

RÉPUBLIQUE DU TCHAD

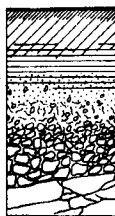
G. CLAUD - R. SAYOL

NOTICE EXPLICATIVE

N° 42

**CARTE PÉDOLOGIQUE
DE RECONNAISSANCE à 1/200 000
DE LA RÉPUBLIQUE DU TCHAD**

FEUILLE DE BOUSSO



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE FORT-LAMY

PARIS - 1970



NOTICE EXPLICATIVE

N° 42

**CARTE PÉDOLOGIQUE
DE RECONNAISSANCE à 1/200 000
DE LA RÉPUBLIQUE DU TCHAD**

FEUILLE DE BOUSSO

G. CLAUD - R. SAYOL
Centre O.R.S.T.O.M.
FORT-LAMY

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE	
LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU MILIEU NATUREL ET LES FACTEURS DE PEDOGENESE	
Situation géographique	5
Le climat	5
Le réseau hydrographique et le régime hydrologique	8
Les régimes pluviométrique et hydrologique en tant que facteurs de pédogenèse	10
Les roches-mères - Le modelé et les matériaux originels des sols	11
La végétation et l'action de l'homme	20
DEUXIEME PARTIE	
ETUDE DES SOLS	
Classification des sols - Légende pédologique	25
Etude monographique des sols	26
Les sols peu évolués	26
Les sols ferrugineux tropicaux	30
Les sols halomorphes	39
Les sols hydromorphes	43
TROISIEME PARTIE	
CONCLUSIONS GENERALES	
1. Les processus de pédogénèse - Leur importance	61
2. L'utilisation des sols	62
BIBLIOGRAPHIE	67
LISTE DES FIGURES	69

INTRODUCTION

La carte pédologique de reconnaissance de la feuille de Bousso a été réalisée dans le cadre de la cartographie systématique à 1/200.000 de la partie méridionale agricole du Tchad.

Cette feuille est la trentième carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 exécutée par le Centre ORSTOM de Fort-Lamy (voir figure 1).

Les cartes voisines ont déjà été réalisées : Laï par J.F. VIZIER et M. FROMAGET; Miltou par J. PIAS et J. BARBERY ; Massenya par J. PIAS et P. POISOT. La feuille de Bongor a été commencée en même temps que celle de Bousso par J.F. VIZIER et R. SAYOL.

Les travaux de terrain ont été réalisés de novembre 1966 à avril 1967 par G. CLAVAUD et R. SAYOL.

Au total 249 profils de sol ont été examinés et 42 prélevés pour analyse soit 238 échantillons.

Le document topographique utilisé est la feuille à 1/200.000 de Bousso (NC - 33 - XVII) de l'Institut Géographique National. En outre, la couverture photographique aérienne à l'échelle approximative de 1/50.000, nous a fourni le document de base de cette étude. Sur le terrain, elle nous a permis de choisir des itinéraires, de localiser d'une manière aussi précise que possible l'emplacement de chaque observation et de marquer les limites pédologiques vues sur le terrain et recoupées par ces itinéraires.

Au Centre, nous avons réalisé la photointerprétation. Cette couverture aérienne a alors servi de support au tracé des limites pédologiques extrapolées à partir des données observées sur le terrain. Ces limites ont été ensuite reportées par Y. GAUTIER sur un fond topographique à 1/200.000.

Certains travaux ont déjà été réalisés sur la feuille de Bousso. Il s'agit de travaux à 1/200.000 de J. PIAS : les sols du Moyen-Logone et du Bas-Chari, des régions riveraines du lac Tchad et du Bahr el Ghazal, étude qui recouvre la partie sud-ouest de la feuille Bousso. Une étude à grande échelle (1/5.000) a aussi été faite par B. LEPOUTRE sur la Ferme-Ecole du Ba-Illi.

Les analyses physiques et chimiques des échantillons prélevés, ont été faites au Laboratoire du Centre ORSTOM de Fort-Lamy sous la direction de J. CHANUT avec la collaboration de Madame FALABREGUES.

PREMIERE PARTIE

**LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES
DU MILIEU NATUREL
ET LES FACTEURS DE PÉDOGENÈSE**

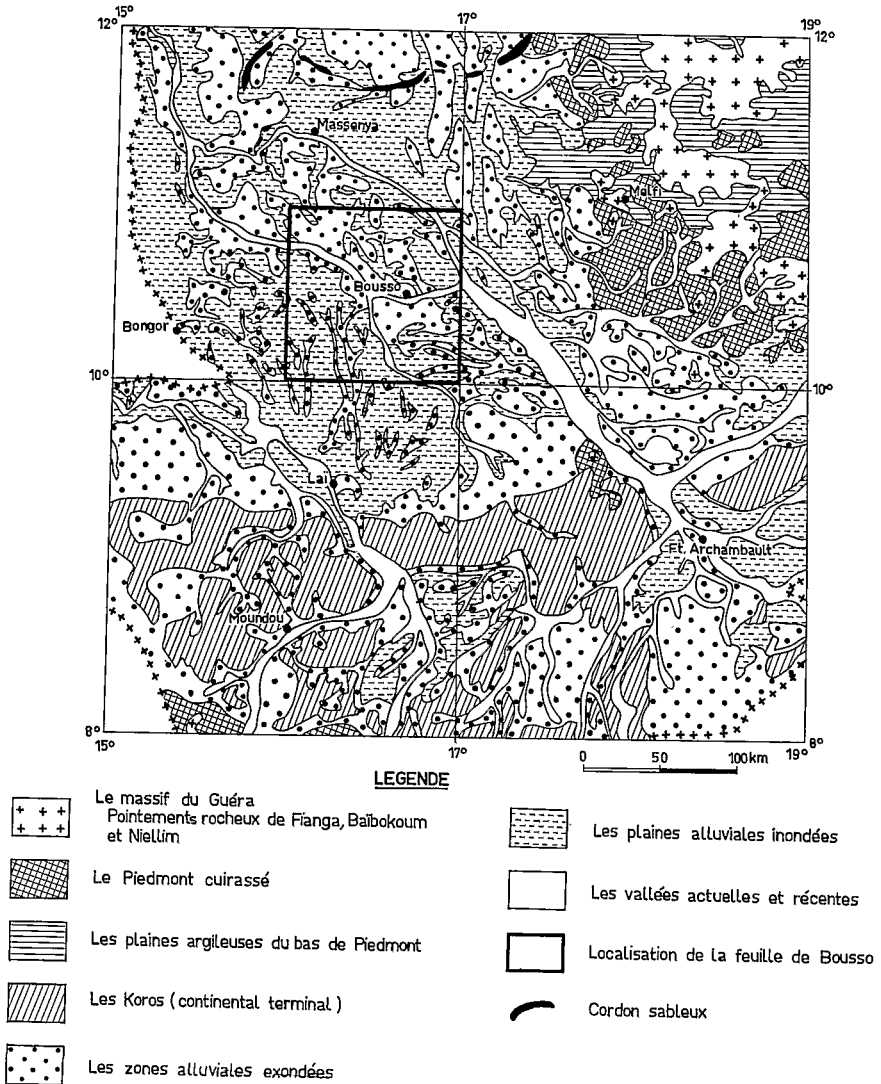


Fig. 2 - La feuille de Bousso et les principales unités géomorphologiques du sud-ouest Tchadien

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La feuille de Bousso est située au sud-ouest du Tchad et est comprise entre 10° et 11° de latitude N. et 16° et 17° de longitude E. Elle n'a pas de limites géographiques nettes. Elle est incluse dans une vaste plaine alluviale bordée à l'est par le massif du Guéra et son piedmont cuirassé et au sud par le système des Kofo (Continental Terminal) (voir figure 2).

On peut cependant partager la feuille de Bousso en deux ensembles :

- au sud, la plaine d'inondation du Logone drainé vers le nord par les deux Ba-Illi,
- au nord du Chari, une partie d'un ancien système deltaïque du Chari.

Au point de vue administratif la plus grande partie de la feuille fait partie de la préfecture au Chari Baguirmi (sous-préfecture de Bousso). Au sud la feuille de Bousso recoupe une partie des préfectures du Mayo-Kébi (sous-préfecture de Bongor) et de la Tandjilé (sous-préfecture de Lai).

2. LE CLIMAT

Le climat est à dominance sahélo-soudanaise d'après la classification de A. AUBREVILLE. Ce climat se caractérise par une saison sèche très marquée de novembre à avril. Les mois de décembre, janvier et février sont absolument secs. La température moyenne annuelle est de 27,9° C.

Les principales caractéristiques climatiques

Sur cette feuille, seule la station de Bousso donne des renseignements concernant la pluviométrie, la température et l'humidité relative. La station du Ba-Illi ne donne que des relevés de pluviométrie.

Pluviométrie

L'indice pluviométrique moyen se situe vers 900 mm mais présente des variations du nord au sud.

PLUVIOMETRIE : MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES en mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Massenya (14 ans)	0	0	1,2	8,0	47,3	72,2	190,6	256,0	128,7	32,0	0,4	0	736,7
Bousso (16 ans)	0	0	3,7	26,5	56,8	113,1	253,9	305,1	193,1	37,6	3,5	0	993,3
Ba-Illi (14 ans)	0	0	4,4	13,9	52,7	112,6	200,0	280,7	192,3	40,3	0,4	0	897,3
Bongor (15 ans)	0	0	3,1	15,6	68,1	127,6	200,6	263,5	150,4	14,8	0,7	0	843,8
Lai (20 ans)	0	0	9,3	28,9	94,2	142,9	233,9	295,4	214,1	59,9	1,8	0,1	1.080,5

PLUVIOMETRIE : Moyennes mensuelles

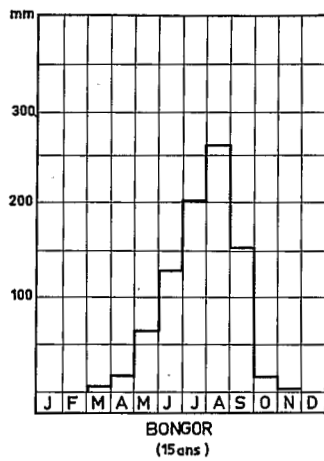
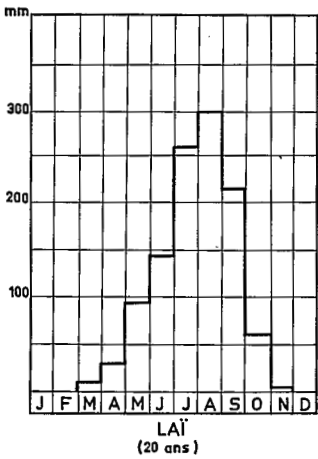
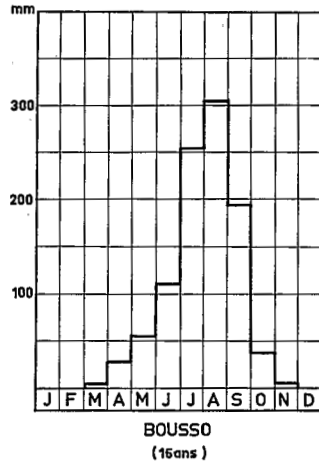
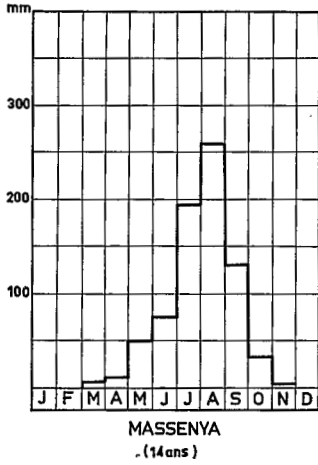


Fig. 3 - Données climatologiques

Le tableau de la page précédente permet de montrer que le caractère sahélo-soudanais s'affirme vers le nord de la feuille, alors que Laï au sud est nettement de caractère soudano-guinéen ; c'est ce que confirme l'indice des saisons pluviométriques (1) qui est de :

- 3 - 3 - 6 pour Massenya
- 4 - 2 - 6 pour Bouso et Ba-Illi
- 4 - 1 - 7 pour Bongor
- 4 - 3 - 5 pour Laï.

La saison des pluies est de 7 mois au sud (Laï) et de 6 mois plus au nord (5 à Massenya).

Températures

La température moyenne annuelle est de 27,9°. Les courbes présentent deux maxima : le premier (absolu) en mars-avril, le second (relatif) en novembre, et deux minima : un en saison des pluies (août) et un en saison sèche (décembre-janvier).

TEMPERATURES : MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES (Bouso 14 ans)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Minima	15,1	17,5	23,0	25,3	25,0	23,1	22,3	21,9	21,9	22,1	18,1	15,0	20,8
Maxima	35,9	38,0	39,9	39,4	37,6	33,9	30,8	29,9	31,4	33,6	35,9	35,7	35,1
Moyenne	25,5	27,7	31,4	32,3	30,7	28,5	26,5	25,8	26,6	27,9	27,0	25,3	27,9

Les amplitudes journalières sont très accusées en saison sèche (jusqu'à 20°C) et plus faibles en saison humide (8 à 10°C).

Humidité relative

Les valeurs de l'humidité relative sont faibles pendant la saison sèche, avec un minimum en février (15 - 20 %) et très élevées en saison des pluies.

HUMIDITES RELATIVES MOYENNES : MENSUELLES ET ANNUELLES EN % (Bouso 14 ans)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
6h T.U.	44,1	36,0	41,2	61,3	72,8	84,4	92,4	95,0	94,3	90,6	71,4	56,1	69,9
12h T.U.	18,4	16,1	18,1	30,6	41,9	56,2	67,5	73,1	67,5	57,2	31,1	23,0	41,7
18h T.U.	27,7	21,7	25,3	38,3	50,8	65,5	77,7	84,2	83,4	75,1	55,7	39,4	53,7
Moyenne	30,1	24,6	28,3	43,4	55,2	68,7	79,4	84,1	81,8	74,4	52,8	39,5	55,2

- (1) - le premier chiffre indique le nombre de mois humides (recevant plus de 100 mm)
 - le deuxième chiffre, le nombre de mois semi-humides (recevant entre 30 et 100 mm)
 - le troisième chiffre, le nombre de mois écologiquement secs (recevant moins de 30 mm).

3- LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET LE REGIME HYDROLOGIQUE

La feuille de Bousso est traversée par quatre cours d'eau importants : le Chari, les deux Ba-Illi et le Bahr Erguig.

Le Chari traverse la feuille d'est en ouest. Il ne draine en fait, sur la feuille de Bousso, qu'une faible surface limitée aux bordures immédiates de son cours, sauf sur sa rive droite où il reçoit le Bahr Nara qui est lui-même alimenté par un déversement du Chari quelques kilomètres en amont de Bousso. Sur sa rive gauche la limite nord des bassins versants des deux Ba-Illi est à quelques kilomètres seulement de son lit. La plus grosse partie des eaux qui coulent dans son lit provient de régions plus au sud. Son débit passe de 70 à 200 m³/s aux plus basses eaux (fin avril) à 3500 - 4500 m³/s au plus fort de la crue (fin octobre). Sur toute la traversée de la feuille de Bousso ses berges sont franches (quelques mètres).

Le Bahr Erguig, dans la partie nord-est de la feuille, coule de S-E à N-W. Il est alimenté par un déversement du Chari (rive droite) en face de Miltou. En crue moyenne et faible à Miltou, ces déversements sont faibles : pour une cote inférieure dépassant 5 m, les débits augmentent très rapidement et peuvent atteindre 1.500 m³/s. Il atteint le maximum de sa crue en octobre-novembre.

Le Ba-Illi nord, (coulant S-N), alimenté par un déversement du Logone (rive droite) en aval de Lai entre Satogui et Deresia a des débits qui peuvent varier entre 30 m³/s et 160 m³/s suivant la hauteur de la crue du Logone à Lai.

Le Ba-Illi sud, (coulant S-N), qui se jette dans le Chari en aval de Bousso est assez mal connu. Constitué au départ par quelques grandes vallées dans les Koros du sud, il draine ensuite une partie de la zone des alluvions anciennes où l'écoulement devient lent. Son débit à son embouchure dans le Chari voisine les 200 m³/s aux plus hautes eaux.

D'autre part, près de la moitié de la superficie de la feuille de Bousso est soumise à une submersion plus ou moins prolongée chaque année. Il y a en fait deux phénomènes :

- l'inondation pluviale qui s'installe au début de la saison des pluies, en certains points bas (cuvettes, dépressions),
- et l'inondation par débordement vers la fin de la saison des pluies (déversements du Logone en aval de Lai), qui se produit donc quand les sols sont déjà saturés par les pluies : le modelé de ces plaines étant très faible, cette inondation prend une extension considérable (maximum en octobre) ; le drainage s'installe ensuite d'une manière très irrégulière par l'évacuation en premier lieu de la nappe d'eau superficielle puis par l'assèchement progressif des sols.

Conjugué au climat, le régime hydrologique très particulier de cette région constitue un facteur de pédogenèse très important pour les sols de cette partie sud de la carte.

4 - LES REGIMES PLUVIOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE EN TANT QUE FACTEURS DE PEDOGENESE

Le climat, caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide, constitue un très important facteur de pédogenèse. Les sols de cette région reçoivent en moyenne 900 mm de pluie en moins de 6 mois. Cette quantité de pluie alliée à une température moyenne élevée (27,9°C), provoque une forte activité pédogénétique dans les sols.

En calculant l'évapotranspiration potentielle (E.T.P.) d'après la formule de L. TURC (1961) il est possible de définir les caractéristiques générales des sols bien drainés. Des données sur le régime hydrologique permettent de caractériser d'autres types de régimes hydriques : ceux des sols soumis à une inondation temporaire (plus ou moins longue) ou ceux dont le drainage est déficient.

Les caractères généraux du régime hydrique des sols normalement drainés

A l'échelle d'une année la comparaison des courbes P et ETP (figure 4) montre que l'alimentation en eau des sols est nettement déficitaire : le coefficient d'humidité annuel P/E (VITOTSKY - IVANOV) est très largement inférieur à 1 et de l'ordre de 0,5.

A l'échelle du mois la pluviométrie n'est supérieure à l'évapotranspiration que pendant trois mois (juillet - août - septembre), soit d'environ 400 mm (voir figure 4).

Le régime hydrique des sols normalement drainés se définit de la manière suivante :

Pendant les premiers mois de saison des pluies (avril - mai - juin) l'E.T.P. est supérieure à la pluviométrie : la totalité des précipitations est évapotranspirée et on observe un démarrage de la végétation. Les sols étant périodiquement et partiellement humides (pluies sous forme d'averses) sont le siège d'une activité pédogénétique intense avec en particulier la reprise des transformations biochimiques affectant le stock organique.

Dès que la pluviométrie devient supérieure à l'E.T.P. (juillet) l'excédent des précipitations amène le sol à sa capacité de rétention, reconstituant ainsi le stock d'eau des sols. A ce stade qui est atteint au début d'août, cet excédent draine en dehors du profil ou sert à constituer des réserves profondes. Ainsi entre août et fin septembre, 300 mm environ peuvent drainer en dehors du profil (indice de drainage d'HENIN - AUBERT).

Cette période humide et chaude doit permettre, outre une activité biochimique intense, le jeu de processus tels que le lessivage, l'hydrolyse et la néosynthèse.

Au mois d'octobre, la pluviométrie redevenant inférieure à l'E.T.P., les plantes épuisent les réserves en eau du sol et l'amènent progressivement au dessèchement qui conduit vers décembre - janvier à l'arrêt de la végétation et au flétrissement de la strate herbacée.

Les caractères généraux du régime hydrique des sols mal drainés

Quand ces sols ont reconstitué leurs réserves (fin juillet - début août), l'eau excédentaire provoque alors des phénomènes d'engorgement dans une partie du profil ou dans tout le profil. Cependant, si des possibilités de drainage existent, seuls les horizons profonds seront soumis à cet engorgement (sols hydromorphes à hydromorphie temporaire de profondeur).

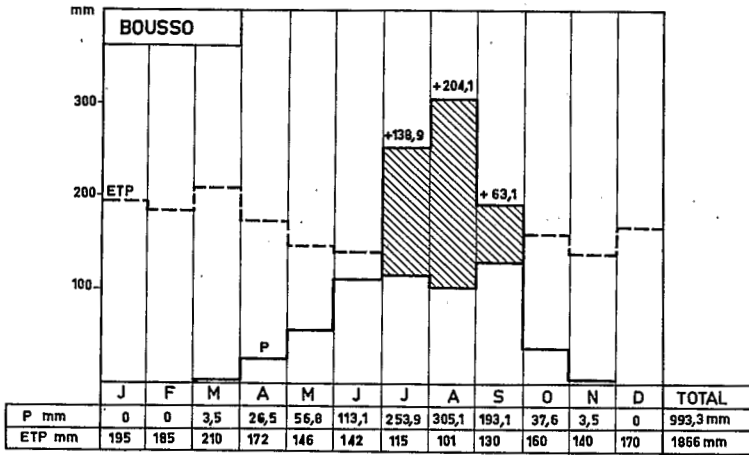


Fig. 4 (A) - Comparaison de l'évapotranspiration potentielle et de la pluviométrie (Moyennes mensuelles en millimètres)

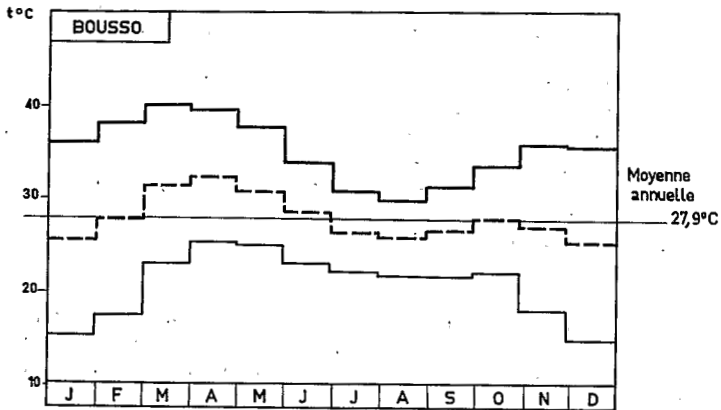


Fig. 4 (B) - Températures Maxima et Minima moyens mensuels

Si la position topographique exclut toute possibilité d'évacuation en surface, par la simple accumulation pluviale, le sol peut être soumis à un engorgement sur toute son épaisseur. Cet engorgement peut ensuite être accentué et prolongé, dans ces plaines alluviales planes, par des apports d'eau supplémentaires dus au débordement fluvial qui réalise une lame d'eau superficielle d'épaisseur variable.

