo-sableuse avec des proportions appréciables de limon (fréquemment de l'ordre de 20 %). La fraction argileuse est abondante et les argiles du type 2/1 y sont encore bien à assez bien représentées (capacité d'échange calculée des argiles s'étalant de 20 à 80 méq pour 100 g.) Elle impose au sol certaines caractéristiques : induction de la formation de mull bonne capacité de cations, capacité de gonflement moins élevée que dans les Vertisols et se traduisant par la disparition des faces de glissement luisantes plus ou moins striées, macroporosité encore faible.

#### 2. La structure et la cohésion

Dans l'horizon superficiel A 11, la structure est le plus souvent prismatique grossière ou même large avec une cohésion des agrégats assez forte à forte. Elle devient ensuite relativement fine tant en A 12 qu'en B. Ces sols nécessitent donc seulement en ameublissement superficiel de l'horizon A 11 (10 à 20 cm environ). Mais les efforts de traction nécessaires au labour seront encore souvent élevés et non réalisables en culture non mécanisée. Le labour devra être suivi comme dans les Vertisols d'un pseudo - labour des-

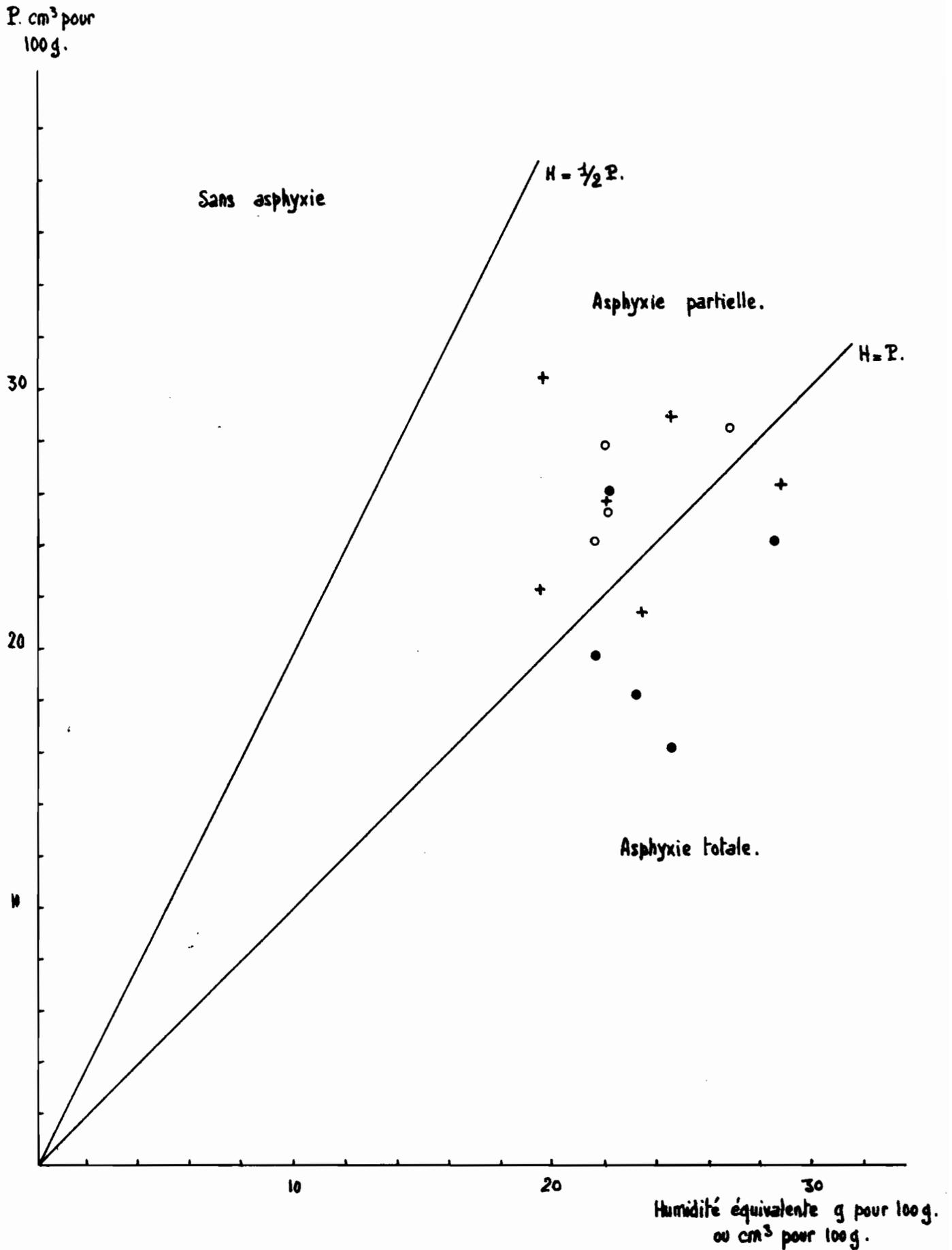
# Sols Bruns eutrophes vertiques. Fig. 6.

Indice d'instabilité structurale.  $I_s$ .  
 Coefficient de percolation  $K$  (d'après Hévin et Monnier.)  
 Stabilité structurale  $S$  (d'après Dabin.)



# Sols Bruns eutrophes vertiques. Fig. 7.

## Porosité des mottes.



devant l'abondance d'une fraction argileuse possédant encore une capacité de gonflement non négligeable la stabilité de la structure existante ou créée par les façons culturales est encore ici une donnée fondamentale de la fertilité, car la dégradation de cette structure conduira comme dans le cas des Vertisols à une asphyxie souvent totale.

La figure n° 6 donne la stabilité structurale des échantillons représentatifs analysés.

Les points figuratifs des horizons A 11 se groupent surtout dans la classe des stabilités structurales moyennes avec cependant quelques échantillons dans la classe des bonnes stabilités structurales. Comme dans les Vertisols, les horizons A 12 se groupent essentiellement dans la classe des stabilités structurales moyennes. L'amélioration la plus nette par rapport aux Vertisols portent sur les horizons B qui se partagent entre les classes des stabilités structurales moyennes et des stabilités structurales médiocres.

### 3. La porosité

La figure n° 7 donne la macroporosité des mottes. Celle-ci est faible à nulle dans les horizons A 11 dont les points figuratifs se partagent entre les zones à aphyxie partielle et à asphyxie totale avec prédominance cependant de la zone à asphyxie partielle.

Les horizons B se situent comme pour les Vertisols dans la zone à macroporosité nulle et asphyxie totale.

L'amélioration par rapport aux Vertisols porte sur les horizons A 12 qui se groupent dans la zone à asphyxie partielle et macroporosité faible.

Comme pour les Vertisols, la macroporosité est aussi pour les Sols Bruns eutrophes vertiques un facteur limitant de la fertilité. Son amélioration en surface est un impératif à réaliser grâce au labour et des apports de matière organique.

### 4. L'eau utile

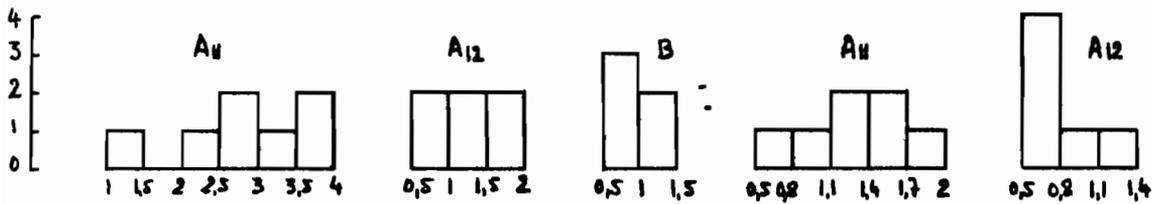
Ces sols ont encore une forte capacité de rétention de l'eau (humidité équivalente de l'ordre de 20-25 %) mais les points de flétrissement sont élevés et les quantités d'eau utiles faibles à moyennes en conséquence (3 à 10 %) tant en surface qu'en profondeur.

# Sols Bruns Eutrophes vertiques. Fig. 8.

a. Matière organique %

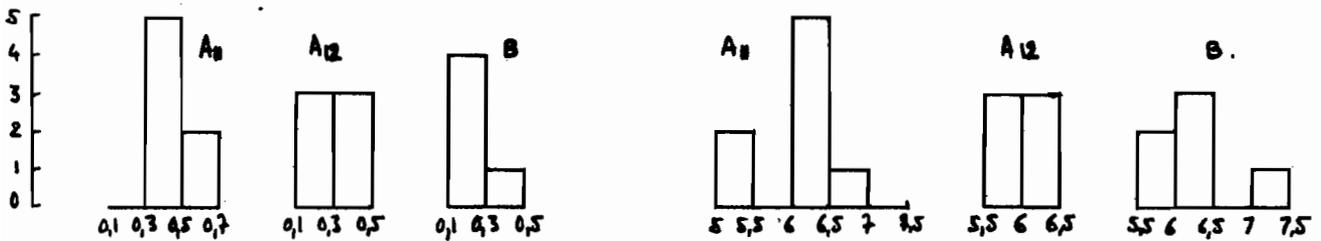
b. Azote %

Effectif

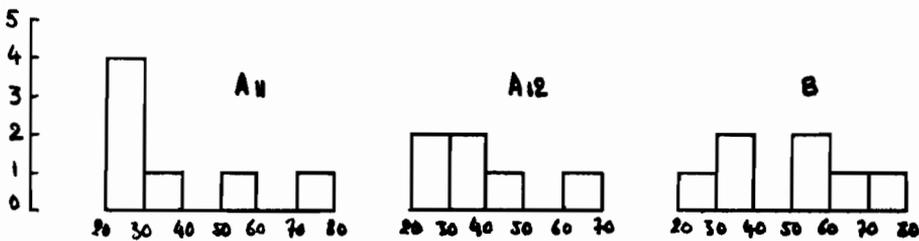


c. Phosphore: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ‰

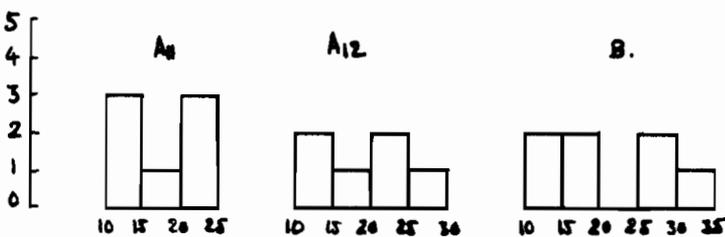
d. PH.



e. Capacité d'échange calculée de la fraction argileuse.



f. Capacité d'échange de la terre fine.



Il n'y a plus de discontinuité entre l'horizon et l'horizon B et le stock d'eau de profondeur est moins protégé contre l'évaporation.

Cependant, et comme pour les Vertisols, dans l'utilisation normale de ces sols en saison des pluies, c'est plutôt l'excès d'eau qui constitue le facteur limitant de la fertilité.

#### 5. La matière organique et l'azote

Les figures 8a et 8b donnent la répartition de la matière organique dans les horizons A 11, A 12 et B et de l'azote dans les horizons A 11 et A 12.

Les teneurs en matière organique sont bonnes en A 11 (1 à 4 %), elles se maintiennent encore à des valeurs relativement bonnes en A 12 (0,5 à 2 %) et en B (0,5 à 1,5 %). La matière organique est donc assez bien répartie dans l'ensemble du profil. Le rapport carbone sur azote, généralement de l'ordre de 12 et ne dépassant pas 14 dans les cas extrêmes, signale une matière organique bien évoluée.

Correlativement, les teneurs en azote sont bonnes en A 11 (0,8 % à 2 %). Celles des horizons A 12 restent bonnes pour des horizons non superficiels.

Ces teneurs en matière organique et en azote ne se maintiendront en culture que grâce à des apports compensant la minéralisation.

#### 6. Le phosphore (figure 8c).

Les teneurs en phosphore sont faibles à l'égard de l'azote (inférieur à 0,5 %) tant en surface qu'en profondeur. Seuls quelques échantillons de surface (A 11) ont des teneurs relativement moyennes (0,5 à 0,7 %). La déficience phosphatée est donc accusée par la bonne représentativité de l'azote et constitue donc comme dans le cas des Vertisols mais avec moins d'acuité, un facteur limitant de la fertilité. La fumure phosphatée est un impératif.

#### 7. Richesse en bases : complexe absorbant

Le complexe absorbant minéral est constitué d'argiles à capacité d'échange encore assez élevée: prédominance en A 12 et en B des valeurs supérieures à 30 méq pour 100 g et s'étalant jusqu'à 70 à 80 méq pour 100 g. La fréquence des valeurs comprises entre 20 et 30 méq pour 100 g augmente en A 11 mais le calcul est moins précis étant donné les bonnes teneurs en matière organique. Ces capacités d'échange supposent une représentation moyenne et parfois bonne des argiles du type 2/1.

En corrélation avec la bonne capacité d'échange des argiles l'abondance de la fraction argileuse et les bonnes teneurs en matière organique, la capacité d'échange de la terre fine est bonne à très bonne (10 à 25 méq en A 1, 10 à 30 méq en A 12 et 10 à 35 méq pour 100 g en B).

Le taux de saturation est presque toujours supérieur à 100 tant en surface qu'en profondeur (on note seulement quelques valeurs de l'ordre de 90 %) alors que les pH sont moyennement acides (5,5 à 6) et faiblement acides (6 à 6,5).

On observe parfois une acidification plus forte en A 11 (5 à 5,5) et une alcalinisation faible en B (7 à 7,5). Ce désaccord entre pH et taux de saturation a été déjà signalé à propos des Vertisols et nous admettons encore que le complexe absorbant est saturé ou proche de la saturation.

La somme des bases échangeables est donc élevée à très élevée et constitue la base de la fertilité de ces sols.

Les bases échangeables sont essentiellement constituées par le calcium et le magnésium. Le rapport Ca/Mg oscille autour de 2 en A 11. Il s'abaisse en A 12 et B où il est de l'ordre de 1,2 à 1,5.

Le sodium n'existe qu'en quantités négligeables (très souvent inférieures à 0,1 méq pour 100 g de terre et ne dépassant jamais 0,3 méq pour 100 g).

Les teneurs en potassium sont souvent moyennes à bonnes en surface (0,3 à 0,6 méq pour 100 g), mais elle s'abaissent parfois à des valeurs médiocres (0,1 à 0,2 méq pour 100 g). En profondeur (horizons A 12 et B) il y a une forte prédominance des valeurs médiocres (0,1 à 0,2 méq pour 100g) avec quelques valeurs moyennes (0,2 à 0,3 méq pour 100 g).

La fumure potassique n'est donc généralement pas un impératif mais elle est souhaitable.

#### A.2.2. Fertilité d'ensemble et utilisation

Comme pour les Vertisols la richesse minérale élevée (d'où leur vient le qualificatif eutrophe) confère à ces sols un haut potentiel de fertilité qui les rend aptes à porter les mêmes cultures.

Les teneurs en potassium s'améliorent par rapport aux Vertisols mais le niveau potassique demande parfois un relèvement, La déficience en phosphate par rapport à l'azote est assez bien caractérisée et presque généralisée.

Les caractéristiques physiques (structure et stabilité de la structure) s'améliorent nettement en profondeur par rapport aux Vertisols, et les risques d'engorgement s'en trouvent diminués. Mais l'ameublissement des horizons superficiels et l'amélioration de leur stabilité structurale restent un impératif.

Comme les Vertisols, les Sols Bruns eutrophes méritent une attention particulière et revaloriseront parfaitement les investissements qu'ils nécessitent.

Mais leur extension n'est pas suffisante pour envisager de grands projets de mise en valeur.

En culture traditionnelle, ils conviennent surtout au sorgho.

B. LES SOLS BRUNS EUTROPHEES HYDROMORPHEES SUR ALLUVIONS ARGILEUSES PLUS OU MOINS RICHES EN MINERAUX 2/1.

Ces sols ont une faible extension, ils sont limités principalement aux alluvions argileuses de la région de Dendifa. On peut en trouver des plages dans les alluvions des autres grandes rivières à l'Est du méridien 12° 20' Ouest.

B.1. Morphologie

La morphologie type est représenté par le profil BS 53.

PROFIL : BS 53

Situation: Sur la piste Bransan-Mamakono-Dendifa à 13,2 km du croisement avec la piste de Bransan-Sabodala.

Zone plane alluviale un peu brunâtre en surface à fourmilières fendillées.

Végétation : Savane arborée à Bauhinia sp. et Terminalia sp., arborescents avec Pterocarpus erinaceus. strate arbustive à Terminalia sp. Combretum sp. Bambous.

Description :

0 - 11 cm : gris brun; humifère; texture argilo-limoneuse; structure prismatique à cubique grossière à très grossière assez bien à bien développée; une structure polyédrique grossière à très grossière apparaît le long des fentes de retrait et à la base de l'horizon marquant alors le passage au suivant; cohésion des prismes très forte; bonne porosité d'origine biologique; peu de racines.

11 - 45 cm : brun gris avec dans le bas de très fines taches jaunes correspondant à de très petits éléments arrondis qui semblent devoir être de la roche altérée (on en trouve quelques plus gros qui sont incontestablement des fragments de roche altérée); humifère; texture argileuse; structure polyédrique grossière à très grossière à forte tendance prismatique bien à très bien développée, sous-structure polyédrique moyenne assez bien développée, surstructure prismatique moyenne à petite à tendance polyédrique devenant par endroits la structure première; assez nombreuses racines; les grosses racines courent horizontalement à la limite entre le premier horizon et ce deuxième horizon.

45 - 85 cm : brun gris clair dans le haut passant à brun gris très clair dans le bas, à nombreuses taches ocre rouille et aussi à nombreux minuscules fragments de roche altérée jaune à rouille; texture très argileuse; structure bien développée, prismatique petite à tendance polyédrique (7 x 6 x 5 cm environ) à sous structure prismatique très petite (5 x 3 x 2 cm) devenant par endroits la structure première, surstructure prismatique moyenne (17 x 12 x 8 cm environ), cohésion des agrégats élémentaires forte; porosité d'origine biologique faible (très fins pores tubulaires).

85 - 140 cm : brun gris très clair passant au beige, à nombreuses taches ocre rouille assez mal délimitées tendant à s'anastomoser; identique par ailleurs à l'horizon précédent.

Les variations autour de ce type portent principalement sur des variations du matériau en profondeur. Ce dernier peut être franchement polyphasé et devenir argi-sableux puis sablo-argileux en profondeur.

## B.2. Fertilité et utilisation

Exceptée la ségrégation ferrugineuse, les caractéristiques morphologiques et analytiques sont très proches de celles des Sols Bruns eutrophes vertiques:

- la fraction argileuse est abondante (30 à 40 %) et les minéraux 2/1 y sont encore bien à assez représentés (capacité d'échange calculée des argiles de l'ordre de 40 à 50 méq pour 100 g). Mais ici le limon est abondant (30 à 40 % dans les profils types) et la texture d'ensemble est argilo-limoneuse.

- la structure est identique en A11, elle s'élargit plus en A 12 et en B par rapport aux Sols Bruns eutrophes vertiques, mais elle reste comme dans ces derniers, nettement plus fine en A 12 et en B qu'en A 11.

La stabilité structurale est franchement mauvaise en surface (A11) malgré de très bonnes teneurs en matière organique (4 à 5 %); en A12 elle reste médiocre; en B elle s'échelonne de moyenne à mauvaise comme dans les Sols Bruns eutrophes vertiques.

La cohésion des agrégats est la même.

- la macroporosité est très faible ou nulle dans l'ensemble des horizons.

