

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre de Recherches Tchadiennes.

COMMISSION SCIENTIFIQUE DU LOGONE-TCHAD

S O L S
de la Région Est du Tchad
Plaines de Piedmont
Massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi

TOME I

J. PIAS
Maitre de Recherches

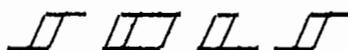
OCTOBRE 1960

28 - 60

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

COMMISSION SCIENTIFIQUE DU LOGONE-TCHAD



DE LA REGION EST DU TCHAD

PLAINES DE PIEDMONT

MASSIFS DU OUADDAI ET DE L'ENNEDI

-----oOo-----

T O M E I

J. PIAS

Maître de Recherches

O M M A I R E

<u>CHAPITRE I - CLIMATOLOGIE</u>	p. 5
I - Climat sahélo-soudanien	7
II - Climat sahélo-saharien	10
III - Climat saharien	13
<u>CHAPITRE II - VEGETATION</u>	19
I - Végétation des plaines de piedmont du Sud d'ATI- OUM-HADJER aux contreforts de l'Ennedi	22
1 ^o / Végétation des étendues sableuses mamelonnées	22
a) Savane boisée	23
b) Pseudo-steppe sur sable	24
2 ^o / Végétation des sols argilo-sableux à caillou- tis superficiel. Les regs	26
3 ^o / Végétation des surfaces planes sableuses	28
4 ^o / Végétation des sols d'alluvions récentes. "Naga" - Savane armée	30
II - Végétation dans l'intérieur des massifs	33
1 ^o / Massif du Ouaddaï	33
2 ^o / Massif de l'Ennedi	39

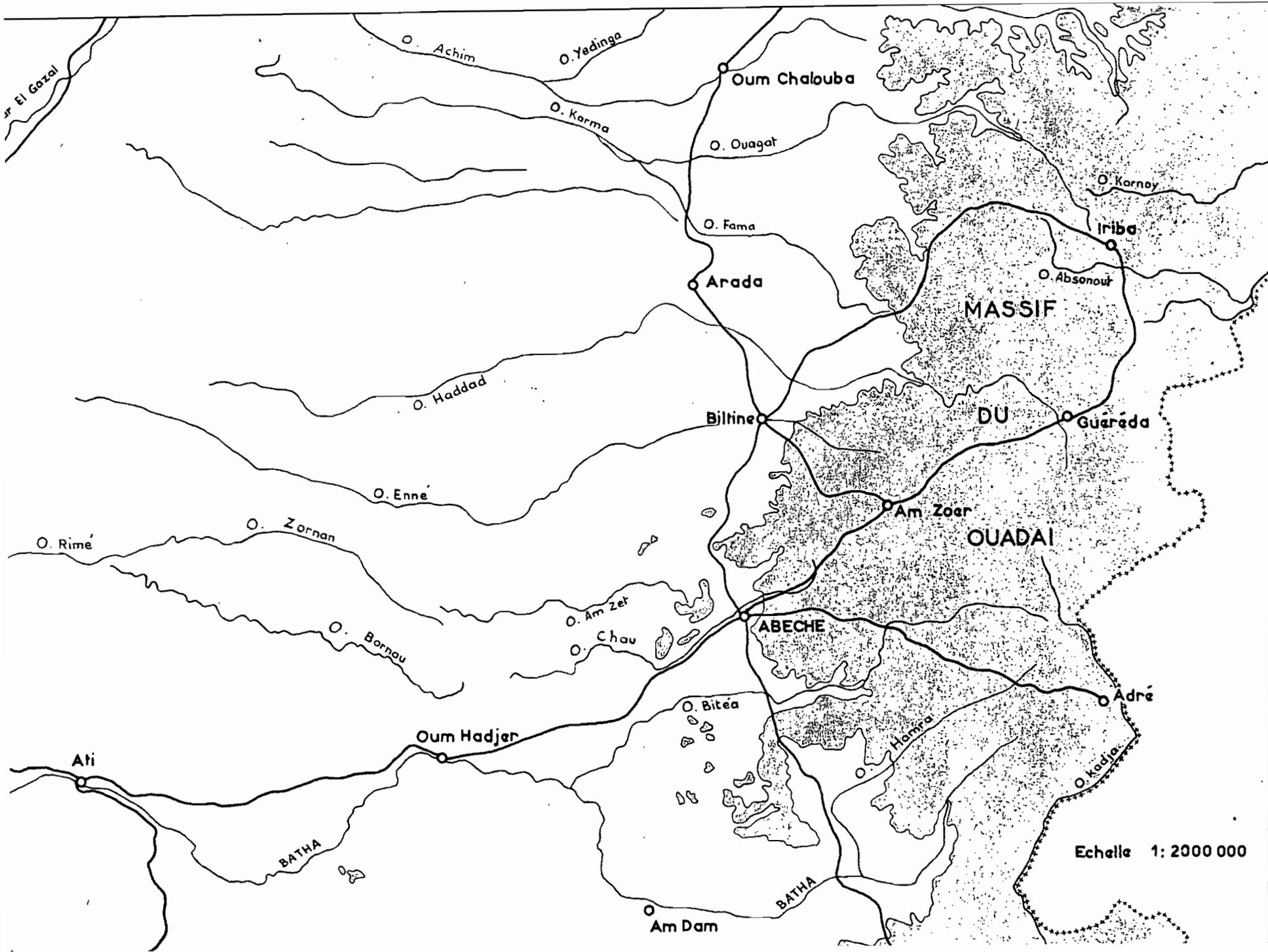
.../...

<u>CHAPITRE III - GEOLOGIE</u>	p.	43
I - Massif gréseux de l'Ennedi		44
A) Formations gréseuses		47
B) Le sédimentaire récent .		49
II - Massifs granitiques du Ouaddaï et ses prolongements au Sud d'OUM-HADJER		52
A) Massifs granitiques du Ouaddaï		52
B) Les séries sédimentaires dans l'intérieur des massifs		54
1 ^o / Série sédimentaire sableuse ancienne		54
2 ^o / Série sédimentaire sableuse récente		56
3 ^o / Série alluviale subactuelle à actuelle		57
III - Formations sédimentaires récentes des plaines de piedmont à l'Ouest des massifs		59
1 ^o / Le Continental Terminal		59
2 ^o / La série sédimentaire sableuse ancienne		60
3 ^o / La série argilo-sableuse à cailloutis, Reg		63
4 ^o / La série sableuse récente		67
5 ^o / La série alluviale subactuelle à actuelle		69
<u>CHAPITRE IV - HYDROGRAPHIE</u>		79
I - Le Batha		81
1 ^o / Les affluents du Batha		82
2 ^o / Mesures de débit		83
II - Ouadis des plaines de piedmont du Massif du Ouaddaï		84
III - Ouadis du Mortcha : Ouadis Haouach, Oum-Hadjer, Chili Saala		87

IV - Ouadis de l'Ennedi	p.	88
<u>CHAPITRE V - LES GRANDS TYPES DE SOLS</u>		91
I - <u>Sols hydromorphes</u>		94
1 ^o / Sol argilo-sableux des regs.		95
2 ^o / Sol argilo-sableux à nodules calcaires et effondrements		102
3 ^o / Sol d'argile noire tropicale		106
4 ^o / Sol sur alluvions fluviatiles récentes		110
5 ^o / Sol sableux à sablo-argileux		119
II - <u>Sols steppiques.</u>		124
1 ^o / Sol brun-rouge steppique (série sableuse ancienne)		128
2 ^o / Sol brun steppique (série sableuse récente)		136
3 ^o / Sol brun brun-rouge peu évolué sur granite. Rankers		145
III - <u>Sols subdésertiques</u>		152

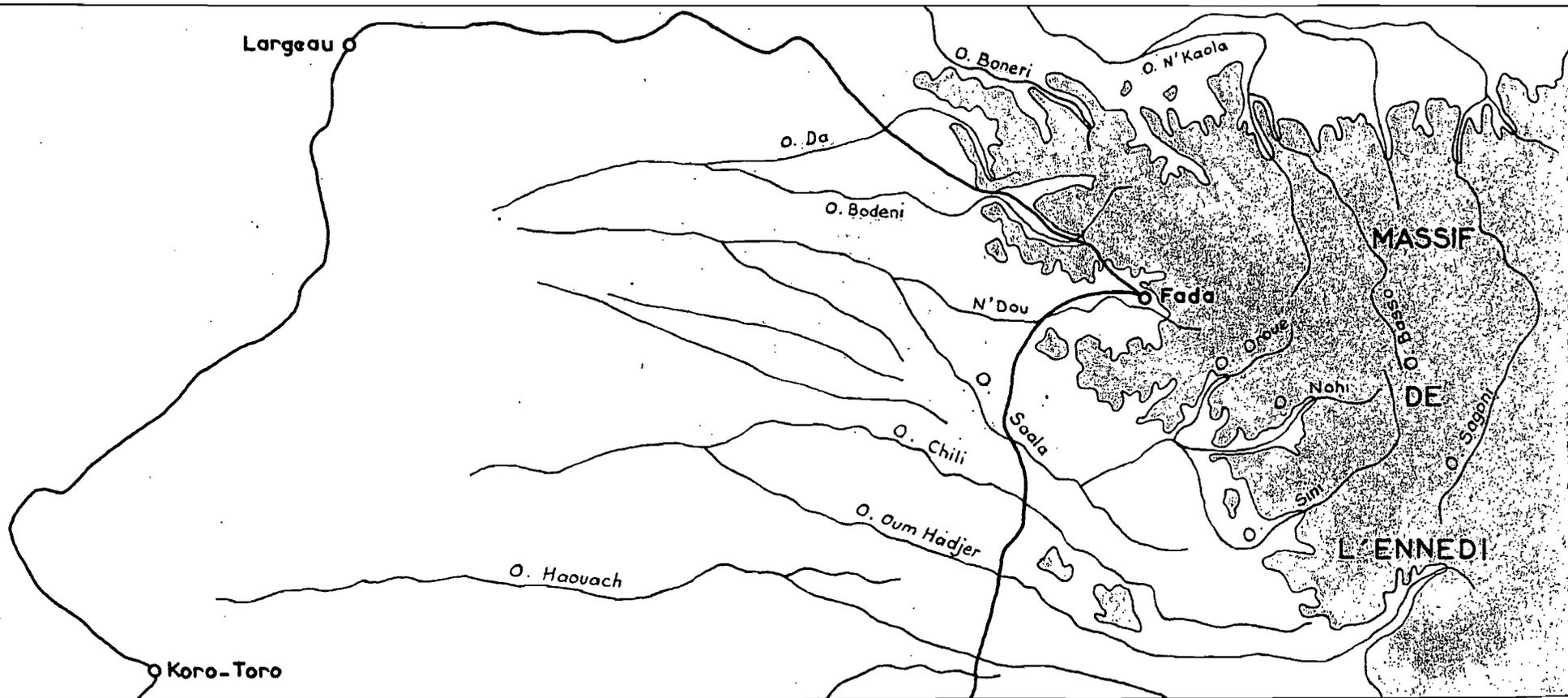
.....

.../...



CRT 6085
 CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES
 LE: 1-7-60 DES L TRFNOU I VISA
 ED: 1°
 TITRE N° D

Echelle 1: 2000 000



CRT 6086

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 1-7-60

DES: L.TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

CHAPITRE I

o o
L O M A T O O L O G O E

La région comprise entre les 13ème et 17 ème parallèles de latitude Nord se situe en zones climatiques :

- sahélo-soudanienne au Sud
- sahélo-saharienne dans la partie centrale
- saharienne au Nord.

Ces trois climats se définissent ainsi : (1)

Climat sahélo-soudanien : point représentatif à l'extrémité Sud de la région étudiée :

AM DAM Régime tropical sec
Précipitations annuelles · 900 à 500 mm
Saison des pluies 4 à 5 mois (Mai -Juin à Septembre)
Saison sèche 7 à 8 mois (Octobre à Avril-Mai)

Climat sahélo saharien : points représentatifs :

ABECHE, ATI, OUM HADJER, BILTINE, ARADA Régime subdésertique.
Précipitations annuelles 500 à 200 mm
Saison des pluies 3 mois (Juillet à Septembre)
Saison sèche 9 mois (Octobre à Juin)

Climat saharien : points représentatifs : FADA, FAYA-LARGEAU

Régime désertique
Précipitations annuelles inférieures à 200 mm.
Saison des pluies 2 mois (Juillet-Août)
Quelques rares pluies en Mai-Juin-Septembre.
Saison sèche de 10 mois (Septembre à Juin)

.../...

(1) - AUBREVILLE : "Flore forestière soudano-guinéenne A.O.F-Cameroun - A.E.F.

I - CLIMAT SAHELO-SOUDANIEN

La zone climatique sahélo-soudanienne occupe une faible partie du territoire étudié du Sud du parallèle d'ABECHE à celui d'AM-DAM.

Nous donnons ci-après les pluviométries d'AM-DAM et rappellerons celles de FORT-LAMY.

Nous citerons également les pluviométries de MONGO (Sud-Ouest d'ABECHE) et celles d'ADRE et de GUEREDA situées à l'Est d'ABECHE, dans l'intérieur du massif du Ouaddaï où les conditions climatiques sont légèrement différentes à latitude égale.

1°/ PLUVIOMETRIE .- (Voir tableau page suivante)

2°/ TEMPERATURE .-

Nous rappellerons les caractéristiques climatiques de FORT-LAMY située en climat identique, à défaut d'autres connues dans cette région.

a) sous_abri :

FORT-LAMY : (1935 à 1957)

	<u>Température minima : Température maxima</u>	
Janvier	13,3	: 32,7
-----	-----	-----
Avril	23,4	: 41,2
Mai	25	: 40,2
-----	-----	-----
Août	22,2	: 30,4
-----	-----	-----
Octobre	21,4	: 36

Température moyenne annuelle : 28°8

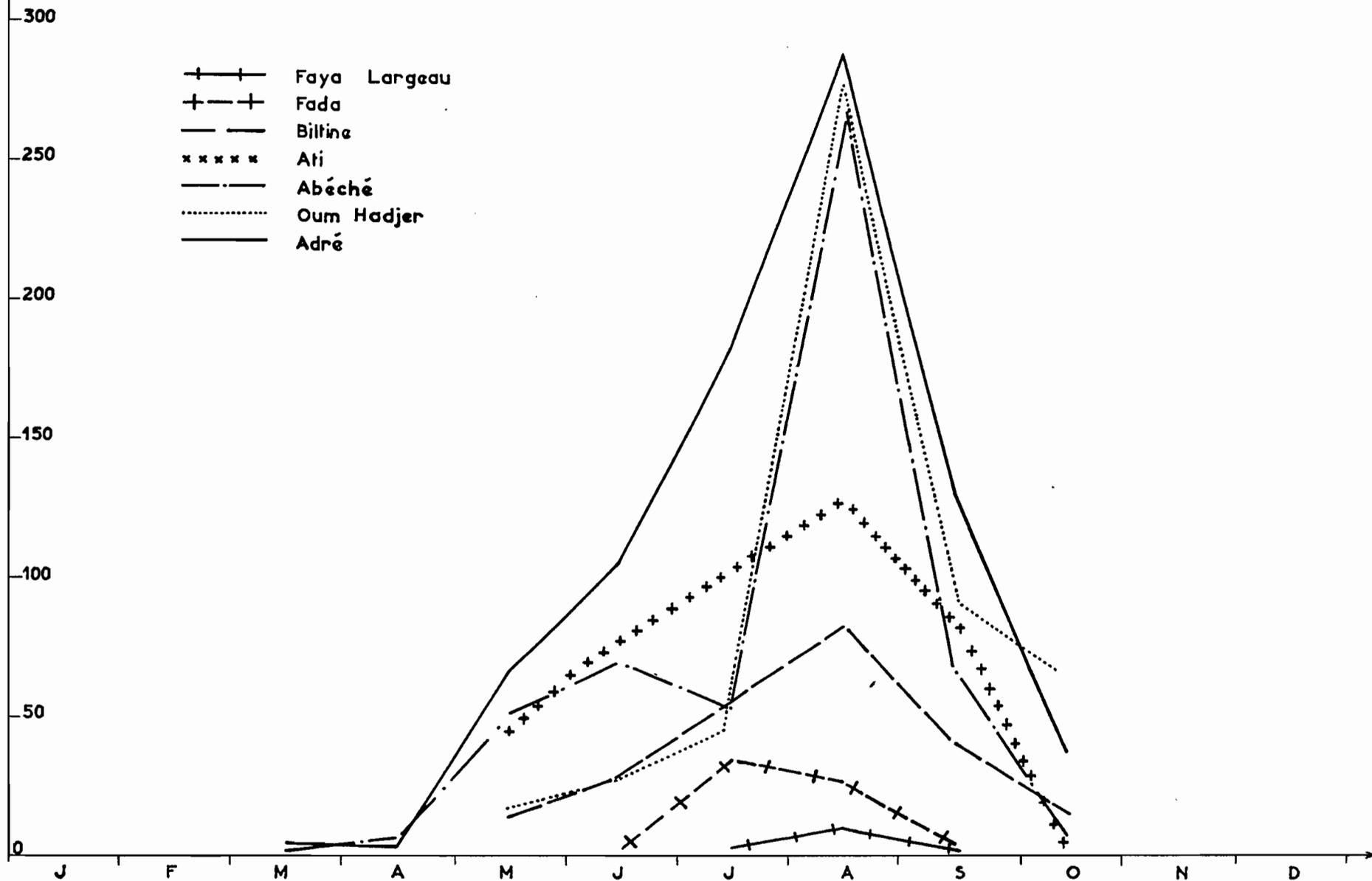
Minimum absolu 8°2 Janvier 1951
Maximum absolu 47° Mars 1936

.../...

Hauteur d'eau
en mm

— PLUVIOMETRIE —

Année 1957



CRT 6081

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 11-6-60

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

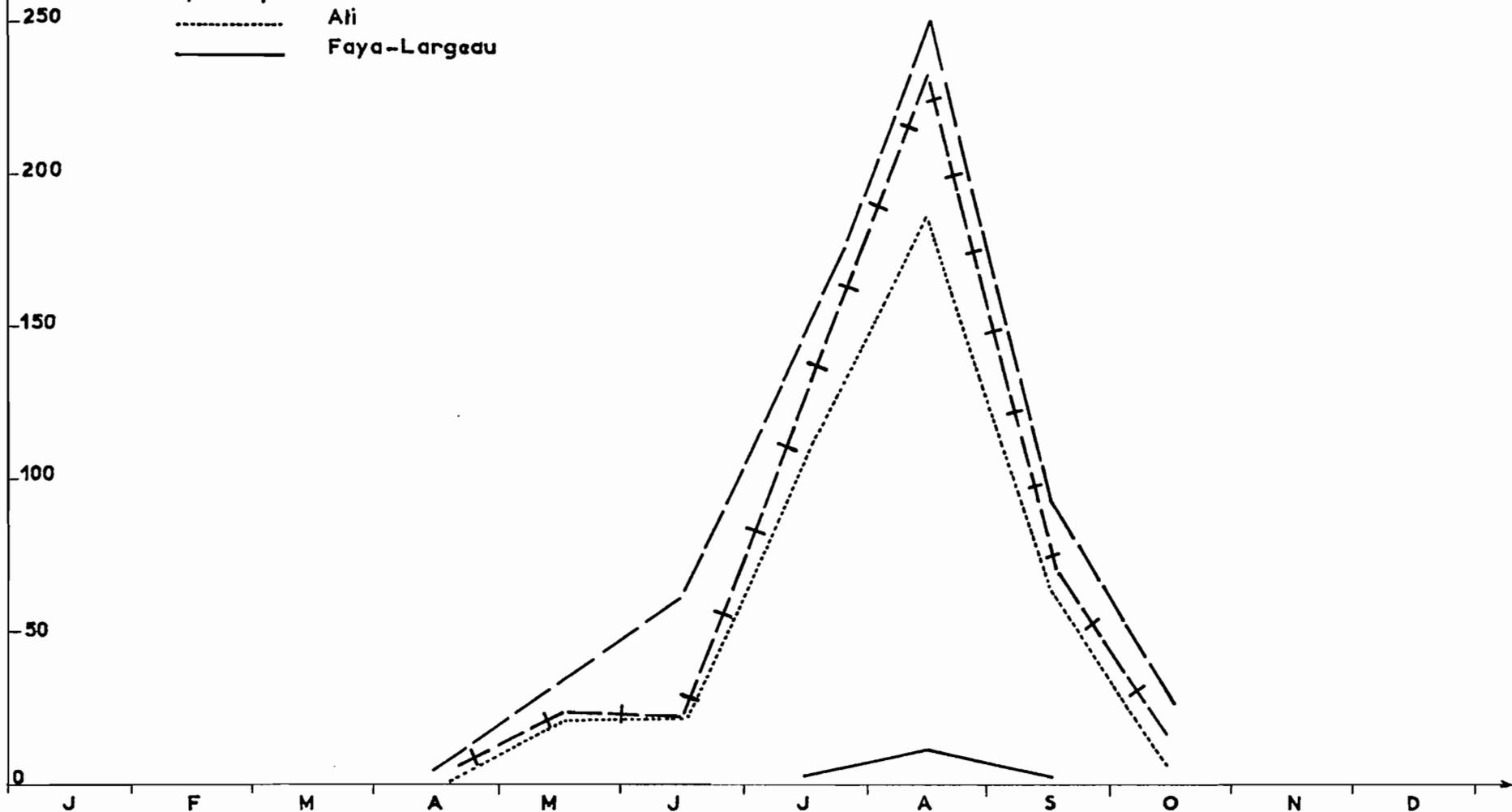
P

Hauteur d'eau
en mm

— PLUVIOMETRIE —

moyenne mensuelle

--- Fort-Lamy
+---+ Abéché
..... Ali
— Faya-Largeau



CRT 6082

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE:13-6-60

DES:L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

MOIS	AM - DAM :1952 à 1957 6 ans	MONGO : 1949 à 1957	FORT-LAMY : 1932 à 1957	ADRE :1951 à 1957 7 ans	GUEREDA :1953 à 1957 5ans
Janvier	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0
Mars	3,3	1	1	0	0,6
Avril	4,7	13,2	2,2	4,9	1,3
Mai	36,7	61,6	5,7	34,5	5,5
Juin	56,8	53,5	7,7	65,8	8
Juillet	204,3	178,3	14,7	152,5	12,8
Août	301,6	307,1	17,4	259,1	18,1
Septembre	157	155	11,2	99,1	9,9
Octobre	13,9	40	3,7	24,1	3,2
Novembre	0	0,7	0,2	0,6	0,1
Décembre	0	0	0	0	0
	778,3	810,4	63,8	640,6	58,9
	(1)	(1)	(2)	(1)	(2)
				(1)	(1)

(1) - Moyenne annuelle en mm.

(2) - Nombre de jours moyen

b) Température au sol : FORT-LAMY sur 9 ans
(1950 à 1958)

	<u>Température minima</u>	:	<u>Température maxima</u>
Janvier	10,2	:	38,4
Avril	19	:	49,3
Juillet	21,1	:	40,2
Août	20,1	:	37,4
Octobre	19,5	:	43,4

c) Température dans le sol : FORT-LAMY

	<u>30 cm</u>	:	<u>60 cm</u>
Janvier	26,2	:	27,1
Février	27,4	:	28,3
Mai	35,3	:	35,5
Août	28	:	29,1
Octobre	31	:	31,2

3°/ HUMIDITE RELATIVE : Relevée à 7H, 13H, 19H.

FORT-LAMY : 8 ans d'observation

Moyenne mensuelle	: 45 %	12 %	23 %	Février
Minima	: 44 %	17 %	24 %	Mars
Maxima	: 92 %	71 %	84 %	Août
	91 %	64 %	80 %	Septembre

4°/ EVAPORATION : Hauteur d'eau évaporée en mm à l'appareil Piche.

.../...

<u>FORT-LAMY</u>	<u>1956</u>	<u>1957</u>
Mars	436,5	380,3
Avril	476,3	413,8

Juillet	148,8	137,4
Août	73,3	105,1
Septembre	86,9	125,5
Octobre	204,2	203,4

Total annuel	3.222,2	2.957

II - CLIMAT SAHELO-SAHARIEN

Ce type climatique couvre la majeure partie de la région étudiée.

1^o / PLUVIOMETRIE. - (Voir tableau page suivante)

2^o / TEMPERATURE .-

a) sous abri

	<u>ABECHE</u> (1945 à 1957)		<u>ATI</u> (1949 à 1957)	
	Tempér. Min. : Temp. maxima		Températ. minima : Temp. maxima	
Janvier	15,2	: 34,9	13,6	: 34,2

Avril	23,9	: 40,9	22,1	: 42,2
Mai	24,8	: 40,1	24,9	: 41

Août	21,2	: 31,1	22,3	: 31,5

Octobre	20,7	: 37,4	20,4	: 37,6

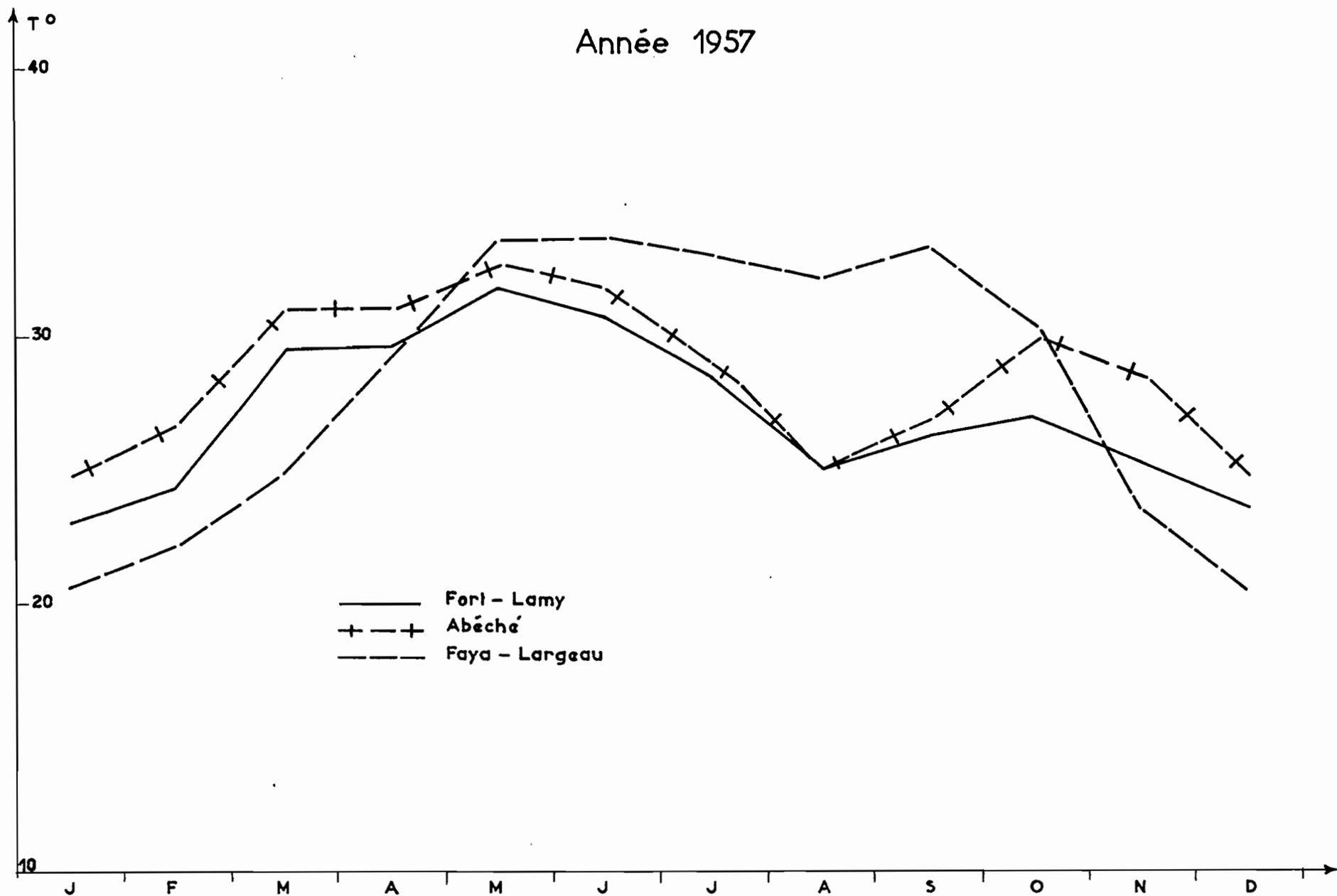
	Moyenne annuelle 28 ^o 9		Moyenne annuelle 28 ^o 4	
	Minimum absolu 8 ^o 3			
	Maximum absolu 49 ^o 5			

.../...

MOIS	ABECHE 1936 - 1957 22 ans	ATI 1936-1957 22 ans	IRIBA 1955- 1957 3 ans	BILTINE 1951- 1957 sauf 1954	ARADA 1952-55-56 57
Janvier	0	0	0	0	0
Février	0	0	0,1	0	0
Mars	0	0	0,1	0,6	1,3
Avril	1,2	0,5	0,4	0	0
Mai	26,7	3,5	21,1	30,1	12,9
Juin	25,4	4,4	24,7	10	9,6
Juillet	131,9	11,5	111,6	125,4	79,5
Août	222,4	16,5	184,6	195,8	132
Septembre	69,4	7,5	70,9	29,7	45,4
Octobre	14,5	1,2	5,2	0	9,9
Novembre	0	0	0,1	0	0
Décembre	0	0	0	0	0
Moyenne annuelle enmm	502,2		418,8	391,6	290,6
Nombre de jours		45,1			

TEMPERATURE

Année 1957



— Fort - Lamy
 + - + Abéché
 - . - Faya - Largeau

CRT 6083

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 13-6-60

DES: L. TRENQU

VISA:

TUBE N°

P

b) au_sol : 6 ans d'observation (1953-1958)

	<u>ABECHE</u>	
	<u>Température minima : Température maxima</u>	
Janvier	13,7	: 42
Février	16,6	: 44,4
Mars	20,2	: 47,2
Avril	21,5	: 48,5

Juillet	21	: 41
Août	19,7	: 39,7

Octobre	18,6	: 46,7

c) dans le_sol : 6 ans d'observation (1953-1958)

	<u>ABECHE</u>	:	<u>30 cm</u>	<u>60 cm</u>
Janvier			28,2	28,4
Février			29	30

Avril			35,5	34,9

Juin			35,2	35,5

Août			29	30,1

Octobre			32,6	33

3°/ HUMIDITE RELATIVE

ABECHE : 6 ans d'observation 1953-1958

Moyenne mensuelle

Minima	24%	12%	17%	Février
	27%	15%	21%	Mars
Maxima	90%	64%	79%	Août
	82%	47%	67%	Septembre

4°/ EVAPORATION : Hauteur d'eau évaporée en mm à l'appareil Piche.