La submersion par cette lame d'eau dure plus ou moins longtemps : de quelques semaines à plusieurs mois. Cette submersion dépend du régime hydrologique, des conditions locales de drainage et de l'évaporation directe à partir de la lame d'eau. Il semble que, d'abord l'eau de submersion soit évacuée lentement par le jeu du drainage par le réseau hydrographique (sauf un certain nombre de dépressions, points bas et mares semi-permanentes), et qu'ensuite l'assèchement se poursuive par évaporation.

5 - LES ROCHES-MERES — LE MODELE ET LES MATERIAUX ORIGINAUX DES SOLS

5.1 - Les formations géologiques

Elles sont toutes d'âge récent et sont des dépôts fluviolacustres quaternaires où on peut distinguer (PIAS 1962) :

- un ensemble d'alluvions anciennes, constitué par un assemblage de buttes sableuses séparant des plaines argileuses temporairement inondées.
- un ensemble récent constitué aussi de bourrelets et de bras morts inondables, représenté surtout sur la rive droite du Bahr Erguig.
- des alluvions actuelles ou très récentes.

5.2 - Le modelé

Les alluvions anciennes

Elles recouvrent la plus grande partie de la carte et sont constituées :

- de formations argilo-sableuses à argileuses des bas-fonds situées en dépression et fonctionnant en plaines temporairement inondées. Toutes ces alluvions argileuses sont différenciées en sols hydromorphes à hydromorphie d'ensemble.
- de formations sableuses à sablo-argileuses ou argilo-sableuses formant dans cet ensemble alluvial une série de buttes, à alignement S-N, dans la partie sud de la feuille, et E-W dans la partie sud-est, sans alignement particulier dans la partie nord. Leur modelé est mou et la différence d'altitude par rapport à la plaine argileuse est souvent inférieure au mètre. Elles constituent des zones d'implantation humaine.

Au nord du Chari ces formations prennent un caractère nettement plus sableux. Le modelé est aussi différent : nous ne trouvons pas d'alignements de buttes dans des plaines inondées, mais une succession d'interfluves séparés par un réseau hydrographique plus dense et hiérarchisé, réseau se résolvant parfois à des cuvettes inondées temporairement. Cette partie se trouve en effet juste en deçà d'un cordon sableux présent sur la feuille de Massenya au nord en plusieurs endroits et fait partie d'un ancien delta du Chari mais ne correspond pas nécessairement à celui du cordon.

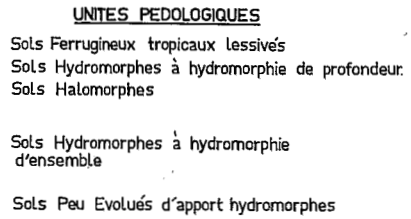
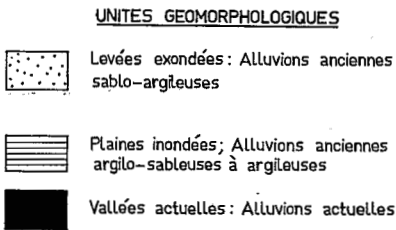
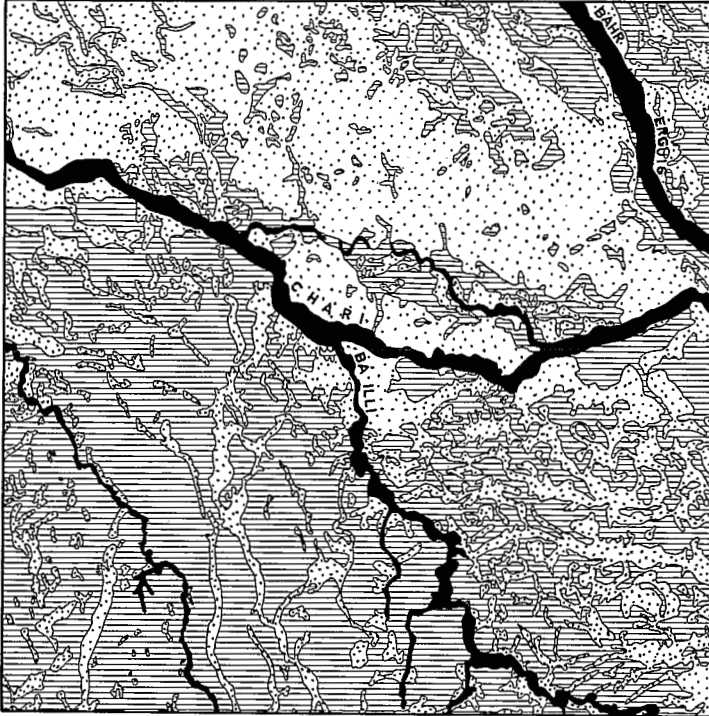


Fig. 5 - Répartition des principales unités géomorphologiques et des matériaux originels

Toute cette partie, avec un réseau hydrographique plus net et plus dense semble être plus facilement drainée maintenant que la partie sud. Les interfluves sont différenciés presque uniquement en sols ferrugineux alors qu'au sud ils ne se trouvent que sur le bourrelet de la rive gauche du Chari.

Notons également que le long de certains axes de drainage ou marigots, on observe localement en bordure de ceux-ci des dépôts sableux micacés plus récents.

Le passage entre les formations sableuses des buttes et les formations argileuses des plaines se fait d'une manière continue, que ce soit latéralement à l'échelle du modelé ou verticalement à la base des sols ferrugineux tropicaux et des sols hydromorphes de profondeur.

Les alluvions récentes

Elles gagnent les cours actuels du Chari et du Bahr Erguig mais prennent surtout une grande extension sur la rive droite du Bahr Erguig. Le modelé est constitué :

- de bourrelets sableux différenciés en sols à hydromorphie de profondeur, et en sols ferrugineux tropicaux,
- de bas-fonds et de bras morts argileux différenciés en sols à hydromorphie d'ensemble.

Les alluvions subactuelles et actuelles comprenant :

- les alluvions de texture variée du Chari et du Bahr Erguig remaniées annuellement. On y observe des sols peu évolués marqués par l'hydromorphie,
- les alluvions limoneuses déposées dans certaines parties du cours du système du Ba-Illi dans des conditions de décantation calme.

5.3 - Les caractéristiques des principaux matériaux originels

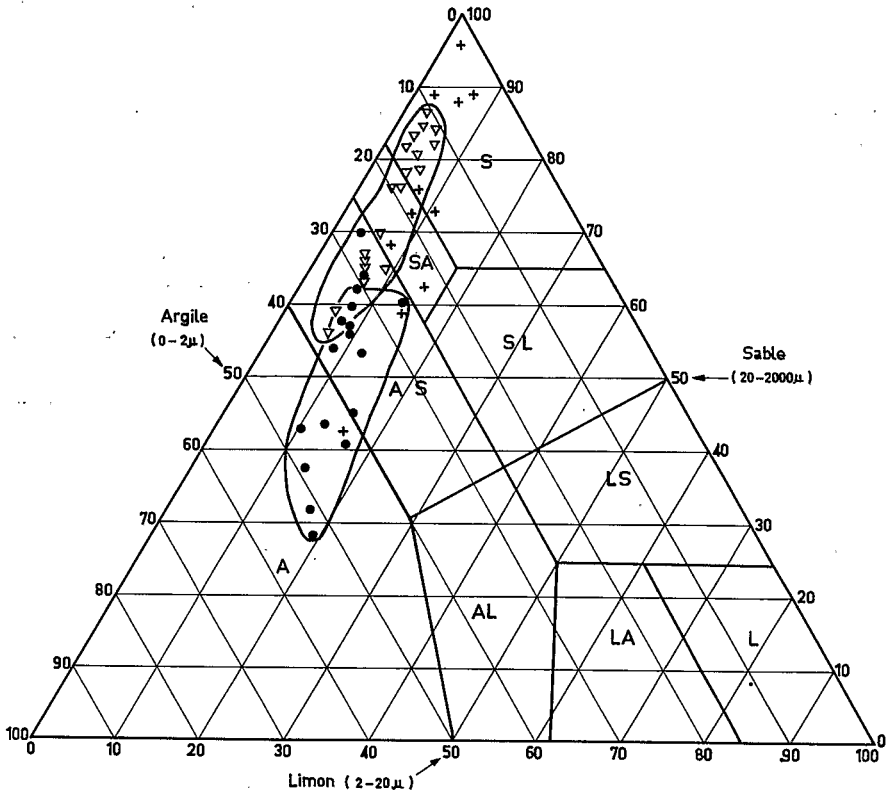
La représentation graphique des textures de 49 échantillons de matériaux originels (diagramme triangulaire A.I.S.S.) nous permet (voir figure 6) de faire les observations suivantes :

les alluvions anciennes se repartissent en deux nuages principaux s'étalant au point de vue taux d'argile entre 10 % et 60 %. Le premier à dominance sablo-argileuse avec des extrêmes sableux et argilo-sableux. Le second à dominance argilo-sableuse avec un certain nombre de points correspondant à des textures argileuses.

- une des caractéristiques essentielles de ces matériaux est leur faible teneur en limon. Mais on remarque aussi que les taux de limons augmentent en même temps que les taux d'argile (les plus argileux atteignant un taux de limon égal à 20 %).
- les alluvions récentes ou actuelles de texture variée s'étalant dans une gamme de teneurs en argile allant de 0 à 50 % pour une fraction limon toujours inférieure à 20 %. Cette fraction varie d'ailleurs dans le même sens que celle de l'argile.

On a tenté de préciser les caractères de la fraction argileuse des matériaux originels en calculant la capacité d'échange T exprimée en milliéquivalents rapportée à 100 g d'argile par un diagramme donnant T en fonction du taux d'argile (figure 7).

Diagramme A.I.S.S



- | | |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ● Alluvions argilo-sableuses à argileuses anciennes et récentes | { Sols à Hydromorphie d'ensemble
Sols Halomorphes lessivés |
| ▽ Alluvions anciennes sablo-argileuses à argilo-sableuses | { Sols Ferrugineux Tropicaux lessivés
Sols à hydromorphie de profondeur
Sols Halomorphes lessivés |
| + Alluvions actuelles de texture variée | { Sols peu Evolués d'apport hydromorphes
Sols hydromorphes
Sols halomorphes lessivés |

Fig. 6 - Texture des matériaux originaux

VALEURS MOYENNES DES TEXTURES

Matériaux originels	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
Alluvions anciennes sablo-argileuses à argilo-sableuses (18 échantillons)	20,9	4,1	3,2	20,9	49,9
Alluvions anciennes argilo-sableuses à argileuses (18 échantillons)	37,7	9,9	5,3	16,6	29,4

Ce diagramme nous montre que :

- les alluvions anciennes sablo-argileuses à argilo-sableuses ont une fraction argileuse dont la capacité d'échange est comprise entre 20 et 30 mé. Ceci indiquerait une nette prédominance de kaolinite dans la fraction argileuse. Des analyses d'argiles faites par ailleurs sur des sols de la région de l'Ecole du Ba-Illi donnent les résultats suivants, et semblent le confirmer :

- Kaolinite : 60 à 70 %
- Montmorillonite : 20 à 30 %
- Illite : 0 à 10 %

Les alluvions anciennes argilo-sableuses à argileuses ont une fraction argileuse avec une capacité d'échange comprise entre 30 et 50 mé, indiquant un mélange probable de montmorillonite, kaolinite et illite, dans lequel la montmorillonite représente une fraction notable.

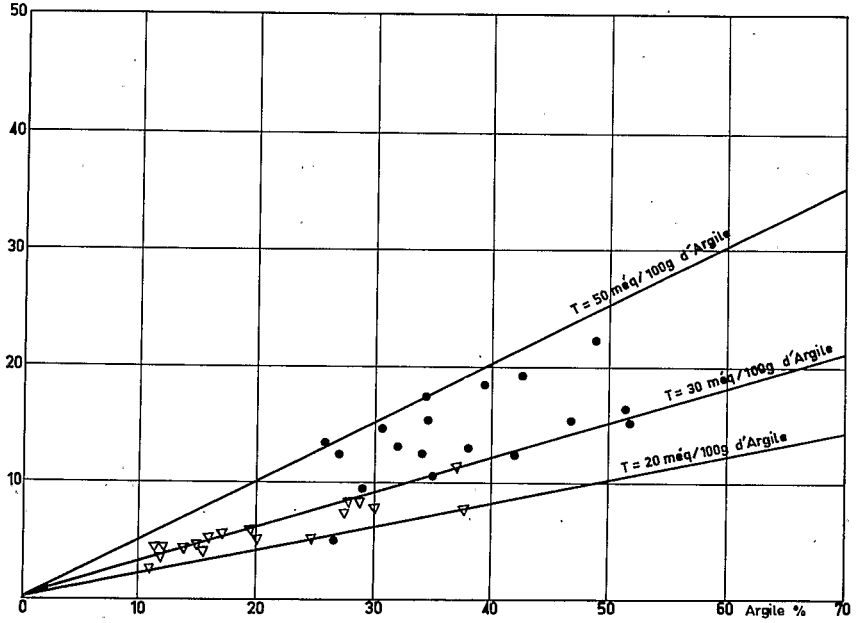
Le passage entre ces deux types de matériaux se fait progressivement puisque l'on observe une augmentation progressive de la capacité d'échange de la fraction argileuse en passant des buttes sableuses exondées aux plaines inondables.

Formation	Nombre Echantillon	Capacité d'échange de l'argile : T/A mé %	
		Valeurs extrêmes	Moyenne
Alluvions anciennes sablo-argileuses à argilo-sableuses	18	22,7 à 37,5	29,9
Alluvions anciennes argilo-sableuses à argileuses	18	19,6 à 53,6	38,2

On a également tenté de caractériser ces matériaux originels, correspondant aux grandes unités de sols, par leur fraction sableuse au point de vue dimensionnel à l'aide du rapport sable fin (0,02 à 0,2 mm) sur sable grossier (0,2 mm à 2 mm).

On note des rapports sable fin/sable grossier ordinairement plus petits que 1 et souvent compris entre 0,3 et 1. Dans quelques cas on observe des valeurs nettement plus élevées dépassant 5. Mais les variations verticales de ce rapport posent le problème de l'homogénéité au matériau originel.

Capacité d'échange
T méq/100g de sol



- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ∇ Alluvions anciennes Sablo-argileuses à argilo-sableuses \bullet Alluvions argilo-sableuses à argileuses anciennes ou récentes | <ul style="list-style-type: none"> Sols Ferrugineux Tropicaux lessivés Sols Halomorphes lessivés Sols à hydromorphie de profondeur Sols à hydromorphie d'ensemble Sols Halomorphes lessivés |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Fig. 7 - Capacité d'échange des matériaux originels

Plusieurs cas peuvent se présenter :

Cas d'une superposition sédimentaire observable sur le terrain (figure 8a)

Dans la figure 8a sont figurées les variations verticales du rapport sable fin/sable grossier parallèlement à la variation du taux d'argile. Les variations du rapport sable fin/sable grossier peuvent être brutales (BS 46 - BS 160) ou assez progressives (BS 55 et BS 53). Dans les profils BS 53 et 160, les variations brutales du taux d'argile correspondent aux sommets des horizons B de solonetz solodisés. On note que cette variation du taux d'argile se produit avec un certain décalage par rapport à la variation du rapport sable fin/sable grossier.

Cas général : variations faibles et progressives du rapport sable fin/sable grossier (figures 8b et 9)

Il est impossible de mettre en évidence une superposition sédimentaire nette. Mais on observe d'une façon générale une diminution du rapport sable fin/sable grossier (augmentation relative des sables grossiers) vers la base des profils, en même temps qu'une augmentation du taux d'argile. On comprend mal dans quelles conditions a pu se faire la sédimentation simultanée des fractions granulométriques extrêmes (argile et sable grossier) dans les niveaux correspondant à la base des profils, et quelles modifications dans ces conditions ont amené ultérieurement la sédimentation de dépôts dans lesquels les sables grossiers représentent une moindre proportion ; ou quels phénomènes ont provoqué l'enlèvement de la fraction granulométrique la plus grossière en surface, conduisant à une concentration relative d'éléments plus fins.

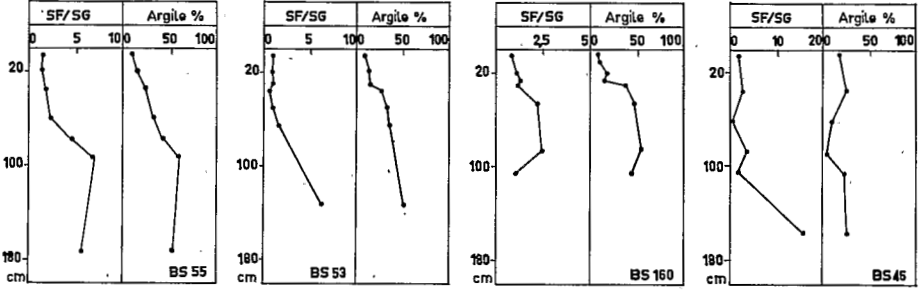
Cette variation verticale ne correspond peut-être pas uniquement à un caractère du matériau originel, mais sans hypothèse explicative valable, elle pose le problème de l'homogénéité de celui-ci. D'autre part, cette variation s'observe dans presque tous les sols où intervient le lessivage, il est intéressant de comparer la variation du taux d'argile (variation attribuée le plus souvent au lessivage) à celle du rapport sable fin/sable grossier.

Cette mise en parallèle a été faite graphiquement (figure 8b et 9) pour tous les sols où on a reconnu un lessivage. On peut faire les remarques qui suivent :

- Le rapport sable fin/sable grossier présente surtout des variations dans la partie supérieure des profils ; il tend ensuite à diminuer progressivement pour se stabiliser vers la base des profils.
- Assez généralement cette variation du rapport sable fin/sable grossier se fait en sens inverse de celui de l'argile.
- Dans certains cas il apparaît nettement que l'augmentation d'argile correspondant à l'accumulation (BS 3 - BS 2 - BS 147) se fait à un niveau plus bas que la variation du rapport sable fin/sable grossier. Ceci tend à démontrer que le lessivage se superpose à ce caractère originel, bien qu'au départ il ait pu y avoir simultanément des taux d'argile et de sables grossiers plus faibles en surface. Ce caractère peut par la suite avoir lui-même favorisé l'évolution de ces profils vers un type lessivé.

Les actions biologiques superficielles

Des observations antérieures ont montré que les vers de terre pouvaient concentrer dans leurs rejets des limons et des sables fins (BOCQUIER et BARBERY - 1965 ; AUDRY et POISOT - 1966). Cette forte activité biologique s'observe surtout dans les sols hydromorphes, temporairement inondés.



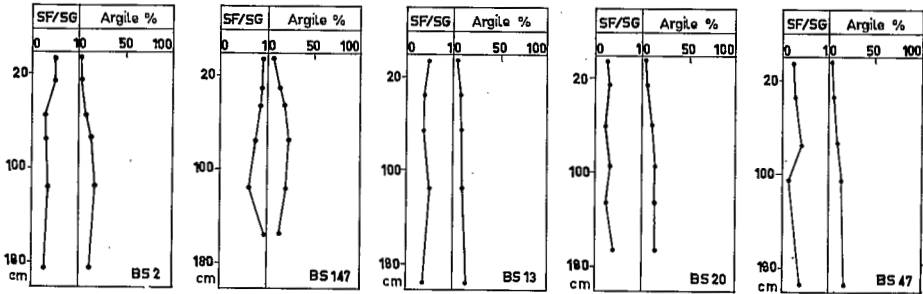
CAS DE LA SIMPLE SUPERPOSITION SEDIMENTAIRE
OBSERVABLE SUR LE TERRAIN

(Noter l'échelle différente prise dans les graphiques BS 55 et BS 53 et BS 46 pour le rapport SF/SG)

8a

8b

CAS GENERAL



Sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions à raies
sur alluvions anciennes sablo-argileuses.