- la matière organique est plus abondante que dans les Sols Bruns eutrophes vertiques: de l'ordre de 4 à 5 % en A 11, 2,5 % en A 12, 1,5 % en A 13 ( B ) et 0,8 % en B1, elle est bien répartie sur une assez grande pro-

fondeur, mais elle est ici du type mal décomposé sous l'influence de l'hydromorphie (C/N de l'ordre de 16-17 en A 11, 14-16 en A 12, 12-14 en A 13 (B), 12 en B1). Les teneurs en azote sont bonnes (1,4-1,6 ‰ en A 11, 1 ‰ en A 12).

- les teneurs en phosphore sont bonnes encore un peu faibles à l'égard de l'azote (de l'ordre de 0,6 ‰), elles peuvent parfois être très bonnes en A 11 (1,2 ‰ dans le BS 531).

- la capacité d'échange de la terre fine, la somme des bases échangeables sont généralement élevées (supérieures à 20 méq pour 100 g); pH et taux de saturation sont les mêmes que dans les Sols Bruns eutrophes vertiques.

Mais de part leur position topographique et leur hydromorphie, ces sols ne peuvent convenir qu'à des cultures comme le riz mais ils ne sont pas suffisamment inondés pour la riziculture humide. Il faudrait prévoir des aménagements permettant leur inondation.

En utilisation à contre saison ils conviennent aux mêmes cultures que Vertisols et Sols Bruns eutrophes vertiques.

SECTION V - CLASSE DES SOLS A SESQUIOXYDES FORTEMENT INDIVIDUALISES ET A MATIERE ORGANIQUE RAPIDEMENT DECOMPOSEE

---

Sous-classe des Sols Ferrugineux Tropicaux - Sols Ferrugineux Tropicaux "lessivés" à concrétions et taches de pseudogley.

---

INTRODUCTION : Définitions

AUBERT (1964) donne des Sols Ferrugineux Tropicaux la définition suivante: sols très riches en sesquioxydes de fer individualisés repartis sur l'ensemble du profil, ou, le plus souvent, accumulés dans ses horizons inférieurs, caractérisés par leur couleur rouge, rouille ou ocre, ou par leur richesse en concrétions largement reparties.

Leurs minéraux argileux comprennent de l'illite en plus de la kaolinite. Ils ne comportent pas d'alumine libre. Leur complexe absorbant n'est que faiblement désaturé (S/T supérieur à 40 %)

Le groupe lessivé comprend les sols présentant un ou plusieurs horizons B enrichis à la fois en argile et en sesquioxydes de fer.

A cette définition générale, il faut ajouter quelques précisions propres aux régions étudiées. L'expérience des bassins versants des Voltas Blanche et Rouge, à évolution géomorphologique identique à celle des régions de la feuille de Dalafi a montré :

- que la fraction argileuse des Sols Ferrugineux Tropicaux est constituée exclusivement de kaolinite (100 %) avec seulement des traces d'illites.
- que les matériaux constitutifs de ces sols sont dérivés de matériaux à pédogénèse ancienne et très ancienne repris aux glacis quaternaires successifs.
- que les horizons B d'accumulation d'argile et de fer, les concrétions et taches ferrugineuses, ne sont pas dus à des phénomènes de lessivage dans un profil évolué en place, mais à la nature polyphasé des matériaux constitutifs en réalité à évolution en place faible (exceptée une hydromorphie plus ou moins accentuée en profondeur), au fait que ces matériaux dérivent de glacis anciens et qu'ils sont superposés aux restes plus ou moins en place de ces glacis (B. KALOGA, 1965).

Il ne s'agirait donc que de pseudoprofils "ferrugineux tropicaux lessivés" classés en ce qui concerne le Haute Volta en Sols à pseudogley de profondeur, et en ce qui concerne la feuille de Dalafi et pour des raisons d'harmonisation avec les cartes limitrophes, en Sols Ferrugineux Tropicaux "lessivés" à concrétions et taches de pseudogley.

#### A. FAMILLE SUR MATERIAU COLLUVIO-ALLUVIAL SABLO-ARGILEUX A ARGILO-SABLEUX.

##### A.1. Extension

Ces sols sont développés sur les matériaux de colmatage des axes de drainage des régions de roches acides non granitiques, situées grosso-modo à l'ouest du méridien 12° 20'W.

Ils sont souvent associés à des sols hydromorphes qui occupent la base des versants et le fond du lit et qui n'ont pas été cartographiés.

##### A.2. Morphologie

La morphologie de ces sols est relativement simple et homogène en ce qui concerne la différenciation des horizons d'après la matière organique, la couleur, la texture, la structure, la cohésion et la porosité, mais il existe une assez grande diversité dans les caractéristiques de la ségrégation ferrugineuse en profondeur, rattachée ici d'une façon générale au pseudogley. Il n'y a pas de profil typique quant aux caractéristiques du pseudogley. Ces dernières seront donc étudiées dans un paragraphe séparé.

##### A.2.1. Description généralisée

Le profil type, sans tenir compte des caractéristiques du pseudogley comporte :

1/ un horizon superficiel A1 de 10 à 20 cm d'épaisseur, de couleur gris brun clair (10 YR 6/2) à brun gris clair parfois brun (10 YR 5/3), brun gris 10 YR 5/2, gris brun (5 YR 5/2) ou gris (5 YR 6/1). La texture est sableuse légèrement argileuse avec une nette prépondérance des sables fins à très fins. La structure est peu développée, massive parfois à tendance prismatique induite par de fines fentes de dessiccation verticales. La cohésion est le plus souvent forte, elle devient quelquefois moyenne à faible et la structure prend alors une nette tendance particulière. La porosité, essentiellement d'origine biologique.

2/ un horizon A2, d'environ 20 à 25 cm d'épaisseur (variations: 10 à 30 cm); brun pâle à brun jaune pâle (10 YR 5/4) faiblement humifère, texture le plus souvent et déjà argilo-sableuse à sables fins dominants, parfois sablo-argileuse à argilo-sableuse ou argilo-sableuse à argileuse; structure massive, non développée ou le plus souvent prismatique large à grossière peu développée induite par des fentes de dessiccation verticales plus ou moins bien marquées; cohésion forte à très forte; bonne porosité essentiellement d'origine biologique et du type tubulaire.

L'épaisseur totale des horizons A (A1 + A2) varie entre 25 et 45cm.

3/ un horizon B1, d'épaisseur très variable (généralement 15 à 65 cm, mais pouvant atteindre quelquefois 75 à 110 cm); ocre, ocre jaune, ou ocre clair; argilo-sableux à argileux; structure non développée ou le plus souvent prismatique grossière à large peu développée, induite par des fentes de dessiccation verticales plus ou moins bien marquées; cohésion forte à très forte; bonne porosité essentiellement d'origine biologique (termites), du type tubulaire ou parfois grossière à très grossière (trous) pouvant aboutir à un aspect caverneux.

4/ un horizon B2, d'épaisseur très variable (généralement de l'ordre de 15 à 85 cm, mais pouvant atteindre parfois 110 cm), se différenciant du B1 soit seulement par l'apparition d'un pseudogley à concrétions ou (et) à taches, soit en même temps et le plus souvent par une couleur plus claire (ocre clair, ocre très clair, jaune, jaune pâle, rouge très clair), les caractéristiques de texture, de structure, de cohésion et de porosité restant généralement identiques à celles de B1.

Parfois le B2 se différencie en outre du B1 par une texture plus gravillonnaire (argilo-gravillonnaire), ou par une structure mieux définie ou (et) mieux développée: structure polyédrique grossière à petite peu développée à moyennement développée.

#### 2.2.2. Variations autour de cette morphologie type

Les variations autour de ces types modaux sont :

- a) la présence assez fréquente d'un horizon de transition A<sub>3</sub>B soit bien individualisé (environ 10 à 30 cm d'épaisseur), soit constituant le sommet de l'horizon B1. La couleur est brun jaune à brun jaune pâle, ocre brunâtre, ou ocre à aspect ségrégatif produit par une pénétration humifère brunâtre selon les pores tubulaires. Les autres caractéristiques sont identiques à celles de B1.

- b) horizon A1 bien individualisé passant brusquement à un horizon du type A3B ou plus rarement à un horizon du type B1.
- c) apparition de taches et canalicules rouille en A 1 et A 2, en même temps ou non qu'un B beige blanchâtre: passage aux Sols hydromorphes.
- d) présence d'un horizon B unique (rare).
- e) présence d'un horizon B3 (parfois en même temps qu'un A3B).  
 Dans ce cas on peut avoir :
- a/ B3 à pseudogley, B1 et B2 sans pseudogley bien que le B2 puisse être souvent riche en gravillons ferrugineux et devenir même argilo-gravillonnaire, le B1 n'ayant que peu ou pas de gravillons. Il peut apparaître seulement parfois quelques rares taches ferrugineuses à l'emplacement lissé des gravillons dans la terre fine. Ce sont les caractéristiques d'un sol n'ayant pas fait l'objet de mouvement de fer dans les horizons B et ne relevant pas en conséquence de phénomènes d'illuviation tant d'argile que de fer en B.
- b/ B3 et B2 à pseudogley, se différenciant l'un de l'autre par les caractères du pseudogley, B1 sans pseudogley.
- c/ B3, B2 et B1 à pseudogley se différenciant les uns des autres par la couleur s'éclaircissant de B1 à B3 et par les caractères du pseudogley.
- f) la couleur de l'horizon B2 et parfois même du B1, qui peut devenir, sous l'influence d'un pseudogley actuelle intense, beige blanchâtre. Ce phénomène peut être induit par la présence d'une argile du type halomorphe en profondeur dans la région de Tourékounda.
- g) présence de carapaces diverses ou de cuirasse ancienne en profondeur.  
 Les carapaces sont soit du type ancien résiduel: Continental Terminal ou grès divers ferruginisés, rouges, ou à plages rouges, jaunes, blanc-jaunâtres, ou à grandes taches rouges parfois noires au centre anastomosées, soit du type subactuel:

carapace du type essentiellement constitué de gravillons ferrugineux, à squelette rouge à rouille anastomosé, à terre fine jaune pâle.

Les cuirasses sont le plus souvent du type ancien (cuirassement du moyen glaciaire): cuirasse ferrugineuse à induration très forte, massive de couleur brun rouge sombre, parfois rouge sombre à noirâtre avec parfois des canalicules ocre-rouille. Elles peuvent être du type subactuel: cuirasse ferrugineuse rouge à rouille essentiellement constituée de gravillons ferrugineux, induration assez forte.

Le passage à ces cuirasses et carapaces est toujours brutal. La discontinuité avec les apports sus-jacents est parfois soulignée par un lit gravillonnaire qui peut être non évolué (ségrégation ferrugineuse nulle ou très faible) ou en voie de cimentation mais seulement dans le bas, au voisinage de la cuirasse avec alors tendance à une carapace gravillonnaire très peu cimentée en fait (le haut du lit gravillonnaire et le B2 argilo-gravillonnaire ne manque pas de ségrégation ferrugineuse).

L'épaisseur totale du sol très souvent supérieur à 1,50 m - 1,70 m, peut se réduire dans certains profils sur cuirasse ou carapace à environ 1 m et même moins. Elle est en tous cas, bonne ou au moins suffisante.

### A.2.3. Les caractéristiques du pseudogley.

La ségrégation ferrugineuse a été rattachée, d'une façon générale au pseudogley. Mais ses caractéristiques sont très variables. La discussion de cette classification dépasse le cadre d'une telle notice. Signalons seulement que les concrétions n'apparaissent pas toujours formées en place, nombreuses d'entre elles sont très probablement des fragments de la carapace ancienne formée par le continental Terminal ferruginisé: distribution de ces concrétions parfois anarchique (par poches ou (et) jusqu'en surface), aspect souvent simplement enchassé dans la terre fine...

Certains horizons à pseudogley apparaissent en discontinuité d'évolution par rapport aux horizons sus-jacents dont ils sont parfois séparés par un lit gravillonnaire ou argilo-gravillonnaire peu ou pas ferruginisé. Ces horizons à pseudogley apparaissent ainsi comme à évolution postérieure à la mise en place des matériaux sus-jacents.

Selon les caractéristiques du pseudogley, on distingue :

1/ Les sols à pseudogley peu typique et très faible: quelques taches ou(et) concrétions ferrugineuses rouille, rouges, souvent localisées à l'emplacement lissé des gravillons dans la terre fine. Ces horizons à pseudogley reposent souvent brutalement sur le Continental Terminal ou les roches diverses ferruginisées(carapace ancienne).

2/ Les sols à pseudogley typique mais pas très intense :

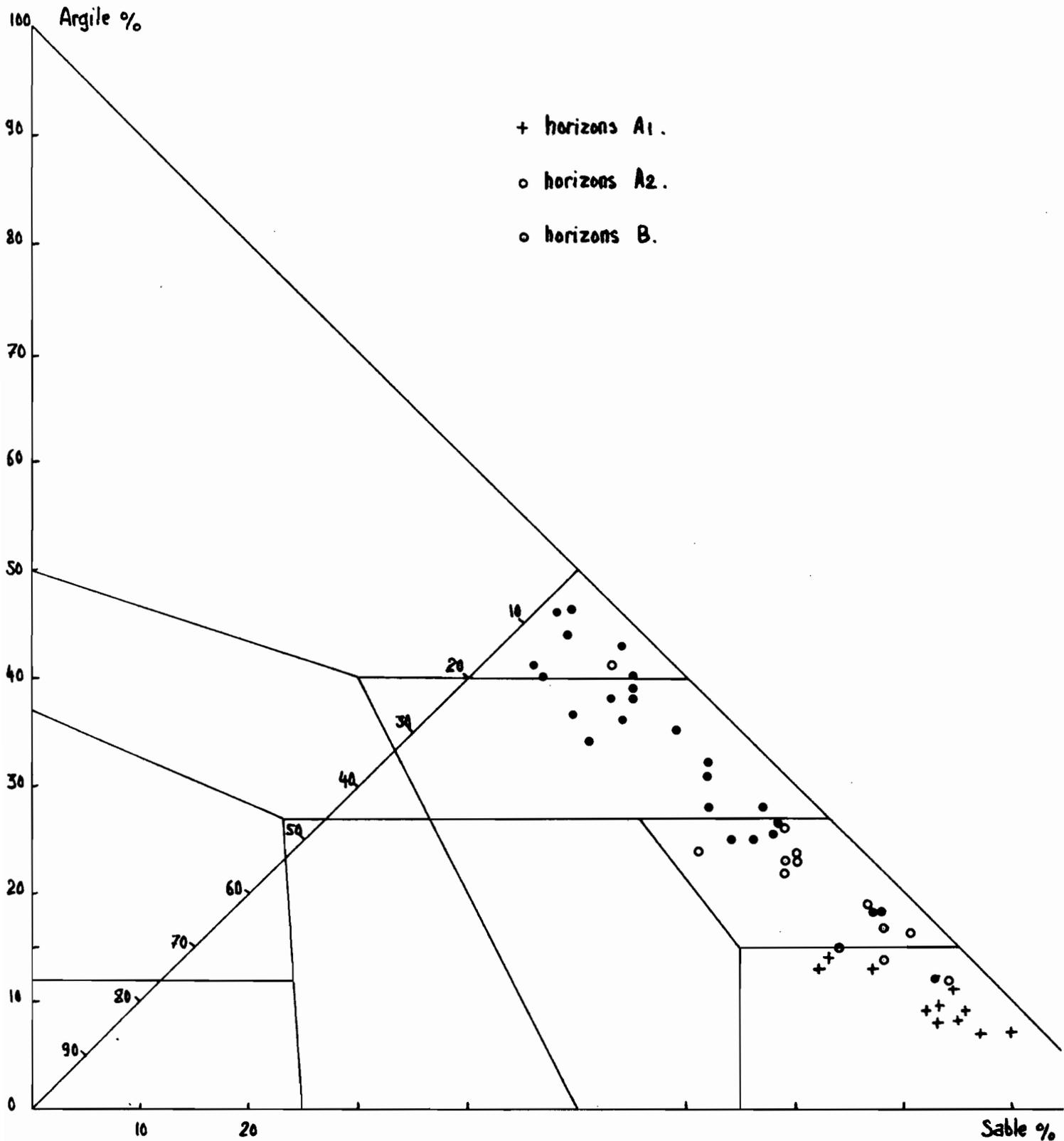
- a) à petites taches blanchâtres (parfois en canaux ou canalicules) et à taches rouille, rouges, avec ou non des concrétions ferrugineuses rouges le plus souvent cassables.
- b) dans un matériau gravillonnaire qui prend un aspect de carapace friable à taches rouille, rouges, mais à cimentation réelle très faible (taches non durcies).
- c) à petites taches blanchâtres et jaunes ou ocre diffuses
- d) à petites taches blanchâtres paraissant constituées par la surface de petits agrégats polyédriques bien individualisés à cassure rouge à rouille ou blanche à taches rouille.

3/ Les sols à pseudogley typique et intense à très nombreuses taches et concrétions ferrugineuses rouille, rouges, mal individualisées, anastomosées ou tendant à s'anastomoser, ou à taches blanchâtres et très nombreuses taches et concrétions jaunes, ocre, concrétions irrégulières, à nombreuses apophyses.

4/ Les sols à pseudogley actuelle très intense caractérisés:

- a) par un horizon B2 blanchâtre à très nombreuses taches et concrétions rouille, parfois noirâtres, parfois bien individualisées, et avec parfois des migrations de sables blanchis sur les faces des prismes. L'horizon B1 est ocre très clair à petites taches rouille plus ou moins nombreuses.
- b) <sup>ou</sup> par de très nombreuses taches et concrétions mouchetant le fond ocre dans l'horizon B1, et par un horizon B2 blanchâtre à très nombreuses taches et concrétions bien individualisées, cassables, avec niveau supérieur horizontal bien tranché.

Granulométrie.



5/ Les sols à pseudogley exclusivement ancien. Sont groupés dans cette catégorie un certain nombre de sols à profils ne se différenciant de ceux des sols précédents que par l'absence de ségrégation ferrugineuse. Mais ces sols reposent le plus souvent sur des carapaces ferrugineuses anciennes qui peuvent apparaître comme des horizons d'accumulation de fer, bien que le passage à la carapace soit discontinu et brutal. Ils peuvent reposer parfois sur des cuirasses anciennes.

Ces sols, dans la logique de la classification adoptée ici seraient à classer dans les Sols Ferrugineux Tropicaux très lessivés en argile, mais n'apparaissant pas lessivés en fer (présence de lit gravillonnaire peu évolué à la base du profil, passage brutal à la cuirasse ou à la carapace sans induction d'aucune ségrégation ferrugineuse même dans la zone de contact).

Etant donné que ces sols sont peu fréquents et que bon nombre des horizons à pseudogley énumérés plus haut doivent aussi beaucoup et même probablement parfois tout à la ferruginisation ancienne, il n'a pas été jugé nécessaire de créer un sous-groupe nouveau qui alourdirait la légende de carte.

### A.3. Caractéristiques analytiques: Fertilité et Utilisation

#### A.3.1. Les éléments de la fertilité

##### 1. La texture

La figure n° 13 donne la composition granulométrique des échantillons représentatifs prélevés. Elle apparaît constamment sableuse dans les horizons A1 (teneurs en argile de l'ordre de 6 à 15 %, teneurs en sables de l'ordre de 70 à 90 %), essentiellement sablo-argileuse dans les horizons A2, argilo-sableuse et argileuse dans les horizons B. Il existe un certain décalage entre cette composition granulométrique et la texture appréciée sur le terrain surtout pour les horizons A2. Cela provient de la forte dominance des sables fins et très fins faisant apparaître la texture plus argileuse.