1957	<u>ABECHE</u>	<u>ATI</u>
Mars	423,4	465,9
Avril	504,7	434,9
Juillet	249	149,2
Août	116	107,6
Septembre	163,6	124,9
Octobre	311	258,2
TOTAL ANNUEL	<u>4.005,2</u>	<u>3.548,5</u>

III - CLIMAT SAHARIEN.

Ce type climatique se situe dans la partie Nord de la région étudiée. Les points représentatifs en sont FADA et FAYA-LARGEAU. Des postes d'observation ont été installés en Ennedi pendant les années 1957 et 1958 par la Commission Scientifique du Logone-Tchad. (1)

1^o / PLUVIOMETRIE

a) Nous donnerons tout d'abord les relevés officiels fournis par le Service météorologique de FORT-LAMY.

.../...

(1) - Mission BRAQUAVAL 1957
Mission ROCH 1958

MOIS	FADA 1935 à 1957 22 ans	FAYA - LARGEAU 1933 à 1957 25 ans
Janvier	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	0,4	0,6
Mai	3,9	2
Juin	0,7	6,7
Juillet	17,2	12,6
Août	57,6	0,5
Septembre	11,2	0,1
Octobre	0	0
Novembre	0	0
Décembre	0	0
Moyenne annuelle en mm	91 (1)	22,5
Nombre de jours moyen		2,9

.../...

(1) - Sur la période allant de 1950 à 1957 la moyenne annuelle pluviométrique est de 129 mm ce qui peut mettre en doute la véracité de certains relevés effectués avant 1950.

b) Relevés pluviométriques de la Commission Scientifique du Logone-Tchad 1958.

Intérieur du Massif de l'Ennedi.

: MOIS	: FADA	: BACHIKÉLE	: AOUE
: Juillet	: 96,4	: 5	: 88,2
: Août	: 38	: 4	: 69,4
: Septembre	:	: 4,7	: 2
: TOTAL	: 134,4	: 146,2	: 157,6
: Nombre de	:	:	:
: jours	: 9	:	: 17

NOHI-TCHILLO 134 mm
 ARCHEI 160 mm

L'année 1958 semble avoir été particulièrement pluvieuse dans le massif de l'Ennedi ce que confirme le fait que tous les grands ouadis aient coulé, contrairement à ce qui existe en année moyenne.

2°/ TEMPERATURE

a) sous abri

FAYA-LARGEAU : 9 ans d'observations (1949-1957)

	<u>Température minima : Température maxima</u>	
Janvier	13,3	27
-----	-----	-----
Juin	25,3	42,1
-----	-----	-----
Août	25,6	40,3
Septembre	25,5	40,5

Température moyenne annuelle 28°5

FADA :1956

Température moyenne annuelle 29°2

Température moyenne mensuelle

minima 14°5 (Décembre) à 24°5 (Mars)
maxima 29°3 (Janvier) à 42°1 (Mars-Juin)

b) au_sol

FAYA-LARGEAU:7 ans (1952 à 1958)

	<u>Température minima:Température maxima</u>	
Janvier	11,7	31,7
-----	-----	-----
Juin	21,8	47,2
-----	-----	-----
Septembre	22,6	44,9
-----	-----	-----
Décembre	11,7	30,7

c) dans_le_sol

FAYA-LARGEAU : 7 ans (1952 à 1958)

	<u>30 cm</u>	<u>60 cm</u>
Janvier	22,2	23,7
-----	-----	-----
Août	34,4	33,8

3°/ HUMIDITE RELATIVE

FAYA-LARGEAU:7 ans d'observation (1952 à 1958)

Moyenne mensuelle

Minima	(Mai	29 %	16 %	22 %
	(Juin	29 %	16 %	26 %
Maxima	(Juillet	45 %	23 %	29 %
	(Août	56 %	29 %	35 %

4°/ EVAPORATION

FAYA-LARGEAU : 8 ans d'observation

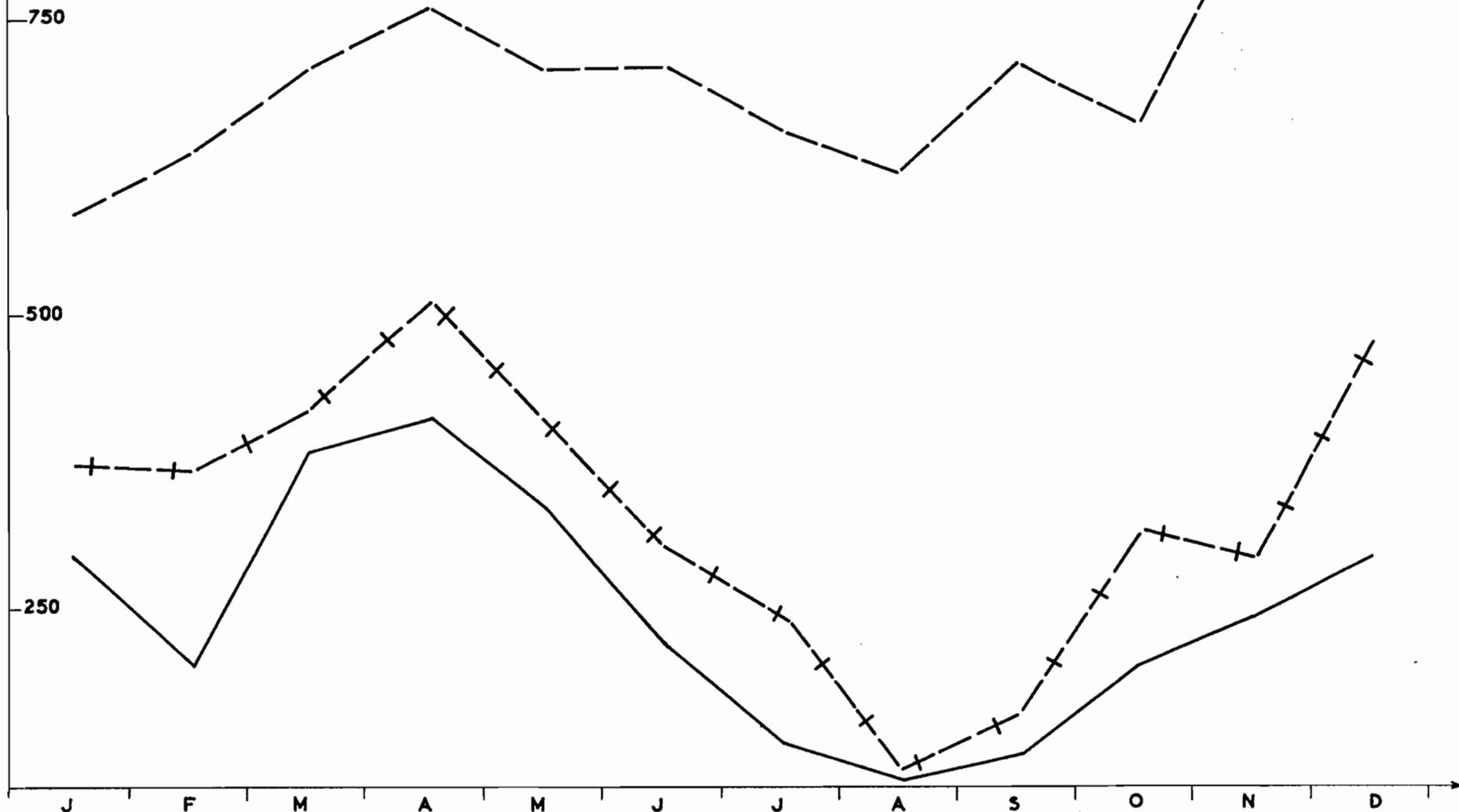
Hauteur d'eau
en mm

EVAPORATION

(évaporomètre Piche)

Année 1957

— Fort - Lamy
+ - + Abéché
- - - Faya - Largeau



CRT 6084

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 13-6-60

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

Janvier	525,2
Février	510,2

Mai	686,3

Août	456,2

Octobre	615,2

-----oOo-----

Nous citerons en suivant quelques indices climatiques pour bien marquer l'accentuation des conditions d'aridité en même temps que l'on s'élève en latitude.

I - INDICE D'ARIDITE (de MARTONNE) $\frac{P}{T + 10}$

P Pluviométrie moyenne annuelle
T Température moyenne annuelle

FAYA-LARGEAU	0,6
ABECHE	12,9
FORT-LAMY	16,8

II - EVAPORATION $\frac{E}{P}$ (Année 1957)
PLUVIOMETRIE

FAYA-LARGEAU	$\frac{8.516,8}{17,9}$	475,7
ABECHE	$\frac{4.005,2}{523,1}$	7,7
ATI	$\frac{3.548,5}{444,5}$	8
FORT-LAMY	$\frac{2.957}{738,9}$	4

III - INDICE DE DRAINAGE D'HENIN (D)

$$D = \frac{\gamma' P^3}{1 + \gamma' P^2}$$

$$\gamma' = \alpha \delta \quad \delta = \frac{1}{0,15T - 0,13} \quad \alpha = \begin{matrix} 1 & \text{Limon} \\ \frac{1}{2} & \text{Argile} \\ 2 & \text{Sable} \end{matrix}$$

P Pluviométrie moyenne annuelle

	Sable	argile
FAYA-LARGEAU	< 1 mm	< 1 mm
FADA	2 mm	< 1 mm
ATI	37 mm	9 mm
ABECHE	54 mm	15 mm
FORT-LAMY	100 mm	28 mm

Le tableau suivant schématise la correspondance admise existant entre l'indice d'aridité D et la classification des sols.

D	CLASSIFICATION
Supérieur à 200 mm	Sol ferrallitique
200 à 90 mm	Sol ferrugineux tropical plus ou moins lessivé
90 à 30 mm	Sol brun steppique, sol chatain
Inférieur à 30 mm	Sol subdésertique

II H A P I T R E I I

U F G E T A T O O V

Dans cette grande région soumise à des climats allant du type tropical sec (pluviométrie 700 à 800 mm) au type désertique (pluviométrie inférieure à 200 mm), le passage d'un type climatique à un autre, bien que progressif, est très accéléré. 650 kilomètres seulement séparent, à vol d'oiseau, les points extrêmes de la région étudiée : AM-DAM de FADA.

Le caractère pré-désertique ou désertique de ces régions est accentué par l'apparition de grandes étendues sableuses mamelonnées et l'abondance des regs caillouteux aux grandes surfaces nues. Ces regs désertiques descendent bien au-dessous de l'isohyète 200 mm et se retrouvent en grande abondance à l'Ouest et au Sud-Ouest d'ABECHE, au Sud d'OUN HADJER sous des pluviométries alors supérieures à 500 mm.

La végétation, dans l'intérieur du Massif du OUADDAI, contraste à latitude égale avec celle des plaines de l'Ouest et il s'y maintient souvent des espèces témoins de climat moins aride :

Anogeissus leiocarpus
Sclerocarya birrea
Albizzia Chevalieri
Acacia sieberiana
Tamarindus indica

H. GILLET signale de même des espèces relictées dans l'intérieur même du Massif de l'Ennedi, sous des pluviométries de 100 mm ou moins (Bauhinia reticulata, Ficus populifolia, Vitex cuneata, Anogeissus leiocarpus) Celles-ci témoignent de climats anciens plus pluvieux et ne se sont conservées là, dans les fonds de vallées, qu'à la faveur de conditions climatiques particulières, bien différentes de celles qui règnent dans les plaines de piedmont.

.../...

Il conviendra donc , dans cette étude, de distinguer la végétation de ces plaines de celle de l'intérieur des massifs. Dans chacun de ces deux cas, la répartition géographique des espèces, la densité du couvert seront en liaison à la fois avec les conditions climatiques et les sols.

Nous distinguerons :

1^o/ Végétation des plaines de piedmonts du Sud d'Ati - Oum-Hadjer aux contreforts de l'Ennedi

2^o/ Végétation de l'intérieur des massifs : Ouaddaï, Ennedi

I - VEGETATION DES PLAINES DE PIEDMONT DU SUD D'ATI - OUM-HADJER AUX CONTREFORTS DE L'ENNEDI.-

La végétation naturelle s'installe ici sur quatre formations pédologiques différentes et prend des aspects particuliers sur chacune d'elles tant par la répartition des espèces végétales que par la densité du couvert.

Ces formations sont par ordre d'importance :

- 1°/ Les étendues sableuses mamelonnées
- 2°/ Les surfaces planes argilo-sableuses à cailloutis superficiels des regs
- 3°/ Les surfaces planes sableuses
- 4°/ Les zones d'alluvions récentes.

Ces formations occupent tantôt de façon homogène et uniforme de grandes surfaces tantôt, au contraire, leur juxtaposition avec d'autres formations peut donner au paysage un aspect très varié.

1°/ VEGETATION DES ETENDUES SABLEUSES MAMELONNEES.-

Ces étendues sableuses s'étendent du Sud d'ATI - OUM-HADJER à l'Ouest de FADA. Cette formation est relativement homogène, très sableuse à sable grossier dominant.

A proximité du Batha, elles sont occupées par une savane arborée assez dense dont le maintien semble favorisé par la présence de cet ouadi et par des pluviométries qui atteignent ou dépassent 500 mm vers le Sud.

Passé le Batha, cette même formation n'est plus occupée que par une végétation arbustive qui se clairseme progressivement et se transforme vers le Nord en pseudo-steppe aux rares arbres.

On assiste là d'abord à la raréfaction puis à la disparition totale de certaines espèces qui donnent ici des limites climatiques bien nettes : Guiera senegalensis, Combretum glutinosum.

Encore convient-il de signaler que la présence d'ouadis peut favoriser, localement, le maintien ou la réapparition de ces mêmes espèces.

En même temps apparaissent, par places, les premiers Leptadenia spartium.

- a) Savane boisée : - voisinage du Batha
Région Ati, Oum-Hadjer, Abéché
- Nord d'Oum Hadjer.

Cette savane est peu visible car souvent détruite par l'homme qui cultive intensivement ces sols sableux. Ce sont souvent des formes très dégradées et très claires que l'on observe. Elle est composée essentiellement de :

Combretum glutinosum
Guiera senegalensis
Acacia senegal
Balanites aegyptiaca
Bauhinia rufescens
Boscia senegalensis
Acacia scorpioides a.
Zyziphus mauritiaca ...

On note aussi, mais très rarement, quelques Anogeissus leiocarpus.

Les interdunes sont parfois occupées par une végétation plus dense où se trouvent :

Cadaba farinosa)
Cordia abyssinica) Relevé observé entre Kobro
Acacia senegal) Fellata et Oum-Hadjer
Boscia senegalensis)
Combretum glutinosum)
Dichrostachys glomerata
Bauhinia rufescens)
Albizzia Chevalieri)

L'association la plus fréquemment observée est celle de Guiera senegalensis et de Combretum glutinosum.

Le tapis graminéen est composé, le plus souvent, de Schoenfeldia gracilis, Ctenium elegans, Eragrostis tremula, Cenchrus biflorus, Aristida sp. auxquels se mêlent :

Crozophora senegalensis
Cassia obovata
Blepharis lineariaefolia

Guiera senegalensis apparaît comme l'élément dominant de la jachère et arrive à former des couverts arbustifs très denses (Sud-Ouest d'Oum Hadjer Mesmedje). Il s'accompagne parfois de Boscia senegalensis et de Calotropis procera qui colonisent souvent les abords des villages.

Dans son ensemble, cette savane est relativement claire mais elle peut devenir plus dense en certains endroits où alors, dans un relief très accusé, on assiste à une juxtaposition de dunes sableuses et de dépressions argileuses où séjourne l'eau des précipitations en saison des pluies. C'est le cas observé dans la région d'Am Sak et au Sud d'Haraze. Ce sont souvent les pentes qui portent un couvert plus dense. Cymbopogon giganteus colonise alors les bas de pentes très érodés.

A l'inverse, sur les contreforts sableux éoliens des massifs granitiques, dans l'intérieur des plaines de piedmonts, la végétation est très clairsemée, composée de : Combretum glutinosum, Balanites aegyptiaca avec tapis graminéen de Ctenium elegans et Cenchrus biflorus. Ce boisement très clair, arbustif ou arboré, annonce déjà les pseudo-steppes du Nord.

Leptadenia spartium a été observé sur contrefort sableux, entre Dop-Dop et Am Dalam.

b) La pseudo-steppe sur sable.

Cette pseudo-steppe est marquée principalement par la disparition de Guiera senegalensis et de Combretum glutinosum qui accentue l'appauvrissement d'un couvert végétal arbustif et arboré déjà très clairsemé.

La limite septentrionale de ces deux espèces se situe sur une ligne arbitraire passant par Djeda, Haraze, Am-Dalam, Biltine.

Nous prendrons cette limite théorique qui correspond sensiblement à l'isohyète 300 mm pour limite Sud de la pseudo-steppe. En fait, la transition entre la savane précédente et la pseudo-steppe est peu nette et progressive.

Le tapis graminéen est généralement ras, composé d'*Aristida* diverses, *Cenchrus biflorus*...

J: KOECHLIN signale au Nord d'Arada (1)

Aristida mutabilis
Aristida pallida
Aristida stipoides
Aristida papposa
Aristida adscensionis
Cenchrus biflorus
Cenchrus Prieurii
Eragrostis tremula
Panicum turgidum
Schmidtia pappophoroides
Tragus racemosus
Dactyloctenium aegyptium

Cymbopogon giganteus s'observe aussi par touffes déchaussées. Les arbres sont rares, souvent installés dans les interdunes. Ce sont :

Cordia gharaf
Acacia tortilis
Balanites aegyptiaca

Acacia scorpioides a, *Zizyphus mauritiaca* se maintiennent encore dans la partie Sud. Le tapis graminéen est accompagné de : *Cassia obovata*, *Crozophora senegalensis*.../...

.../...

(1) - Rapport de Mission botanique dans le Territoire du TCHAD Novembre-Décembre 1955.

Leptadenia spartium a surtout été observé au voisinage d'ARADA ainsi qu'au Nord d'OUUM CHALOUBA sur l'alignement sableux que traverse la route ABEICHE-FADA.

2°/ VEGETATION DES SOLS ARGILO-SABLEUX A CAILLOUTIS SUPERFICIELS - LES REGS.

Leur aire d'extension, extrêmement vaste, va du Sud d'ABECHE à l'Ennedi.

Ce type de sols s'observe en grandes surfaces, généralement planes. Si, dans la partie Sud, les ouadis y ont des cours très peu marqués, au Nord d'ARADA, au contraire, ces regs sont fortement entamés par de puissantes ravines dont la densité croît à mesure que l'on se rapproche vers l'Est des massifs.

Ces regs sont couverts d'un cailloutis quartzeux roulé. Les petits pointements de granite ne sont pas rares, ils affleurent à peine le plus souvent la surface du sol.

Ces regs sont couverts par une végétation arbustive ou arborée très clairsemée qui varie cependant par la distribution des espèces du Sud vers le Nord.

Observés en saison sèche, ces regs offrent de grandes étendues nues aux arbres ou arbustes rares, interrompues par des lignes de végétation plus dense qui correspondent aux cours des ouadis ou à des mares. Le paysage a, dans son ensemble, un aspect désolé, désertique même à des latitudes inférieures à celle d'ABECHE.

Au Sud, Acacia seyal est l'élément dominant d'une formation très clairsemée. Les arbustes sont petits sauf dans les points bas souvent plus argileux où le couvert devient dense. Il est accompagné parfois de Balanites aegyptiaca, Acacia senegalensis. Le tapis graminéen, ras, est composé essentiellement de Schoenfeldia gracilis. Dans les parties basses, Cymbopogon giganteus, en touffes déchaussées indiquant une érosion pluviale intense, devient dominant.

Au voisinage des ensembles sableux précédents, comme au Sud d'OUM-HADJER, on note des savanes arbustives moins clairsemées:

Si Acacia seyal est toujours l'élément dominant, les espèces qui l'accompagnent sont plus nombreuses :

Capparis decidua
Cordia gharaf
Dichrostachys glomerata
Boscia senegalensis
Commiphora africana
Guiera senegalensis parfois sur des placages de sable superficiel.

Des associations différentes apparaissent vers le Nord. A l'Ouest de BILTINE, on remarque Acacia flava qui s'associe à Acacia tortilis, Acacia seyal, Balanites aegyptiaca, Maerua crassifolia. Les deux premiers occupent généralement les bords d'ouadis ou les mares. Ici, déjà, les ouadis plus encaissés, portent sur leurs berges une végétation parfois dense et variée. On y trouve :

<u>Acacia mellifera</u>	<u>Balanites aegyptiaca</u>
<u>Acacia scorpioides</u>	<u>Capparis decidua</u>
<u>Zizyphus mauritiaca</u>	<u>Diospyros mespiliformis</u>
<u>Faidherbia albida</u>	

Quelques Anogeissus leiocarpus ont été observés. Ce sont les derniers rencontrés vers le Nord dans les plaines de piedmont.

Le tapis graminéen de ces regs est toujours identique composé de Schoenfeldia gracilis et Cymbopogon giganteus dans les parties basses.

Au Nord d'OUM-CHALOUBA, la végétation arbustive des regs devient de plus en plus rare. Ce sont alors souvent :

Maerua crassifolia
Balanites aegyptiaca
Capparis decidua

parfois Acacia tortilis alors que les têtes des ravines

.../...

qui prennent naissance sur le plateau sont bordées de petits Acacia flava. Le tapis graminéen est plus discontinu dans cette partie où le cailloutis superficiel et les affleurements rocheux sont très abondants.

La végétation, le long des grands ouadis : Haouach, Chili, Saala se limite souvent à une frange arbustive le long des berges. On y observe :

<u>Acacia mellifera</u>	<u>Boscia senegalensis</u>
<u>Commiphora africana</u>	<u>Cordia gharaf</u>
<u>Capparis decidua</u>	<u>Maerua crassifolia</u>

3°/ VEGETATION DES SURFACES PLANES SABLEUSES.

Ces surfaces planes sableuses qui contrastent avec les ensembles sableux mamelonnés occupent des étendues restreintes. Ce sont, le plus souvent, de fins cordons qui s'étirent d'Est en Ouest.

Elles représentent d'anciennes voies d'eau qui ont nivelé sur leur parcours la série sableuse ancienne. En d'autres endroits, elles résultent d'un épandage de sédiments plus récents. Ces surfaces occupent tantôt des parties relativement élevées (alignement Nord d'Am Sak à Haraze) tantôt des fonds de vallées comprises entre deux regs (Ouadi Enne au Nord de BILTINE).

Elles s'observent donc dans les zones d'épandage des grands ouadis dès leur entrée dans les plaines de piedmont (Batha, ouadis Chauk, Enne, Fama, Ouagat, Oum Chalouba, Haouach, Chili).

Si dans le Sud elles portent une végétation plus dense et plus variée que les surfaces mamelonnées, au Nord, au contraire, il y a peu de différence dans la densité du couvert végétal et la distribution des espèces.

Ainsi nous avons noté :

1°/ Au Sud près du Batha entre Bachama et Atala :

.../...

- sur sable, une savane boisée moyennement dense à Combretum glutinosum dominant avec :

Zizyphus mauritiaca
Balanites aegyptiaca
Cordia gharaf
Acacia scorpioides a.

Repousses nombreuses d'Hyphaene thebaïca.

-sur sol sablo-argileux : végétation en îlots assez dense:

Cordia gharaf
Commiphora africana
Balanites aegyptiaca
Zizyphus mauritiaca

2°/ Entre Am-Sak et Haraze et au Nord-Ouest d'Am-Sak
Végétation claire de savane arbustive :

Maerua crassifolia Cordia gharaf
Acacia tortilis Zizyphus mauritiaca
Balanites aegyptiaca

Tapis graminéen dense :

Aristidées
Cenchrus biflorus

3°/ Près de Ngotteur, à l'Ouest d'Haraze, dans un fond très encaissé, au milieu des formations sableuses mamelonnées avec une nappe phréatique à 10 m. Végétation dense à grands arbres et arbustes.

Faidherbia albida
Acacia tortilis
Balanites aegyptiaca
Bauhinia rufescens
Zizyphus mauritiaca

4°/ Au Sud d'Arada. Savane arbustive basse composée principalement de :

Cordia gharaf Maerua crassifolia
Acacia tortilis Acacia senegal
Acacia scorpioides a.

avec tapis graminéen d'Aristidées, Cenchrus biflorus, Cymbopogon sp.

Là, cette savane était souvent interrompue de zones basses correspondantes à des lits d'ouadis peuplés d'Acacia flava.

5°/ Près de l'Ouadi Enne, à l'Ouest de BILTINE; végétation de pseudo-steppe aux arbustes plus rares : Cordia gharaf, Acacia tortilis, Maerua crassifolia, Acacia flava

6°/ A partir d'Arada, vers le Nord, végétation sensiblement identique à celle observée sur la série sableuse mamelonnée. Elle constitue alors des pseudo-steppes aux espèces de plus en plus clairsemées où les éléments arbustifs dominants sont : Acacia tortilis, Maerua crassifolia, Balanites aegyptiaca avec tapis graminéen d'Aristidées et de Cenchrus.

4°/ VEGETATION DES SOLS D'ALLUVIONS RECENTES.-NAGA-SAVANE ARMEE.-

Ces sols couvrent, le plus souvent, de petites surfaces orientées Est-Ouest et occupent les zones basses en contrebas des sols sableux précédents.

Ils prennent cependant une grande extension sur la rive droite du Batha où ils constituent une importante fosse au Nord-Ouest d'OUM-HADJER. Le cours de la Bitéa et la zone de confluence Bitéa-Batha, la région Ouest de BILTINE, la bordure de l'Ouadi Enne, la partie située au Sud-Est d'Arada représentent les points de plus grande extension.

Plus au Nord, ils occupent des surfaces très restreintes, le long d'ouadis déjà cités précédemment.

La texture de ces sols est très variable et si les types sableux ou les couvertures sableuses superficielles sont assez fréquents, les sols les plus souvent observés sont limono-argileux, argilo-sableux, argilo-limoneux, rarement argileux. Ils sont fréquemment à alcalis et parfois faiblement salés, ce qui explique alors une végétation clairsemée qui s'apparente à celle des "nagas" de FORT-LAMY.

Le long du Batha c'est souvent Hyphaene thebaïca qui est l'élément dominant soit à l'état d'arbres, soit sous forme de repousses très nombreuses, ceci sur des sols sableux profonds. Cette même formation occupe parfois de petits monticules de sable superficiel. Ces îlots de végétation contrastent alors de l'ensemble à végétation très clairsemée où sur sol plus argileux on observe :

Capparis decidua
Acacia scorpioides a.
Balanites aegyptiaca
Maerua crassifolia
Cordia gharaf
Zizyphus mauritiaca

Schoenfeldia gracilis forme généralement un tapis très ras .

Au Nord du Batha et de Bachama ces mêmes formations occupent souvent de petites buttes isolées à végétation d'Acacia seyal, Acacia senegal. Entre ces îlots de végétation, les sols argileux, argilo-sableux sont nus portant ça et là de petits boisements denses de savane armée à Acacia seyal dans les parties les plus basses. Ce dernier est parfois remplacé par Acacia scorpioides dans le lit argileux des cours d'eau.

Ainsi les étendues de "naga" pure sont rares et le plus souvent morcelées par des buttes sableuses, des plaques d'argile. C'est le cas au Sud et à l'Ouest d'Am-Sak et autour d'Haraze où réapparaissent, en buttes isolées, les sables anciens. Dans cette partie, les sols argileux, argilo-sableux sont souvent nus mais portent parfois une végétation arbustive buissonnante :

Maerua crassifolia
Balanites aegyptiaca
Acacia tortilis

Exceptionnellement, elle peut devenir très dense et il s'y ajoutent, comme vers Id El Bir : Acacia seyal, Acacia scorpioides.

Au Nord d'Am-Sak commencent à s'observer de petits peuplements presque purs d'Acacia flava.

La Bitéa dans son cours supérieur , le Batha, sont bordés par des boisements denses qui prennent des allures de galerie forestière soudanienne. Les grands arbres y sont abondants mêlés à un sous-bois d'arbustes et d'épineux.

Acacia sieberiana
Tamarindus indica
Ficus sp.
Acacia scorpioides
Balanites aegyptiaca
Acacia seyal
Bauhinia reticulata
Bauhinia rufescens
Acacia ataxacantha

Celtis integrifolia
Anogeissus leiocarpus
Diospyros mespiliformis

Au Nord du parallèle d'ABECHE, ces mêmes sols sur alluvions récentes portent souvent une végétation très claire sauf à proximité des cours d'ouadis où le couvert devient plus dense.

Nous avons relevé au Sud de BILTINE, entre les kilomètres 6 et 10, une "naga" typique au sol alluvial nu très évolué aux arbustes très rares :

Capparis decidua
Boscia senegalensis
Salvadora persica

Tapis graminéen indéterminé, par places Cymbopogon giganteus.

A l'Ouest de BILTINE au Nord de GANATIR ces mêmes sols portent des boisements divers . Nous avons noté :

- Acacia flava et Cymbopogon giganteus en touffes déchaussées dans une dépression argileuse
- Acacia mellifera sur des sols alluviaux peu évolués
- boisement dense au Sud de Ganatir sur une terrasse d'ouadi au milieu des regs :

Acacia seyal
Acacia tortilis
Anogeissus leiocarpus
Acacia scorpioides
Balanites aegyptiaca
Capparis decidua

.../...