Fig. 8 - Comparaison de la variation verticale du rapport sables fins/sables grossiers et du taux d'argile

SOLS SUR ALLUVIONS ANCIENNES SABLO-ARGILEUSES

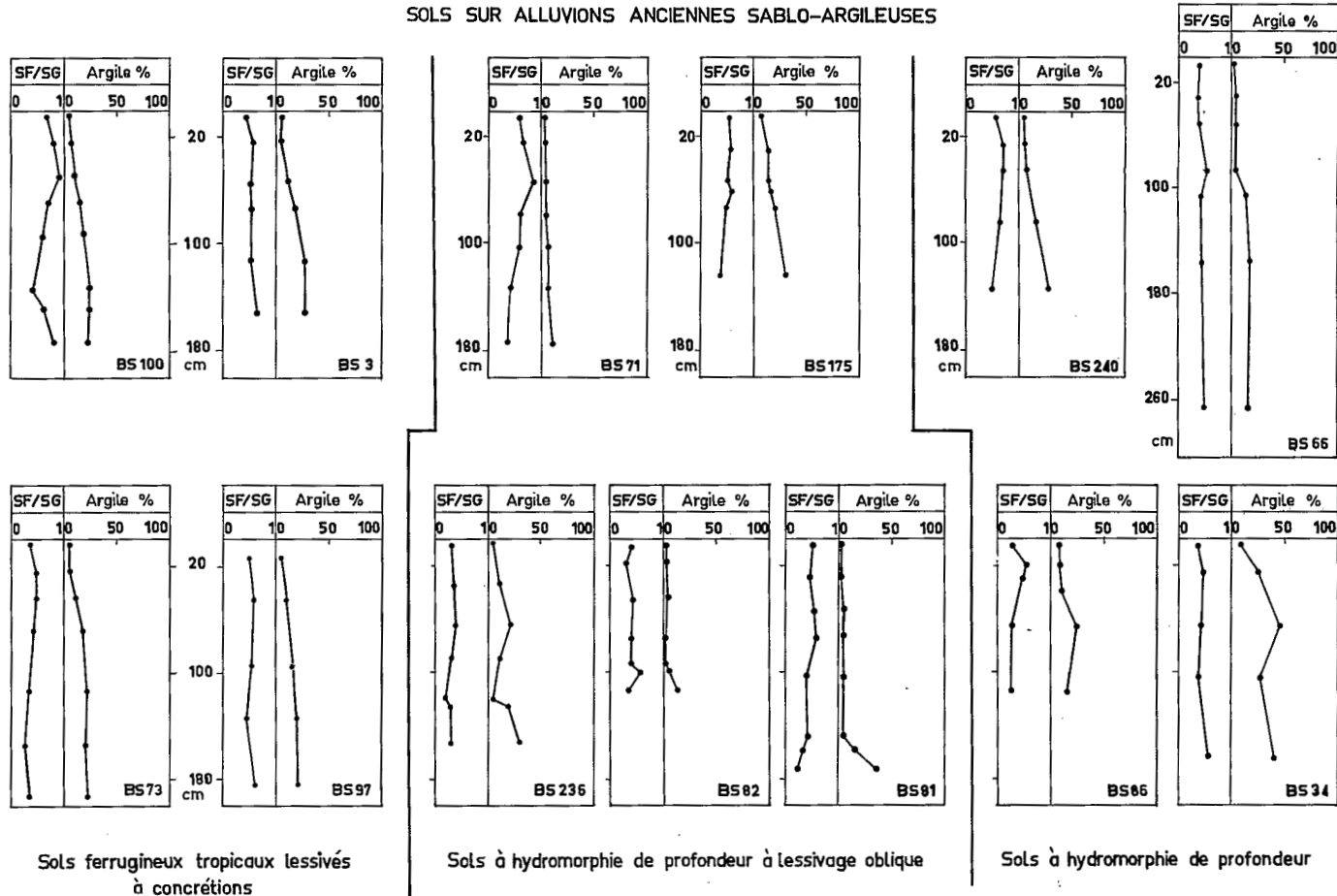


Fig. 9 - Comparaison de la variation du rapport sables fins/sables grossiers et du taux d'argile (suite de la figure 8 b)

Dans un profil (BS 114) à activité biologique particulièrement intense les rejets de vers de terre présentent une nette augmentation des limons par rapport à l'ensemble du profil.

Echantillons	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier	Co ₃ Ca
Rejets	22,0	22,5	8,0	20,5	23,5	0,3
Surface : 0 - 5 cm	33,0	9,5	6,5	21,0	28,5	0
Profondeur : 100 - 110 cm	42,5	10,5	6,0	15,0	21,5	0,3

6 - LA VEGETATION ET L'ACTION DE L'HOMME

6.1 - La végétation

La feuille de Bouso est sous l'influence d'un climat de type sahélo-soudanais (AUBREVILLE). Mais vers le nord la tendance est nettement plus sahélienne. D'autre part, l'aspect physiognomique de la végétation subit des variations dues à des conditions particulières : inondation, et action de l'homme par les feux, les cultures.

La savane boisée à combrétacées

On trouve cette savane boisée en bandes allongées sur les buttes sableuses exondées de la plaine d'inondation dans le sud de la feuille. Les espèces dominantes sont :

- *Anogeissus leiocarpus*, *Terminalia avicennioïdes*, *Hyphaene thebaïca* ; dans le sous-bois sont souvent présents *Combretum sp.*, *Hymenocardia acida*, *Strychnos spinosa*, *Balanites aegyptiaca*.

La strate herbacée est peu dense et à base de grandes graminées ; on trouve aussi *Boreria radiata* et *Cochlospermum tinctorium*.

Sur certaines buttes sableuses exondées se trouvent de véritables peuplements purs de *Borassus aethiopicum*, associés souvent à *Hyphaene thebaïca* (région de Ngam).

De nombreuses espèces plus soudaniennes s'observent encore : *Daniellia olivieri*, *Azelia africana*, *Prosopis africana*.

Vers le nord des espèces plus typiquement sahéliennes se rencontrent plus fréquemment : *Sclerocarya birrea*, *Sterculia setigera*, alors que *Terminalia avicennioïdes* tend à disparaître,

Ces formations boisées se développent sur des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou des sols à hydromorphie de profondeur. Elles correspondent aussi à des aires de peuplement plus dense. Aux abords des villages ne sont conservées que quelques espèces : *Kaya senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Faidherbia albida*, *Bombax costatum*, *Borassus aethiopicum*.

Les zones inondables portent soit des savanes herbeuses sans arbres soit des savanes arbustives claires

Les savanes herbeuses correspondent à des conditions d'inondation très prolongées. Les espèces les plus fréquentes sont : *Cymbopogon giganteus*, *Andropogon sp.*, *Oryza barthii*. Parfois on rencontre quelques arbustes isolés : *Combretum sp.*, *Bauhinia reticulata*, *Gardenia sp.*

Dès que l'inondation dure un peu moins longtemps la savane herbeuse passe à une savane arbustive à base de *Terminalia macroptera*, *Bauhinia reticulata*, *Combretum sp.* avec souvent *Gardenia sp.* On a même observé des peuplements presque purs de *Terminalia macroptera*.

Souvent autour des termitières (seuls reliefs de ces plaines) se groupent des bouquets de : *Tamarindus indica*, *Anogeissus leiocarpus*, *Balanites aegyptiaca*, *Lannea humilis*.

Sur les bordures des plaines soumises à inondation et portant souvent des solonetz solodisés, on a une formation végétale particulière irrégulièrement clairsemée à base de *Lannea humilis* souvent groupés en petits bouquets, avec *Balanites aegyptiaca*, *Combretum sp.*, *Anogeissus leiocarpus*, *Zizyphus mauritiaca*.

6.2 - L'action de l'homme.

Elle correspond à une dégradation de la végétation par la culture, les feux de brousse, les activités pastorales.

Le feu passe une à deux fois par an sur toute la surface de la carte, même dans les zones les plus inhabitées.

Les cultures sont localisées sur les buttes exondées ; soit essentiellement sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés et les sols à hydromorphie de profondeur quand la nappe temporaire qui s'y installe ne remonte pas trop haut. La culture est pratiquée plusieurs années de suite (trois à quatre ans) avant de laisser la jachère naturelle se réinstaller.

Ces cultures sont surtout des cultures sèches : coton, mil *penisetum*, sorgho, arachide, la plupart du temps suivies de cultures vivrières telles que manioc, patate douce, gombos.

Dans la partie sud de la feuille la culture du riz est pratiquée localement dans les zones inondées. Le sorgho de décrue est cultivé en bordure de ces zones inondées, mais avec une extension relativement limitée par suite de la décrue trop tardive bien souvent.

DEUXIEME PARTIE

ÉTUDE DES SOLS

CLASSIFICATION DES SOLS

La classification générale des sols adoptée est celle utilisée par la section de Pédologie de l'ORSTOM (G. AUBERT, 1965).

Dans cette carte de reconnaissance à 1/200.000, les unités pédologiques cartographiées se placent au niveau du sous-groupe et de la famille : la classification régionale est dominée par la légende pédologique de la carte à laquelle s'ajoute une association cartographique. Cette légende définit le plan général de l'étude monographique des sols, faisant l'objet du chapitre suivant.

Légende pédologique

SOLS PEU EVOLUES

- D'origine non climatique
 - D'apport
 - = Sols peu évolués d'apport (alluvial) hydromorphes
 - + Sur alluvions finement sablo-limoneuses en surface
 - + Sur alluvions récentes et actuelles de texture variée.

SOLS A SESQUIOXYDES FORTEMENT INDIVIDUALISES ET A HUMUS A DECOMPOSITION RAPIDE

- Sols ferrugineux tropicaux
 - Lessivés
 - = Sans concrétions
 - + Sur alluvions sableuses à sablo-argileuses
 - = Hydromorphes
 - + Sur alluvions sablo-argileuses à argilo-sableuses.

SOLS HALOMORPHES

- Sols à structure dégradée
 - A alcalis, à argile dégradée
 - = Solonetz solodisés à action de nappe
 - + Sur alluvions argilo-sableuses ou argileuses

SOLS HYDROMORPHES

- Minéraux
 - A hydromorphie temporaire d'ensemble
 - = A gley de surface et caractères vertiques profonds
 - + Sur alluvions argilo-sableuses ou argileuses
 - = A gley de surface et de profondeur
 - + Sur alluvions argilo-sableuses ou argileuses

- = A pseudogley superficiel et gley subsuperficiel ou profond
 - + Sur alluvions argilo-sableuses ou argileuses
- A hydromorphie temporaire de profondeur
 - = A pseudogley ou gley intensément lessivés sur une grande épaisseur
 - + Sur alluvions sablo-argileuses ou argilo-sableuses

Association cartographique

- = Association de solonetz solodisés à action de nappe et de sols hydromorphes à pseudogley de surface et gley subsuperficiel ou profond,
 - + Sur alluvions argilo-sableuses ou argileuses

ÉTUDE MONOGRAPHIQUE DES SOLS

1 - LES SOLS PEU ÉVOLUÉS

Ce sont des sols peu évolués d'apport d'origine non climatique.

Ils sont tous d'apport alluvial, et développés sur alluvions fluviales très récentes à actuelles.

Nous avons distingué deux familles en fonction de la texture des alluvions :

- Alluvions de texture variée des vallées du Chari et du Bahr Erguig.
- Alluvions finement sablo-limoneuses en surface, du système des deux Ba-Illi.

L'ensemble représente une surface totale de 55.000 ha, soit 4,5 % de la totalité de la feuille.

La faible évolution des profils de ces sols peu évolués est mise en évidence par subsistance des caractères liés au dépôt alluvial (litage - stratification). Ces caractères prédominent sur ceux que des processus pédogénétiques ont pu faire acquérir à ces profils, processus qui se manifestent cependant. En effet, tous sont marqués par des phénomènes d'hydromorphie qui s'affirment d'ailleurs plus ou moins intensément en fonction des caractères texturaux des différents niveaux.

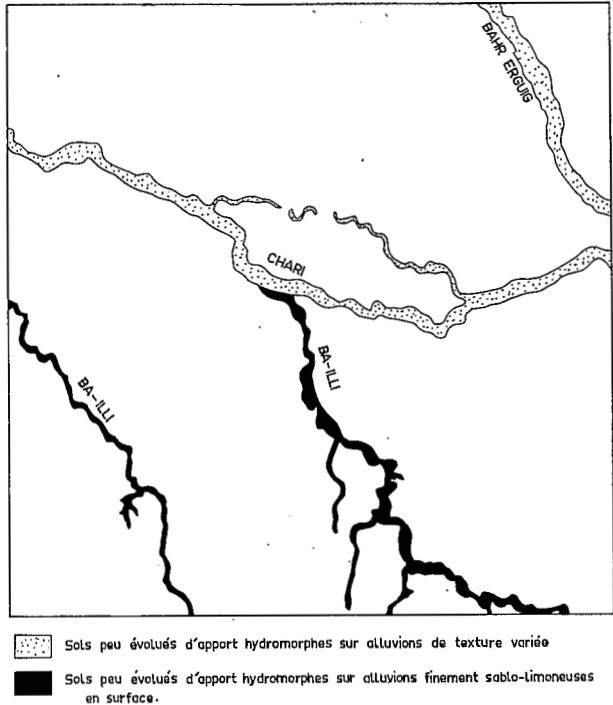


Fig. 10 - Sols peu évolués

1.1 - Famille sur alluvions finement sablo-limoneuses en surface

Morphologie

Profil BS 211 - Ba-Illi (9-4-1967)

- 4,4 km du Ba-Illi sur piste de Bouso dans le lit majeur du Ba-Illi avant son confluent avec le Chari. Le profil est situé entre deux chenaux d'écoulement secondaire.

- Savane herbacée à grandes graminées en touffes avec quelques *Gardenia ternifolia*, et *Combretum sp.*

- Présence d'une croûte superficielle continue contenant des limons et de nombreux micras.

- | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 - 17 cm | Horizon de gley peu humifère, gris-brun-clair (10 YR 6/2 - 4/2 en humide), avec de très nombreuses taches brun-jaune (10 YR 6/8), fines en surface, localisées le long de radicules, et formant ensuite un réseau dense ; finement sablo-limoneux avec de nombreux micras ; structure prismatique grossière, faiblement développée ; peu poreux par pores fins verticaux ; dur ; enracinement fin et assez dense (surtout sous les touffes graminéennes) ; passage tranché et régulier à : |
| 17 - 60 cm | Horizon de gley, mieux structuré, blanc (10 YR 7/2 - 5/2 en humide), avec de très nombreuses taches, jaune-rouge (5 YR 5/8) de 1 à 2 cm, nettes ; argileux avec forte proportion de limons et de micras, et peu de sables grossiers ; structure prismatique grossière, assez bien développée, avec début de sous-structure cubique ; peu poreux par pores verticaux fins ; dur ; assez nombreuses racines verticales fines ; passage distinct et régulier à : |
| 60 - 90 cm | Horizon de pseudogley peu structuré, blanc (10 YR 7/2 - 5/2 en humide), avec de très nombreuses taches brun-jaune (10 YR 6/8) nettes et quelques taches jaune-rouge (5 YR 5/8) ; sablo-argileux avec très nombreux micras et forte fraction de sables fins ; structure polyédrique grossière, faiblement développée ; non poreux ; peu dur à dur ; pas de racines. |

On observe très nettement dans ce profil une superposition d'alluvions caractérisées dans leur ensemble par une très faible proportion de sables grossiers (le rapport sable fin/sable grossier est compris entre 1,5 et 3) et une forte proportion de limons totaux (20 à 25 %). On observe encore une certaine proportion de micras. Mais en remontant quelques kilomètres dans le cours du Ba-Illi, ces micras disparaissent rapidement ; on ne les retrouve pas non plus dans son cours supérieur.

Répartition - Variation

Ce type sédimentaire caractérisé par un taux de limons élevé et un rapport sable fin/sable grossier élevé (compris entre 1,5 et 3) est étroitement limité aux systèmes des deux Ba-Illi. On le retrouve dans les cours des plus petits marigots et souvent sous forme de lambeaux dans certains chenaux d'écoulement dans les plaines d'inondation du sud, ceci avec un recouvrement sablo-limoneux plus ou moins important. Latéralement, dès que ce recouvrement diminue, on passe à des sols dont les caractères d'hydromorphie sont plus nettement affirmés. Il ne s'agit plus de sols peu évolués d'apport, mais de sols hydromorphes à gley de surface et de profondeur, parfois avec caractères vertiques à la base.

Caractéristiques analytiques et aptitudes culturales

Ces sols sont assez bien pourvus en matière organique (1 %) avec un rapport C/N assez élevé en surface, plus faible ensuite. Bien que moyennement saturés (80 % en surface, 40 à 50 % en profondeur), la somme des bases échangeables est voisine de 6 mé %. Les taux de potassium paraissent corrects.

Ces sols, par leur texture relativement fine en surface, par leur pH voisins de 6 ont une certaine vocation rizicole. Ils sont d'ailleurs largement utilisés pour ce type de culture dans la partie sud de la feuille, avec des résultats variables en fonction essentiellement de l'absence de maîtrise du plan d'eau qui conditionne strictement leur mise en valeur.

1.2 - Famille sur alluvions récentes et actuelles de texture variée

Cette catégorie est strictement limitée aux vallées actuelles du Chari et du Bahr Erguig.

Morphologie

Profil BS 46 - Tirmi-Bornou (1-2-1967)

- 13,5 km au nord-est de Boudamassa en bordure du Bahr Erguig dans sa zone de divagation.
- Savane arborée très clairsemée à *Terminalia macroptera*, *Borassus aethiopium*, *Gardenia sp.*, *Combretum sp.*, et grandes graminées.
- Pas d'activité biologique visible en surface.

0 - 6 cm	Horizon humifère à gley ; brun-gris (10 YR 5/2 - 3/2 en humide), nombreuses petites taches allongées formant un réseau (passages de racines), brun-jaune (10 YR 5/8) ; quelques plages gris-foncé (remplissages) ; finement sableux ; quelques micas blancs ; structure lamellaire grossière, faiblement développée ; peu dur ; peu poreux par tubes fins (plages grises plus poreuses) ; nombreux canalicules biologiques ; passage distinct et régulier à :
6 - 16 cm	Horizon faiblement humifère à pseudogley, brun (10 YR 5/3 - 4/3 en humide) ; nombreuses taches brun-jaune (10 YR 5/8) nettes, distinctes (1 cm) ; nombreux remplissages de sables grossiers, plus poreux que l'ensemble ; sablo-argileux avec forte fraction sableuse fine et nombreux micas ; structure prismatique grossière, bien développée ; dur ; rares racines fines verticales ; passage distinct et régulier à :
16 - 55 cm	Mêmes caractéristiques que précédemment, mais plus sableux avec taches plus grandes et léger éclaircissement de la teinte de fond, apparition de quelques concrétions noires (1 cm) dures ; passage distinct et régulier à :
55 - 90 cm	Horizon éclairci, brun-jaune-clair (10 YR 6/4 - 5/6 en humide) ; quelques concrétions (1 cm) arrondies, noires, moins dures que précédemment ; sableux grossier avec micas ; structure fondue ; peu poreux par tubes et lacunes ; racines moyennes peu abondantes, verticales passant à sub-horizontales au contact de l'horizon suivant ; passage à peu près régulier et brutal par une zone de 5 cm plus poreuse et à sables plus fins :

- 90 - 170 cm Horizon à pseudogley, surmonté d'un léger gley, brun-pâle (10 YR 6/3-5,5/1 en humide) ; nombreuses taches brun-jaune (10 YR 5/8) nettes et distinctes de 1 à 2 cm ; sablo-argileux passant à argilo-sableux, avec des noyaux plus argileux ; à partir de 105 cm la texture devient plus argileuse et les passages sableux mais abondants ; structure prismatique, très développée, très grossière passant à massive vers la base ; des fentes verticales séparant les prismes traversent de part en part cet horizon ; peu poreux par tubes fins verticaux ; très dur ; très rares racines ; passage brutal et irrégulier à :
- 170 - 210 cm Niveau sableux avec micas, taches et concrétions, formé de lits entrecroisés de sables fins et de sables grossiers.

Ce profil présente des caractères absolument typiques d'un sol peu évolué d'apport :

- la stratification est très nette et n'est pas masquée par les phénomènes d'hydromorphie qui sont cependant très affirmés.
- aucune autre tendance évolutive que celle de l'hydromorphie ne s'observe. Cette hydromorphie s'exprime d'ailleurs d'une manière différente dans chaque niveau en fonction des caractères propres de chacun d'eux (texture en particulier).

Variation - Extension

Ce type de sol ne se rencontre pratiquement que dans les zones d'alluvionnement et de remaniement actuel du Chari et du Bahr Erguig. Elles ne dépassent pas en général 2 à 3 km de largeur. Latéralement on observe encore des sols peu évolués d'apport, toujours développés sur des alluvions micacées, mais les stratifications sont moins nettes et se maintiennent dans un ensemble plus homogène en texture (sableux).

L'hydromorphie reste le processus principal qui tend à marquer ces sols ; elle s'exprime morphologiquement d'une manière variable en fonction de la nature propre des niveaux successifs et de la position du profil dans ce modelé alluvial actuel.

Caractères analytiques et aptitudes

Ces sols (voir en annexe les profils BS 46 et 157) présentent des variations telles qu'il est difficile de donner des caractères analytiques moyens. On remarquera cependant :

- leur taux de matière organique assez élevé (1 à 2 %) associé à un C/N élevé (supérieur à 14),
- leur pH voisin de la neutralité (de 6 à 7), plus acides en surface,
- leur taux de saturation généralement bon en rapport avec des réserves minérales elles-mêmes fonction (en valeur absolue) du taux d'argile.

Le facteur textural est, comme nous l'avons déjà fait remarquer, essentiel dans la diversification des profils et dans l'intensité des caractères d'hydromorphie.

Ce sont les caractères texturaux de leurs horizons de surface, leur position dans le modelé alluvial, les conditions de drainage qui déterminent leur utilisation possible.

Cet ensemble, peu important en surface, avec en général une nappe à faible profondeur pourrait être facilement mis en valeur par des cultures maraîchères avec irrigation à partir de l'eau de cette nappe. D'ailleurs, certains villages, le long du Chari, se livrent déjà à la culture d'oignons et de tomates sur planches à pente douce, divisées en carrés séparés par des diguettes, et irriguées par submersion à l'aide de "Chaddoufs".

2 - LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

Dans la classe des sols à sesquioxydes fortement individualisés et à humus de décomposition rapide, les sols ferrugineux tropicaux forment une sous-classe où les sesquioxydes de fer sont individualisés et restent libres. La présence ou l'absence du lessivage définissent deux groupes. Dans le groupe lessivé la distinction des sous-groupes se fait par le mode d'accumulation des sesquioxydes.