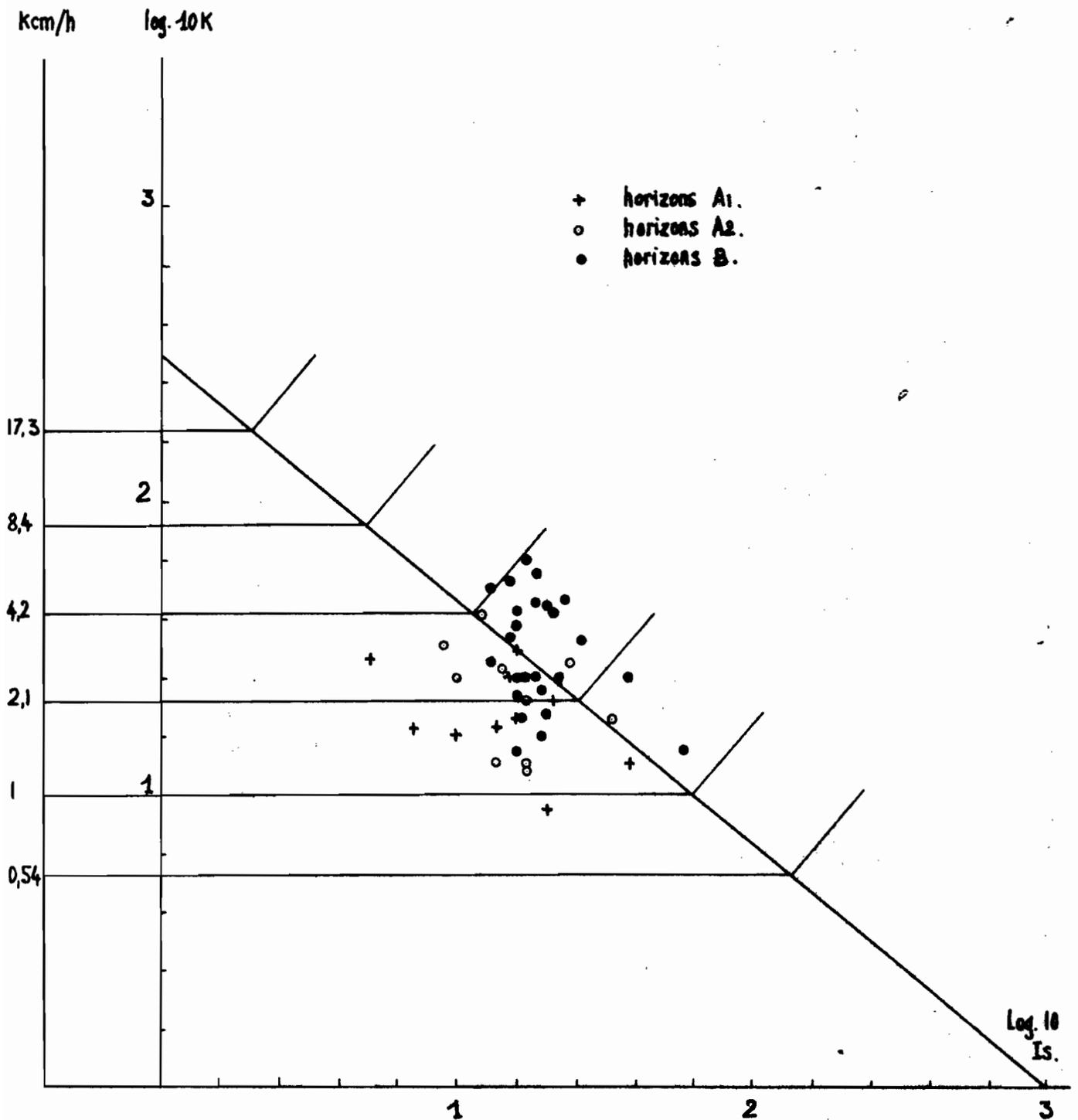
La fraction argileuse apparaît essentiellement ou exclusivement constituée par de la kaolinite (capacité d'échange calculée des argiles comprise entre 5 et 20 méq pour 100 g à quelques exceptions près: voir fig 16f). Les caractéristiques et sa distribution dans le profil imposent certaines caractéristiques agronomiques au sol:

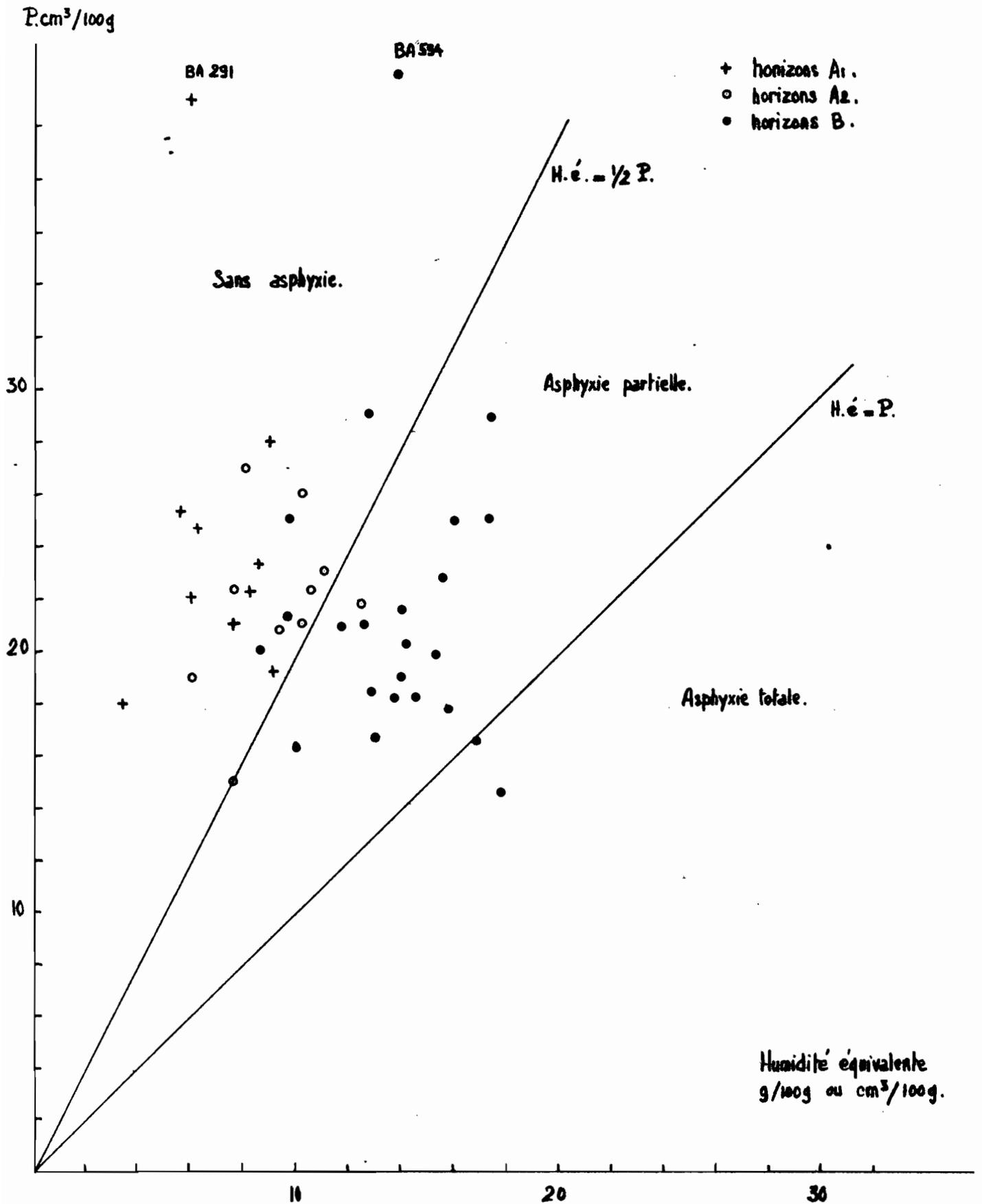
- la fraction minérale (argile) joue un rôle négligeable dans la capacité d'échange de cations des horizons superficielles. Cette dernière est assurée essentiellement par la matière organique dont les teneurs doivent être ramonées ou maintenues à de bonnes valeurs.

# Sols Ferrugineux tropicaux "lessivés"

Fig. 14.

Indice d'instabilité structurale  $I_s$   
Coefficient de percolation  $K$  (d'après Hénin et Monnier.)  
Stabilité structurale  $S$  (d'après Dabin.)





- la capacité d'échange de cations de la fraction minérale est faible dans l'ensemble du profil et la richesse en bases s'en ressentira beaucoup

- la forte prépondérance fréquente des sables fins et très fins induit des structures massives ou peu développées à tendance prismatique grossière à large et des cohésions fortes avec une porosité essentiellement assurée par l'activité biologique.

## 2. La structure, la cohésion et la porosité

D'une façon générale, la structure et la cohésion sont uniformes dans ces sols sur l'ensemble du profil: structure massive, ou peu développée à tendance prismatique grossière à large, cohésion forte.

La porosité est essentiellement assurée par les pores tubulaires de l'activité biologique et parfois par de véritables trous en profondeur. La porosité tubulaire d'origine biologique qui donne aux horizons A1 et A2 une bonne macroporosité (fig. n° 15), est une porosité discontinue et aléatoire qui ne peut garantir une véritable aération du sol. En profondeur, cette porosité d'origine biologique est essentiellement grossière et parfois très grossière: les mottes des horizons B ont une macroporosité moyenne (zone à asphyxie partielle, fig. n° 15).

La structure de ces sols est donc mauvaise. Les caractéristiques sont un obstacle à la bonne germination des semences, à la pénétration et au développement des racines. Un ameublissement devra être réalisé en surface et si possible en profondeur. Celui de surface est un impératif, le labour doit être suffisamment profond, mais la battance du sol interdit un emiettement poussé des mottes par le pseudolabour.

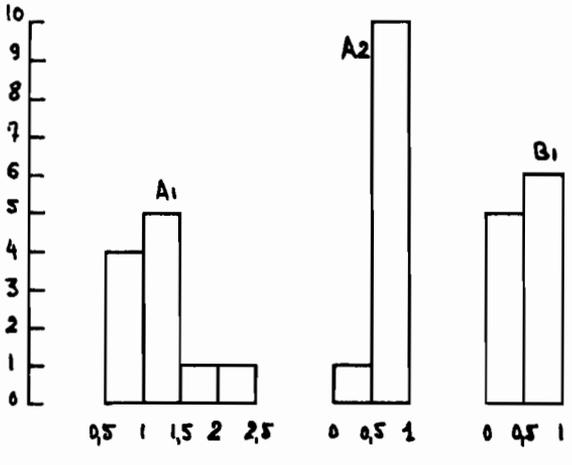
La stabilité de la structure (fig. n° 14) est médiocre en surface (horizon A1) et l'effet des façons culturales sera peu durables si un relèvement de la stabilité structurale, possible par des apports de matière organique, n'intervient pas.

Les horizons A2 se partagent entre les stabilités structurales médiocre et moyenne.

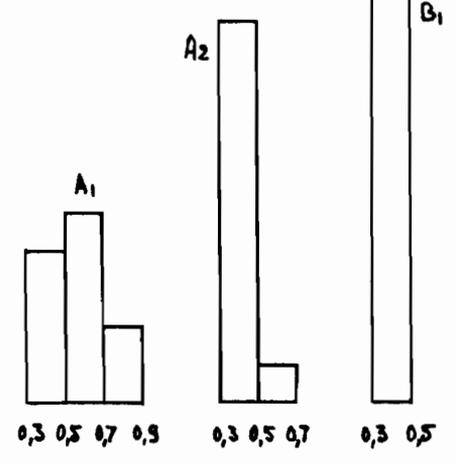
Les horizons B possèdent dans l'ensemble une stabilité structurale moyenne (bien qu'un certain nombre se classe dans la zone médiocre) et peuvent faire l'objet d'ameublissement relativement durable (sous-solage).

Sols ferrugineux tropicaux.

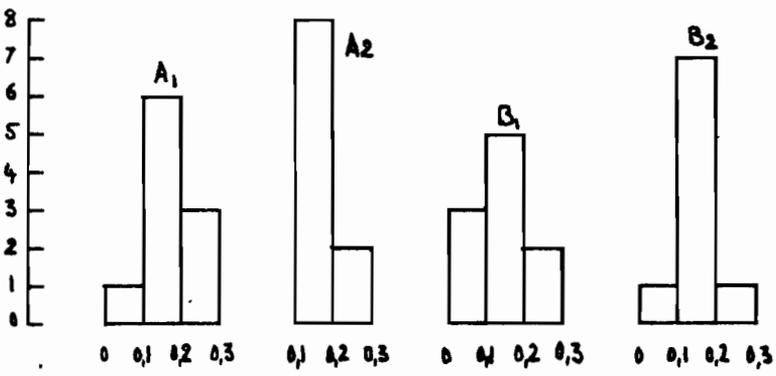
a. mat. organique %



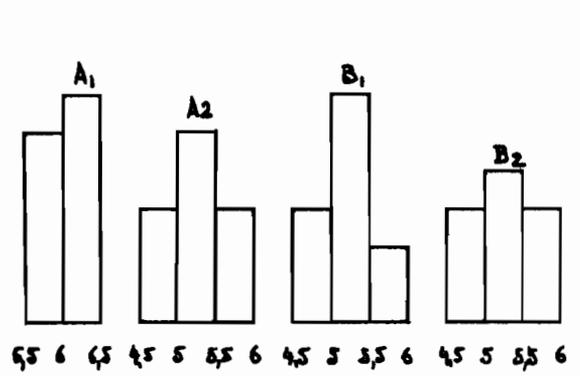
b. azote %



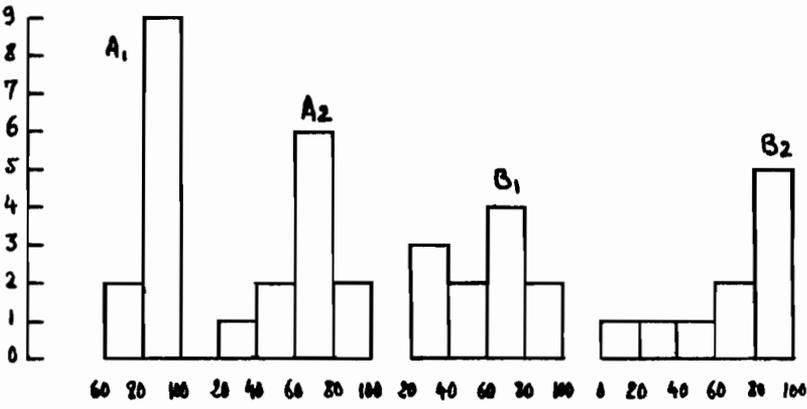
c. phosphore %



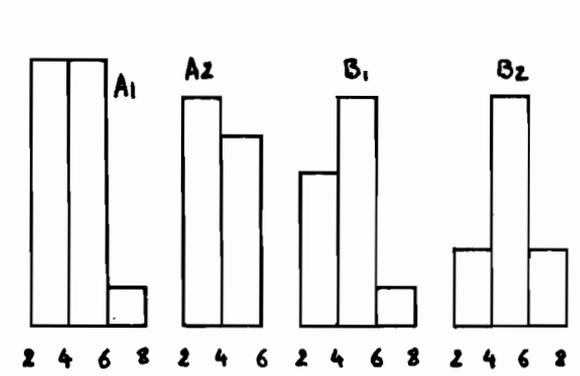
d. pH.



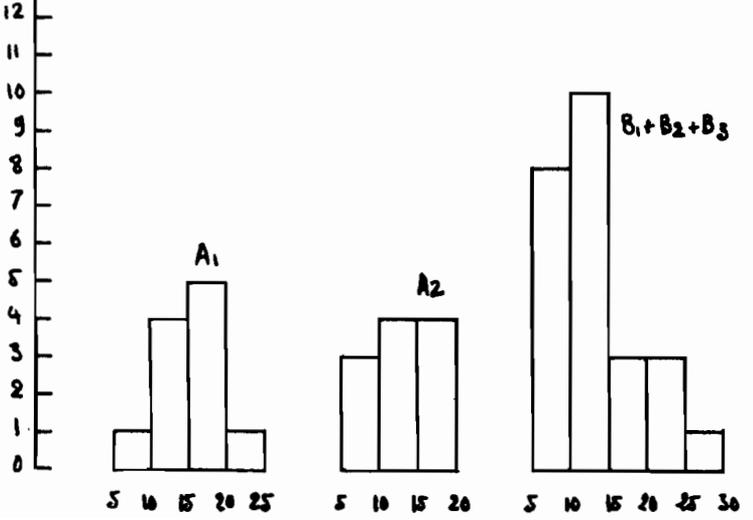
e. taux de saturation V en %



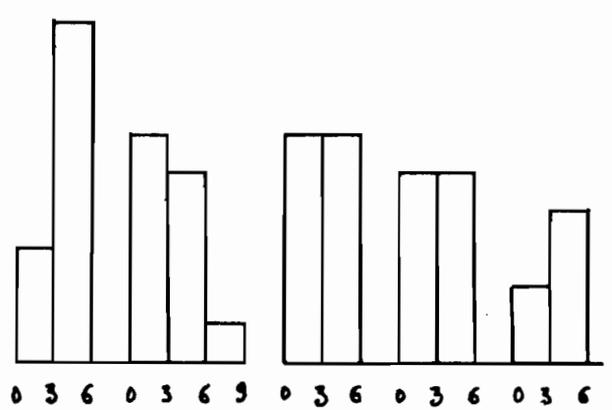
f. Capacité d'échange de la terre fine méq pour 100g.



g. Capacité d'échange (calculée) de la fraction argileuse en méq pour 100g.



Bases éch.



### 3. L'eau utile

Les quantités d'eau utile sont faibles tant en surface qu'en profondeur: elles sont le plus souvent inférieures et au mieux égales à 5 %.

L'influence de la matière organique contribue à donner aux horizons A1 des valeurs en eau utile équivalentes à celles des horizons A2 et B.

Mais les sols sont suffisamment profonds et sont mal drainés en profondeur, ils ont donc un stock d'eau suffisant.

Dans le système d'exploitation normale (en saison des pluies, la notion d'eau utile intervient principalement en début de saison des pluies. La capacité de stockage intrinsèque des matériaux constitutifs des sols étant faibles, il faut permettre aux premières pluies de s'infiltrer le plus profondément possible par un ameublissement superficiel.

### 4. La matière organique et l'azote (figs. n°s 16a et 16b)

Les teneurs en matière organique des horizons A1 se partagent entre les valeurs faibles (0,5 à 1 %) et les valeurs moyennes et bonnes (1 à 2,5 %). Le C/N indique une matière organique du type bien décomposé, il varie entre 10 et 13,5 dans les horizons A1. Corrélatives des teneurs en matière organique et du rapport C/N, les teneurs en azote se partagent aussi entre les valeurs faibles 0,3 à 0,5 ‰ et les valeurs moyennes et bonnes 0,5 à 0,9 ‰ (avec une prépondérance des valeurs moyennes 0,5 à 0,7 ‰).

Dans l'ensemble le niveau de fertilité en fonction de l'azote est donc faible à moyen et nécessite un relèvement de préférence par apports d'amendements organiques associés aux engrais minéraux.

