

DEUXIÈME PARTIE

---

BASSIN INFÉRIEUR DU CHARI LOGONE

---

CAMPAGNE 1953

par J. PIAS

chargé de recherches à l'O. R. S. T. O. M.



# INTRODUCTION

Ce rapport fait suite à la première étude des régions du Moyen-Logone et entre dans le cadre des travaux effectués par la Commission scientifique du Logone-Tchad.

Cette étude répond à une suggestion exprimée au cours de la Conférence tenue à Fort-Lamy en février 1953, d'où ressortait le désir de connaître, d'une façon plus approfondie, les sols situés au nord de Fort-Lamy.

La région comprise entre cette ville et le Lac Tchad a donc fait l'objet d'une première prospection en juin 1953.

Le territoire englobé dans cette étude est limité à l'ouest par le Chari, à l'est par le Bahr Ligna tandis que sa limite nord se situe entre Dougia et Addrik.

Comme dans la première étude pédologique du Moyen-Logone, nous avons cherché à définir ici la stratification des dernières alluvions donnant naissance aux différents types de sols, la répartition des principaux groupements végétaux, et enfin les grands types de sols eux-mêmes qui découlent des analyses faites au laboratoire. Nous avons néanmoins gardé la répartition apparente qui existe sur le terrain et partage cette région en types de sols très distincts les uns des autres.

Les analyses des échantillons prélevés ont été effectuées au laboratoire de Bondy par M<sup>lle</sup> AUBERT, MM. GAUTHEROU, GREGOIRE et par nous-même, sous la direction de MM. AUBERT, OLLAT et PINTA.

Une carte schématique à l'échelle du 200 000<sup>e</sup> est jointe à ce rapport.



## CHAPITRE PREMIER

### GÉOLOGIE

En dehors des affleurements de rhyolite de Hadjer el Hamis situé, sur la bordure sud-est du Lac Tchad, il n'est pas signalé d'autres pointements du socle dans les régions parcourues.

Ces régions sont le domaine de formations sédimentaires récentes où alternent invariablement sables et argiles sur de grandes épaisseurs.

Nous donnons ici comme exemples les deux sondages effectués dans la région de Fort-Lamy dont voici les coupes :

Trypano n° 4	Chagoua n° 1
0 à 5 m. argile marron et sable.	0 à 1 m. 50 argile et sable.
5 à 19 m. sable blanc, puis jaune.	1,50 à 46 m. 40 sable pressé vert, bleu, blanc, jaune et enfin blanc.
19 à 26 m. 65 marne sableuse jaune.	46,40 à 52 m. 60 sable marneux blanc puis jaune.
26,65 à 43 m. 30 sable blanc.	52,60 à 56 m. 80 marne sableuse jaune.
43,30 à 46 m. marnes sableuses jaunes.	56,80 à 62 m. 50 <i>idem</i> avec latérite.
46 à 52 m. sable pressé blanc.	62,50 à 86 m. 50 marne sableuse jaune.
52 à 58 m. marne très sableuse.	86,50 à 89 m. marne jaune et grise.
58 à 79 m. 30 marne jaune, grise blanche et enfin grise.	89 à 95 m. marne grise.
79,30 à 82 m. 50 marne grise et latérite.	
82,50 à 123 m. marne grise, noire verte noire et enfin verte.	

Ces sondages, dont une vingtaine ont été effectués, permettent de souligner la grande épaisseur de ce sédimentaire puisqu'en aucun point de ceux-ci le socle n'a été atteint. On y rencontre alternativement des successions argileuses et sableuses.

Les géologues voient dans ces formations sédimentaires une répétition de celles du « Chad-Group » de Nigéria.

Ces deux sondages schématisés ne reflètent qu'imparfaitement l'extrême complexité des dernières sédimentations. Pour donner un exemple de la grande complexité de ces dépôts supérieurs, nous décrivons un profil de puits observé entre Fort-Lamy et Gaoui.

#### PROFIL 41 :

0- 80 centimètres	:	horizon argileux noir.
80-160	—	: horizon sableux tacheté, rouille, très compact.
160-260	—	: argiles de Gley et rouilles.
260-270	—	: sable blanc.
270-340	—	: argile noire, compacte.

Pour étudier cette sédimentation récente, nous avons été amenés à observer les puits des régions parcourues. Ceux-ci sont toujours situés dans les petites dépressions argileuses ou le cours d'un mayo à sec en saison sèche. Quelques puits ont été observés dans la naga. Nous n'en avons pas trouvé dans les parties sableuses. L'observation de ces puits est malheureusement rendue difficile par le fait que l'indigène les ceinture de paille dès qu'il atteint la zone sableuse, ceci, afin d'éviter les éboulements; les parties argileuses et même les nagas sont laissées à nu.

Un autre type d'observation sur l'épaisseur de certains sédiments argileux nous a été fourni par des silos à graines. Une partie de la récolte de mil tardif est enterrée dans le champ de culture même. A cet effet, l'indigène pratique un trou de 1 mètre à 1,20 mètre de diamètre dans l'argile noire où sont cultivés ces mils. Ce trou est creusé jusqu'au niveau très sableux sous-jacent généralement situé entre 80 et 120 centimètres. La récolte est accumulée dans la partie sableuse et est ainsi protégée des animaux déprédateurs.

Un troisième type d'observation est fourni par l'étude des berges du Chari.

En fait, ces dernières observations n'ont qu'un intérêt local et montrent souvent des formations alluviales argileuses brunes, des formations argileuses noires, quelques-unes à nodules calcaires et des sables.

Dans les paragraphes suivants nous décrirons les sédiments dans l'ordre d'ancienneté que nous avons cru distinguer.

### I. Formation sableuse beige

Elle se rencontre en grande abondance au nord d'une ligne Dougia-Bledaya. Cette formation sableuse, plus rarement observée en surface au sud de cette ligne, émerge alors et couvre de grandes étendues coupées encore de zones de nagas, de fonds de mares ou par le cours des mayos.

Nous avons à faire là à une sédimentation, le plus souvent finement sableuse et pulvérulente.

Au binoculaire, ces sables montrent une dominance de quartz arrondis très ronds et dépolis du type éolien ou fluvatile remanié par les vents ainsi que quelques quartz anguleux et clairs.

Ces sables formant la grande zone sableuse qui s'étale pratiquement depuis Bledaya jusqu'à la bordure du Lac Tchad, constituent les systèmes peut-être dunaires entre Djermaia et Addrik.

Cette formation sableuse réapparaît sous les sédiments anciens et récents des dépressions intérieures. Ces sédiments sont alors épais de 80 à 120 centimètres et reposent sur des formations sableuses claires. Ce phénomène est général et observé dans la dépression du Bahr-Ligna ainsi qu'en arrière du bourrelet riverain.

Cet alluvionnement sableux se retrouve dans tous les puits dont nous donnerons ici quelques profils.

A Elali, près de Dougia : nappe phréatique 13 mètres dans un mayo à sec; 6 mètres d'argile noire compacte, puis sable.

A Sédudé, entre Djermaia et Addrik : nappe phréatique 13 à 14 mètres; sable à 4 mètres.

A Djogana sur la piste qui rejoint Goulfei à la route Djermaia-Fort-Lamy : nappe phréatique 20 mètres dans l'un des puits; 2,50 mètres d'argile puis sable.

A côté, second puits : 6 mètres d'argile puis sable.

A Goudgi sur la route de Fort-Lamy à Djermaia : nappe phréatique 21 mètres; sable à 1 mètre.

Jardin des Eaux et Forêts : nappe phréatique 22 mètres; sable à 6 mètres.

A Bledaya : nappe phréatique 21 mètres; sable à 5 mètres.

A Amoudala : nappe phréatique 31 mètres.

A Guifel : nappe phréatique 45 mètres; sable à 6 mètres.

A noter que la profondeur de la nappe phréatique augmente à mesure que l'on s'éloigne vers l'est. On passe de 13 mètres à Elali et Sédudé à 45 mètres à Guifel sur la route de Djermaia-Massaguet.

Le puits d'Avrou fait exception avec une nappe phréatique à 5 mètres environ, en bordure d'un important mayo.

Cette formation sableuse aurait une épaisseur de l'ordre de 10 à 15 mètres. Elle semble la plus ancienne que nous trouvions en surface.

## II. Formation sableuse à sablo-argileuse, beige, jaune ou ocre

Elle s'observe principalement au sud de la ligne Dougia-Bledaya. Elle n'occupe jamais de grandes étendues mais constitue plutôt de petits affleurements isolés, localisés dans les zones de nagas ou le long des mayos.

Elle est plus récente que la première formation décrite et correspond à l'alluvionnement sableux que nous trouvons le long des berges du Chari se superposant à un niveau argileux noir souvent à nodules calcaires.

Ce niveau sableux est de faible épaisseur, de l'ordre de 2 à 3 mètres au maximum.

Le puits de Bledaya montre la succession suivante où la séparation des deux formations sableuses est très nette.

0-3 mètres : naga et formation sableuse claire.

3-5 — : argile noire.

5 — : sable jusqu'à la nappe phréatique qui est à 21 mètres.

Cette formation sableuse à sablo-argileuse constitue également la bordure est du Bahr-Ligna tandis qu'elle fait place à des formations argileuses anciennes et récentes dans cette dépression.

L'observation des sables montre, comme pour la série sableuse précédente, une dominance de quartz arrondis, dépolis, rubéfiés d'origine éolienne. Il s'agit là d'un sable fluviatile remanié par les vents.

## III. La naga

Elle fait suite à la formation sableuse précédente qu'elle recouvre sous des épaisseurs variables mais généralement faibles qui expliquent la juxtaposition des zones sableuses et des nagas.

Ces formations seront décrites plus loin aux chapitres Végétation et Pédologie.

Rappelons que ce nom a été donné par les Arabes à des grandes surfaces incultes pratiquement dépourvues de végétation. Ces étendues voisinent avec le cours des mayos. Les sédiments qui les composent sont du type fin à très fin. Ils sont sablo-argileux ou limono-argileux. Les sables grossiers y sont peu abondants, l'ensemble est fortement consolidé par des remontées donnant un mycelium et des amas calcaires.

Ce sont des sols très compacts, dont la structure massive est due à deux phénomènes : la texture des sédiments et le fort pourcentage de  $\text{Na}_2\text{O}$  dispersant l'argile.

Nous citerons quelques exemples pour montrer l'homogénéité relative de ces formations.

N° échantillon	Argile	Limón	S. fin	S. grossier
231.....	25,3	18	50,6	2
232.....	28,2	17,5	48,1	2
351.....	18,1	17,1	48,6	13,2
352.....	17,3	31,8	38,5	9
311.....	19,6	17,8	36,5	21,7
312.....	16,5	14,9	36,5	28,4
313.....	8,8	2,7	51,5	32,8

Les sables sont à dominance de quartz anguleux brillants ou émoussés fluviatiles. On y trouve également quelques quartz dépolis et ronds.

En surface, sur ces nagas, par places généralement localisées autour des arbres ou arbustes, nous trouvons des plages de sable finement quartzeux et pulvérulent.

N° échantillon	Argile	Limon	S. fin	S. grossier
401.....	3	3,2	83,2	9,8
223.....	1	4,2	78,6	15,7

Partout ailleurs l'horizon consolidé est à nu et montre en surface, de nombreuses et fines petites masses calcaires. Ces sables supérieurs sont uniquement quartzeux. Les sables grossiers sont dépolis et arrondis, le plus souvent rubéfiés. On y trouve également quelques éléments noirs indéterminés et des pseudo-sables.

Deux hypothèses s'offrent pour expliquer la présence superficielle de ce sable :

— il s'agirait soit de l'horizon supérieur très sableux d'un profil décapé par endroits par le vent. Cette érosion éolienne est favorisée par un faible couvert végétal. Ce phénomène a été observé à Bledaya dans un cas particulier;

— ou bien encore il s'agirait d'apports sableux éoliens venant de sols sableux voisins.

Quant à l'épaisseur de cette sédimentation donnant ces nagas, elle est faible.

Dans le profil 31 les sables sous-jacents sont rencontrés à 120 centimètres. Dans le puits d'Avrou la nappe phréatique est à 5 mètres. Les horizons constituant la naga font environ 2,50 mètres et reposent sur des formations sableuses.

La sédimentation qui a donné ces nagas équivaut à une phase très réduite de comblement qui a précédé la phase sédimentaire actuelle. Elle se situe donc entre la formation sableuse décrite précédemment et la phase de sédimentation argileuse qui se poursuit encore actuellement. Ces nagas semblent former les bourrelets anciens des mayos.

#### IV. Formation argileuse

Elle occupe les grandes dépressions, le fond des mayos où viennent s'accumuler les eaux de débordement pendant la crue. Celles-ci s'écoulent vers le nord avec des courants faibles permettant une sédimentation fine. Une grande partie de ces eaux demeurent en place après le déversement et constituent des mares dont quelques-unes sont permanentes. L'alluvionnement de ces parties basses est particulièrement complexe ainsi que le montre la description d'un puits observé entre Fort-Lamy et Gaoui, donnée précédemment.

Cette formation argileuse semble cependant composée de deux sédimentations différentes, juxtaposées : une première, ancienne, antérieure à la dernière sédimentation sableuse, une seconde, argileuse, récente. La sédimentation ancienne semble marquée par la présence de nodules calcaires qui se sont formés en place. Cette série se retrouve parfois le long du Chari sous la série sédimentaire sableuse récente. Les nodules calcaires dans ces dépressions sont moins abondants que dans les régions sud. Ils apparaissent souvent par taches et indiqueraient les lieux préférentiels de passages anciens ou actuels des eaux. Leur concentration en certains points s'expliquerait par une érosion de ces sols correspondant à des passages d'eaux importants, anciens, de vitesses élevées. Cette période d'érosion pourrait se situer à la même époque que celle du second dépôt sableux. A cette phase a succédé la sédimentation argileuse actuelle.

Ces deux phases sont visibles dans le profil 15 prélevé entre Djermaia et Tom-Merefine. L'horizon inférieur argileux est marqué par l'apparition de nodules calcaires précédant les sables sous-jacents. Dans les régions avoisinant Bledaya le relief devient fortement tourmenté à proximité des mayos. Les buttes sont sableuses tandis que le sol argileux de pente, très érodé, montre d'importantes concentrations de nodules calcaires. Le fond des mayos est lui-même argileux noir, sans concrétion calcaire apparente.

L'épaisseur de ces deux formations est généralement faible : de 80 à 120 centimètres pour celles observées.

A Djermaia, dans la dépression, l'épaisseur des sédiments argileux est de 120 centimètres; elle est

de 120 également dans le profil 15 au sud de Tom-Merefine, de 80 centimètres au nord de Bledaya (profil 18) et de 60 centimètres devant Fort-Lamy.

Ces formations vont de très argileuses (60 %) à argileuses (40 %). Elles contiennent toujours de fortes proportions de limon (20 %), très peu de sable grossier. Ce sable grossier est rarement supérieur à 2 ou 3 %, encore est-il le plus souvent constitué par des masses ferrugineuses hématisées très nombreuses; les quartz y sont rares et généralement arrondis et dépolis. Les sables fins y sont abondants et finement quartzeux et pourraient être d'origine éolienne.

N° échantillon	Argile	Limon	S. fin	S. grossier
151.....	44,2	15,1	31,2	2
152.....	44,8	18,1	28,6	1
291.....	54,5	13,9	20	2,5
292.....	56	12,8	17,5	3,5
201.....	49,5	28,2	11,5	0,5
202.....	59,8	22,3	7,7	0,5

### V. Les bourrelets alluviaux

Ils sont le résultat de sédimentation fine, récente ou ancienne localisée à la rive du Chari ou de ses anciens bras.

Cette sédimentation actuelle est constituée généralement de dépôts argilo-limoneux de teinte brune, uniformes à très tachetés rouille et gris. Par endroits, on note de faibles apports récents sableux ou sablo-limoneux recouvrant ces premiers dépôts.

Peu différents par leur composition mécanique des argiles noires des bas-fonds, ils sont cependant généralement moins argileux et de teinte plus claire. Ils montrent également dans leurs sables grossiers des quartz plus nombreux où se retrouvent des quartz anguleux clairs ou rubéfiés, d'origine fluviale, mais aussi quelques quartz arrondis, dépolis, éoliens.

Quant aux bourrelets anciens, ils sont fréquents et jalonnent les cours des anciens bras du fleuve. Ceux-ci semblent constituer une partie du réseau hydrographique fossile de cette région, à en juger par l'importance du lit de ces mayos parfois très fortement encaissés (cours de l'Abkoma près de Fort-Lamy; El Biher que suit la route Fort-Lamy-Massaguet; cours du Bahr-Ligna).

Les cours de ces bras du fleuve sont jalonnés par la naga et quelques buttes sableuses qui constituent les bourrelets riverains.

Les sols bruns argileux identiques à ceux du bourrelet du Chari sont rares. On les retrouve cependant le long du Bahr-Ligna avant Gaoui et Karkam ainsi qu'entre Dougia et Elali.

### TABLEAU SCHÉMATIQUE

des dernières séries d'alluvions

<i>Série sédimentaire sableuse ancienne.</i>	} Sable beige clair, type Hadjer-el-Hamis.
<i>Série sédimentaire argileuse ancienne.</i>	
<i>Série sédimentaire intercalaire.</i>	} Sabluse à sablo-argileuse beige, jaune ou ocre. } Limono-argileuse à limono-sabluse (naga).
<i>Série sédimentaire récente.</i>	
	} Formations argileuses des dépressions. } Bourrelet argileux alluvial du Chari. } Sédimentation éolienne (naga).

CHAPITRE II

**CLIMATOLOGIE**

Cette région est classée par A. AUBREVILLE dans la zone des climats sahélo-soudaniens, à la limite de la zone climatique sahélo-saharienne.

Nous donnons en suivant, à titre d'exemple, les températures, pluies, degrés hygrométriques relevés en 1952 à Fort-Lamy, Bol, Massakory ainsi que les moyennes pluviométriques pour ces mêmes stations.

**Températures. — Année 1952**

Le premier nombre indique la température minima moyenne, le second la température maxima moyenne.

Mois	FORT-LAMY	BOL
Janvier.....	13,5-35,4	13 -34,2
Février.....	15,8-36,1	16 -36,9
Mars.....	20,1-39,4	15,4-39,2
Avril.....	24,5-43,3	19 -43,8
Mai.....	26,4-41,2	27 -42,5
Juin.....	24,4-39,1	24,6-41
Juillet.....	23,1-34,9	23,7-37,4
Août.....	21,7-30,8	22,2-32,2
Septembre.....	21,8-32,3	22,1-34,9
Octobre.....	21,6-36,6	22,2-41
Novembre.....	16,2-37,3	19,1-38,4
Décembre.....	15,2-33,3	16,6-32,4

**Degrés hygrométriques. — Année 1952**

Sont portés successivement les états hygrométriques moyens pris à 7 h., 13 h. et 19 h. légales.

Mois	FORT-LAMY
Janvier.....	48-12-21
Février.....	41-11-16
Mars.....	22-32-12
Avril.....	34-15-20
Mai.....	60-29-36
Juin.....	70-34-45
Juillet.....	80-51-61
Août.....	92-71-84
Septembre.....	93-68-84
Octobre.....	83-38-65
Novembre.....	46-17-40
Décembre.....	52-19-35

**Pluviométrie. — Année 1952**

Les pluies sont notées en millimètres et dixièmes, le second nombre indique le nombre de jours de pluie.

Mois	FORT-LAMY	BOL	MASSAKORY
Janvier .....	0	0	0
Février .....	0	0	0
Mars .....	0	0	0
Avril .....	1,8-1	0	0
Mai .....	30,7- 9	4,8- 1	10,3- 4
Juin .....	34,6- 7	0,8- 1	25,2- 4
Juillet .....	117,6-10	47,6- 7	48,3- 6
Août .....	457,4-24	281,1-10	339,1-15
Septembre .....	87 -17	31,1- 8	67,3-10
Octobre .....	23,7- 4	8,2- 2	58,7- 4
Novembre .....	0	0	0
Décembre .....	0	0	0
TOTAL des pluies .....	752,8	373,6	548,9

**Moyennes de pluie**

Mois	FORT-LAMY	BOL	MASSAKORY
Janvier .....	traces	0	0
Février .....	traces	0	0
Mars .....	0	0	0
Avril .....	7,1	traces	1,8
Mai .....	37,7	8,9	16,0
Juin .....	61,2	6,8	46,3
Juillet .....	152,2	61,5	111,3
Août .....	248,3	154,3	189,7
Septembre .....	86,3	42,9	86,6
Octobre .....	24,7	4,3	11,7
Novembre .....	1	0	0
Décembre .....	traces	0	0
TOTAL .....	618,5	278,7	463,4

Ces différents chiffres nous ont été transmis par le Service Météorologique de Fort-Lamy.

### CHAPITRE III

## VÉGÉTATION

### Introduction

Cette région à caractère climatique sahélo-soudanien très marqué est caractérisée par une flore plus typiquement sahélienne que celle trouvée dans les régions du Moyen-Logone. On y note la disparition totale des espèces soudanaises de transition que l'on rencontrait plus au sud.