Au Sud-Est d'Arada Cordia gharaf domine souvent dans un ensemble très clairsemé sur des sols évolués. Dans cette même région les sols alluviaux sableux parfois cultivés en petit mil portent la pseudo-steppe au tapis graminéen court d'Aristidées, d'Eragrostis sp., de Cenchrus biflorus tandis que les rares arbres sont : Acacia tortilis, Cordia gharaf, Acacia senegal, Maerua crassifolia, Acacia flava, Balanites aegyptiaca.

Au Nord d'Arada la végétation ne constitue plus que de minces franges le long des ouadis tandis que les terrasses plus ou moins étendues sont pratiquement dépourvues de toute végétation arbustive. Maerua crassifolia, Balanites aegyptiaca, Capparis decidua sont alors souvent les plus représentés.

II - VEGETATION DANS L'INTERIEUR DES MASSIFS

1^o / MASSIF DU OUADDAI.-

La végétation dans l'intérieur du Massif contraste, à latitude égale, avec celle des plaines de l'Ouest. On y retrouve des espèces plus soudaniennes : Anogeissus leio-carpus, Sclerocarya birrea, Albizia Chevalieri ... tandis que les cours très encaissés des ouadis portent souvent une végétation abondante de grands arbres : Acacia sieberiana, Tamarindus indica La nappe phréatique est alors peu profonde. Ce contraste semble la conséquence :

- de conditions climatiques particulières et notamment de la plus grande abondance des précipitations
- du fait que dans l'intérieur des massifs l'on ait affaire dans un relief tourmenté à des sols jeunes peu évolués à l'inverse de la plaine où les regs, les sols alluviaux sont souvent à alcalis ou salés à alcalis.

Nous retrouvons aussi dans l'intérieur du massif de grands ensembles sableux mamelonnés. Accolés souvent aux

massifs montagneux, ils pourraient faire penser à des dépôts éoliens d'origine récente. Ils semblent, en fait, les vestiges d'une importante série sédimentaire qui couvrirait sans doute anciennement une grande partie du massif du Ouaddaï.

La majorité des terres dans l'intérieur du massif est composée de :

- sol squelettique sur granite sur crête ou pente
- sol argilo-sableux peu épais sur granite sur pente
- sol sableux à sablo-argileux (arène transportée) dans les fonds de vallées
- sol alluvial dans les cours d'ouadis

Le couvert végétal se répartit en fonction de la topographie. Il est fonction aussi du degré d'érosion du sol, de son épaisseur et de la plus ou moins grande profondeur de la nappe phréatique.

Du Sud vers le Nord, on assiste, comme dans les plaines de piedmont, à une diminution du couvert végétal et à la raréfaction de certaines espèces qui finissent par disparaître complètement.

Dans le Sud (Sud et Sud-Est d'ABECHE), la végétation souvent très fournie, est celle d'une savane arbustive à arborée :

Acacia scorpioides
Acacia seyal
Acacia senegal
Dalbergia melanoxylon
Bauhinia reticulata
Bauhinia rufescens

Dichrostachys glomerata

auxquels se mêlent quelques arbres :

Anogeissus leiocarpus
Combretum glutinosum
Sclerocarya birrea

.../...

Cette savane pousse sur des sols argilo-sableux peu épais sur granite ou granito-gneiss. Un abondant cailloutis quartzeux est fréquemment observé en surface. Les pentes sont généralement assez faibles, la topographie peu tourmentée.

Dans les parties cultivées la jachère est à Combretum glutinosum, Acacia senegal, Bauhinia reticulata.

Cette savane peut prendre des formes très clairsemées sur des surfaces où le cailloutis est abondant. Celles-ci rappellent les regs de l'Ouest.

Acacia seyal devient alors l'élément dominant avec Balanites aegyptiaca, Acacia scorpioides, Acacia senegal. On note aussi dans ces endroits des îlots de Cymbopogon giganteus déchaussés dans les points bas tandis que le tapis graminéen ras est à base de Schoenfeldia gracilis.

Les surfaces à nombreux affleurements granitiques, les sols squelettiques généralement sur des pentes plus fortes portent une végétation plus clairsemée où Dalbergia melanoxylon et Albizzia Chevalieri sont le plus souvent observés; Acacia scorpioides, Acacia senegal. Cymbopogon giganteus constitue souvent le tapis graminéen.

Les sols sableux anciens accolés aux massifs granitiques possèdent aussi une savane arbustive qui alterne avec des cultures. Elle représente, le plus souvent, une jachère ancienne. On y observe :

Combretum glutinosum
Guiera senegalensis
Bauhinia reticulata
Bauhinia rufescens

Boscia senegalensis
Acacia scorpioides
Zizyphus mauritiaca

Les cours d'ouadis, les terrasses en sol alluvial portent une végétation soit :

.../...

- de grands arbres

Cours de la Bitéa, Sud d'Abéché vers Goz Beïda :

<u>Acacia sieberiana</u>	<u>Acacia scorpioides</u>
<u>Balanites aegyptiaca</u>	<u>Faidherbia albida</u>
<u>Tamarindus indica</u>

soit - des boisements arbustifs à :

<u>Acacia senegalensis</u>	<u>Balanites aegyptiaca</u>
<u>Bauhinia rufescens</u>	<u>Zizyphus mauritiaca</u>
<u>Acacia scorpioides</u>	<u>Maerua crassifolia</u>

tandis que des îlots d'Acacia seyal colonisent les sols plus argileux (cours de l'Ouadi Chauk, de la Bitéa au Sud-Ouest d'ABECHE, cours de l'Ouadi Hamra).

Région BILTINE- AM ZOER, Nord -Nord-Est d'ABECHE.-

Les sols squelettiques sont ici plus abondants. Aux affleurements classiques de granite s'ajoutent des alignements multiples de pegmatites, micro-granite qui contribuent à donner à cette région un aspect chaotique. Les vallées et les ravines sont nombreuses. La végétation se tient principalement autour des pointements de micro-granite ou dans les ravins encaissés. Ailleurs, le sol est nu portant seulement des lignes de végétation le long des rigoles d'érosion.

On note comme espèces principales composant cette savane arbustive :

Dalbergia melanoxydon
Albizia Chevalieri
Acacia senegal
Commiphora africana
Boscia senegalensis
Capparis sp.
Acacia scorpioides
Cordia gharaf
.....

.../...

parfois encore Anogeissus leiocarpus et Sclerocarya birrea, Acacia senegal est en peuplement dense autour des pointements tandis qu'Albizzia Chevalieri se tient surtout dans les fonds.

Dans les parties relativement planes où les affleurements granitiques sont rares, sur des sols argilo-sableux peu épais sur granite, s'observe une végétation arbustive très clairsemée : Bauhinia rufescens, Boscia senegalensis, Acacia senegal.

Les terres en cultures ont des jachères à dominance de Boscia senegalensis.

Les ouadis sont ici multiples : Ouadis Mandjobo, Ania, Am-Zoer, Anouma, Kassiné Ils ont généralement de petites terrasses alluviales boisées par une végétation de grands arbres : Faidherbia albida, Acacia sieberiana, Tamarindus indica, Zizyphus mucronata, Terminalia sp., Bauhinia reticulata ...

La nappe phréatique est proche de la surface : 2 à 3 m. et favorise des cultures de saison sèche par irrigation. Ces terrasses sont généralement de faibles étendues, coupées souvent de pointements rocheux.

Nous noterons dans cette région l'absence ou la rareté de Capparis decidua, de Salvadora persica, l'apparition de rares Acacia tortilis, le maintien d'espèces comme Anogeissus leiocarpus, Combretum glutinosum, Sclerocarya birrea.

Région Nord et Nord-Est de BILTINE. Route BILTINE-MATADJENE-IRIBA.-

Dans cette région moins accidentée que la précédente, les zones de forte érosion, les sols squelettiques sont moins abondants. En même temps vont réapparaître les ensembles sableux mamelonnés qui occupent des cirques au milieu des pointements de granite.

.../...

Les sols alluviaux sont abondants ici, principalement à l'Ouest de Matadjene et au Sud de Bir Teré, le long d'un important ouadi qui passe près de Mourra.

La végétation est ici celle de la savane arbustive à épineux dominants. Dans les parties très érodées où les sols squelettiques dominent au milieu des affleurements de granite et micro-granite, poussent dans un relief très accusé (Sud-Ouest de Gourouf, Sud-Ouest de Matadjene) :

Acacia senegal souvent dominant
Acacia tortilis
Maerua crassifolia
Croton africana

On note aussi de beaux peuplements d'Acacia mellifera.

Les surfaces planes en contre-bas des zones très chahutées portent des boisements arbustifs assez denses où Acacia senegal est l'élément dominant, ceci sur des sols sableux détritiques assez grossiers (arène transportée). Les parties cultivées portent souvent, là aussi, des jachères à Boscia senegalensis.

Enfin, les sols sableux de la série ancienne (Kalidji, Sud de Bir Teré) sont le domaine de la pseudo-steppe graminéenne accompagnée d'arbustes : Leptadenia spartium, Acacia senegal. Ce dernier arrive à former parfois des boisements assez denses.

Les sols alluviaux ne sont plus occupés ici par la végétation de grands arbres que nous avons trouvés vers Am Zoer. La végétation est alors clairsemée.

L'on observe près de BILTINE :

Maerua crassifolia Capparis decidua
Salvadora persica
Acacia tortilis
Capparis decidua

.../...

Parfois dans des fonds privilégiés, la formation est plus dense et à ces espèces s'ajoutent : Zizyphus mauritica, Boscia senegalensis, Acacia senegal, Cadaba farinosa ...

Nous signalerons ici le peuplement d'Acacia scorpioides de la mare de Matadjéné.

2°/ MASSIF DE L'ENNEDI.-

Situé à l'extrémité Nord de la région étudiée, le massif gréseux de l'Ennedi n'a fait l'objet que d'une étude sommaire limitée aux environs de Fada, d'Archeï et aux plaines de piedmont du Sud-Ouest.

Observé début Mai, nous n'avons pu retenir que les noms d'espèces arbustives ou arborées, le tapis graminéen n'étant pas identifiable à cette époque de l'année.

Ici encore cependant, le contraste est frappant entre les plaines désolées et nues de l'Ouest où dominent les regs caillouteux et l'intérieur du massif.

Les grès primaires ont donné naissance dans les cuvettes, les vallées parfois les pentes à des sols sableux d'épaisseur très variable. Sols squelettiques et sols gris ou roses sableux subdésertiques dominent. Les sols alluviaux de texture limoneuse sont plus rares, souvent limités à d'étroits sillons qui constituent le cours ou les terrasses des Enneris (N'Dou, Archeï). Des fosses argileuses, comme la mare d'Edié, peuvent jaloner ces parcours.

La végétation est fonction de la topographie et de l'épaisseur des sols.

Dans les parties planes sur sols squelettiques rappelant les regs de l'Ouest, par suite de la présence d'un cailloutis ferrugineux superficiel et abondant qui recouvre des affleurements plans de grès, la végétation arbustive est nulle, limitée à quelques Acacia tortilis. Cet arbre, qui est un des éléments dominants du paysage, devient plus abondant sur des sols sableux plus épais où la roche affleure encore, par places, en bancs horizontaux.

Des tables de grès nues surplombent ces hautes plaines et limitent étroitement l'horizon. Dans leur voisinage, des zones de stagnation des eaux après les tornades restent visibles. Le sol nu, couvert de quelques touffes de graminées, apparaît lissé. Une pellicule sablo-limoneuse superficielle, finement craquelée, recouvre le sable sous-jacent. Les arbustes sont alors rares. Ce sont :

Boscia senegalensis
Capparis decidua

Des amoncellements sableux remontent parfois les pentes des massifs gréseux ou occupent les cols. La végétation arbustive est rare sur ces sables, souvent limitée à quelques Acacia tortilis. Des touffes de Panicum turgidum forment alors un couvert graminéen très discontinu.

Les zones d'épandage des Enneris portent, généralement sur des sols alluviaux, une végétation très clairsemée où Salvadora persica est souvent abondant, associé à Capparis decidua.

Parfois la végétation se réfugie sur de petits monticules sableux où Salvadora persica est très abondant; accompagné de Capparis decidua, Maerua crassifolia, Acacia tortilis ...

Les mares argileuses, aux sols polygonaux, possèdent une végétation clairsemée. Capparis decidua en est l'élément dominant (Mare d'Edié).

.../...

Quand la nature le permet, là où exceptionnellement une nappe phréatique se **tient** toute l'année à faible profondeur, on assiste au maintien de formation arbustive ou arborée dense.

C'est le cas du site de FADA où la nappe, proche du sol, a favorisé l'implantation d'une palmeraie et des cultures irriguées. Dans la vallée du N'Dou, une végétation naturelle arborée se retrouve sur des sols limono-argileux, argilo-limoneux. La végétation y est dense, composée surtout d'Acacia tortilis, Boscia senegalensis, Salvadora persica, Balanites aegyptiaca, Calotropis procera s'y ajoutent. La nappe phréatique est ici à 7 - 8 m.

Mais c'est surtout dans les vallées encaissées que se maintient d'une façon plus homogène un couvert végétal important.

A Archeï, nous avons noté à la sortie des gorges, dans la partie resserrée du cours de l'Enneri, sur une petite terrasse des peuplements relativement denses d'Acacia tortilis.

Plus en aval, sur une terrasse en pente douce, la végétation se clairsème progressivement. On y trouve : Capparis decidua accompagné de Boscia senegalensis, Acacia tortilis, Balanites aegyptiaca.

Hyphaene thebaïca est fréquemment observé dans ces vallées. Tamarindus indica, aux affinités plus soudaniennes se rencontre très exceptionnellement.

H. GILLET (1) signale dans ces gorges ou dans les dépressions le maintien d'espèces plus méridionales.

.../...

(1) - Rapport sur une mission scientifique dans l'Ennedi et au Mourdi (Nord-Tchad).

Sur le haut cours de l'Enneri Erdebeché, dans des rives moyennement encaissées ont été observés :

Diospyros mespiliformis

Anogeissus leiocarpus

Tamarindus indica

Dichrostachys glomerata

-Près des mares du Basso (mare d'Ortoli)

Acacia seyal

Acacia scorpioides v. nilotica

-Dépression d'Aoué

Combretum gallabatense

Anogeissus leiocarpus

Bauhinia reticulata

Toutes ces espèces témoignent d'un passé récent au régime climatique très différent de l'actuel et beaucoup moins désertique. Hypothèse confirmée-par les multiples gravures rupestres où se retrouvent : girafe, buffle, éléphant ... qui peuplaient alors cette contrée et qui ont aujourd'hui disparu

- par les découvertes faites sur la géologie récente de ces régions et qui montrent l'existence de plusieurs périodes pluviales dont la dernière très récente.

.../...

Schématiquement, la vaste région étudiée peut se décomposer en trois ensembles bien différents :

- le Massif gréseux de l'Ennedi
- le Massif granito-gneissique du Ouaddaï avec ses prolongements au Sud d'Oum-Hadjer
- le sédimentaire récent des plaines de piedmont à l'Ouest des massifs

I - MASSIF GRESEUX DE L'ENNEDI.-

Nous rappellerons ci-dessous la succession des séries stratigraphiques admises pour l'ensemble Borkou-Ennedi-Tibesti et définie ainsi par P. WACRENIER (1):

.... " 1^o/ A la base, socle antécambrien composé de deux ensembles séparés par une discordance soulignée par un conglomérat.

a) un ensemble très métamorphique composé de micaschistes, de gneiss, d'amphibolites, de pyroxénites,

.../...

(1) - Mission d'exploration géologique et minière des confins Nord du Tchad (Borkou - Ennedi - Tibesti) - Mission 1956-1957 HUDELEY - VINCENT - WACRENIER.

de cipolins, de leypitinites, de quartzites traversés de granites granodiorites et diorites à faciès souvent gneissique.

b) un ensemble peu métamorphique débutant par un conglomérat contenant des galets de granite, quartz, cipolins et gneiss surmonté par des schistes arkosiques et gréseux associés à des phyllades. Des laves essentiellement rhyolitiques partiellement recristallisées sont associées à ces schistes qui sont en outre traversés par des massifs de granites alcalins et calco-alcalins.

2°/ Des formations paléozoïques reposent sur ce socle. Il s'agit de puissantes séries essentiellement gréseuses avec toutefois quelques intercalations calcaires au sommet. L'échelle stratigraphique suivante a pu être établie des terrains les plus anciens aux plus récents :

- grès inférieurs, très massifs, formant une falaise analogue à celle du Tassili interne du Sahara
- grès moyens, plus tendres que les précédents, parfois psammitiques, d'âge probable gotlandien
- grès supérieurs très massifs, d'âge dévonien inférieur formant une falaise analogue à celle du Tassili externe du Sahara
- grès à plantes à faciès continentaux, d'âge dévonien moyen et supérieur
- carbonifère constitué de grès ferrugineux alternant avec des calcaires bleutés et des marnes vertes et roses.

3°/ Des formations mésozoïques constituées essentiellement de grès à faciès continentaux avec quelques intercalations de calcaires lacustres, marnes et pélites très fréquemment silicifiés et parfois ferruginisés.

.../...

Ces formations sont analogues à celle des grès de Nubie du Sahara et d'âge probable crétacé.

4^o/ Deux formations sédimentaires tertiaires ont été reconnues sur le territoire Borkou-Ennedi-Tibesti.

- Au Nord du Tibesti transgression marine éocène venant de Lybie -(grès et calcaire fossilifères avec niveaux gypseux à la base).
- Dans le Borkou et l'Ennedi formation continentale (grès molassiques, grès ferrugineux, argiles bariolées, cuirasses latéritiques). Formation analogue à celle du continental terminal du Sahara.

5^o/ Les plus hauts sommets du Tibesti sont constitués de roches volcaniques où l'on distingue :

- séries volcaniques tertiaires
- séries volcaniques récentes

6^o/ Des formations quaternaires et récentes ont rempli les dépressions au pied des massifs montagneux. Il s'agit essentiellement :

- de bancs de diatomites blanches et rouges alternant avec des niveaux gréseux
- de calcaires lacustres
- de regs d'origine alluviale à gros cailloutis
- de dunes soit en cordons ou barkanes isolés soit rassemblés en Ergs."

En Ennedi, ce sont principalement les formations gréseuses paléozoïques que l'on observe ainsi que des formations sableuses récentes qui ennoient les plaines intérieures du Massif ou s'accolent aux tables de grès.

A/ FORMATIONS GRESEUSES

Elles sont constituées par :

- grès inférieur d'âge ordovicien
- grès moyen d'âge gotlandien
- grès supérieur d'âge dévonien inférieur

qui forment la série des Tassilis, appelée ainsi par analogie stratigraphique à celle observée dans le massif saharien du même nom. Ces grès occupent la partie Sud du Massif.

La partie culminante de l'Ennedi est constituée par des grès continentaux à plantes d'âge dévonien moyen et supérieur

La série des Tassilis est composée le plus souvent de grès friables de couleur blanche, beige, rose ou rouge. Ils sont de granulométrie variable, généralement assez grossière.

Nous donnons plus loin l'analyse granulométrique d'un grès rouge très friable (1) et celle d'un grès blanc, beaucoup plus dur, plus fortement cimenté (2).

L'examen des sables au binoculaire révèle dans les deux cas une majorité de quartz anguleux, rubéfiés (1), laiteux (2).

Ces deux grès représentent des types moyens.

D'une façon générale, les grès inférieurs sont plus compacts, souvent plus grossiers que les grès moyens et supérieurs. Ils sont fréquemment interstratifiés de lit de cailloutis quartzeux roulés très grossiers qui indiquent lors du dépôt des périodes à régime torrentiel.

Ces grès inférieurs reposent par des grès ferrugineux à éléments quartzeux assez grossiers et anguleux sur le socle granito-gneissique.

Dans la série des grès moyens et supérieurs apparaissent des niveaux plus fins schisto-gréseux parfois psammitiques et fossilifères (Harlania).

Tous ces grès sont très fracturés. Dans les fissures verticales ou subverticales s'observent des amas ferrugineux noirâtres qui émergent des grès et que l'érosion n'a pas toujours réussi à enlever.

Ces grès présentent morphologiquement plusieurs faciès :

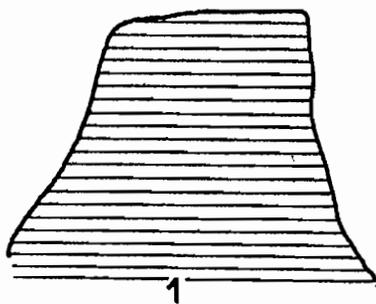
- faciès en tables (1) discontinues au milieu des plaines intérieures. Ces tables portent fréquemment des amoncellements sableux accolés sur leur versant.

- faciès en terril (2) dans un relief plus tourmenté. Les massifs gréseux ont ici des pentes accusées qui indiquent une érosion pluviale intense d'un matériau plus tendre. Ces grès donnent alors naissance, sur les pentes ou dans les fonds de vallée au milieu des multiples affleurements, à des sols de couleur rosé rouge. Ces massifs de grès sont couverts d'éboulis importants, d'amas ferrugineux

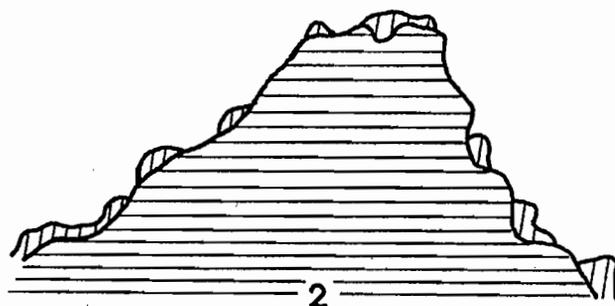
- faciès ruiniforme (3) au milieu des sables. Les anciennes tables gréseuses sont découpées là, souvent, en fines colonnettes dentelées qui indiquent une érosion éolienne intense d'un matériau friable (Falaise d'Archeï) - Voir graphique page suivante.

Nous n'avons pas pénétré, au cours de cette mission, dans le domaine des grès continentaux à plantes du dévonien moyen et supérieur.

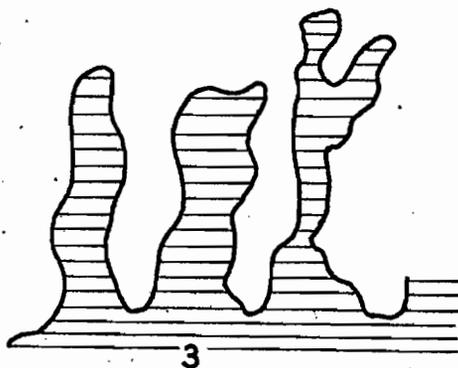
FACIÈS DES GRÈS



1



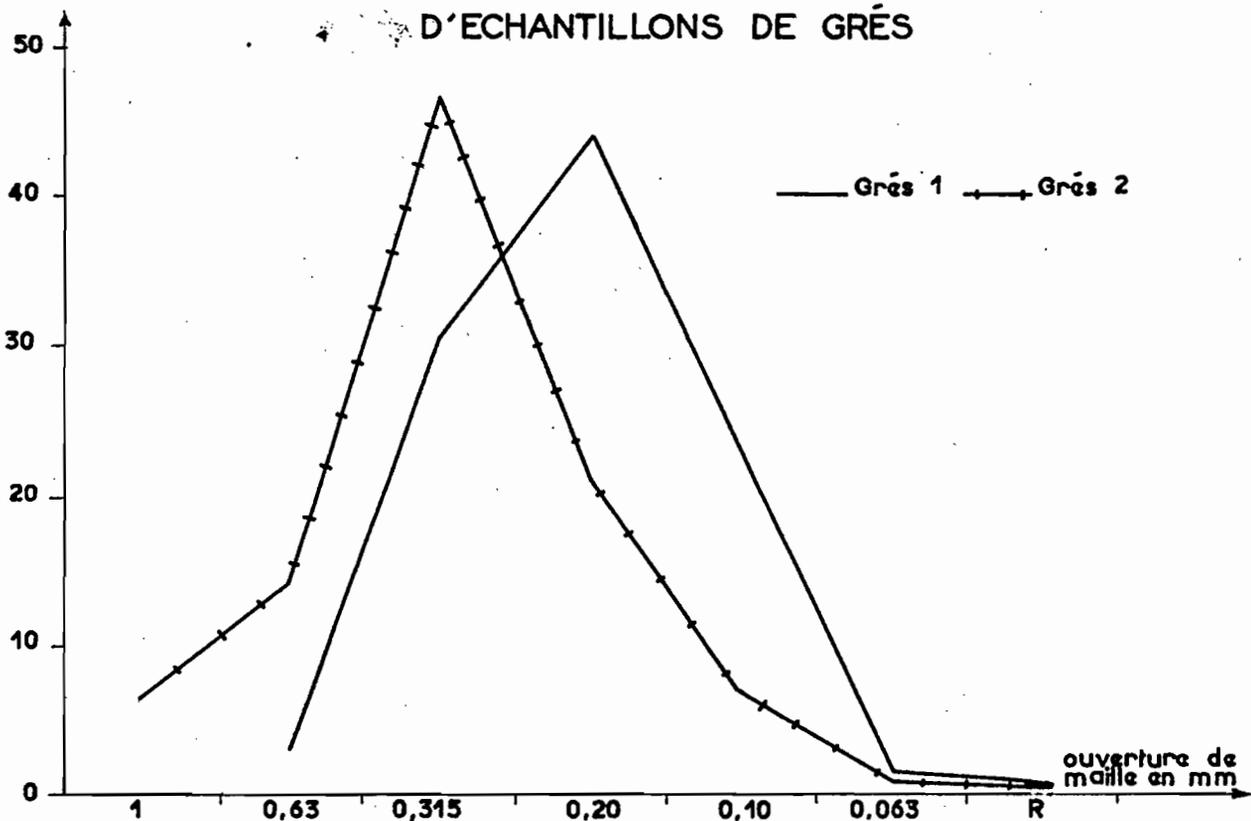
2



3

o/o gr

ANALYSE GRANULOMETRIQUE D'ECHANTILLONS DE GRÈS



CRT 6087

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 2 7 60

DES: L. Trénoü

VISA:

TUBE N°

P

B/ LE SEDIMENTAIRE RECENT

Il occupe les nombreuses plaines de dégagement que l'on observe dans l'intérieur du massif (Vallée du N'Dou, de l'Enneri Archeï).

Généralement peu épais (1 à 2 m) il repose directement sur les grès.

Les sables proviennent de la décomposition des grès. Ils ne semblent cependant pas en place et c'est à la suite d'un transport fluviatile qu'ils sont venus combler localement des fosses. Ces sables sont quartzeux, anguleux, brillants ou mats. Les arêtes, souvent émoussées, contrastent avec celles du matériau qui constitue le grès non altéré. Ces sables apparaissent donc essentiellement fluviatiles. On y trouve aussi des grains arrondis dépolis, typiquement éoliens mais ceux-ci sont peu nombreux, plus nombreux cependant dans les plaines d'épandage que dans les zones d'érosion aux pieds des massifs gréseux où le matériau détritique est plus jeune.

Il semble probable que ces sédiments détritiques ont été mis en place assez récemment, si l'on admet que la phase de transport du cailloutis quartzeux que l'on observe dans les plaines de piedmont et dont nous reparlerons, est antérieure à leur dépôt. En effet, un tel transport n'a pu s'accompagner dans le massif lui-même que par une érosion intense des sols qui préexistaient et par suite de leur disparition quasi totale. On peut donc penser que ces sables sont postérieurs au dépôt du cailloutis.

On note parfois au-dessus de cette série sableuse, la présence d'un horizon superficiel plus finement sableux et plus clair, séparé de l'horizon profond par une stratification sablo-limoneuse. Ceci se voit en surface dans la cuvette de Fada. Il semble qu'il s'agisse là encore d'un alluvionnement fluvial et non éolien comme l'on pourrait le penser.

.../...

La représentation graphique de la distribution granulométrique des divers échantillons donne trois types de courbes différentes. (Voir graphique page suivante)

1^o/ N° 1321- 1322 Dépression à la sortie des gorges. Transport faible. Produits d'érosion en place.

N° 1302 Plaine intérieure vallée du N'Dou, courbe voisine de celle des grès.

2^o/ N° 1301 - 1342 - 1343 Courbe à 2 maxima. Transport plus important

3^o/ N° 1341 1 maximum sable fin dominant.