### 5. Le phosphore (fig. 16c)

Les teneurs en phosphore sont très faibles tant en surface qu'en profondeur, elles sont toujours inférieures à 0,3 ‰ et le plus souvent de l'ordre de 0,1 à 0,2 ‰. Cette déficience phosphatée est accusée par une représentativité de l'azote souvent moyenne. Ces sols marquent une véritable carence en phosphore et la fumure phosphatée est un impératif.

### 6. Richesse en bases: complexe absorbant

Le complexe absorbant minéral est essentiellement ou exclusivement constitué de kaolinite, argile à faible capacité d'échange de cations. La fraction minérale est bien représentée en profondeur, mais en quantités pratique-

ment négligeable en surface où la matière organique assure pratiquement seule la fixation des cations.

Or, si les quantités de matière organique, du point de vue nutrition azotée et de façon toute relative peuvent être considérées comme fréquemment moyennes à bonnes, elles sont faibles à moyennes d'un point de vue absolue.

En corrélation avec ces caractéristiques, la capacité d'échange de la terre fine se partagent entre les valeurs faibles et moyennes (2 à 4 méq et 4 à 6 méq pour 100g, fig. 16f) dans les horizons A1, A2 et B1. Dans les horizons B2, elle prend une distribution de fréquences normales avec fréquence maximum élevée dans la classe 4 à 6 méq pour 100 g (valeur moyenne).

Le complexe paraît très proche de la saturation en A1: taux de saturation de l'ordre de 80 à 100 %. En A2, B1 et B2, les valeurs du taux de saturation sont très dispersées et vont de 20 (ou moins) à plus de 80 %; en A2 une fréquence maximum assez élevée apparaît pour la classe 60 à 80 % (complexe absorbant assez bien à bien saturé). en B1 les valeurs comprises entre 20 et 60 % augmentent en fréquence tandis qu'en B2 on constate une dominance plus nette des valeurs comprises entre 80 et 100 %.

La somme des bases échangeables se partagent entre les valeurs faibles (0 à 3 méq pour 100 g) et les valeurs moyennes (3 à 6 méq pour 100 g) en tendant à marquer les fluctuations du taux de saturation: les valeurs moyennes dominant nettement en A1, sont à égalité avec les valeurs faibles en A2, B1 et B2 et dominant à nouveau en B3 (fig. 16h).

Le pH (fig. 16d) n'est pas bien en accord avec le taux de saturation: il se partage entre les valeurs moyennement acides et faiblement acides en A1, tandis qu'en A2, B1 et B2 il prend une distribution de fréquences normale à classe moyenne franchement acide (5 à 5,5).

Les bases échangeables sont essentiellement constituées par du calcium et du magnésium. En A1, le calcium domine toujours largement sur le magnésium (rapport Ca/Mg variant de 1,7 à 4). En A2, B1 et B2 le calcium domine très souvent sur le magnésium (rapport Ca/Mg de l'ordre de 1,4 à 3) mais on observe aussi des cas où les teneurs en magnésium sont équivalentes ou supérieures aux teneurs en calcium.

Les teneurs en potassium sont souvent très faibles (inférieures à 0,1 méq pour 100 g), elles sont au mieux médiocres (comprises entre 0,1 et 0,2 méq pour 100 g).

En conclusion, la richesse en bases échangeables (cations échangeables) varie de moyenne à faible sur l'ensemble du profil, tandis que le pH indique une fertilité moyenne en A1 et plutôt faible en A2, B1 et B2.

#### A.3.2. Fertilité d'ensemble et utilisation

La fertilité chimique qui varie de moyenne à faible a besoin d'un relèvement de son niveau . Elle est dans tous les cas limitée par une carence en phosphore nette.

La fertilité des horizons superficiels s'abaissera rapidement lors de culture continue si le stock de matière organique n'est pas maintenu ou relevé.

La fertilité physique est médiocre et nécessite un ameublissement au moins en surface par des labours profonds dont on prolongera les effets en les associant à des amendements organiques.

Ces sols conviennent à l'arachide, au sorgho, et au coton, ce dernier nécessitant un relèvement du niveau de fertilité actuelle. Ces trois cultures réalisent un assolement correct.

Les caractéristiques physiques de ces sols les rendent sensibles à l'érosion. L'ameublissement du sol en favorisant l'infiltration diminuera les risques d'érosion en nappe.

## B. FAMILLE SUR MATERIAU ARGILO-SABLEUX A ARGILEUX PLUS OU MOINS LIMONEUX -

### B.1. Extension

Ces sols sont développés sur les matériaux de colmatage qui parsèment les grandes surfaces cuirassées peu disséquées, à aspect hydromorphe (cuirasse du moyene glacis), qui couvrent le Continental Terminal dans le quart Nord Ouest de la feuille.

Ils sont donc en juxtaposition avec les Sols peu évolués hydromorphes à pseudogley, faciès à hydromorphie d'ensemble sur matériau gravillonnaire plus ou moins limoneux à argileux, et avec les lithosols de la famille des cuirasses ferrugineuses.

Le caractère distinctif des matériaux constitutifs de cette deuxième famille des Sols Ferrugineux tropicaux par rapport à ceux de la première famille est leur relative richesse en limon. Ce caractère n'est pas absolu et certains de ces sols de colmatage des zones cuirassées sont à rattacher à la famille précédente.

### B.2. Morphologie

Le profil type comporte de haut en bas:

- a) un horizon superficiel A1 de 10 cm environ, gris, ou gris brun à gris brun clair, humifère, texture limono-argileuse à sablo-argileuse (sables très fins à la limite des limons); structure prismatique grossière à large moyennement développée individualisée par de fines fentes de retrait verticales; cohésion forte; porosité essentiellement d'origine biologique (type tubulaire) bonne.
- b) un horizon A2, de 30 cm environ, brun clair (10 YR 6/3), brun jaune clair (10 YR 5/4); humifère; texture argileuse à argilo-limoneuse avec de petits éléments ferrugineux à cassure rouge ressemblant à des concrétions mais en réalité très probablement allochtone; structure, cohésion et porosité identiques à celles de l'horizon A1.
- c) un horizon B de 40 à 50 cm environ, ocre clair à jaune pâle, à nombreuses concrétions rouges cassables dont beaucoup correspondent à des agrégats rouges, polyédriques, friables; texture argileuse; structure polyédrique grossière à petite moyennement

à assez bien développée; cohésion d'ensemble moyenne, cohésion des agrégats moyenne, bonne porosité essentiellement d'origine biologique (type tubulaire); le passage à l'horizon suivant est brutal.

- d) la cuirasse ferrugineuse ancienne, massive, rouge sombre à brun rouge sombre, cimentant parfois de nombreux gravillons ferrugineux; induration forte.

La nature polyphasée des matériaux constitutifs apparaît nettement. Ces matériaux correspondent en A1 et A2 à une sédimentation limoneuse récente tandis qu'en profondeur ils correspondent à un matériau argileux.

Les principales variations autour de ce type sont :

- a) horizon A2 différencié en deux horizons:
- un horizon A2 moins épais: 15 cm environ, brun clair plus gris dans le haut
  - un horizon A2 B, brun jaune pâle encore humifère.
- b) présence de lit gravillonnaire, parfois avec quelques cailloux de quartz à la base des matériaux recouvrant la cuirasse.
- c) profil réduit à A1 et A2 reposant sur la cuirasse.
- d) horizon B différencié en 2 horizons B1 et B2, le B1 se distinguant du B2 par une couleur un peu plus soutenue, l'absence ou la moindre abondance de concrétions ferrugineuses.
- e) structure polyédrique moins développée en B
- f) la présence au dessus de la cuirasse ancienne d'une carapace ferrugineuse soit gravillonnaire, soit constitué par un squelette rouge anastomosé incluant un réseau de terre fine jaune pâle.

### B.3. Caractéristiques analytiques. Fertilité et utilisation

#### B.3.1. Les éléments de la fertilité

Les résultats analytiques concernant les profils B A 8 et B A 33 sont typiques de ces sols.

Les caractères de fertilité sont voisins de ceux de la famille précédente, les différences portent sur :

FICHE ANALYTIQUE

Profil n° BA 33

N° Echantillon	331	332	333
Profondeur cm .....	0 - 12	12 - 43	43 - 76
2 mm % terre fine .....	100,0	100,0	100,0
Humidité % .....	0,75	3,55	6,97

ANALYSE MECANIQUE

Argile % .....	12,2	27,5	37,5
Limon fin % .....	14,7	12,5	9,7
Sables fins % .....	57,8	41,4	29,6
Sables grossiers % .....	15,9	12,3	15,6

MATIERE ORGANIQUE

Mat. org. totale % .....	1,17	0,68	0,47
Carbone % .....	6,79	3,94	2,70
Azote % .....	0,53	0,39	0,39
C/N .....	12,8	10,1	6,9

ACIDE PHOSPHORIQUE

P205 total % .....	0,12	0,14	0,17
--------------------	------	------	------

F E R

F203 libre % .....	8,5	11,6	34,0
F203 total % .....	14,7	17,8	54,3
Fer libre/Fer total % .....	58	65	63

STRUCTURE

TAUX (Alcool % .....	30,0	53,9	59,7
D'AGREGAT) Eau % .....	25,0	47,0	56,2
(Benzene % .....	18,2	14,1	17,7

BASES ECHANGEABLES ME POUR 100g DE SOL

Calcium .....	0,94	0,52	0,41
Magnésium .....	1,22	1,14	0,83
Potassium .....	0,03	0,04	0,06
Sodium .....	0,06	0,03	0,05
S .....	2,30	1,78	1,35
T .....	5,4	4,5	5,1
S/T = V % .....	43	40	26

ACIDITE ALCALINITE

pH eau .....	5,0	4,5	4,7
pH KCL .....	4,0	3,5	3,5

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Poids spéc. réel Mg 10 k .....	1,00	1,34	1,40
Poids spéc. appar. Mg 10 Is .....	1,40	1,18	1,23
Porosité % .....	16,2	17,8	-
pF 3 .....	9,6	12,3	16,7
pF 4,2 .....	4,6	8,3	12,0
Eau utile % .....	5,0	4,0	4,7
Instabilité structurale Is .....	2,54	1,50	1,68
Perméabilité Kcm/h .....	1,0	2,2	2,5

FICHE ANALYTIQUE

Profil N° B A 8

N° Echantillon	81	82	84
Profondeur cm	0 - 8	8 - 25	34 - 80
2 mm % Terre fine .....	100,0	100,0	100,0
Humidité % .....	0,94	3,58	5,95
CO <sub>3</sub> Ca % .....	—	—	—

ANALYSE MECANIQUE

Argile % .....	12,0	22,5	46,0
Limon % .....	24,7	23,5	14,7
Sables fins % .....	52,9	36,4	29,8
Sables grossiers % .....	11,0	11,3	15,9

MATIERE ORGANIQUE

Matière organique totale % .....	1,95	1,04	0,44
Carbone %° .....	11,3	6,0	2,5
Azote %° .....	0,90	0,49	0,32
C/N .....	12,6	12,2	7,8

ACIDE PHOSPHORIQUE

P2O <sub>5</sub> total %° .....	0,17	0,14	0,18
---------------------------------	------	------	------

F E R

F2O <sub>3</sub> libre %° .....	8,0	9,6	39,7
F2O <sub>3</sub> total %° .....	12,2	15,6	47,6
Fer libre/Fer total % .....	66	62	83

BASES ECHANGEABLES ME POUR 100 G DE SOL

Calcium .....	3,00	1,16	0,55
Magnésium .....	1,40	0,96	0,73
Potassium .....	1,10	0,70	0,09
Sodium .....	0,04	0,06	0,03
S .....	5,54	2,88	1,40
T .....	6,73	5,77	4,6
S/T = V % .....	82	50	30

ACIDITE ALCALINITE

pH eau .....	5,9	4,8	4,7
pH KCL .....	5,0	3,7	3,7

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 3 .....	11,5	13,6	15,1
pF 4,2 .....	5,1	7,7	11,1
Eau utile % .....	6,4	5,9	4,0

- a) des caractéristiques analytiques structurales encore plus médiocres en A1 et parfois en A2, et cela à cause de la plus grande richesse de ces sols en limon, les sables fins ayant toujours une forte prépondérance sur les sables grossiers.
- b) des caractéristiques morphologiques structurales plus favorables en B à la pénétration des racines, avec cependant des caractéristiques analytiques assez identiques.
- c) une capacité de stockage de l'eau plus élevée en A1 (influence des limons).
- d) un complexe absorbant plus acide, franchement acide), un taux de saturation moyen à faible, avec comme conséquence une richesse minérale faible sauf parfois en surface.
- e) un drainage tant externe qu'interne moindre.

### B.3.2. Utilisation

Ces sols conviennent surtout au sorgho. Les caractéristiques physiques et le drainage sont défavorables à l'arachide et coton. Ces deux plantes ne devront y être cultivées que moyennant un ameublissement stabilisé avec parfois en plus pour le coton un contrôle du drainage (billonnage).

## C. FAMILLE SUR MATERIAU SABLO-ARGILEUX A ARGILO-SABLEUX DERIVE DES GRANITES

### C.1. Extension

Cette famille de sols est limitée aux régions granitiques (granites à biotite) situées à l'Est de la longitude W 12° 20' et de part et d'autre de la piste Bransan-Baledji. Son extension est donc faible et en outre irrégulière car elle est en juxtaposition avec des cuirasses et des sols gravillonnaires.

Le matériau constitutif se distingue de celui des deux familles précédentes par une fraction argileuse généralement moins abondante et surtout par la granulométrie très grossière des sables qui passent fréquemment aux graviers.

### C.2. Morphologie

Le profil type très souvent gravelleux en surface (accumulation résiduelle) comporte de haut en bas :

- a) un horizon superficiel A1 de 10 à 20 cm environ, gris beige (gris brun clair), humifère; texture sableuse un peu argileuse ou limoneuse à sables très grossiers tendant à passer aux graviers avec souvent de petits gravillons ferrugineux; structure peu développée à tendance prismatique induite par de fines fentes de retrait verticales, ou structure massive; cohésion forte, parfois très forte; porosité essentiellement d'origine biologique et du type tubulaire variable: faible à bonne.
- b) un horizon A2, de 15 à 20 cm environ, beige, gris, brun clair à brun jaune clair (ocre clair brunâtre) ou brun gris clair (beige gris); faiblement humifère; texture variable: sableuse un peu argileuse à sablo-argileuse et même argilo-sableuse à sables très grossiers tendant à passer aux graviers; structure et cohésion identiques à celles de l'horizon A1 avec aussi de petits gravillons ferrugineux; porosité essentiellement d'origine biologique et du type tubulaire bonne.

L'épaisseur totale des horizons A (A1 + A2) est de l'ordre de 30 cm.

- c) un horizon B, de 20 à 50 cm environ, ocre à ocre clair, sablo-argileux à argilo-sableux à sables très grossiers comme dans les horizons A, avec souvent des gravillons ferrugineux; structure polyédrique à tendance nuciforme peu développée; cohésion d'ensemble forte; porosité essentiellement d'origine biologique et du type tubulaire.
- d) un horizon tendant à la carapace ferrugineuse, à taches rouges à rouille avec parfois quelques taches noires et des taches gris blanchâtre souvent anastomosées, fréquemment constituée dans un matériau grossier: gravillons ferrugineux avec graviers de quartz, mais aussi parfois dans les produits d'altération du granite.

L'épaisseur totale des horizons A et B est de l'ordre de 50 à 90 cm.

Les variations autour de ce type sont :

- a) horizon A1 plus riche en sables fins (apport récent se différenciant ainsi des matériaux sous-jacents).
- b) présence d'un lit gravillonnaire à ségrégation ferrugineuse très faible (quelques concrétions ferrugineuses rouges) entre l'horizon B et la carapace et qui souligne ainsi la discontinuité d'évolution entre les apports et la carapace qu'ils recouvrent.

- c) différenciation de l'horizon B en deux horizons B1 et B2, le dernier contenant quelques concrétions rouges qui sont probablement des débris de la carapace sous-jacente formée alors dans les produits d'altération de granite.

Le pseudogley, qui ne se manifeste ici que dans la carapace ferrugineuse semble être en discontinuité d'évolution avec les apports recouvrant la carapace, il est probablement du type subactuel (carapace du bas glacis).

### C.3. Caractéristiques analytiques: Fertilité et utilisation

#### C.3.1. Les éléments de la fertilité

Les caractéristiques analytiques sont les mêmes que dans la première famille. La seule différence devrait résider dans une amélioration structurale tant morphologique qu'analytique et qui n'existe pas car les sables réalisent plutôt avec l'argile un béton de sol. C'est ce que montrent les résultats analytiques concernant les profils BS 71 (moins typique quant à la proportion des sables grossiers: rapport sables fins sur sables grossiers oscillant autour de 1, mais contenant quand même des graviers de quartz) et BS 64 (typique de la famille: rapport sables fins sur sables grossiers de l'ordre de 0,3 à 0,6):

- caractéristiques analytiques structurales médiocres à moyennes: stabilité structurale à cheval entre les classes moyennes et bonnes à cause d'un coefficient de percolation faible de l'ordre de 0,5 à 0,8 cm/h en profondeur et 1,0 cm/h en surface (horizon de surface du BS 71 beaucoup plus riche en sables fins cependant, que dans la moyenne des sols).

- complexe absorbant à faible capacité d'échange (3 à 4 méq pour 100 g), moyennement acide (6,2 à 5,5), avec ici une remontée du pH en profondeur (6,0 à 6,2).

- taux de saturation variable en profondeur (36 à 95 %), bon en surface (85 %).

- somme des bases échangeables se partageant entre les valeurs faibles (inférieures à 3 méq pour 100 g) et faibles à moyennes (3 à 4 méq pour 100 g).

- teneurs en phosphore très faible (de l'ordre de 0,2 ‰)

#### C.3.2. Utilisation

Ces sols sont donc les mêmes caractères de fertilité et les mêmes utilisations que ceux de la première famille.

## SECTION VI. CLASSE DES SOLS HALOMORPHES

## Sous-Classe des Sols Halomorphes à Structure dégradée

Sols à "alcalis" non lessivés non ou peu salés (faible teneur en sels solubles) sur matériau argilo-sableux plus ou moins riche en minéraux 2/1.

INTRODUCTION : Définitions

Les Sols Halomorphes désignent des sols dont les caractères essentiels d'évolution sont :

- soit la richesse en sels solubles (conductivité de l'extrait de pâte saturée supérieure à 4 millimhos/cm à 25°).

- soit la richesse du complexe absorbant d'un de leurs horizons en ions (Na, K peut être Mg) susceptibles de provoquer la dispersion de l'argile, et l'apparition d'une structure massive, diffuse et d'une compacité très élevée  $(Na + K)/T$  est souvent supérieur à 15 % (AUBERT, 1964).

Les sols de la feuille de Dalafi relèvent du deuxième processus. Il s'agit d'une halomorphie d'origine pétrographique, le sodium provient de l'altération des minéraux de la roche-mère et se maintient dans le milieu d'altération qui en conséquence est très basique et à drainage déficient. Ce sont là par excellence les conditions de genèse des phyllites 2/1 et particulièrement de la montmorillonite. Ces sols sont donc associés au même complexe d'altération que les Vertisols et les Sols Bruns eutrophes. Mais ces matériaux halomorphes sont fortement remaniés et certains sont mélangés avec des matériaux du type kaolinitique, contiennent de nombreux gravillons ferrugineux et reposent parfois sur la cuirasse ancienne. Ils sont recouverts par des matériaux qui sont sableux lorsqu'ils sont peu épais, et qui lorsqu'ils sont très épais (40 à 50 cm), reproduisent un profil de sol ferrugineux tropical lessivé à taches et concrétions de pseudogley intense dû à l'imperméabilité de l'argile halomorphe sous-jacente.