Les disparitions notables à souligner sont celles de :

<i>Prosopis africana.</i>	<i>Parkia felicoidea.</i>
<i>Butyrospermum Parkii.</i>	<i>Daniella Oliveri.</i>
<i>Terminalia macroptera.</i>	<i>Terminalia avicennoides.</i>
<i>Tetrapleura sp.</i>	<i>Detarium senegalense.</i>
<i>Pseudocedrela Kostchyi.</i>	<i>Borassus aethiopicum.</i>
<i>Boswellia Dalzielii.</i>	<i>Pterocarpus erinaceus.</i>
<i>Pterocarpus lucens.</i>	<i>Swartzia madagascariensis.</i>
<i>Andira inernis.</i>	<i>Isobertinia doka.</i>

Certains arbres ou arbustes perdent la dominance qu'ils avaient acquise dans le sud. L'*Anogeissus leiocarpus* disparaît partiellement tandis que *Bauhinia reticulata* se raréfie au profit de son homologue *rufescens*, plus apte à l'aridité du climat et des sols.

On note également la raréfaction des différentes espèces de Combretum rencontrées dans le Moyen-Logone. *Combretum aculeatum* devient par contre plus abondant dans ces régions tandis qu'une nouvelle espèce lianiforme à fleurs rouges fait son apparition le long du fleuve : *Combretum lecardii*.

D'autres espèces prennent leur plein essor dans ces régions pré-sahéliennes. Les *Capparidacées* notamment deviennent dominantes parmi les arbustes dans les zones sableuses ou le long du bourrelet du Chari. Ce sont :

<i>Capparis corymbosa.</i>	<i>Cadaba farinosa.</i>
<i>Capparis decidua.</i>	<i>Capparis tomentosa.</i>
<i>Maerua crassifolia.</i>	

*Crataeva Adansonii*, rarement observé dans les zones plus méridionales, devient abondant le long des dépressions argileuses qui jalonnent le bourrelet du fleuve.

Les *Acacia* prennent aussi un grand essor dans ces régions sub-désertiques. Chacun d'eux trouve sa place sur des sols différents.

*Acacia scorpioides* sur terre très argileuse des dépressions, des mares et le long des cours d'eau.

*Acacia senegal* dans des zones arides et désolées où la densité du couvert végétal se réduit à quelques arbres ou arbustes dispersés çà et là. Ces espaces nus correspondent à des surfaces très compactes limono-argileuses de sols à alcalis recouverts par des taches de sable beige pulvérulent. Dans ces zones se retrouvent également *Acacia seyal*. Plus éclectique, *Acacia senegal* trouve sa place dans le couvert boisé des savanes sableuses. *Acacia Sieberiana* est rare à l'intérieur des terres et se localise surtout sur le bourrelet du fleuve ainsi que les *Tamarindus indica*. Les *Acacia tortilis* sont rares et annoncent la zone sahélienne.

Les *Faidherbia albida* tendent à disparaître eux-mêmes autour des villages où leur feuillage argenté est remplacé par celui plus sahélien de l'*Hyphaene thebaica*.

Les principaux arbres, caractéristiques de cette zone pré-sahélienne sont les suivants :

*Hyphaene thebaïca.*  
*Capparidacées* diverses.  
*Acacia scorpioides.*

*Balanites aegyptiaca.*  
*Acacia senegal.*  
*Callotropis procera.*

### Principaux groupements végétaux

A l'intérieur de ce facteur climatique déterminant un type de végétation sahélienne, d'autres facteurs interviennent qui servent à la localisation des espèces.

Ce sont des facteurs pédologiques (pH, texture, structure, complexe absorbant), facteurs hydrologiques (zone d'inondation, profondeur de la nappe phréatique). Ces facteurs secondaires déterminent la répartition des groupes végétaux de cette région.

#### I. Galerie forestière du bourrelet riverain

Elle occupe, comme son nom l'indique, le bourrelet du fleuve. Il s'agit là d'une savane boisée très dense souvent difficilement pénétrable mais d'extension faible pouvant varier de quelques centaines de mètres à un kilomètre.

Les principales espèces observées dans ces galeries sont les suivantes :

##### ARBRES

*Balanites aegyptiaca.*  
*Acacia sieberiana.*  
*Acacia seyal.*  
*Mitragyna africana.*  
*Kigelia africana.*  
*Diospyros mespiliformis.*  
*Celtis integrifolia.*  
*Maerua crassifolia.*  
*Lannea humilis.*

*Ficus sp.*  
*Acacia senegal.*  
*Tamarindus indica.*  
*Hyphaene thebaïca.*  
*Zizyphus jujuba.*  
*Faidherbia albida.*  
*Albizzia Chevalieri.*  
*Anogeissus leiocarpus.*  
*Dichrostachys glomerata.*

##### SOUS-BOIS D'ARBUSTES ET D'ÉPINEUX

*Bauhinia reticulata.*  
*Bauhinia rufescens.*  
*Ximения americana.*  
*Zizyphus spina-christi.*  
*Calotropis procera.*  
*Leptadenia heterophylla.*  
*Acacia ataxacantha.*  
*Cadaba farinosa.*

*Capparis corymbosa.*  
*Capparis tomentosa.*  
*Capparis decidua.*  
*Loscia senegalensis.*  
*Combretum aculeatum.*  
*Combretum lecardii.*  
*Grewia sp.*

Les sols du bourrelet de ce fleuve qui portent ce type de végétation, sont généralement formés par des terres alluviales, brunes, argileuses ou argilo-limoneuses à structure compacte avec d'importantes fentes de retrait. Sols à pH acides (de l'ordre de 5 à 6), ils sont riches en matière organique et en humus.

Cette galerie, très boisée et riche en espèces, peut faire place sur de mêmes types de sols à une savane moins dense comportant presque uniquement des *Acacia seyal* en peuplement ainsi que quelques *Mitragyna africana*. Ce cas a été observé sur la piste rejoignant Goulfeï à la route Djermaïa-Fort-Lamy, où nous trouvons la succession suivante en nous dirigeant du fleuve vers l'intérieur.

1° Sur la berge du Chari, assez fortement incliné, sur sol alluvial sablo-limoneux très tacheté, nous observons :

*Mimosa asperata.*

*Crataeva adansonii.*

*Bauhinia reticulata.*

*Bauhinia rufescens.*

*Acacia sieberiana.*

Cette végétation est très peu dense et réduite aux quelques arbres et arbustes cités plus haut.

2° Succession de buttes sableuses, sablo-limoneuses ou argilo-limoneuses et dépressions sur 100 ou 200 mètres avec végétation très diverse.

3° Sur sol alluvial, brun, savane armée formée par un peuplement d'*Acacia seyal* dans lequel se retrouvent quelques *Mitragyna africana*.

Ces sols sont également couverts d'une *Acanthacée épineuse* *Hygrophylla spinosa*.

Derrière cette troisième zone faiblement inondée, la végétation se clairseme rapidement. L'*Acacia seyal* perd sa dominance au profit des *Mitragyna africana* tandis que les sols deviennent plus noirs et plus argileux.

On note sur ces nouveaux sols : *Crataeva Adansonii* qui se localise généralement sur la bordure des dépressions intérieures tandis que le fond de celles-ci est occupé par des *Acacia scorpioides*.

Le bourrelet du Chari porte également quelques taches sableuses (cas observé à Méchou, Dougia). Dans ces zones, la végétation est particulièrement dense et composée de grands arbres.

Ce développement exagéré de la végétation semble dû à la texture perméable du sol et à la proximité du plan d'eau car le complexe absorbant de ce sol, légèrement acide, est assez pauvre. Dans ces parties sableuses, la diversité des espèces est grande et nous trouvons toutes les plantes citées plus haut.

Aux espèces relevées à Goulfei le long de la berge du Chari s'associent parfois :

*Salix Ledermannii.*

*Herminiera elaphroxylon.*

*Sesbania sp.*

*Vossia cuspidata.*



Fig. 77. — Route entre Dougia et Mani : végétation de *Ficus sp.*, *Kigelia a.*, *Acacia sieberiana*.



Fig. 78. — Tapis d'*Hygrophylla spinosa*, *Balanites a.* et *Acacia scorpioides*  
sur sol, sur alluvions argilo-lumineuses du bourrelet.  
Entre Dougia et Abou Gayé.



Fig. 79. — Sous-bois en bordure du Chari, aux environs de Dougia :  
*Acacia sicberiana*, *Crataeva Adansoni*, *Zizyphus sp.*, *Capparis sp.*



Fig. 80. — *Acacia ataxacantha*.

## II. Zone boisée des marécages et prairies marécageuses

Nous y distinguerons plusieurs types allant de la zone marécageuse très boisée à une zone marécageuse nue.

*Type de boisement en retrait du bourrelet alluvial du Chari.*

Ce type de végétation se confond fréquemment avec celui décrit précédemment. En effet, derrière le bourrelet alluvial brun, existe une zone de marécages en terre noire très argileuse, fortement craquelée. Ces zones, en saison des pluies sont transformées en marécages ou en mares qui disparaissent à la saison sèche. Certaines se maintiennent toute l'année et constituent un plan d'eau qui semble le facteur essentiel de l'apparition de ces formations végétales très boisées. Elles peuvent être aussi bien des zones de passage des eaux de débordement que des zones basses, marécageuses, collectant les eaux de pluie.

Une végétation très dense s'y développe où les *Acacia scorpioides*, *Acacia seyal*, *Mitragyna africana* prennent la dominance — les deux premiers pouvant former des peuplements presque purs. *Crataeva Adansonii* y constitue également des peuplements mais est plus localisé sur la bordure des marécages. Les *Balanites*, *Tamarindus* et *Acacia sieberiana* se maintiennent dans ces zones d'inondation mais n'y sont jamais dominants.

Dans les zones de plus forte inondation la végétation se clairsème. *Acacia seyal* tend à disparaître tandis qu'*Acacia scorpioide* devient plus abondant.

Ces formations s'observent sur des sols très argileux, noirs, fortement craquelés à structure prismatique en surface, compacte en profondeur. Sols généralement riches en matière organique et en bases échangeables, notamment en CaO, ils sont également bien pourvus en Na<sub>2</sub>O et sont à la limite des sols à alcalis et salés. Les pH de ces sols sont très variables et oscillent du franchement acide (5) à alcalin (8 et plus).

On retrouve ces formations dans les zones d'inondation du Bahr-Ligna entre le Bahr et la route Fort-Lamy-Djermaia.

Les peuplements d'*Acacia seyal* en terre lourde y sont nombreux tandis qu'*Acacia scorpioides*, à tronc noir, se localise autour des mares, dans celles-ci ou le long des mayos où ils forment alors une bordure continue. Le fond de ces mayos est argileux noir, identique au type décrit plus haut.

Le long de ces mayos ou de ces mares *Acacia seyal* et *Acacia scorpioides* dominent sur les bords et dans l'intérieur même des dépressions. Se trouvent également *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Boscia senegalensis*.

Au fond des dépressions, la dominance revient aux *Acacia scorpioides*.

Les zones d'inondation en terre argileuse, ne sont pas toujours occupées par des formations boisées denses ou claires. Par endroits, cette végétation disparaît : soit par suite de l'action de l'homme qui installe sur ces terres lourdes ses champs de mil tardif (mil planté au retrait des eaux), soit parce que ces sols sont inondés sous des profondeurs d'eau assez fortes. Ils deviennent le domaine de la végétation graminéenne (non observée par nous puisque ces régions ont été parcourues en fin de saison sèche).

## III. La naga

Il s'agit plus là d'un aspect du paysage sahélien que d'une formation végétale proprement dite. Ce terme arabe désigne des sols nus, presque totalement dépourvus de végétation. Celle-ci se réduit, en saison sèche, à quelques arbres et arbustes sans tapis graminéen, très disséminés, généralement malingres, séparés par des grands espaces nus.

Le sol y est de couleur gris ou noir très compact avec, par endroits, des plages de sable de faible épaisseur localisées autour des arbres.

Les principales espèces relevées dans ces zones sont :

*Acacia seyal.*

*Zizyphus jujuba.*

*Calotropis procera.*

*Balanites aegyptiaca.*

*Acacia senegal.*

La monotonie de ce paysage dénudé est seulement interrompue par la végétation très dense qui longe les mayos ou occupe les multiples mares que renferme la naga.

Ces nagas correspondent au bourrelet ancien des mayos dont elles jalonnent le cours. Elles font place par endroits, à des buttes très sableuses et profondes.



Fig. 81. — *Acacia sieberiana*.



Fig. 82. — Végétation d'*Acacia scorpioides*  
dans le lit à sec d'un mayo.



Fig. 83. --- Mare permanente :  
*Acacia scorpioides*, *Mitragyna africa*.



Fig. 84. — Cours d'un mavo à sec avec végétation d'*Acacia scorpioides*.  
Vers Tom Méréfine.



Fig. 85. — Sur sol argileux de dépression intérieure en premier plan  
*Mitragyna africana*. Sous-bois *Acacia scorpioides*.



Fig. 85. — Mare permanente : *Mitragyna africana*.

Deux types de sols semblent dominer ces surfaces dénudées.

Le type de sol le plus répandu de ces nagas est de texture limono-argileuse, très compacte. Il porte en surface de nombreuses petites masses calcaires. Son horizon supérieur gris-noir à gris-brun montre un fin mycelium de même nature. Par endroits, cet horizon est recouvert par des taches sableuses pulvérulentes et claires.

Un second type de naga, peu répandu a été observé à Blédaya. Il est voisin de ce dernier, mais plus sableux. Il semble provenir de la dégradation d'un type de sol sablo-argileux à la suite de la disparition du couvert végétal.

Dans ce type de naga, à végétation très clairsemée, l'horizon supérieur sableux meuble est peu épais et localisé surtout autour des rares arbres ou arbustes. Cet horizon devient rapidement compact en profondeur avec apparition de masses calcaires nombreuses et taches ferrugineuses abondantes à partir de 25 centimètres.

Sous couvert végétal dense à *Bauhinia refuscens*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal*, *Boscia senegalensis*, *Cissus quadrangularis*, *Acacia senegal*, le sol est plus profond. L'horizon supérieur sableux meuble fait 40 centimètres et les phénomènes de concentration en hydroxydes et  $\text{CO}_3\text{Ca}$  commencent à 50 centimètres et sont moins intenses.

Cette description semble bien donner ici le rôle du couvert végétal en zone aride : les phénomènes de remontée sont moindres et l'action d'érosion éolienne pratiquement nulle dans le second cas.

Ces espaces dénudés portant une végétation clairsemée avaient déjà été rencontrés et décrits en zone plus méridionale. La végétation y était sensiblement la même. Elle est encore plus dispersée dans les zones nord. Les arbres et arbustes qu'on y observe sont les mêmes. *Lannea humilis* cependant y est extrêmement rare dans les régions cartographiées alors qu'on le retrouve en plus grande abondance après la dépression du Bahr-Ligna, en direction de Massaguet. Tandis que dans les zones du Moyen-Logone ces nagas occupaient des surfaces restreintes, souvent incartographiables, elles constituent des taches importantes à partir de Mogroum.

Les points communs de ces sols à végétation très clairsemée sont les pH généralement élevés (8,5 à 9) et la richesse en Na échangeable donnant des rapports  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  importants. On note par endroits dans ces sols des concentrations en sels solubles.

Tels sont les principaux facteurs qui semblent conditionner l'apparition de ce type.



Fig. 87. — «Naga» : végétation clairsemée d'*Acacia seyal* et *Balanites Aegyptiaca*, tapis graminéen court et discontinu. Au fond, mare à végétation dense d'*Acacia scorpioides*. Environs de Tom Méréline.



Fig. 88. — *Calotropis procera*.



Fig. 89. — *Acacia Scorpioides* : fruits.

#### IV. La savane boisée sur sable

Nous ne reviendrons pas sur les formations végétales sur sable qui se développent par place le long du Chari et qui font partie de la galerie forestière du bourrelet. Elles sont nettement distinctes par leur densité et leur allure de celles relevées vers l'Est en s'éloignant du fleuve.

Les formations que nous trouvons dans l'intérieur vont de très clairsemées à très fournies sans jamais atteindre la densité de la galerie forestière. Les espèces, d'autre part, y sont beaucoup moins variées.

Les savanes boisées sur sable sont assez rares entre le Chari et la limite est d'inondation du Bahr-Ligna. Au-delà, en direction de Massaguet, elles prennent une plus grande extension. Dans la zone Chari-Bahr Ligna, elles sont très localisées et voisinent avec les nagas. Comme celles-ci, elles suivent généralement la bordure des mayos.

Plus au nord, après Djermaia, les formations sableuses prennent une plus grande extension.

Nous citerons les espèces observées dans ces savanes boisées sur sable.

<i>Acacia senegal.</i>	<i>Bauhinia reticulata.</i>
<i>Bauhinia rufescens.</i>	<i>Acacia sieberiana.</i>
<i>Capparis corymbosa.</i>	<i>Capparis decidua.</i>
<i>Zizyphus jujuba.</i>	<i>Combretum aculeatum.</i>
<i>Acacia seyal.</i>	<i>Grewia sp.</i>
<i>Calotropis procera.</i>	<i>Anogeissus leiocarpus.</i>
<i>Asparagus sp.</i>	<i>Guiera senegalensis.</i>
<i>Hyphaene thebaica.</i>	<i>Boscia senegalensis.</i>
<i>Balanites aegyptiaca.</i>	<i>Dichrostachys glomerata.</i>
<i>Stereospermum kunthianum.</i>	<i>Cissus quadrangularis.</i>
<i>Albizzia chevalieri.</i>	<i>Leptadenia sp.</i>
<i>Gardenia sp.</i>	<i>Celtis integrifolia.</i>

La dominance sur ces sols revient généralement à *Acacia senegal* qui semble avoir une certaine spécificité pour les terrains sableux. L'*Anogeissus leiocarpus* perd la dominance qu'il avait acquise dans les zones sud et ne se retrouve ici qu'à l'état d'individu isolé. Les *Celtis* se maintiennent mais sont rares, souvent situés autour des villages. Quant aux *Calotropis* et aux *Hyphaene*, ils prennent une très grande extension dans les zones très sableuses et arides de la bordure du Lac, notamment à Hadjer el Hamis où ils donnent la dominance du peuplement végétal très clairsemé et annoncent la place qu'ils tiendront dans la végétation typiquement sahélienne.

Nous notons encore sur ces zones sableuses quelques *Stereospermum* et *Bauhinia reticulata*, mais leur abondance est moindre que dans les régions sud. *Guiera senegalensis* continue à croître dans les jachères sableuses accompagné fréquemment d'*Asparagus*; *Acacia tortilis* n'a été que très rarement rencontré.

Voici quelques formations observées en terrain sableux voisins de la naga. La végétation est très clairsemée sans dominance avec :

<i>Acacia seyal.</i>	<i>Anogeissus leiocarpus.</i>
<i>Capparis</i> diverses.	<i>Balanites aegyptiaca.</i>

Ce type de végétation a été relevé en direction de Chaouil.

Plus loin, sur un type de sol identique, végétation plus dense avec mêmes espèces mais alors très grande dominance de l'*Acacia senegal*.

La végétation peut devenir, par endroits, très dense dans les zones voisines des mayos toujours sur des sols identiques présentant comme dans les deux exemples précédents un horizon supérieur sableux meuble, un horizon plus profond sableux à sablo-argileux compact tacheté, reposant sur du sable blanc ou ocre.

Végétation observée à 13 kilomètres de Djermaïa, en direction de Fort-Lamy.

Végétation très dense, sans dominance.

*Acacia seyal*.  
*Combretum aculeatum*.  
*Acacia reticulata*.  
*Bauhinia reticulata*.  
*Acacia senegal*.

*Capparis diversas*.  
*Zizyphus jujuba*.  
*Bauhinia rufescens*.  
*Grewia sp.*  
*Parkinsonia aculeata* le long de la digue.

Plus au nord, entre Djermaïa et Bledaya, sur sable pulvérulent profond.

Végétation dense.

*Acacia senegal* et  
*Stereospermum kunthianum*  
*Leptadenia sp.*

*Hyphaene thebaïca* dominants.  
*Capparis diversas*.

Au sud-est de Bledaya, à proximité d'un village et de cultures, sur sol sableux pulvérulent en surface, puis compact avec quelques taches ferrugineuses.

*Capparis diversas*.  
*Acacia seyal*.  
*Acacia scorpioides*.  
*Grewia sp.*

*Anogeissus leiocarpus*.  
*Leptadenia sp.*  
*Acacia senegal*.  
*Guiera senegalensis*.



Fig. 90. Taillis de *Salvadora persica*, *Capparis corymbosa*,  
*Acacia senegal*.



Fig. 91. — Peuplement d'*Hyphaene thebaica* sur sol sableux entre Bledaya et Addrik.



Fig. 92. — Végétation sur sol sableux aux environs de Djimtilo : *Cacia scorpioides*, *Hyphaene thebaica* et brisson de *Capparis e.*, *Cadaba*, *Salicornia persica*.



Fig. 93. — Ile du Chari : végétation de *Mimosa asperata*, *Sesbania sp.*, *Salix Ledermannii*.

#### CHAPITRE IV

### PÉDOLOGIE

L'étude pédologique sur le terrain et les résultats analytiques obtenus au laboratoire, nous ont amenés à distinguer quatre grands types de sols.

1° Sol beige sableux, non lessivé.

2° Sol beige ou ocre sableux à sablo-argileux lessivé :

— sous type à alcalis.