Sur la feuille Bousso seul le groupe lessivé est représenté. On a distingué deux sous-groupes :

- sans concrétions en général sans taches (souvent à raies),
- à pseudogley de profondeur avec concrétions et taches dues à l'action d'une nappe temporaire.

Ils occupent une grande partie de la surface totale de la feuille (32,4 % soit 387.000 ha) et sont développés sur un seul type de matériau original : alluvions sablo-argileuses à argilo-sableuses des buttes exondées. On note cependant dans le système inter Chari - Bahr. Erguig un faciès plus sableux.

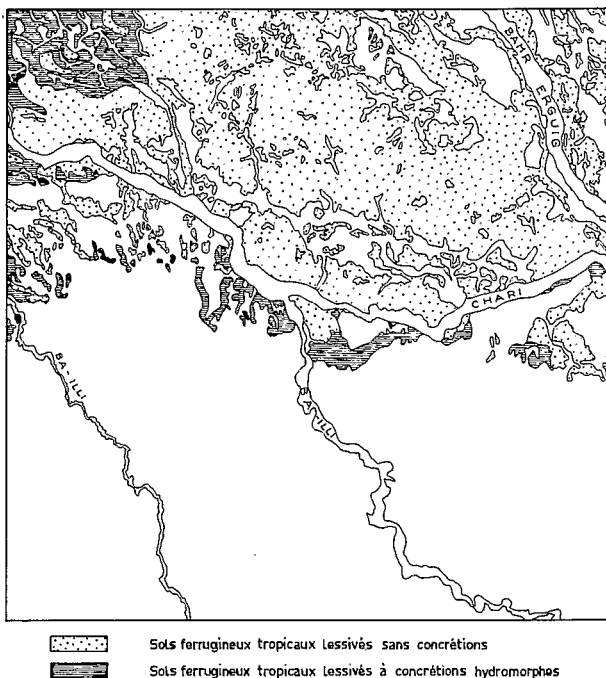


Fig. 11¹ - Les sols ferrugineux tropicaux

2.1 - Les sols ferrugineux tropicaux lessivés, sans concrétions sur alluvions anciennes sableuses à sablo-argileuses

C'est l'unité la plus importante des sols ferrugineux tropicaux cartographiés sur cette feuille : elle est plus particulièrement représentée dans le système inter Chari - Bahr Erguig. Soit 28 % de la superficie de la carte (334.900 ha):

Morphologie

Profil BS 13 - Mousgougou (12-3-1967)

- 4,4 km au nord de Mousgougou au sommet d'une large butte plate à son sommet
- Alluvion ancienne sableuse
- Savane arborée à *Anogeissus leiocarpus* et *Sclerocarya birrea*

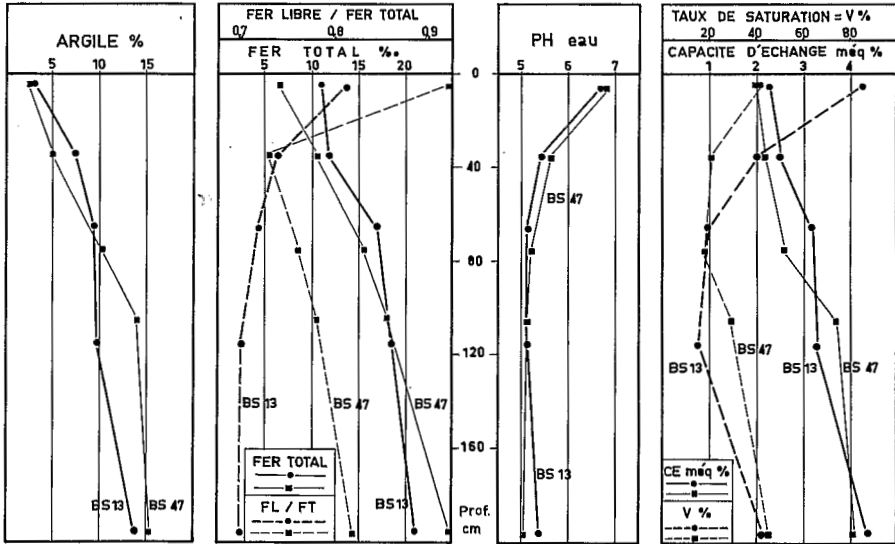
- Profil dans un ancien champ de mil *pennisetum* avec repousses de *Guiera senegalensis* - *Combretum sp.*

- En surface entre les anciens billons, présence d'une croûte litée formée de lits sableux - nombreux sables déliés.

- 0 - 24 cm Horizon moyennement humifère remanié par la culture, brun (10 YR 4,5/3 - 4/3 en humide), avec nombreux passages plus clairs et plus sableux (litages) ; nombreux remplissages de sables lavés propres ; sableux grossier ; structure fondue à débit polyédrique (tendance lamellaire entre les anciens billons) ; peu cohérent ; assez poreux par tubes fins, nombreux canalicules biologiques ; rares racines fines ; passage irrégulier et distinct (dû à la culture en billons) :
- 24 - 56 cm Horizon lessivé très faiblement humifère à accumulation discontinue en raies ; brun-jaune (10 YR 5,5/4 - 4/4 humide) ; raies à 30 - 40 cm, brun-foncé (10 YR 4/4), fines (1 cm), plus argileuses et plus compactes que l'ensemble de l'horizon ; quelques poches de l'horizon précédent ; sablo très légèrement argileux ; structure polyédrique grossière, faiblement développée ; poreux par pores tubulaires fins et lacunes fines, avec encore de nombreux canalicules biologiques ; peu cohérent ; pas de racines ; passage distinct à graduel et régulier à :
- 56 - 126 cm Horizon lessivé à accumulation en raies puis (à partir de 90 cm) diffuse ; brun-jaune (10 YR 5/6 - 4/4 en humide) ; raies à 70 - 80 - 90 cm de mêmes caractères que précédemment mais moins nettes ; encore quelques passages sableux plus clairs dans la partie supérieure ; nombreux remplissages en poches (remontées) provenant des horizons inférieurs ; sablo légèrement argileux, plus argileux dans les raies et dans certains noyaux ; structure polyédrique grossière, faiblement développée ; assez poreux par lacunes et tubes fins jusqu'à 90 cm et dans les passages clairs, tubes fins ensuite ; peu dur à dur (noyaux) ; pas de racines ; passage distinct à graduel et régulier à :
- 126 - 220 cm Horizon de transition au matériau originel avec légère accumulation diffuse ; jaune-brun (10 YR 6/6 - 5/6 en humide) ; sablo légèrement argileux ; structure polyédrique grossière, très faiblement développée ; peu poreux avec nombreux canalicules biologiques ; peu dur à dur ; pas de racines.

Ce profil très représentatif de cette famille peut se caractériser morphologiquement par :

- des horizons lessivés épais (80 à 100 cm) encore très lessivés à leur base
- un passage aux horizons d'accumulation progressif
- des horizons d'accumulation bien colorés, mais peu marqués au point de vue texture, sans revêtements argileux nets,
- une transition progressive vers le matériau qui est clair et,
- une structure faiblement développée de type polyédrique moyen à grossier, sauf dans des horizons d'accumulation où elle est un peu plus développée et où on observe une légère augmentation de consistance.



CARACTERES GENERAUX	VARIATIONS
<ul style="list-style-type: none"> - Profil textural très progressif, pas d'accumulation nette d'argile - Teneurs en fer faibles, grande mobilité en surface (FL/FT = 0,7-0,8) - Désaturation faible en surface (v=70-80%) avec des PH neutres forte dans les horizons lessivés (v=20-40%) avec les PH acides (5 à 5,5), légère remontée du PH ensuite. - Capacité d'échange faible : 2-3 mé % en surface 3-5 mé % ensuite. - Remontée nette d'éléments en surface (Ca) - Ca prédominant, pas de carences en Mg. - Réserves potassiques faibles (<0,05 mé % en surface 0,2 mé % ensuite) - Réserves en phosphore faibles (<0,2%) - Réserves organiques faibles (<1%) - C/N élevé - Stabilité structurale assez bonne - perméabilité faible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Accumulation d'argile et immobilisation du fer plus nette dans les sols moins épais (BS 147) - Dans les sols les plus cultivés (BS 47) on observe une diminution du taux de saturation (40%), du taux de matière organique avec corrélativement une capacité d'échange moindre, un appauvrissement en potassium échangeable et une remontée moindre en calcium

Fig. 12 - Caractéristiques analytiques principales des sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions sur alluvions sablo-argileuses

Un certain nombre de variations par rapport à ce type moyen s'observent ; elles concernent :

- la réduction des horizons lessivés par érosion (BS 147), qui s'accompagne d'une accumulation d'argile plus nette et plus colorée (la transition est dans ce cas distincte et la couleur dans la figure des 7,5 YR au lieu de 10 YR) et de l'apparition de quelques taches et concrétions faiblement cimentées,
- la présence de raies d'accumulation dans les horizons lessivés, qui sont fines et de couleur identique aux horizons d'accumulation sous-jacents, dans ce cas les horizons lessivés sont plus épais (BS 47),
- l'éclaircissement des horizons humifères et la fragilité de la structure en surface (tendance à la massification) qui semblent dus à une culture prolongée qui diminue le stock organique et à la dénudation du sol pendant les premières pluies.

Caractères analytiques (voir figure 12)

On peut les résumer ainsi :

- l'accumulation d'argile n'est pas nette sauf dans le cas de profils raccourcis (BS 147)
- les teneurs en fer sont faibles, bien que cet élément soit très mobile ($FL/FT = 0,7 - 0,8$)
- la désaturation est en général faible en surface ($V = 70 - 80\%$) et s'accompagne de pH neutres, sauf dans le cas des sols très cultivés (BS 47) où le taux de saturation peut descendre à 40%. Les horizons lessivés sont fortement désaturés ($V = 20$ à 40%), les pH γ sont acides (5 à 5,5). Plus profondément les taux de saturation et le pH remontent légèrement,
- la capacité d'échange est faible et va de 2 à 3 mé % en surface à 3 - 5 mé ensuite. Le calcium est l'élément prédominant dont on observe une nette remontée en surface ; le magnésium ne présente pas de carence,
- les réserves potassiques (< 0,2 mé), phosphoriques (< 0,2 %), organiques (< 1 %) sont faibles. La culture peut les faire baisser encore (BS 47),
- les stabilités structurales sont en général bonnes ; les perméabilités faibles.

Conclusions

Cette catégorie de sols ferrugineux tropicaux lessivés est particulièrement bien typée au point de vue morphologique (épaisseur importante des horizons lessivés, faible coloration générale, profil textural très progressif).

Le fait que ces profils soient intensément lessivés doit sans doute être mis en rapport avec leur drainage particulièrement favorable et leur position dans un modelé lui-même bien drainé par un réseau d'axes d'écoulement particulièrement dense surtout dans la zone inter Chari - Bahr Erguig.

Les mécanismes expliquant ces lessivages intenses sont inconnus. La présence de raies d'accumulation dans certains profils n'est pas non plus explicable dans l'état de nos connaissances actuelles.

Cartographie et répartition

Ces sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions représentent 28 % de la surface totale de la feuille. Ils sont surtout localisés aux parties hautes du modelé et plus particulièrement au système d'alluvions inter Chari - Bahr Erguig bien drainé dans son ensemble. Ils ont été cartographiés également sur la rive gauche du Chari, et correspondent alors au sommet du bourrelet ; ils passent sur la pente à des sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes.

Dans la partie nord de la feuille le passage entre ce type de sol et les sols hydromorphes des talwegs se fait assez brutalement.

2.2 - Les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, sur alluvions anciennes sablo-argileuses

Cette unité de sols ne représente qu'un faible pourcentage de la surface totale de la carte. Ils sont localisés en position topographique plus basse que les précédents et représentent un terme de passage avec les sols hydromorphes. Ils sont caractérisés par la formation de concrétions et de taches dans les horizons B et l'apparition d'un pseudogley à la base de ces horizons et dans le matériau originel. Dès que les caractères d'hydromorphie remontent plus haut dans ce profil (base des horizons lessivés) on passe à des sols hydromorphes à hydromorphie temporaire de profondeur.

Morphologie

Profil BS 73 - Ba-III (24-11-1966)

- Localisé à 1,1 km au sud du Ba-III sur la pente sud du bourrelet - rive gauche du Chari,

- Alluvion ancienne sablo-argileuse

- Savane arborée dense à sous-bois épais à *Anogeissus leiocarpus*, *Terminalia avicennoides*, *Combretum sp.*, tapis herbacé à base de *Boreria radiata*, *Sparagus sp.*, *Pennisetum sp.*

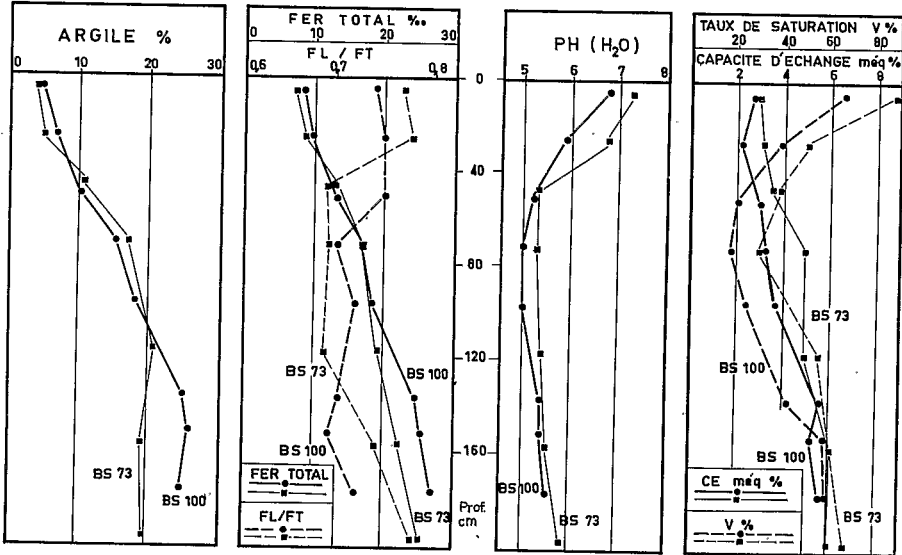
Surface : Plane, bien recouverte par des débris végétaux, recouverte d'une croûte très fragile, mamelonnée, adhérente au sol, avec localement des plages de sables déliés. Quelques termitières brun-jaune, et nombreuses galeries de fousseurs.

0 - 8 cm Horizon humifère, lessivé, à forte activité biologique, brun-gris (10 YR 5/2 - 3,5/2 en humide), apparaissant très légèrement hétérogène par des remplissages sableux clairs ; sableux avec une fraction grossière assez anguleuse peu colorée ; structure polyédrique grossière, faiblement développée, à angles émoussés avec un remplissage particulière à polyédrique très fin en rapport avec une très forte activité biologique ou (et) une forte abondance de racines ; peu dur ; très poreux de type lacunaire surtout grossier ; quelques galeries et cavités ; chevelu racinaire dense un peu irrégulier. faiblement oblique ; passage tranché et régulier à :

- 8 - 33 cm Horizon faiblement humifère, lessivé, brun (10 YR 5/3 - 4/3 en humide) homogène avec de très rares remplissages plus jaunes ; sableux ; structure polyédrique grossière, faiblement développée ; peu dur (légèrement plus dur que l'horizon précédent) ; poreux, de type lacunaire plus fin ; enracinement fin, moyennement dense à nette tendance horizontale ; passage distinct et régulier à :
- 33 - 60 cm Horizon très faiblement humifère, lessivé, légèrement coloré, brun-jaune-clair (10 YR 6/4 - 7,5 YR 5/6 en humide), avec un réseau légèrement éclairci ; sableux avec légère augmentation d'argile ; structure polyédrique moyenne à grossière, faiblement développée ; peu dur avec des noyaux plus durs ; poreux suivant le réseau plus clair, porosité de type lacunaire avec quelques cavités et des déjections ; passage distinct et régulier à :
- 60 - 80 cm Horizon lessivé, brun (7,5 YR 5/5 - 5/6 en humide) homogène avec encore un réseau plus clair ; sablo-argileux ; structure polyédrique, faiblement développée ; dur ; libérant sous la pression de petits agrégats polyédriques ; poreux, de type lacunaire suivant le réseau clair, avec des pores tubulaires lissés ; peu de racines fines ; quelques nids de fousseurs ; passage distinct et régulier à :
- 80 - 140 cm Horizon d'accumulation diffuse d'argile et de sesquioxydes, légèrement frais, jaune-rouge (7,5 YR 5,5/6 - 5/6 en humide), avec vers 1 m de profondeur, quelques concrétions à centre noir-bleuté et cortex épais (3 - 4 mm) jaune à jaune-rouge (5 YR 5/8) ; à la base de l'horizon quelques petites taches diffuses brun-rouge ; sablo-argileux (plus argileux que précédemment) ; structure polyédrique moyenne à grossière, moyennement développée ; dur ; poreux (un peu moins que l'horizon précédent) de type mixte, avec zones plus poreuses mais non éclaircies ; racines fines, bien réparties, peu abondantes ; passage graduel et régulier à :
- 140 - 165 cm Horizon éclairci, faisant transition au matériau originel, brun-jaune (10 YR 6/5 - 5/7 en humide), homogène ; même texture ; structure polyédrique, moyennement développée ; dur ; assez poreux par pores fins de type mixte (lacunaire + tubulaire) ; très rares radicules ; très rares concrétions ; passage graduel et régulier à :
- 165 - 200 cm Horizon de passage au matériau engorgé temporairement, à pseudogley, brun-jaune-clair (10 YR 6/5 - 5/7 en humide) ; même texture avec nombreuses taches rouge-jaune (5 YR 5/8) et rouges auréolées de jaune, peu cimentées ; structure polyédrique moyenne à grossière, moyennement développée ; dur ; peu poreux ; quelques canalicules biologiques.

Ce profil peut se caractériser morphologiquement par :

- des horizons lessivés assez épais (60 à 80 cm) peu colorés dans leur ensemble (brun-gris, brun-gris-sombre) avec une pénétration humifère allant jusqu'à 30 - 50 cm,
- des horizons d'accumulation bien marqués, à assez forte consistance, colorés (brun-foncé) présentant quelques concrétions, mais sans revêtements argileux visibles,
- un matériau plus clair (brun-jaune), siège d'un pseudogley avec concrétionnement.



CARACTERES GENERAUX	VARIATIONS
<ul style="list-style-type: none"> - Profil textural marqué avec un horizon d'accumulation d'argile net. - Grande mobilité du fer en surface (FL/FT=0,7-0,8) s'immobilisant nettement au dessus de l'accumulation d'argile - Désaturation faible en surface (V=60 à 90%) avec des PH neutres (6,6 à 7,3) très forte à la base des horizons lessivés (V=20 à 50%) avec des PH acides (5). - Capacité d'échange faible en surface (2-3 meq %) avec nette remontée de Ca, qui domine dans tout le profil, les horizons inférieurs sont mieux pourvus. - Réserves organiques faibles (1% en surface) avec un C/N élevé (13 à 16) - Réserves phosphoriques moyennes. - Teneurs en potasse échangeable médiocres. 	<p>Les profils à horizons lessivés moins épais (BS 100-B5 97) à ségrégations de texture au sommet de l'horizon d'accumulation ont simultanément à ce niveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Une désaturation plus forte (V=20%) - Un PH plus acide (5,0 au lieu de 5,5), ils ont aussi une accumulation plus progressive et moins nette et un complexe absorbant moins bien pourvu.

Fig. 13 - Caractéristiques analytiques principales des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions hydromorphes sur alluvions sablo-argileuses

Les variations observées concernent :

- l'intensité du pseudogley qui peut remonter dans les horizons d'accumulation (BS 3), dans ce cas le passage à l'accumulation est plus tranché,
- le concrétionnement, qui peut être moins intense et n'apparaître que plus profondément dans le matériau (BS 97 - BS 100),
- la présence de ségrégations dans la texture (noyaux) dans la partie supérieure des horizons d'accumulation (BS 97 - BS 100, profils à horizons lessivés plus réduits).

Caractères analytiques (voir figure 13)

Les horizons d'accumulation sont nets ; le fer est très mobile (FL/FT = 0,7 - 0,8) et s'immobilise nettement au-dessus de l'accumulation d'argile.

Les taux de saturation sont variables mais en général bons en surface (V = 60 à 90 %) ; ils présentent un minimum accusé à la base des horizons lessivés (20 à 50 %) ; les pH correspondants sont neutres (6,6 à 7,3) et acides (5). Dans le cas de profils à horizons lessivés moins épais (BS 100 - BS 97) et à ségrégations de texture au sommet des horizons d'accumulation on observe à ce niveau une désaturation plus forte et un pH plus acide.

La capacité d'échange, faible en surface (2 - 3 mé %), atteint 10 mé en profondeur ; le calcium domine nettement dans tout le profil avec une nette remontée biologique en surface.

Les réserves organiques sont faibles et souvent inférieures à 1 % en surface ; les rapports C/N observés sont relativement élevés (13 à 16).

Les teneurs en phosphore total et en potasse échangeable restent faibles.

La stabilité structurale et la perméabilité sont assez faibles.

Conclusions sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes

La morphologie et les caractères analytiques de ces sols sont liés à la présence temporaire d'un engorgement à la base des profils ; mais leur type de différenciation demeure celui d'un sol ferrugineux tropical lessivé.

Suivant leur position dans le modelé et leurs conditions de drainage interne, les phénomènes d'engorgement peuvent remonter plus haut dans les profils et les faire passer, en position topographique plus basse, à des sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur.