Certains profils présentent l'aspect de sols lessivés à "alcalis", mais il ne s'agit pas d'un véritable lessivage, c'est-à-dire que les horizons superficiels sableux ne sont pas dus à un processus de lessivage, mais à un apport distinct du matériau halomorphe (teneurs en argile, en fer libre, en fer total plus faibles dans l'horizon B ou horizon à structure colonnaire que dans les horizons sous-jacents; parfois forte hydromorphie dans les matériaux

sus-jacent à l'horizon B, avec une couleur gris blanchâtre et un intense concrétionnement ferromanganifère prouvant bien que ces matériaux ne sont pas lessivés au profit de l'horizon B...). Outre ces considérations d'ordre analytiques, il faut tenir compte du concept géomorphologique générale de la région, qui est un concept d'apports récents polyphasés que l'on soit en zone kaolinique ou en zone montmorillonitique.

La place de ces sols dans la classification pose des problèmes qui ont été discutés lors des études en Haute-Volta (B. KALOGA, 1965 et 1966) et qui dépassent le cadre de cette notice. Rappelons seulement que l'imperméabilité quasi totale de ces sols et leur humectation très difficile dues à l'influence du sodium, limitent les possibilités de gonflement, donc de la structuration prismatique et en plaquettes à bases obliques patinées.

### A. Morphologie

#### A.1. Sols à recouvrement superficiel très faible ou nul (épaisseur inférieure à 10 cm)

Les profils typiques comportent de haut en bas :

- a) un horizon superficiel **A**, d'épaisseur très faible (6 à 10 cm); beige gris (brun gris clair) à beige, souvent à taches ocre pâle brun rouille, rouille et parfois gris blanchâtre diffuses faiblement humifère; sableux légèrement argileux; structure massive ou prismatique à cubique aplatie (tronquée à cause de la faible épaisseur de l'horizon) moyennement développée et induite par de fines fentes de retrait verticales; cohésion d'ensemble et cohésion des agrégats moyenne à faible; porosité le plus souvent du type alvéolaire (mie de pain), parfois du type tubulaire.
- b) un horizon **B<sub>1</sub>** (parfois A12 B) de 6 à 20 cm d'épaisseur; brun jaune, olive à olive pâle parfois brun gris à brun rougeâtre à aspect ségréгатif soit sous forme de taches jaunes paraissant plaquées sur la couleur de fond, soit sous forme de plages jaunes et plus rarement de taches gris blanchâtre et canalicules rouille; faiblement humifère; argilo-sableux; structure le plus souvent prismatique moyenne à grossière à nette tendance colonnaire assez bien développée et délimitée par des fentes de retrait verticales bien marquées, parfois polyédrique très grossière ou prismatique très mal développée: cohésion d'ensemble alors très forte; cohésion des agrégats très forte à exceptionnelle; porosité très faible.

- c) un horizon  $B_2$ , d'épaisseur variable, souvent de l'ordre de 40 à 80 cm, parfois plus faible (20 à 40 cm) parfois plus grande (80 à 100 cm); de couleur variable olive (5 Y 5/3) olive pâle (5 Y 6/3 à 6/4) brun olive (2,5 Y 4/4) brun olive clair (2,5 Y 4/4) brun olive clair (2,5 Y 5/4 à 5/6) brun-jaune (10 YR 5/4) brun jaune olive clair (2,5 Y 6/4); texture argilo-sableuse, argileuse, à sables fins et très fins paraissant en conséquence plus argileuse à l'appréciation sur le terrain; structure polyédrique moyenne, petite et grossière, parfois prismatique moyenne à petite en assemblage très compact avec une cohésion d'ensemble très forte à forte, une cohésion des agrégats très forte: structure en conséquence peu développée; porosité très faible.

Cet horizon  $B_2$  se différencie souvent en deux horizons par une couleur plus claire ou plus jaune dans le bas ou (et) par une structure polyédrique moyenne, petite et grossière ou prismatique moyenne et petite à développement moyen à assez bon dans la partie supérieure ou parfois dans la partie inférieure, la cohésion d'ensemble est alors assez forte à moyenne.

- d) un horizon  $B_3$  de couleur plus claire: olive pâle (5 Y 6/3 à 6/4) jaune pâle à brun jaune olive clair (2,5 Y 6/4 à 7/4)... à taches gris blanchâtre et rouille ou ocre, ou de couleur constituée de taches gris blanchâtre et jaunes, rouille ou ocre; texture identique à celle de  $B_1$ ; structure polyédrique ou prismatique très mal développée, en assemblage très compact avec une cohésion d'ensemble très forte donnant un ensemble à aspect massif; présence parfois de quelques faces obliques patinées mais en assemblage si compact qu'elles ne sont souvent décelables que dans le déblai, leur grand développement aboutit à la formation de Vertisols.

L'épaisseur de cet horizon est du même ordre que celle de  $B_1$ , mais les chiffres ne sont plus limitatifs car les profils n'ont pu être creusés que jusqu'à des profondeurs généralement faibles (100 à 150 cm environ) à cause de la très forte cohésion de ces sols.

La présence d'amas clacaires gris cendre ou blanchâtres ou (et) de nodules calcaires, plus ou moins nombreux, est fréquente à la partie inférieure de  $B_2$  et en  $B_3$ . On n'en trouve parfois dès l'horizon  $B_1$

Les variations autour de ce type sont :

- a) horizon A à texture plus argileuse: sablo-argileuse, argilo-sableuse, argilo-limoneuse; la couleur est alors gris brun foncé à brun gris, la structure prismatique grossière à large moyennement à assez bien développée, la cohésion des agrégats très forte devenant très forte à exceptionnelle pour les types sablo-argileux qui peuvent avoir une structure primastique peu développée. Plus rarement la structure peut être polyédrique grossière et moyenne très bien développée. L'horizon est halomorphe et passe directement à un horizon du type B<sub>2</sub>. Cette variation est fréquente.
- b) absence de l'horizon B<sub>3</sub> et parfois alors présence de faces patinées à la base de B<sub>2</sub>.
- c) ségrégation ferrugineuse dès l'horizon B<sub>2</sub>.
- d) présence d'une couche argilo-gravillonnaire (gravillons ferrugineux) à structure massive et à cohésion très forte entre B<sub>2</sub> et B<sub>3</sub>, à l'intérieur de B<sub>2</sub> ou à la base de B<sub>1</sub>. Elle est souvent plus ou moins riche en nodules calcaires.
- e) présence de gravillons ferrugineux en B<sub>1</sub>, de gravillons ferrugineux, de graviers et cailloux de quartz et de roche dans l'horizon B<sub>3</sub> qui peut devenir argilo-gravelleux.

La ségrégation ferrugineuse dans le matériau halomorphe n'est pas attribuable à <sup>une intensité</sup> d'hydromorphie, mais à des conditions d'oxydoréduction créées par les caractéristiques physiques du matériau (anaérobiose totale à la moindre humidification) et son pH élevé.

#### A.2. Les sols à recouvrement plus épais (épaisseur supérieure à 20cm)

Ces recouvrements sont soit des matériaux grossiers (graviers de roches, de quartz ou gravillons ferrugineux) soit des matériaux non halomorphes qui subissent un engorgement prononcé dû à l'imperméabilité quasi totale du matériau halomorphe sous-jacent, et qui marquent ainsi la discontinuité entre ce dernier et les apports sous-jacents (même quand ces derniers ont la même texture à la base que le matériau halomorphe). Cette discontinuité peut être soulignée par un lit de pavés et cailloux de roches, un lit ou une couche de gravillons ou (et) de graviers de roches et de quartz.

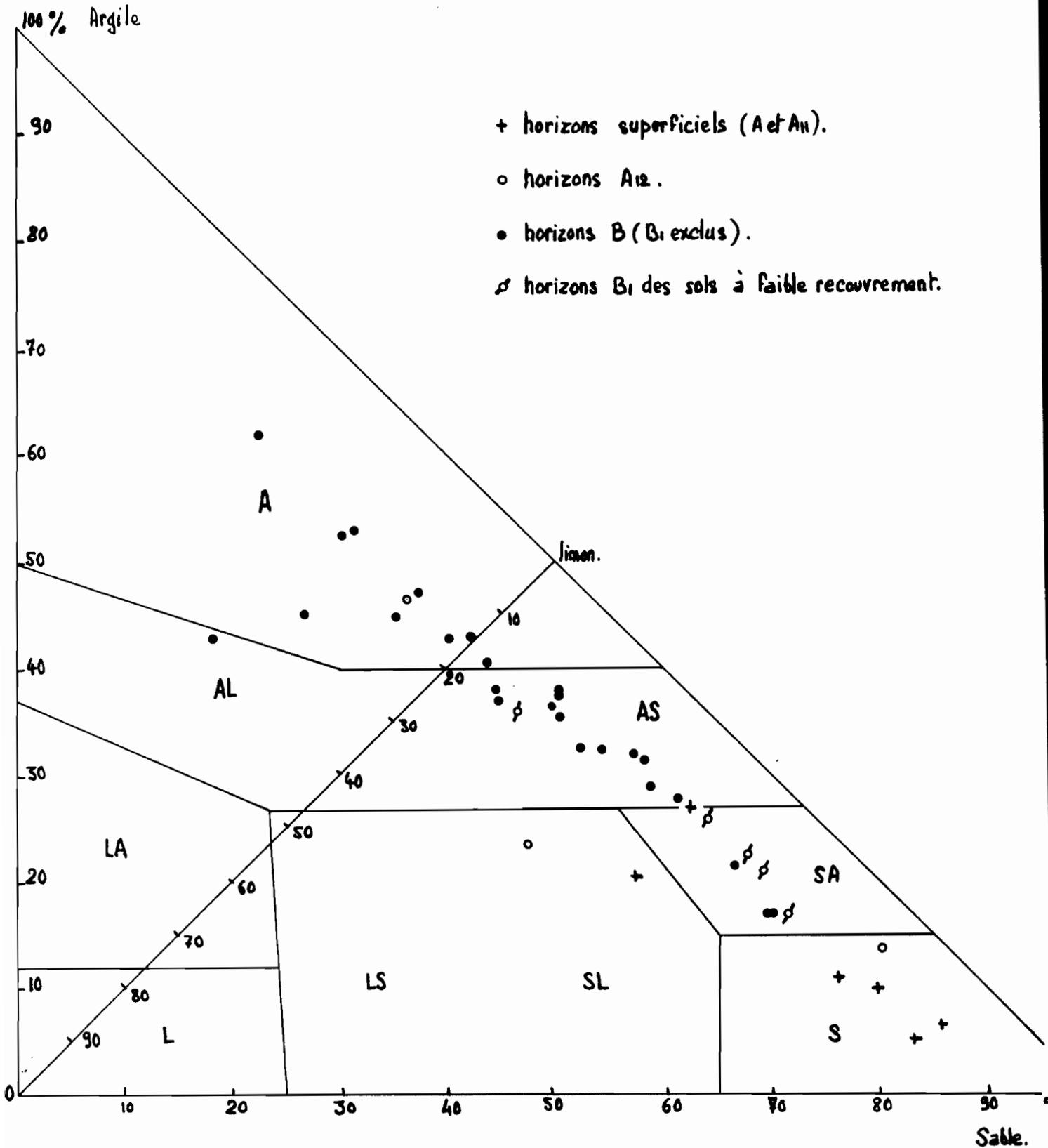
Par ailleurs, l'engorgement prononcé au-dessus du matériau halomorphe a une action sur le sommet de ce dernier, qui se traduit par une ségrégation ferrugineuse sous forme de taches gris-blanchâtre et de taches ocre ou rouille, une structure mieux développée (structure prismatique moyenne à grossière et parfois petite moyennement développée à bien développée), et parfois par un recouvrement de sables fins blanchis sur les faces des prismes.

Les profils typiques comportent de haut en bas :

- a) un horizon superficiel A11, de 10 à 15 cm d'épaisseur, gris beige ou beige à taches rouille ou ocre souvent mal délimitées, parfois en canalicules; parfois à petites concrétions ferromanganifères noires; paraissant faiblement humifère; à texture variable: sableuse à sablo-argileuse; à structure prismatique grossière induite par des fentes de retrait verticales plus ou moins bien marquées, à développement variable: bien développée à peu développée; cohésion des prismes variable: moyenne à forte.
- b) un horizon A12 (ou A12B), d'environ 15 cm d'épaisseur; paraissant faiblement humifère; soit essentiellement constitué de graviers et cailloux de roches et de quartz avec alors une couleur très hydromorphe, beige blanchâtre à gris blanchâtre et une cohésion faible, soit constitué par un matériau à texture argilo-sableuse de couleur beige clair, beige blanchâtre ou ocre très clair, à nombreuses taches rouille et ocre, concrétions ferrugineuse rouille ou ferromanganifères rouille à centre noir, une structure polyédrique moyenne à grossière moyennement développée ou parfois bien développée.
- c) un horizon B, halomorphe de couleur identique à celles des horizons P<sub>3</sub> des sols précédents: brun jaune olive clair, brun jaune pâle ... avec souvent dans le haut des taches gris-blanchâtre et ocre ou rouille mal individualisées. La texture est la même que dans les horizons des sols précédents. Il se différencie en deux horizons qui sont de haut en bas:
  - un horizon à structure polyédrique grossière à petite ou prismatique moyenne à petite bien développée ou parfois moyennement développée. Cet horizon peut constituer parfois l'ensemble de l'horizon B et reposer sur la roche altérée. Il peut en constituer aussi une fraction dominante. Dans ces deux cas, les horizons B se rapprochent beaucoup

# Sols Halomorphes . Fig. 9.

## Granulométrie.



de ceux des Sols Bruns eutrophes et ils peuvent correspondre à une diminution de l'halomorphie.

- un horizon à structure polyédrique ou prismatique en assemblage très compact, ou massive, avec une cohésion d'ensemble très forte à forte; on peut y trouver quelques faces obliques patinées. Cet horizon peut présenter une ségrégation ferrugineuse sous forme de taches gris clair et ocre mal délimitées; il présente fréquemment une accumulation calcaire sous forme d'amas ou (et) de nodules; il peut être prépondérant sur le précédent qui est alors limité à quelques 10 cm d'épaisseur. Il peut reposer sur une cuirasse ancienne sans aucun phénomène d'hydromorphie ni de ségrégation ferrugineuse dans la zone de contact: ce qui prouve l'imperméabilité totale de ces matériaux halomorphes.

Ces sols peuvent avoir des recouvrements plus épais comprenant en plus des horizons A11 et A12, un troisième horizon de couleur beige-blanchâtre ou gris blanchâtre à nombreuses taches ocre et rouille et à très nombreuses concrétions ferrugineuses rouille et ferromanganifères rouille à centre noir, à texture et structure identique à celles de A12.

La morphologie de ces sols illustre parfaitement le "polyphasage" des matériaux qui colmatent le bas-glacis.

## B. Caractéristiques analytiques: Fertilité et Utilisation

### B. 1 Les éléments de la fertilité

#### 1. Texture (fig. n° 9)

La granulométrie est essentiellement sableuse en surface et parfois sablo-argileuse à argilo-sableuse. Celle des deuxièmes horizons, A12 (sols à recouvrement plus épais B1 (sols à recouvrement superficiel très faible) est variable: sableuse à sablo-argileuse, sablo-argileuse, sablo-argileuse à argilo-sableuse et même argileuse. Celle des horizons B ( B1 exclus) est surtout argilo-sableuse et argileuse.

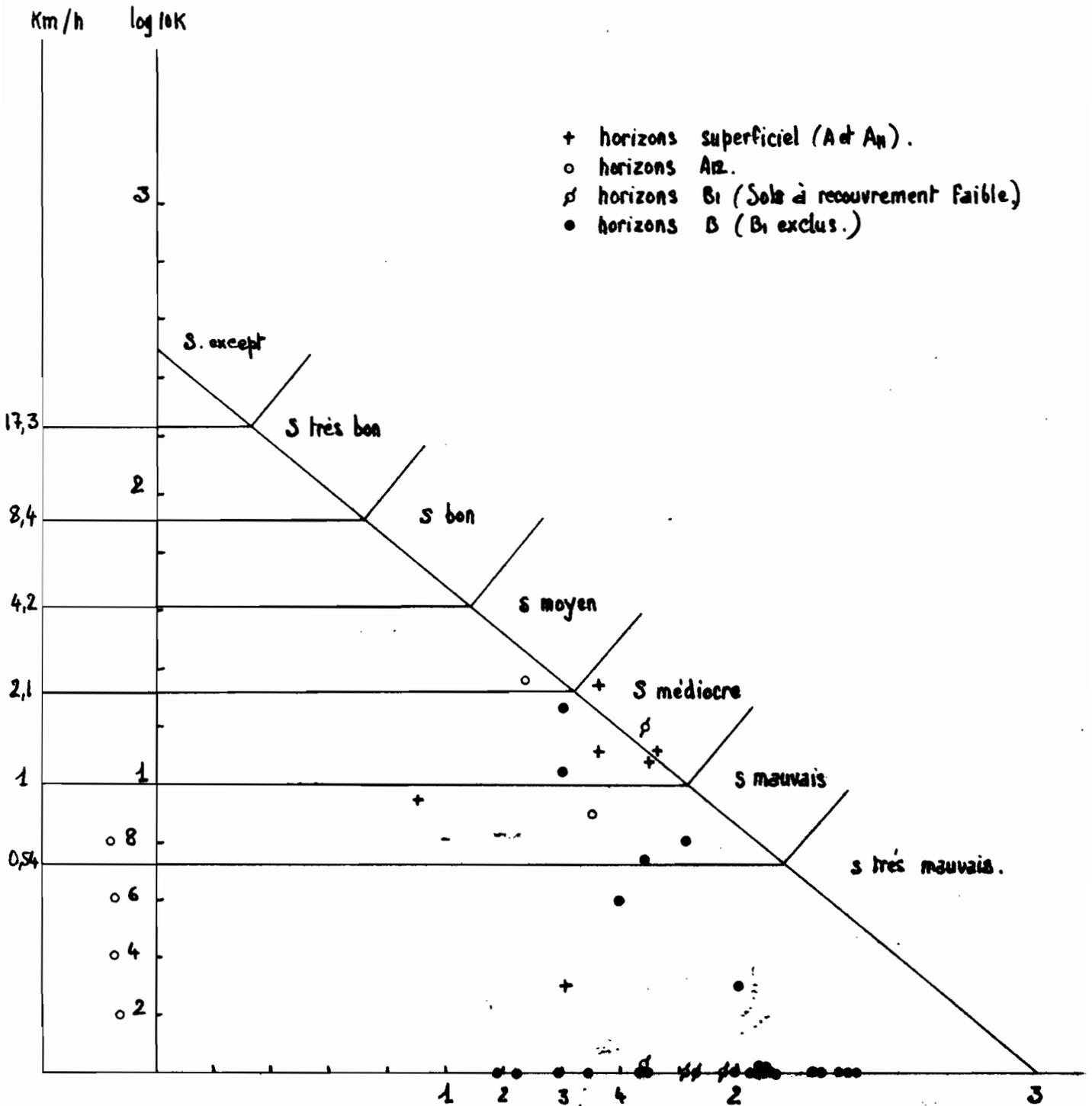
#### 2. Structure, cohésion et porosité

##### 2.1. Sols à recouvrement superficiel très faible ou nul

Les apports sableux superficiels peu épais qui recouvrent le matériau halomorphe ont typiquement une mauvaise structure (prismatique grossière à large ou massive) avec une porosité type alvéolaire (mie de pain) qui paraît moyenne à bonne (fig. n° 11) mais qui est inefficace et indique une très forte asphyxie, les cohésions sont souvent fortes à assez fortes.