3° Sol à alcalis :

a. Sol à alcalis des nagas;

b. Sol à alcalis des dépressions argiluses;

c. Sol à alcalis sur alluvions argilo-limoneuses du bourrelet.

4° Sol salé à alcalis :

a. Sol à alcalis peu salé :

— type de naga;

— type de dépression intérieure.

b. Sol à alcalis très salé :

— type de naga;

— type de dépression intérieure.

Ces types de sols présentent certaines analogies avec ceux décrits précédemment dans le rapport sur le Moyen-Logone.

Cette analogie existe notamment pour les sols sableux beiges non lessivés ainsi que pour les sols sableux à sablo-argileux. Ces deux types sont identiques aux Sols Ferrugineux Tropicaux trouvés en Afrique occidentale française.

Les sols sableux à sablo-argileux lessivés présentent comme au Moyen-Logone, un horizon compact tacheté rouille, sous-jacent à l'horizon supérieur meuble. Par contre, il n'y a jamais de grande concentration en hydroxydes pouvant donner un horizon gravillonnaire comme ceux observés dans les régions de Lai-Katoa. Cet horizon est remplacé ici par un horizon sableux clair ou jaune. Cette différence peut être due à un lessivage moins intense des hydroxydes ou au fait que la nappe retenue par la première couche d'argile s'écoule rapidement ou s'évapore, alors qu'elle est permanente plus au Sud. Il existe cependant un engorgement de ces horizons profonds en saison des pluies, par suite d'un plan d'eau alors élevé. En saison sèche, cette nappe n'a été trouvée qu'exceptionnellement à Avrou où le puits fait 5 mètres. Partout ailleurs, elle est plus profonde et située entre 13 et 20 mètres.

Des phénomènes de lessivage d'argile sont également visibles dans ces sols, mais ils sont très souvent masqués par l'hétérogénéité de l'alluvionnement.

Ces sols sableux à sablo-argileux diffèrent également de leurs homologues plus méridionaux par la présence d'un horizon presque toujours constant où s'observent de petites masses calcaires informes. Cet horizon précède la roche mère.

Enfin, les phénomènes de remontée des éléments salés prennent une grande importance dans ces régions plus arides. Ils expliquent les fortes concentrations en CaO et Na<sub>2</sub>O de ces sols, ainsi que la présence sur les surfaces nues des nagas, de petits amas calcaires et de fins myceliums dans l'horizon supérieur.

Ces nagas, trouvées également dans les régions du Moyen-Logone, couvraient alors de très faibles étendues. L'aspect de la végétation y était sensiblement le même. Il est encore plus clairsemé dans cette zone plus nordique. Ces deux nagas, morphologiquement différentes, présentent le caractère commun d'être des sols à alcalis avec des rapports  $\frac{Na}{Ca}$  très élevés.

Les argiles à nodules calcaires trouvées plus au Sud font place, dans ces régions, à des sols plus argileux à alcalis. Les nodules calcaires s'y retrouvent encore, moins abondants cependant.

Quant aux sols alluviaux du bourrelet, ils demeurent identiques à ce qu'ils étaient avec des pourcentages plus élevés en  $Na_2O$ .

Le caractère commun de ces différents types de sols trouvés entre Fort-Lamy et le Lac Tchad est leur fréquente concentration en  $CaO$  et  $Na O$ . Une partie de ce sodium est parfois observé à l'état soluble sous forme de sulfate qui détermine des sols salés à alcalis.

Dans cette région, les sols à alcalis deviennent dominants et englobent les nagas, les sols de bas-fonds et parfois les horizons profonds des sols sableux ou sablo-argileux.

\* \* \*

### I. Sol beige sableux non lessivé

Ce type de sol a déjà été relevé dans les zones plus méridionales du Moyen-Logone étudiées au cours de la mission 1949-1951.

Il se poursuit jusqu'à la bordure du Lac Tchad où il constitue l'étendue sableuse bordant le lac à Hadjer el Hamis et peut-être d'anciens systèmes de dunes entre Bledaya et Addrik. Il prend une réelle extension pour la zone étudiée au nord d'une ligne Dougia-Bledaya. On le retrouve également à l'est du Bahr-Ligna, mais son évolution semblerait d'un type légèrement différent.

Rappelons que de tels sols sont formés sur des alluvions sableuses profondes. L'évolution pédologique y est peu marquée. L'horizon supérieur grisâtre passe très rapidement à un horizon beige très profond et indifférencié. Nous ne trouvons pas de gravillons ferrugineux et les taches rouilles sont généralement rares.

La roche mère est invariablement constituée de sable beige ou blanc.

Ces sols semblent se former sur les deux séries sableuses ancienne et récente dont l'épaisseur est de 10 à 15 m pour la première et de 2 à 3 m pour la seconde.

La végétation qui se développe sur ces sols va de la savane boisée où dominent *Acacia senegal*, les *Capparidacées*, *Hyphaene*, à des savanes très claires à *Hyphaene* et *Calotropis*. On y retrouve en jachères : *Guiera senegalensis*, spécifique des sols sableux, et *Asparagus sp.*

PROFIL n° 17 observé entre Bledaya et Djermaia, sous végétation d'*Acacia senegal* dominant, *Hyphaene*, *Capparis*, *Stereospermum*, *Anogeissus* et *Leptadenia*.

0- 20 centimètres : horizon gris, sableux meuble.

20-140 — : horizon beige, sableux meuble.

L'observation des sables au binoculaire, montre une dominance de quartz arrondis, très ronds et dépolis, typiquement éoliens : vraisemblablement sable fluvial remanié par les vents. On trouve également quelques quartz rubéfiés, clairs, anguleux ou légèrement émoussés du type fluvial.

Ces sols sont relativement pauvres avec un complexe absorbant peu élevé qui diminue pour les horizons inférieurs : 2,4 meq en surface; 0,8 meq en profondeur pour le profil observé.

Ils sont pauvres en matière organique et en azote, également pauvres en humus. Les pH sont voisins de la neutralité, légèrement alcalins.

Un tel sol soumis à des cultures intenses s'épuise rapidement étant donné le faible capital réserve dont il dispose (sable uniquement quartzueux).

Ces sols sont très fréquemment occupés par les villages et les terres avoisinantes servent à cultiver le mil et l'arachide. La proximité des villages et la présence de nombreux troupeaux, par l'apport d'engrais naturels, entretiennent et maintiennent une certaine fertilité de ces terres dégradées par des cultures excessives pratiquées sans rotation étudiée.

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol beige sableux, non lessivé.

*Prélèvement*..... N° 17

*Lieu de prélèvement* : Entre Bledaya et Djermaia.

N° des horizons.....	171	172
Profondeur.....	0-20	120-140
pH.....	7,5	7,4
GRANULOMÉTRIE.		
Terre fine..... $\frac{\%}{o}$	-	-
Sable grossier..... $\frac{\%}{o}$	45,8	45,6
Sable fin..... $\frac{\%}{o}$	49,3	52,6
Limon..... $\frac{\%}{o}$	1	0,5
Argile..... $\frac{\%}{o}$	3	1
Humidité (105°)..... $\frac{\%}{o}$	0,3	0,2
CO <sub>2</sub> Ca.....	-	-
MATIÈRE ORGANIQUE.		
Matière organique totale.....	0,6	0,1
Azote total..... $\frac{\%}{o}$	0,05	0,012
Carbone..... $\frac{\%}{o}$	0,34	0,07
C/N.....	6,8	5,6
Humus..... $\frac{\%}{100}$	0,35	0,43
BASES ÉCHANGEABLES.		
CaO..... $\frac{\%}{100}$	0,540	0,150
Ca meq..... $\frac{\%}{o}$	1,93	0,53
MgO..... $\frac{\%}{100}$	0,045	0,020
Mg meq..... $\frac{\%}{o}$	0,22	0,09
K <sub>2</sub> O..... $\frac{\%}{100}$	0,085	0,045
K meq..... $\frac{\%}{o}$	0,18	0,09
Na <sub>2</sub> O..... $\frac{\%}{100}$	0,03	0,02
Na meq..... $\frac{\%}{o}$	0,096	0,064
S en meq..... $\frac{\%}{o}$	2,43	0,8
Cap. Ech. en meq..... $\frac{\%}{o}$	-	-
BASES TOTALES.		
CaO..... $\frac{\%}{100}$	1,060	0,700
CaO meq..... $\frac{\%}{o}$	-	-
MgO..... $\frac{\%}{100}$	0,400	0,180
MgO meq..... $\frac{\%}{o}$	-	-
K <sub>2</sub> O..... $\frac{\%}{100}$	0,370	0,220
K <sub>2</sub> O meq..... $\frac{\%}{o}$	-	-
Na <sub>2</sub> O..... $\frac{\%}{100}$	0,410	0,380
Na <sub>2</sub> O meq..... $\frac{\%}{o}$	-	-
S en meq..... $\frac{\%}{o}$	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... $\frac{\%}{o}$	0,011	0,006
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... $\frac{\%}{o}$	0,004	-
Rapport Na/Ca échang..... $\frac{\%}{o}$	4,9	11,7
Rapport Ca/Mg.....	8,8	6

## II. Sol beige ou ocre, sableux à sablo-argileux, lessivé

Ces sols semblent devoir entrer dans la catégorie des sols beiges sableux ou sablo-argileux lessivés décrits dans la première partie, sans être parfaitement identiques à ceux-ci.

Ils se sont formés sur la série sableuse ou sablo-argileuse intercalaire qui a succédé à la première sédimentation argileuse. L'épaisseur de cette série est faible, de 2 à 3 m seulement.

Ces sols présentent généralement en surface un horizon gris, sableux, particulière, peu épais de 20 à 40 cm, suivi d'un horizon beige à beige rouille, sableux, compact avec des taches ferrugineuses et parfois des masses calcaires blanches, celles-ci sont plus ou moins abondantes suivant les profils.

Ce dernier horizon est suivi d'un horizon compact rouille sablo-argileux qui précède le sable jaune ou beige pulvérulent constituant la roche mère. Celle-ci est trouvée invariablement entre 120 et 150 cm.

Il semble que l'évolution pédologique de ces types de sols soit marquée par un léger entraînement d'argile en profondeur par lessivage. Ce phénomène est souvent masqué par l'hétérogénéité de l'alluvionnement. On y note également des phénomènes de migration du fer marqués par des taches et traînées rouilles dans les horizons intercalaires entre la surface et la roche mère. Les concrétions ferrugineuses y sont rares.

Ces sols sont peu répandus et de faible extension dans le fossé Chari-Bahr-Ligna. Ils s'observent sur la bordure des mayos et voisinent avec la naga. Ils sont généralement occupés par des villages, des cultures ou une savane boisée où dominant : *Acacia senegal*, *Capparis* et *Hyphaene*.

Voici à titre d'exemple le *profil 28* prélevé entre Djermaia et Bledaya. Il se localise sur une légère butte surplombant une dépression argileuse noire où *Acacia scorpioides* est abondant. Il est occupé par une savane très claire qui rappelle la naga où dominant *Acacia seyal* et *Balanites*.

- 0- 20 centimètres : horizon gris-beige, sableux, pulvérulent.
- 20-100 — : horizon beige-jaune, sablo-argileux, taches rouilles et gravillons ferrugineux noirs nombreux, compacts, également quelques masses blanches sableuses ou ocre.
- 100-140 — : horizon sableux jaune, tacheté pulvérulent, puis sable beige sans tache.

Le pH de ce sol est déjà alcalin. On remarquera la concentration en CaO échangeable dans l'horizon sablo-argileux, où nous trouvons quelques rares masses calcaires. Le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  oscille entre 7 et 11 et fait de ce sol un type très voisin des sols à alcalis bien que la concentration en Na<sub>2</sub>O soit assez faible.

Dans certains de ces profils, nous assistons à des phénomènes de concentration en CO<sub>3</sub>Ca sous forme de masses calcaires informes.

Nous donnons le *profil n° 16*, relevé dans la même région que le précédent, sous couvert très boisé d'une savane où dominant *Acacia senegal*, *Balanites*, *Acacia seyal*.

- 0- 40 centimètres : horizon gris à gris-beige, sableux, meuble.
- 40- 60 — : horizon plus clair gris-beige à taches rouilles nombreuses, tendance compact, sablo-argileux.
- 60- 80 — : horizon compact, beige jaunâtre avec masses calcaires nombreuses, très tacheté, sableux.
- 80-120 — : horizon identique sans masse calcaire devenant plus sableux.
- 120 — : sable blanc avec masses rouilles.

Ce type de sol peut évoluer à la suite d'un déboisement vers un type particulier de naga à alcalis que nous décrivons plus loin.

L'observation des sables au binoculaire montre une dominance de quartz éoliens clairs ou rubéfiés ainsi que quelques masses calcaires informes. Celles-ci principalement dans l'horizon 163. De nombreux quartz rubéfiés sont inclus dans ces masses calcaires où on note aussi des taches ferrugineuses noires.

Tous ces sols ont des pH neutres ou franchement alcalins. La richesse en humus est généralement faible, de l'ordre de 0,2 à 0,3 ‰; les rapports  $\frac{C}{N}$  sont souvent bas.

Leur complexe absorbant est bien pourvu avec des phénomènes de concentration en CaO dans les horizons intercalaires. Les teneurs en K<sub>2</sub>O sont moyennes ou bonnes. La grande compacité des horizons intermédiaires entre la surface et la roche mère semble dûe au Na<sub>2</sub>O qui, bien qu'en faibles proportions pour les deux profils décrits, influe déjà sur la structure et annonce un type à alcalis sablo-argileux très compact.

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol beige ou ocre, sableux à sablo-argileux lessivé.

Prélèvement.....

N° 28

Lieu de prélèvement : Entre Bledaya et Djermaia.

Numéros des horizons.....	281	282	283
Profondeur.....	0-20	60-80	120-140
pH.....	7,5	7,6	7,9
GRANULOMÉTRIE :			
Terre fine..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/o</sup>	11,3	8,7	3,8
Sable fin..... <sup>o/o</sup>	80,9	64,7	89,8
Limon..... <sup>o/o</sup>	2,7	3,9	2,9
Argile..... <sup>o/o</sup>	4,3	20	2,8
Humidité (105°)..... <sup>o/o</sup>	0,6	2,7	0,7
CO <sub>3</sub> Ca.....	-	-	-
MATIÈRE ORGANIQUE :			
Matière organique totale.....	0,2	-	-
Azote total..... <sup>o/o</sup>	0,038	-	-
Carbone..... <sup>o/o</sup>	0,11	-	-
C/N.....	2,8	-	-
Humus..... <sup>o/oo</sup>	0,38	-	-
BASES ÉCHANGEABLES :			
CaO..... <sup>o/oo</sup>	0,7	2,52	0,78
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	2,5	9	2,78
MgO..... <sup>o/oo</sup>	0,14	0,475	0,165
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	0,69	2,35	0,81
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,11	0,055	0,05
K meq..... <sup>o/o</sup>	0,23	0,12	0,106
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,085	0,2	0,075
Na meq..... <sup>o/o</sup>	0,27	0,64	0,24
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
BASES TOTALES :			
CaO..... <sup>o/oo</sup>	-	-	-
CaO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
MgO..... <sup>o/oo</sup>	-	-	-
MgO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	-	-	-
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	-	-	-
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/o</sup>	10,8	7,1	8,6
Rapport Ca/Mg.....	3,5	3,8	3,5

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol beige ou ocre, sableux à sablo-argileux lessivé.

Prélèvement.....

N° 16

Lieu de prélèvement : Entre Bledaya et Djermaia.

Numéros des horizons.....	161	162	163	164
Profondeur.....	0-20	40-60	60-80	100-120
pH.....	7,1	7,2	7,8	7,8
GRANULOMÉTRIE :				
Terre fine..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/o</sup>	20,5	15,9	14,1	3,6
Sable fin..... <sup>o/o</sup>	64	57,5	65,6	87,3
Limon..... <sup>o/o</sup>	5,4	3,4	3,2	1,7
Argile..... <sup>o/o</sup>	8,3	20,3	14,9	6,3
Humidité (105°)..... <sup>o/o</sup>	1	2,7	2	0,9
CO <sub>2</sub> Ca.....	-	-	-	-
MATIÈRE ORGANIQUE :				
Matière organique totale.....	0,76	0,18	0,2	0,17
Azote total..... <sup>o/o</sup>	0,045	0,03	0,03	0,03
Carbone..... <sup>o/o</sup>	0,44	0,104	0,117	0,097
C/N.....	9,7	3,4	3,9	3,2
Humus..... <sup>o/o</sup>	0,47	0,17	0,13	0,16
BASES ÉCHANGEABLES :				
CaO..... <sup>o/100</sup>	1,2	2,36	3,018	1
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	4,3	8,4	10,78	3,6
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,23	0,49	0,37	0,205
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	1,15	2,4	1,84	1
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,29	0,36	0,25	0,375
K meq..... <sup>o/o</sup>	0,6	0,8	0,53	0,8
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,07	0,15	0,07	0,075
Na meq..... <sup>o/o</sup>	0,23	0,5	0,23	0,24
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
BASES TOTALES :				
CaO..... <sup>o/100</sup>	1,68	2,6	3,36	1,25
CaO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,92	1,94	1,55	0,72
MgO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,17	1,42	1,1	0,7
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,56	0,66	0,67	0,45
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/o</sup>	0,013	0,015	0,011	0,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/100</sup>	-	-	-	-
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/o</sup>	5,3	5,9	2,1	6,6
Rapport Ca/Mg.....	3,7	3,5	5,7	3,6

### **Sous-type à alcalis.**

Ce profil a été prélevé en bordure d'une naga sous couvert boisé à dominance d'*Acacia senegal*. Dans le profil observé, la disposition des horizons est identique à celle décrite plus haut. Le sol devient compact à partir de 20 cm. On note la présence de gravillons ferrugineux dans l'horizon profond, mais pas ou peu de masses calcaires. La roche mère est constituée par du sable jaune rencontré vers 150 cm.

PROFIL N° 43 : relevé près de Chaouil.

0- 20 centimètres : horizon gris, sableux, pulvérulent.  
20-100 — : horizon identique compact, peu de taches rouilles.  
100-140 — : horizon sablo-argileux compact avec gravillons ferrugineux hématisés, couleur jaune rouille.  
140 — : sable ocre.

Pour ce profil le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  passe de 8 dans l'horizon supérieur à plus de 20 pour les horizons inférieurs, notamment pour la roche mère. A noter également que l'on retrouve dans ces horizons inférieurs de faibles quantités de sels solubles principalement en Na.

Nous décrirons un second type plus sableux dont le profil a été observé au village d'Adara Mbagol, au nord de Djermaia. Ce profil voisine avec la naga qu'il surplombe de 20 à 50 cm suivant les endroits.

PROFIL 34.

0-140 centimètres : sable jaune pulvérulent, uniforme, non tacheté.

Quelques mètres plus loin, nous trouvons la naga avec ses sols limono-argileux noirs, à mycelium calcaire, présentant en surface de petites masses calcaires et gravillons ferrugineux.

Le pH est identique aux profils déjà donnés. On n'observe pas non plus de phénomènes de concentration en CaO. Le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  est voisin de 25 pour l'horizon inférieur sans que l'on relève un pourcentage élevé en Na<sub>2</sub>O. La texture de cet horizon est à rapprocher de l'horizon profond du profil 43 où l'on retrouve un rapport  $\frac{Na}{Ca}$  voisin.

### **III. Sol à alcalis**

Nous rappellerons ici la définition générale des sols à alcalis.

Ces sols sont caractérisés par un complexe absorbant riche en Na donnant un rapport  $\frac{Na}{\text{Capacité d'échange}}$  voisin de 12 % ou par un rapport  $\frac{Na}{Ca}$  proche de 15 %. Cette saturation du complexe par Na se traduit par une dégradation des propriétés physiques : structure compacte en saison sèche, en saison des pluies dispersion rapide de l'argile qui donne alors des boues fluides.

Cette catégorie de sols est très répandue dans la zone étudiée. Elle englobe les formations argileuses des bas-fonds, les nagas ainsi que les sols du bourrelet et s'étend quelquefois aux horizons profonds des types sableux ou sablo-argileux, comme nous l'avons vu précédemment.

A l'intérieur de ce type de sols, nous conserverons donc la répartition apparente qui existe sur le terrain.

Nous distinguerons :

- a. Sol à alcalis des nagas;
- b. Sol à alcalis des dépressions argileuses;
- c. Sol à alcalis sur alluvions argilo-limoneuses du bourrelet.

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol beige ou ocre, sableux à sablo-argileux lessivé (sous-type à alcalis).

Prélèvement.....

N° 43

Lieu de prélèvement : Près de Chaouil.