Cartographie - Extension

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes ne représentent qu'une faible partie de la surface totale de la carte (4,4 %). Ils sont surtout localisés au bourrelet rive gauche du Chari, en position intermédiaire entre les sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions et les sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur lessivés. On les retrouve aussi dans la partie nord-ouest de la feuille dans un système très morcelé par le réseau hydrographique avec très fréquemment des phénomènes d'érosion.

2.3 - Conclusions sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés

La différenciation des sols ferrugineux tropicaux lessivés est donc sous la dépendance des facteurs suivants :

- l'individualisation des hydroxydes, leur mobilisation dans les horizons supérieurs, leur immobilisation en profondeur qui est principalement conditionnée par des actions d'engorgement,
- le lessivage de l'argile et des hydroxydes, conditionné par les possibilités de percolation des eaux et de drainage interne, est plus ou moins intense dans les profils observés. Il est particulièrement intense dans les sols sans concrétions (qui ont souvent des raies). Il l'est moins dans les sols à pseudogley par suite de la remontée de la nappe entraînant une diminution du drainage interne,
- l'engorgement de profondeur qui est surtout lié, quand il existe, à la présence de nappes temporaires en relation plus ou moins étroite et complexe avec le régime hydrologique en général de la région.

2.4 - Utilisation des sols ferrugineux tropicaux lessivés

L'exploitation actuelle des sols ferrugineux tropicaux lessivés est du type culture sèche et comporte essentiellement le coton auquel font suite pendant plusieurs années consécutives des cultures vivrières : sorgho, manioc, arachide. La jachère arbus-tive ne se réinstalle généralement qu'au bout de 3 à 5 années et pour des périodes variables. Il semble que, sur cette feuille, certaines zones (nord de la feuille) reviennent à la jachère pendant de plus longues périodes à cause d'une assez faible densité de population.

D'autre part les sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions sont souvent délaissés au profit de ceux à pseudogley, en raison des rendements médiocres, alors que les seconds peuvent permettre une meilleure alimentation en eau des plantes, du fait de l'engorgement profond et de la rétention plus forte.

Le caractère sableux de ces sols permet un travail facile ; mais il les rend aussi très sensibles en surface aux actions d'érosion et de dégradation, accentuées par la dénudation en vue de la culture. D'autre part les horizons lessivés sableux et assez épais ne peuvent stocker qu'une quantité limitée d'eau ; les horizons d'accumulation durs sont difficilement atteints par les cultures annuelles à enracinement court. Il faut donc faire des semis assez tôt pour que, en fin de saison des pluies, les plantes aient un enracinement suffisamment important leur permettant d'atteindre les réserves d'eau plus profondes (surtout pour les sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions à horizons lessivés très épais).

Les horizons lessivés étant pauvres chimiquement en valeur absolue, l'exploitation traditionnelle intensive, sans fertilisation, risque d'appauvrir rapidement ces sols et doit être suivie d'une jachère longue permettant de reconstituer leur stock organique et leur structure.

3 - LES SOLS HALOMORPHES

Dans la classe des sols halomorphes, sont inclus des sols dont les caractères essentiels d'évolution sont : soit la richesse en sels solubles, soit la richesse en sodium échangeable d'eau moins un horizon... y provoquant la formation d'une structure massive, diffuse.

A ces deux types de phénomènes correspondent deux sous-classes :

- la première comprend les sols salins,
- la deuxième comprend les sols à alcalis.

Tous les sols halomorphes observés sur la feuille Bouso appartiennent à la deuxième sous-classe, ce sont des sols à structure dégradée, à alcalis, à argile dégradée, du type solonetz solodisés à action de nappe. Le terme "à action de nappe" signifie que la concentration de l'ion sodium qui tend à saturer le complexe absorbant se réalise à partir de nappes temporaires dans des positions privilégiées.

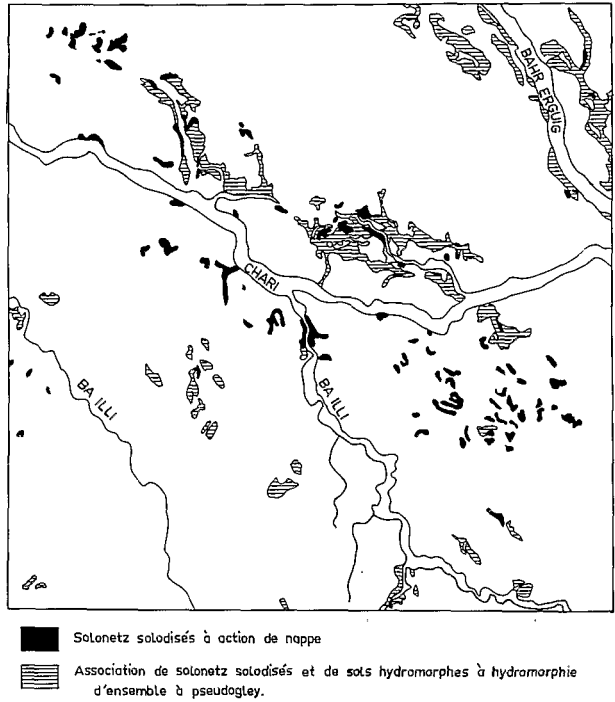


Fig. 14 - Les sols halomorphes

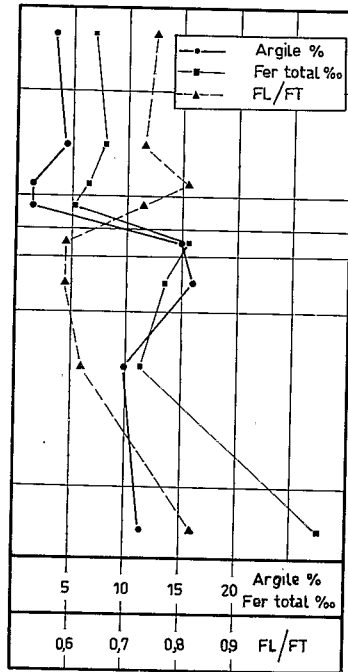
Sur la feuille Bouso ces sols sont étroitement localisés aux bordures des zones inondables, et à de petites buttes exondées qui sont le siège de concentrations préférentielles à partir des nappes peu profondes. Ces sols admettent en général un drainage externe.





Ces sols sont surtout représentés dans le complexe des alluvions récentes du Bahr Erguig (rive droite), et le long d'un petit défluent du Chari (Bahr Nara) en amont de Bouso. Dans les plaines d'inondation au sud du Chari, ils ne sont représentés que par d'étroites bandes le long de certaines buttes exondées.

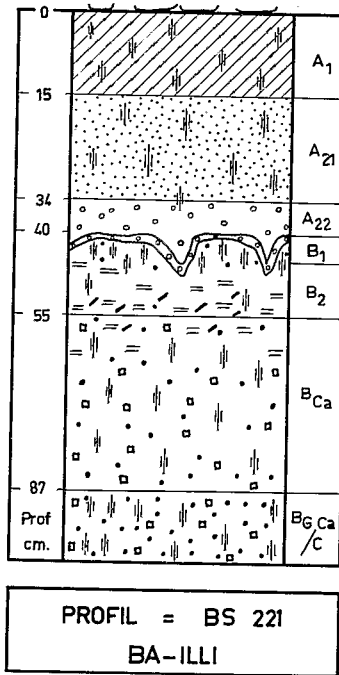
Morphologie (voir figure 15)



Profil BS 221 - Ba-Illi (12-4-1967)

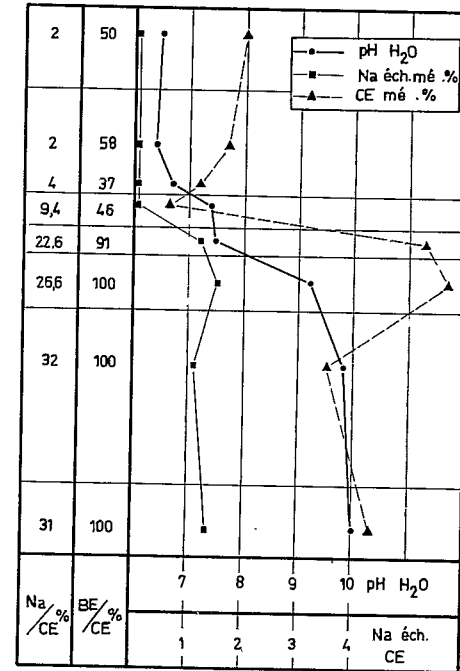
- Situé à 4,1 km au sud du Ba-Illi sur la piste de Lai, en bordure d'une zone inondable
- Alluvion sablo-argileuse
- Savane arbustive claire à : *Lannea humilis*, *Combretum sp.*, *Bauhinia reticulata* avec une strate arborée claire à *Balanites aegyptiaca* et quelques *Acacia seyal*.



-  Croûte superficielle
-  Horizon humifère Lessivé
-  Horizon éclairci Lessivé
-  Horizon blanchi solodisé



-  Horizon colonnaire avec "croûte blanchie" à porosité vésiculaire
-  Ségrégations d'hydroxydes




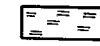
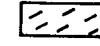

-  Concrétions ferrugineuses
-  Revêtements argileux
-  Carbonates = pseudomycélium
-  Carbonates = nodules et grains

Fig. 15 - Morphologie et caractères analytiques principaux des solonetz solodisés à action de nappe

- Surface : Caractérisée par une croûte noire discontinue, recouverte par plages de sables déliés, avec début d'érosion en nappe.
- 0 - 15 cm Horizon peu humifère, lessivé, brun-gris-clair (10 YR 6/2 - 4/2 en humide) ; très nombreuses petites taches fines, brun-jaune (10 YR 5/8), le long de certains passages de racines et de certains canaux ; sableux (surtout des sables grossiers), avec nombreux remplissages de sables peu salis dans des canaux et cavités ; structure fondue, tendance lamellaire sur les 5 premiers centimètres ; peu cohérent ; assez poreux par tubes fins et par lacunes dans les remplissages ; enracinement fin et assez dense avec quelques racines moyennes horizontales vers 15 cm ; passage distinct et régulier à :
- 15 - 34 cm Horizon éclairci, lessivé, blanc (10 YR 7/2 - 5/3 en humide), avec nombreuses taches diffuses (1 - 3 cm) brun-jaune (10 YR 5/8) ; grossièrement sableux ; structure fondue (les taches plus dures donnent une tendance polyédrique à l'ensemble) ; peu cohérent avec des taches peu dures ; poreux par lacunes et tubes fins à moyens ; enracinement fin, assez dense, vertical ; passage presque tranché et assez régulier à :
- 34 - 40 cm Horizon pouvant descendre entre les colonnes de l'horizon suivant jusqu'à 45 cm, très lessivé, blanchi, solodisé, blanc (10 YR 8/2 - 7/2 en humide) ; sableux grossier ; structure fondue à particulaire, tendance lamellaire au contact de l'horizon suivant ; très poreux par lacunes grossières ; non cohérent ; la base de cet horizon adhère à l'horizon suivant ; passage brutal et irrégulier à :
- 40 - 55 cm Horizon d'accumulation de sesquioxides et d'argile à structure colonnaire et se résolvant en sous-horizons :
- de 40 à 42 cm : zone descendant sur les faces latérales des colonnes ; gris-clair (2,5 Y 7/0 - 6/2 en humide) ; sablo-argileux ; structure massive ; non poreux sauf quelques alvéoles en surface à parois internes brillantes ; friable sur les premiers mm, très dur ensuite ; les racines s'arrêtent à ce niveau en y pénétrant légèrement en prenant une direction horizontale ; passage brutal et irrégulier à :
 - de 42 à 45 cm : brun-jaune (10 YR 5/4 - 4/4 en humide), avec nombreux passages gris-clair (10 YR 6/2) et nombreuses taches brun-jaune (10 YR 5/8) ; sablo-argileux avec quelques pores fermés semi-tubulaires ; très dur ; pas de racines, à partir de 45 cm :
 - 45 à 55 cm : apparaissent des revêtements argileux fins (parfois épais) brun-gris (2,5 Y 5/2) localisés dans des cavités, la structure très développée passe à polyédrique moyenne ; l'ensemble est carbonaté par pseudo-mycélium ; transition distincte et irrégulière à :
- 55 - 87 cm Horizon d'accumulation de carbonates, brun-pâle (10 YR 6/3 - 5/4 en humide), avec encore quelques passages gris-clair (10 YR 6/2) formant un réseau diffus aurolé de quelques taches brun-jaune (10 YR 5/8) ; assez nombreuses petites concrétions (5 mm) brunes à centre noir brillant ; carbonates sous forme de très petits grains et petits nodules friables (quelques mm) ; sablo-argileux ; structure massive à tendance polyédrique ; l'ensemble présente une assez forte porosité de type tubulaire ; dur à très dur ; pas de racines ; passage distinct et assez régulier à :

87 observé jusqu'à 105 cm Horizon de transition au matériau originel, carbonaté ; brun-jaune-clair (2,5 Y 6/4 - 3/4 en humide) avec quelques passages légèrement plus gris et nombreuses concrétions moyennes de même type que dans l'horizon précédent ; carbonates sous forme de très nombreux petits grains friables et de nodules allant jusqu'à 1 cm de diamètre ; sablo-argileux (moins argileux que précédemment) : structure massive à tendance polyédrique ; dur à très dur ; même type de porosité que dans l'horizon précédent mais moins forte ; pas de racines.

Caractéristiques analytiques

Les graphiques de la figure n° 15 permettent de les résumer de la manière suivante :

- horizon lessivé peu épais de 10 à 35 cm et souvent moins, par érosion, (cf. BS 92) gris avec des signes d'engorgement, sableux à sablo légèrement argileux,
- un A₂ plus clair, plus sableux, très lessivé, très poreux,
- augmentation d'argile brutale dans les horizons d'accumulation, avec un maximum au niveau des revêtements argileux (B₂), sous l'horizon d'accumulation d'hydroxydes,
- accumulation d'hydroxydes au sommet des colonnes (variation du fer total et du rapport fer libre/fer total) contrastant avec la grande mobilité du fer dans l'A₂
- capacité d'échange fonction de la teneur en argile, mais avec un minimum accusé dans l'A₂,
- taux de sodium échangeable faible dans les horizons lessivés, atteignant 10 à 30 % de la capacité d'échange dans les horizons d'accumulation,
- réserves potassiques et phosphoriques variables suivant la nature des alluvions,
- instabilité structurale forte en surface, excessive dans les horizons profonds - perméabilités faibles (actions dispersante de l'ion sodium).

Utilisation - Cartographie

Ces sols n'ont, à l'heure actuelle, aucune utilisation agricole. Ils ne représentent d'ailleurs que de très faibles surfaces (1 % de la surface totale de la carte, plus 1 % en association).

Leur mise en valeur future, autant que celle-ci soit nécessaire, est subordonnée à l'emploi de méthodes tout spécialement adaptées à leurs caractères particuliers. Des techniques de sous-solage devraient permettre, en mélangeant les horizons :

- une meilleure pénétration de l'eau, et des racines dans un milieu plus fragmenté
- un drainage meilleur.

Les solonetz solodisés à action de nappe ont été cartographiés en unité pure. Ils représentent alors de petites bandes allongées en bordure de zones inondables et n'ont été représentés que lorsque la largeur de la bande le permet.

Ils ont été aussi cartographiés en association avec des sols à hydromorphie d'ensemble à pseudogley dans des modelés alluviaux composés de buttes et bourrelets exondés et de dépressions et de plaines inondables. Ils représentent alors les termes de passage, sur une courte distance (quelques dizaines de mètres), entre les sols à hydromorphie d'ensemble des plaines inondables et des sols à hydromorphie de profondeur, lessivés, à circulations latérales intenses des buttes exondées (voir chapitre des sols hydromorphes).

Il semble que l'on ait là une association comparable à celles trouvées et étudiées dans certains pédiments du bassin Tchadien (BOCQUIER, G. 1967).

4 - LES SOLS HYDROMORPHES

La classe des sols hydromorphes "réunit tous les sols dont l'évolution est essentiellement dominée par l'effet d'un excès d'eau" dû soit à un "engorgement temporaire de profondeur ou de surface, soit à la présence ou la remontée d'une nappe".

Ces conditions d'hydromorphie, en modifiant le milieu physico-chimique, modifient la dynamique de nombreux éléments : matière organique, fer, sels (carbonates). Au niveau de la sous-classe la distinction se fait sur le type de matière organique et la quantité accumulée. On distingue des sols hydromorphes organiques (tourbeux), à richesse organique moyenne (semi-tourbeux) ou faible (minéraux)

Dans la région de Bousso seuls existent des sols hydromorphes minéraux.

Les groupes et sous-groupes sont définis suivant la position dans le profil des caractères d'hydromorphie, de leur régime et de leur expression morphologique. En particulier l'intensité et la durée de l'engorgement : en modifiant la dynamique du fer, donnent naissance à deux types d'horizons caractéristiques :

- des horizons de gley dans lesquels un engorgement de longue durée provoque et maintient le fer à l'état réduit. La teinte dominante est grise et seules quelques taches de réoxydation localisées et colorées apparaissent,
- des horizons de pseudogley dans lesquels des engorgements périodiques, et souvent de durée plus courte, provoquent des alternances de conditions réductrices et oxydantes et entraînent des redistributions d'hydroxydes. Ces horizons sont bariolés de teintes vives et grises. Ce sont les teintes vives qui dominent.

Sur la feuille de Bousso on a distingué :

- des sols à hydromorphie de profondeur dans lesquels l'hydromorphie se localise à la base des profils sous forme d'un gley ou d'un pseudogley. Très généralement ces sols sont lessivés intensément dans leurs horizons supérieurs et sont souvent soumis à des circulations internes latérales.
- des sols à hydromorphie d'ensemble dans lesquels l'hydromorphie marque le profil tout entier. Tous ces sols correspondent à des zones inondées, plus ou moins longuement, et présentent au moins un gley en profondeur qui peut, dans les cas extrêmes, envahir tout le profil ; dans la partie supérieure on observe soit un gley, soit un pseudogley.

Dans certains profils s'observent aussi des caractères vertiques à la base dont nous avons fait une unité supplémentaire.

Les différents types de sols hydromorphes seront étudiés par ordre d'intensité croissante des caractères d'hydromorphie.

4.1 - Les sols à hydromorphie de profondeur intensément lessivés sur une grande épaisseur très souvent à circulations latérales

Ces sols représentent 13,4 % de la surface totale de la carte et sont en position plus basse que les sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes, s'y rattachent par remontée du niveau d'engorgement. Ils correspondent donc à des conditions de drainage interne encore moins bonnes. D'autre part ils se développent aussi sur des matériaux plus argileux et moins perméables.

Ils sont assez étroitement localisés aux buttes exondées des plaines d'inondation. Des circulations intenses dans leurs horizons lessivés leur confèrent des caractères morphologiques particuliers.

Dans cette position topographique la végétation est sensiblement la même (mais éclaircie) que sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudogley avec nette dominance des combretacées *Anogeïssus leiocarpus*, *Terminalia avicennioides*, *Combretum sp.* et très souvent *Gardenia sp.* ; localement dans la zone sud, sur certaines buttes (région de Ngam) on observe de très beaux peuplements de *Borassus aethiopicum*.

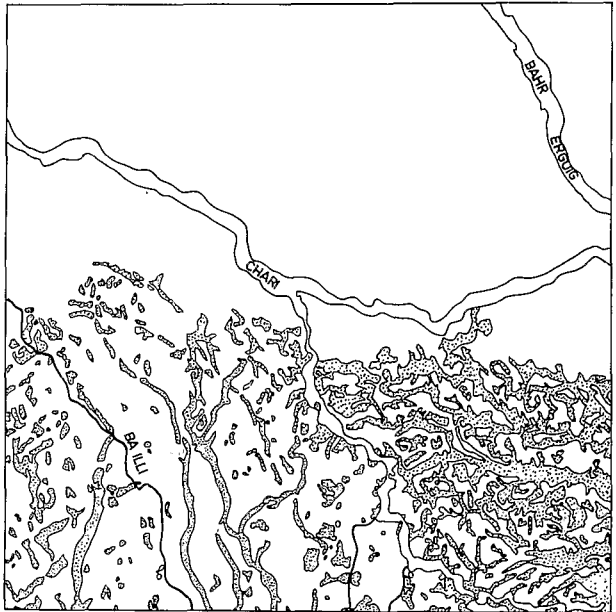


Fig. 16 - Sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur

Morphologie

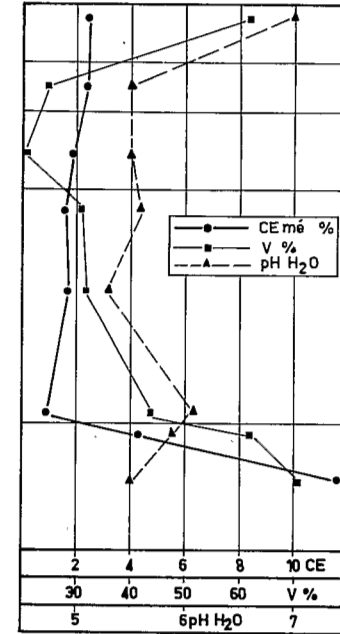
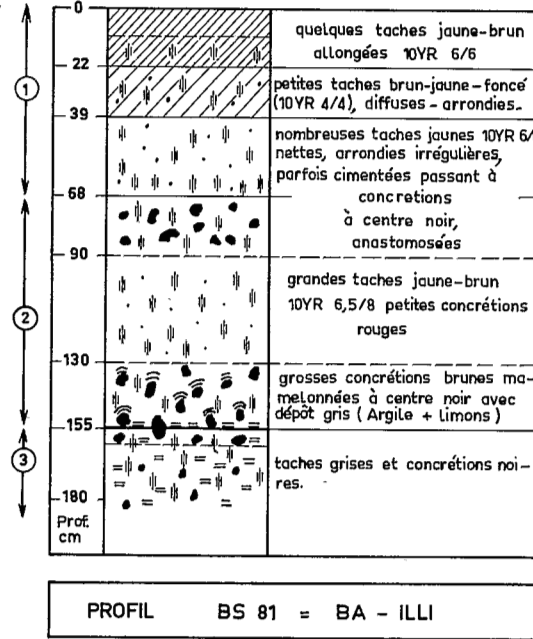
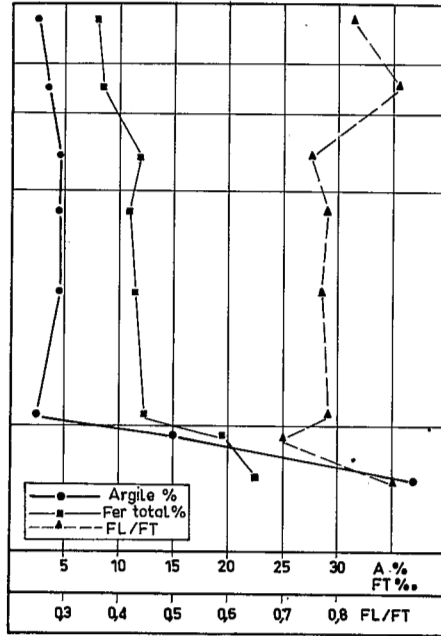
Profil BS 81 - Ba-IIIi (29-11-1966 et 19-1-1967)

- 15,65 km sur piste au sud du Ba-IIIi vers Lai, sur une butte exondée dans la plaine inondable.