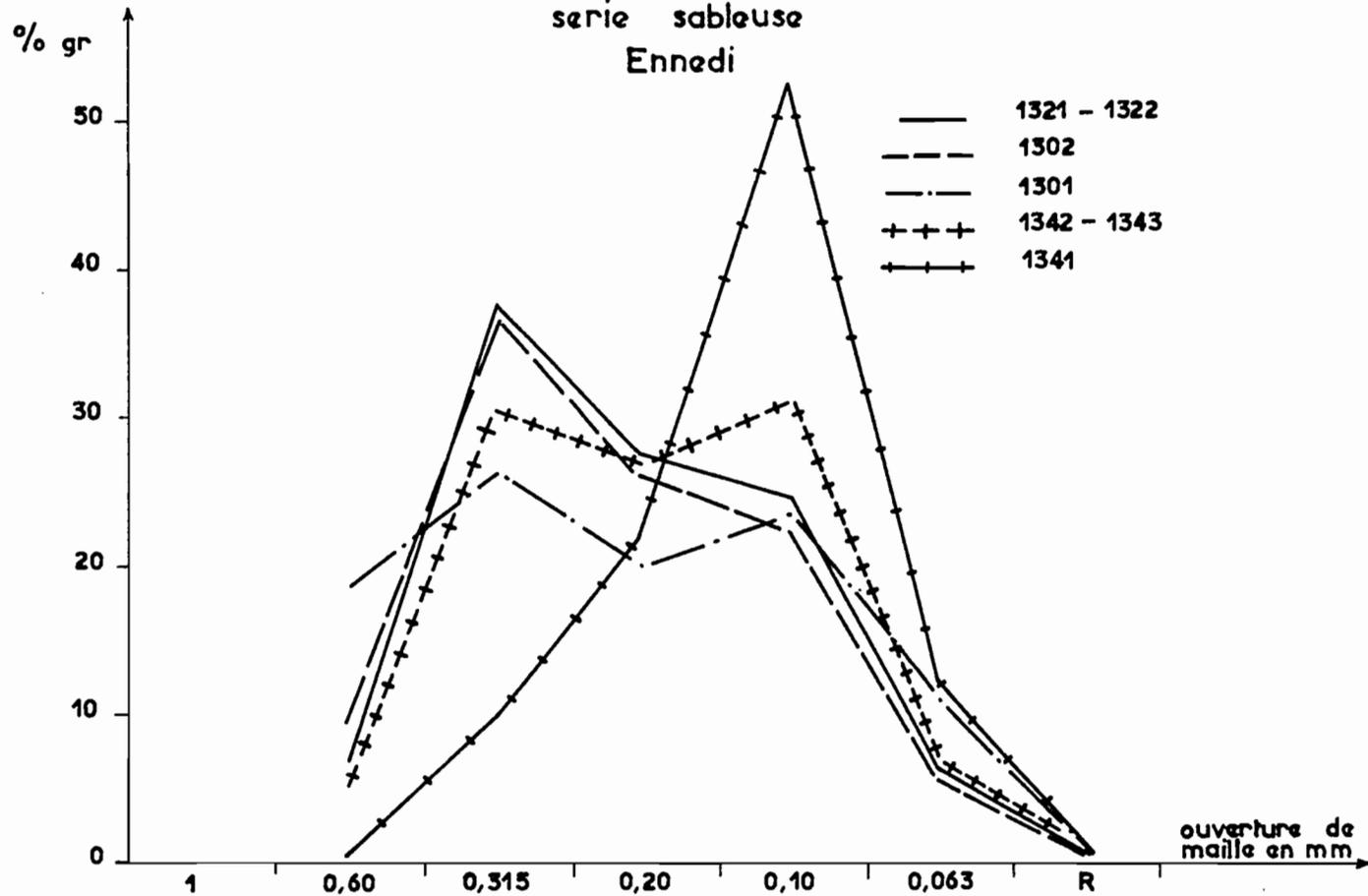
Nous nous garderons bien de tirer des conclusions trop générales des quelques premières données que nous possédons là.

Remarquons cependant, pour prendre un exemple précis, l'hétérogénéité du profil 134 où l'horizon de surface (1341) est complètement différent des horizons profonds (1342 et 1343). Notons aussi qu'il peut d'ailleurs parfois s'intercaler entre ceux-ci une stratification sablo-limoneuse. Nous ferons donc de l'horizon représenté ici schématiquement par l'horizon 1341, une série sédimentaire peu épaisse bien individualisée, colluviale ou alluviale, actuelle à subactuelle.

La stratification alluviale notée plus haut prend toute son importance dans le cours des Enneris ou sur certaines terrasses. Elle est alors caractérisée par l'abondance de sédiments beaucoup plus fins : limono-argileux ou argileux (mare d'Edié) qui continuent à se déposer actuellement.

Nous donnerons ci-après sa composition granulométrique qui est très variable.

ANALYSE GRANULOMETRIQUE
 D'ECHANTILLONS DE SOL
 serie sableuse
 Ennedi



CRT 6088

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 2-7-60

DES: L. Trénoü

VISA:

TUBE N°

P

N°	1361	1362	1331	1332	1351	1352
Origine	Terrasse Chigéou		N'Dou		Mare d'Edié	
Sable grossier %	10	10	14	5	1	1
Sable fin %	49	50	34	11	13	7
Limon %	15	15	23	45	30	28
Argile %	26	25	29	29	56	64

Pour nous résumer, nous distinguerons par ordre d'ancienneté en Ennedi dans les plaines intérieures du Massif au-dessus des grès :

- une série sableuse d'épaisseur variable (1 à 2 m)
- une série alluviale de texture variable mais beaucoup plus fine, souvent limono-argileuse ou même argileuse (Terrasses des Enneris, N'Dou, Archaï ... mare d'Edié)
- une série finement sableuse, épaisse de quelques dizaines de centimètres.

Notons que cette succession cadre avec ce que nous connaissons déjà de la distribution stratigraphique des dernières sédimentations dans le reste du Tchad.

Les sables, que l'on observe souvent accolés aux tables gréseuses dans les plaines de dégagement, n'ont malheureusement pu faire l'objet d'observation, les échantillons prélevés ayant été détruits au cours du transport.

Faut-il voir dans ces sables les vestiges d'une sédimentation encore plus ancienne que notre plus ancien fluviatile et demeurée en place d'une façon analogue à ce que l'on ob-

.../...

serve dans l'intérieur du Massif du Ouaddaï ou bien penser que ces sables ont été accolés très récemment aux massifs sous l'action des vents ? Nous ne répondrons pas à cette question.

II - MASSIFS GRANITIQUES DU OUADDAÏ ET SES PROLONGEMENTS AU SUD D'OUM-HADJER.

Comme précédemment, nous distinguerons :

A/ Les Massifs granitiques du Ouaddaï

B/ Les séries sédimentaires dans l'intérieur des Massifs.

A/ LES MASSIFS GRANITIQUES DU OUADDAÏ

Nous avons peu de renseignements sur le socle lui-même qui affleure abondamment entre le 21^{ème} parallèle et la frontière du Soudan et forme des bombements importants d'une altitude moyenne variant entre 600 et 1.200 m.

D'une façon très générale, disons que les roches qui dominent ici sont des granites d'anatexie de nature calco-alcaline. S'observent aussi des granites porphyroïdes, des pegmatites. Des intermédiaires avec les roches basiques ou les éléments ferro-magnésiens deviennent abondants sont également représentés par des grano-diorites mais sont assez rares.

On note aussi, par places, des passages de gneiss, de micaschistes. Ceux-ci sont peu abondants et très localisés.

.../...

Des filons de microgranites, postérieurs aux granites, affleurent sous forme de crêtes orientées suivant deux directions bien nettes. Le mouvement Ouest-Est, le plus ancien, est aussi souvent le mieux dégagé par l'érosion. Il donne les formes du relief les plus accidentées. Le second mouvement d'orientation Nord-Sud recoupe le premier.

La roche qui les compose est constituée d'une fine pâte rose ou blanche dans laquelle sont inclus des phénocristaux (quartz, feldspath, mica noir).

Sur ces affleurements se retrouvent parfois mêlés grès, micaschistes L'ensemble prend alors le nom de brèche, de faille.

LES ASPECTS DU RELIEF.-

Celui-ci affecte différentes formes suivant la nature des roches qui affleurent.

- Les granites se présentent :

- sous forme de massifs bien découpés qui jaillissent d'un paysage au relief accidenté.
- sous forme d'une multitude de boules provenant de la dégradation ou destruction des massifs. Le relief est alors nettement plus mou et beaucoup moins accusé que le précédent.

Les sols arénacés sont ici plus profonds, moins érodés et remplacent les sols squelettiques.

- Les granito-gneiss s'observent souvent sous forme d'affleurements plans, à peine visibles que montrent les ravines d'érosion.
- Les microgranites se présentent en étroits alignements orientés et très fracturés sous forme d'arêtes vives aux

éboulis nombreux ou en bosses arrondies. Un cailloutis quartzéux abondant les entoure fréquemment.

B/ LES SERIES SEDIMENTAIRES DANS L'INTERIEUR DES MASSIFS.

Elles occupent une place relativement importante dans l'intérieur des massifs du Ouaddaï où les sols en place sont assez rares et peu épais par suite d'une érosion intense.

Nous distinguerons , par ordre d'ancienneté :

- une série sédimentaire sableuse ancienne
- une série sédimentaire sableuse récente
- une série sédimentaire alluviale limono-argileuse à argileuse subactuelle à actuelle.

1^o/ SERIE SEDIMENTAIRE SABLEUSE ANCIENNE.

Cette série que nous trouverons en grande abondance dans les plaines de piedmont d'Oum-Hadjer à Faya-Largeau s'observe dans l'intérieur des massifs en formations isolées, peu étendues. Celles-ci sont généralement localisées autour d'un massif granitique (Formations Nord-Est de Deressa, Nord d'Abou-Goulen ...) ou occupent des cirques au milieu d'ensembles montagneux (Fosse de Mourra et de Kalidji au Sud de la route Biltine-Iriba ...).

Cette série est fréquemment mamelonnée comme les formations trouvées dans les plaines de piedmont. Elle est parfois accolée aux massifs et descend alors en pente rapide vers les vallées en contre-bas. Dans ce dernier cas, l'aspect général fait penser à des formations de sable éolien venues se plaquer sur les versants.

.../...

Cette série sédimentaire apparaît relativement épaisse et homogène bien que les forages que nous ayons pu faire ne dépassent pas 3 à 4 m.

Les sables sont de couleur grise ou gris-rougeâtre en surface, ils deviennent roses ou rouges en profondeur. Ils sont essentiellement quartzeux, les feldspaths y sont peu abondants. Les grains de quartz, aux arêtes anguleuses ou légèrement émoussées sont nombreux. Les quartz arrondis, dépolis, typiquement éoliens sont assez peu abondants.

L'aspect morphologique de ce matériau indique que l'on a affaire à une formation sédimentaire fluviatile remaniée faiblement par le vent. Les sables sont, dans la majorité des cas, assez grossiers (fréquemment 60 % d'éléments supérieurs à 0,2 mm).

La distribution granulométrique des sables est assez homogène. Dans le tableau 1 nous avons pris la moyenne des horizons pour chacun des profils.

A l'intérieur d'un même profil, cette granulométrie peut cependant varier, mais ce n'est pas une règle générale; l'horizon supérieur est alors souvent moins grossier que l'horizon profond (Tableau 2) - Voir graphiques page suivante.

Très souvent, il y a assez peu de différence entre l'horizon inférieur et l'horizon superficiel.

Nous donnerons les caractéristiques de quelques lieux de prélèvements cités dans les graphiques.

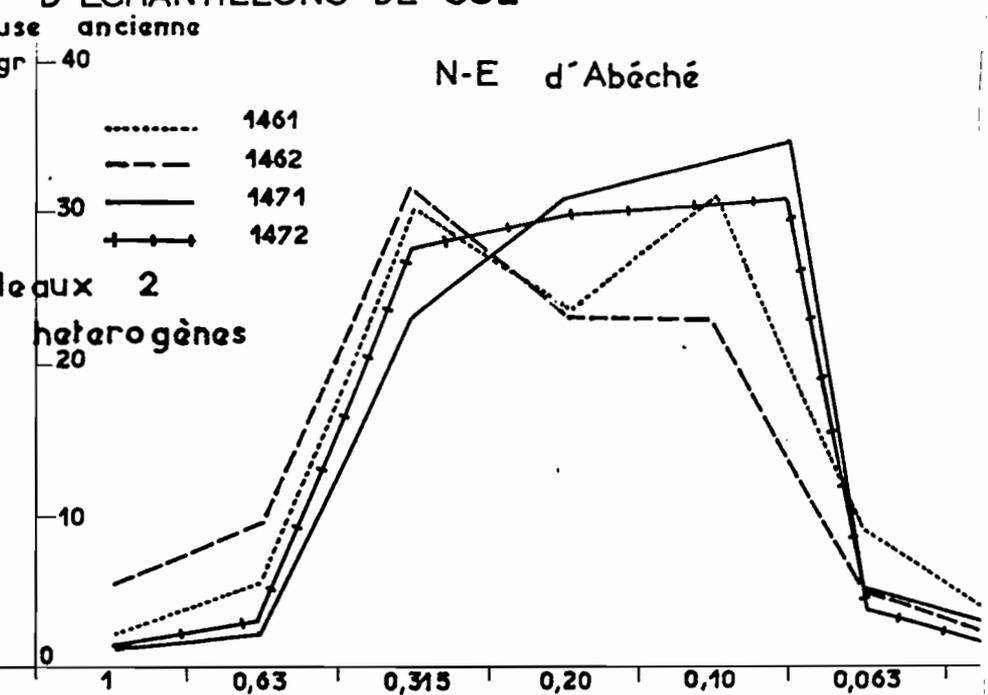
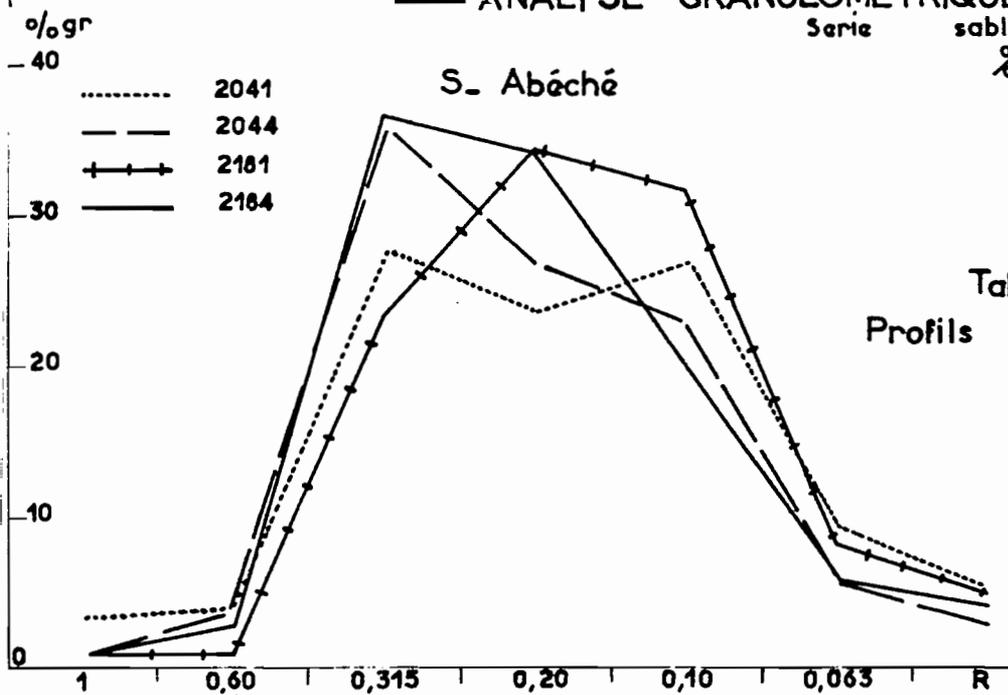
Profils 164 - 168 : Profils homogènes. Cuvette de Mourra et de Kalidji (Nord-Est de Biltine).
Surface mamelonnée. Dénivellation relativement peu accusée.

Profil 146 : Nord d'Abou Goulem.
Accolement de sol sableux autour d'un massif granitique. Pente très accusée.

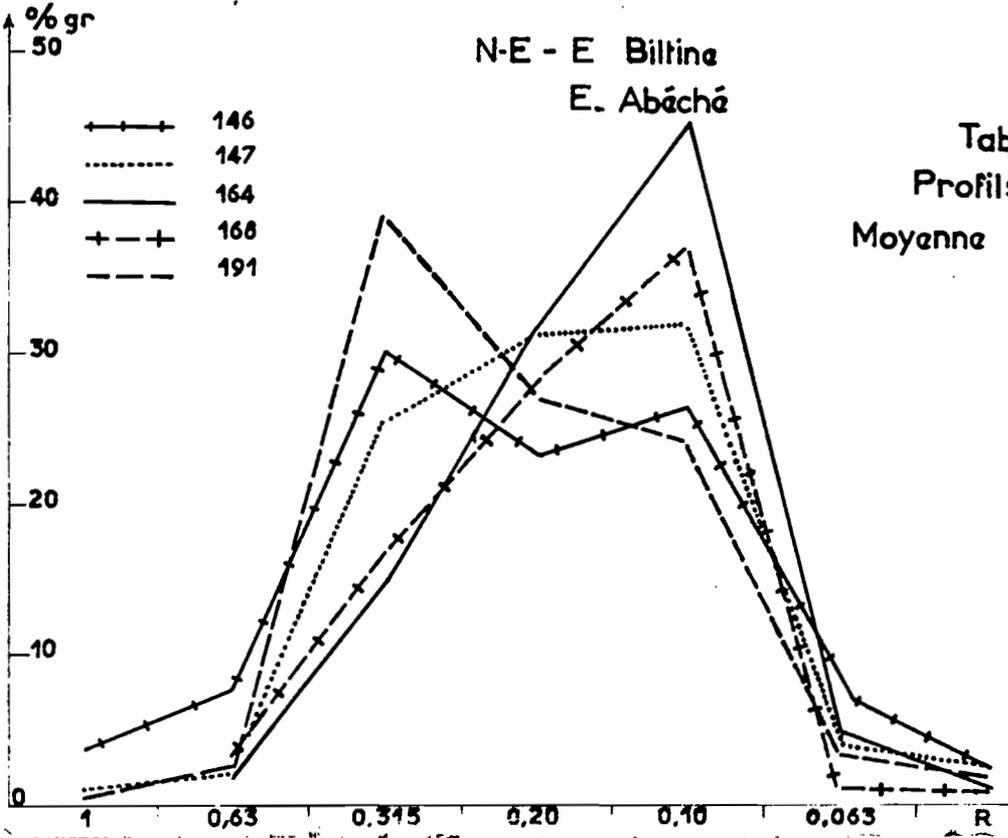
.../...

— ANALYSE GRANULOMETRIQUE D'ECHANTILLONS DE SOL —

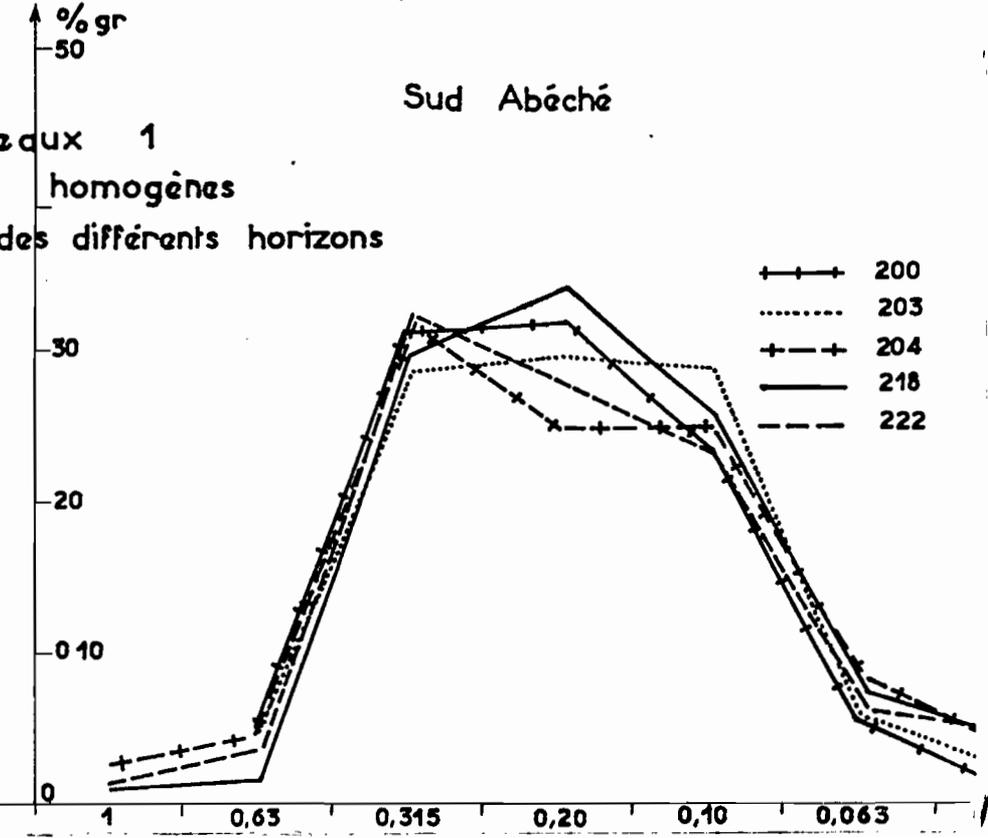
Serie sableuse ancienne



Tableaux 2
Profils hétérogènes



Tableaux 1
Profils homogènes
Moyenne des différents horizons



- Profil 147 : Am Zoer
Pente assez faible. Formation sableuse
peu visible
- Profil 204 : identique au 146 Foundou
Pente plus faible.
- Profil 218 : identique au 146 Dourologoli

Voir croquis page suivante

D'une façon générale, ces formations sableuses, relativement homogènes, apparaissent comme les vestiges d'une sédimentation sableuse très importante qui devait autrefois recouvrir une grande partie du Massif du Ouaddaï. Ces massifs auraient été dégagés assez récemment à la suite d'une période d'érosion intense dont nous aurons l'occasion de parler.

2°/ SERIE SEDIMENTAIRE SABLEUSE RECENTE.-

Elle occupe les pieds des massifs, les vallées des ouadis et, de ce fait, se trouve étroitement localisée sur des pentes douces ou sur des terrasses peu étendues. Elle présente, à l'inverse de la précédente, des surfaces planes non mamelonnées.

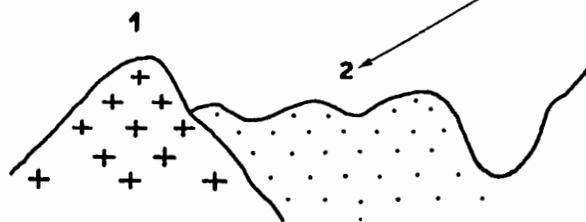
Nous donnerons ci-après la coupe schématique relevée au Nord-Est d'ABECHE, le long de la route ABECHÉ- AM ZOER.

Cette coupe montre la distribution générale des sédiments dans un fond de vallée.

La série sédimentaire sableuse récente est principalement composée de sables grossiers bruns, brun-rouges à dominance de quartz et feldspaths. On observe aussi quelques éléments

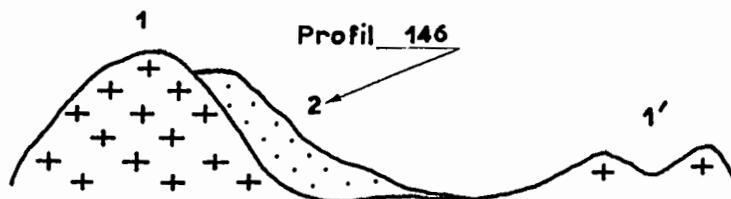
MOURRA - KALIDJI

Profils 164-168



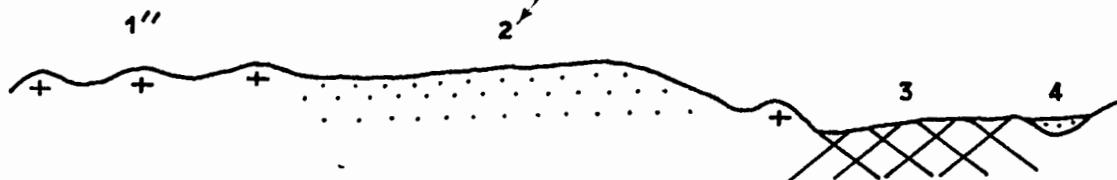
Vers ABOU-GOULEM

Profil 146



AM ZOER

Profil 147



- 1 Massif granitique .
- 1' Zone d'érosion chahutée à affleurements granitiques nombreux .
- 1'' Plateau à affleurements granitiques granito-gneissique . Ensemble érodé .
- 2 Série sableuse ancienne
- 3 Terrasse alluviale .
- 4 Ouadi Am Zoer .

CRT 6088

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-7-60

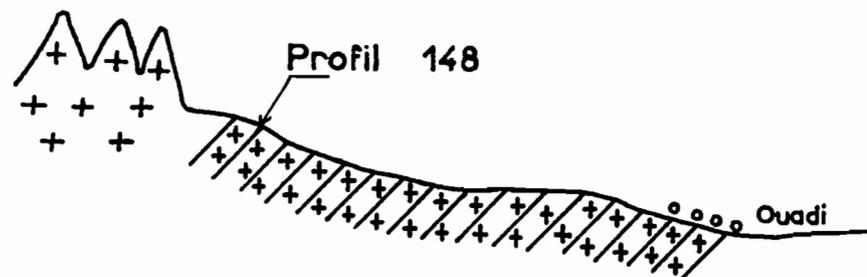
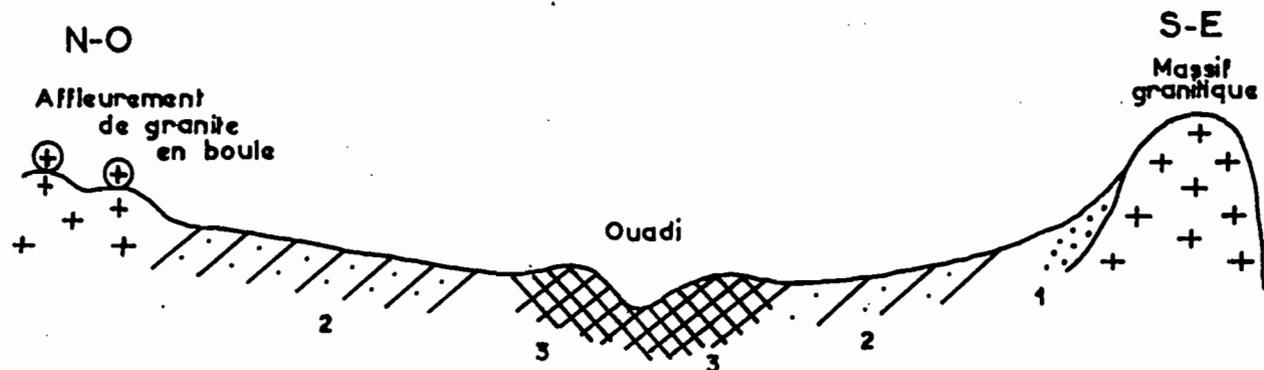
DES: L.Trénou

VISA:

TUBE N°

P

Coupe au Nord-Est d'Abâché



- 1 Serie sableuse accolée au massif granitique .
- 2 Serie sableuse récente .
- 3 Serie alluviale actuelle à subactuelle .
- + + Microgranite en filons .
- + / + Sable superficiel avec fin cailloutis . Affleurement de granite en boules .
- ° ° Cailloutis abondant .

CRT 6090

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 9-7-60

DES: L. Trénoü

VISA:

TUBE N°

P

indéterminés.

Les grains de quartz sont anguleux, clairs ou plus ou moins rubéfiés. Les grains dépolis et ronds de type éolien sont peu nombreux.

La série sableuse grossière se termine en profondeur vers 150 à 200 cm par un fin cailloutis quartzeux et feldspathique mêlé de sable blanc très fin.

Les tableaux de la page suivante donnent la distribution granulométrique des sables des horizons de différents profils.

Nous donnons comme exemple le site du Profil 148 prélevé près d'Am Zoer (Voir croquis page précédente).

Signalons que ce fin cailloutis, observé dans les horizons profonds des profils, se retrouve fréquemment sur les pentes plus érodées des massifs où il est en contact avec le socle. Il est alors surmonté d'un horizon argilo-sableux peu épais, lui-même recouvert par places par un cailloutis quartzeux plus grossier et relativement abondant, identique à celui que nous retrouverons sur les regs des plaines de piedmont.