Numéros des horizons.....	431	432	433	434
Profondeur.....	0-20	80-100	120-140	140-150
pH.....	6,7	7,2	7,3	7,2
<b>GRANULOMÉTRIE :</b>				
Terre fine..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/o</sup>	2,1	3,1	1,5	5,8
Sable fin..... <sup>o/o</sup>	89,6	76,1	70,9	86
Limon..... <sup>o/o</sup>	3,9	6,2	6,7	2,1
Argile..... <sup>o/o</sup>	3,7	13	18,3	4,9
Humidité (105°)..... <sup>o/o</sup>	0,7	1,6	2,6	1,2
CO <sub>2</sub> Ca.....	-	-	-	-
<b>MATIÈRE ORGANIQUE :</b>				
Matière organique totale.....	0,07	0,14	0,09	0,03
Azote total..... <sup>o/o</sup>	0,05	0,03	0,03	-
Carbone..... <sup>o/o</sup>	0,04	0,03	0,05	0,045
C/N.....	0,7	2,7	1,6	-
Humus..... <sup>o/100</sup>	0,17	0,16	0,25	0,18
<b>BASES ÉCHANGEABLES :</b>				
CaO..... <sup>o/100</sup>	0,55	1,27	2,05	0,545
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	1,96	4,53	7,32	1,94
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,16	0,36	0,48	0,143
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	0,79	1,78	2,38	0,7
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,135	0,065	0,07	0,002
K meq..... <sup>o/o</sup>	0,28	0,14	0,15	0,005
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,05	0,31	0,46	0,12
Na meq..... <sup>o/o</sup>	0,16	1	1,483	0,38
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
<b>BASES TOTALES :</b>				
CaO..... <sup>o/100</sup>	1,25	1,75	2,45	1,25
CaO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
MgO..... <sup>o/100</sup>	1,04	1,77	2,35	0,82
MgO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,1	1,4	1,62	0,58
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,56	0,78	1	0,5
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/o</sup>	0,018	0,016	0,02	0,015
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/o</sup>	0,002	0,001	-	-
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/o</sup>	8	22,1	20,2	19,1
Rapport Ca/Mg.....	2,4	2,5	3,1	1,8

**BASES SOLUBLES**

<b>ÉCHANTILLONS :</b>				
CaO..... <sup>o/100</sup>				0,07
Ca meq..... <sup>o/o</sup>				0,25
MgO..... <sup>o/100</sup>				0,092
Mg meq..... <sup>o/o</sup>				0,46
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>				0,042
K meq..... <sup>o/o</sup>				0,09
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>				0,43
Na meq..... <sup>o/o</sup>				1,39
S en meq..... <sup>o/o</sup>				

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol beige ou ocre sableux à sablo-argileux lessivé, sous-type à alcalis.

Prélèvement..... N° 34

Lieu de prélèvement : À Adara Mbagol.

N° des horizons.....	341	342
Profondeur.....	0-20	100-140
pH.....	7,3	7,4
GRANULOMÉTRIE.		
Terre fine.....	0/0	—
Sable grossier.....	0/0	14,4
Sable fin.....	0/0	80
Limon.....	0/0	2,7
Argile.....	0/0	2
Humidité (105°).....	0/0	0,6
CO <sub>3</sub> Ca.....	—	—
MATIÈRE ORGANIQUE.		
Matière organique totale.....	0,33	—
Azote total.....	0/0	0,05
Carbone.....	0/0	0,19
C/N.....	3,2	—
Humus.....	0/100	0,6
BASES ÉCHANGEABLES.		
CaO.....	0/100	0,870
Ca meq.....	0/0	3,14
MgO.....	0/100	0,175
Mg meq.....	0/0	0,86
K <sub>2</sub> O.....	0/100	0,475
K meq.....	0/0	1,01
Na <sub>2</sub> O.....	0/100	0,105
Na meq.....	0/0	0,34
S en meq.....	0/0	—
Cap. Ech. en meq.....	0/0	—
BASES TOTALES.		
CaO.....	0/100	—
CaO meq.....	0/0	—
MgO.....	0/100	—
MgO meq.....	0/0	—
K <sub>2</sub> O.....	0/100	—
K <sub>2</sub> O meq.....	0/0	—
Na <sub>2</sub> O.....	0/100	—
Na <sub>2</sub> O meq.....	0/0	—
S en meq.....	0/0	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total.....	0/0	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable.....	0/0	—
Rapport Na/Ca échang.....	0/0	10,3
Rapport Ca/Mg.....	3,7	5,1

### 1° Sols à alcalis des nagas.

Rappelons l'aspect général de ces nagas : ce sont des surfaces nues, pratiquement sans végétation arborée ou avec quelques rares arbres ou arbustes comme *Acacia senegal*, *Balanites*. Le sol y est nu, le plus souvent gris-noir avec des plages de sable pulvérulent, épaisses de quelques centimètres. Ces plages sont localisées principalement autour des arbres et semblent indiquer une action éolienne, ainsi que le montre l'observation de leurs sables.

Ce sol ne présente pas de fente de retrait. Le type le plus répandu est de texture sablo-argileuse à limono-argileuse.

Nous avons donné au chapitre *Géologie* un tableau comparatif montrant l'homogénéité des propriétés physiques de ces formations.

L'horizon supérieur de ces nagas porte en surface de nombreuses et petites masses calcaires et quelquefois des gravillons ferrugineux. Il présente également un abondant mycelium faisant effervescence à l'acide. Ces myceliums correspondraient peut être au lacs de racines de graminées qui se développent sur ces terrains en saison des pluies. La structure de cet horizon parfois grumeleuse à grenue est le plus souvent compacte. En profondeur, le sol devient très compact de couleur gris-noir avec des taches rouilles. Il cède la place par endroits aux formations sableuses ou sablo-argileuses décrites précédemment.

Ces sables sont sous-jacents. Dans le profil 31 ceux-ci ont été observés à 100 cm. Cet alluvionnement limono-argileux est donc postérieur à la série sableuse et précède la phase de sédimentation argileuse qui se poursuit encore actuellement.

Nous décrirons deux profils de ce type.

PROFIL 35. — Prélevé devant la butte de Djermaia. Présence par endroits, de sable superficiel.

0-140 centimètres : horizon uniforme gris-brun, limono-argileux devenant plus argileux en profondeur et passant de grumeleux à compact. Présence de mycelium et de petites concrétions calcaires.

PROFIL 31 en surface sol noir, sans fissure, sable superficiel, petites masses calcaires et gravillons ferrugineux abondants.

0- 60 centimètres : horizon noir, compact, sablo-argileux sans fente de retrait, nombreuses masses calcaires.

60- 80 — : horizon de transition identique noir, tacheté, rouille, gravillons ferrugineux nombreux masses calcaires.

80-120 — : horizon sableux compact à tâches ferrugineuses beige grisâtre, puis sable beige.

Le rapport  $\frac{C}{N}$  est faible indiquant une évolution rapide de la matière organique facilement minéralisée. Ce rapport est particulièrement faible dans le 351 et semble indiquer une activité microbienne intense ainsi qu'une concentration des nitrates dans l'horizon superficiel.

Ces sols sont peu riches en humus, de 0,2 à 0,3 %<sub>00</sub>. Cet humus est réparti uniformément dans le profil avec, dans certains profils de petites concentrations en profondeur. Ce phénomène est normal en milieu alcalin où cette migration se fait sous forme d'humate alcalin soluble. Ces nagas ont une tendance naturelle au colmatage par suite de leur texture. En fait, il est à noter la bonne structure de l'horizon supérieur dans le cas particulier du profil 35. Pour celui-ci le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  va de 11 % en surface à 15 % en profondeur, et fait de ce sol un type à la limite des sols à alcalis. Dans ce profil 35 nous noterons également la présence de sels solubles en faible quantité.

Dans le 31, nous retrouvons la même tendance naturelle au colmatage dû à une texture fine. Ce phénomène est augmenté par la présence d'une argile qui tend à se saturer en  $Na_2O$ . Le complexe absorbant contient des quantités importantes de  $Na_2O$  échangeable. Le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  est nettement plus élevé que dans le cas précédent. On passe de 27 % en surface à 57 % pour revenir à 15 % dans l'horizon sableux. Présence également de petites quantités de sels solubles. Les pH sont légèrement plus élevés que dans le profil précédent et oscillent entre 8,4 et 8,9. Un tel sol annonce déjà les sols salés à alcalis.

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis des nagas.

Prélèvement.....

N° 35

Lieu de prélèvement : Devant la butte de Djermaia.

Numéros des horizons.....	351	352	353
Profondeur.....	0-20	60-80	120-140
pH.....	7,7	8,1	8,2

GRANULOMÉTRIE :

Terre fine.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-
Sable grossier.....	$\frac{0}{100}$	13,24	9	8,8
Sable fin.....	$\frac{0}{100}$	48,6	38,5	21,6
Limon.....	$\frac{0}{100}$	17,1	31,8	33,7
Argile.....	$\frac{0}{100}$	18,1	17,3	20,7
Humidité (105°).....	$\frac{0}{100}$	2,9	3	4,8
CO <sub>3</sub> Ca.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-

MATIÈRE ORGANIQUE :

Matière organique totale.....	$\frac{0}{100}$	0,06	0,41	0,38
Azote total.....	$\frac{0}{100}$	0,06	0,04	0,04
Carbone.....	$\frac{0}{100}$	0,04	0,24	0,22
C/N.....	$\frac{0}{100}$	-	5,9	5,55
Humus.....	$\frac{0}{100}$	0,43	0,28	-

BASES ÉCHANGEABLES :

CaO.....	$\frac{0}{1000}$	2,6	3,76	3,14
Ca meq.....	$\frac{0}{100}$	9,3	13,4	12,55
MgO.....	$\frac{0}{1000}$	0,385	0,45	0,464
Mg meq.....	$\frac{0}{100}$	1,9	2,2	2,32
K <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{1000}$	1,37	3,8	4,564
K meq.....	$\frac{0}{100}$	2,9	8	9,39
Na <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{1000}$	0,3	0,47	0,551
Na meq.....	$\frac{0}{100}$	0,98	1,5	1,8
S en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-
Cap. Ech. en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-

BASES TOTALES :

CaO.....	$\frac{0}{1000}$	7,05	12,35	8,75
CaO meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-
MgO.....	$\frac{0}{1000}$	4,45	7,4	7
MgO meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-
K <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{1000}$	6,720	11,7	11,2
K <sub>2</sub> O meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-
Na <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{1000}$	1,28	2	1,88
Na <sub>2</sub> O meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-
S en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total.....	$\frac{0}{100}$	0,121	0,514	0,222
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable.....	$\frac{0}{100}$	-	0,38	-
Rapport Na/Ca échang.....	$\frac{0}{100}$	10,5	11,1	14,3
Rapport Ca/Mg.....	$\frac{0}{100}$	4,8	6,1	4,3

BASES SOLUBLES

ÉCHANTILLONS :

CaO.....	$\frac{0}{1000}$	-	-	0,042
Ca meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	0,15
MgO.....	$\frac{0}{1000}$	-	-	0,116
Mg meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	0,58
K <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{1000}$	-	-	0,286
K meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	0,61
Na <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{1000}$	-	-	0,124
Na meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	0,4
S en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-	-

### FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis des nagas.

*Prélèvement*..... N° 31

*Lieu de prélèvement* : Près de Bout-El Fil, au nordde Djermaia.

Numéros des horizons .....	311	312	313
Profondeur .....	0-20	60-80	100-120
pH.....	8,4	8,6	8,9
<b>GRANULOMÉTRIE :</b>			
Terre fine..... <sup>o/10</sup>	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/10</sup>	21,7	28,4	32,8
Sable fin..... <sup>o/10</sup>	36,5	36,5	54,5
Limon..... <sup>o/10</sup>	17,8	14,9	2,7
Argile..... <sup>o/10</sup>	19,6	16,5	8,8
Humidité (105°)..... <sup>o/10</sup>	3,8	3,5	1,1
CO <sub>3</sub> Ca.....	-	-	-
<b>MATIÈRE ORGANIQUE :</b>			
Matière organique totale.....	0,66	0,24	0,08
Azote total..... <sup>o/10</sup>	0,07	-	-
Carbone..... <sup>o/10</sup>	0,38	0,14	0,05
C/N.....	5,5	-	-
Humus..... <sup>o/100</sup>	0,32	-	-
<b>BASES ÉCHANGEABLES :</b>			
CaO..... <sup>o/100</sup>	5,358	3,416	2,072
Ca meq..... <sup>o/10</sup>	19,13	12,2	7,39
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,264	0,33	0,152
Mg meq..... <sup>o/10</sup>	1,31	1,63	0,75
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,393	0,448	0,168
K meq..... <sup>o/10</sup>	0,84	0,95	0,36
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,558	2,126	0,339
Na meq..... <sup>o/10</sup>	5,02	6,86	1,09
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-
<b>BASES SOLUBLES :</b>			
CaO..... <sup>o/100</sup>	0,042	0,084	0,042
CaO meq..... <sup>o/10</sup>	0,15	0,3	0,15
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,036	0,08	0,068
MgO meq..... <sup>o/10</sup>	0,18	0,4	0,34
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,047	0,042	0,042
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	0,1	0,09	0,09
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,192	0,474	0,266
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	0,62	1,53	0,86
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/100</sup>	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/100</sup>	-	-	-
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/10</sup>	26,5	56,5	14,7
Rapport Ca/Mg.....	12,8	6,1	6,9

L'observation des sables du profil 35 montre une dominance de quartz anguleux ou émoussés fluviaux, quelques quartz éoliens, quelques masses calcaires. Les masses ferrugineuses hématisées sont assez nombreuses. On trouve également des pseudo-sables rouilles.

## 2° Sol à alcalis des dépressions argileuses.

Ces sols se localisent principalement entre le bourrelet argilo-limoneux du Chari et les sols sableux à sablo-argileux qui forment la bordure est du Bahr-Ligna. Ils occupent de grandes surfaces et partagent, pour cette région, la dominance avec les nagas.

Ces sols très argileux, occupent généralement des bas-fonds entre le cours d'anciens mayos, dont les bords sont constitués par les nagas où émergent, par endroits, des taches sableuses

Deux grands ensembles de ces sols dominant. Un premier ensemble situé à l'arrière du bourrelet riverain et qui remonte de Fort-Lamy au nord d'Elali, près de Dougia; un second est constitué par la dépression située entre la route de Djermaïa-Fort-Lamy et la bordure est sableuse du Bahr-Ligna. Cette zone est avant tout la plus homogène et la plus étendue.

Ces deux grandes dépressions sont morcelées en des dépressions secondaires multiples par des sols de naga qui forment les bourrelets de nombreux petits mayos. Ces sols argileux constituent également le cours des mayos souvent fortement encaissés, ainsi que le fond des mares trouvées dans la naga.

Cette sédimentation argileuse se poursuit encore actuellement. L'épaisseur de cette formation est généralement faible, de l'ordre de 80 à 120 centimètres.

Elles portent une végétation peu variée décrite au chapitre précédent où dominent *Acacia scorpioides*, *Acacia seyal*, *Mitragyne*, *Crataeva*.

De couleur généralement noire, ces sols sont très argileux, de 40 à 60 % d'argile, avec un fort pourcentage de limon et de sable fin et très peu de sable grossier. Ces sols peuvent contenir ou non des nodules calcaires et ceci le plus souvent par taches. Ce phénomène a été observé devant Djermaïa où la surface du sol se couvre par endroits, sur de très faibles étendues, de ces nodules. Il a été également observé entre Goulfei et la route Fort-Lamy-Djermaïa.

Ces sols sont fortement craquelés en saison sèche avec des fentes de retrait souvent importantes, de 2 à 3 centimètres d'ouverture. A ces fentes principales, s'ajoutent un système de fentes secondaires donnant un petit carrelage très serré. Ce système de polygonation est très fréquent sur ces sols.

A Djermaïa en sol très cultivé nous retrouvons les fentes de retrait sous une croûte superficielle d'un centimètre environ et finement craquelée. Dans ce cas, qui est celui d'un sol cultivé, la structure est d'abord grumeleuse à grenue, elle devient rapidement compacte en profondeur, ce qui est le cas général.

En profondeur, le sol devient fréquemment moins argileux. On y observe alors des taches rouilles et parfois des nodules calcaires comme dans le profil 15 où ce niveau de nodules précède la zone sableuse.

Quant au niveau sableux sous-jacent, il est souvent constitué par des sables fins peu argileux, fortement cimentés par des oxydes de fer dans la zone de contact argile-sable. Ces traînées rouilles s'atténuent rapidement en profondeur et l'on trouve alors un sable blanc pulvérulent. Les taches rouilles et le niveau cimenté semblent provenir de la migration *per descensum* du fer en milieu réduit dans les argiles à la période d'inondation — migration stoppée en milieu sableux oxydant.

PROFIL 15 relevé à 9 kilomètres de Djermaïa sur la piste de Dougia.

Végétation : *Acacia seyal* dominant.

- 0-120 centimètres : horizon brun, argileux uniforme; vers 1 mètre identique mais taches rouilles nombreuses avec des concrétions calcaires bien développées dans le fond du profil.  
Fentes de retrait peu importantes; prismatique en surface cet horizon est compact en profondeur après 20 centimètres;
- 120-160 — : horizon sablo-argileux tacheté de rouille, lité, compact;
- 160-180 — : sable fin blanc.

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis des dépressions argileuses.

Prélèvement .....

N° 15

Lieu de prélèvement : 9 kilomètres de Djermaia, sur la piste de Dougia.

Numéros des horizons .....	151	152	153	154	155
Profondeur .....	0-20	40-60	100-120	120-140	160-180
pH .....	6,8	7	7,3	7,2	7,5

GRANULOMÉTRIE :

Terre fine .....	0/10	-	-	-	-
Sable grossier .....	0/10	2	1	1,8	4,8
Sable fin .....	0/10	31,2	28,6	44	67,7
Limon .....	0/10	15,1	18,1	11,5	7,1
Argile .....	0/10	44,2	44,8	37,4	17,4
Humidité (105°) .....	0/10	6,4	7,2	5,1	2,9
CO <sub>3</sub> Ca .....	0/10	-	-	-	-

MATIÈRE ORGANIQUE :

Matière organique totale .....	0/100	1,12	0,29	0,15	0,13	0,05
Azote total .....	0/10	0,09	0,07	0,04	0,02	-
Carbone .....	0/10	0,65	0,17	0,09	0,08	0,03
C/N .....	0/10	6,8	2,2	2,2	3,9	-
Humus .....	0/100	0,47	-	0,22	-	0,20

BASES ÉCHANGEABLES :

CaO .....	0/100	5,422	5,758	4,69	1,9	0,231
Ca meq .....	0/10	19,4	20,56	16,75	6,8	0,82
MgO .....	0/100	1,404	1,118	0,938	0,48	0,03
Mg meq .....	0/10	6,96	5,59	4,64	2,4	0,15
K <sub>2</sub> O .....	0/100	0,333	0,178	0,098	0,105	0,03
K meq .....	0/10	0,71	0,36	0,22	0,2	0,064
Na <sub>2</sub> O .....	0/100	0,444	0,976	0,596	0,225	0,04
Na meq .....	0/10	1,43	3,15	1,92	0,7	0,122
S en meq .....	0/10	-	-	-	-	-
Cap. Ech. en meq .....	0/10	-	-	-	-	-

BASES TOTALES :

CaO .....	0/100	6	6,8	5,15	2,3	0,65
CaO meq .....	0/10	-	-	-	-	-
MgO .....	0/100	6,35	5,8	5,82	3,25	0,5
MgO meq .....	0/10	-	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O .....	0/100	3,02	2,83	2,35	1,68	0,28
K <sub>2</sub> O meq .....	0/10	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O .....	0/100	0,96	1,43	1,26	0,88	0,47
Na <sub>2</sub> O meq .....	0/10	-	-	-	-	-
S en meq .....	0/10	-	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total .....	0/10	0,041	0,033	0,02	0,024	0,006
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable .....	0/10	0,004	0,005	-	-	-
Rapport Na/Ca échang. ....	0/10	7,5	17,1	11,4	10,3	14,9
Rapport Ca/Mg .....	0/10	2,7	3,5	3,6	2,7	5,4

BASES TOTALES

ÉCHANTILLONS :

CaO .....	0/100	0,028	0,042	0,072	-	-
Ca meq .....	0/10	0,1	0,15	0,25	-	-
MgO .....	0/100	0,036	0,052	0,012	-	-
Mg meq .....	0/10	0,18	0,26	0,06	-	-
K <sub>2</sub> O .....	0/100	0,042	0,042	0,038	-	-
K meq .....	0/10	0,09	0,09	0,08	-	-
Na <sub>2</sub> O .....	0/100	0,071	0,124	0,086	-	-
Na meq .....	0/10	0,23	0,4	0,28	-	-
S en meq .....	0/10	-	-	-	-	-

Le pH de ce sol est faiblement alcalin. Le rapport  $\frac{C}{N}$  faible indique une minéralisation intense et trop rapide. La quantité d'humus est peu élevée 0,5 ‰ et diminue rapidement en profondeur. Le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  est voisin de la limite admise dans la classification des sols à alcalis. Il oscille pour ce profil entre 8 et 18 ‰. A noter la forte concentration en MgO et le rapport  $\frac{Ca}{Mg}$  très correct. On trouve également dans ce sol de très faibles quantités de sels solubles.

En parallèle, nous donnerons le *profil 20* dans lequel le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  prend une valeur plus importante. Ce profil a été prélevé entre Goulfei et la route Djermaia-Fort-Lamy.

Végétation d'*Acacia seyal* et *Acacia scorpioides*, quelques *Mitragyne* et *Crataeva*.

0- 20 centimètres : horizon noir humifère, argileux, structure prismatique grumeleuse, dans lequel nous trouvons des masses blanches ou grisâtres informes et non calcaires.  
20-100 — : horizon noir compact, identique avec mêmes masses par endroits. Les fentes de retrait descendent jusqu'à 30 centimètres.