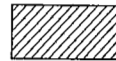
- Savane arborée irrégulièrement dense à *Anogeïssus leiocarpus*, *Terminalia avicennioides*; strate arbustive à base de *Hymenocardia acida*, *Bauhinia reticulata*, *Strychnos spinosa*, *Balanites aegyptiaca* ; strate herbacée irrégulière, en touffes : *Andropogonées*, *Boreria radiata*.

Surface : Buttes à andropogonées ; distance : 1 - 2 m, diamètre : 20 - 30 cm, hauteur : 3 - 5 cm ; nombreux sables déliés grossiers en plages, teintés ou clairs sur une croûte discontinue. (2 - 3 mm) de sables agrégés gris.

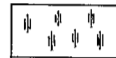
- 0 - 11 cm Horizon humifère lessivé, non taché, brun-gris (10 YR 5/2 - 4/2 en humide) homogène avec des remplissages de sables grossiers blancs à jaune-rouge-sombre ; sableux grossier, avec sables grossiers à dominance subanguleuse mais parfois anguleuse (2 mm) ; structure polyédrique grossière, faiblement développée, tendance lamellaire sur les 2 cm superficiels ; peu dur ; assez poreux de type lacunaire fin et par amas de sables ; nombreuses galeries et canalicules biologiques (2 - 5 mm) ; enracinement moyen assez dense subhorizontal, localement irrégulier ; chevelu dense avec corrélativement une structure polyédrique moyenne à remplissage fin moyennement développée ; passage distinct et régulier à :
- 11 - 22 cm Horizon lessivé, faiblement humifère, très faiblement engorgé, brun à brun-pâle (10 YR 5,5/3 - 4/3 en humide) avec très petites taches jaune-brun (10 YR 5/6) allongées, peu abondantes, nettes et distinctes, nettement liées aux radicelles ; encore des sables grossiers apparaissant plus clairs ; sableux (idem) ; même structure ; fragile ; assez poreux de type lacunaire très fin ; enracinement très fin, vertical, peu dense ; passage distinct et régulier à :
- 22 - 39 cm Horizon lessivé, à engorgement temporaire, blanc (10 YR 7/2 - 5,5/3 en humide), avec un très vague réseau plus clair, plus poreux, et des petites taches jaunes allant presque à brun-jaune-foncé (10 YR 4/4), atteignant 5 mm, peu abondantes, arrondies, diffuses, avec parfois une petite tache jaune-vif, distincte au centre ; mêmes texture et structure ; fragile avec certaines taches compactes et plus dures ; assez poreux ; idem ; enracinement idem ; passage graduel et régulier à :
- 39 - 68 cm Horizon lessivé, et de ségrégation du fer, blanc (10 YR 7,5/2 - 6,5/4 en humide), avec nombreuses taches jaunes (10 YR 7/6 - 5/8 en humide), moyennes, distinctes et assez nettes, arrondies, irrégulières, plus nombreuses vers la base (le fond blanc apparaissant en réseau), parfois faiblement cimentées ; même texture ; structure polyédrique grossière, faiblement développée ; peu dur avec ségrégations souvent dures ; poreux de type lacunaire dominant plus grossier ; radicelles peu abondantes, rares racines ; noter l'assemblage de zones lessivées entre les zones de ségrégations et l'augmentation du lessivage avec éclaircissement vers la base ; passage graduel et régulier à :
- 68 - 155 cm Horizon lessivé, concrétionné par action de nappe avec une accumulation d'un dépôt gris (contenant argile et limons) sur les concrétions ;
- Le 29/11/1966, frange capillaire à 50 cm (apparente à 78 cm), nappe à 140 cm. Dans 68 - 78 cm, partie observée : blanc (10 YR 8/2 - 7/3 en humide), avec mêmes taches que précédemment passant à des concrétions brun-rouille avec le plus souvent un centre noir, anastomosées entre elles localement : texture idem (les sables deviennent plus grossiers) ; structure idem ; très poreux par lacunes ; peu dur ;
 - Dans la partie mouillée les couleurs grises sur mottes sèches sont les mêmes à 70 - 100 - 135 cm (10 YR 8/2) ;
 - Les concrétions noires disparaissent entre 90 et 130 cm et on a de grandes taches jaune-brun (10 YR 6,5/8) et des concrétions rouges inférieures à 5 mm ;
 - A partir de 130 cm jusqu'à 155 cm, grosses concrétions mamelonnées atteignant 5 cm, à centre noir, cortex brun ; avec dépôt gris (contenant de l'argile et des limons) à leur partie supérieure ;



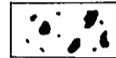
- ① Horizons lessivés : lessivés verticalement, tachés.
- ② Horizons lessivés, plus lessivés à la base qu'au sommet, à circulations latérales à la base.
- ③ Horizons d'accumulation d'argile constituant un niveau d'arrêt pour la nappe temporaire.



Horizon humifère lessivé



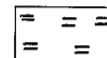
Ségrégations d'hydroxydes : taches et concrétions peu cimentées.



Concrétions ferrugineuses



Concrétions recouvertes d'un dépôt gris (argile + limons)



Revêtements argileux

Fig. 17 - Morphologie et caractères analytiques principaux des sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur à lessivage oblique

- Le 19/1/1967 encore très humide sur les 50 derniers cm, structure toujours difficile à observer, frange à 80 cm ;
- Le passage est brutal, légèrement ondulé et souligné par le même dépôt gris au sommet de l'horizon suivant :

155 - 160 cm	Horizon encore très humide (19/1/1967), d'accumulation d'argile, dans un gley brun-pâle (10 YR 6/3) avec nombreuses taches grises, petites, et nombreuses concrétions de même nature que précédemment, noires, friables ; nombreux revêtements argileux brillants, gris-brun, très épais (plusieurs mm) ; sablo-argileux à argilo-sableux ; structure inobservable ; peu cohérent ; compact ; passage graduel et régulier à :
160 observé jusqu'à 185 cm	Sec, horizon de pseudogley avec accumulation d'argile, brun (10 YR 6/3) ; revêtements argileux gris ; quelques concrétions (idem) ; argilo-sableux ; structure polyédrique grossière, assez développée ; assez poreux par pores tubulaires de type semi-fermé.

Ce type de sol très représentatif (voir figure 17) des buttes exondées peut se caractériser par :

- des horizons humifères lessivés gris (25 cm), de type ferrugineux tropical lessivé, légèrement tachés à la base (racines),
- des horizons lessivés très épais (150 cm) clairs, presque blancs, engorgés, plus lessivés à leur base qu'à leur sommet, concrétionnés,
- des horizons d'accumulation d'argile très compacts, constituant un niveau d'arrêt pour l'eau et provoquant l'installation d'une nappe temporaire.

La succession verticale des taches et concrétions dans les profils est assez constante (voir figure 17) et les variations observées concernent :

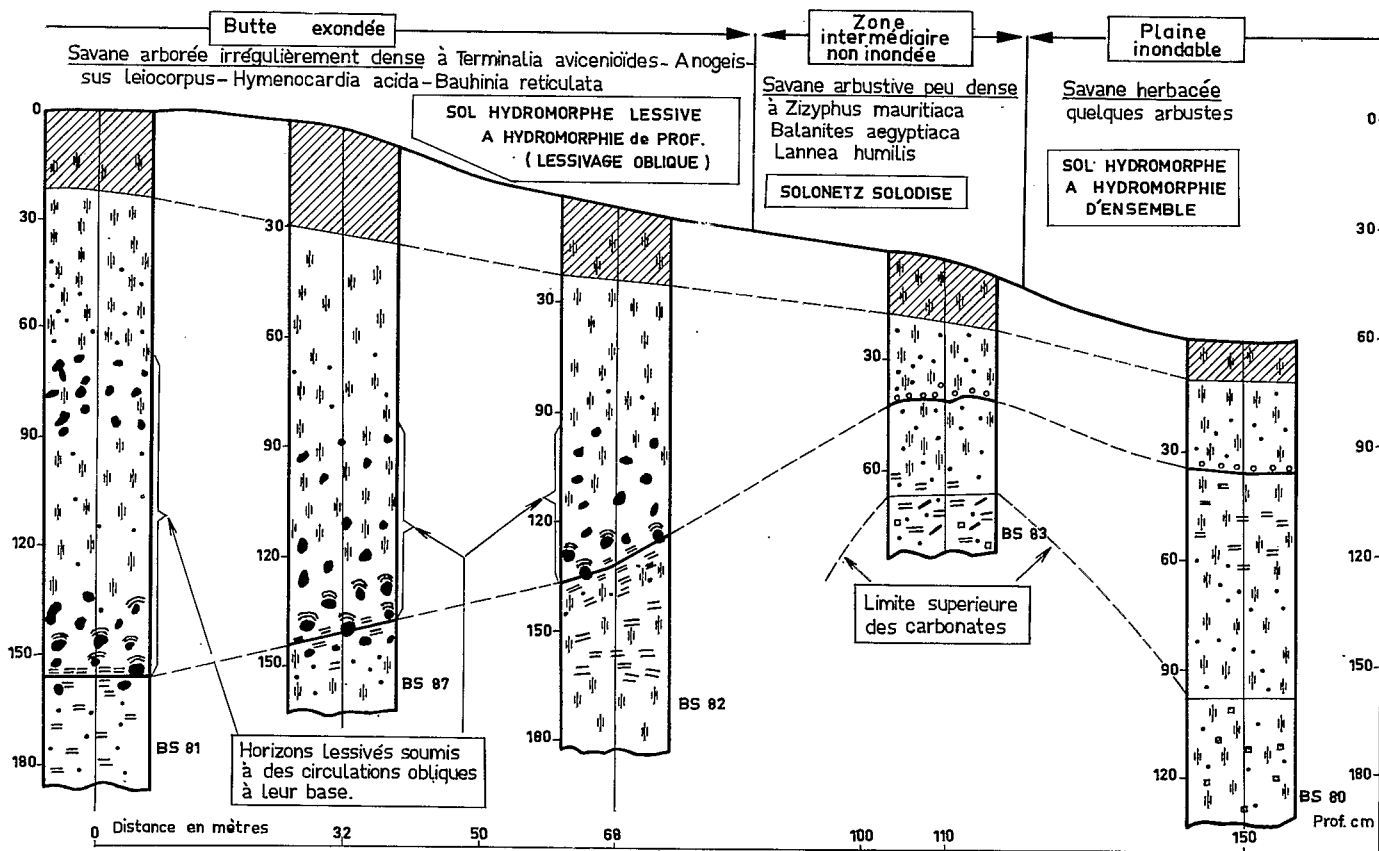
- la profondeur à laquelle apparaissent les premiers signes d'engorgement (BS 82 dès la surface, BS 236 à 15 cm, BS 240 à 30 cm),
- l'épaisseur des horizons lessivés (BS 82 : 99 cm, BS 175 : 85 cm, BS 236 : 125 cm, BS 240 : 100 cm, BS 71 : 180 cm),
- la netteté du passage aux horizons d'accumulation d'argile qui peut être plus progressive (BS 175) ou irrégulière (BS 66), dans ce cas l'augmentation du lessivage à la base des horizons lessivés est moins nette.











Caractéristiques analytiques (voir figure 17)

Analytiquement on observe une augmentation brutale du taux d'argile dans les horizons d'accumulation. Les horizons lessivés présentent une courbe d'argile qui confirme l'augmentation du lessivage à leur base. Le pH neutre dans l'horizon humifère (7 avec 0,5 % de matière organique) est acide dans les horizons lessivés (5,5) avec une légère remontée à leur base, et légèrement acide dans les horizons d'accumulation. La capacité d'échange, faible en général (moins de 2 mé % dans les horizons lessivés), présente un minimum à la base des horizons lessivés (0,9 mé % pour BS 81), elle est plus forte dans les horizons d'accumulation mais variable, suivant les taux d'argile (5 à 12 mé %). Corrélativement les taux de saturation sont faibles : de 40 à 80 % en surface, ils passent à des taux compris entre 20 et 40 % dans les horizons lessivés parfois moins de 10 (BS 82) et remontent dans les horizons d'accumulation.

Les taux de potassium échangeable sont faibles (moins de 0,05 mé %) dans les horizons lessivés. Les réserves phosphoriques sont faibles.

Fig. 18 - Profil transversal de la séquence sol hydromorphe lessivé-solonetz-sol hydromorphe d'ensemble



- | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  | Horizon humifère lessivé |  | Concrétions ferrugineuses recouvertes à leur partie supérieure d'un dépôt gris (argile et limons) |  | A2 Solodisé |
|  | Ségrégations d'hydroxydes |  | Limite entre horizons lessivés obliquement et horizons B, recouverte d'une pellicule grise (argile et limons) |  | Carbonates: pseudomycelium |
|  | Concrétions ferrugineuses |  | |  | Carbonates: nodules |
|  | Revêtements argileux | | | | |

Conclusions sur les sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur lessivés et relations avec les sols voisins

Comme nous l'avons déjà évoqué au chapitre des sols halomorphes ces sols hydromorphes lessivés sont les maillons supérieurs d'une chaîne de sols particulière (voir figure 18) où les sols halomorphes (solonetz solodisés) occupent une frange étroite (quelques dizaines de mètres) à la limite de la butte exondée et de la plaine inondable à sols à hydromorphie d'ensemble.

Cette association semble assez générale et a été retrouvée en de nombreux points sur les buttes exondées des plaines d'inondation.

Les observations de terrain (couleurs, porosité) concordent avec les résultats d'analyse (granulométrie, capacité d'échange) pour amener aux conclusions suivantes :

Les horizons lessivés de ces sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur lessivés sont dus à deux phénomènes distincts :

- à un lessivage vertical dans la partie supérieure, intéressant sans doute une épaisseur assez importante d'horizons,
- à l'installation d'une nappe temporaire à la base des horizons lessivés, nappe qui doit circuler au-dessus des horizons d'accumulation, constituant un niveau d'arrêt, et provoquer des entraînements latéraux d'éléments par le lessivage oblique (argile, bases), d'où la courbe d'argile dans les horizons lessivés (voir figure 17).

La présence de concrétions dans la partie la plus lessivée, "coiffées" d'un dépôt gris qui contient, semble-t-il, (en dehors de toute donnée analytique précise) une certaine quantité d'argile et des limons de différents diamètres, pose le problème de l'origine de ce dépôt et de son mode de mise en place dans une nappe d'eau circulante. On peut émettre l'hypothèse de dépôts provenant des horizons lessivés supérieurs laissés sur place au moment du retrait de la nappe.

Le passage, en bordure de butte exondée, à des solonetz solodisés pose un certain nombre de problèmes :

- la remontée vers la surface des horizons d'accumulation, en descendant sur les flancs de la butte, semble être due à une illuviation de bas de pente. Cette remontée fait passer à des sols à horizons lessivés de moins en moins épais pour aboutir au solonetz solodisés (G. BOCQUIER, 1967). C'est à son niveau que se ferait préférentiellement la fixation de l'ion sodium dans ses horizons B alors que cet élément ne se trouve que très profondément dans les sols intensément lessivés et en faible proportion.
- d'autre part la nature des niveaux argileux doit varier sur la séquence : illite et kaolinite dans les sols lessivés de la butte et entraînés latéralement ; sans doute apparition de montmorillonite de néosynthèse en bas de butte dans un milieu riche en bases et colmaté.

Cartographie et utilisation des sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur lessivés

Leur utilisation actuelle est proche de celle des sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudogley : coton, sorgho et cultures vivrières. Mais la présence d'un pseudogley à faible profondeur peut gêner (moins de 50 cm) notablement l'enracinement du coton alors que le sorgho et les cultures vivrières (en particulier manioc) peuvent sans doute en tirer un meilleur parti. Ils représentent quand même d'assez faibles surfaces.

4.2 - Les sols hydromorphes à hydromorphie temporaire d'ensemble

Tous ces sols présentent à une profondeur plus ou moins grande un gley, témoin d'un engorgement de profondeur prolongé mais non permanent (on n'a jamais trouvé de nappe dans les profils au moment de l'observation). Par contre ils peuvent différer largement dans leurs horizons supérieurs.

Trois ensembles ont été distingués :

- des sols à pseudogley de surface et gley de profondeur
- des sols à gley de surface et de profondeur et pseudogley intermédiaire
- des sols à gley de surface et caractères verticaux de profondeur.

Dans ce dernier type et dans certaines conditions d'inondation moins prolongée et en position légèrement plus haute ont été observés très localement des terres à caractères verticaux très affirmés et classés comme vertisols. Ils n'ont pas été cartographiés par suite de leur très faible extension (voir leur répartition schématisée sur la figure 20).






-  A gley de surface et caractères verticaux de profondeur
-  A gley de surface et de profondeur
-  A pseudogley de surface et gley ou pseudogley de profondeur.

Fig. 19 - Sols hydromorphes à hydromorphie temporaire d'ensemble

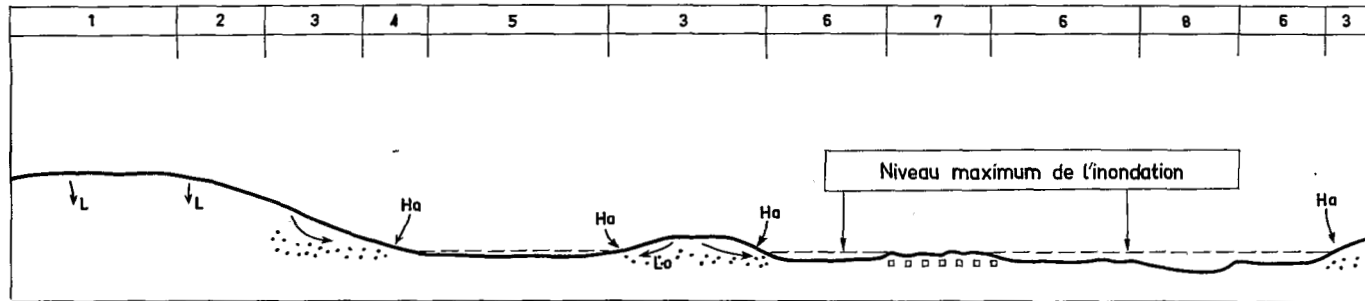
4.2.1 - LES SOLS A PSEUDOGLEY DE SURFACE ET GLEY PROFOND

Ils sont situés en bordure des plaines inondables sur des alluvions sablo-argileuses à argileuses :

Profil BS 76 - Ba-Illi

- Situé à 3,65 km au sud du Ba-Illi vers Lai, en bordure de la plaine inondée
- Alluvion sablo-argileuse
- Savane herbacée avec quelques arbustes : *Bauhinia reticulata*, *Andropogon sp.*, *Ctenium elegans*

0 - 13 cm. Horizon très travaillé par la faune, humifère, à pseudogley, gris (10 YR 6/1 - 3,5/1 en humide), avec nombreuses petites taches brun-jaune (10 YR 5/8), allongées le long des racines ; sableux avec forte proportion de limons et de sables fins ; structure fondue à tendance polyédrique devenant plus fine et plus développée en surface ; peu dur ;



- 1_ Sols Ferrugineux Tropicaux lessivés sans concrétions.
- 2_ Sols Ferrugineux Tropicaux lessivés à pseudogley.
- 3_ Sols Hydromorphes à engorgement temporaire de profondeur lessivés.
- 4_ Sols Halomorphes à structure dégradée : Solonetz solodisés.
- 5_ Sols Hydromorphes à engorgement temporaire d'ensemble à pseudogley de surface et gley subsuperficiel ou profond.
- 6_ Sols Hydromorphes à engorgement temporaire d'ensemble à gley de surface et de profondeur , pseudogley subsuperficiel
- 7_ Sols Hydromorphes à engorgement temporaire d'ensemble à gley de surface et caractères vertiques de profondeur
- 8_ Sols peu évolués d'apport hydromorphes alluviaux.