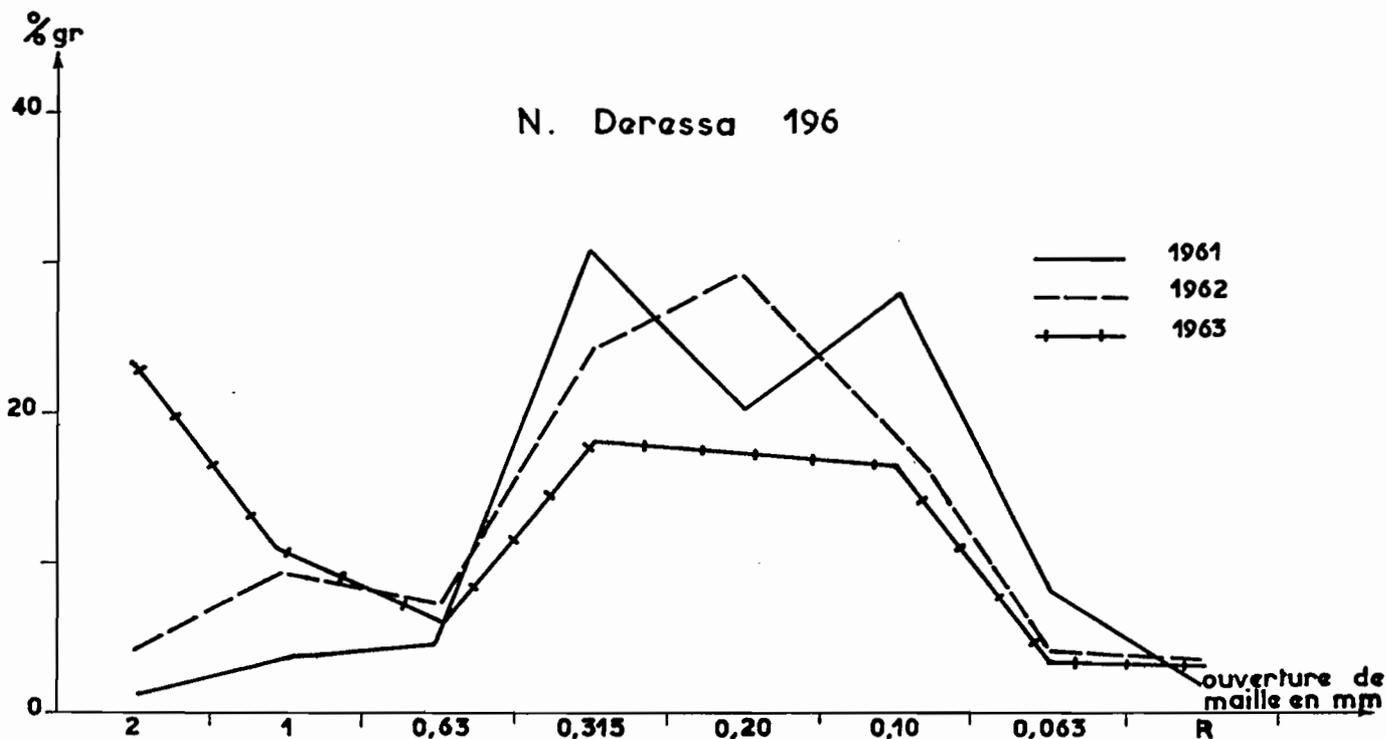
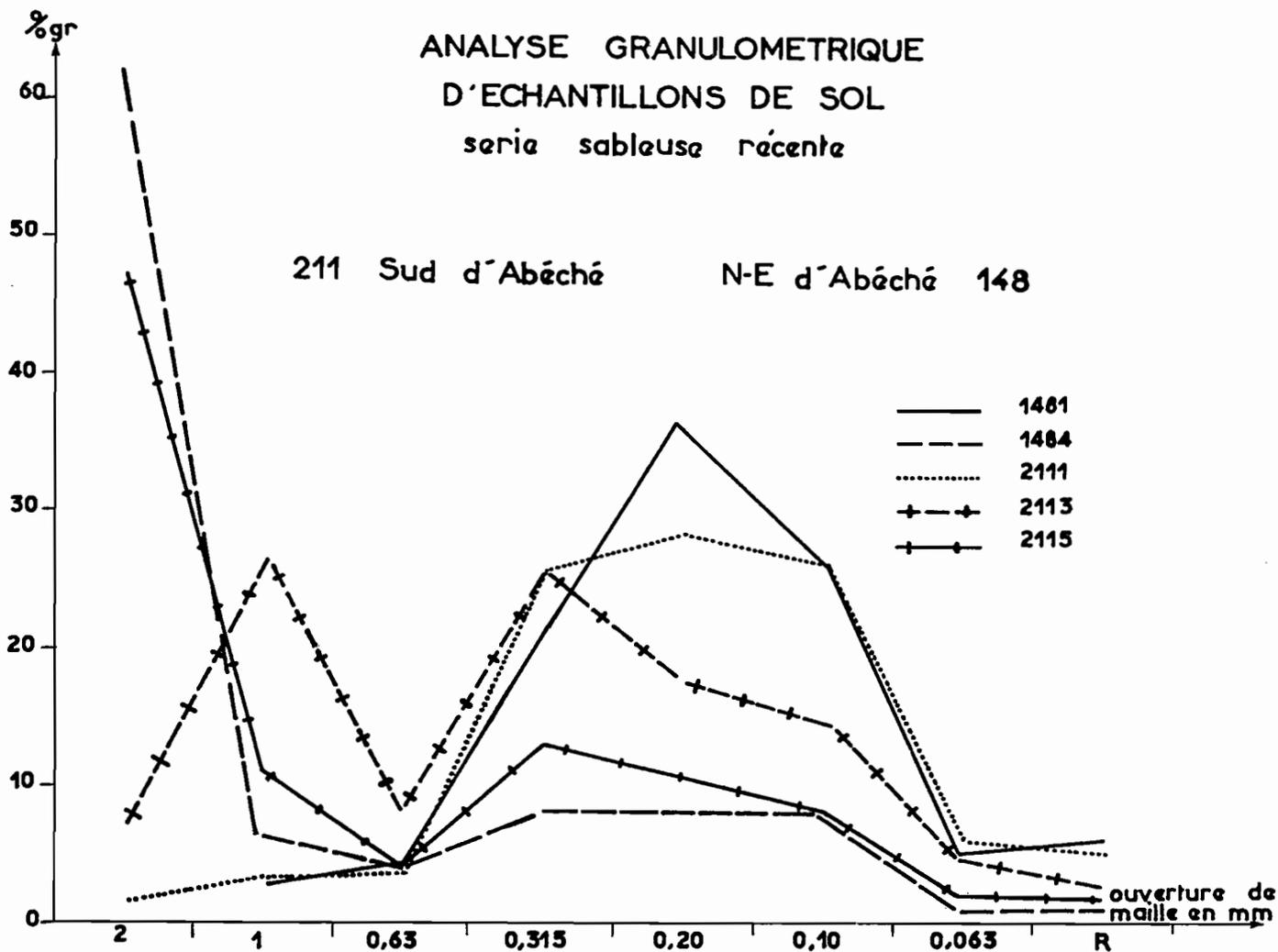
3° / SERIE ALLUVIALE SUBACTUELLE A ACTUELLE.-

Le graphique de la page précédente indique la place qu'occupe, topographiquement, cette série. Elle se localise sur des surfaces encore plus restreintes que la série sableuse récente et constitue généralement les terrasses des ouadis. C'est là le dernier alluvionnement que nous connaissons.

La granulométrie de cet alluvionnement est extrêmement diverse dans l'intérieur de ce massif où les multiples ouadis ont des régimes tantôt torrentiels avec alors des

ANALYSE GRANULOMETRIQUE
D'ECHANTILLONS DE SOL
serie sableuse recente

211 Sud d'Abéché N-E d'Abéché 148



CRT 6089

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 7-7-60

DES: L. Trénoü

VISA:

TUBE N°

P

terrasses peu étendues et très sableuses, tantôt des régimes moins impétueux avec alors des terrasses plus larges, recouvertes de dépôts de texture fine, limoneux, limono-argileux.

Dans le premier cas, les sables de type fluviatile sont composés de quartz et de feldspath en codominance tandis que dans le second ce sont alors des quartz et des micas qui dominent associés à une fraction limono-argilicuse importante.

Nous donnerons ci-dessous quelques exemples montrant la grande variabilité de répartition des différents sédiments dans ces sols.

LIEUX	Guéringa		O.Mandjoo		O. Mourra		Fitourkan	
N°	1491	1492	1441	1442	1631	1632	1521	1522
Profondeur	0-20	50-70	0-20	80-100	0-20	60-80	0-20	50-70
Sable grossier	6	1	9	12	5	3	37	63
Sable fin	76	25	69	26	52	76	48	32
Limon	10	54	13	38	27	12	8	1
Argile	8	20	9	24	16	9	7	4
Graviers							3,5	4,5

.../...

III - LES FORMATIONS SEDIMENTAIRES RECENTES DES PLAINES DE PIEDMONT A L'OUEST DES MASSIFS.-

Elles dominent très largement à l'Ouest des Massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi où les bombements granitiques sont rares et forment des inselbergs ennoyés au milieu des sédiments généralement sableux qui entourent les pointements.

Le substratum granito-gneissique est cependant relativement proche de la surface du sol et affleure en de nombreux endroits dans les surfaces planes des regs.

Les grès primaires font aussi parfois leur réapparition comme au Massif de Konk au Nord-Est d'ARADA ou dans le cours de certains ouadis de cette même région.

Le continental terminal apparaît aussi au Nord-Ouest d'OUM-CHALOUBA sous forme de grès ferrugineux ou de ~~calcaire~~ pisolithique au Nord d'ARADA.

L'essentiel des dépôts, dans cette région, est cependant d'origine plus récente.

Une coupe schématique (Voir croquis 1 ci-après) donne la disposition des différentes sédimentations en fonction de la topographie.

Avant de décrire chacune des séries sédimentaires, nous parlerons brièvement des formations du continental terminal que nous avons pu observer.

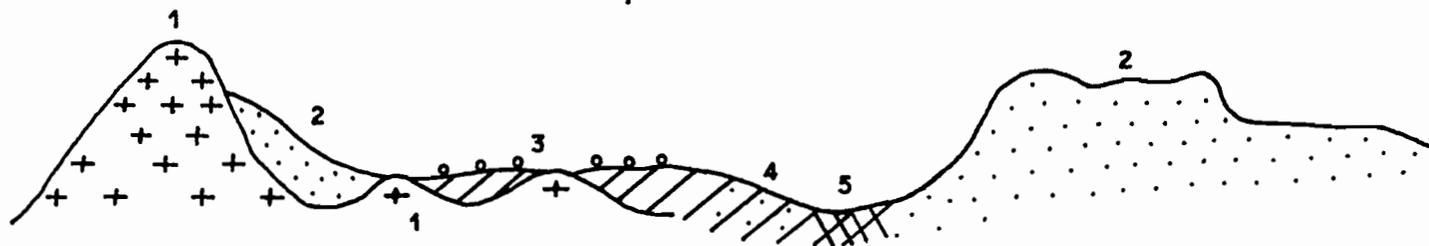
1^o/ LE CONTINENTAL TERMINAL.-

Il se localise principalement au Nord du parallèle d'ARADA mais occupe des étendues très restreintes.

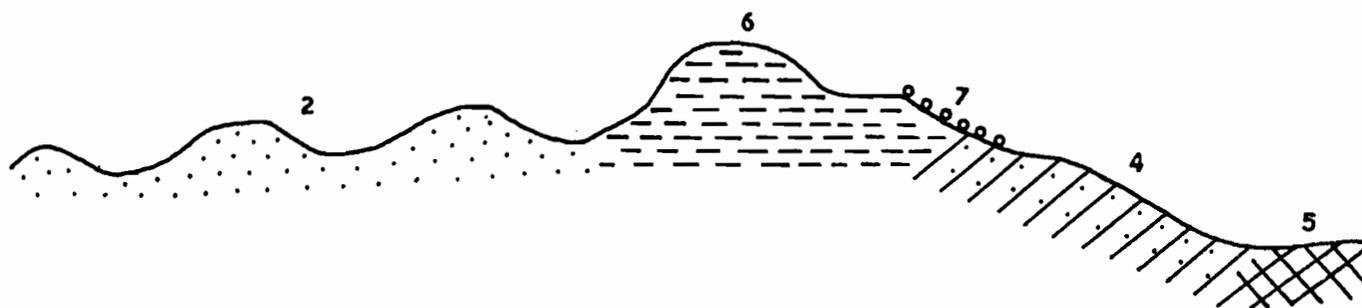
Nous l'avons observé au Massif de Konk lors d'une tournée avec J. ABADIE du Service des Mines à FORT-LAMY, sur les grès à plante du Carbonifère déterminé par ce géologue. Ceux-ci sont surmontés d'argilites roses

.../...

Coupe 1



Coupe 2



- 1 Massif granitique ou affleurement au socle
- 2 Serie sédimentaire sableuse ancienne
- 3 Serie argilo-sableuse à cailloutis . Reg
- 4 Serie sédimentaire sableuse récente
- 5 Serie alluviale actuelle à subactuelle
- 6 Grés ferrugineux
- 7 Cailloutis quartzeux

CRT 6091

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 9-7-60

DES: L.Trénou

VISA:

TUBE N°

P

recoupés de bancs gréseux.

La série se termine par des débris de cuirasse ferrugineuse fortement colorés en brun noir et très riches en fer. (1)

De semblables débris de cuirasse ferrugineuse ont été observés à l'Est d'Oum-Chalouba.

Sur la route Arada - Oum Chalouba, 10 Km au Nord de l'Ouadi Fama, ce sont des lambeaux de cuirasse vacuolaire que nous avons trouvés

Sur la route d'Oum -Chalouba à Largeau, comme nous l'avons dit précédemment, ce sont des grès très ferrugineux noirâtres qui ont été observés. Leur position est donnée dans le croquis II de la page précédente que nous avons relevée sur cette route.

D'autres cuirasses ferrugineuses ont été observées plus au Sud, autour du massif de Djoumbo, dans des sables rouges ou bien encore dans le cours du Batha à Oum Hadjer, ou près d'Am-Dam. Ces dernières apparaissent plus récentes et sont souvent gravillonnaires.

2°/ LA SERIE SEDIMENTAIRE SABLEUSE ANCIENNE.

Elle forme de grands ensembles homogènes mamelonnés où alternent monticules et dépressions sableuses. Les dénivellations y sont faibles. L'orientation générale de ces petits alignements est grossièrement Nord-Sud.

-
- (1) - Une description analogue a été faite par FRANTZ et ABADIE dans le cours de l'Ouadi Fama où les grès carbonifères ont été observés.
"Contributions à la connaissance de la stratigraphie et climatologie du Quaternaire dans le Bassin Tchadien."

Ces ensembles sont très abondants. Ils sont parfois sans forme définie, localisés autour de massifs granitiques qui émergent de la plaine (Ensemble Ouest d'Abéché). Souvent, au contraire, ils constituent des alignements Est-Ouest sensiblement parallèles à la ligne générale d'écoulement des eaux (Ensembles Nord d'Abéché, Sud et Sud-Est de Biltine, Sud de Fada)

Enfin, ces formations apparaissent parfois très érodées. On assiste alors à la juxtaposition de multiples dépressions argileuses ou argilo-sableuses et de buttes témoins de sable ancien. C'est le cas que l'on observe de part et d'autre de la route Haraze Am-Sak à l'Est de ce dernier village et au Nord-Est du premier cité.

Cette érosion est la conséquence ici du passage ancien d'un important ouadi : l'Ouadi Chaḡk, dont le cours fossile se marque par un fin cordon de sable aux multiples ramifications, particulièrement bien visible sur les photos aériennes.

L'Ouadi Enne et ses affluents ont joué un rôle analogue à l'Ouest de Biltine. Les Ouadis Eredibé, Fama, Ouagat, Oum-Chalouba, Chili, Haouach ... plus au Nord ont fait de même.

On est en droit de penser que cette formation sédimentaire sableuse couvrirait autrefois une très grande partie des plaines de piedmont de même qu'elle ennoyait de grandes surfaces dans l'intérieur du Massif du Ouaddaï.

Ces sables sont de couleur grise ou brun-rouge en surface. Ils deviennent rouges, roses ou ocres en profondeur pour passer à blanc ou beige vers 3 à 4 m., suivant les endroits.

L'importance de cette série sableuse est indéterminée. Des puits - au Nord d'Oum Hadjer et d'Ati - recoupent sur une soixantaine de mètres des formations sableuses

assez disparates où alternent faciès fin et grossier.

Au ranch de l'Ouadi Rimé, sous 2 à 3 mètres de sable rose ou rouge s'observe un niveau important à sable très grossier et cailloutis. Cet ensemble observé sur environ quatre mètres, est lité de lignes plus sombres à espacements réguliers, à texture plus fine. Ce zonage a une assez grande régularité et fait penser à la mise en place de ces sédiments pendant une phase lacustre.

A plus grande profondeur s'observent des alluvions rougeâtres ou ocres sableuses, parfois prises en masse et tendant alors à donner des grès friables (Am Niellim Sud d'Am-Sak).

FLANDRIN signale à Haraze une cuirasse épaisse d'environ 20 cm vers 50 mètres. Ce niveau a été retrouvé dans divers autres forages. La nappe est à 65 m. à Haraze dans des sables aquifères très grossiers (1 à 2 mm parfois 3 à 5 mm).

Le même auteur signale au sondage de Rhout dans la région d'ATI :

- une série supérieure de 0 à 209 m. formation plus ou moins récente avec nappe à 60 m.
- une série moyenne de grès et d'argile avec une coulée de roche éruptive vers 274 m
- une série inférieure de 284 à 301 m de schistes ou d'argilites durcies, de grès à traces charbonneuses.

Cette série inférieure dont on ne connaît pas la base rappelle les terrains primaires.

Des cuirasses ferrugineuses pisolithiques s'observent parfois dans les premiers mètres de sédiments. Il s'agit souvent de cuirasse de nappe très récente. (formations cuirassées du cours du Batha).

L'observation des sables au binoculaire des niveaux de surface compris, en moyenne, entre 0 et 2 m., montre une dominance de quartz clairs ou rubéfiés anguleux aux arêtes plus ou moins émoussées, de type fluviatile. Les éléments arrondis, dépolis, éoliens sont assez nombreux. Les feldspaths sont, par contre, peu abondants.

La répartition granulométrique de ces sables est assez constante si l'on considère la moyenne des horizons de profils homogènes. A l'intérieur d'un même profil, on note cependant parfois des différences importantes entre les divers horizons.

Nous donnons, à titre d'exemples, différents graphiques de distribution des sables en fonction de leur diamètre.

Cette série fluviatile a subi un remaniement éolien assez récent mais non actuel et très superficiel puisque les mamelons que nous apercevons sont, aujourd'hui, fixés par une végétation arbustive au Sud, graminéenne plus au Nord. Il faut atteindre les approches de Faya pour trouver des dunes vives sous des pluviométries alors inférieures à 100 mm.

Nous donnerons à cette série, tout au moins à sa partie supérieure, un âge assez récent, beaucoup plus récent que les sables rouges de la série de Kélo du Sud que nous avons vu reposer sur les formations du continental intercalaire.

3°/ LA SERIE ARGILO-SABLEUSE A CAILLOUTIS - RG.-

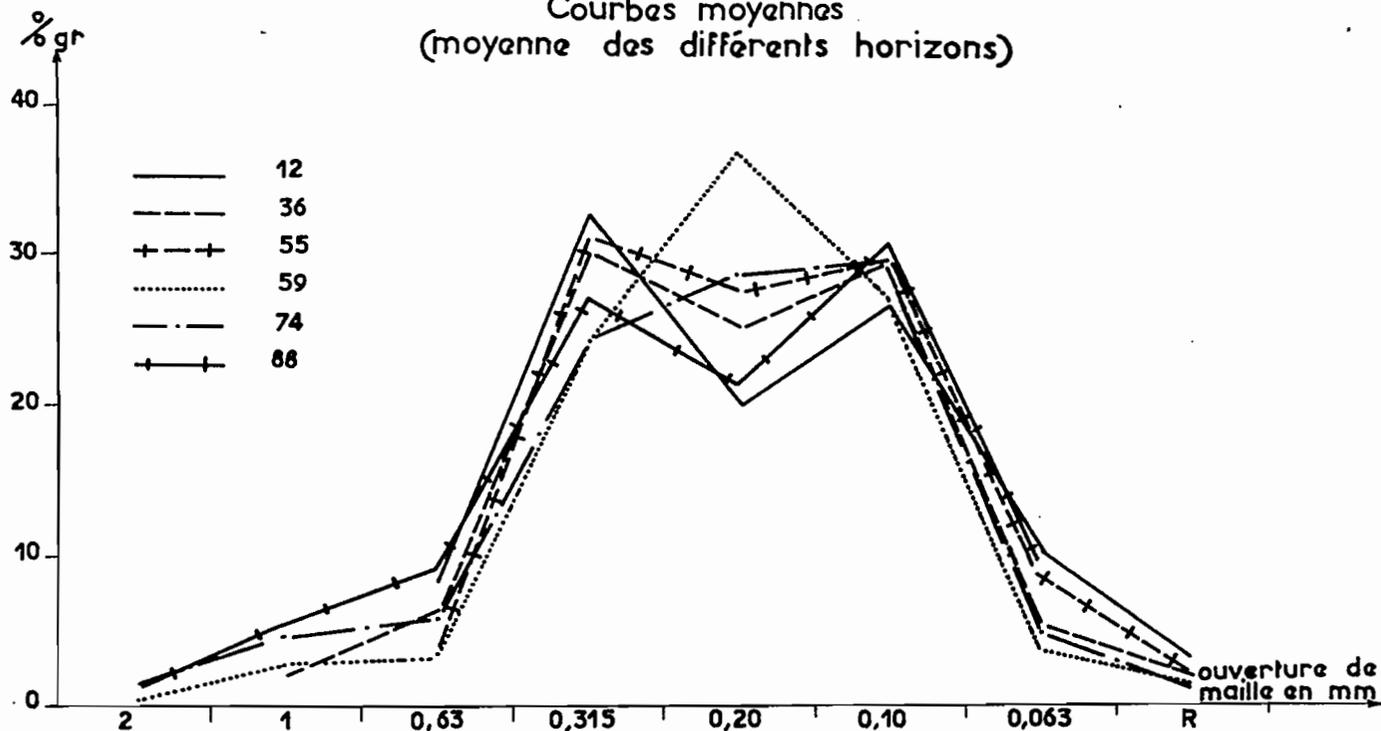
Elle occupe des surfaces aussi considérables que la précédente et s'étend du Sud d'ABECHE au Sud de FADA.

.../...

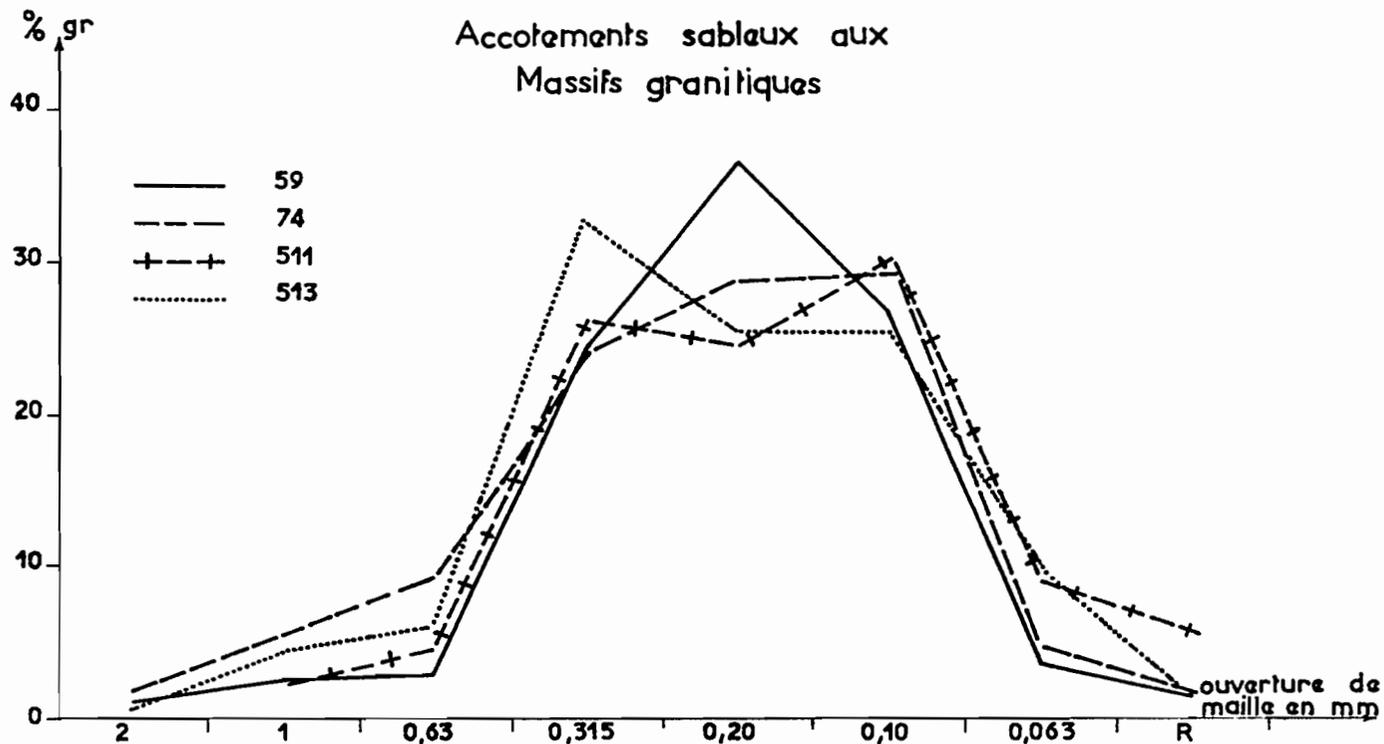
ANALYSE GRANULOMETRIQUE D'ECHANTILLONS DE SOL

Série sableuse ancienne

Courbes moyennes
(moyenne des différents horizons)



Accotements sableux aux Massifs granitiques



CRT 6092

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 11-7-60

DES: L. Trénoù

VISA:

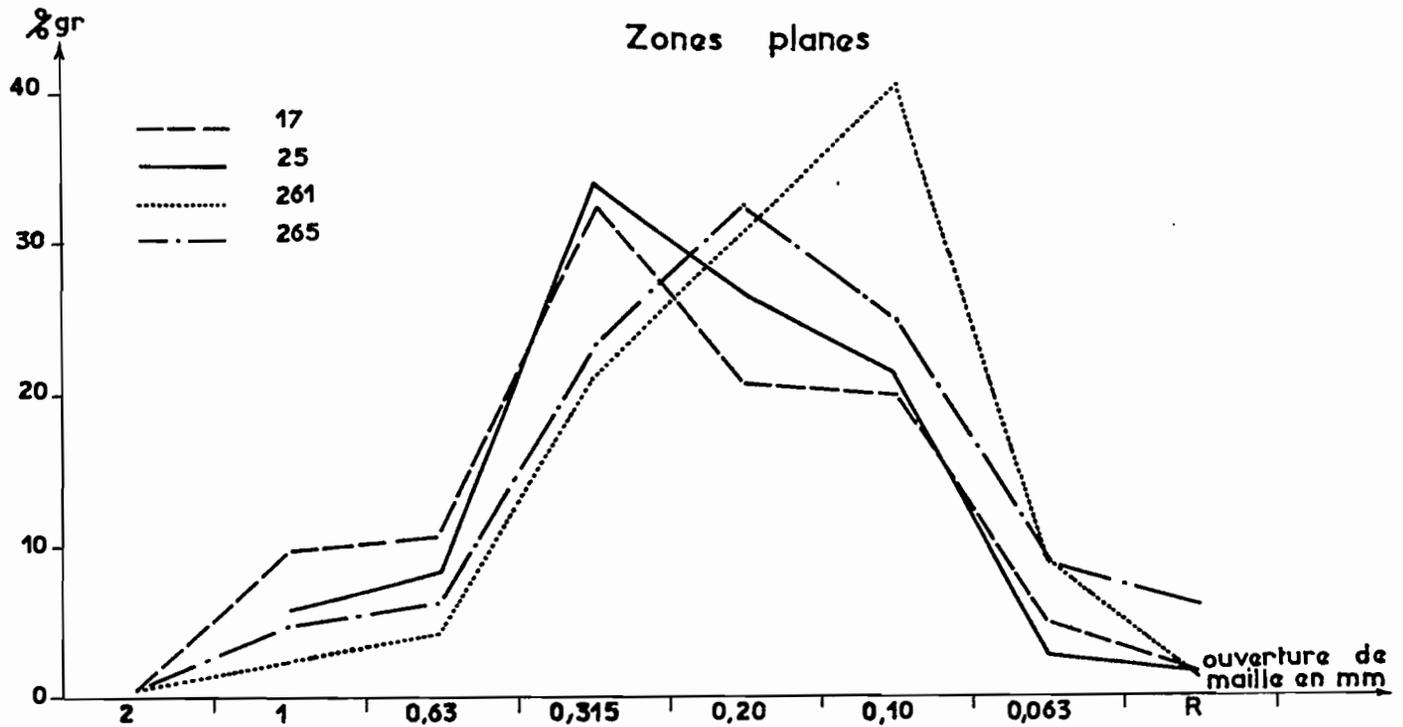
TUBE N°

P

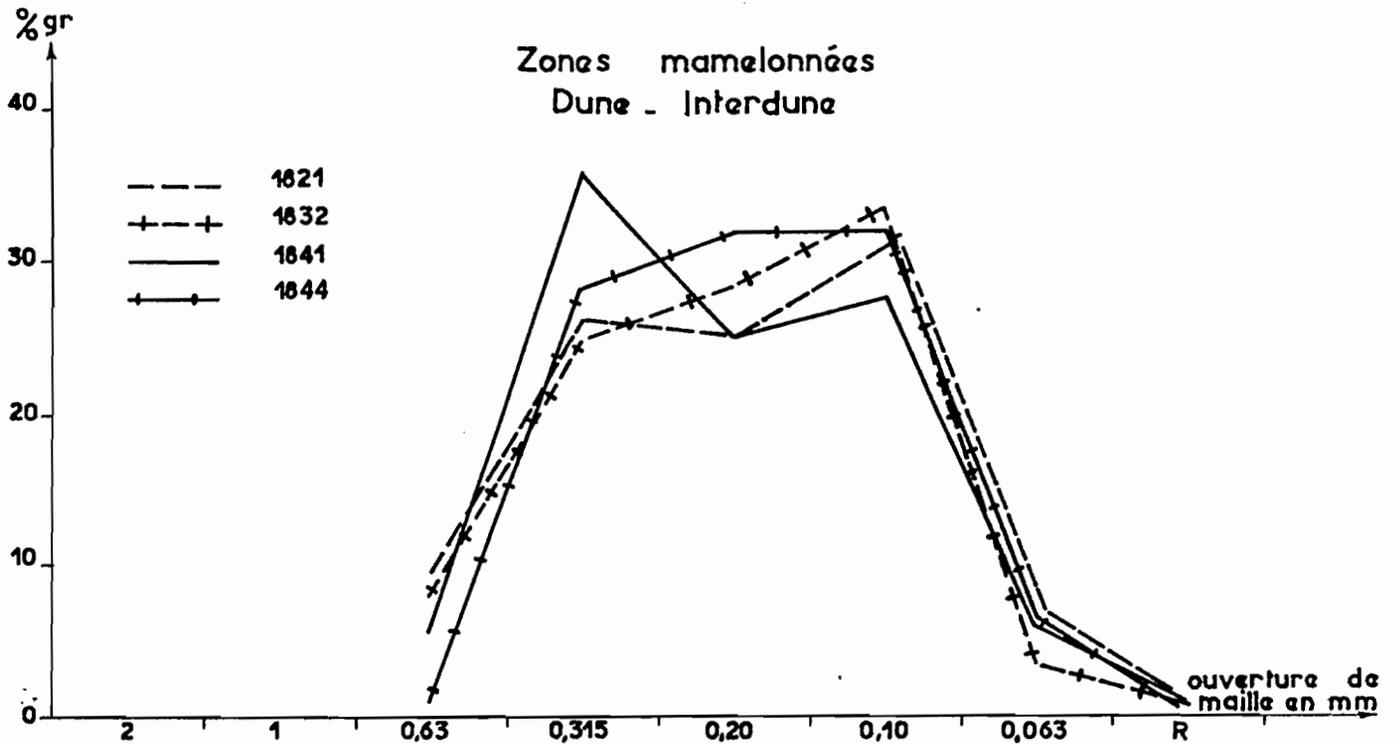
ANALYSE GRANULOMETRIQUE D'ECHANTILLONS DE SOL

Serie sableuse ancienne

Zones planes



Zones mamelonnées
Dune - Interdune



CRT 6093

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 13-7-60

DES: L. Tréanou

VISA:

TUBE N°

P

Ces surfaces planes aux arbres rares, offrent au voyageur un paysage désolé et lui donne un avant goût des étendues sahariennes désertiques.