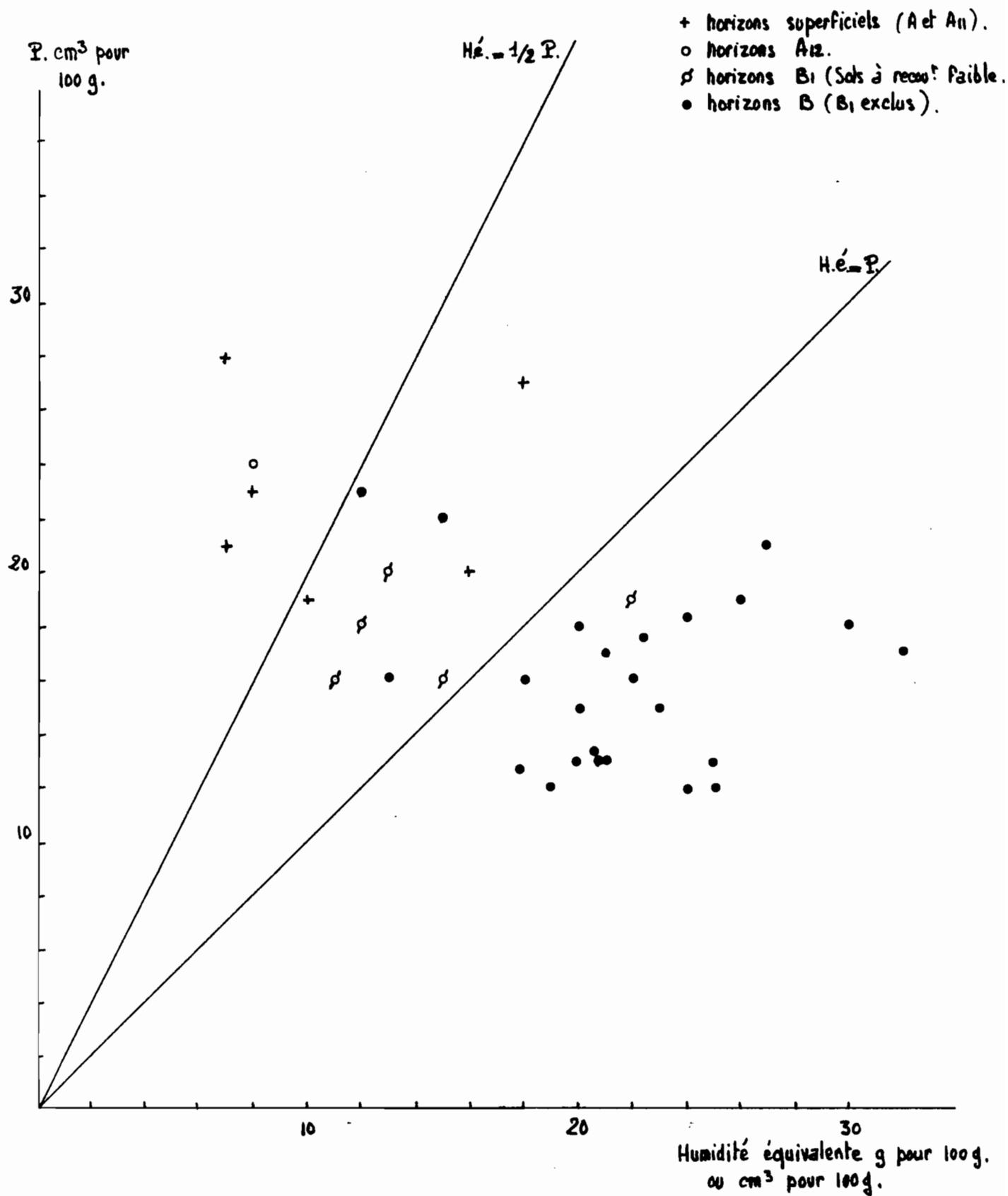
# Sols Halomorphes . Fig. 10.

Indice d'instabilité structurale  $I_s$ .  
 Coefficient de percolation  $K$  (d'après Hémin et Monnier).  
 Stabilité structurale  $S$  (d'après Dabin.)



# Sols Halomorphes . Fig. II.

## Porosité.



Les horizons B profonds ont typiquement des caractéristiques structurales très mauvaises: structure polyédrique ou prismatique en assemblage très compact avec une cohésion d'ensemble très forte; même lorsque cette structure acquiert un développement moyen ou bon, sa stabilité (fig. n° 10) reste toujours très mauvaise (Is souvent élevé et coefficient de percolation nul). Les horizons B<sub>1</sub> marquent une certaine amélioration de la structure tant morphologique (meilleur développement) qu'analytique (en ce qui concerne le Is), mais leurs caractéristiques structurales restent mauvaises; par ailleurs ils sont toujours en discontinuité avec les horizons sableux qui apparaissent n'avoir aucun lien avec eux et cette discontinuité se traduit par une discontinuité du régime hydrique.

En conclusion ce sont des sols quasi inutilisables à cause de leur très mauvaises caractéristiques structurales.

## 2.2. Sols à recouvrements superficiels plus épais

L'horizon superficiel A<sub>11</sub> a toujours une structure mauvaise (prismatique grossière à large ou massive), la cohésion généralement moyenne à faible permet un travail superficiel relativement aisée, la macroporosité (fig. n° 11) apparaît moyenne à bonne, mais la stabilité de la structure (fig.n° 10) est médiocre et le mauvais drainage crée des conditions asphyxiantes.

Les horizons sous-jacents non halomorphes sont soumis à un engorgement plus prononcé et parfois très intense qui leur donne des caractéristiques asphyxiantes. La stabilité structurale est médiocre bien que la structure soit morphologiquement moyenne ou bonne.

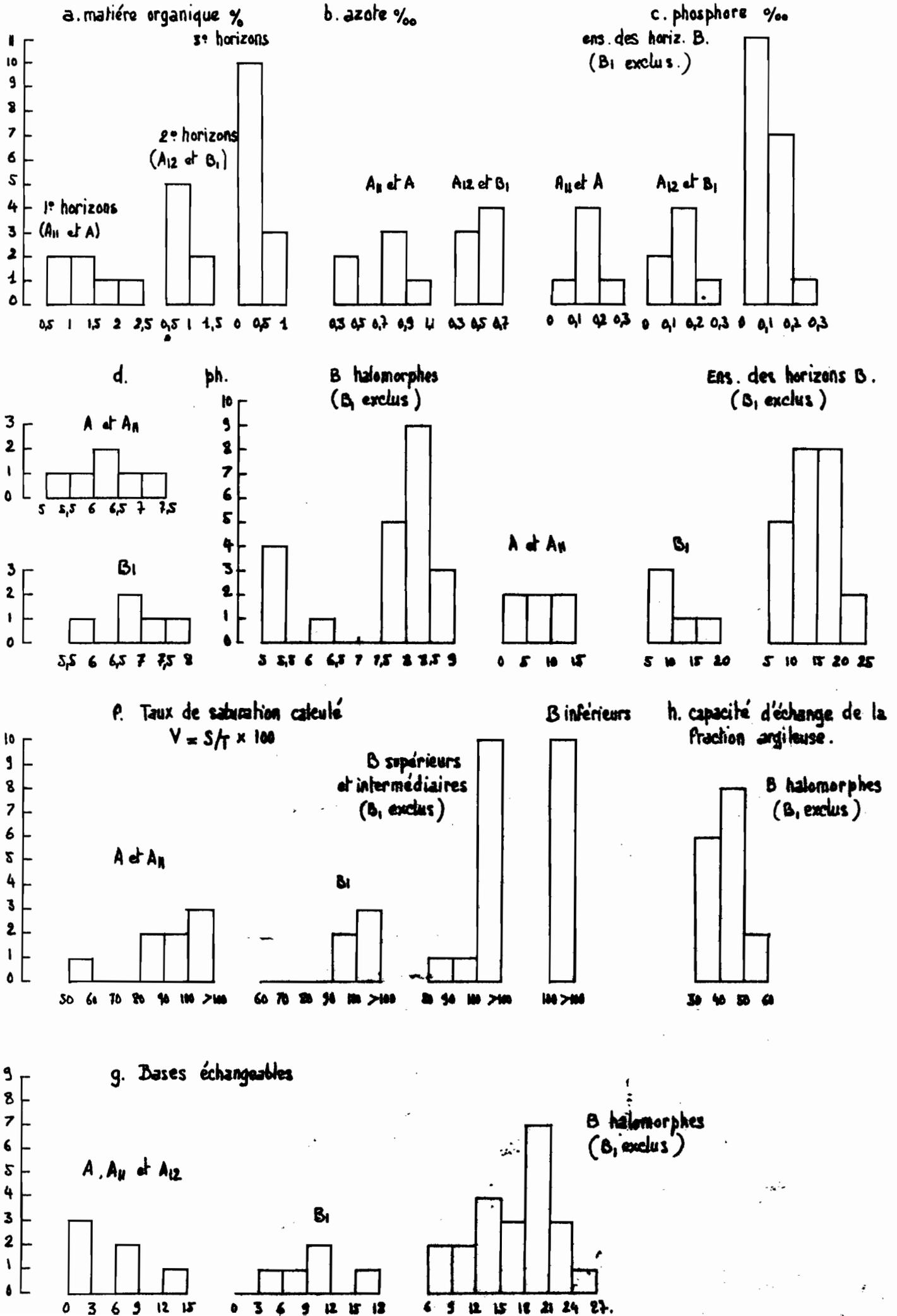
En profondeur le matériau halomorphe a les mêmes caractéristiques que précédemment.

## 3. L'eau utile

Dans les types à recouvrement très faible ou nul, la faible capacité d'humectation et la perméabilité nulle limitent les réserves en eau du matériau halomorphe qui se comportera comme un sol sec. Par ailleurs la couche sableuse se dessèchera très vite et ne sera pas approvisionnée en eau par le matériau halomorphe.

Dans les types à recouvrements plus épais, c'est l'engorgement de ces recouvrements par arrêt des eaux de drainage sur le matériau halomorphe qui constitue le facteur limitant mais par excès d'eau. Cependant lorsque ces matériaux ne sont pas très épais (40 à 50 cm), la difficulté de leur approvisionnement en eau à partir du matériau halomorphe en fera des sols à faibles réserves en eau.

B<sub>1</sub> désigne toujours le B supérieur des sols à recouvrement faible ou nul.



#### 4. La matière organique et l'azote (fig. 12a et 12b)

Les teneurs en matière organique des horizons (A ou A<sub>11</sub>) se partagent entre les valeurs faibles (0,5 à 1 %) et les valeurs moyennes et bonnes (1 à 2,5 %). Le rapport carbone sur azote (C/N) varie entre 10 et 13 et indique une matière organique bien décomposée. Corrélativement les teneurs en azote se partagent aussi entre les valeurs faibles (0,3 à 0,5 ‰) et les valeurs moyennes à bonnes (0,7 à 1,1 ‰).

Dans les deuxièmes horizons (A<sub>12</sub> des sols à recouvrement épais et B<sub>1</sub> des sols à faibles recouvrement), les teneurs en matière organique et en azote suivent celles des horizons superficiels avec une baisse normale.

#### 5. Le phosphore

Les teneurs en phosphore sont très faibles tant en surface qu'en profondeur, elles sont toujours inférieures à 0,3 ‰ et le plus souvent comprises entre 0 et 0,2 ‰. Ces sols marquent donc une véritable carence en phosphore.

#### 6. Richesse en bases : complexe absorbant

##### 6.1. La somme des bases échangeables

Il a été déjà signalé que ces sols appartiennent au même complexe d'altération que les Vertisols et les Sols Bruns eutrophes. La capacité d'échange calculée des argiles dans les horizons B halomorphes (fig. 12) comprise entre 30 et 60 méq pour 100 g avec fréquence plus élevée dans la classe 40 à 50 méq pour 100 g, témoigne en effet d'une bonne représentativité des argiles du type 2/1 et particulièrement de la montmorillonite.

Il en découle que les horizons B halomorphes ont une richesse en bases échangeables qui se rapproche de celle des Vertisols (fig. 12g) et qui est le plus souvent de l'ordre de 12 à 25 méq pour 100 g avec fréquence maximum élevée dans la classe 18 à 21 méq pour 100 g.

Les valeurs de la somme des bases échangeables sont beaucoup plus variables en A ou A<sub>11</sub>, en A<sub>12</sub> à cause des phénomènes de recouvrement: on y trouve encore beaucoup de valeurs bonnes qui sont attribuables aux horizons A ou A<sub>11</sub> sablo-argileux à argilo-sableux ou argilo-limoneux (6 à plus de 15 méq pour 100 g.). Les teneurs faibles et moyennes (0 à 3 et 3 à 6 méq pour 100 g) sont attribuables aux horizons A<sub>11</sub> et A<sub>12</sub> des sols à recouvrement plus épais. Dans les horizons B<sub>1</sub> des sols à recouvrements faibles ou nuls, on trouve des valeurs moyennes.

## 6.2. Le sodium

Les horizons B halomorphes, dont il existe au moins un dans chaque profil, ont des teneurs relatives élevées en sodium: le rapport du sodium à la capacité d'échange, le plus souvent supérieur à 12 %, est fréquemment de l'ordre de 20 à 40 % et plus. Ce rapport peut s'abaisser autour de 8 (7 à 9) dans certains horizons B.

Les horizons B<sub>1</sub> analysés ont des teneurs relatives en sodium souvent du même ordre qu'en profondeur, parfois un peu plus faibles.

Les horizons A sablo-argileux à argilo-sableux des sols à recouvrement très faible ou nul peuvent être halomorphes avec un rapport sodium sur capacité d'échange pouvant avoisiner celui des horizons B (19 %).

Il s'agit de sodium total (sodium échangeable + sodium soluble), mais les conductivités sont très faibles, de l'ordre de 100 à 150 micromhos au maximum à la base du profil soit 1 à 1,5 méq de sels solubles totaux où le sodium soluble ne peut même pas représenter 0,5 méq (chiffre qui inclut encore probablement du sodium échangeable hydrolysé), pour des teneurs en sodium total de l'ordre de 2 à 6 méq pour 100 g.

Il s'agit donc de sols à teneurs en sels solubles très faibles ou négligeables.

## 6.3. pH et taux de saturation

Les horizons B halomorphes constituent d'une part une population normale de pH (fig. 12d) avec classe moyenne à valeur élevée (8 à 8,5) et à fréquence élevée, et d'autre part des échantillons paraissant aberrants par rapport à la population normale et à pH acide et faiblement acide. Il s'agit pour ces derniers d'horizons B intermédiaires appartenant à deux profils à halomorphie plus faible à structure bien développée tendant vers les Sols Bruns eutrophes. Dans tous les cas le pH est toujours supérieur à 7 à la base des profils et y est souvent compris entre 8 et 8,5.

En A ou A<sub>11</sub> et B<sub>1</sub>, les pH acides (5 à 6) concernent les sols à recouvrement plus épais, tandis que dans les sols à recouvrement très faible ou nul, les pH sont faiblement acides à neutres et même parfois franchement alcalins.

Les taux de saturation toujours supérieurs à 100 dans les horizons halomorphes sont très rarement inférieurs à 80 % en A ou A<sub>11</sub>.

#### 6.4. Conclusion

La richesse en bases est bonne à très bonne dans ces sols, elle ne s'abaisse à un niveau faible ou moyen que dans les recouvrements épais qui semblent devoir être du type kaolinitique et qui constituent la seule portion utilisable de ces sols.

#### 7. Fertilité d'ensemble - Utilisation

Dans tous les cas, les mauvaises caractéristiques structurales constituent le facteur limitant de la fertilité de ces sols et empêchent leur utilisation dans leur état actuel pour les sols à recouvrement superficiel très faible ou nul qui ont pourtant une richesse minérale bonne à très bonne.

Dans les sols à recouvrement plus épais, les matériaux de recouvrement, non halomorphes utilisables, ont malheureusement une richesse minérale faible à moyen et surtout sont soumis à un engorgement souvent prononcé qui diminue beaucoup leur possibilité d'utilisation en excluant la culture de plantes sensibles à l'engorgement.

L'arachide et le coton sont à exclure. On peut y essayer le sorgho dont certaines variétés devraient convenir.

## SECTION VII. CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES

## Sous classe des Sols Hydromorphes Minéraux

Sols à pseudogley de surface ou d'ensemble à taches et  
concrétionsINTRODUCTION - Définitions

La classe des Sols Hydromorphes groupe l'ensemble des sols dont l'évolution est dominée par la présence dans le profil d'un excès d'eau au moins à certaines périodes.

Cet excès d'eau a des origines diverses (MAIGNIEN, 1959): intensité et répartition des précipitations, présence de nappes, position topographique et modelé géomorphologique, phénomènes d'inondation, facteurs sol (texture, structure, constituants argileux). Les principaux effets sur l'évolution du sol sont :

- a) l'accumulation très fréquente de matière organique à C/N élevé, à caractère acide dont l'intensité sert de base à la différenciation au niveau de la sous-classe (Sols Hydromorphes organiques et Sols Hydromorphes moyennement organiques et Sols Hydromorphes minéraux).
- b) l'individualisation et la ségrégation des hydroxydes de fer et de manganèse sous forme de taches, traînées, concrétions ou cuirasse. Les taches de fer sont du type oxydé (pseudogley) ou du type réduit (gley) selon le potentiel d'oxydoréduction du milieu
- c) la redistribution, parfois, du calcaire ou du gypse sous forme de nodules, de concrétions, de croûtes calcaires. Ces derniers caractères et ceux de la ségrégation ferrugineuse et mangani-  
fère servent de critères de différenciation des Sols Hydromorphes minéraux au niveau du groupe et du sous-groupe.

Outre ces trois manifestations de l'hydromorphie, nous avons constaté en zone soudanienne un quatrième processus: la structuration de certains matériaux argileux sous l'influence des alternances d'humectation et de dessiccation. Ce caractère n'a pas encore été acceptée dans la classification c'est la raison pour laquelle il ne figure ici qu'au niveau du faciès.

## A. FACIES MODAL

Il correspond aux sols caractérisés essentiellement par la ségrégation ferrugineuse et parfois manganifère.

### A.1. Famille sur alluvions argileuses diverses.

#### A.1.1. Extension:

Ces sols sont limités aux zones inondables qui bordent les grandes rivières le long desquelles ils ont été cartographiés. Leur extension est faible et diminue en conséquence leur intérêt.

#### A.1.2. Morphologie

Les alluvions tout en étant argileuses à argilo-limoneuses au moins en profondeur ne sont pas homogènes: elles sont plus ou moins riches en sables et en limon en profondeur et plus ou moins limoneuses ou limono-sableuses en surface.

Les conditions de l'hydromorphie ne sont pas les mêmes aux différentes stations. L'étude précise de ces sols relève du 1/10.000è et non du 1/200.000è.

En conséquence, il ne peut être question de morphologie type, mais d'exemple de morphologie.

Grâce à leur texture argileuse ces sols peuvent tendre à marquer la structuration qui caractérise le faciès structuré mais ici ce caractère n'est pas bien développé et n'est donc pas dominant.

#### Exemple de morphologie : Profil SK 1

situé dans la plaine alluviale inondable de la rivière de Sonfara, sur la piste Sonfara-Kaourou.