Le pH de ce sol est nettement acide. Il diminue même en profondeur puisque l'on passe de 5,8 à 5,3. C'est un sol riche en azote et en humus. Le rapport  $\frac{C}{N}$  est identique à celui du profil 15. Le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  passe de 12 en surface à plus de 37 en profondeur. Les sels solubles augmentent également rapidement en profondeur.

Nous donnons, à titre d'exemple, un profil de sol où les nodules calcaires sont trouvés en surface. *Profil 29*, prélevé dans la plaine d'inondation devant Djermaia. Ces sols sont très cultivés et plantés en mil tardif chaque année au retrait des eaux.

0- 1 centimètres : croûte finement craquelée.  
1-120 — : horizon de structure grumeleuse à grenue devenant rapidement compacte en profondeur. Le sol est noir, argileux avec des fentes de retrait descendant jusqu'à 100.  
120 — : sable blanc ou beige tacheté de rouille. Pas de nodules calcaires dans ce profil, par contre on en rencontre par taches en surface.

Le trou observé sert de silo à mil.

Le pH est alcalin. Le rapport  $\frac{Na}{Ca}$  passe de 15 à 25.

Ces sols ont des pH généralement neutres en surface, devenant légèrement alcalins en profondeur. Quelques-uns présentent cependant comme nous l'avons vu des pH franchement acides. Ils sont plus riches en humus et en azote que les sols de naga ou les sols sableux à sablo-argileux lessivés. Le rapport  $\frac{C}{N}$  par contre y est mauvais et indique une dégradation trop rapide de la matière organique. Leur complexe absorbant est riche, principalement en CaO. Ces sols sont également bien pourvus en K<sub>2</sub>O. A noter leurs concentrations en MgO qui donnent des rapports  $\frac{Ca}{Mg}$  favorables.

Nous donnons en suivant les tableaux de sols identiques relevés dans cette région. Les *profils n° 18* et *n° 27* ont été prélevés autour de Bledaya. Le dernier, sur pente, est fortement érodé, il présente d'abondantes nodules en surface. Le *profil 3* a été relevé à Elali.

## FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis des dépressions argileuses.

Prélèvement.....

N° 20

Lieu de prélèvement : Entre Goulfeï et la route Fort-Lamy-Djermaïa.

Numéros des horizons.....	201	202	203
Profondeur.....	0-20	40-60	80-100
pH.....	5,8	5,6	5,3
GRANULOMÉTRIE :			
Terre fine..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/o</sup>	0,5	0,5	0,3
Sable fin..... <sup>o/o</sup>	11,5	7,7	7,5
Limon..... <sup>o/o</sup>	28,2	22,3	12,1
Argile..... <sup>o/o</sup>	49,5	59,9	70
Humidité (105°)..... <sup>o/o</sup>	9,2	8,9	2,3
CO <sub>2</sub> Ca.....	-	-	-
MATIÈRE ORGANIQUE :			
Matière organique totale.....	1,087	0,69	0,828
Azote total..... <sup>o/o</sup>	0,185	0,125	0,145
Carbone..... <sup>o/o</sup>	0,63	0,4	0,48
C/N.....	3,4	3,2	3,3
Humus..... <sup>o/oo</sup>	1,05	0,32	0,17
BASES ÉCHANGEABLES :			
CaO..... <sup>o/oo</sup>	5,23	5,17	4,966
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	18,65	18,45	17,7
MgO..... <sup>o/oo</sup>	1,688	1,314	1,1
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	8,34	6,52	5,45
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,553	0,233	0,213
K meq..... <sup>o/o</sup>	1,2	0,5	0,45
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,7	1,819	2,065
Na meq..... <sup>o/o</sup>	2,24	5,87	6,66
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
BASES TOTALES :			
CaO..... <sup>o/oo</sup>	6,15	6	6
CaO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
MgO..... <sup>o/oo</sup>	5	4,55	4,55
MgO meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	3,02	2,7	2,7
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	1,35	2,22	2,7
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/o</sup>	0,062	0,064	0,073
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/o</sup>	0,03	0,006	0,007
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/o</sup>	11,9	31,8	37,6
Rapport Ca/Mg.....	2,1	2,7	2,8
BASES SOLUBLES			
ÉCHANTILLONS :			
CaO..... <sup>o/oo</sup>	0,07	0,07	0,084
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	0,25	0,25	0,3
MgO..... <sup>o/oo</sup>	0,092	0,076	0,2
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	0,46	0,38	1
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,047	0,047	0,047
K meq..... <sup>o/o</sup>	0,1	0,1	0,1
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,08	0,381	0,455
Na meq..... <sup>o/o</sup>	0,26	1,23	1,47
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis des dépressions argileuses.

		N° 29		
<i>Prélèvement</i> .....				
<i>Lieu de prélèvement</i> : Plaine d'inondation devant Djermaia.				
Numéros des horizons.....	291	292	293	
Profondeur.....	0-20	100-120	200	
pH.....	7,5	8,1	8,1	
GRANULOMÉTRIE :				
Terre fine..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
Sable grossier..... <sup>o/10</sup>	2,5	4,5	14,5	
Sable fin..... <sup>o/10</sup>	20	19,4	78,7	
Limon..... <sup>o/10</sup>	13,9	10	1	
Argile..... <sup>o/10</sup>	54,5	55,9	4,5	
Humidité (105°)..... <sup>o/10</sup>	8,4	9,7	0,8	
CO <sub>3</sub> Ca.....	-	-	-	
MATIÈRE ORGANIQUE :				
Matière organique totale.....	0,65	0,55	0,5	
Azote total..... <sup>o/10</sup>	0,065	0,07	0,04	
Carbone..... <sup>o/10</sup>	0,38	0,32	0,29	
C/N.....	5,8	4,5	6,4	
Humus..... <sup>o/100</sup>	0,6	0,28	0,22	
BASES ÉCHANGEABLES :				
CaO..... <sup>o/100</sup>	7,57	7,38	0,89	
Ca meq..... <sup>o/10</sup>	27	26,4	3,1	
MgO..... <sup>o/100</sup>	1,42	1,17	0,21	
Mg meq..... <sup>o/10</sup>	7,1	5,8	1	
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,45	0,26	0,07	
K meq..... <sup>o/10</sup>	0,98	0,55	0,15	
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,217	2,068	0,24	
Na meq..... <sup>o/10</sup>	4	6,67	0,77	
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
BASES TOTALES :				
CaO..... <sup>o/100</sup>	8,5	8,9	0,92	
CaO meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
MgO..... <sup>o/100</sup>	7,65	6,5	1,4	
MgO meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	4	3,43	0,6	
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,6	2,4	0,65	
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/10</sup>	0,031	0,032	0,01	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/10</sup>	14,8	25,2	24,8	
Rapport Ca/Mg.....	3,4	4,5	3,1	
BASES SOLUBLES				
ÉCHANTILLONS :				
CaO..... <sup>o/100</sup>	0,028	0,056	-	
Ca meq..... <sup>o/10</sup>	0,1	0,2	-	
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,156	0,02	-	
Mg meq..... <sup>o/10</sup>	0,78	0,1	-	
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,047	0,042	-	
K meq..... <sup>o/10</sup>	0,1	0,09	-	
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,083	0,232	-	
Na meq..... <sup>o/10</sup>	0,27	0,75	-	
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis des dépressions argileuses.

*Prélèvements*.....

N° 18

N° 27

*Lieux de prélèvement* : Aux environs de Bledaya.

Numéros des horizons.....	181	182	183	271
Profondeur.....	0-20	70-90	100-120	0-20
pH.....	6,2	7,9	7,6	8,9
<b>GRANULOMÉTRIE :</b>				
Terre fine..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/o</sup>	2,1	2	1	6
Sable fin..... <sup>o/o</sup>	30	72	95	37,6
Limon..... <sup>o/o</sup>	22,1	5,9	1,5	17,6
Argile..... <sup>o/o</sup>	39	17	2	34,5
Humidité (105°)..... <sup>o/o</sup>	5,1	2,8	0,45	4,24
CO <sub>3</sub> Ca.....	-	-	-	-
<b>MATIÈRE ORGANIQUE :</b>				
Matière organique totale.....	1,75	0,3	0,05	0,07
Azote total..... <sup>o/o</sup>	0,11	-	-	0,05
Carbone..... <sup>o/o</sup>	1,01	0,17	0,03	0,04
C/N.....	9,1	-	-	0,7
Humus..... <sup>o/o</sup>	0,57	-	-	0,24
<b>BASES ÉCHANGEABLES :</b>				
CaO..... <sup>o/oo</sup>	4,332	1,95	0,34	5,185
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	15,5	7	1,2	18,52
MgO..... <sup>o/oo</sup>	1,272	0,93	0,03	1,1
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	6,31	4,6	0,4	5,46
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,238	0,1	0,045	0,125
K meq..... <sup>o/o</sup>	0,52	0,2	1	0,27
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,573	0,275	0,04	1,63
Na meq..... <sup>o/o</sup>	1,85	0,83	0,13	5,26
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
<b>BASES SOLUBLES :</b>				
CaO..... <sup>o/oo</sup>	0,028	-	-	-
CaO meq..... <sup>o/o</sup>	0,1	-	-	-
MgO..... <sup>o/oo</sup>	0,028	-	-	-
MgO meq..... <sup>o/o</sup>	0,14	-	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,037	-	-	-
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	0,08	-	-	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/oo</sup>	0,077	-	-	-
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	0,25	-	-	-
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/o</sup>	11,9	12,5	10,8	28,4
Rapport Ca/Mg.....	2,4	1,5	3	3,3

## FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis des dépressions argileuses.

*Prélèvement*..... N° 3  
*Lieu de prélèvement* : À Elali.

N° des horizons.....	31	32
Profondeur.....	0-20	80-100
pH.....	7,2	7,3
<b>GRANULOMÉTRIE.</b>		
Terre fine.....	0/0	-
Sable grossier.....	0/0	9
Sable fin.....	0/0	8,3
Limon.....	0/0	31,5
Argile.....	0/0	27,5
Humidité (105°).....	0/0	22,6
CO <sub>3</sub> Ca.....	0/0	30
	0/0	4,8
	-	-
<b>MATIÈRE ORGANIQUE.</b>		
Matière organique totale.....	2,1	0,48
Azote total.....	0/0	-
Carbone.....	0/0	1,21
C/N.....	5,9	-
Humus.....	0/00	-
	0,58	-
<b>BASES ÉCHANGEABLES.</b>		
CaO.....	0/00	3,72
Ca meq.....	0/0	13,28
MgO.....	0/00	0,830
Mg meq.....	0/0	4,06
K <sub>2</sub> O.....	0/00	1,08
K meq.....	0/0	2,3
Na <sub>2</sub> O.....	0/00	0,205
Na meq.....	0/0	0,66
S en meq.....	0/0	4,39
Cap. Ech. en meq.....	0/0	-
	-	-
<b>BASES TOTALES.</b>		
CaO.....	0/00	-
CaO meq.....	0/0	-
MgO.....	0/00	-
MgO meq.....	0/0	-
K <sub>2</sub> O.....	0/00	-
K <sub>2</sub> O meq.....	0/0	-
Na <sub>2</sub> O.....	0/00	-
Na <sub>2</sub> O meq.....	0/0	-
S en meq.....	0/0	-
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total.....	0/0	-
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> assimilable.....	0/0	-
Rapport Na/Ca échang.....	0/0	4,9
Rapport Ca/Mg.....	3,2	24,6
	4,1	



Fig. 94. — «Naga», aux environs de Fort-Lamy avec végétation très clairsemée d'*Acacia seyal*. En gris, horizon superficiel sableux avec tapis graminéen peu développé.



Fig. 95. — Fentes de retrait en sol argileux.  
Type de dépression intérieure.



Fig. 96. — Fentes de retrait en sol très argileux.  
Type de dépression intérieure.



Fig. 97. — Sol de dépression intérieure argileux avec fentes de retrait.  
Végétation d'*Acacia seyal*.



Fig. 98. — Emplacement d'un champ de mil tardif sur sol argileux des dépressions intérieures et bordure de savane armée à *Acacia seyal*.



Fig. 99. — Mare : sol argileux craquelé. Végétation d'*Leacia scorpioides*.



Fig. 100. — Peuplement de *Balanites aegyptiaca* sur sol argileux des dépressions intérieures.

### 3° Sol à alcalis sur alluvions argilo-limoneuses du bourrelet.

Ces sols sont localisés à la bordure du fleuve dont ils constituent le bourrelet. Ils se réduisent généralement à une étroite bande qui fait place, dans l'intérieur, à des sols noirs très argileux. Ce type de sols est la continuation de ceux trouvés vers Laï et Bongor.

Ils portent une galerie forestière très boisée aux espèces nombreuses décrites précédemment qui peut faire place, par endroits, à des savanes armées à *Acacia seyal*.

Ces sols sont souvent de couleur brune à rouille avec des textures argileuses. Ils sont compacts et présentent quelques taches ferrugineuses en profondeur. Ils subissent un engorgement en eau pendant une assez longue période de l'année.

Le profil que nous prendrons comme type a été prélevé aux environs de Goulfeï sur la rive droite du Chari.

PROFIL 19 sous couvert d'*Acacia seyal* dominant avec tapis dense d'*Hygophylla spinosa*.

0-20 centimètres : horizon argilo-limoneux, structure polyédrique, brun à taches rouilles.  
20-80 — : horizon argileux brun, compact, taches rouilles peu abondantes.

Ce type qui est dominant peut également se rencontrer dans l'intérieur le long de certains mayos. Nous en avons observé près du Bahr-Ligna avant Gaoui et Karkam.

En bordure du fleuve, il fait place à un type voisin très tacheté rouille et gris, de structure nettement grumeleuse. Celui-ci est peu répandu et localisé à la berge du Chari ou à ses terrasses. Bien qu'il ne présente pas de rapport  $\frac{Na}{Ca}$  élevé, nous le décrivons ici car il s'apparente à l'exemple précédent.

PROFIL 4 observé à Méchou, avant Dougia.

0- 80 centimètres : horizon limono-argileux grumeleux, sol alluvial très tacheté, rouille.  
80-200 — : horizon sableux, tacheté, pulvérulent.

L'observation des sables montre des pseudo-sables rouilles abondants ainsi que des quartz clairs arrondis et dépolis en surface. En profondeur, ceux-ci sont moins nombreux et la dominance revient aux quartz anguleux fluviaux. Présence également de nombreux micas mordorés.

Les sols du bourrelet sont de texture argilo-limoneuse avec des structures le plus souvent compactes, sauf dans le cas du type proche du fleuve. Ces sols sont acides avec des pH de 5 à 5,5. Ils sont riches en matière organique et semblent également bien pourvus en humus ainsi qu'en éléments échangeables. Les rapports  $\frac{Ca}{Mg}$  sont bons avec des valeurs oscillant entre 2 et 3.

Dans le cas du profil 4, peu de Na échangeable dans l'horizon supérieur, les sables sous-jacents sont par contre à alcalis avec un rapport voisin de 22. L'horizon inférieur du profil 19 présente un caractère identique avec un rapport  $\frac{Na}{Ca}$  égal à 29 qui explique la grande compacité de l'horizon inférieur.

Ce bourrelet peut être interrompu par endroits par des levées sableuses comme à Méchou. Celles-ci recouvrent localement les sols argilo-limoneux. Les sables récents sont alors lités et donnent naissance à un sol beige sableux dont nous donnons ici le profil et la fiche d'analyse. Dans un tel sol la concentration en  $Na_2O$  échangeable est faible ainsi que les rapports  $\frac{Na}{Ca}$ .

PROFIL 5.

0-20 centimètres : horizon gris-beige, sableux, pulvérulent, avec détritits.  
20-40 — : horizon beige-blanc avec traînées rouilles rares orientées parallèlement.  
40-80 — : horizon rouillé lité, très sableux, particulière.



FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol sur alluvions argilo-limoneuses du bourrelet.

Prélèvement..... N° 4

Lieu de prélèvement : À Méchou, avant Dougia.

N° des horizons.....	41	42
Profondeur.....	0-20	140-150
pH.....	4,9	7,8
GRANULOMÉTRIE.		
Terre fine..... %	—	—
Sable grossier..... %	0,5	0,75
Sable fin..... %	32	91
Limon..... %	32,4	3,2
Argile..... %	27,2	3,8
Humidité (105°)..... %	6,4	1,1
CO <sub>2</sub> Ca.....	—	—
MATIÈRE ORGANIQUE.		
Matière organique totale.....	1,43	0,16
Azote total..... %	91,04	0,02
Carbone..... %	0,85	0,091
C/N.....	8,2	4,5
Humus..... %	0,34	0,20
BASES ÉCHANGEABLES.		
CaO..... %	2,20	0,72
Ca meq..... %	7,9	2,6
MgO..... %	0,825	0,300
Mg meq..... %	4,1	1,5
K <sub>2</sub> O..... %	0,165	0,053
K meq..... %	0,4	0,1
Na <sub>2</sub> O..... %	0,150	0,175
Na meq..... %	0,5	0,56
S en meq..... %	—	—
Cap. Ech. en meq..... %	—	—
BASES TOTALES.		
CaO..... %	2,50	1,15
CaO meq..... %	—	—
MgO..... %	5,55	1,65
MgO meq..... %	—	—
K <sub>2</sub> O..... %	0,86	0,72
K <sub>2</sub> O meq..... %	—	—
Na <sub>2</sub> O..... %	0,63	1,02
Na <sub>2</sub> O meq..... %	—	—
S en meq..... %	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... %	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... %	—	—
Rapport Na/Ca échang..... %	2,3	21,5
Rapport Ca/Mg.....	1,9	1,6

### FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis sur alluvions argilo-limoneuses du bourrelet.

Prélèvement..... N° 5

Lieu de prélèvement : À Méchou.

Numéros des horizons.....	51	52	53
Profondeur.....	0-20	20-40	60-80
pH.....	5,3	5,6	7,1
GRANULOMÉTRIE :			
Terre fine..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
Sable grossier..... <sup>o/10</sup>	18,1	16,2	4
Sable fin..... <sup>o/10</sup>	70,2	75,7	87,9
Limon..... <sup>o/10</sup>	3,3	3,2	4,4
Argile..... <sup>o/10</sup>	4,8	4	2,5
Humidité (105°)..... <sup>o/10</sup>	1,1	0,75	1
CO <sub>3</sub> Ca.....	—	—	—
MATIÈRE ORGANIQUE :			
Matière organique totale.....	2,52	0,2	0,198
Azote total..... <sup>o/10</sup>	0,1	—	—
Carbone..... <sup>o/10</sup>	1,46	0,12	0,12
C/N.....	14,62	—	—
Humus..... <sup>o/100</sup>	1,1	—	—
BASES ÉCHANGEABLES :			
CaO..... <sup>o/100</sup>	1	0,56	0,75
Ca meq..... <sup>o/10</sup>	3,6	2	2,7
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,22	0,105	0,19
Mg meq..... <sup>o/10</sup>	1,09	0,52	0,94
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,1	0,055	0,055
K meq..... <sup>o/10</sup>	0,21	0,12	0,12
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,06	0,035	0,04
Na meq..... <sup>o/10</sup>	0,19	0,11	0,13
S en meq..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
BASES TOTALES :			
CaO..... <sup>o/100</sup>	—	—	—
CaO meq..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
MgO..... <sup>o/100</sup>	—	—	—
MgO meq..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	—	—	—
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	—	—	—
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
S en meq..... <sup>o/10</sup>	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/100</sup>	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/100</sup>	—	—	—
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/10</sup>	5,2	5,5	4,8
Rapport Ca/Mg.....	3,3	3,8	2,8

#### IV. Sol salé à alcalis

##### 1° Sol peu salé.

Ces sols ont des teneurs en  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble comprises entre 0,5 et 1,5 ‰, en même temps que les rapports  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  restent supérieurs à 15 ‰. Les sels solubles se rencontrent sous forme de sulfate.

##### a. TYPE DE NAGA.

Des taches de sol peu salé à alcali ont été trouvées dans les nagas. Nous citerons le *profil 39* prélevé sur l'ancienne route de Fort-Lamy à Massaguet, entre Fort-Lamy et Gaoui.

L'aspect de ce sol ne diffère pas de ceux décrits précédemment dans la naga. La végétation y est très clairsemée. Le sol est gris-noir, compact, avec de petites masses calcaires en surface. On trouve également autour des arbres des plages sableuses disparates.

- 0- 1 centimètres : sable superficiel.
- 1- 90 — : horizon gris-noir sablo-argileux, compact avec petites masses calcaires.
- 90-120 — : horizon identique jaune, tacheté de rouille et compact.

Il est à noter ici la compacité plus grande de l'horizon supérieur alors que dans le type de sol à alcalis des nagas, ce même horizon est généralement grumeleux à grenu en surface.

Les pH sont nettement plus élevés : de 8,4 à 9. Le rapport  $\frac{\text{C}}{\text{N}}$  y est très bas.

Les quantités d'humus sont identiques à celles des sols à alcalis des nagas. On remarquera la concentration en CaO et  $\text{Na}_2\text{O}$  dans le 392. L'augmentation en  $\text{Na}_2\text{O}$  croît en profondeur, tandis que la quantité de CaO diminue, ce qui montre bien le phénomène de remplacement du CaO du complexe par le  $\text{Na}_2\text{O}$  apporté en solution. Ceci aboutit à la perte de structure.