Le substratum granito-gneissique proche affleure ça et là en surface. L'ensemble fait penser à une vaste pénéplaine assez analogue à celle que nous connaissons au Nord - Cameroun autour de Kaélé.

Les sédiments qui recouvrent le socle sont , dans leur partie supérieure que seule nous connaissons, de nature sablo-argileuse à argilo-sableuse superficiellement brun-rouge puis brun-grisâtre en profondeur où s'observent parfois des nodules calcaires.

Ces sols semblent prendre le relais vers le Nord des véritables sols argilo-sableux à nodules calcaires que nous ne trouverons en grande abondance qu'au Sud d'Am-Dam. Au-delà de cette ville, vers le Nord, la série argilo-sableuse apparaît très érodée, plus érodée encore à partir d'Oum-Chalouba vers Fada où les rigoles d'érosion se transforment en ravins encaissés qui découpent la pénéplaine en une multitude de petits plateaux .

Des poches de sable graveleux, quartzeux et feldspathique, supérieur à 2 mm mais moins grossier que le cailloutis superficiel, s'observent au milieu des sols argilo-sableux.

Sur ces surfaces apparaissent aussi de petites cuvettes plus argileuses comblées récemment par colluvionnement. Le sol y est plus noir et peut présenter des nodules calcaires en grande abondance.

L'examen au binoculaire des sables de cette série argilo-sableuse fait voir une dominance de grains de quartz anguleux ou aux arêtes plus ou moins émoussées clairs ou rubéfiés, mêlés de feldspaths assez peu abondants et de quartz dépolis , arrondis, peu nombreux. On note aussi la présence d'éléments noirs indéterminés.

Nous donnerons, page suivante, la granulométrie de cette série en prenant des exemples du Sud vers le Nord.

LIEUX	Sud Oum-Hadjer		Nord d'Am- Dam		Ouest Biltine		Sud Arada		Nord Oum-Chalouba		50 Km Nord Oum-Chalouba	
	61	62	2081	2082	1851	1852	1391	1393	1191	1192	1161	1162
Profondeur en cm	10-30	60-80	0-20	40-60	0-20	40-60	0-20	100 120	0-10	40-60	2-20	60-80
Sable grossier %	38	22	42	31	29	27	31	41	46	25	29	36
Sable fin %	18	31	33	23	34	31	32	27	10	34	30	29
Limon %	9	9	5	10	7	8	8	5	23	21	6	12
Argile %	35	38	20	36	30	34	29	27	21	20	35	23
Graviers %	5	2,5	13,5	13	6	1			14	4	1,5	1,5

Sable grossier, sable fin, limon, argile donnés en % de terre fine.

La sédimentation apparaît relativement homogène . Le profil 208 est celui d'un argilo-sableux à concrétions calcaires abondantes dans l'horizon de surface. Le cailloutis superficiel a été dégagé avant la prise des échantillons de surface, ce qui explique les faibles teneurs en graviers. On notera, et c'est un phénomène assez constant, des pourcentages plus élevés de limon au Nord d'Oum-Chalouba.

Nous donnerons ci-dessous la composition granulométrique d'un sol très graveleux, pris à 60 Km au Nord d'Oum-Chalouba.

N°	1171	1172	
Profondeur	0-20	40-60	
Sable grossier %	30	33)
Sable fin	% 31	15) donnés en % de
Limon	% 21	22	} terre fine.
Argile	% 18	20	}
Graviers	% 19	62	

Quelle est l'origine de cette sédimentation que nous retrouvons un peu partout dans le Bassin du Tchad ?

Dans les régions Sud, au moyen-Logone, nous en avons fait une sédimentation d'origine lacustre ou marécageuse. Nous pensons qu'il en est de même ici.

Nous aurions eu, à une période donnée, trois grandes fosses marécageuses ou lacustres situées à des altitudes différentes et séparées les unes des autres par des formations sableuses de la série ancienne.

- Fosse Sud englobant le quadrilatère Am-Dalam, Oum-Hadjer, Mangalmé, Am-Dam, Abéché
- Fosse Est de Biltine et Nord de cette ville jusqu'à Arada
- Fosse aux pieds du massif de Kapka et de l'Ennedi du Nord d'Arada au Sud de Fada.

4^e / LA SERIE SABLEUSE RECENTE.-

Par ordre chronologique, son dépôt suit celui de la série argilo-sableuse précédente.

Elle occupe des surfaces restreintes et se localise dans les vallées qui coulent entre les regs ou les étendues mamelonnées sableuses desquelles elle tire principalement son origine.

Les zones de plus grande extension se situent le long du Batha, de la Bitéa, des ouadis Abéché, Chauk, Enne, Hadad.

Au Nord d'Arada, cette série n'occupe plus que d'étroites bandes qui partent en éventail dans toutes les directions (Ouadi Fama, Ouagat, Karma, Oum-Chalouba).

Il faut atteindre les abords de l'Ennedi pour retrouver de grandes étendues de cette série qui tire son origine principalement ici d'éléments détritiques des grès qu'ont charriés d'importants Enneris.

L'épaisseur de cette sédimentation est assez difficile à estimer. Il semble qu'elle puisse atteindre une dizaine de mètres si l'on s'en tient aux observations faites dans certains puits dont nous citerons les coupes :

<u>Gafala</u>	<u>Ngotteur</u>
Ouest d'Oum-Hadjer	
Nappe phréatique 10 m.	Nappe phréatique 10 m.
Sable assez grossier avec cailloutis dans le fond.	Sable cailloutis et argile fond du puits

.../...

<u>Saraï</u>	<u>35 Km Sud-Ouest d'Abéché</u>
Nappe phréatique 8,5 m.	Nappe phréatique 23 m.
Sable 1 m.	Argile)
Argile 1 m.	Sable (0 - 4 m.
Sable blanc assez grossier	Argile)
	4 -23 m : sable se terminant par cailloutis très grossier
	23 m. Granite

Ces puits sont généralement situés dans le cours des ouadis. Ainsi le dernier cité au Sud-Ouest d'Abéché est localisé sur la terrasse d'un ouadi très encaissé qui coule au milieu de la série sableuse ancienne.

Nous donnerons, en opposition, un profil relevé près d'Am Dalam pour montrer que l'épaisseur de cette série peut être bien moindre sur les points hauts de la topographie. Am-Dalam est situé sur une des ramifications de l'Ouadi Chauk près d'un important massif de sable ancien. Nous trouvons ici :

un sol de couleur beige, beige rosé sableux à sablo-argileux de 120 cm. qui repose sur un sédiment argilo-sableux à cailloutis assez grossier.

Les sables de cette série sont à dominance de quartz de type fluviatile. On y trouve aussi des quartz arrondis éolisés ainsi que des feldspaths. Le cailloutis est quartzeux roulé ou anguleux.

Nous donnerons ci-après divers graphiques montrant la répartition des sables en fonction de leur diamètre. Cette distribution est assez peu homogène pour un même profil.

Nous remarquerons la dominance des éléments grossiers. Certaines courbes (Profils 197- 96) sont assez voisines de celles observées pour des profils prélevés dans l'intérieur du massif (Profils 211 - 148 - 196)

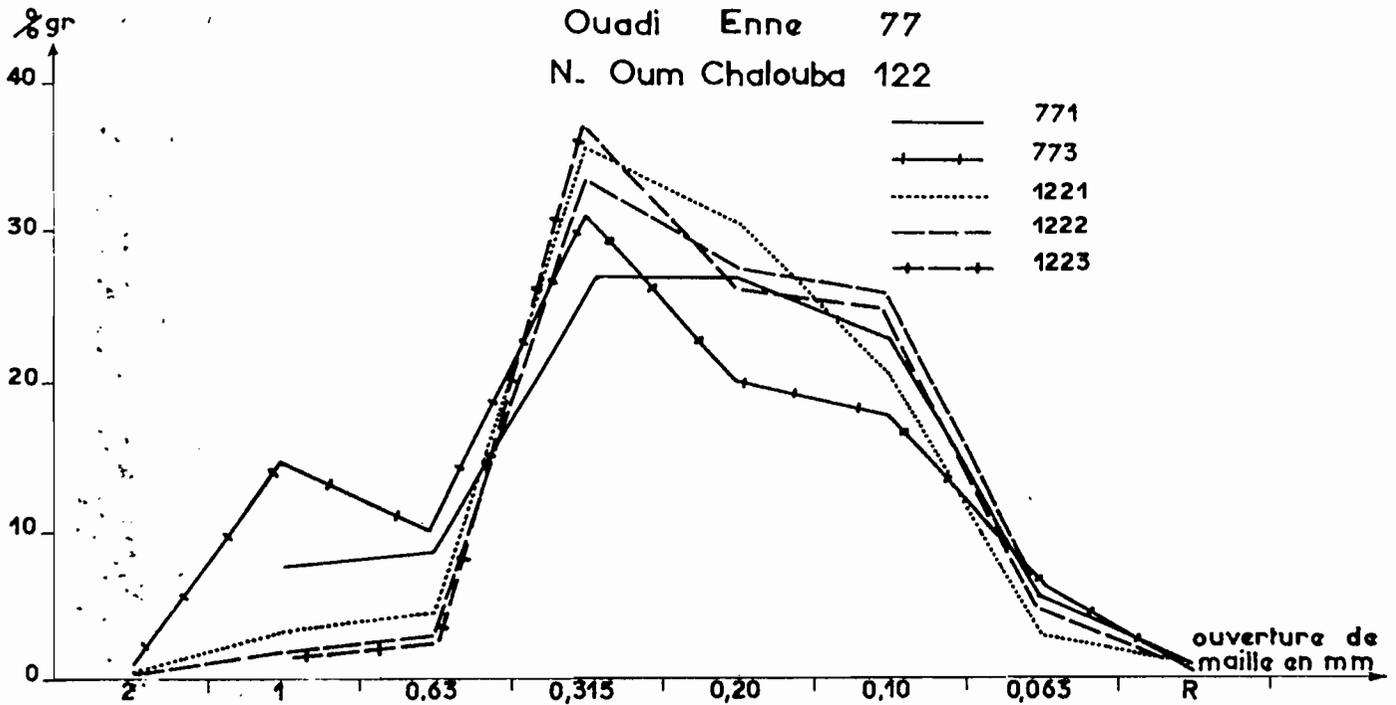
.../...

ANALYSE GRANULOMETRIQUE D'ECHANTILLONS DE SOL

serie sableuse recente

Ouadi Enne 77

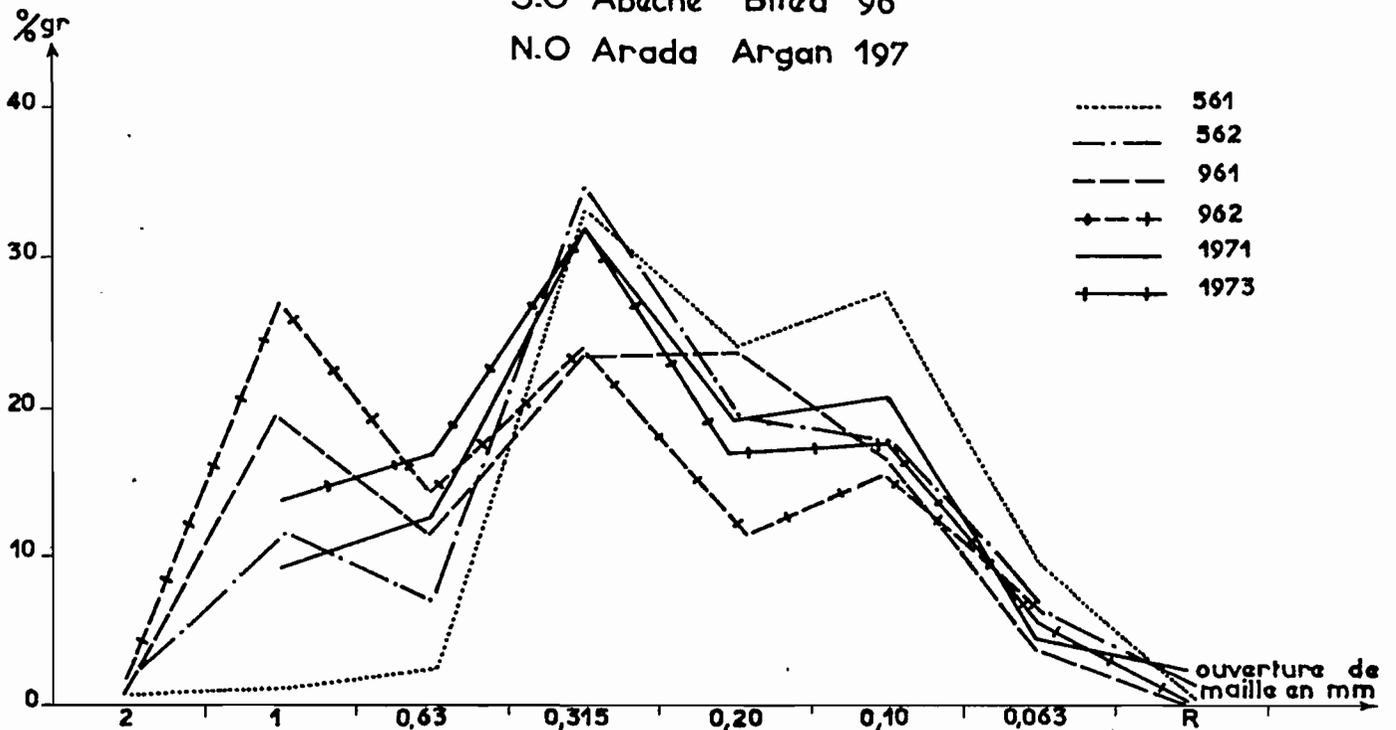
N. Oum Chalouba 122



Am Dalam 56

S.O Abéché Bitéa 96

N.O Arada Argan 197



CRT 6094

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 16-7-60

DES: L. Trénou

VISA:

TUBE N°

P

Au voisinage des massifs de sable ancien dans les zones planes il devient souvent très difficile de dire si nous avons affaire à la nouvelle sédimentation ou à l'ancienne plus ou moins arasée.

La pénétration de cette série récente dans l'intérieur des ensembles mamelonnés de sable ancien est cependant parfois très visible. Les parties arasées entre les mamelons sont alors recouvertes de cailloutis quartzeux auxquels se mêlent des dépôts argileux, argilo-sableux plus récents.

5^e/ LA SERIE ALLUVIALE ACTUELLE OU SUBACTUELLE.-

Comme dans l'intérieur des massifs, elle est le plus souvent étroitement localisée aux cours des principaux ouadis. Elle ne prend une réelle extension que le long du Batha principalement au Nord d'Oum-Hadjer et le long du cours inférieur de la Bitéa.

Cette série est caractérisée par des dépôts à texture plus fine, limoneux, limono-argileux, argilo-sableux parfois sableux qui, souvent, s'interstratifient. Ainsi à HARAZE s'observe la succession suivante :

	0 - 250 cm	: Argilo-sableux gris-brun avec litage plus sableux par places
Série alluviale	250 - 390	: sable blanc puis beige à taches rouilles
	390 - 450	: argile gris de Gley

Série sableuse récente (?)	450 - 680	: sable ocre ou gris-beige avec cailloutis

.../...

On observe fréquemment à l'Ouest d'Am-Sak des buttes à sable superficiel couvertes d'une végétation relativement abondante, sable épais de 40 à 60 cm reposant sur un niveau argilo-sableux. Au Nord d'Oum-Hadjer des dépôts argilo-sableux occupent des dépressions tandis que des sables superficiels recouvrent les buttes voisines de celles-ci. On note aussi parfois dans cette partie un cailloutis peu abondant et superficiel. Il semble que, pris aux rogs voisins, il ait été apporté là, tout récemment, au cours d'un des derniers transports.

La sédimentation subactuelle à actuelle apparaît donc relativement complexe dans cette région voisine du Batha ainsi que plus au Nord dans les zones d'épandage de l'ouadi Chauk où s'observent, d'une façon générale :

- des sols argileux tendant vers des argiles noires tropicales dans les fonds de cuvettes
- des sols argile-sableux le long des ouadis et aussi dans les dépressions
- des couvertures de sable superficiel reposant sur le niveau argilo-sableux précédent le long des ouadis ou sur les buttes.

Cette couverture sableuse , peu épaisse, apparaît comme le dernier alluvionnement.

Nous donnerons page suivante quelques analyses granulométriques pour montrer la texture de ces sédiments.

- Profil_38 ATALA : Terrasse alluviale stratifiée argilo-limoneuse, sablo-limoneuse.
- Profil_20 AM-SAK : Butte sable superficiel (20 cm) sur argile-
vers Bachama lo-sableux (60 cm) sur sable.
- Profil_10 OUM-HADJER: Argile noire tropicale (dépression)
vers Am-Sak
- Profil_14 AM-SAK : Argilo-sableux à effondrements (dépres-
vers Id el Bir sion).

.../...

LIEUX	ATALA		AM-SAK vers BACHAMA			K 38 d'OUM- HADJER vers Am- Sak		AM-SAK vers Id el Bir	
	Nº	381	382	201	202	203	101	102	141
Profondeur en cm	0-20	75-95	0-20	30-50	80-100	0-20	50-60	0-20	40-60
Sable grossier %	10	14	23	29	29	21	12	33	32
Sable fin %	38	67	61	29	56	19	8	21	19
Limon %	20	8	5	16	5	15	20	10	9
Argile %	32	11	11	34	10	45	60	36	40

Les sédiments qui se sont déposés sur les petites terrasses le long des principaux ouadis du Nord d'Abéché à Fada sont de texture le plus souvent argilo-sableuse, argilo-limoneuse parfois finement sableuse (Sud-Est d'Arada).

Nous donnerons page suivante un second tableau analytique d'échantillons prélevés sur de telles terrasses.

La courbe de distribution des sédiments de deux profils finement sableux (Profils 68 et 91) est également produite à la suite.

0
0 0

Nous résumerons ici brièvement les caractéristiques des grandes séries sédimentaires anciennes à actuelles.

Plaines de piedmont

Massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi

CONTINENTAL INTERCALAIRE

Peu répandu. Grès très ferrugineux, argilites, cuirasses

.../...

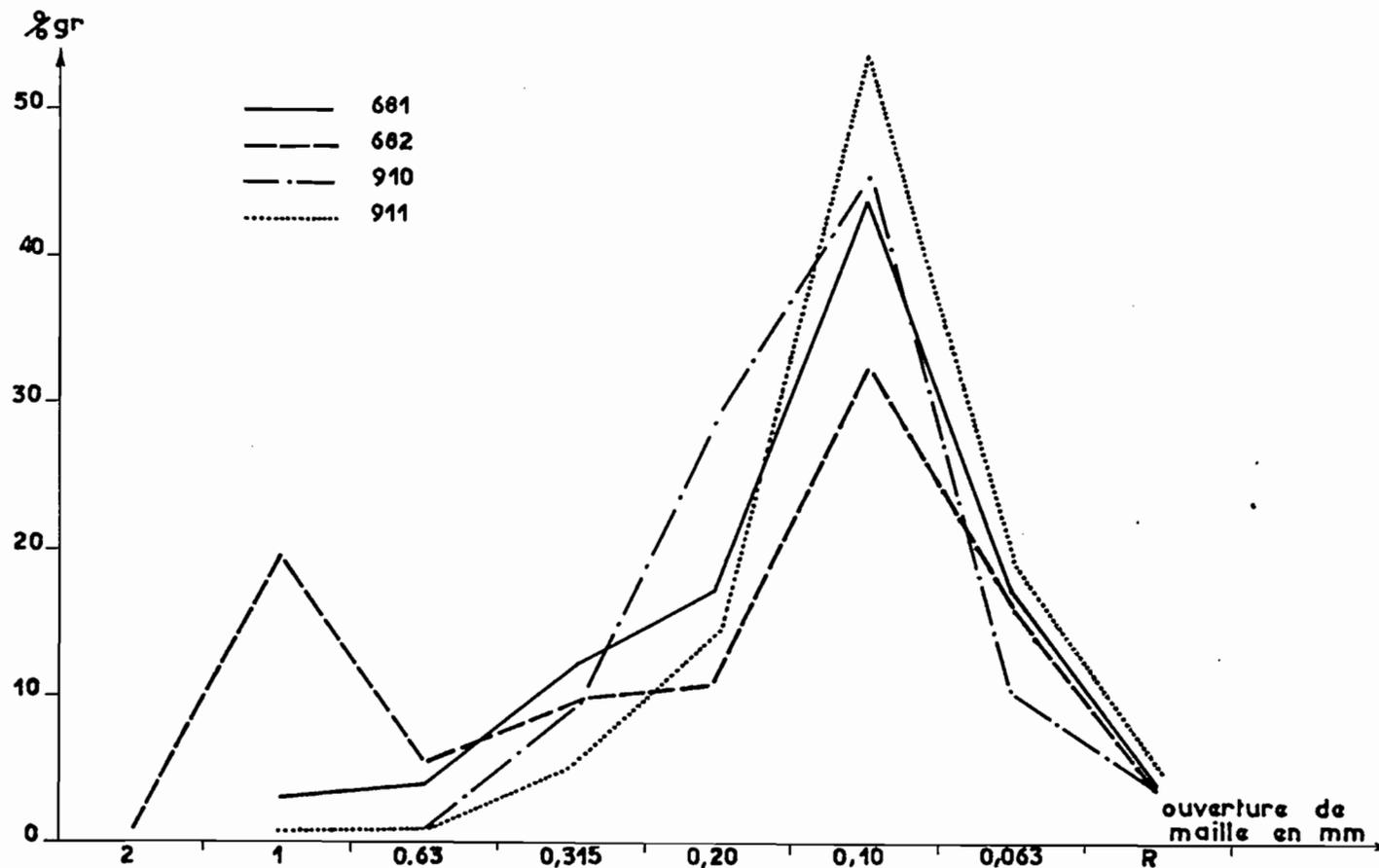
LIEUX	ABECHE vers Biltine		Sud-Est d' ARADA		terrasse de l' Ouadi Oum-Cha- louba		Terrasse de l'ouadi Saala		Sud-Est d' ARADA		
	N°	681	682	831	832	941	942	1211	1212	910	911
Profondeur en cm	0-20	50-70	0-20	60-80	0-20	40-60	0-15	20-40	0-1	1-20	40-60
Sable grossier %	23	14	12	4	24	15	29	23	39	16	13
Sable fin %	69	64	44	55	44	55	43	35	58	73	36
Limon %	3	11	6	18	4	8	11	11	1	5	23
Argile %	5	11	38	23	28	22	17	31	2	6	28

ANALYSE GRANULOMETRIQUE D'ECHANTILLONS DE SOL

Serie alluviale actuelle à subactuelle

N. Abéché 68

S. E d'Arada 91



CRT 6095

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 18 7 60

DES: L. Trénoù

VISA:

TUBE N°

P

SERIE SABLEUSE ANCIENNE.-

Souvent mamelonnée, épaisseur importante. Sables fluviaux plus ou moins éolisés, assez grossiers.

Parfois cuirasse.

mamelonnée ou accolée aux massifs granitiques (peut-être accollement récent sous l'influence du vent des lambeaux de cette sédimentation ancienne.)

SERIE ARGILO-SABLEUSE A CAILLOUTIS SUPERFICIEL.-

Vestiges d'anciens dépôts fluvio-lacustres. La cailloutis annonce le début de la série sableuse récente.

SERIE SABLEUSE RECENTE.-

Débuté par un fin cailloutis mêlé de sédiments argilo-sableux. Sables fluviaux dans la partie moyenne et supérieure plus ou moins éolisés. Epaisseur 1,60 à 2 m parfois 8 m. et plus.

Localisée dans les vallées

identique

Pieds de massifs, vallées

SERIE ALLUVIALE SUBACTUELLE A ACTUELLE.-

Peu étendue.
Argile noire tropicale (dépression)
Argilo-sableux, argilo-limoneux (dépressions, terrasses, bourrelets, buttes).
Sable superficiel (buttes, bourrelets)

Sédiments de texture très variable.
Sol en place ou colluvions argilo-sableuses
Terrasses ouadis sableuses... limoneuses ...

FRANTZ et ABADIE ont classé par ordre d'ancienneté ces sédimentations en Fluviatiles 1,2,3,4.

Série sableuse ancienne	Fluviatile 2
Reg à cailloutis	Fluviatile 3
Série sableuse récente)	Fluviatile 4
Série alluviale subactuelle (
à actuelle)	

Le Fluviatile 1 est signalé par les auteurs cités plus haut près de Mangalmé dans une région qu'il ne nous a pas été donné de prospector. FRANTZ avait également retrouvé ce fluviatile dans la région de Laï où nous l'avions déjà décrit (1).

Il est caractérisé par une série sableuse rouge qui présente des niveaux cuirassés.

Le Massif de Djoumbo à l'Est d' Haraze possède également des lambeaux de sable très rouge accompagnés en surface de petites concrétions ferrugineuses. Peut-être est-ce là les derniers vestiges du fluviatile 1 dans cette région. Signalons que dans les puits profonds d'Haraze, d'Am Nielim au Nord d'Oum-Hadjer des formations sableuses grossières rouges ou ocres, parfois prises en masses et formant des grès friables, s'observent à des profondeurs de 30 à 40 m. et présentent un niveau cuirassé. Il semble que nous retrouvions bien la même disposition que celle observée dans la région du Moyen-Logone.

Si nous sommes d'accord sur l'appellation de "fluviatile 2" de la série sableuse mamelonnée que l'on voit en de nombreux endroits en surface, par contre, pour nous, le "fluviatile 3" n'est pas représenté par les regs qui sont,

.../...

(1) - ERHART-PIAS-LENEUF : "Etude pédologique du Bassin Alluvionnaire du Logone-Chari!"

mise à part le cailloutis quartzeux superficiel, les vestiges d'une formation d'origine lacustre ou marécageuse analogue à la sédimentation argilo-sableuse à nodules calcaires et effondrements qui couvre de grandes étendues au Sud de Bongor.

Le fluviatile 3 est représenté, à notre avis, par la série sableuse récente d'épaisseur assez faible (2 à 3 m). Cette série débute effectivement par un cailloutis grossier qui a réussi à se superposer à la série argilo-sableuse précédente.

Le fluviatile 4 est naturellement la série alluviale subactuelle à actuelle.

+

+

+

L'histoire géologique de la mise en place des dernières sédimentations apparaît donc assez simple. Nous retrouvons ici la même alternance que celle déjà décrite dans la région comprise entre la bordure du Lac Tchad et le Sud de la région de Guidari-Lai-Kélo.

La première série sableuse est ici le dépôt le plus ancien. Celle-ci, conséquence d'un premier pluvial, paraît s'être mise en place dans l'ancien fond d'un très grand lac ainsi que le montrent certains dépôts stratifiés. Ce lac s'étendait jusqu'aux massifs du Ouaddai et de l'Ennedi.

A la suite d'un changement climatique, ce lac régresse, se fragmente en lacs secondaires qui finissent par disparaître. Toute cette région est alors soumise à une action éolienne intense qui amène un premier remaniement de cette série,

.../...

remaniement encore visible autour du lac actuel où il donne naissance à de grands alignements dunaires d'orientation Sud-Est Nord-Ouest.

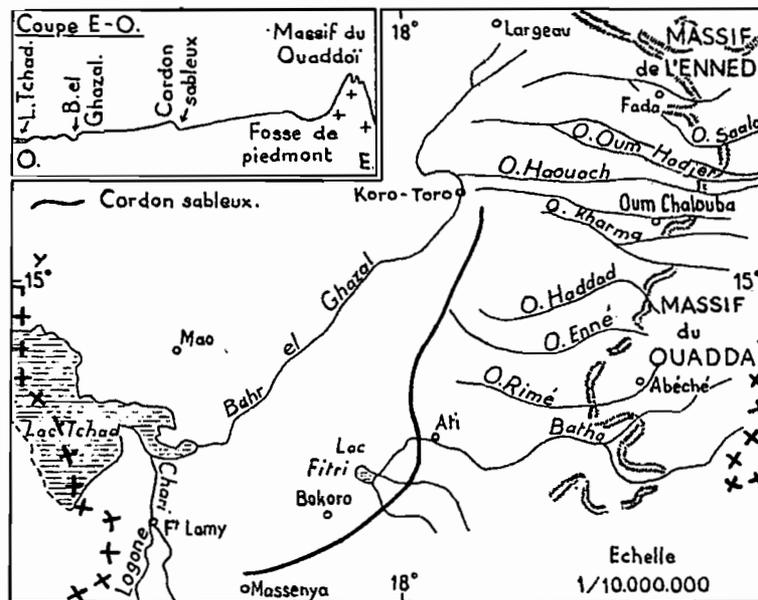
Un nouveau pluvial s'installe ensuite sur l'ensemble de la région tropicale Nord. Les pluies sont à l'origine de la création de lacs ou d'étendues marécageuses importantes dans les fosses de piedmont (fosse Nord d'Am-Dam et de Mangalmé, fosse Ouest de Biltine, fosse Nord-Ouest d'Arada ...etc). En effet, la série des sables anciens forme à cette époque un ensemble homogène et continu à l'Ouest des massifs qui empêche tout écoulement des eaux. Dans ces fosses vont se déposer des sédiments argileux, argilo-sableux. Dans un second stade, les masses d'eau ainsi retenues finissent par créer des trouées dans les ensembles sableux de l'Ouest. Les fosses se vident et vont alimenter un second lac moins important que le premier. Un cordon sableux allant de l'Est de Koro-Toro au Nord de Massénia et long de 700 Km marque encore à l'Est du Bahr el Ghazal le rivage de l'ancien lac à cette époque au maximum du pluvial. La cote de ce cordon qui est l'homologue de celui décrit au Nord-Cameroun entre Yagoua et Limani (1) (2) est de 310 à 320 m. La disparition des seuils sableux qui amena le déferlement des eaux des lacs de piedmont vers l'Ouest eut pour conséquence un abaissement du niveau de base et, par suite, une reprise de l'érosion. Celle-ci amène : dans l'intérieur des massifs, l'ablation de la série sableuse ancienne et celle des sols formés sur granites, granito-gneiss, grès, le dépôt d'arène transportée dans les vallées ; dans les plaines de piedmont, l'arasion ou l'ablation partielle ou totale de la série sableuse, le dépôt du cailloutis quartzeux sur les regs et celui de la série sableuse récente.