#### Description :

0 - 27 cm : taches gris clair et brun rouille foncé mal délimitées, mais régulièrement réparties et bien imbriquées, les taches gris clair sont surtout constituées par les revêtements de sables très fins blanchis dans les canaux et canalicules; paraissant faiblement humifère; limono-sablo-argileux à sables très fins; structure prismatique grossière moyennement développée induite par de fines fentes de retrait verticales; cohésion forte porosité tubulaire moyenne à assez bonne.

27 - 80 cm : taches rouille-brun ferromanganifères et taches beiges bien imbriquées, et bien réparties, les taches beiges sont constituées par de sables très fins blanchis; argilo-limono-sableux à sables très fins; structure cohésion et porosité identiques à celles de l'horizon précédent.

80 - 128 cm : taches beiges et taches rouille-brun marbrées de noir, bien imbriquées et bien réparties; argilo-limoneux; structure polyédrique très grossière et moyenne à très forte tendance prismatique moyennement développée, devenant par endroits tantôt assez bien développée, tantôt peu développée.

Les caractères d'hydromorphie sont très bien manqués dès la surface. Elles témoignent d'un engorgement très prononcé mais sans présence de nappe.

### A.1.3. Fertilité

Les caractéristiques analytiques signalent un sol à :

- teneur en matière organique (1,1 % en surface) et rapport carbone sur azote (12,7 en surface) normalement faibles pour un sol hydromorphe, mais ce caractère est fréquent dans les sols à hydromorphie temporaire des zones soudaniennes (KALOGA 1965, p. 195).

- teneurs en azote faible (0,5 ‰ en surface), et en phosphore très faible (de l'ordre de 0,2 ‰ en surface et en profondeur).

- richesse en bases bonne: somme des bases échangeables de l'ordre de 6 à 8 méq pour 100 g de terre. Cette richesse en bases est une caractéristique très fréquente de ces sols.

- pH acide (5,1 - 5,2 tant en surface qu'en profondeur) c'est aussi une caractéristique fréquente.

- stabilité structurale médiocre en surface comme en profondeur,

- Tendence asphyxiante même s'il était bien drainé.

C'est un sol qui aurait donc besoin d'un relèvement des niveaux d'azote et de phosphore.

Il conviendrait alors bien au riz mais l'inondation n'est ni régulière ni suffisante.

Avec une amélioration structurale en surface et des amendements organiques ils conviendront bien à la culture maraîchère en décrue.

## A.2. Famille sur matériaux argilo-sableux colluvio-alluvial

### A.2.1. Extention

Ces sols, d'importance faible, occupent généralement les fonds et parfois les bases des versants des axes de drainage colmatés par le matériau sablo-argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial sur lequel se développent les Sols Ferrugineux Tropicaux. Ils n'ont été cartographiés dans ce cas que lorsqu'ils ont quelque importance et individualisé.

Mais parfois, ils prennent plus d'extension comme dans la région de Kayan où ils débordent les fonds de rivières et occupent l'essentiel des matériaux de colmatage.

### A.2.2. Morphologie

Le matériau originel est en fait hétérogène comme dans les Sols Ferrugineux Tropicaux, il est assez souvent argileux en profondeur ou argilo-limoneux à argilo-sableux (sables très fins tendant au limon).

Exemple de morphologie: Profil BF 2 situé sur la piste de Baily-Ouamédaka à Galo, à 0,5 km de la première grande rivière (à la sortie de Baily-Ouamédaka) dans une large zone plane hydromorphe en surface. La végétation est une savane arborée à Terminalia sp. et Pterocarpus erinaceus avec Bauhinia sp. Gardenia sp.

Le profil se différencie ainsi :

- 0 - 11 cm : gris blanchâtre légèrement bleuté à canalicules ocre suivant les racines; humifère; limono-argileux; structure prismatique grossière à large moyennement développée; cohésion forte; porosité moyenne à bonne essentiellement d'origine biologique (racines et faune du sol).
- 11 - 34 cm : gris blanchâtre à très fines taches rouille qui correspondent souvent à la section de canalicules empruntées par les radicelles; encore humifère; argilo-limoneux; structure et cohésion identiques aux précédentes; bonne porosité souvent grossière essentiellement d'origine biologique.
- 34 - 57 cm : gris beige blanchâtre à beige blanchâtre par plages, à taches rouille pâle souvent mal individualisées, parfois rouille franc

et bien individualisées; présence vers le bas d'éléments ferrugineux de forme irrégulière à cassure brun foncé à brun rouge sans cortex; argileux à argilo-limoneux; structure non développée avec cohésion d'ensemble forte, par endroits structure polyédrique moyenne à développement moyen.

57 - 160 cm : beige blanchâtre à très nombreuses concrétions rouges (parfois à taches noires sur les cassures) cassables aux doigts, bien réparties (aspect moucheté); présence vers le haut d'éléments ferrugineux identiques à ceux de l'horizon précédent, non cassables aux doigts; terre fine argileuse à structure peu développée à tendance polyédrique mieux définie par endroits; cohésion d'ensemble forte.

160 cm : carapace ferrugineuse à squelette constitué de grandes taches rouges anastomosées avec inclusion de terre fine blanchâtre.

Les éléments ferrugineux non cassables aux doigts, à section brun foncé à brun rouge, situés à la base du troisième et au sommet du quatrième horizon sont très certainement d'origine allochtone et marquent une discontinuité d'origine entre ces deux horizons. Ils n'ont pas un caractère de généralité. L'hydromorphie bien prononcée sur l'ensemble du profil est plus intense en profondeur.

Les principales variations par rapport à cette morphologie sont:

- hydromorphie un peu moins prononcée en surface (horizon superficiel A1 moins blanchi) ou (et) moins prononcée dans le deuxième horizon qui peut ne présenter aucune ségrégation ferrugineuse alors que le A1 est gris clair bleuté à taches rouille pâle.

- à la base, horizon à taches rouille anastomosées parfois durcies en concrétions friables, mais ne formant pas une carapace.

- à la base, carapace ferrugineuse reposant sur la cuirasse ancienne massive à induration forte à très forte.

- texture sableuse ou sablo-argileuse à sables très fins en surface, argilo-sableuse puis argileuse à sables très fins en profondeur.

### A.2.3. Caractéristiques analytiques et fertilité

#### 1. Texture

Les deux profils ayant fait l'objet de prélèvements sont du type limono-sablo-argileux dans l'horizon de surface (16 à 22 % de limon, 11 à 13% d'argile; 62 à 63 % de sables fins et seulement 3 à 4 % de sables grossiers), argilo-limoneux à argilo-sableux en profondeur (25 à 35 % d'argile, 21 à 14% de limon).

#### 2. Structure - Porosité

Elle est mauvaise quant à sa morphologie. La stabilité est médiocre en surface (influence du limon et des sables fins), moyenne en profondeur. Le potentielle d'aération déjà faible (asphyxie partielle) est réduit à presque néant par l'engorgement.

#### 3. Matière organique, azote et phosphore

Les teneurs en matière organique des horizons de surface sont relativement moyennes (1,3 à 1,5 %), mais faibles pour des sols hydromorphes, le rapport carbone sur azote (14 à 19) témoigne d'une mauvaise décomposition qui se traduit par des teneurs en azotes faibles à moyennes (0,4 à 6 ‰). Dans le deuxième horizon il y a une baisse assez brusque de la teneur en matière organique (0,8 à 0,5 %).

Les teneurs en phosphore sont très faibles tant en surface qu'en profondeur (0,06 à 0,2 ‰).

#### 4. Complexe absorbant: richesse en bases

Les faibles capacités d'échange de la terre fine à l'égard des proportions d'argile (de l'ordre de 4 à 5 méq pour 100 g de terre) signalent un complexe absorbant minéral essentiellement kaolinitique.

Le taux de saturation se maintient à une assez bonne valeur dans les horizons de surface (71 et 73 %) malgré un pH franchement acide (5,1 et 5,3); corrélativement la somme des bases échangeables est plus forte en surface mais reste médiocre (3 méq pour 100 g).

Le taux de saturation s'abaisse ensuite dans les profils à des valeurs moyennes (50 à 60 % dans l'un des profils) ou moyennes et très faibles (47 % dans le deuxième horizon et 22 à 25 % dans les trois horizons suivants). Corrélativement, la somme des bases échangeables est plus faible en profondeur (de l'ordre de 2 méq pour 100 g lorsque le taux de saturation est moyen

et de l'ordre de 1 méq pour 100 g lorsque le taux de saturation est très faible). Un seul horizon de profondeur possède un assez bon taux de saturation avec une somme des bases atteignant 4 méq pour 100 g.

### 5. Fertilité et Utilisation

Avec une fertilité chimique médiocre et une fertilité physique médiocre mais rendue mauvaise par les phénomènes d'engorgement, ces sols sont d'une utilisation difficile. La culture ne peut s'y dérouler que sur billons, ce travail du sol sera accompagné d'un relèvement de la fertilité chimique par apport d'engrais minéraux complets et de la fertilité chimique et physique par apports de matière organique décomposée. Ces sols pourront alors convenir à l'arachide, au sorgho et dans le cas d'un bon billonnage au coton.

Dans leur état actuel, ils ne peuvent servir que de pâturages naturels.

## B. FACIES STRUCTURE

Il correspond aux sols où le phénomène de structuration est prépondérant ou très caractérisé, à l'égard d'une ségrégation ferrugineuse souvent sous forme de taches. Etant donné la rapidité avec laquelle peut apparaître la ségrégation ferrugineuse sous forme de taches et le caractère parfois fugace de cette ségrégation, les phénomènes de structuration ne peuvent être classés au niveau de la série à l'égard de celle-ci. Par ailleurs la structuration, pour peu que le matériau originel soit doué d'une certaine capacité de gonflement, (par une texture très argileuse ou (et) par la présence de minéraux 2/1) apparaît comme un processus fondamental de l'engorgement temporaire par le jeu des alternances d'engorgement et de dessiccation.

### B.1. Famille sur alluvions argileuses

#### B.1.1. Extension

Ces sols sont essentiellement limités aux zones inondables qui bordent les grandes rivières, et dans ces zones inondables aux alluvions très argileuses constituant des plaines d'inondation planes, essentiellement herbeuses (*Vetiveria nigriflora*) avec quelques *Myragyna inermis*. Ils sont souvent associés à la famille sur alluvions argileuses du faciès précédent bien qu'ils n'aient pas été cartographiés avec eux. Ils n'ont été cartographiés que lorsque leur extension et leur prédominance le permettaient.

B.1.2. Morphologie

Profil type: BA 87 situé dans la plaine d'inondation de la rivière Mayel-Samou sur la piste de Diana à Gamon, à 4,6 km de Diana.

Le profil se différencie ainsi :

- 0 - 12 cm : à taches ocre très dominantes et taches gris blanchâtre; paraissant faiblement humifère; argileux; structure polyédrique moyenne à grossière et petite bien à très bien développée; surstructure prismatique marquée par de fines fentes de retrait verticales; très bonne porosité assurée par la structure et par de très nombreuses racines d'herbes.
- 12 - 34 cm : constitué tantôt de taches jaunes dominantes par endroits, de taches gris clair paraissant être un voilage de sables très fins blanchis et de fines taches brun rouille diffuses, tantôt de taches ocre-rouille et brun-rouille, plus grandes, dominantes avec des taches jaunes et gris clair; les canaux de passage des racines sont bien lissés comme si la terre se moule sur les racines; argileux; structure tantôt polyédrique petite à grossière bien développée, tantôt prismatique grossière assez bien développée à sous structure polyédrique grossière moyennement développée; très bonne porosité tubulaire.
- 34 - 53 cm : constitué de taches brun rouille, grandes, mal délimitées, de taches gris clair à gris blanchâtre apparaissant très nettement comme un revêtement de sables très fins blanchis particulièrement dans les canaux et canalicules qui en sont littéralement tapissés, et de petites taches jaunes; argileux; structure tantôt polyédrique moyenne à grossière bien développée, parfois grossière à forte tendance prismatique, tantôt prismatique moyenne à grossière assez bien développée à sous structure polyédrique grossière à petite moyennement développée (pouvant devenir assez peu développée par endroits); bonne porosité tubulaire.
- 53 - 65 cm : littéralement constitué de revêtements de sables très fins gris-blanc voilant la couleur originelle; à travers ce gris-blanc apparaissent des taches ocre-rouille et brun-rouge; argileux; structure identique à la précédente, mais ici les agrégats polyédriques à cohésion faible à moyenne se réduisent en petits polyèdres.

65 - 126 cm : gris clair à petites taches rouille, nombreuses, tendant à s'anastomoser; argileux; structure polyédrique grossière à petite à forte tendance prismatique assez bien à bien développée, avec localement une structure prismatique plus grossière à sous structure polyédrique.

La cohésion d'ensemble est moyenne ou faible dans l'ensemble du profil malgré la texture argileuse et les fortes proportions de limons (de l'ordre de 30 %). L'hydromorphie, très bien prononcée sur l'ensemble relève d'un engorgement sans véritable nappe.

### B.1.3. Caractéristiques analytiques et fertilité

#### 1. Fertilité

La texture est toujours bien argileuse. L'analyse granulométrique donne ici une texture argileuse ou argilo-limoneuse à argileuse selon les horizons.

La structure relativement fine et bien développée est un élément essentiel dans l'utilisation de ces sols: elle permet un travail du sol très facile et réalisable avant le début de la saison des pluies. La stabilité peut être moyenne, mais elle est médiocre dans le profil BS 87.

La capacité d'échange est le plus souvent assez élevée dans ces sols (10 à 20 méq pour 100 g), mais ils sont acides (pH de l'ordre de 5,0) et le taux de saturation est de l'ordre de 50 à 60 %. La somme des bases échangeables est souvent bonne (plus de 6 méq pour 100 g), mais dans le profil BA 87, elle est moyenne (4 à 6 méq pour 100 g).

Les teneurs en phosphore sont moyennes en surface (0,5 à 1 ‰).

Les teneurs en matière organique des horizons de surface sont généralement bonnes (supérieures à 1,5 %), le C/N est souvent bon, mais dans le cas du BA 87 il est élevé et traduit une mauvaise décomposition de la matière organique. Corrélativement les teneurs en azote sont souvent bonnes, mais seulement moyennes dans le profil BA 87.

#### 2. Utilisation

Ce sont d'excellents sols à riz où il faudra surveiller cependant la nutrition azotée. Par leur richesse minérale souvent bonne, leurs possibilités d'utilisation en culture de décrue sont à étudier.

## B.2. Famille sur matériau colluvial argilo-sableux

La famille précédente est caractérisée par une structure relativement fine et surtout du type polyédrique, alors que cette famille est caractérisée par une structure prismatique tendant à se rapprocher de celle des Vertisols, mais s'en différenciant par l'absence de faces de glissement obliques luisantes et striées. Par ailleurs le matériau argilo-sableux constitutif de ces sols n'a ni la couleur, ni le complexe absorbant minéral caractéristique des matériaux vertiques. Ces sols sont cependant dans le voisinage immédiat des matériaux halomorphes à complexe absorbant minéral encore assez bien pourvu en montmorillonite. Ils ne sont cependant pas halomorphes. Ils ont pourtant certainement hérité en partie des matériaux montmorillonitiques. Ils sont recouverts par des apports superficiels récents plus ou moins épais.

### B.2.1. Extension

Ces sols ont une extension faible limitée au voisinage des Sols Halomorphes dans la région de Tourékounda. On en trouve quelques taches au voisinage de certaines alluvions vertiques.

### B.2.2. Morphologie.

Le profil est représenté par le TO 41, situé dans une zone plane à tendance mal drainée, sur la piste d'Alinguel à Goulounga, à 6,3 km d'Alinguel. Il se différencie ainsi :

- 0 - 14 cm : gris clair à canalicules rouille; paraissant faiblement humifère; sablo-argileux à limono-argileux (sables très fins à la limite des limons); structure prismatique grossière moyennement développée; cohésion forte; porosité tubulaire bonne assez fine, localement très bonne et très grossière.
- 14 - 73 cm : beige clair, plus gris et plus humifère dans le haut; à très nombreuses taches ocre-rouille dans le haut, rouille dans le bas; argilo-sableux à sables très fins; structure prismatique grossière assez bien développée, très bien individualisée avec des revêtements argileux non brillants sur les faces tant horizontales que verticales, et un intense cheminement de ces revêtements de petits vers ou des termites selon de nombreux petits canaux; vers le bas, la structure se rapproche de celle de l'horizon suivant.

- 73 - 95 cm : beige blanchâtre à nombreuses petites taches rouille paraissant marquer l'emplacement de nombreux éléments ferrugineux à cassure brun rouille à brun rouge noirâtre avec un mince cortex ocre bien individualisée qui semblent devoir être d'origine allochtone en voie de digestion; argileux; structure identique à celle de l'horizon précédent, mais avec une sous structure prismatique moyenne aplatie à faces de décollement horizontales parfaitement nettes et ponctuées de taches ocre et rouille; cohésion des agrégats forte.
- 95 - 135 cm : gris rosé (5 YR 7/2), argileux à nombreux très petits gravillons ferrugineux à emplacement dans la terre fine tachés de rouille; structure bien développée, prismatique petite à très petite à cubique aplatie (plaquettes) à faces de décollement horizontales bien nettes, à revêtements argileux non brillants chemisés par de petits vers ou des termites selon de fins canaux, surstructure prismatique grossière également bien développée; cohésion des agrégats forte.
- 135 - 155 cm : gris blanchâtre (5 YR 7/1) à très nombreuses taches ocre à rouille parfois piquées de noir; argileux; structure prismatique moyenne à petite à faces de décollement obliques à revêtements argileux non brillants mais parfois striées dans le bas, structure moyennement développée en assemblage compact avec une cohésion d'ensemble forte.

Les variations essentielles par rapport à cette morphologie sont :

a) structuration bien développée seulement dans la moitié inférieure du profil à cause du polyphasage des matériaux. Dans le haut A11 et A12 moins hydromorphes, B1 à nombreuses concrétions ferrugineuses rouge et à structure prismatique peu développée; B2 à très nombreuses concrétions ferrugineuses rouges cassables et à structure prismatique petite à forte tendance polyédrique assez bien développée avec des sables blanchis sur les faces des agrégats, B3 à taches rouille et quelques concrétions noires, à structure prismatique petite à très petite à tendance polyédrique très bien développée, surstructure prismatique allongée, sables blanchis sur les faces des agrégats; B4 tranchant brutalement sur les autres horizons parce que moins blanchi, plus compact, structure prismatique petite avec quelques faces de décollement horizontales à revêtements argileux bien développée mais non luisante, structure en assemblage compact.

b) structuration du type TO 41 bien développée seulement dans la moitié inférieure du profil (à partir de 50 cm) sans discontinuité autre que la présence de gravillons nombreux dans le bas.

c) horizon B unique à structure prismatique petite à moyenne allongé bien développée avec des revêtements de sables blanchis sur les faces des agrégats, mais à très nombreuses taches et concrétions rouille; horizons A peu épais très hydromorphes.

d) sols à horizon B structuré du type beige blanchâtre à nombreuses taches ocre ou rouille et à nombreuses concrétions ? ferrugineuses durcies non cassables à la main, à section rouge sombre à rouge brun avec dans certains cas un cortex ocre; structure prismatique petite à moyenne et même très petite à forte tendance polyédrique assez bien à bien développée. Cet horizon peut être surmonté par des horizons A bien hydromorphes, ou par des horizons A peu hydromorphes avec alors un horizon B de transition à quelques taches ocre mal délimitées, quelques rares concrétions ferrugineuses rouge et ferromanganifères rouges à centre noir, et à structure prismatique peu développée.