La concentration en sels solubles augmente également en profondeur avec un maximum dans le 392 où elle atteint 0,7 ‰ en  $\text{Na}_2\text{O}$ . Le rapport  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  est très grand. Il passe de 40 ‰ dans 391 à plus de 150 ‰ dans le 393.

Un second *profil n° 40*, a été relevé dans cette naga une dizaine de mètres plus loin que le dernier prélèvement. L'horizon sableux superficiel fait 10 centimètres et recouvre un horizon beige-jaune, sablo-argileux avec quelques taches rouillées à mycélium calcaire. Cet horizon sableux se localise autour des arbres.

Au binoculaire, les sables grossiers sont à dominance de quartz arrondis typiquement éoliens.

##### b. TYPE DE DÉPRESSION INTÉRIEURE.

Ce type a été observé à proximité du profil 31 qui est un sol de naga à alcalis. Il s'agit là d'un sol noir argileux recouvert par endroits de taches sableuses peu étendues et peu profondes.

##### PROFIL 32.

- 0-10 centimètres : sable pulvérulent.
- 10-80 — : horizon argileux noir, compact, présence de mycélium calcaire et de masses calcaires.

Au point de vue texture et richesse du complexe absorbant ce sol est identique à ceux du type de sols à alcalis des dépressions argileuses; on y retrouve la grande concentration en CaO ainsi qu'une bonne valeur pour  $\text{K}_2\text{O}$  échangeable.  $\text{MgO}$  par contre est assez faible par rapport à CaO et donne un rapport  $\frac{\text{Ca}}{\text{Mg}}$  voisin de 6. Grande concentration également dans la partie argileuse, de  $\text{Na}_2\text{O}$  échangeable. Présence de sels solubles en quantité importante dans l'horizon argileux 0,790 ‰ de  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble. Le rapport  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  passe de 6 ‰ dans l'horizon sableux à plus de 40 ‰ dans l'horizon profond.

**FICHE D'ANALYSE**

TYPE DE SOL : Sol peu salé à alcalis (type de naga).

*Lieux de prélèvement : Entre Fort-Lamy et Gaoui, sur l'ancienne route Fort-Lamy-Massaguet.*

*Prélèvements*.....

	N° 39			N° 40
Numéros des horizons.....	391	392	393	401
Profondeur.....	0-1	1-20	80-100	0-10
pH.....	8,4	8,9	9	7,3
<b>GRANULOMÉTRIE :</b>				
Terre fine..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/10</sup>	6,4	4,5	3,3	9,8
Sable fin..... <sup>o/10</sup>	64	48,6	49,5	83,2
Limon..... <sup>o/10</sup>	15,4	21,1	22,9	3,2
Argile..... <sup>o/10</sup>	12	21,4	20,1	3
Humidité (105°)..... <sup>o/10</sup>	2	4,1	4,2	0,4
CO <sub>3</sub> Ca.....	-	-	-	-
<b>MATIÈRE ORGANIQUE :</b>				
Matière organique totale.....	0,08	0,33	0,05	0,35
Azote total..... <sup>o/10</sup>	0,07	0,05	0,03	0,05
Carbone..... <sup>o/10</sup>	0,05	0,19	0,04	0,20
C/N.....	0,6	3,6	1,1	3,5
Humus..... <sup>o/100</sup>	0,34	0,25	0,34	0,16
<b>BASES ÉCHANGEABLES :</b>				
CaO..... <sup>o/100</sup>	2,164	4,83	2,776	0,47
Ca meq..... <sup>o/10</sup>	7,7	17,25	9,9	1,67
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,028	0,112	-	0,105
Mg meq..... <sup>o/10</sup>	0,14	0,55	-	0,52
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,078	0,048	0,039	0,095
K meq..... <sup>o/10</sup>	0,2	0,10	0,09	0,2
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,958	1,77	4,697	0,115
Na meq..... <sup>o/10</sup>	3,08	5,85	15,02	0,37
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
<b>BASES SOLUBLES :</b>				
CaO..... <sup>o/100</sup>	0,056	0,103	0,084	-
CaO meq..... <sup>o/10</sup>	0,2	0,37	0,30	-
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,272	0,248	-	-
MgO meq..... <sup>o/10</sup>	1,36	1,24	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,047	0,042	0,051	-
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	0,1	0,09	0,11	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,192	0,688	0,303	-
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/10</sup>	0,62	2,22	0,98	-
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/10</sup>	0,021	0,035	0,040	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/10</sup>	40	33,8	151,7	22,1
Rapport Ca/Mg.....	5,2	9,7	-	3,2
<b>BASES TOTALES</b>				
<b>ECHANTILLONS :</b>				
CaO..... <sup>o/100</sup>	1,92	10,3	4,55	-
Ca meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
MgO..... <sup>o/100</sup>	2,76	4,02	4,85	-
Mg meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,52	1,94	2,31	-
K meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,68	5,6	5,55	-
Na meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-
S en meq..... <sup>o/10</sup>	-	-	-	-

### FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis peu salé (type de dépression intérieure).

Prélèvement..... N° 32

Lieu de prélèvement : Près de Bout-El Fil, au nord de Djermaia.

N° des horizons.....	321	322
Profondeur.....	0-10	60-80
pH.....	7,9	9
GRANULOMÉTRIE.		
Terre fine.....	<sup>0/0</sup> -	-
Sable grossier.....	<sup>0/0</sup> 29,3	13,5
Sable fin.....	<sup>0/0</sup> 62	27,2
Limon.....	<sup>0/0</sup> 2,9	14,3
Argile.....	<sup>0/0</sup> 4,2	3,9
Humidité (105°).....	<sup>0/0</sup> 0,7	5,9
CO <sub>3</sub> Ca.....	-	-
MATIÈRE ORGANIQUE.		
Matière organique totale.....	0,93	0,07
Azote total.....	<sup>0/0</sup> 0,07	-
Carbone.....	<sup>0/0</sup> 0,54	0,04
C/N.....	7,4	-
Humus.....	<sup>0/100</sup> 0,20	-
BASES ÉCHANGEABLES.		
CaO.....	<sup>0/100</sup> 1,138	5,793
Ca meq.....	<sup>0/10</sup> 4,07	20,68
MgO.....	<sup>0/100</sup> 0,060	0,660
Mg meq.....	<sup>0/10</sup> 0,29	3,27
K <sub>2</sub> O.....	<sup>0/100</sup> 0,048	0,568
K meq.....	<sup>0/10</sup> 0,10	1,21
Na <sub>2</sub> O.....	<sup>0/100</sup> 0,071	2,610
Na meq.....	<sup>0/10</sup> 0,23	8,42
S en meq.....	-	-
Cap. Ech. en meq.....	<sup>0/10</sup> -	-
BASES SOLUBLES.		
CaO.....	<sup>0/100</sup> 0,042	0,106
CaO meq.....	<sup>0/10</sup> 0,15	0,38
MgO.....	<sup>0/100</sup> 0,010	0,050
MgO meq.....	<sup>0/10</sup> 0,05	0,30
K <sub>2</sub> O.....	<sup>0/100</sup> 0,042	0,042
K <sub>2</sub> O meq.....	<sup>0/10</sup> 0,09	0,09
Na <sub>2</sub> O.....	<sup>0/100</sup> 0,034	0,790
Na <sub>2</sub> O meq.....	<sup>0/10</sup> 0,11	2,55
S en meq.....	<sup>0/10</sup> -	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total.....	<sup>0/10</sup> -	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable.....	<sup>0/10</sup> -	-
Rapport Na/Ca échang.....	<sup>0/10</sup> 5,6	40,7
Rapport Ca/Mg.....	12,4	5,9

2° *Sol à alcalis très salé.* —  $\text{Na}^2$  soluble supérieur à 1,5 ‰.

TYPE DE NAGA.

Le profil décrit a été relevé entre Goulfeï et la route Djermaïa-Fort-Lamy. L'aspect de cette naga est classique. Nous retrouvons le même sol nu avec taches de sable et végétation clairsemée de *Dichrostachys*, *Acacia seyal*, *Acacia senegal* et *Balanites*.

PROFIL 23.

0-10 centimètres : horizon sableux, blanc, pulvérulent.

10-120 — : horizon gris-brun à mycélium calcaire, sablo-argileux, compact, présence de petits gravillons ferrugineux rares.

L'horizon sableux est fréquemment décapé et laisse à nu l'horizon gris-brun inférieur. Le pH de ce sol est également élevé : 8,5 à 8,6. Nous notons une grande concentration en  $\text{Na}_2\text{O}$  et  $\text{CaO}$  dans la partie supérieure de l'horizon sablo-argileux. Cette concentration diminue légèrement en profondeur, en même temps qu'augmente la concentration en  $\text{K}_2\text{O}$ . Celle-ci se retrouve dans quelques profils de nagas, notamment le profil 35. Ce sol contient des quantités importantes de  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble, 2,263 dans l'horizon 231, rapport  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  40 ‰; 3 ‰ dans l'horizon 232.

Nous citerons un second exemple de naga relevé entre Djermaïa et Ndiobdi.

PROFIL 30.

0-80 centimètres : horizon brun-jaune, prismatique à grumeleux en surface, abondants mycéliums calcaires, puis compact, identique, petites masses calcaires, sablo-argileux, quelques taches ferrugineuses.

Comme le précédent, ce sol a un pH alcalin de 8,5 à 8,8. Nous retrouvons la même concentration en  $\text{CaO}$  dans l'horizon supérieur. En profondeur le  $\text{CaO}$  du complexe absorbant diminue tandis qu'augmente le  $\text{Na}_2\text{O}$  fixé par l'argile. La concentration en  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble est particulièrement élevée en surface.

8,77 ‰ de  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble dans le 301.

2,68 ‰ de  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble dans le 302 pour un rapport  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  de 246 ‰ pour cet horizon.

*Un type particulier de naga a été observé à Bledaya.*

Il est plus sableux que ceux du type général et semble dériver d'un sol voisin déjà décrit dans la catégorie des sols sablo-argileux lessivé (profil 16). Il semble aussi beaucoup moins répandu que le type classique. Il donne un paysage d'aspect identique à ceux précédemment décrits : sols nus avec rares arbres et plages de sable disparates. Son profil est surtout marqué en profondeur par la présence d'amas calcaires entre 45 et 90 centimètres. Ces amas calcaires étaient déjà rencontrés dans le profil 16, le phénomène de concentration était alors plus profond et moins intense. Ici ces masses calcaires tendent à former une véritable croûte. Ce profil est peu profond. A partir de 90 centimètres, nous trouvons un sable blanc très fin et pulvérulent.

Dans le puits situé à proximité du profil, la nappe phréatique est à 21 mètres. On y trouve la succession suivante :

0-3 centimètres : naga et sable pulvérulent.

3-5 — : argile.

5 — : sable.

La formation sableuse qui donne naissance à ce profil est la même que celle qui donnait naissance au sol sablo-argileux lessivé.

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis très salé (type de naga).

Prélèvements.....	N° 23		N° 30	
	Entre Goulfei et la route Djermaia—Fort-Lamy		entre Djermaia et Ndiobdi	
Lieux de prélèvement.....				
Numéros des horizons.....	231	232	301	302
Profondeur.....	40-60	100-120	0-20	60-80
pH.....	8,5	8,6	8,5	8,8
GRANULOMÉTRIE :				
Terre fine..... <sup>o/o</sup>	—	—	—	—
Sable grossier..... <sup>o/o</sup>	2	2	3,6	23,3
Sable fin..... <sup>o/o</sup>	50,6	48,1	57,2	30,6
Limon..... <sup>o/o</sup>	18	17,5	18,9	24,8
Argile..... <sup>o/o</sup>	25,3	28,2	16,5	17,5
Humidité (105°)..... <sup>o/o</sup>	4	4	3,5	3,7
CO <sub>3</sub> Ca.....	—	—	—	—
MATIÈRE ORGANIQUE :				
Matière organique totale.....	0,11	0,18	0,31	0,13
Azote total..... <sup>o/o</sup>	0,04	—	0,05	0,02
Carbone..... <sup>o/o</sup>	0,07	0,1	0,18	0,08
C/N.....	1,5	—	3,8	3,3
Humus..... <sup>o/100</sup>	0,22	—	0,39	0,18
BASES ÉCHANGEABLES :				
CaO..... <sup>o/100</sup>	3,684	3	5,029	2,399
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	13,14	10,7	17,92	8,56
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,7	0,65	0,212	0,162
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	3,48	3,2	1,05	0,8
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,078	5,25	0,165	0,038
K meq..... <sup>o/o</sup>	0,16	11,16	0,35	0,18
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,637	0,1	—	6,519
Na meq..... <sup>o/o</sup>	5,28	0,32	—	21,03
S en meq..... <sup>o/o</sup>	—	—	—	—
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/o</sup>	—	—	—	—
BASES SOLUBLES :				
CaO..... <sup>o/100</sup>	0,252	—	1,363	0,201
CaO meq..... <sup>o/o</sup>	0,9	—	4,87	0,72
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,1	—	0,183	0,128
MgO meq..... <sup>o/o</sup>	0,5	—	0,92	0,62
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,042	—	0,055	0,037
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	0,09	—	0,14	0,03
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	2,263	—	8,773	2,631
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	7,3	—	28,3	3,65
S en meq..... <sup>o/o</sup>	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/o</sup>	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/o</sup>	—	—	—	—
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/o</sup>	40,2	3	—	245,6
Rapport Ca/Mg.....	3,5	3,3	11,5	5,5

PROFIL 13.

- 0-25 mètres : horizon sableux pulvérulent puis compact à partir de 10 les racines font effervescence à l'acide.
- 25-45 — : horizon noir à taches blanches et masses jaunes assez rares, identique, sableux, présence d'un mycélium et petites masses calcaires informes.
- 45-90 — : horizon sableux compact, blanc, nombreuses masses calcaires.
- 90 — : sable blanc, quelques masses calcaires.

Ce type de sol voisine dans le cas présent avec un sol très sableux.

L'évolution de ce sol semble marquée comme pour les sols sablo-argileux lessivés, par un léger entraînement d'argile en profondeur, tandis que le phénomène de remontée du calcaire est très important par rapport à celui observé dans le profil 16. Le fin mycélium trouvé paraît avoir pour origine les racines secondaires des arbustes ou les racines graminéennes. Les masses calcaires observées dans l'horizon 133 sont informes. Après destruction du  $\text{CO}_3\text{Ca}$  par  $\text{HCl}$ , il reste un test sableux rouille encore consolidé par les hydroxydes. Ces masses calcaires semblent elles aussi tirer leur origine de phénomènes de concentration en hydroxydes et  $\text{CO}_3\text{Ca}$  au contact des racines.

Ce sol a un pH très élevé : 8,4 à 9,8. Les quantités d'humus et d'azote sont identiques à celles du précédent profil.

A noter la grande richesse en  $\text{CaO}$  des horizons 132, 133, 134 ainsi que l'importante concentration en  $\text{Na}_2\text{O}$  dans ces deux derniers horizons. Cette teneur élevée en  $\text{Na}_2\text{O}$  échangeable marche de pair avec une concentration en  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble.

131 : 0,430 ‰

132 : 1,581 ‰

134 : 0,437 ‰

Nous remarquerons une forte concentration en sels solubles dans le 132 en même temps que les rapports  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  élevés des différents horizons.

131 : 17 ‰;

132 : 17 ‰

134 : 3 ‰.

(1)

TYPE DE DÉPRESSION INTÉRIEURE.

*Profil 21* observé entre Goulfeï sur la piste rejoignant la route Djermaïa-Fort-Lamy, prélevé dans un bas-fond argileux. Sol noir, craquelé assez tourmenté avec effondrement et vallonement, nombreuses concrétions calcaires rondes sur la surface du sol. Ces différents caractères semblent indiquer une zone de passage des eaux.

0-100 centimètres : horizon noir, très argileux, compact en profondeur et grisâtre. Concrétions calcaires très abondantes dans tout le profil.

Végétation d'*Acacia seyal* et *Acacia scorpioides*.

Ce sol est identique aux autres types de bas-fonds. On y retrouve les mêmes concentrations de  $\text{MgO}$  et  $\text{CaO}$ , tandis que le pourcentage  $\text{K}_2\text{O}$  y est bon. Grande concentration également en  $\text{Na}_2\text{O}$ , il ne diffère des derniers que par des quantités importantes de  $\text{Na}_2\text{O}$  soluble en profondeur.

0,130 ‰ dans le 211; 3,503 ‰ dans le 212.

Le rapport  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  de 16 dans l'horizon supérieur tombe à 2 ‰ dans le 212.

(1) Les bases solubles de l'horizon 133 n'ont pas fait l'objet d'analyses.

## FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis très salé (type particulier de naga).

Prélèvement.....

N° 13

Lieu de prélèvement : Bledaya.

Numéros des horizons.....	131	132	133	134
Profondeur.....	0-25	25-45	45-90	90
pH.....	8,4	9,4	9,4	9,8

## GRANULOMÉTRIE :

Terre fine..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Sable grossier..... <sup>o/o</sup>	13,2	14,9	9,9	67,8
Sable fin..... <sup>o/o</sup>	72	66,5	71,8	25,8
Limon..... <sup>o/o</sup>	4,6	3	4,2	2,4
Argile..... <sup>o/o</sup>	7,8	13,7	12,4	3,5
Humidité (105°)..... <sup>o/o</sup>	1,5	1,7	1,3	0,5
CO <sub>3</sub> Ca.....	-	-	-	-

## MATIÈRE ORGANIQUE :

Matière organique totale.....	0,9	0,15	0,14	0,04
Azote total..... <sup>o/o</sup>	0,06	0,03	0,02	0,02
Carbone..... <sup>o/o</sup>	0,52	0,08	0,08	0,02
C/N.....	8,6	2,8	3,2	1
Humus..... <sup>o/100</sup>	0,16	0,26	0,22	0,2

## BASES ÉCHANGEABLES :

CaO..... <sup>o/100</sup>	1,347	6,35	1,585	5,126
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	4,81	22,7	5,65	18,3
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,438	0,642	1,1	0,47
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	2,1	3,2	5,46	2,33
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,296	0,311	0,31	0,074
K meq..... <sup>o/o</sup>	0,63	0,65	0,65	0,16
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,26	1,219	1,27	0,178
Na meq..... <sup>o/o</sup>	0,82	3,9	4,1	0,57
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Cap. Ech. en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-

## BASES SOLUBLES :

CaO..... <sup>o/100</sup>	0,103	0,182	-	0,084
CaO meq..... <sup>o/o</sup>	0,37	0,65	-	0,3
MgO..... <sup>o/100</sup>	0,052	0,028	-	0,09
MgO meq..... <sup>o/o</sup>	0,25	0,14	-	0,45
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,079	0,089	-	0,061
K <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	0,17	0,19	-	0,13
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	0,43	1,581	-	0,437
Na <sub>2</sub> O meq..... <sup>o/o</sup>	1,39	5,1	-	1,41
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total..... <sup>o/o</sup>	0,026	0,029	0,011	0,004
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable..... <sup>o/o</sup>	0,01	0,015	-	-
Rapport Na/Ca échang..... <sup>o/o</sup>	17	17,2	-	3,1
Rapport Ca/Mg.....	2,1	6,9	1	6,7

## BASES TOTALES

## ÉCHANTILLONS :

CaO..... <sup>o/100</sup>	2,28	11,25	21,65	9,55
Ca meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
MgO..... <sup>o/100</sup>	2,76	5,45	9,15	2,25
Mg meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
K <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	2,3	2,84	1,45	0,6
K meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O..... <sup>o/100</sup>	1,180	5,5	5,75	2,9
Na meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-
S en meq..... <sup>o/o</sup>	-	-	-	-

FICHE D'ANALYSE

TYPE DE SOL : Sol à alcalis très salé (type de dépression intérieure).

Prélèvement.....

N° 21

Lieu de prélèvement : Après Goulfeï, sur la piste rejoignant la route Djermaïa-Fort-Lamy.

N° des horizons.....	211	212
Profondeur.....	0-20	80-100
pH.....	7,6	7,9

GRANULOMÉTRIE.

Terre fine.....	$\frac{0}{100}$	-	-
Sable grossier.....	$\frac{0}{100}$	17,5	2,4
Sable fin.....	$\frac{0}{100}$	9,5	6,1
Limon.....	$\frac{0}{100}$	-	21,2
Argile.....	$\frac{0}{100}$	-	60,6
Humidité (105°).....	$\frac{0}{100}$	8,2	9
CO <sub>2</sub> Ca.....		-	-

MATIÈRE ORGANIQUE.

Matière organique totale.....		0,81	0,73
Azote total.....	$\frac{0}{100}$	0,10	0,05
Carbone.....	$\frac{0}{100}$	0,05	0,42
C/N.....		4,6	7
Humus.....	$\frac{0}{100}$	0,53	-

BASES ÉCHANGEABLES.

CaO.....	$\frac{0}{100}$	8,944	7,668
Ca meq.....	$\frac{0}{100}$	31,9	27,39
MgO.....	$\frac{0}{100}$	1,898	2,430
Mg meq.....	$\frac{0}{100}$	9,4	12,1
K <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{100}$	0,323	0,108
K meq.....	$\frac{0}{100}$	0,71	0,23
Na <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{100}$	1,590	0,097
Na meq.....	$\frac{0}{100}$	5,12	0,31
S en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-
Cap. Ech. en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-

BASES SOLUBLES.