.../...

(1) - J. PIAS et E. GUICHARD, Comptes rendus Académie des Sciences, 244, 1957, p.791.

(2) - J. PIAS Comptes rendus Académie des Sciences , 246, p. 800.

TRACE DU CORDON SABLEUX
(Limite Est de l'ancien Lac)



CRT 6162

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 22-10-60

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

Le déferlement des eaux des lacs de piedmont après le percement des seuils explique : les longs couloirs de sable qui prolongent chacun des ouadis vers l'Ouest en direction de l'ancien lac, la disparition partielle de la série sableuse ancienne dans certaines régions où celle-ci est fragmentée en multiples buttes témoins au milieu de dépressions non moins multiples. De cette époque date la mise en place du réseau hydrographique qu'on perçoit de nos jours.

Il semble s'être succédé ensuite une période sèche et un nouveau pluvial. La première se manifeste par une reprise de l'activité éolienne qui remanie dans les plaines de piedmont la série sableuse ancienne plus ou moins arasée et donne le léger mamelonnement d'orientation Nord-Sud que nous percevons aujourd'hui. Dans l'intérieur des massifs, les vestiges de cette même série s'accolent aux pointements du socle. Le dernier pluvial qui précède la période actuelle, se caractérise par le dépôt, peu important, de notre quatrième série alluviale limitée aux abords des ouadis. A cette époque, leurs eaux se frayent encore, mais difficilement, un passage en direction du Bahr el Ghazal qui servait alors d'exutoire vers les bas-pays à l'actuel lac en crue.

De nos jours, ces mêmes ouadis, au débit intermittent ou nul, suivant la latitude, ont leurs cours dans ce dernier fluvial.

II H A P I T R E I V

H Y D R O G R A P H I E

Le réseau hydrographique de cette partie du Tchad, composé de multiples bassins, apparaît très complexe dans son ensemble, tant dans les massifs eux-mêmes que dans les plaines de piedmont. Ce réseau est formé d'ouadis intermittents qui coulent, dans le Sud, de Juillet à Octobre. Cet écoulement s'amenuise au fur et à mesure que l'on remonte vers des latitudes plus désertiques. Il est alors, dans ces régions, limité aux tornades ou à la brève période qui leur succède.

En dehors du Batha qui va se jeter dans le Lac Fitri, tous les autres ouadis vont se perdre, vers l'Ouest, dans les sables. Ils rejoignaient, autrefois, un lac Tchad beaucoup plus vaste que ceinturait, vers l'Est, un cordon sableux cotier que nous percevons encore de nos jours parallèlement au tracé du Bahr el Ghazal.

Quelques ouadis permanents, alimentés par des sources, existent dans l'intérieur des massifs du Ouaddaï, mais sont assez rares. Nous citerons, à titre d'exemple, l'Ouadi d'Abou Goulem. Encore cet écoulement est-il dû, ici, à une remontée de l'infero-flux par suite de la présence d'un seuil rocheux dans le cours de l'ouadi.

En Ennedi, les points d'eau de saison sèche sont les " gueltas", mares permanentes, qu'alimentent des sources qui suintent des grès.

o

o

o

.../...

Nous parlerons brièvement ci-dessous des principaux ouadis.

I - LE BATHA

Cet ouadi, qui est le plus important de tous, coule en zone climatique sahélo-saharienne d'abord sur le socle cristallin après avoir longé les grès primaires, puis dans des formations sédimentaires d'âge récent. A AM-DAM il recoupe la formation fluviatile sableuse ancienne avant de traverser d'importants regs. Son cours sableux est ici encaissé, le lit majeur occupe une terrasse importante au niveau des regs. Ce lit majeur s'élargit au Nord d'AM-DAM après la jonction Batha-Bitéa, lieu à partir duquel le Batha entre dans la série sableuse ancienne qu'il a fortement démantelée pour se frayer un passage en direction du Lac Fitri.

Signalons ici une importante fosse située au Nord-Ouest d'OUM-HADJER, fosse inondée en saison des pluies par les débordements du Batha et l'eau des précipitations. Dans celle-ci vient se perdre l'Ouadi Bornou qui en ressortira sous le nom d'Ouadi Rimé.

Signalons aussi une multitude d'anciens passages d'eau sensiblement parallèles au cours du Batha et orientés Est-Ouest du Nord d'OUM-HADJER à ATI.

En aval d'ATI, les méandres du Batha sont très nombreux. En parvenant à la dépression du Lac Fitri, l'ouadi se divise en une infinité de bras. (1)

.../...

(1) - "Etude d'écoulement en régime sahélien - Bassin du Batha" Service hydrologique du Centre de Recherches Tchadiennes.

En résumé, nous distinguerons :

- 1^o/ un cours supérieur de la source à AM-DAM qui coule d'une façon générale sur le socle granito-gneissique
- 2^o/ un cours moyen d'AM-DAM à l'amont de YAO qui se décompose en 2 tronçons :
 - a) AM DAM- OUM HADJER, traversée des regs
 - b) OUM HADJER-YAO, traversée de la série sableuse ancienne
- 3^o/ un cours inférieur, zone deltaïque, débouché sur le Lac Fitri.

1^o/ Les affluents du Batha.-

Il reçoit sur sa rive droite :

les ouadis Hamra, M'Bah, Nabak et la Bitéa le plus important de tous, elle-même grossie des ouadis Mandjobo et Lohorlé. Cette rivière a un cours supérieur aussi important que celui du Batha. Ses cours moyen et inférieur, au débouché des massifs, après avoir traversé la série des sables anciens au Sud d'ABOUGOUDAM, s'élargissent en un marécage d'alluvions argileuses récentes de plusieurs kilomètres de large. L'apport des eaux de cette rivière au Batha est faible. Une grande partie de celles-ci se perdant lors de la traversée de la série sableuse ancienne à la sortie des massifs.

Le Batha ne recevra plus rien sur sa rive droite à partir de sa confluence avec la Bitéa. Nous avons vu qu'en aval d'OUM-HADJER, au contraire, il alimentait de nombreux défluents.

.../...

Le Batha reçoit sur sa rive gauche plusieurs gros affluents qui proviennent de la région de MANGALME ou de l'Aboutelfan. Ce sont : l'Am-Dabouga, l'Abou-Rgé, le Baranget, le Mourmo....

2^o/ Mesures de débit.-

Le graphique en annexe donne les débits moyens mensuels du Batha pendant les années 1957-1958 aux stations d'AM-GUEREDA, AM-DAM, OUM-HADJER, et ATI.

Le coefficient d'écoulement : $\frac{\text{Volume total d'eau écoulé \%}}{\text{Précipitations totales tombées sur l'ensemble du bassin}}$

est faible.

Stations	Années	Coefficient écoulement annuel %
AM-GUEREDA 7.900 Km ²	1957	1,78
	1958	3,86
AM-DAM 10.600 Km ²	1957	1,77
	1958	3,10
OUM-HADJER 32.950 Km ² (23.000 Km ²)	1957	1,91 (2,71)
	1958	1,74 (2,96)
ATI 45.290 Km ² (36.050 Km ²)	1957	1,34 (1,57)
	1958	1,91 (2,39)

Les chiffres entre parenthèses pour les stations d'OUM-HADJER, ATI sont ceux calculés pour un bassin réduit (bassin de la Bitéa retranché).

CRT 6080

ED: 1°

LE: 13-6-60

DES: L. TRENDU

VISA:

TUBE N°

P

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

m³/s

DEBITS MOYENS MENSUELS DU BATHA 1957

150

100

50

0

— Am-Guéréda
- - - Am-Dam
+ + Oum-Hadjer
+ + Ali

Juillet

Aout

Septembre

Octobre



Station	Juillet	Aout	Septembre	Octobre
Am-Guéréda	0	25	15	0
Am-Dam	0	30	25	0
Oum-Hadjer	0	80	75	0
Ali	0	60	80	0

CRT 6079

ED: 1°

LE: 11-6-60

DES: L. TRENOU

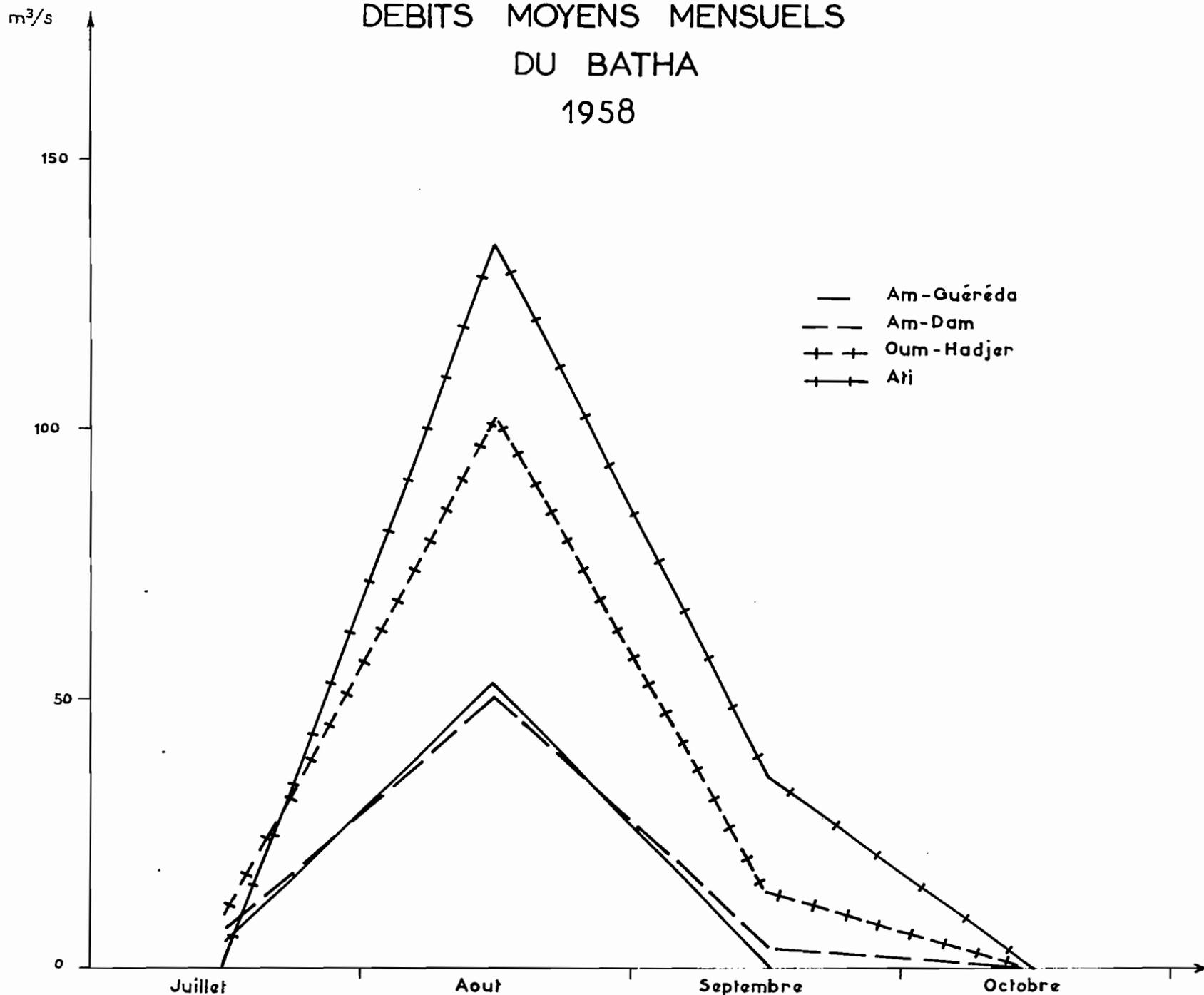
VISA:

TUBE N°

P

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

DEBITS MOYENS MENSUELS DU BATHA 1958



En dehors du Batha au cours bien dessiné , aux rives franches, les ouadis dont nous parlerons en suivant n'ont plus, bien souvent, que des cours peu marqués au lit souvent argileux. Ces ouadis en pénétrant dans les formations sédimentaires des plaines de piedmont se ramifient en de multiples bras jalonnés de mares argileuses. Tous ces ouadis ont des débits intermittents, limités aux tornades.

II - OUADIS DES PLAINES DE PIEDMONT DU MASSIF DU OUADDAI.-

Ouadi Chau . Il prend naissance au Nord d'AM-ZOER et reçoit de multiples petits affluents jusqu'au Sud-Ouest d'ABECHE où il recoupe ensuite l'étendue de sable ancien située aux pieds des massifs. Il traverse des regs et rejoint l'ouadi Chauk à DOP-DOP.

Ouadi Chauk. Il prend naissance à l'Est d'ABECHE, reçoit différents ouadis dont l'Ouadi Kaoun et traverse des successions sédimentaires identiques à celles recoupées par l'Ouadi Chau.

Ouadi Bornou qui prend naissance de la jonction des deux précédents, pénètre alors dans la série sableuse ancienne dont le démantèlement est localement son oeuvre ancienne. Son cours se divise en nombreux lits sinueux. Il passe au Sud d'AM-SAK où il rejoint une défluence du Batha et se dirige ensuite vers le Nord-Ouest, au milieu de la série sableuse ancienne. Il prend alors le nom d'Ouadi Rimé et va se perdre dans les sables au Nord-Ouest d'ATI. Ce cours est avant tout fossile et l'écoulement actuel faible, limité aux heures qui suivent les tornades et aux points du bassin intéressés par celles-ci.

Il donne lieu cependant à d'abondantes mares d'hivernage qui retiennent les troupeaux bien après la saison des pluies jusqu'en Janvier-Février.

Un de ses anciens cours, qui représentait autrefois une voie d'eau importante, passait au Nord d'AM-SAK et par HARAZE, poursuivait sa course vers le Nord-Ouest après avoir collecté

les eaux des ouadis Am-Kidi et Almé.

Ouadi Am-Kidi. Il prend naissance sur les massifs ensablés de l'Ouest d'ABECHE et sur les regs voisins. Il coule principalement dans les formations sableuses anciennes.

Ouadi Almé a sa source au Nord d'ABECHE dans l'Hadjer Tchoukoutoum. Il traverse, lui aussi, essentiellement des formations sableuses.

Ouadi Enne est un très important ouadi qui prend naissance à l'Est de BILTINE et reçoit de multiples affluents sur sa rive gauche dont l'Ouadi Gimbir.

A BILTINE, le Service hydrologique du Centre de Recherches Tchadiennes a noté un débit maximum de 100 m³/seconde après de fortes pluies, fin Juillet 1958. Vers l'Ouest, dans les plaines de piedmont, une succession de mares jalonnent ses nombreux bras. Une végétation abondante couvre les terrasses et contraste avec les étendues nues de la pseudo-steppe sur sable ou des regs.

Signalons ici une importante voie d'eau ancienne, très visible sur les photos aériennes, voie d'eau qui correspond aujourd'hui au cours de l'Ouadi Kéda. Celui-ci prend naissance dans les massifs au Sud de GUEREDA.

Cette importante voie d'eau se scindait en 3 tronçons à la sortie des massifs. La branche Nord formait l'ouadi H addad tandis qu'une seconde branche rejoignait ce même ouadi en passant au travers de la série sableuse ancienne, arasée à cet effet sur plusieurs kilomètres de large. La branche Sud occupait la large dépression où passe le cours actuel de l'Ouadi Enne. De nos jours, les bassins des ouadis Enne et Haddad sont bien distincts dans cette partie. Ce n'est que plus à l'Est que conflueront ces deux ouadis.

Ouadi Haddad naît au Sud de GUEREDA où il porte d'abord le nom d'Ouadi Kéda. Il apparaît, dans son cours moyen, composé d'une multitude de bras aux cours le plus souvent sableux.

.../...

Comme tous les ouadis de ces régions, il a un écoulement intermittent, limité aux tornades. Il a une grande importance dans la vie pastorale des nomadisants.

Nous citerons ici un extrait d'un rapport datant de 1952 du Chef de District PLATEAU :

" L'Ouadi Haddad, à l'Ouest, bien qu'il ne soit plus à proprement parler un ouadi, mérite une attention particulière car c'est le lieu de rassemblement de la plus grande partie des nomades. C'est une vaste dépression orientée Ouest-Est, large d'une trentaine de kilomètres, couverte, en saison des pluies, par de grandes mares dont les plus importantes Rad Djamous, Bardé durent jusqu'en Janvier."

Les ouadis Fama, Ouagat, Oum-Chalouba, Yedinga.

Tandis que les deux premiers prennent le nom de Kharma après leur confluence, les deux seconds se réunissent sous le nom d'Achim.

Tous quatre prennent naissance dans les massifs du Ouadai ou des Kapkas.

Dans les plaines de piedmont, leur cours, comme ceux des ouadis précédents, est une succession de mares argileuses. Leurs berges portent une végétation relativement dense pour la région et qui contraste avec les plaines dénudées environnantes.

Leur débit intermittent est lié aux précipitations qui accompagnent les tornades. Ainsi l'Ouadi Fama a coulé en 1958 du 15 Juillet au 20 Août avec une hauteur d'eau moyenne de 0,40 m mais avec des pointes de 1,2 m à 1,50 m sur une largeur de 20 m pour une pluviométrie annuelle de 257 mm à ARADA, ville proche de cet ouadi.

Les cours fossiles de ces ouadis sont bien visibles au débouché des massifs. Ils se marquent par un réseau très dense de voies sableuses qui s'anastomosent entre elles et poursuivent, vers l'Ouest, les cours des ouadis Fama et Ouagat.

.../...

III OUADIS DU MORTCHA : OUADIS HAOUACH, OUM-HADJER,
CHILI, SAALA.-

De premiers renseignements précis sur les débits ont été obtenus lors de la campagne hydrologique de 1959 (1). Les études ont porté sur l'Ouadi Haouach tandis qu'une échelle de crue était placée sur l'Ouadi Oum-Chalouba, cité précédemment.

Il découle des observations et mesures effectuées sur l'Ouadi Haouach que pendant la saison des pluies 1959, année particulièrement pluvieuse puisqu'il est tombé pendant :

le mois de Juillet 79,3 mm dont 56,2 mm en une seule tornade

le mois d'Août 156,1 mm

soit un total annuel d'environ 240 mm, l'Ouadi Haouach a coulé du 30 Juillet au 28 Août avec des intensités diverses que nous reproduisons dans le graphique pris dans l'ouvrage cité en référence. Plusieurs observations intéressantes signalées par l'auteur découlent de ces études.

" 1^o/ Il existe en saison des pluies d'une année bien arrosée, un débit constant dû à la vidange des mares dont la valeur est comprise entre 1,4 et 1,5 m³/seconde."

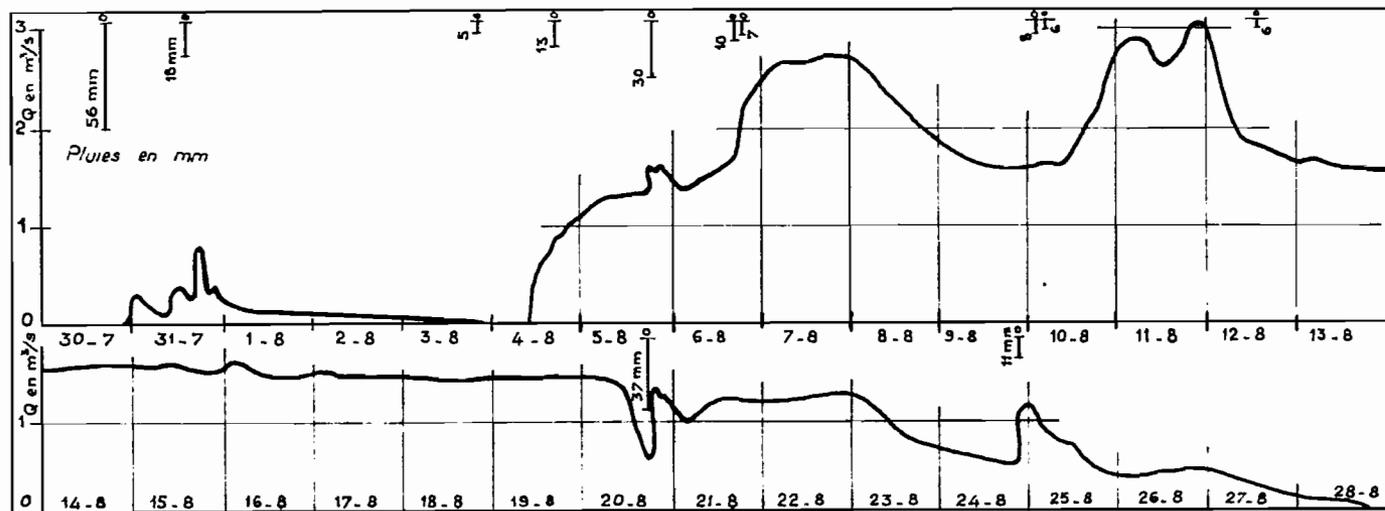
2^o/ Le coefficient d'écoulement est de 0,18 %

.../...

(1) - "Etude d'écoulement en régime désertique. Plaine du MORTCHA et de l'Ennedi"-Campagne 1959 M. ROCHE

O. HAOUACH

COURBE DES DEBITS EN 1959



CRT 6160

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 14-10-60

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

IV - OUADIS DE L'ENNEDI.-

Le système hydrographique de l'Ennedi a fait l'objet de trois années d'études (1957-1958-1959). Celles-ci ont porté sur les principaux ouadis de la face Sud-Ouest du massif: N'Dou, Oroué, Nohi, Sini ...

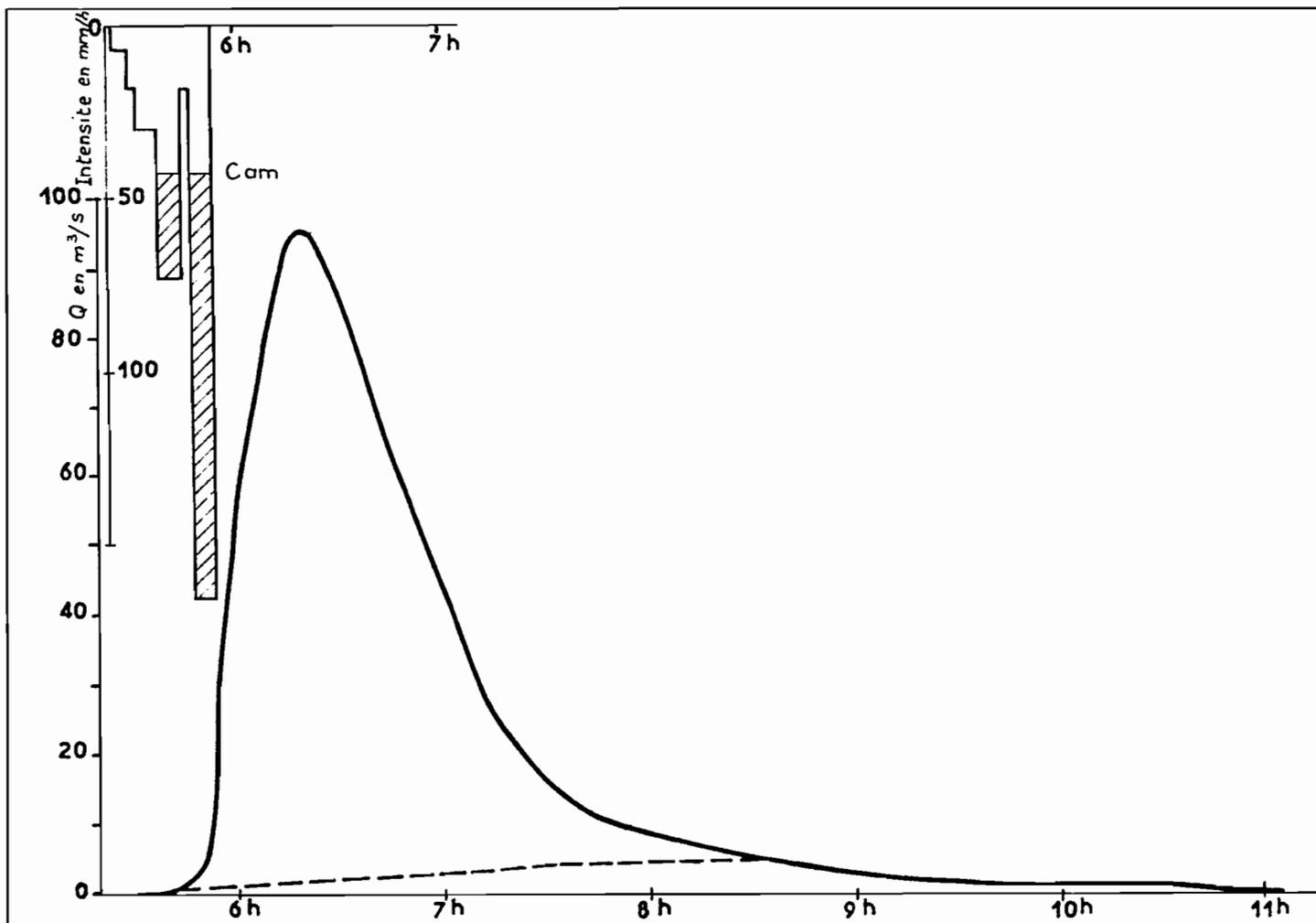
Il a été effectué des mesures de vitesses d'écoulement et de débit. Un bassin expérimental installé à Bachikélé a permis de connaître les débits journaliers écoulés et de dresser un bilan hydrologique. Comme pour les ouadis des plaines de piedmont du massif du Ouaddaï et ceux du Mortcha, ceux de l'Ennedi ont des débits intermittents limités aux tornades ou à la brève période qui leur succède. (Voir exemple dans croquis donné ci-après).

Nous donnons ci-dessous les débits maxima enregistrés en différents points des bassins de ces ouadis, pendant les années 1957, 1958 et 1959. Les données qui suivent ont été prises aux différentes études d'écoulement en régime désertique effectuées par BRAQUAVAL et ROCHE.

<u>Cuvette de FADA</u>	Q m ³ /s.	Débit spécifique l/s. Km ²
<u>Ouadi Tourba</u> (Surface bassin 280 Km ²)		
1958	145	520
1959	260	930
<u>Ouadi Kourien-Dourien</u> (Surface bassin 8 Km ²)		
1957	12	1.500
1958	60	7,500
1959	78	9.750
<u>Système d'ARCHEI</u>		
<u>Ouadi Aoué</u> (Surface bassin 10 Km ²)		
1958	19	1.900
1959	40	4.000

.../...

BASSIN VERSANT DE BACHIKELE
 CRUE DU 14 AOUT 1959



CRT 6164

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 25-10-60

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

<u>Ouadi Oroué</u> (Surface bassin 580 Km ²)	Q m ³ /s.	Débit spécifique l/s. Km ²
1958	265	460
1959	330	570

Système de Nohi

<u>Ouadi Nohi</u> (Surface bassin 1450 Km ²)		
1958	35	24
1959	51	35

Système du Sini

<u>Ouadi Sini</u> (Surface bassin 1450 Km ²)		
1958	160	110

x

x x

Nous donnons ci-après les débits écoulés et bilan hydrologique du bassin expérimental de Bachikélé pendant les années 1958-1959.

Dans cet Ouadi, l'écoulement journalier permanent quelle que soit la saison, est de 850 m³.

En ne tenant pas compte de cet écoulement :

	<u>En milliers de m³</u>	
	<u>1958</u>	<u>1959</u>
- Volume des apports	634,9	1.266,2
- Volume des précipitations	2.740	3.570
- Coefficient d'écoulement	23 %	35 %

.../...

En tenant compte de cet écoulement :

	<u>En milliers de m³</u>	
	<u>1958</u>	<u>1959</u>
-Volume des apports	950	1.580
-Volume des précipitations	2.740	3.570
-Coefficient d'écoulement	35 %	44 %

Pluviométrie : 1958 : 144 mm 1959 : 188 mm.

On constate que le coefficient d'écoulement décroît très rapidement lorsque les pluies diminuent.

	Hauteur moyenne des pluies sur bassin en mm.	Coefficient d'écoulement en %
Juillet 1958	94	31
Août 1958	50	9
Juillet 1959	16,4	5,2
Août 1959	171,6	38,4

Ces coefficients d'écoulement apparaissent considérables si on les compare à ceux enregistrés dans le bassin du Batha (2 à 3 %) ou dans celui de l'Ouadi Haouach en 1959 (0,18 %). Ceci s'explique par la situation du bassin versant de Bachikélé. Celui-ci est constitué par des affleurements rocheux de grès à faible rétention pour l'eau où les infiltrations sont faibles et le ruissellement abondant.

.../...

CHAPITRE V

LES GRANDS TYPES

DE JOLLI

Dans la partie Sud et centrale de cette région du Tchad, le sous-ordre des SOLS HYDROMORPHES est particulièrement bien représenté malgré la faible abondance des précipitations. Ceci tient à la position topographique de certains sols et à leur très faible perméabilité.

Sur les sols argilo-sableux des regs, l'eau des précipitations se maintient en surface par suite d'une très grande compacité du terrain et d'un ruissellement faible à nul qui découle d'une horizontalité presque parfaite. L'engorgement est ici de surface et temporaire.

Les sols sur alluvions fluviatiles récentes qui jalonnent le cours des ouadis subissent de même des engorgements, soit d'ensemble ou de surface et temporaires, soit des engorgements temporaires de profondeur, ceci par suite des précipitations, d'inondation, de fluctuation d'une nappe dans le cours proche des ouadis.

Les sols d'argile noire tropicale, peu répandus, surtout localisés dans la dépression Nord d'OUM-HADJER, les sols beiges plus ou moins épais reposant sur un horizon argilo-sableux profond, subissent de même des phénomènes d'engorgement.

- engorgement de surface ou d'ensemble et temporaire pour les premiers (pluies ou inondation)
- engorgement temporaire de profondeur pour les seconds.

Ces engorgements se traduisant par l'apparition de taches rouilles, de rares gravillons ferrugineux, d'amas calcaires. Ils sont limités à un temps très court dans la partie Nord de la région étudiée (Juillet -Août). Au Sud, par contre, le terrain détrempe dès Mai-Juin, le demeurera jusqu'en Octobre-Novembre.