- L _ Lessivage vertical
 Lo_ Lessivage oblique
 Ha_ Halomorphie
 Concrétionnement
 Nodulation calcaire

Fig. 20 - Répartition schématisque des grandes unités de sols dans la plaine alluviale

- très poreux par nombreux pores tubulaires fins à moyens d'origine biologique, racines fines à moyennes assez abondantes, irrégulièrement réparties suivant les touffes de graminées; passage distinct et irrégulier à :
- 13 - 32 cm Horizon de pseudogley, brun-pâle (10 YR 6/2,5 - 4,5/2 en humide), avec nombreuses taches peu nettes, diffuses (bariolage), brun-jaune (10 YR 5/4); quelques concrétions, irrégulièrement réparties, arrondies à centre noir et cortex brun-foncé ; sablo-argileux à argilo-sableux ; structure prismatique grossière (hauteur : 20 cm, largeur : 15 cm), bien développée ; dur ; poreux par pores tubulaires verticaux (racines fines) ; racines fines moyennement abondantes ; passage distinct et régulier à :
- 32 - 90 cm Horizon de pseudogley, gris-clair (10 YR 7/1 - 6/2 en humide), avec nombreuses taches, nettes et distinctes allant de brun-jaune (10 YR 5/8) à rouge-jaune (5 YR 5/8) ; quelques patines argileuses grises ; nombreuses concrétions de même type que dans l'horizon précédent ; sablo-argileux à argilo-sableux ; structure prismatique, très développée (moins que dans l'horizon précédent), avec des prismes plus plats (10 cm) ; très dur ; peu poreux par pores tubulaires verticaux, moyens ; rares racines fines ; passage graduel et irrégulier à :
- 90 - 135 cm Horizon de pseudogley, passant à un gley, gris-brun-clair (2,5 Y 6/2 idem en humide), avec nombreuses grandes taches distinctes brun-jaune-clair (2,5 Y 6/4) ; rares concrétions noires ; argilo-sableux ; structure massive à débit prismatique grossier ou polyédrique ; très dur ; compact (quelques tubes) ; pas de racines ; passage graduel et irrégulier à :
- 135 - 170 cm Horizon ayant les mêmes caractères que le précédent avec assez nombreux nodules calcaires, jaune-brun à blanc, vaguement arrondis (1 - 2 cm) à surface mamelonnée et irrégulièrement répartis (poches).

Ces sols ont une morphologie assez constante et présentent :

- des horizons humifères peu épais très travaillés par la faune allant de gris-brun-clair à brun-jaune, fréquemment tachés de taches fines brun-jaune ou jaune-brun. Ils sont souvent sableux, ont une structure fondue ou de type polyédrique,
- des horizons subsuperficiels de pseudogley vivement colorés, brun-jaune, brun-jaune-clair, très tachés de nombreuses taches brun-jaune (10 YR 5/8) passant vers la base à des taches ou des concrétions rouge-jaune (5 YR 5/8) à centre noir le plus souvent. L'ensemble est bien structuré de type polyédrique grossier ; peu poreux, de sablo-argileux à argilo-sableux,
- des horizons profonds de gley, gris, durs à très durs, assez peu tachés, légèrement concrétionnés dans leur partie supérieure, très compacts et à structure prismatique à débits polyédriques présentant parfois des nodules calcaires.

4.2.2 - LES SOLS A GLEY DE SURFACE ET DE PROFONDEUR

Ils sont situés dans les parties les plus basses et sont soumis à une inondation saisonnière prolongée.

Profil BS 67 - Bouso

- Situé à 5,5 km au sud d'Aloua vers Naramy, dans la zone inondable au sud du Chari
- Alluvion argilo-sableuse

- Savane arbustive claire à grandes graminées : *Bauhinia reticulata*, *Gardenia sp.*, *Stereospermum kunthianum*, grandes andropogonées.

- En surface une légère croûte noire craquelée.

- 0 - 12 cm Gley dans un horizon humifère sableux ; gris (10 YR 6/1 - 4/1 en humide), assez nombreuses petites taches à limites nettes, distinctes, allongées (racines) brun-jaune à jaune-brun (10 YR 5/8 à 6/8) ; sableux avec des sables grossiers peu salis ou légèrement teintés et une fraction sableuse fine importante ; structure polyédrique grossière, faiblement développée, légèrement lamellaire en surface ; peu dur ; poreux (quelques pores tubulaires moyens correspondant aux passages de racines) ; chevelu racinaire moyennement abondant ; passage distinct et irrégulier à :
- 12 - 28 cm Horizon faiblement humifère à pseudogley, gris-brun-clair (10 YR 6/2 - 5/2,5 en humide), nombreuses taches moyennes, nettes et distinctes jaune-brun à brun-jaune (10 YR 6/8 à 5/8) ; quelques zones grises (10 YR 5,5/1) ; quelques concrétions arrondies à centre noir et cortex de même couleur que les taches ; argilo-sableux ; structure polyédrique grossière, moyennement développée ; peu dur (moins dur que l'horizon précédent) ; assez poreux par tubes moyens et grossiers (quelques canaux lissés de 0,5 cm) ; racines fines à grosses, assez rares, sub-horizontales ; passage distinct et assez régulier à :
- 28 - 130 cm Horizon de gley, gris (10 YR 5,5/1 - 5/1 en humide), avec nombreuses taches brun-jaune (10 YR 5/8) à brun-foncé dans la partie supérieure presque à 70 cm ; ensuite de 70 cm à 130 cm moins nombreuses mais plus grandes et jaune-brun (10 YR 6/8), quelques très rares concrétions noires à cortex brun-jaune ; argilo-sableux, avec quelques sables grossiers ; structure passant de polyédrique grossière bien développée à cubique grossière à partir de 70 cm ; très dur ; peu poreux par quelques pores tubulaires ; rares racines fines ; passage distinct et irrégulier à :
- 130 - 160 cm Horizon de gley brun-gris (10 YR 5/2 - 4,5/1,5 en humide), avec des taches jaune-brun à brun-jaune (10 YR 5,5/5) plus claires que dans les horizons précédents ; des langues verticales grises (10 cm de large) de l'horizon précédent descendent presque à la base de cet horizon ; texture idem ; structure cubique grossière très développée ; peu poreux par pores tubulaires ; très dur ; rares faces lisses horizontales ; pas de racines ; passage graduel et assez régulier à :
- 160 - 200 cm Gley dans un matériau carbonaté par nodules, présentant moins de taches, gris (10 YR 5/2), semblable à l'horizon précédent ; les zones grises sont rares de même que les taches jaune-brun ; argilo-sableux ; structure cubique à polyédrique bien développée ; non poreux ; très dur ; carbonates sous forme de nodules arrondis à surface mamelonnée, rugueuse, allant de blanc-gris à brun-jaune, assez nombreux et bien répartis ; pas de racines.

Morphologiquement ce type de sol se distingue par :

- un gley de surface dans un horizon humifère. Ce gley est gris, les seules taches de couleur correspondent à des réoxydations fines très localisées brun-jaune à jaune-brun le long des racines et de certains tubes (10 YR 5/8 à 6/8). La texture est sableuse ou sablo-argileuse. La structure est en général faiblement développée de type polyédrique ou massive.

- un pseudogley (situé sous le gley de surface), vivement coloré de grandes taches jaune-brun à brun-jaune, concrétionné par concrétions noires ou brun-jaune ; mieux structuré, mais irrégulièrement, que l'horizon de gley de surface, il est aussi moins consistant et plus poreux. Dans certains cas cet horizon se présente sous forme de poches avec des phénomènes de tassement donnant naissance à des vides et parfois à un micro-relief gilgai,
- un gley profond peu taché, concrétionné à sa partie supérieure, fortement structuré (prismatique ou cubique) ; très dur et compact, présentant souvent des nodules calcaires.

4.2.3 - LES SOLS A GLEY DE SURFACE ET CARACTERES VERTIQUES DE PROFONDEUR

Ces sols, par rapport aux précédents, se situent légèrement plus haut et sont moins inondés. Le gley de surface est moins important et ses caractères sont moins affirmés.

Profil BS 11 - Ngam

- Situé à 12,5 km au nord-ouest de Ngam vers Motomoro dans une zone légèrement surélevée de la plaine inondable,
- Alluvion ancienne argileuse,
- Savane arbustive claire à grandes graminées : *Combretum sp.*, *Gardenia sp.*, *Bauhinia reticulata*, *Ziziphus mauritiaca*, *Terminalia macroptera*, grandes graminées.

Surface : Microrelief gilgai peu développé ; longueur d'onde : 8 - 10 m ; amplitude : 30 - 50 mm ; fentes de retrait irrégulièrement développées, forment un réseau polygonal irrégulier, situés surtout dans les parties basses du microrelief. Effondrements nombreux surtout dans les parties basses du microrelief, à bords francs, diamètre atteignant 1 m ; profondeur : 20 à 50 cm. Dans les parties hautes du microrelief, on trouve en surface de nombreux nodules calcaires, de même que localement une croûte superficielle carbonatée ; on trouve aussi de très nombreux rejets et touradons de vers de terre eux-mêmes carbonatés.

0 - 5 cm Horizon humifère de gley, gris (10 YR 5,5/1 - 2/1 en humide), très nombreuses fines taches linéaires (racines et canaux) brun-jaune (10 YR 5/8), très nombreuses petites concrétions sphériques, à surface tachée de brun-jaune, cortex noir et noyau brun-foncé à noir ; argilo-sableux ; structure lamellaire grossière très développée ; compact mais très forte porosité d'origine biologique ; dur ; enracinement dense (touffes de graminées) ; passage distinct et régulier à :

5 - 20 cm Horizon peu humifère de gley, avec nodulation calcaire, brun (10 YR 5/3 - 4/3 en humide), et de nombreuses taches diffuses grises (10 YR 5,5/1) elles-mêmes tachées de très nombreuses fines taches brun-jaune (10 YR 5/8) ; encore très nombreuses petites concrétions de mêmes caractères que précédemment ; carbonates sous forme de nodules à surface tachée de brun-jaune et friable ; très cristallisée en géode souvent tachée de noir (1 - 3 cm) ; argileux (assez forte proportion de

limon) ; structure prismatique très grossière, bien développée (10 - 15 cm) avec sous-structure cubique grossière ; compact avec quelques canaux et tubes verticaux ; dur à très dur ; entre les prismes on trouve des fragments de l'horizon de surface ; passage distinct et régulier à :

- 20 - 50 cm Horizon compact, fortement structuré, verticale, avec nodulation calcaire, brun-olive (2,5 Y 4/4 - 5/4 en humide), très homogène ; quelques faces de glissement striées ; très nombreuses petites concrétions noires (3 - 5 mm) sphériques mais non tachées de brun-jaune ; très nombreux nodules calcaires (2 - 4 cm) mamelonnés, tachés de brun-jaune, bien cristallisés ; argileux ; structure prismatique très grossière avec sous-structure polyédrique grossière passant à plaquettes vers 30 - 40 cm ; très dur ; compact ; pas de racines ; passage distinct et régulier à :
- 50 observé jusqu'à 120 cm Horizon verticale, avec nodulation calcaire, de même couleur que précédemment et présentant les mêmes concrétions ; les nodules calcaires sont plus gros, moins tachés et un peu plus durs ; texture idem ; structure en plaquettes obliques très développée, grossière ; très dur ; compact ; pas de racines.

Du point de vue morphologique ce type de sol présente :

- un gley de surface relativement peu important, beaucoup moins net que dans les sols à gley de surface et de profondeur,
- des caractères vertiques qui apparaissent à une profondeur variable dans le profil (en général vers 50 cm), et sont plus ou moins affirmés, avec des faces de glissement. La nodulation calcaire fréquemment présente n'est pas générale et ne semble pas actuelle.
- un microrelief, dans l'ensemble assez faiblement développé,
- très localement, dans des positions topographiques légèrement plus hautes, les véritables vertisols ont été observés (voir en annexe les profils BS 133 et BS 189), mais n'ont pas été cartographiés car représentant des surfaces trop restreintes.

4.2.4 - CARACTERES ANALYTIQUES DES SOLS A HYDROMORPHIE TEMPORAIRE D'ENSEMBLE

La texture de ces sols va de argilo-sableuse à argileuse, mais la plus grande partie se situe dans le groupe argileux, (les plus argileux étant ceux à caractères vertiques de profondeur, les moins argileux, ceux à pseudogley de surface). On notera aussi que les horizons superficiels des sols à pseudogley sont nettement plus sableux que dans tous les autres sols hydromorphes (BS 23 - BS 76 - BS 55 - BS 153).

Les taux de matière organique dans les horizons de surface sont relativement peu élevés et sont compris entre 0,8 et 3 % (50 % des cas entre 1 et 1,5 %). Les rapports C/N correspondants ne descendent pas en dessous de 11 et ne dépassent pas 20 (70 % des cas entre 13 et 16). L'accumulation de matière organique est donc faible pour des sols soumis à des engorgements assez longs.

La capacité d'échange varie en fonction des taux d'argile (entre 5 et 20 mé /100 g) ; les valeurs les plus faibles étant observées dans les horizons supérieurs des sols à pseudogley de surface (4 à 10 mé /100 g). Les pH correspondants sont acides en surface (5,5 à 6) et neutres en profondeur, alcalins (8 à 9) quand il y a des carbonates. Les taux

de saturation sont assez faibles en surface (20 à 50 %) ; ils atteignent 100 % dans les horizons profonds. Le calcium est largement dominant et le sodium n'est en proportion notable que dans les horizons profonds où il ne représente jamais plus de 10 % de la capacité d'échange.

Les réserves potassiques sont faibles, ne dépassant que rarement 0,4 mé %, et sont comprises dans plus de 50 % des cas entre 0,2 et 0,4 mé %.

Les réserves phosphoriques varient beaucoup suivant les profils, mais restent faibles (inférieures à 0,5 %).

La stabilité structurale et la perméabilité sont médiocres.

4.2.5 - CONCLUSIONS SUR LES SOLS A HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE - APTITUDES ET UTILISATIONS

Les différents horizons de gley observés en profondeur sont semblables sauf pour ceux à caractères vertiques. Ils correspondent à des conditions d'engorgement réductrices très prolongées, mais non permanentes (on n'a pas observé de nappe dans les profils). Du fait de leur très grande compacité ils ne se réoxydent pas et conservent des teintes uniformément grises.

Les gley de surface, dus à des submersions temporaires présentent des caractères différents : les produits organiques accumulés dans ces horizons sont acides ; ils maintiendraient sous forme de complexes le fer ferreux (réduit). Ces complexes du fer paraissent difficiles à réoxyder et semblent de ce fait stables aux conditions de réoxydation (très rares taches brun-jaune localisées à certains passages de racines et à certains canaux dans un ensemble lui-même massif et compact).

Les pseudogley observés en surface correspondent eux-mêmes à des engorgements temporaires, mais moins longs. Les nombreuses redistributions du fer témoignent d'une plus grande facilité pour celui-ci (concrétions, taches) à être réoxydé et immobilisé sous forme de concrétions, en particulier à la base de ces horizons au contact du gley de profondeur.

L'utilisation actuelle de ces sols est réduite. Le facteur principal limitant leur utilisation est le régime de l'inondation saisonnière, d'ailleurs assez mal connu au point de vue durée et importance.

Très généralement la submersion est trop prolongée (août à septembre-décembre) pour permettre leur utilisation en culture traditionnelle de sorgho de décrue.

Très localement des cultures de riz sont pratiquées sans aménagement mais les rendements sont très variables d'année en année, et fonction de la hauteur de la nappe d'eau d'inondation. Cette culture serait intéressante à développer, car cette plante est adaptée aux conditions d'asphyxie, d'acidité et de compacité superficielles, mais on ne peut l'envisager sans un aménagement hydraulique important, permettant de contrôler le plan d'eau. Cependant, dans des secteurs particulièrement favorables, cette culture pourra être beaucoup améliorée par de petits aménagements artisanaux : en particulier par l'édification de diguettes en terre, autour des parcelles relativement réduites, pour réduire les effets des irrégularités de la topographie sur la hauteur de la lame d'eau. Mais ces petits aménagements ne peuvent se mettre en œuvre que localement et sur des surfaces restreintes.

4.2.6 - REPARTITION ET CARTOGRAPHIE DES SOLS A HYDROMORPHIE D'ENSEMBLE

Ils représentent globalement 43,4 % de la surface totale en unité pure, plus 2% cartographiés en association avec des solonetz solodisés surtout dans le nord de la carte.

Ils se répartissent comme suit :

- Sols à pseudogley de surface et gley de profondeur : 34 %
- Sols à gley de surface et de profondeur : 3,2 %
- Sols à gley de surface et caractères vertiques de profondeur : 6,2 %
- Association de sols à pseudogley de surface et gley de profondeur et de solonetz solodisés : 3,9% .

Les sols à gley de surface et de profondeur ou à caractères vertiques de profondeur dominent largement le long du cours du Ba-Illi de Bongor (sud) dans la partie sud-ouest de la carte.

Partout ailleurs, (partie sud de la carte) ce sont les sols à pseudogley de surface et gley de profondeur qui dominent avec localement des passages avec gley de surface.

Dans la partie nord de la carte, ils sont représentés par des taches isolées le long du Bahr Erguig et d'un ancien défluent du Chari en amont de Bousso. Mais ils ont surtout été cartographiés en association avec des solonetz solodisés le long de ces deux mêmes axes.

TROISIEME PARTIE

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

1 - LES PROCESSUS DE PEDOGENESE - LEUR IMPORTANCE

L'étude monographique des sols de la feuille de Bouso montre que les trois classes principales de sols représentées se répartissent comme suit :

- Sols ferrugineux tropicaux = 32,4 % de la surface totale,
- Sols halomorphes = 2 % de la surface totale,
- Sols hydromorphes = 59,8 % de la surface totale.

On peut résumer les principales caractéristiques des sols étudiés comme suit :

- **LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVES** présentent une assez grande variété bien que tous développés sur alluvions anciennes sablo-argileuses.

- Les sols sans concrétions sont intensément lessivés (des horizons sableux sur plus de 1,25 m de profondeur sont fréquents), et sont particulièrement bien drainés en profondeur. Ils présentent très souvent des raies d'accumulation argileuse dans leurs horizons lessivés.
- Les sols à pseudogley de profondeur sont, eux-mêmes, très lessivés, mais leurs horizons d'accumulation sont plus nets que dans les précédents. Par suite de l'imperméabilité du matériau en profondeur, il s'installe à la base des profils une nappe temporaire, créant des conditions d'engorgement. Cette nappe est en rapport plus ou moins direct avec les eaux de submersion des bas-fonds inondés voisins, mais on en connaît mal les modalités.

Ainsi, dans ces sols, les processus de ferruginisation, du lessivage du fer et de l'argile dans leurs horizons supérieurs, sont essentiels ; mais à la base des profils viennent parfois s'ajouter des actions d'engorgement créant des ségrégations de différents types : taches, concrétions, pseudogley.

- **LES SOLS HYDROMORPHES** occupent la plus grande partie de la surface totale de la carte et présentent, eux aussi, une grande diversité. Il convient toutefois de les partager en deux ensembles distincts : ceux exondés et ceux temporairement inondés.

- Les premiers ont de grandes affinités avec les sols ferrugineux tropicaux lessivés à pseudogley de profondeur et en dérivent par remontée de l'hydromorphie dans le profil. Leurs horizons supérieurs sont lessivés, et en général le lessivage est plus intense à leur base, car l'installation d'une nappe temporaire au-dessus des horizons d'accumulation provoque des entraînements latéraux. Ils résultent des mêmes processus : ferruginisation, lessivage (vertical ou oblique) et immobilisation des sesquioxydes en fonction de la succession de périodes à conditions réductrices et oxydantes. La position dans le modelé et l'imperméabilité du matériau, en réglant les conditions de drainage, donnent aux différents horizons leur importance et leur situation relative.
- Dans les sols temporairement inondés, les actions d'engorgement affectent tout le profil. Ce sont essentiellement les sesquioxydes qui sont touchés par ce processus. Ils sont soumis, en fonction des alternances d'engorgements et de dessiccation à des migrations des redistributions et des immobilisations. Le gley de base des profils correspondent à des conditions réductrices prolongées. Dans la partie supérieure des profils, l'alternance de conditions réductrices en période d'inondation et de conditions oxydantes de durée plus

importante, peut déterminer la formation d'un pseudogley. Les gley de surface, observés dans ces sols inondés, sont différents de ceux observés en profondeur ; il semble qu'on puisse les attribuer à des complexes stables de la matière organique et du fer.

- Il ne semble pas que dans ces sols hydromorphes, les phénomènes de néosynthèse argileuse soient très importante. On a cependant observé des sols à caractères vertiques et très localement des vertisols dans les alluvions anciennes, mais, en dehors de toute donnée plus précise, ces caractères vertiques nous apparaissent comme hérités dans ces matériaux à nodules calcaires.

- **LES PHENOMENES D'HALOMORPHIE** actuels sont étroitement localisés aux bordures des plaines inondables et n'ont qu'une très faible extension sous forme de bandes étroites autour des buttes exondées. Les processus pédogénétiques responsables de la formation des sols halomorphes sont : l'alcalisation du complexe, la dégradation des argiles par hydrolyse en milieu alcalin ou solodisation. La fixation du sodium sur le complexe absorbant s'accompagne généralement d'une concentration des carbonates. Les argiles sodiques et les composés solubles issus de la solodisation sont intensément lessivés. Les sols ainsi formés sont du type solonetz solodisé, et présentent, en plus des caractères strictement liés à l'halomorphie, des caractères liés à des actions d'engorgement.

En conclusion, on peut dire que l'évolution des sols de cette feuille Bousso est sous l'influence d'un certain nombre de processus pédogénétiques à caractères nettement climatiques. Ce sont :

- l'individualisation des sesquioxydes, sans libération de l'alumine (ferruginisation),
- le lessivage de l'argile et du fer, avec immobilisation de ce dernier.

Les phénomènes de néosynthèse sont réduits. Les régimes hydriques et les régimes d'inondation, en relation étroite avec le climat, eux-aussi, donnent aux processus d'hydromorphie un caractère plus général et dominant. Les processus d'alcalisation et de solodisation liés aussi aux régimes hydrologiques des sols, et associés au lessivage, sont très intenses quand ils existent.