CaO.....	$\frac{0}{100}$	0,056	0,760
CaO meq.....	$\frac{0}{100}$	0,2	2,71
MgO.....	$\frac{0}{100}$	0,052	0,320
MgO meq.....	$\frac{0}{100}$	0,26	1,6
K <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{100}$	0,037	0,047
K <sub>2</sub> O meq.....	$\frac{0}{100}$	0,03	0,1
Na <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{100}$	0,130	3,503
Na <sub>2</sub> O meq.....	$\frac{0}{100}$	0,42	11,3
S en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total.....	$\frac{0}{100}$	0,049	0,034
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimilable.....	$\frac{0}{100}$	-	-
Rapport Na/Ca échang.....	$\frac{0}{100}$	16	1,1
Rapport Ca/Mg.....		3,3	2,2

BASES TOTALES

ÉCHANTILLONS.

CaO.....	$\frac{0}{100}$	13,4	19,35
Ca meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-
MgO.....	$\frac{0}{100}$	9,05	10,7
Mg meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-
K <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{100}$	3,15	3,15
K meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-
Na <sub>2</sub> O.....	$\frac{0}{100}$	2,7	11,75
Na meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-
S en meq.....	$\frac{0}{100}$	-	-

### Concrétions et masses calcaires

Ces concrétions calcaires, déjà trouvées dans les régions sud, ont été décrites dans un premier rapport. On les observe également en terrain argileux au nord de Fort-Lamy à la surface du sol ou dans les profils.

Dans cette région, les phénomènes de concentration en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  apparaissent aussi en terrain plus sableux. L'horizon profond des sols beiges lessivés est souvent accompagné de masses calcaires informes qui peuvent prendre un important développement à la faveur du déboisement. Dans ces amas calcaires sont inclus des quartz et des taches ferrugineuses hématisées, ils laissent après destruction par HCl un test rouille consolidé par des hydroxydes. Ces masses informes, ainsi qu'il a été dit précédemment, semblent tirer leur origine de phénomènes de remontée du  $\text{CO}_3\text{Ca}$  et des hydroxydes, favorisés par les racines.

N°	$\text{CO}_3\text{Ca}$	Argile
212.....	84 %	60,6 %
201.....	76 %	54,5 %
271.....	64 %	34,5 %
133.....	50 %	12,7 %

Les taux de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , élevés dans ces concrétions, sont en relation avec le pourcentage d'argile de l'horizon dans lequel elles sont observées.

L'analyse mécanique du résidu obtenu après destruction du  $\text{CO}_3\text{Ca}$  donne des résultats sensiblement identiques à ceux de l'horizon dans lequel ces concrétions ont été prélevées et tend à prouver la formation en place de ces nodules.

Le tableau suivant met en parallèle, d'une part l'analyse mécanique du résidu (C), d'autre part l'analyse mécanique de l'horizon de prélèvement (H).

	H. 212	C. 212	H. 271	C. 271	H. 201	C. 201	H. 133	C. 133
Sable grossier.....	2,4	2,2	6	4	2,5	2,7	9,9	27,3
Sable fin.....	6,1	8,3	37,6	45,3	20	21,6	71,8	58,5
Limon.....	21,2	17,5	17,6	17	13,9	18,3	4,2	5,3
Argile.....	60,6	63	34,5	28,5	54,5	49	12,7	7,7

De faibles différences existent cependant. Pour les masses calcaires du profil 13 celles-ci sont dues à des pseudo-sables en quantités très importantes qui augmentent le pourcentage de sable grossier.

### Étude des colloïdes argileux

Des extractions d'argile ont été effectuées sur les principaux types de sols de cette région. Les analyses thermiques et les observations aux rayons X ont été faites par M<sup>lle</sup> DU ROUCHET. M. HENIN a bien voulu donner les interprétations des différents diagrammes.

Tandis que dans les régions du moyen Logone les fractions colloïdales étaient uniquement constituées d'argile du type kaolinique, de composés ferriques et d'hydroxyde d'alumine en petite quantité, celles observées entre Fort-Lamy et le lac Tchad présentent, en même temps qu'un produit de nature kaolinique, des quantités souvent importantes d'illite, associée ou interstratifiée avec des minéraux à 14 Å (vermiculite ou montmorillonite). A ces différents matériaux s'ajoutent également des hydroxydes colloïdaux ainsi que des hydroxydes cristallisés tels que la goethite et l'hydrargillite.

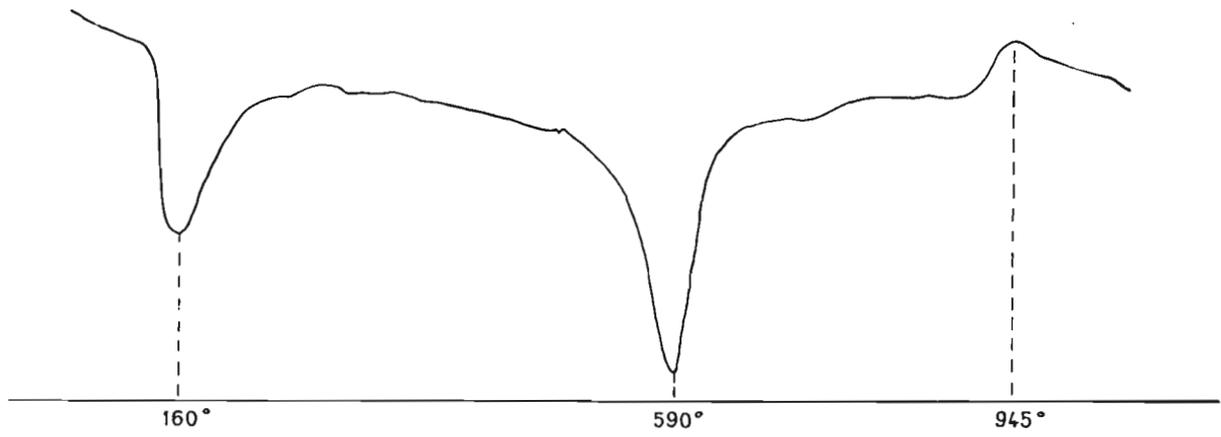


Fig. 101 a. — Diagramme d'analyse thermique différentielle.  
(Profil n° 20)

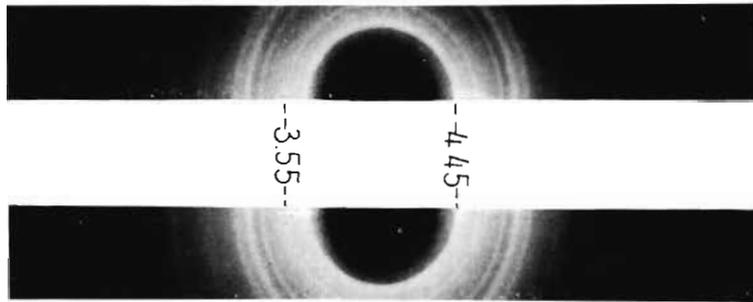


Fig. 101 b. — Diagramme de rayons X. Spectre de poudre.  
(Profil n° 20)

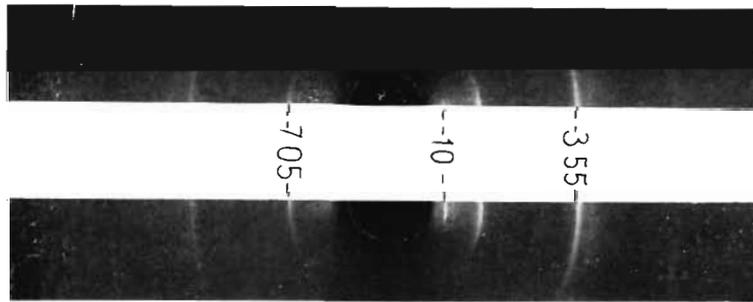


Fig. 101 c. — Diagramme de rayons X. Spectre d'agrégat orienté  
(grande chambre).  
(Profil n° 20)

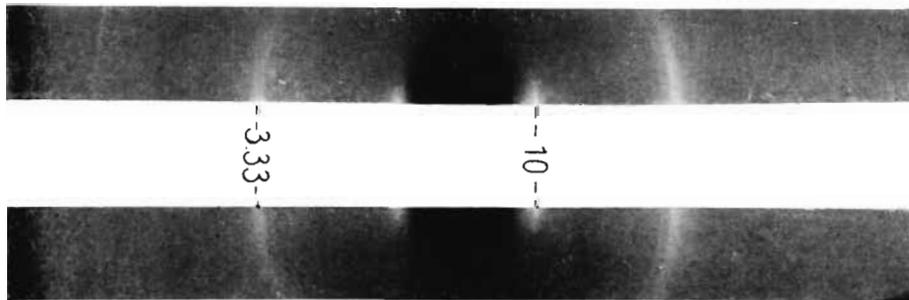


Fig. 101 d. — Diagramme de rayons X. Spectre d'agrégat chauffé (grande chambre).  
(Profil n° 20)

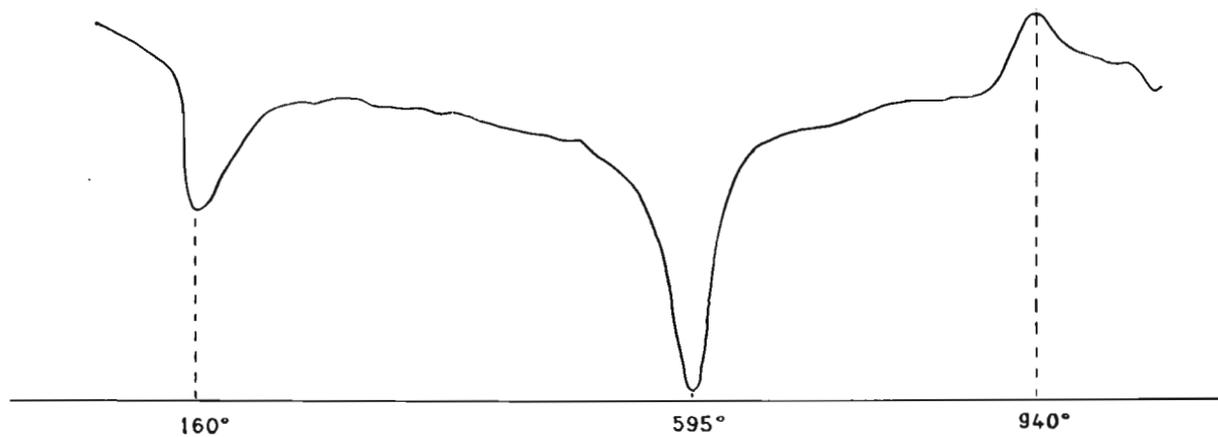


Fig. 102 a. -- Diagramme d'analyse thermique différentielle.  
(Profil n° 19)

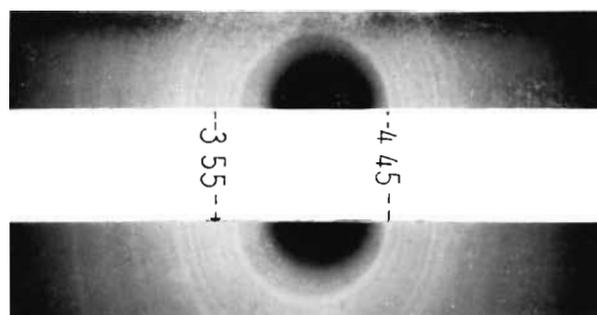


Fig. 102 b. -- Diagramme de rayons X. Spectre de poudre.  
(Profil n° 19)

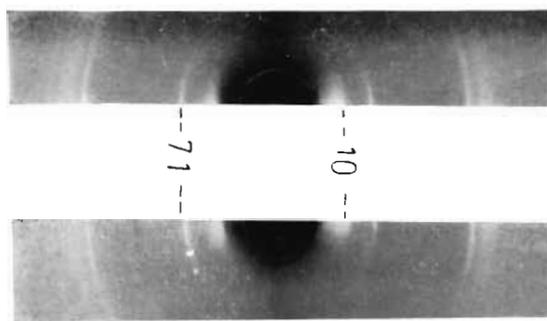


Fig. 102 c. -- Diagramme de rayons X.  
Spectre d'agrégat orienté.  
(Profil n° 19)

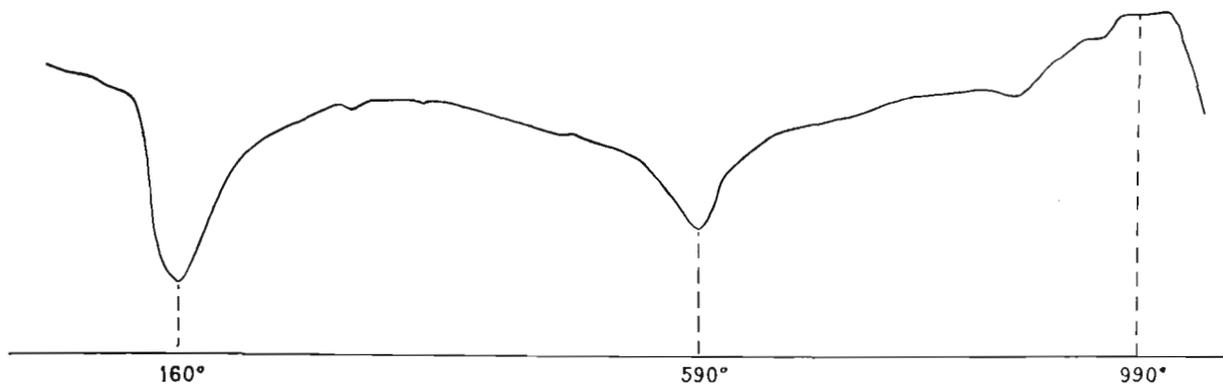


Fig. 103 a. — Diagramme de rayons X. Spectre de poudre.  
(Profil n° 13)

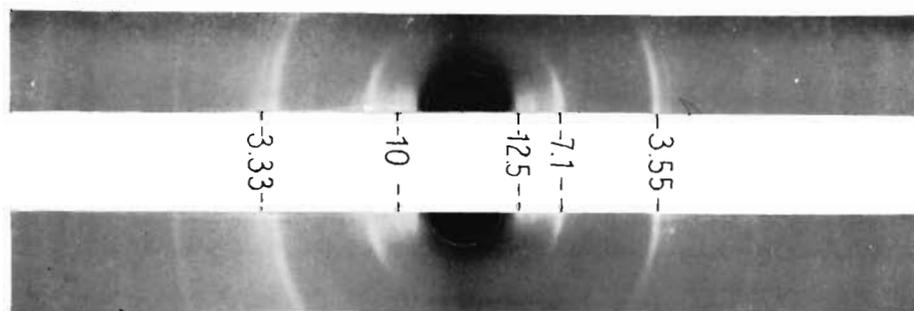


Fig. 103 b. — Diagramme de rayons X. Spectre d'agrégat orienté (grande chambre).  
(Profil n° 13)

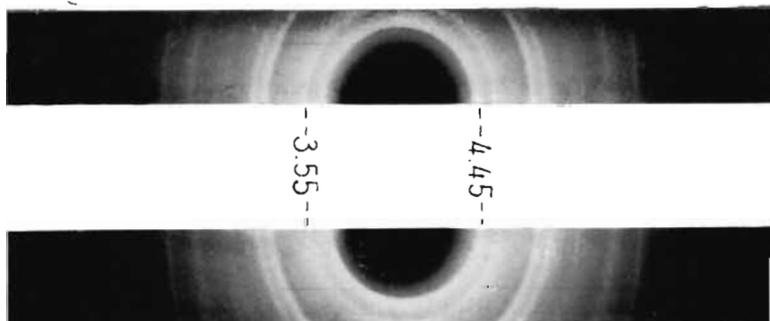


Fig. 103 c. — Diagramme d'analyse thermique différentielle.  
(Profil n° 13)

Si l'on admet avec H. ERHART que le produit de nature kaolinique n'a pas évolué depuis sa mise en place et qu'il provient de l'altération, sous climat humide, des matériaux constituant les bassins d'alimentation du Logone, la présence d'illite et des différentes autres argiles serait due à des phénomènes de néoformation soit à partir des feuilletés de kaolinite, soit à partir de la silice et d'hydroxyde d'alumine provenant des eaux d'inondation. Ces argiles n'apparaissent pas dans les échantillons prélevés plus au sud. Ces phénomènes de néoformation semblent les conséquences des conditions spéciales qui règnent au fond de ce bassin fermé, dans un milieu à pH élevé (8 à 9), particulièrement riche en silice colloïdale et en sels solubles de Ca, Mg, Na et K.

Nous donnerons en suivant :

— trois exemples détaillés d'analyse d'argiles avec les différents diagrammes qui ont permis leur détermination;

— un tableau récapitulatif des conclusions portées sur chacune des fractions colloïdales étudiées.

Les différents spectres de rayons X ci-dessous ont été obtenus avec la radiation  $\text{CuK}$  filtrée au Ni dans des chambres Phillips de diamètre 57,3 millimètres pour les spectres de poudre et dans des chambres de 114,59 millimètres pour les spectres d'agrégats.

I. Argile extraite du *profil n° 20* prélevé après Goulfeï sur la piste rejoignant la route de Fort-Lamy Djermaja.

T: sol à alcalis des dépressions intérieures.

160° crochet endothermique : perte d'eau hygroscopique.

590° crochet endothermique : caractéristiques de la kaolinite.

945° crochet exothermique écrasé dû à la présence du fer : caractéristiques de la kaolinite.

b. *Thermobalance*. — Nous citerons en suivant les différentes pertes de poids en fonction de la température.

20°-160° : perte de poids de 7 %.

200°-300° : perte de poids, hydroxydes libres.

350°-550° : perte de poids kaolin ou produit de nature kaolinique, environ 40 %.

550°-900° : perte de poids, illite 30 % environ.

II. La fraction colloïdale est celle du *profil n° 19* prélevé en bordure du fleuve à Goulfeï.

Type de sol : sol à alcalis sur alluvions argilo-limoneuses du bourrelet.

Ce second exemple est caractérisé par le plus fort pourcentage de produit kaolinique.

160° crochet endothermique : hydroxydes colloïdaux.

595° crochet endothermique : caractéristiques d'un produit kaolinique.

940° crochet exothermique : caractéristiques d'un produit kaolinique.

b. *Thermobalance*.

20°-160° : perte d'eau 5,5 %, hydroxydes colloïdaux et vermiculite.

360°-560° : perte d'eau produit de nature kaolinique, 50 % environ.

560°-900° : perte d'eau illite 25 % environ.

III. La fraction colloïdale du *profil n° 13* prélevé à Bledaya est différente des deux précédentes qui étaient sensiblement identiques.

Le profil est du type : sol à alcalis très salé des nagas.

Dans cet exemple, la kaolinite est moins abondante tandis que les minéraux à 10 et 14 Å deviennent dominants.

160° crochet endothermique : eau hygroscopique nettement plus importante que dans les précédents.

590° crochet endothermique : caractéristiques d'un produit kaolinique.

990° crochet exothermique très écrasé : celui-ci est moins abondant que dans les précédents.

b. *Thermobalance*.

20°-140° : perte de poids 6 %, hydroxydes colloïdaux

200°-300° : perte de poids hydroxydes cristallisés.

360°-530° : perte de poids kaolinite environ 20 %.

**TABLEAU RÉCAPITULATIF**

N°	Type de sol et lieu de prélèvement	Nature de la fraction colloïdale
19	Sol à alcalis sur alluvions argilo-limoneuses du bour-relet. Goulfeï.	Hydroxydes colloïdaux. Produit kaolinique 50 % Illite 25 % Minéraux à 14 Å.
20	Sol à alcalis des dépressions intérieures. Après Goulfeï.	Hydroxydes colloïdaux. Hydroxydes cristallisés (g. thite, hydrargillite). Produit kaolinique 40 % Illite 30 % Petite quantité de minéraux à 14 Å.
29	Sol à alcalis des dépressions intérieures. Digue de Djermaïa.	Hydroxydes colloïdaux. Hydroxydes cristallisés (petite quantité). Produit kaolinique 40 % Illite 25 % Minéraux à 14 Å.
4	Sol sur alluvions argilo-limoneuses récentes. Méchou.	Hydroxydes colloïdaux. Hydroxydes cristallisés. Produit kaolinique 35 % Illite 30 % Minéraux à 14 Å.
15	Sol à alcalis des dépressions intérieures. 9 km. de Djermaïa.	Hydroxydes colloïdaux. Produit kaolinique 35 % Illite 20 % Minéraux à 14 Å.
35	Sol à alcalis des nagas. Devant Djermaïa.	Hydroxydes colloïdaux. Produit kaolinique 35 % Illite 40 % Minéraux à 14 Å.
16	Sol beige sablo argileux lessivé. Entre Djermaïa et Bledaya.	Hydroxydes colloïdaux. Produit kaolinique 30 % Illite. Minéraux à 14 Å.
13	Sol à alcalis très salé des nagas. Bledaya.	Hydroxydes colloïdaux. Hydroxydes cristallisés. Produit kaolinique 20 % Minéraux à 14 Å abondants. Illite.

## CONCLUSIONS

Nous rappellerons brièvement ici la répartition générale des différents types de sols ainsi que leurs principales propriétés. Nous conserverons la classification observée sur le terrain pour distinguer deux grands groupes qui dominent dans cette région et constituent la majorité des terres; les sols argileux des dépressions intérieures et les sols de nagas.