### B.2.3. Caractéristiques analytiques et fertilité

#### 1. Texture

Elle est sableuse à sablo-argileuse à sables très fins (à la limite des limons) en surface. En profondeur elle est argilo-sableuse et argileuse.

#### 2. Structure - Porosité

La structure est mauvaise en surface, les horizons structurés offrent des possibilités de facile pénétration des racines, mais la stabilité structurale est médiocre sur l'ensemble du profil et l'engorgement très prononcé provoque une asphyxie quasi totale.

#### 3. Matière organique, azote et phosphore (profil TO 41)

Dans le profil TO 41 les teneurs en matière organique sont assez faibles en surface (0,8 %), mais celle-ci est du type bien décomposé (C/N = 10,5 en surface), corrélativement la teneur en azote est faible en surface (0,4 ‰). Les teneurs en phosphore sont très faibles (de l'ordre de 0,1 à 0,15 ‰).

#### 4. Complexe absorbant: richesse en bases (profil TO 41)

La capacité d'échange de la terre fine est moyenne en surface (3,6 méq pour 100 g), assez bonne à bonne en profondeur (6 à 9,5 méq pour 100 g).

Le pH est acide sur l'ensemble du profil (5 à 5,4) mais le taux de saturation est assez bon à bon (68 à 92 %) sauf en surface (52 %). Corrélativement la somme des bases échangeables est moyenne à bonne en profondeur (4 à 9 méq pour 100 g), médiocre en surface (1,9 méq pour 100 g).

#### 5. Fertilité et Utilisation

A cause de leur mauvais drainage l'utilisation de ces sols est la même que celle des sols sur matériaux argilo-sableux colluvio-alluvial du faciès modal. Ils ne diffèrent de ces derniers par une fertilité chimique bien meilleure sauf dans l'horizon de surface.

---

C O N C L U S I O N S

---

Un coup d'oeil sur la carte suffit pour se rendre compte de la complexité de la répartition des sols. Mais la feuille de Dalafi n'est pas un cas particulier. Dans ces régions où le façonnement du bas-glacis et celui de la surface actuelle ont été incapables de faire disparaître, le premier la cuirasse (et les carapaces sous-jacentes) du moyen glacis, le deuxième cette cuirasse résiduelle et celle du bas-glacis, les cuirasses et carapaces anciennes et subactuelles sont omniprésentes partout, et l'hétérogénéité est la règle.

La complexité dans la répartition des sols se traduit par une complexité des problèmes de mise en valeur. Ces derniers ne peuvent souvent être résolus vraiment et plus particulièrement dans le cas présent que par des compléments d'études à grande échelle (1/20.000è).

Parmi les sols cultivables, cinq familles retiennent l'attention soit par leur extension, soit par leur haut potentiel de fertilité. Ce sont:

1. Les sols peu évolués d'érosion régosoliques sur matériaux gravillonnaires. Ils ont une très grande extension et des possibilités d'utilisation dont les écueils principaux sont leur hétérogénéité (dans la profondeur du sol) et la complexité de leur association avec les cuirasses et carapaces. On ne peut fixer les limites de ces possibilités d'utilisation que par des cartes à grande échelle.

2. Les Sols peu évolués d'apport hydromorphes sur matériau gravillonnaire plus ou moins limoneux à argileux. Ils ont une assez grande extension et des possibilités d'utilisation dont les écueils sont les mêmes que précédemment.

Cependant, la menace d'extension des surfaces cuirassées dénudées fait qu'il serait souhaitable de maintenir ces deux familles de sols sous végétation naturelle protégée.

3. Les Sols ferrugineux tropicaux sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial. Ils s'étirent le long des axes de drainage et ont par conséquent une fréquence élevée. Cependant ils n'acquièrent une certaine importance que dans la zone du Continental Terminal où leur utilisation ne pose que des problèmes de relèvement ou de conservation de la fertilité.

4. Les Vertisols lithomorphes sur matériau argileux gonflant et les Sols bruns eutrophes vertiques sur matériau argileux plus ou moins gonflant. Ces deux familles présentent un gros intérêt par leur haut potentiel de fertilité chimique permettant des cultures riches. Les principaux écueils dans leur utilisation sont les problèmes d'ameublissement et la complexité de leur répartition.

On ne peut terminer sans dire un mot de la lutte antiérosive. La feuille de Dalafi est le siège d'une énergique reprise d'érosion qui est la dernière phase de l'évolution géomorphologie. C'est un facteur d'accélération de l'érosion des sols. Par ailleurs les mauvaises caractéristiques physiques des sols en surface à l'égard de l'intensité des précipitations, l'importance des surfaces cuirassées, sont des facteurs d'accroissement de l'érosion en nappe caractéristiques de ces régions. Un système de mise en valeur rationnelle ne peut donc négliger la lutte antiérosive.

---

- AUBERT, G. (1962) - Classification des Sols - Nouvelle Approximation, Gand, Mai-Juin 1962.
- AUBERT, G. (1963) - La Classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride. Colloque C C T A sur la classification des sols des régions intertropicales, leurs corrélations et leur interprétations. Class - Soils ( 63 ). 31. LOVANIAM.
- AUBERT, G. (1964) - La Classification des sols utilisée par les pédologues français en zone tropicale ou aride. Sols Africains, 1964, IX, 1, 97-106.
- AUBERT, G. (1965) - Classification des Sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes, et sous-groupes de sols utilisés par la Section de Pédologie de l'O R S T O M. Cahiers ORSTOM. Pédologie 1965, III, 3, 269-288.
- AUBERT, G. et DUCHAUFOR, P. (1956) - Projet de Classification des Sols. C.R. VI<sup>è</sup> Congrès Int. Sc. Sol Paris, 1956. D, 597-604.
- AUBREVILLE, A. (1949) - Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale. Paris, 1949 - Société d'Editions Géographiques, Maritimes et Coloniales.
- BLONDEL, D. (1964) - Etude de l'Evolution du Profil Cultural sous une rotation quadriennale et de l'influence du travail du sol sur les cultures. Rapport ronéotypé, C R A de BAMBEY (Sénégal), Oct. 1964.
- DABIN, B. (1961) - Les facteurs de fertilité des sols des régions tropicales en cultures irriguées. Bull. Ass. Frse - Sol (8); 108-130, Août 1961.
- KALOGA, B. (1964) - Reconnaissance pédologique des Bassins versants des Voltas Blanche et Rouge. Centre de Recherches Pédologiques de Hann-Dakar. Nov. 1964.
- KALOGA, B. (1965) - Sols et Pédogénèse dans les Bassins versants des Voltas Blanche et Rouge (cours moyen). Centre O R S T O M de Dakar-Hann, Juin 1965.
- LEFEVRE, F. (1955) - Les Sols de la Station IFAC du Palmier Dattier à Kankossa (Mauritanie), II, l'Eau et le Sol. Ann. IFAC, 1955, n° 13.
- MAIGNIEN, R. (1959) - Les Sols de la Presqu'île du Cap-Vert. Rapport ronéotypé. Centre de Pédologie de Hann-Dakar, 1959.
- MAIGNIEN, R. (1963) - Les Sols Bruns eutrophes tropicaux. Sols Afr. vol.III, n° 3 - Sept-Déc. 1963, 485-490.
- MICHEL, P. (1960) - Rapport de Mission au Soudan Occidental et dans le Sud-Est du Sénégal. Fasc. I. Recherches de Bauxite. B R G M - Dakar.
- Notice Explicative de la Feuille "Dalafi", échelle 1/200.000<sup>ème</sup>. Rép. du Sénégal - Secrétariat d'Etat aux Finances et aux Affaires Economiques. Service des Mines et de Géologie. B R G M, 1963.
- Couleurs: Munsell Soil Color Charts. Munsell Color Company, Inc. Baltimore - USA.

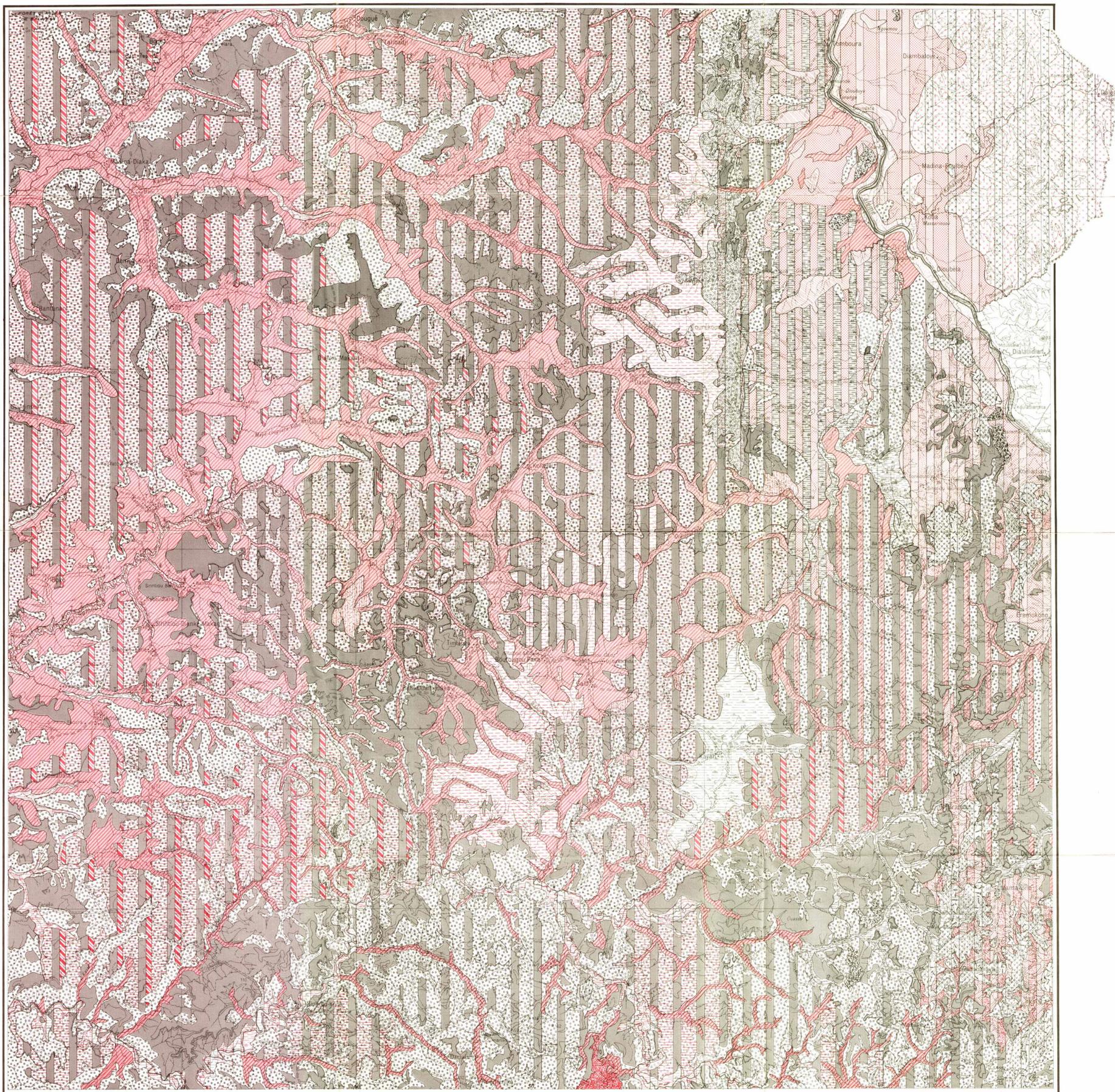
# RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

## CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE AU 200 000<sup>e</sup>

OFFICE DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

**DALAFI**  
Dressée par B. KALOGA - CAMPAGNE 1964-1965

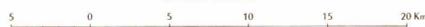
CENTRE O.R.S.T.O.M. DE DAKAR



Référence : fond topographique de l'I.C.N. au 200 000<sup>e</sup> - Feuille NO.26.XII - DALAFI  
Imprimé par l'INSTITUT GÉOGRAPHIQUE NATIONAL - PARIS (Annexe en Afrique Occidentale - DAKAR)

ÉCHELLE : 1/200 000<sup>e</sup>

Dessinée au SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M. - 1966



### LÉGENDE PÉDOLOGIQUE GÉNÉRALE

#### I - SOLS MINÉRAUX BRUTS

SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ORIGINE NON CLIMATIQUE  
SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION OU SQUELETTIQUES  
LITHOSOLS

- I<sub>1</sub> Famille sur cuirasses
- I<sub>2</sub> Famille sur grès
- I<sub>3</sub> Famille sur granites
- I<sub>4</sub> Famille sur roches basiques diverses
- I<sub>5</sub> Famille sur schistes
- I<sub>6</sub> Famille sur quartzites
- I<sub>7</sub> Famille sur roches indifférenciées

#### II - SOLS PEU ÉVOLUÉS

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

- FACIÉS MODAL**
- II<sub>1</sub> Famille sur schistes
  - II<sub>2</sub> Famille sur matériau gravillonnaire
  - II<sub>3</sub> Famille sur débris de roches diverses
  - II<sub>4</sub> Famille sur matériau sablo-graveleux de recouvrement
  - II<sub>5</sub> Famille sur matériau argileux d'altération
  - II<sub>6</sub> Famille sur carapace gréseuse

#### FACIÉS BRUN EUTROPHE

- II<sub>7</sub> Famille sur débris de roches basiques diverses

#### SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT

MODAL BIEN DRAINÉ

##### FACIÉS FERRUGINEUX TROPICAL

- II<sub>8</sub> Famille sur matériau sableux à sablo-argileux dérivé des grès
- II<sub>9</sub> Famille sur matériau sableux à sablo-argileux provenant des granites
- II<sub>10</sub> Famille sur colluvions et remblais sablo-argileux plus ou moins limoneux

##### HYDROMORPHE À PSEUDO-GLEY

##### FACIÉS À HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE

- II<sub>11</sub> Famille sur matériau gravillonnaire plus ou moins limoneux à argileux des plateaux
- II<sub>12</sub> Famille sur matériau argilo-sableux gravillonnaire des axes de drainage
- II<sub>13</sub> Famille sur arène granitique graveleuse
- II<sub>14</sub> Famille sur matériau sableux à sablo-argileux colluvio-alluvial

##### FACIÉS À HYDROMORPHIE DE PROFONDEUR

- II<sub>15</sub> Famille sur bourrelets alluviaux limono à sablo-argileux
- II<sub>16</sub> Famille sur matériau sablo-à sablo-argileux dérivé des grès

##### VERTIQUE

##### INTERGRADE VERS LES VERTISOLS

- II<sub>17</sub> Famille sur matériau argileux gonflant

##### INTERGRADE VERS LES SOLS BRUNS EUTROPHES

- II<sub>18</sub> Série de la FALÉMÉ

#### IV - VERTISOLS ET PARAVERTISOLS

##### VERTISOLS LITHOMORPHES

##### VERTISOLS LITHOMORPHES NON GRUMOSOLIQUES

##### MODAL

##### FACIÉS À STRUCTURE MOYENNE EN SURFACE

- IV<sub>1</sub> Famille sur matériau argileux gonflant
- IV<sub>2</sub> Famille sur matériau argileux gonflant plus ou moins gravillonnaire

##### VERTISOLS LITHOMORPHES GRUMOSOLIQUES

##### EN SURFACE

- IV<sub>3</sub> Famille sur matériau argileux gonflant

#### VI - SOLS À MULL

##### SOLS À MULL DES PAYS TROPICAUX

##### SOLS BRUNS EUTROPHES TROPICAUX

##### MODAL

- Famille sur altération argileuse de roches basiques variées
- VI<sub>1</sub> Série de BANDAFASSI
- VI<sub>2</sub> Série du Pays BASSARI

##### VERTIQUE

- VI<sub>3</sub> Famille sur matériau argileux plus ou moins gonflant
- VI<sub>4</sub> Famille sur matériau argilo-gravillonnaire

##### HYDROMORPHE

- VI<sub>5</sub> Famille sur alluvions argileuses plus ou moins riches en minéraux 2/1

#### VIII - SOLS À SESQUIOXYDES FORTEMENT INDIVIDUALISÉS

##### SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

##### SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX "LESSIVÉS"

##### À CONCRÉTIIONS ET TACHES DE PSEUDOGLEY

- VIII<sub>1</sub> Famille sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux colluvio-alluvial
- VIII<sub>2</sub> Famille sur matériau argilo-sableux à argileux plus ou moins limoneux de colmatage des plateaux
- VIII<sub>3</sub> Famille sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux dérivé des granites
- VIII<sub>4</sub> Famille sur matériau sableux dérivé des grès

##### SOLS FERRALLITIQUES

##### FAIBLEMENT FERRALLITIQUES

- VIII<sub>5</sub> Famille sur matériau sablo-argileux colluvial

#### IX - SOLS HALOMORPHES

##### SOLS HALOMORPHES À STRUCTURE DÉGRADÉE

##### SOLS À ALCALIS NON LESSIVÉS

##### SOLS NON OU PEU SALÉS (À FAIBLE TENEUR EN SELS SOLUBLES)

- IX<sub>1</sub> Famille sur matériau argilo-sableux plus ou moins riche en minéraux 2/1
- IX<sub>2</sub> Famille sur matériau argilo-sableux gravillonnaire plus ou moins riche en minéraux 2/1

#### X - SOLS HYDROMORPHES

##### SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX

##### SOLS À PSEUDOGLEY DE SURFACE OU D'ENSEMBLE

##### À TACHES ET CONCRÉTIIONS

##### FACIÉS MODAL

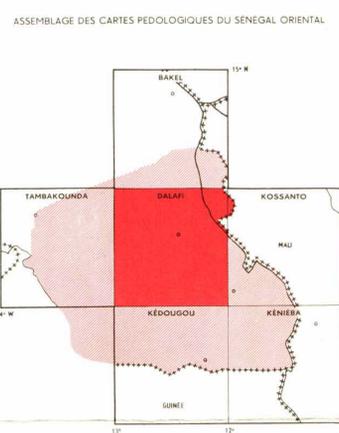
- X<sub>1</sub> Famille sur alluvions argileuses diverses

- X<sub>2</sub> Famille sur matériau argilo-sableux colluvio-alluvial

##### FACIÉS STRUCTURÉ

- X<sub>3</sub> Famille sur alluvions argileuses
- X<sub>4</sub> Famille sur matériau colluvial argilo-sableux

ASSEMBLAGE DES CARTES PÉDOLOGIQUES DU SÉNÉGAL ORIENTAL



\* l'astérisque devant le caisson indique que la famille ne figure pas sur la carte.

- I<sub>1</sub> + II<sub>2</sub>
- I<sub>1</sub> + II<sub>2</sub> + VIII<sub>3</sub>
- I<sub>1</sub> + II<sub>6</sub>

- I<sub>1</sub> + II<sub>11</sub>
- I<sub>1</sub> + II<sub>11</sub> + VIII<sub>2</sub>
- I<sub>2</sub> + II<sub>10</sub>

- I<sub>5</sub> + II<sub>15</sub>
- I<sub>4</sub> + II<sub>7</sub>
- X<sub>2</sub> + X<sub>1</sub>

- IV<sub>1</sub> + VI<sub>2</sub>
- IV<sub>1</sub> + IX<sub>1</sub>
- IX<sub>1</sub> + X<sub>1</sub>

ÉDITION PROVISOIRE

O. R. S. T. O. M.

*Direction générale :*

24, rue Bayard, PARIS 8<sup>e</sup>

*Service Central de Documentation :*

70-74, route d'Aulnay - 93 - BONDY

*Centre O.R.S.T.O.M. de Dakar-Hann :*

B. P. 1386 - DAKAR (Sénégal)