D'autre part il n'est pas douteux, que le modelé actuel, dans cet ensemble alluvial très plat, hérité d'un passé géologique récent, a une grande influence dans la répartition de ces différents processus.

2 - L'UTILISATION DES SOLS

En plus des propriétés strictement d'ordre pédologique, il faut tenir compte, pour l'utilisation des sols, d'autres données comme : le climat, les régimes d'inondation, la profondeur des nappes et l'implantation humaine.

2.1 - Le milieu, ses caractères généraux et particuliers

Le climat est essentiellement caractérisé par une longue saison sèche suivie d'une courte saison des pluies (5 à 6 mois) avec trois mois très arrosés, au cours de laquelle tombent 900 à 1.000 mm de pluie. De ce fait les cultures pratiquées sont essentiellement des cultures sèches annuelles de saison pluvieuse, en particulier coton et sorgho. En dehors de toute irrigation d'appoint il n'est possible de faire annuellement qu'une seule culture sèche.

Le régime d'inondation des vastes plaines est le facteur dominant qui détermine l'utilisation des sols inondés. Ce régime est assez mal connu dans son ensemble et encore moins dans le détail. L'inondation saisonnière dure 4 à 5 mois (août à décembre) et cette décrue tardive limite beaucoup les possibilités actuelles de cultures de décrue. Il faut dire aussi que les surfaces inondées annuellement sont si vastes que des aménagements généraux sont difficiles. Mais les possibilités d'irrigation en bordure des grands axes du réseau hydrographique et dans certaines zones inondables doivent permettre, par la proximité d'eau facilement utilisable, des cultures de décrue avec irrigation d'appoint en fin de cycle, ou des cultures permanentes (arbres fruitiers par exemple).

2.2 - L'utilisation actuelle des grandes unités de sols et leur répartition

La cartographie pédologique de la feuille Bousso permet de distinguer les grandes régions suivantes :

- la zone alluviale ancienne exondée, au nord de la carte, constituée de sols ferrugineux tropicaux lessivés avec localement, dans des points bas des sols hydromorphes à hydromorphie d'ensemble représente environ 40 % de la surface totale de la feuille,
- le grand ensemble alluvial au sud de la carte, constitué de levées exondées (sols à hydromorphie de profondeur), séparées par des zones inondables représente environ 50 % de la surface totale de la feuille,
- les alluvions subactuelles ou actuelles du Chari, du Bahr Erguig et des deux Ba-Illi ne représentent que 10 % de la surface totale.

Les grandes unités de sols se répartissent elles-mêmes comme suit :

Unités	Superficie approximative hectares	Pourcentage de la surface totale
- Sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions	334.900	28 %
- Sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes	52.100	4,4 %
- Sols hydromorphes exondés lessivés	160.700	13,4 %
- Sols hydromorphes inondés	553.300	46,3 %
- Sols halomorphes lessivés	25.300	2 %
- Sols peu évolués	55.000	4,5 %

Actuellement, seuls les sols ferrugineux tropicaux lessivés et les sols hydromorphes lessivés à hydromorphie de profondeur sont cultivés. Les zones cultivées sont d'ailleurs très dispersées et sont fonction de la densité de population. Les principales cultures sont le coton et le sorgho et petit mil, suivis de manioc, patate douce, arachide et différents gombos. La jachère ne revient qu'au bout de quelques années.

Les cultures de décrue n'existent que très localement dans certaines zones inondées où les eaux se retirent assez tôt. Mais la plus grande partie des zones inondables reste inexploitée et sert de pâturages pour les troupeaux en transhumance. On a cependant observé dans l'extrême sud de la carte, mais localement, quelques cultures de riz.

2.3 - Conditions d'utilisation des grandes unités - Vocations

- Les sols peu évolués sur alluvions

Ils présentent une grande diversité de textures et de conditions de drainage, fonction de leur position dans le modelé alluvial actuel. Relativement riches chimiquement, ils offrent de grandes possibilités de mise en valeur par des cultures maraîchères, surtout par la présence proche d'eau facilement utilisable en irrigation d'appoint et ne nécessitant que des aménagements peu coûteux. Cependant, compte tenu de leur grande fragilité et de leur instabilité il faut veiller au maintien de leur stock organique.

Il faut signaler aussi que les sols les mieux drainés, des bourrelets du Chari en particulier, pourraient d'une manière très rentable être utilisés en cultures fruitières (manguiers, citronniers, bananiers...) en utilisant les eaux du Chari pour l'irrigation.

- Les sols ferrugineux tropicaux et les sols hydromorphes lessivés

La texture sableuse de leurs horizons supérieurs favorise une implantation facile du système racinaire. En général ces sols ont des horizons lessivés suffisamment épais pour que le système racinaire d'une plante comme le coton, craignant les engorgements, puisse se développer normalement. Certes, leur capacité de rétention et leur richesse chimique sont faibles, mais les horizons d'accumulation profonde peuvent constituer des réserves en eau. Dans le cas des sols à pseudogley profond ou des sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur lessivés, les racines auront des difficultés à pénétrer dans les horizons d'accumulation à limite tranchée, il faudra alors réserver au coton les sols les plus profonds. Les sols les moins profonds pourront être cultivés en plantes moins sensibles aux engorgements, par exemple le sorgho.

Dans ces sols le maintien de la fertilité est essentiel. Cela suppose que l'horizon humifère soit protégé de l'érosion et régénéré périodiquement. Des semis assez précoces sont nécessaires pour obtenir une bonne couverture végétale dès les premières pluies, couverture qui protégera le sol de leurs effets érosifs. Le semis précoce permet aussi aux plantes de lutter plus facilement contre les effets des courtes périodes sèches en début de saison des pluies ; c'est aussi un risque au moment de la levée.

Le maintien des horizons humifères est nécessaire parce que leur matière organique est le facteur essentiel d'agrégation et de maintien de la stabilité structurale. D'autre part l'humus facilement minéralisable leur confère une richesse chimique beaucoup plus grande que celle des horizons lessivés sous-jacents et faiblement pourvus en azote, phosphore et potasse échangeable.

La régénération et le maintien des horizons humifères peuvent se faire aisément par le retour périodique (2 à 3 ans) à la jachère intégrée à la rotation des cultures. Cela ne doit pas poser de difficultés sur la feuille de Bouso où la densité de population est faible. Il est possible aussi de corriger facilement les réserves faibles en potasse et en phosphore par des apports d'engrais organiques. Une culture plus intensive doit faire l'objet d'une fumure minérale et organique équilibrée et adaptée au sol et à la culture.

- Les sols hydromorphes inondés

Leur utilisation est conditionnée par l'inondation à laquelle ils sont soumis chaque année. Quoique assez riches chimiquement ils sont carencés en potasse échangeable et en phosphore qui semble immobilisé dans des conditions de mauvais drainage (J.F. VIZIER, 1966). Ces carences risquent de constituer des facteurs limitants pour la culture.

Leur texture fine, leur compacité, et leur acidité superficielle leur donnent une vocation rizicole certaine. Mais cette culture demande, pour être pratiquée une étude préalable précise des régimes d'inondation débouchant éventuellement sur un aménagement hydroagricole.

Sans aménagement à grande échelle, il doit être possible actuellement, dans les zones les plus favorables, de cultiver le riz avec de petits aménagements artisanaux, à l'échelle du village (diguettes de terre) visant à minimiser les irrégularités de terrain qui provoquent des différences de hauteur d'eau et de grandes variations dans le développement végétatif et les rendements.

- Les sols halomorphes

Leur mise en culture supposerait une amélioration profonde et de techniques culturales trop onéreuses en comparaison des surfaces très réduites et très dispersées qu'ils représentent.

En conclusion, on remarquera que sur la feuille de Bousso, caractérisée par une densité de population faible due à la profondeur de la nappe phréatique au nord du Chari et aux difficultés d'implantation humaine dans les plaines inondables du sud, les zones cultivées actuellement représentent une faible proportion de la surface totale. La mise en valeur des surfaces non utilisées aura pour facteur limitant essentiel, cette densité de population faible, mais ne sera pas gênée par l'emploi de la jachère dans la rotation. Dans les plaines inondables du sud la dispersion des surfaces exondées et les difficultés de circulation font que la plupart des villages se regroupent sur la rive gauche du Chari. La mise en valeur des zones inondables par des aménagements hydroagricoles devra s'accompagner nécessairement de la construction de routes praticables en toute saison.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.) - 1965 - La classification des sols. Cahiers ORSTOM - Pédologie, Vol. III, fasc. 3/1965, pp. 269-288.
- AUBREVILLE (A.) - 1950 - Flore forestière soudano-guinéenne (AOF - Cameroun - AEF) - Paris, Soc. d'Ed. Géogr. Maritime et Coloniale, 523 p., tabl., fig., biblio.
- AUDRY (P.) - POISOT (P.) - 1966 - Carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la République du Tchad - Feuille Niellim. ORSTOM - Fort-Lamy, 3 fasc., 131 p. multigr., annexes, 1 carte h.t.
- AUDRY (P.) - 1965 - Carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la République du Tchad - Feuille Am-Timan. ORSTOM - Fort-Lamy, 3 fasc., 96 p. multigr., annexes, 1 carte h.t.
- AUDRY (P.) - 1967 - Observations sur le régime hydrique comparé d'un sol ferrugineux tropical faiblement lessivé, sous savane et sous culture (arachide et pénicilaire). Colloque sur la fertilité des sols tropicaux (Tananarive 19-25 novembre 1967).
- BILLON (B.) - 1964 - Note sur l'alimentation du Bahr-Erguig. ORSTOM - Fort-Lamy, 20 p. multigr., 8 planches.
- BOCQUIER (G.) - 1964 - Présence et caractères de solonetz solodisés tropicaux dans le bassin Tchadien in ; 7 - Congr. Intern. Sc. du sol, Bucarest - Résumé des communications. T.V., n° 60, pp. 881-4.
- BOCQUIER (G.) - 1967 - Introduction à quelques problèmes relatifs au lessivage dans les sols ferrugineux tropicaux. ORSTOM - Fort-Lamy, 9 p. multigr., 2 graph., biblio.
- BOCQUIER (G.) - 1967 - Biogéocénoses et morphogénèse actuelle de certains pédiments du bassin Tchadien - ORSTOM - Fort-Lamy, 11 p. multigr., 1 graph., 1 tabl., biblio.
- BOCQUIER (G.) - BARBERY (J.) - 1965 - Carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la République du Tchad - Feuille Singako. ORSTOM - Fort-Lamy, 3 fasc., 125 p. multigr., annexes, 1 carte h.t.
- DABIN (B.) - 1960 - Utilisation d'un indice de structure pour la détermination de la qualité physique des sols tropicaux, in 7th Intern. Congress of Soil Science, Madison, Wisc, U.S.A., Résumé des communications, Vol. I, 1-31, pp. 311 - 20, 2 graph., tableaux.

- DABIN (B.) - 1961 - Les facteurs de fertilité des sols des régions tropicales en culture irriguée. Bull. Assoc. Franç. Etude du sol, n° spécial, pp. 108-130, graph., biblio.
- GILLET (H.) - 1963 - Agriculture, végétation et sols du centre et du sud du Tchad - Feuilles Miltou, Dagela, Koumra, Moussafoyo - ORSTOM, 108 p., nombreux graph. et photos.
- GRONDARD (A.) - 1961 - La végétation forestière au Tchad. Revue Bois et Forêts des Tropiques, n° 93, pp. 15-34.
- LEPOUTRE (B.) - 1954 - Etude pédologique de la station agricole du Ba-III. ORSTOM Fort-Lamy, sept. 1963, 28 p. multigr., 1 carte h.t. 1/5.000.
- PIAS (J.) - 1962 - Les sols du moyen et bas Logone, du bas Chari et des régions riveraines du lac Tchad et du Bahr el Ghazal. ORSTOM - Fort-Lamy, 438 p. multigr., 32 planches, biblio., 14 cartes h.t.
- PIAS (J.) - BARBERY (J.) - 1962 - Notice de la carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la République du Tchad - Feuille Miltou. ORSTOM - Fort-Lamy, 1 fasc., 111 p. multigr., biblio., 1 carte h.t.
- TORRENT (H.) - 1966 - Carte hydrogéologique à 1/500.000 de la République du Tchad Feuille Bongor. B.R.G.M., 1 fasc., 44 p., 12 graph., tableaux, 4 cartes h.t.
- U.S.D.A. - 1960 - Soil Classification, a comprehensive system. U.S.D.A, 256 p., fig., tabl.
- VIZIER (J.F.) - 1966 - Etude agropédologique d'emplacements cotonniers au Mayo-Kebbi (République du Tchad). ORSTOM Fort-Lamy, 65 p., 14 pl. et graph., biblio., annexe : dossier de caract. pédol.
- VIZIER (J.F.) - FROMAGET (M.) - 1968 - Carte pédologique de reconnaissance à 1/200.000 de la République du Tchad - Feuilles Fianga et Lai. ORSTOM - Fort-Lamy, 3 fasc., 105 p. multigr., annexes, 2 cartes h.t.

NOTE DE LA REDACTION

En annexe à cette notice, les auteurs ont présenté les dossiers de caractérisation de 41 profils ; ils font référence à ces pièces dans le texte.

Des photocopies de ces annexes non imprimées, peuvent être demandées par les chercheurs intéressés au Service Central de Documentation de l'ORSTOM.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 Localisation de la feuille de Bousso et état d'avancement de la cartographie pédologique de reconnaissance à 1/200.000 en république du Tchad.
- Figure 2 La feuille de Bousso et les principales unités géomorphologiques du sud-ouest Tchadien.
- Figure 3 Données climatologiques.
- Figures 4a et 4b Comparaison de l'évapotranspiration potentielle et de la pluviométrie - Températures.
- Figure 5 Répartition des principales unités géomorphologiques et des matériaux originels sur la feuille de Bousso.
- Figure 6 La texture des matériaux originels (Diagramme A.I.S.S.).
- Figure 7 Capacité d'échange des matériaux originels.
- Figures 8 et 9 Comparaison de la variation verticale du rapport sable fin/sable grossier et du taux d'argile.
- Figure 10 Répartition des sols peu évolués.
- Figure 11 Répartition des sols ferrugineux tropicaux.
- Figure 12 Caractéristiques analytiques principales des sols ferrugineux tropicaux lessivés sans concrétions sur alluvions sablo-argileuses.
- Figure 13 Caractéristiques analytiques principales des sols ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions, hydromorphes - sur alluvions sablo-argileuses.
- Figure 14 Répartition des sols halomorphes.
- Figure 15 Morphologie et caractères analytiques principaux des solonetz solodisés à action de nappe.
- Figure 16 Répartition des sols à hydromorphie temporaire de profondeur.
- Figure 17 Morphologie et caractères analytiques principaux des sols hydromorphes à hydromorphie de profondeur à lessivage oblique.
- Figure 18 Profil transversal de la séquence sol hydromorphe lessivé - solonetz - sol hydromorphe d'ensemble.
- Figure 19 Répartition des sols à hydromorphie temporaire d'ensemble.
- Figure 20 Répartition schématique des sols dans la plaine alluviale.

RAMBAULT GUIOT

18, rue de Calais, Paris 9e

Dépôt légal n° 702 - 3e trimestre 1970 - Imprimé en France

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

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :

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

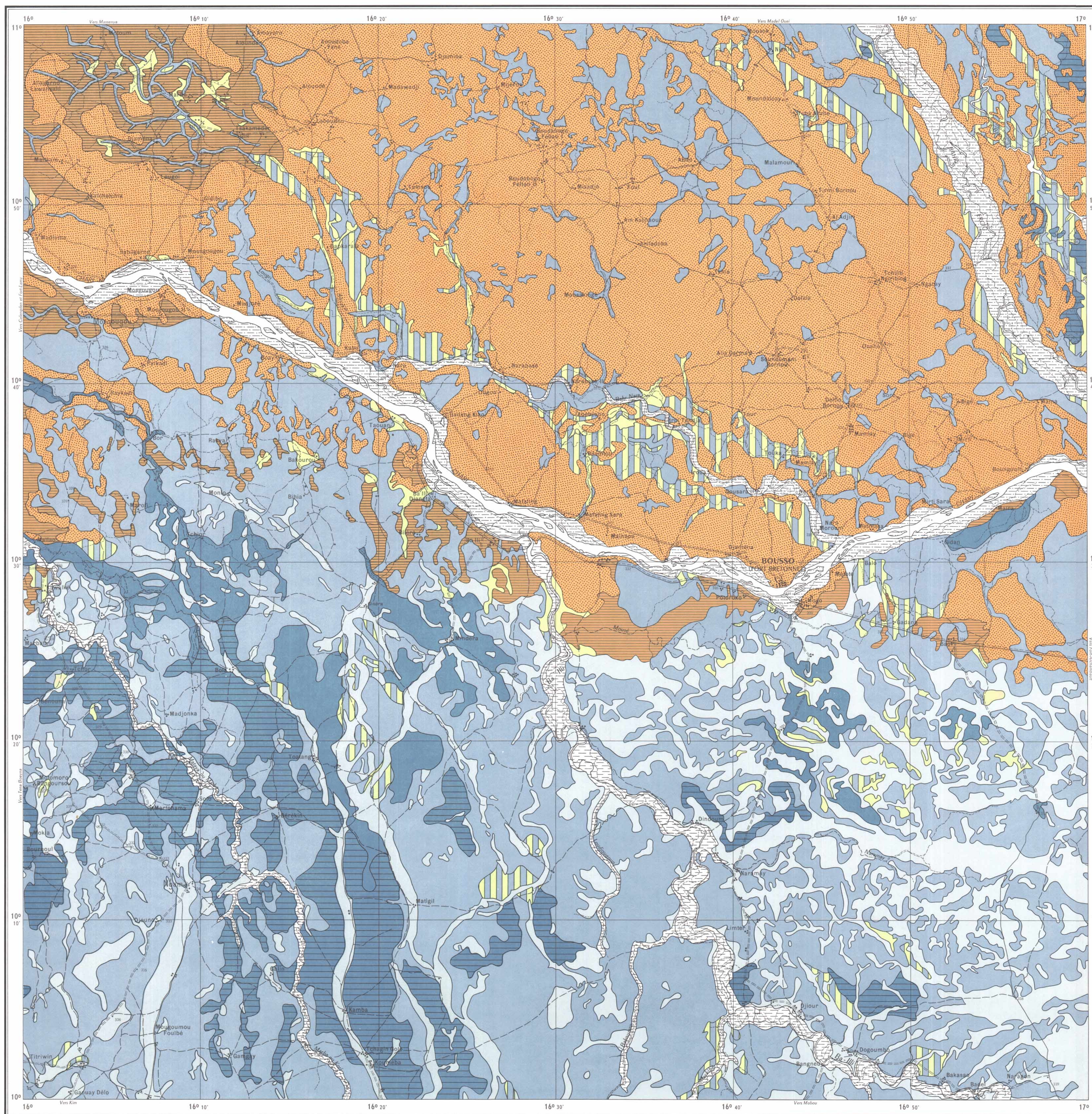
CARTE PÉDOLOGIQUE DE RECONNAISSANCE DE LA RÉPUBLIQUE DU TCHAD

BOUSSO

G. CLAUD et R. SAYOL

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

CENTRE O.R.S.T.O.M. DE FORT-LAMY



L É G E N D E

- SOLS PEU ÉVOLUÉS**
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE
D'APPORT
PEU ÉVOLUÉS D'APPORT HYDROMORPHES
- Sur alluvions finement sablo - limoneuses en surface
 - Sur alluvions récentes et actuelles de texture variée
- SOLS A SESQUIOXYDES FORTEMENT INDIVIDUALISÉS
ET A HUMUS DE DÉCOMPOSITION RAPIDE**
SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX
LESSIVÉS
SANS CONCRÉTIONS
- Sur alluvions sableuses à sablo - argileuses
 - HYDROMORPHES A PSEUDogleY DE PROFONDEUR
 - Sur alluvions sablo - argileuses à argilo - sableuses
- SOLS HALOMORPHES**
SOLS A STRUCTURE DÉGRADÉE
A ALCALIS, A ARGILE DÉGRADÉE
SOLONETZ SOLODISÉS A ACTION DE NAPPE
- Sur alluvions argilo - sableuses ou argileuses
- SOLS HYDROMORPHES**
MINÉRAUX
- A HYDROMORPHIE TEMPORAIRE D'ENSEMBLE
A GLEY DE SURFACE ET CARACTÈRES VERTIQUES PROFONDS
Sur alluvions argilo - sableuses ou argileuses
 - A GLEY DE SURFACE ET DE PROFONDEUR
Sur alluvions argilo - sableuses ou argileuses
 - A PSEUDogleY DE SURFACE ET GLEY SUBSUPERFICIEL OU PROFOND
Sur alluvions argilo - sableuses ou argileuses
 - A HYDROMORPHIE TEMPORAIRE DE PROFONDEUR
A PSEUDogleY OU GLEY INTENSEMENT LESSIVÉS SUR UNE GRANDE ÉPAISSEUR
Sur alluvions sablo - argileuses ou argilo - sableuses
- ASSOCIATION CARTOGRAPHIQUE**
ASSOCIATION DE SOLONETZ SOLODISÉS A ACTION DE NAPPE
ET DE SOLS HYDROMORPHES A PSEUDogleY DE SURFACE
ET GLEY SUBSUPERFICIEL OU PROFOND
- Sur alluvions argilo - sableuses ou argileuses



Fonds Topographiques de l'I.C.N. au 1/200 000 Feuille NC-55-XVII
Références Pédologiques : J. PIAS - 1960 ; Carte pédologique au 1/200 000
du bassin alluvionnaire du Logone et Chari, Feuille de NGAM

ECHELLE : 1/200 000
0 5 10 15 km

Service Cartographique de l'O.R.S.T.O.M. 1969