Les autres types, sols alluviaux du bourrelet et les différentes classes de sols exondés, beiges sableux ou sablo-argileux, occupent des surfaces restreintes. Ces derniers deviennent plus abondants en remontant vers le Nord. Ils sont de texture très hétérogène et plus perméables que ceux des deux grands groupes. Leur horizon profond subit cependant en saison des pluies un engorgement en eau. Certains d'entre eux présentent en profondeur un horizon compact, tacheté, sablo-argileux dans lequel le rapport  $\frac{N_a}{C_a}$  est élevé. Cet horizon à alcalis se retrouve également dans des types sableux sans qu'il y ait alors de forte concentration en  $Na_2O$ .

Nous soulignerons l'importance du déboisement sur ces sols sablo-argileux lessivés. Il a pour effet de favoriser les phénomènes de remontée du  $Na_2O$  et du  $CaO$ . Ces derniers, intenses, se traduisent parfois par une véritable croûte calcaire à faible profondeur. Ces sols tendent alors à donner une naga particulière. L'érosion éolienne favorisée par le déboisement, décape par endroits l'horizon superficiel meuble, sableux et donne le paysage classique habituel.

Ils nous ont semblé peu aptes à une mise en valeur, du fait de leur dispersion et de leur hétérogénéité. Nous ne reviendrons pas sur les conclusions portées sur chacun d'eux à la suite de leur description faite dans les paragraphes précédents.

Les sols du bourrelet argileux, riches et à alcalis sont à rapprocher de ceux des dépressions intérieures.

### 1° Sol argileux des dépressions intérieures.

Ce type de sol est dominant et se rencontre en deux grandes bandes : l'une derrière le bourrelet riverain du fleuve tandis que la seconde correspond à la dépression du Bahr-Ligna dont la limite Ouest suit la route Fort-Lamy-Djermaia.

L'unité de ces deux grands blocs n'est en fait qu'apparente, un morcellement en dépressions secondaires est fréquemment effectué par les sols de nagas.

Ces sols sont de texture argileuse (40 à 60 % d'argile). Ils présentent des pH variables qui vont de franchement acides à alcalins. Ils sont localisés dans des dépressions inondées chaque année où la sédimentation argileuse se poursuit. De couleur noire, ils sont relativement riches en matière organique, avec des teneurs de 1 à 2 %. Le rapport  $\frac{C}{N}$  très bas, indique une matière organique en évolution très rapide, facilement minéralisée. Les pourcentages en azote total sont généralement bons, fréquemment supérieurs à 1 %, Les quantités d'humus, par contre, bien que supérieures à celles observées dans les autres types de sols, sont assez faibles.

Ces sols, très argileux, ont un complexe absorbant bien pourvu en  $CaO$ ,  $MgO$  et  $K_2O$ . Les rapports  $\frac{Ca}{Mg}$  faibles, sont excellents.

De structure prismatique en surface, ces sols deviennent très rapidement compacts dans les horizons inférieurs. Ce phénomène qui provient originellement de la texture argileuse de ces sols, est accentué par des quantités de  $Na_2O$  échangeable importantes en profondeur. Cette concentration du  $Na_2O$  sur le complexe absorbant a pour effet une dispersion rapide de l'argile suivie d'un colmatage de ce sol.

Aussi ces terres lourdes sont-elles peu perméables; l'eau y stagne dans les zones les plus basses, une grande partie de l'année.

La plupart ont des rapports  $\frac{N_a}{C_a}$  élevés, supérieurs à 15 % qui les classent dans le groupe des sols à alcalis. Certains d'entre eux présentent déjà de faibles teneurs en  $Na_2O$  soluble et annoncent les taches de sols très salés à alcalis que nous avons relevées. Dans ces cas particuliers, les teneurs en sels solubles deviennent très importantes, celles de  $Na_2O$  soluble sont supérieures à 1,5 % tandis que les rapports  $\frac{Na}{Ca}$  restent très élevés.

Le sodium soluble est ici sous forme de sulfate dont les concentrations s'observent à faible profondeur.

Ces dépressions sont occupées par une savane souvent très boisée à épineux où dominent *Acacia seyal* et *Acacia scorpioides*. Les parties les plus basses sont le domaine de la prairie marécageuse.

Une partie de ces sols est actuellement en plantations. La culture pratiquée est celle d'un mil tardif, identique à celui planté au Moyen-Logone. Ce mil est repiqué après le retrait des eaux. Les surfaces cultivées occupent malgré tout des étendues restreintes.

Une mise en valeur des sols argileux des dépressions intérieures devra tenir compte des conditions physiques et chimiques actuelles de ces sols :

- 1° De leur texture très argileuse;
- 2° De la concentration en  $\text{Na}_2\text{O}$  échangeable;
- 3° De la présence de taches de sols très salés à alcalis.

Deux cultures pourraient être envisagées sur ces terres : celle du coton ou du riz. En culture irriguée, ces deux plantes ont des exigences édaphiques différentes que nous rappellerons :

Le *coton* est très exigeant quant aux propriétés physiques du sol. Il nécessite un approvisionnement en eau très régulier;

Il y a donc intérêt à avoir des terres limoneuses ou mieux encore limono-sableuses ou limono-argileuses. De tels sols doivent posséder une bonne structure grumeleuse et stable, donc si possible être très humifères et saturés en Ca. Des terres argileuses ou très argileuses sont à rejeter car difficilement utilisables si elles ne réunissent pas ces deux conditions.

Au point de vue chimique, le coton nécessite des terres voisines de la neutralité, bien pourvues en bases, riches en azote et contenant un peu de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Cette culture ne demande pas de teneurs élevées en  $\text{K}_2\text{O}$ . Elle supporte des teneurs en  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  et  $\text{ClNa}$  assez fortes (environ 3 g  $^{0}/_{100}$  de  $\text{ClNa}$  en terre argileuse en Afrique du Nord).

Le *riz* au contraire, est peu exigeant quant aux propriétés physiques du sol, à condition que ce dernier puisse être assaini. Il ne faut pas laisser se développer exagérément les conditions réductrices d'où la nécessité d'avoir un sol bien drainé entre les cultures.

Cette plante supporte des pH variables. Elle nécessite surtout de l'azote et un peu de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Elle aussi, est peu exigeante en  $\text{K}_2\text{O}$  et demande des rapports  $\frac{\text{Ca}}{\text{Mg}}$  pas trop élevés. Au point de vue des sels solubles, le riz supporte de 5 à 6  $^{0}/_{100}$  de  $\text{ClNa}$ , mais l'eau d'irrigation ne doit jamais contenir des quantités de  $\text{ClNa}$  supérieures à 2 grammes par litre.

Il apparaît que les sols des dépressions intérieures ont plus une vocation rizicole que cotonnière.

Leur structure très compacte, due à la fois à leur nature très argileuse et à la dispersion facile de l'argile par suite d'un complexe absorbant riche en  $\text{Na}_2\text{O}$  est impropre à la culture du coton. Si cette culture n'est pas incompatible avec des terres lourdes, celles-ci doivent pouvoir se réessuyer très facilement.

Une amélioration de la structure peut être apportée par des engrais verts. En fait, cette amélioration est très difficile. La matière organique peut se décomposer complètement et rapidement en donnant peu d'humus, comme il semble que ce soit le cas ici, ou bien elle n'évolue pas par manque d'eau, d'oxygène, ou par la carence de certains éléments qui font alors défaut aux micro-organismes.

Une mise en valeur de ces sols, sur une grande échelle ne pourrait s'effectuer qu'en se rendant maître du plan d'eau par un endiguement du fleuve. Cet endiguement, s'il était réalisable, aurait pour effet une exondation permanente.

La présence de taches de sols très salés à alcalis doit mettre en garde contre un phénomène qui s'observe actuellement au Nord du Lac Tchad, dans la région de Bol. Les indigènes de ces régions cultivent, après les avoir asséchés, les bras du lac. Ces sols présentent des remontées importantes de sodium avec des efflorescences salines en surface qui ont lieu après une période variant de six à dix ans. Ils deviennent alors impropres à toute culture et il est nécessaire d'effectuer la remise en eau des terres cultivées.

Des phénomènes identiques à ceux-ci ont été relevés à l'Office du Niger où certaines terres ont présenté, au bout de quelques années, des efflorescences salines de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$ .

Ceci nous amène à conclure qu'une mise en valeur, précédée d'une exondation, devra se trouver complétée par un double système de canaux d'irrigation et de drainage. Les premiers permettront le lessivage de ces terres et l'élimination des sels solubles. Cette irrigation, associée au drainage, évitera les phénomènes

de remontée toujours possible. Ce drainage serait facilité par la présence souvent constante d'un horizon très sableux, inférieur aux argiles.

Une mise en valeur de sols identiques en France est accompagnée d'amendements. Il est préconisé l'apport de plâtre précipité ou finement moulu. Des doses généralement importantes sont nécessaires pour obtenir un effet satisfaisant. Elles sont de l'ordre de 10 à 30 tonnes par hectare. Cet amendement aurait pour effet une diminution du rapport  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  par fixation du Ca sur le complexe absorbant, en même temps qu'une amélioration de la structure.

De telles solutions sont économiquement peu réalisables dans ces régions.

## 2° *Sol de naga.*

Nous parlerons brièvement des nagas et rappellerons que ces sols, à texture plus légère que ceux précédemment cités, possèdent une partie des caractères donnés plus haut, pour les sols argileux des dépressions intérieures. Elles occupent des surfaces plus restreintes et présentent souvent des taches de sols sableux à sablo-argileux.

Ce sont des sols à texture limono-argileuse ou limono-sableuse montrant en surface des plages de sable disparates ainsi que des petits amas calcaires. On rencontre dans l'horizon supérieur un fin mycélium de même nature.

Quelquefois grenu ou grumeleux en surface, ils sont uniformément compacts en profondeur et peu perméables. Bien qu'exondés, ces sols se couvrent de chapelets de mares en saison des pluies.

Leur surface dénudée, où la végétation est très clairsemée est en général inculte.

Comme les sols précédents, leur complexe absorbant est bien pourvu en éléments échangeables. Ils sont moins riches en matière organique, en azote et en humus. Ils ont des pH franchement alcalins qui vont de 8 à plus de 9, en même temps qu'ils présentent de très fortes concentrations en  $\text{Na}_2\text{O}$  échangeable due à des phénomènes de remontée. Les rapports  $\frac{\text{Na}}{\text{Ca}}$  sont beaucoup plus élevés que ceux des sols argileux des dépressions intérieures et indiquent un complexe absorbant relativement saturé en  $\text{Na}_2\text{O}$ .

La plupart de ces nagas se rangent dans le groupe des sols à alcalis. Comme les précédents, elles présentent des taches de sols très salés à alcalis.

Une mise en valeur des nagas, en vue d'une culture extensive, poserait des problèmes identiques à ceux précédemment donnés.

## BIBLIOGRAPHIE

- AUBREVILLE (A.). — Étude sur les forêts de l'Afrique Équatoriale française et du Cameroun. *Bull. Sc. n° 2 de l'Agron trop.*, Paris, mai 1948.
- AUBREVILLE (A.). — *Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique tropicale*. Soc. Ed. géog. mar. et col., Paris, 1949.
- AUBREVILLE (A.). — *Flore forestière soudano-guinéenne* (A.O.F.-Cameroun-A.E.F.). Soc. Ed. géog. mar. et col., Paris, 1950.
- AUBREVILLE (A.). — *Les Combretum des savanes boisées de l'A.O.F.* Paris, 1944, Impr. Nationale.
- AUBREVILLE (A.). — *Observations d'écologie générale* (A.E.F.-Cameroun). *Agr. trop.*, 1947, n°s 11-12, nov.-déc., p. 592-613.
- BETREMIEUX (R.). — Les sols du Moyen-Logone et de la zone de capture. *Agr. trop.*, 1948, n°s 3-4, mars-avril, p. 141. *Bull. Agr. Congo belge*, C.R. Conf. Goma, tome I.
- BOSSIÈRE (C.-G.). — L'avenir du lac Tchad. Paris, 1935. *La Nature*, p. 337-338, 3 fig.
- BRINDLEY (G. W.). — *X-Ray Identification and Crystal Structures of Clay-Minerals*. Mineralogical Society, London, 1951.
- BRUEL (G.). — Au sujet de l'hydrographie tchadienne. *Bull. Com. Afr. Franc.*, Paris, janv. 1930.
- BRUNEL (A.). — *Traité pratique de Chimie végétale*. Impr. G. Frère, Tourcoing, 1948.
- CAILLÈRE (M<sup>lle</sup> S.), BETREMIEUX (R.), HÉNIN (S.). — Examen des argiles de quelques sols tropicaux. *C.R. Ac. Sc.* Paris, 1947, t. CCXXV, p. 818-820.
- CAILLÈRE (M<sup>lle</sup> S.) et HÉNIN (S.). — Application de l'analyse thermique différentielle à l'étude des argiles des sols. *Ann. Agr.*, 1947, Ed. Dunod, Paris.
- CHEVALIER (A.). — L'assèchement de l'Afrique occidentale et centrale, les irrigations et le reboisement. *Rev. Bot. appl.*, 1938, t. VIII, p. 212-214.
- CHEVALIER (A.). — *Ressources végétales*, 1932, Ed. Museum.
- CHEVALIER (A.). — Étude sur les prairies de l'Ouest africain. *Rev. Bot. appl. Agric. trop.*, 1933, n° 148. p. 845-892; 1934, n° 149, p. 17-48; n° 150, p. 109-137.
- CHUDEAU (R.). — Les changements de climat du Sahara pendant le quaternaire. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, mars 1921, t. 172, p. 604-607.
- DABIN (B.). — Influence du rapport Na/Ca sur les propriétés physiques de certains sols argileux du delta central nigérien. *Bull. Association française Et. sols*, avril 1952.
- DRESH (J.). — Pénéplaines africaines. Paris, *Ann. géogr.*, 1947, n° 302, p. 125-137.
- DUMONT (R.). — Les possibilités d'accroissement de la production cotonnière en A.E.F. La cinquième zone cotonnière du Tchad. Les possibilités cotonnières au Nord Cameroun. *Rapport de Mission*, 1950.
- ENGLER (C.) et HOFFER (H.). — *Das Erdöl*. Leipzig, 1909, p. 571-572.
- ERHART (H.). — *Traité de pédologie*. Vol. in-8°, 260 p., 1935, Strasbourg, Inst. de Pédologie.
- ERHART (H.). — Origine des nodules calcaires et pisolithes ferrugineux de sols anciens du delta central nigérien. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 1943, t. CCXXVII.
- ERHART (H.). — Sur la nature et l'origine des sols du delta central nigérien. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 1943, t. CCXVII, p. 379-381.
- ERHART (H.). — Les latérites du Moyen-Niger et leur signification paléoclimatique. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 1943, t. CCXVII, p. 323-325.
- ERHART (H.). — Sur la genèse des sols du Lubilash de l'Afrique équatoriale. *C.R. Acad. Sc.*, Paris 20 septembre 1948, t. CCXXVII, p. 598-600.
- ERHART (H.). — Sur l'importance des phénomènes biologiques dans la formation des cuirasses ferrugineuses en zone tropicale. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 8 octobre 1951, t. CCXXXIII, p. 804-806.

- ERHART (H.). — Sur les rôles des cuirasses termitiques dans la géographie des régions tropicales. *C.R. Acad. Sc.* Paris, 22 octobre 1951, t. CCXXXIII, p. 966-968.
- ERHART (H.). — Sur la nature minéralogique et la genèse des sédiments de la cuvette tchadienne. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, août 1953.
- FALCONER. — *The geology and geography of Northern Nigeria*. London, 1911.
- FLANDRIN (J.). — Hydrogéologie du Tchad. *Premier rapport de mission*, 1949.
- FREYDENBERG. — *Le Tchad et le Bassin du Chari*. Thèse, Paris, Schmidt, Éd. 1911, 1 vol, 187 p.
- FURON (R.). — *Description géologique des régions situées entre le Niger et le Tchad, à l'Est et au N.-E. du Tchad*. Thèse, Paris, 1911.
- GARDE (G.). — *Description géologique des régions situées entre le Niger et le Tchad*. Paris, 1910.
- GAUTHIER (J.). — L'amélioration des sols de l'Afrique tropicale. *Rev. Bot. appl. Agr. trop.*, 1946, p. 620-630.
- GAUTHIER (J.). — La mise en valeur des pays du Logone. *Agr. trop.*, 1946, n<sup>os</sup> 7-8.
- GAUTHIER (J.). — Quelques idées sur une organisation agricole de l'Afrique centrale française. *Bull. Agr. Congo belge*, 1949, juin, vol. XL, n<sup>o</sup> 2, conférence Goma, t. II, p. 1585-1616.
- GAUTHIER (J.). — La culture du cotonnier en Afrique Équatoriale française. *Rev. Bot. appl. Agr. trop.*, Paris, 1946 n<sup>os</sup> 279-280, p. 3-10.
- GOUAULT (J.). — Vents de sable et brumes sèches dans la région du lac Tchad. *Phys. Globe. Fr. O.-M.*, Paris, juin 1937, p. 65-70.
- GUILLEMET (P.). — Considérations sur l'évolution régressive des terres de culture en A.E.F. *Bull. Agr. Congo belge*, Conférence de Goma. com. n<sup>o</sup> 32, t. II, p. 1519-1536.
- HANGOU (P.), KORETZKY (G.), TRIAL (L.). — Étude de l'assèchement possible du Lac Tchad. *Bull. Soc. Et. Cam.*, Douala, 1946, n<sup>os</sup> 13-14, p. 7-26.
- HUTCHINSON (J.) et DALZIEL (J. M.). — *Flora of West tropical Africa*. London, 1927-1928, 1931-1936.
- JACQUES-FÉLIX. — *La vie et la mort du lac Tchad*. — Publ. de l'Agr. trop., 1947, n<sup>o</sup> 3.
- KORABLEFF (G.). — Contribution à l'étude de la Géologie et de la Géologie appliquée de l'Oubangui-Chari oriental et du Cameroun sous mandat français, Paris, mars 1937. *Chron. Min. Col.*, n<sup>o</sup> 60, p. 126-128.
- LAPAYRE. — Les vents de sable en A.E.F. *A. Phys. Globe Fr.-O.-M.*, Paris, février 1934, p. 28-29.
- LECOUX (P.) et HOURCQ (V.). — Esquisse géologique de L'A.E.F. *Bull. Serv. Min. A.E.F.*, 1943, n<sup>o</sup> 1.
- LEPOUTRE. — Étude pédologique des berges du Chari entre Fort-Lamy et Mani (côté Tchad). (*Rapport O.R.S.T.O.M.*, 1952, Nouv. public.)
- LEPOUTRE. — Étude pédologique de la région Koumi-Gouaye, Guiao, Baky-Malaram. *Rapport O.R.S.T.O.M.*, 1954.
- MUNIER (P.) et RIVIÈRE (A.). — *Contribution à l'étude des argiles utilisées en céramique*. Institut de Céramique française, t. I et II, Paris, 1948.
- MURAT (M.). — Végétation de la zone prédésertique en Afrique centrale (région du Tchad). *Bull. Soc. Hist. Afrique du Nord*, 1937, Alger, t. XXVIII, p. 19-82, 9 pl., 1 carte.
- RAEBURN (C.) and JONES (B.). — The Chad Basin Geology and Water supply. *Bull. Geol. Survey Nigeria*, London, 1934, n<sup>o</sup> 15, 61 p.
- ROLLEY, LHUILLIER, BETREMIEUX (R.), BRENON (P.). — *Rapport sur les possibilités de développement économique du Bassin du Logone*. Paris, 1946, t. I et II, cartes.
- ROCH (E.) et NICKLES (M.). — *Esquisse géologique de la cuvette tchadienne et du bassin français de la Benoué*. (Rapport 1952, Comm. scient. Log. Tchad.)
- ROCH (E.). — *Rapport de la mission sur les problèmes géologiques de la région Logone-Bénoué*.
- ROCH (E.). — La genèse de certains sables rouges en A.E.F. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 1950, t. CCXXX, 7, 670-671.
- TILHO (Gl. J.). — *Documents scientifiques de la Mission Tilho, 1910*. Impr. Nationale.
- TILHO (Gl. J.). — Sur l'aire probable d'extension maxima de la mer paléotchadienne. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, 9 nov. 1925, t. CLXXXI, p. 643-646.
- TILHO (Gl. J.). — *Le Tchad et la capture du Logone par le Niger*. Paris, 1947, Gauthier-Villars, 1 vol., 202 p.

- TROCHAIN (J.). — Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. *Mémoires de l'I.F.A.N.*, 1940, n° 2.
- URVOY (Y.). — Terrasses et changements de climats quaternaires à l'Est du Niger. *Ann. Géog.*, 1935, p. 254-265.
- URVOY (Y.). — Les bassins du Niger. *Mémoires de l'I.F.A.N.*, 1942, Paris, Larose, 139 p.
- VAILLANT (A.). — La flore méridionale du Lac Tchad. *Bull. Soc. Et. Cameroun, Douala*, 1945, p. 15-98.

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER  
COMMISSION SCIENTIFIQUE DU LOGONE-TCHAD

# CARTE PÉDOLOGIQUE DU BASSIN INFÉRIEUR DU CHARI-LOGONE

Mission 1953 : J.Pias et B.Lepoutre