.../...

Le sous-ordre des SOLS HALOMORPHES est ici aussi relativement abondant.

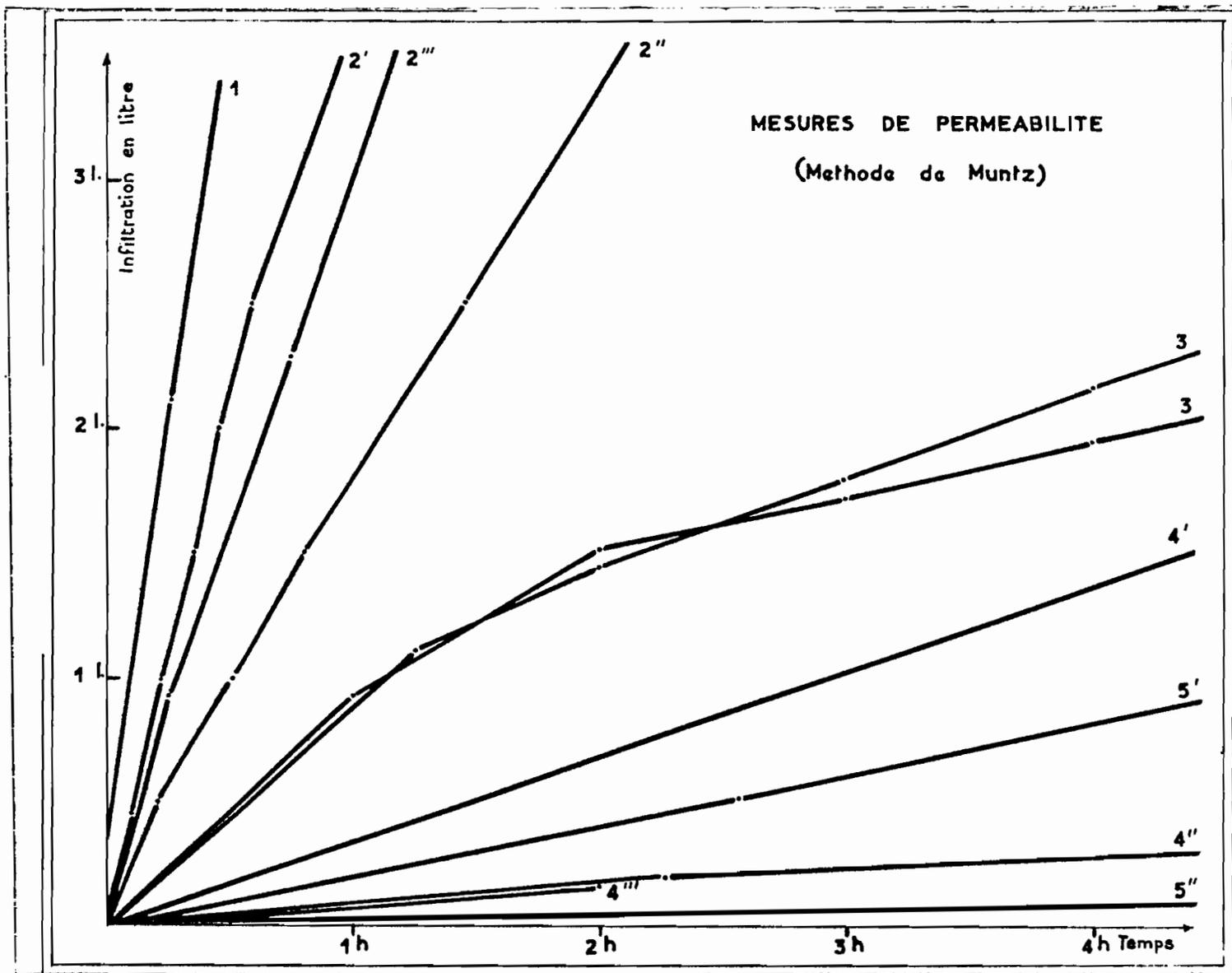
Des engorgements répétés, la présence d'eau stagnante ou de nappe temporaire proche de la surface du sol ont eu pour conséquence de favoriser des remontées importantes des solutions du sol. Ces phénomènes de remontée, anciens ou actuels, se traduisent par l'apparition, dans les profils, de pseudo-mycelium où calcaire, carbonate et sulfate alcalins sont abondants (sol salé). Ces phénomènes répétés ont eu pour résultats la fixation de Na sur le complexe absorbant des sols (sol à alcalis).

C'est souvent le cas des types de sols hydromorphes cités plus haut.

Enfin, le sous-ordre des SOLS STEPPIQUES est particulièrement abondant dans toute cette partie du Territoire du Tchad où la pluviométrie est inférieure à 700 mm. Nous savons que cet isohyète sépare, au Tchad, le domaine des sols ferrugineux tropicaux de celui des sols steppiques.

Dans la partie Sud des plaines de piedmont et dans l'intérieur des massifs du Ouaddaï, ces derniers présentent un horizon humifère brun ou brun-rouge bien développé, épais de 60 à 80 cm dans les sédiments sableux, de 30 à 40 cm dans les massifs où l'érosion est plus intense et où les sols sont alors sur granite.

Au-delà de l'isohyète 300 à 400 mm, ou même parfois sous des pluviométries plus fortes, là où une végétation graminéenne peu dense tend à remplacer, à la suite de défrichement ou de culture intensive, la savane arbustive ou arborée claire, l'horizon humifère s'amenuise pour n'être plus épais que de quelques centimètres. C'est le cas observé pour les sols sableux formés soit sur la série sableuse ancienne, soit sur les colluvions des grès de l'Ennedi. Ce sont les SOLS SUBDESERTIQUES de couleur grise-beige ou rouge.



- 1 - Sol brun steppique (série sableuse ancienne) - Courbe moyenne.
- 2 - Sol brun steppique (série sableuse récente)
 - 2' Bourrelet de l'Ouadi Kharma
 - 2'' Profil 56 AM-DALAM
 - 2''' Arène granitique grossière transportée TRUNGA
- 3 - Sol brun-rouge argilo-sableux peu évolué sur granite AM-ZOER
- 4 - Sol hydromorphe argilo-sableux à cailloutis "Reg".
 - 4' à couverture sableuse superficielle RABA TOUAIL
 - 4'' KOBRO FELLATA
 - 4''' Nord de l'Ouadi Kharma
- 5 - Sol hydromorphe sur alluvions fluviales récentes
 - 5' AM-DALAM
 - 5'' ATALA

.../...

I - S O L S H Y D R O M O R P H E S

Nous distinguerons :

1er groupe : Sols évolués foncés à engorgement d'ensemble ou de surface et temporaire

a) sous-groupe sols non salés

- sol argilo-sableux des regs
- sol d'argile noire tropicale

b) sous-groupe sols à alcalis ou salés à alcalis

sols identiques au sous-groupe a)

2ème groupe : Sols évolués clairs à engorgement d'ensemble ou de surface et temporaire

a) sous-groupe sols non salés

- sol sur alluvions fluviatiles récentes (cuvettes dépressions)

b) sous-groupe sols à alcalis ou salés à alcalis

sols identiques au sous-groupe a)

3ème groupe : Sols évolués clairs à engorgement temporaire de profondeur

a) sous-groupe sols non salés

- sol sur alluvions fluviatiles récentes (bourrelets des ouadis)
- sol beige plus ou moins épais sur horizon argilo-sableux

b) sous-groupe sols à alcalis ou salés à alcalis

sols identiques au sous-groupe a)

.../...

Il convient de signaler ici qu'au Nord de l'isohyète 200 mm l'engorgement de surface des sols argilo-sableux des regs ou des sols sur alluvions fluviales récentes est de très courte durée, variable suivant les années.

1^o- SOL ARGILO-SABLEUX DES REGS.-

a) Localisation, origine, végétation.

Ces sols ont une très grande extension et s'observent du Sud d'ABECHE à l'Ouest du Massif de l'Ennedi. Ils occupent des superficies très importantes et sont particulièrement reconnaissables par leurs surfaces nues et planes dépourvues de végétation, recouvertes d'un abondant cailloutis.

Nous avons dit précédemment que la sédimentation qui leur a donné naissance apparaît comme les vestiges d'une série argileuse lacustre plus importante, aujourd'hui très érodée. Dans la partie Nord, cette érosion, très intense, a découpé de ravines nombreuses l'ancienne plateforme. Le socle affleure alors en de nombreux endroits.

Vers AM-DAM, les sols argilo-sableux à nodules calcaires, formés sur la même série continuent vers le Sud les sols des regs. Ils offrent un aspect différent ceci par suite d'une végétation plus dense et plus variée.

Les principaux regs s'observent :

1^o/ sur la rive gauche du Batha d'OUM-HADJER au Nord de MANGALME.

2^o/ de part et d'autre de la Bitéa dans son cours moyen et dans la zone de confluence avec le Batha

3^o/ au Nord et à l'Ouest de BILTINE, vers ARADA

4^o/ au Nord de l'Ouadi Fama jusqu'à OUM-CHALOUBA et FADA où ils sont alors très abondants mais aussi très divers, par suite d'une érosion ancienne très forte.

.../...

Ce type de sol est très répandu dans les plaines de piedmont. Il partage cependant la dominance avec les sols steppiques et les sols subdésertiques formés sur la série sableuse ancienne.

Ces regs portent une végétation arbustive ou arborée très clairsemée.

Acacia seyal domine dans le Sud, accompagné de Balanites aegyptiaca, Acacia senegalensis ... Au Nord, en même temps que la végétation arbustive devient plus rare, poussent Maerua crassifolia, Capparis decidua ... Le tapis graminéen est à dominance de Schoenfeldia gracilis tandis que Cymbopogon giganteus pousse dans des parties basses plus humides. Dans ces endroits, les graminées déchaussées indiquent une érosion pluviale intense.

b) Morphologie.-

Ces sols portent en surface un abondant cailloutis quartzeux grossier et roulé. On note parfois aussi des concrétions ferrugineuses abondantes, amenées là anciennement ou dégagées par l'érosion.

Ces sols présentent généralement un horizon argilo-sableux de couleur brune, brun-noire, noire. Cet horizon, épais de 100 à 120 cm, est de structure polyédrique moyenne à fine en surface, massive et polyédrique grossière en profondeur où le sol, moins argileux, contient souvent des éléments détritiques assez grossiers. Nous n'avons pas observé dans les profils les granites ou granito-gneiss en place bien que ceux-ci affleurent en de nombreux endroits. On observe également dans les profils un pseudo-mycélium en partie calcaire, des concrétions ferrugineuses, parfois des amas ou nodules calcaires.

.../...

Des dépôts colluviaux brun-rouges récents également argilo-sableux se superposent fréquemment au profil classique. Ils sont peu épais, 5 à 10 cm et mélangés de cailloutis, sable grossier ou concrétions ferrugineuses.

Nous citerons comme exemple le Profil 46 prélevé au Sud de KOBRO FELLATA sous végétation de Balanites aegyptiaca clairsemés.

La surface du sol était couverte d'abondants cailloutis de quartz et de concrétions ferrugineuses.

- 0 - 25 : horizon brun-rouge, argilo-sableux. Compact à cohésion moyenne. Structure cubico-polyédrique. Présence d'éléments grossiers, quartz et concrétions ferrugineuses
- 25 - 80 : horizon brun-noir, argilo-sableux. Structure polyédrique moyenne à fine. Eléments grossiers identiques à l'horizon précédent. Pseudo-mycélium blanc par points.

Des sables colluviaux provenant des massifs granitiques ou de la série sableuse ancienne forment parfois de minces placages superficiels sur ces sols.

Le Profil 113 relevé au Nord d'OUM-CHALOUBA en est un exemple.

- 0 - 40 : horizon brun sableux à sablo-argileux. Structure polyédrique moyenne. Compacité et cohésion moyennes.
- 40 - 80 : horizon argilo-sableux gris-brun, très compact mais cohésion assez faible des éléments structurés. Structure polyédrique grossière.

.../...

c) Propriétés physiques et chimiques.

Ces sols sont argilo-sableux et contiennent de 25 à 40 % d'argile. Exceptionnellement plus dans les parties basses des regs couvertes alors de Cymbopogon giganteus.

Au Nord d'ARADA, ces sols plus fortement érodés, sont moins argileux, le cailloutis et les éléments détritiques plus abondants.

La fraction grossière, supérieure à 2 mm, est parfois importante. Il s'agit souvent de quartz roulés, d'éléments détritiques des granites, de concrétions ferrugineuses ou de nodules calcaires.

A l'examen, les sables se révèlent quartzeux et feldspatiques, de type fluviatile. Certains éléments, peu nombreux, sont éolisés.

N°	461	462	1851	1852	1131	1132
Origine	KOBRO-FELLATA vers ALBERTIE		Ouest de BILTINE		OUM-CHALOUBA vers FADA Km 20	
Profondeur	0-20	60-80	0-20	40-60	0-20	40-60
Terre fine %	90	89,5	94	99	98,5	98,5
Argile %	38	35	30	34	13	29
Linon %	9	9	7	8	5	8
Sable fin %	28	31	34	31	32	24
Sable grossier %	25	25	29	27	50	39

Les pH de ces sols sont neutres en surface, légèrement alcalins ou très alcalins en profondeur dans les types contenant des quantités de sels solubles déjà importantes.

.../...

Ces terres sont pauvres en carbone et azote : 0,2 à 0,3 % et ‰.

Nº	461	1851	1131
Matière organique %	0,3	0,45	0,20
Azote ‰	0,23	0,26	0,12
C/N	7,8	10	5,2

Elles sont généralement bien pourvues en bases échangeables. Ca est particulièrement abondant ainsi que Na. Les rapports Na/Ca échangeables % tendent déjà vers 15, limite arbitraire au-delà de laquelle se situent les sols à alcalis.

Nº	461	462	1851	1852	1131	1132
pH	6,2	7,8	7	8,6	7,2	7
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq %	7,36	15,1	13,2	17,6	5,55	12,85
Mg meq %	1,69	1,98			1,5	1,95
K meq %	0,45	0,11	0,44	0,15	0,23	0,23
Na meq %	0,67	1,97	0,73	2,14	0,22	1,21
Na/Ca échang. %	9,1	13	5,5	12,1		

Les chiffres de P2 O5 total sont faibles.

.../...

<u>N°</u>	<u>P2O5 total ‰</u>	<u>Origine</u>
51	0,24	Sud d'OUM-HADJER
931	0,35	Ouest d'ARADA
1141	0,65	Nord d'OUM-CHALOUBA
1391	0,44	
1392	0,23	Sud d'ARADA
1861	0,30	
1862	0,28	Sud-Ouest de BILTINE
2131	0,25	KOULBO (65 Km au Sud d'ABECHE).

o

o o

Sous-type à alcalis.-

La plupart des sols argilo-sableux de regs sont à alcalis. Des quantités importantes de sodium sont fixées sur le complexe absorbant.

Ces sols à alcalis diffèrent peu morphologiquement du type normal si ce n'est parfois que par un pseudo-mycelium plus abondant et une structure en saison sèche plus massive et cubico-polyédrique. Ce sol est d'une très grande compacité et doit être attaqué à la barre à mine. Les éléments structuraux, ainsi détachés, se délitent souvent, par contre, facilement en petits polyèdres.

Nous donnerons un exemple de profil de ces sols.

Profil 6, prélevé au Sud d'OUM-HADJER vers MANGALME

- 0 - 5 : horizon sableux, lité de cailloutis quartzeux ou granitiques
- 5 - 40 : horizon brun-rouge argilo-sableux. Structure polyédrique moyenne
- 40 - 80 : horizon gris-noir identique à structure plus massive.

.../...

Ces sols ont des pH plus élevés que les précédents. Ils atteignent 8,5 - 9 en profondeur où les éléments solubles sont les plus abondants. Ce sont surtout des sulfates et carbonates de sodium que l'on observe, mais les quantités sont relativement faibles. La conductivité de l'extrait de saturation de la pâte de sol est toujours en-dessous de 4 millimhos - limite inférieure des sols salés.

Ces sols sont identiquement pauvres en matière organique et azote. Ils sont très bien pourvus en bases échangeables avec cependant des déficiences assez nettes en K, ceci principalement dans les horizons inférieurs. Si Ca est abondant, les taux de Na échangeable prennent souvent des valeurs exagérées qui expliquent la mauvaise structure et la faible perméabilité. Celle-ci, mesurée sur le terrain par la Méthode de Muntz, donne des vitesses d'infiltration très faibles (0,17 - 0,7 cm/h).

Les rapports Na/Ca échangeables % sont élevés, supérieurs à 15.

N°	60	61	62	1391	1392	1393	1160	1161	1162
Origine	Sud d'OUM-HADJER			Sud d'ARADA			OUM-CHALOUBA vers FADA Km 30		
Profondeur	0-5	10-30	60-80	0-20	50-70	100-120	0-2	2-20	60-80
pH	6	6,8	8	7	9	9,3	7,7	8	9,2
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	2,55	8,65	13,75	8,9	15,45	15,2	4,2	12,65	15
Mg meq %	0,5	1,71	1,22	5,97	3,57	3,08	1,2	6,4	3,1
K meq %	0,2	0,16	0,16	0,36	0,05	0,05	0,3	0,45	0,07
Na meq %	0,42	2,22	4,22	0,64	2,62	3,17	0,34	2,26	3,28
Na/Ca échang. %	16,5	25,7	30,7	7,2	16,95	20,9	8,1	17,9	21,9
SELS SOLUBLES									
Ca meq %	0,1	0,8	0,8		0,2	0,15		0,1	0,3
Mg meq %	0,2	0,55	0,35		0,55	0,55		0,6	0,2
K meq %	0,2	0,15	0,15		0,15	0,15		0,15	0,15
Na meq %	0,15	0,25	0,25		0,8	1,1		0,45	1,05
Extrait sat. C à 25°					0,8	0,85		0,55	2,2

.../...

Ces sols argilo-sableux des regs, le plus souvent à aldalis, sont incultes dans tout le territoire observé.

Dans la partie Sud, la mieux arrosée, ces sols pourraient faire l'objet d'essais de cultures de mil tardif après un travail préalable très important (labour profond, sous-solage) que réclament ces terres vierges.

Il a été noté qu'au Sud d'AM-DAM, cette même sédimentation, alors moins érodée, porte d'abondants champs de "berbéré"

2^o/SOL ARGILO-SABLEUX A NODULES CALCAIRES ET EFFONDEMENTS.-

a) Localisation, origine, végétation.-

Ce type de sol, qui est, en fait, une variante peu modifiée du type précédent, ne fait son apparition qu'au voisinage d'AM-DAM. Plus au Sud, ces sols deviendront progressivement plus abondants.

Nous ne les avons pas étudiés au-delà du Batha.

Ils prennent naissance, comme les précédents, sur la série fluvio-lacustre.

Ils portent une végétation assez dense où Acacia seyal est l'élément dominant. Cette relative luxuriance de la végétation provient certes d'une pluviométrie plus abondante mais surtout du voisinage du Batha. On observe également sur ces sols : Balanites aegyptiaca, Combretum glutinosum.

.../...

b) Morphologie.-

Comme les précédents, ces sols argilo-sableux portent, en surface, localement le cailloutis quartzeux roulé tandis que s'observent souvent dans les profils des nodules calcaires en plus ou moins grande abondance alors qu'ils n'étaient trouvés que très rarement dans les sols précédents.

Ce phénomène marque une hydromorphie beaucoup plus grande que celle qui règne dans les regs plus nordiques. Ces sols présentent également en surface, des effondrements dont nous rappellerons ici sommairement l'origine. Ces effondrements sont, dans la majorité des cas, la conséquence d'une circulation souterraine des eaux de ruissellement qui s'infiltrent par les fentes de retrait en début de saison des pluies. Cet écoulement souterrain dissocie les agrégats, entraîne une argile facilement dispersable. Il se creuse ainsi des poches qui s'effondrent à la moindre pression ou sous le propre poids de la terre demeurée en surface.

Ces sols sont argilo-sableux, assez homogènes, de couleur brun-jaunâtre ou jaunâtre. La structure est généralement grossière, polyédrique ou cubico-polyédrique, la cohésion des éléments structurés du sol est assez forte, la compacité élevée.

On observe dans les profils, répartis d'une façon homogène, des nodules calcaires, parfois de petits gravillons ferrugineux hématisés.

Des dépôts sableux peuvent recouvrir, localement, ces sols atténuant ou faisant disparaître totalement les effondrements.

Le Profil 208, cité ci-dessous a été prélevé à 25 Km de DERESSA, en direction d'AM-DAM.

.../...

- 0 - 20 : horizon noir, sablo-argileux, structure polyédrique moyenne. Nodules calcaires abondants
- 20 - 100 : horizon brun-jaunâtre argilo-sableux, structure plus massive et polyédrique grossière. Compacité et cohésion fortes. Présence de nodules calcaires.

En surface, les nodules calcaires sont particulièrement abondants. On observe aussi un cailloutis quartzeux.

La végétation, tout en étant plus dense que sur les regs, offre un aspect identique à celle que l'on observe sur les "nagas" : Acacia seyal, Balanites aegyptiaca sont les éléments dominants.

c) Propriétés physiques et chimiques.-

Comme les précédents, ces sols sont de nature argilo-sableuse (25 à 40 % d'argile). Parmi les sables une importante fraction est sous forme grossière, supérieure à 0,2 mm. Ces sables sont quartzeux et feldspathiques, de type fluviatile en grande majorité. La partie graveleuse, supérieure à 2 mm, est importante, composée par des nodules calcaires et le cailloutis.

N°		2081	2082	2083	2091	2092
Origine		de DERESSA vers AM- DAM Km 25				
Profondeur		0-20	40-60	60-80	0-20	40-60
Terre fine	%	76,5	87	88	88	87
Argile	%	20	36	39	24	39
Limon	%	5	10	9	7	9
Sable fin	%	33	23	23	24	21
Sable grossier	%	42	31	29	45	31

.../...

Les pH, neutres ou faiblement acides en surface, sont alcalins en profondeur.

Pauvres en matière organique et azote, ces sols ont un complexe absorbant riche en bases échangeables. Ca est abondant. Mais les taux de Na sont élevés et ceci détermine pour les exemples cités des rapports Na/Ca échangeables % supérieurs à la limite de 15 admise pour séparer les sols normaux des types à alcalis.

N°	2081	2082	2083	2091	2092
Matière organique %	0,6			0,8	
Azote total ‰	0,36			0,38	
C/N	10			11,8	
pH	6,6	8,2	8,6	6,8	7,4
BASES ECHANGEABLES					
Ca meq %	7,6	20	21,3	8,6	14,4
Mg meq %	2,58	2,77	2,36	2,37	2,88
K meq %	0,29	0,05	0,07	0,27	0,05
Na meq %	1,47	1,99	3,24	0,87	3,09
Na/Ca échang. %	19,3	10	15,2	10,5	21,5

Les sels solubles existent mais peu abondamment. La conductivité de l'extrait de saturation des échantillons de sol du profil 208 est faible bien en-dessous de la limite admise pour les sols salés.

N°	2081	2082	2083	2091	2092
SELS SOLUBLES					
Ca meq %	(,	0,15	0,15	0,1	0,2
Mg meq %		0,2	0,4	0,4	0,55
K meq %		0,15	0,15	0,15	0,15
Na meq %		0,6	0,85	0,4	0,35
Extrait sat. C à 25°		0,6	1,15		

.../...

Les taux de P2 O5 total sont faibles 0,26 ‰ pour l'échantillon 2081.

o
o o

Dans la région où nous les avons observés, ces sols argilo-sableux à nodules calcaires à l'exemple des regs, étaient incultes.

Au Sud d'AM-DAM où ils prennent une plus grande extension, ils sont utilisés pour la culture du mil tardif repiqué.

3°/ SOL D'ARGILE NOIRE TROPICALE.-

a) Localisation, origine, végétation.-

Ces sols sont peu répandus dans la région étudiée. On les observe cependant par taches :

- dans la grande dépression située au Nord d'OUM-HADJER où ils alternent avec des buttes sableuses multiples, des sols argilo-sableux.

- à l'Ouest d'AM-SAK et d'HARAZE où ils occupent une multitude de dépressions séparées les unes des autres par des buttes témoins de la série sableuse ancienne très fortement démantelée ici.

- dans les surfaces planes des regs où à la faveur de légers accidents topographiques se sont déposés des sédiments argileux colluviaux provenant des regs.

.../...

Ces sols portent une végétation d'Acacia seyal en formation plus ou moins dense. Le couvert végétal est parfois plus divers on observe en plus alors : Balanites aegyptiaca, Acacia scorpioides

Dans les regs ou dans des places plus fortement inondées, le sol est dépourvu de toute végétation arbustive. On observe un tapis dense de Cymbopogon giganteus souvent fortement déchaussé.

b) Morphologie.-

Ces sols , de couleur généralement noire ou brune, présentent en surface des fentes de retrait, disposées en polygones de 50 à 60 cm de diamètre. Ces fentes de retrait descendent à 40, 60 cm ou parfois plus.

Dans certaines parties, on note de nombreux effondrements. La surface du sol, très bosselée, indique une érosion pluviale intense. Chacune des bosses du microrelief porte une touffe de Cymbopogon qui a favorisé le maintien du sol en cet endroit.

Le sol est argileux , parfois argilo-sableux superficiellement. La structure est grossière prismatico-polyédrique. La cohésion des éléments structuraux est élevée, sa compacité grande. On observe dans certains profils un pseudo-mycelium.

Nous citerons ici le profil 10 relevé à 38 Km d'OUM-HADJER en direction d'AM-SAK.

- 0 - 30 : horizon noir argileux , très compact, à structure prismatico-polyédrique. Fentes de retrait descendant jusqu'à 30 cm.
- 30 - 100 : horizon noir argileux, plus massif. Structure polyédrique moyenne. Léger pseudo-mycelium à partir de 60 cm.

.../...

c) Propriétés physiques et chimiques.-

Ces sols sont de texture argileuse (40 à 60 % d'argile), parfois argilo-sableuse en surface.

N°		101	102	141	142
Origine		38 Km au Nord d' OUM-HADJER		Ouest d'AM-SAK	
Profondeur		0-20	50-60	0-20	40-60
Argile	%	45	60	36	40
Limon	%	15	20	10	9
Sable fin	%	19	8	21	19
Sable grossier	%	21	12	33	32

Ils ont des pH légèrement acides en surface, le plus souvent alcalins dans les horizons profonds où se notent les plus fortes concentrations en Na échangeable ou en sels solubles.

Ici encore on obtient parfois des rapports Na/Ca échangeables % supérieurs à 15 qui indiquent que nous nous trouvons en présence de sols à alcalis. Ceci ne saurait nous étonner puisque ces sols, comme ceux des regs, comme les sols alluviaux ou les sols beiges sableux que nous décrirons plus loin, sont soumis à des engorgements répétés qui favorisent l'accumulation du Na sur le complexe absorbant.

Les sels solubles sont ici cependant en assez faible quantité et il n'a pas été observé de sol salé.

Les propriétés chimiques ou physiques sont identiques à celles des regs :

- pauvreté en matière organique et azote
- complexe absorbant riche en tous éléments
- pauvreté en P2 O5 total

.../...

- faible perméabilité
- mauvaise structure

N°	101	102	141	142
Matière organique %	0,6	0,5	0,4	
Azote total ‰	0,33	0,2	0,19	
C/N	10,6	13,5	11,6	
pH	6,6	7,4	7	7,8
BASES ECHANGEABLES				
Ca meq %	11,8	16,2	14,8	16,6
Mg meq %	6,06	7,1	3,6	3,6
K meq %	0,67	0,66	0,41	0,39
Na meq %	0,99	2,33	0,66	1,50
P2 O5 total ‰	0,47		0,43	

o

o

o

Les sols de ce type que nous avons pu observer, étaient incultes dans la région située au Nord du Batha et de la Bitéa à l'exception de ceux situés au voisinage de ces fleuves et qui portaient alors des cultures de mil tardif repiqué.

Au Sud de ceux-ci, nous avons également observé quelques champs de "berbéré", notamment au Nord-Ouest de DERESSA.

.../...

4^e/ SOL SUR ALLUVIONS FLUVIATILES RECENTES.-

a) Localisation, origine, végétation.-

Ce type de sol est très étroitement localisé et s'observe principalement le long des ouadis dont il constitue les terrasses.

Les zones de grande extension de ces sols alluviaux se situent :

- dans les plaines de piedmont, le long des ouadis Batha, Bitéa, Chau, Enne, Haddad, Fama
- dans l'intérieur des massifs, le long des ouadis Hamra, Bitéa, Lohorlé, Mandjobo, Am-Zoer, Bouboula .

Signalons la grande extension qu'ils prennent au Nord d'OUM-HADJER où ils occupent une importante fosse.

La sédimentation qui leur donne naissance est très récente, subactuelle dans la plupart des cas, actuelle le long des plus grands de ces ouadis : Batha, Bitéa ..., ceci principalement dans l'intérieur des massifs où sur les terrasses inondées au moment des crues se déposent, chaque année, de nouveaux sédiments.

Ce phénomène s'explique par des vallées encaissées où coulent, en saison des pluies, des ouadis au régime divers mais souvent torrentiel dans la partie supérieure de leur cours. Les sédiments déposés peuvent donc être très différents en texture suivant l'intensité des précipitations de l'année.

.../...

La végétation qui pousse sur ces terrasses est elle-même très variable tant par la diversité des espèces que par la densité des peuplements.

On observe des galeries forestières le long de la Bitéa et du Batha, on y trouve :

Acacia sieberiana
Tamarindus indica
Acacia scorpioides
Diospyros mespiliformis
Anogeissus leiocarpus

Ce sont les mêmes espèces que nous retrouverons dans l'intérieur du massif du Ouaddaï sur les terrasses des grands ouadis.

On observe aussi, sur ces sols :

- des savanes armées à Acacia seyal
- des savanes très clairsemées rappelant les "nagas" très caractéristiques par leur végétation arbustive ou buissonnante à :

Maerua crassifolia
Balanites aegyptiaca
Boscia senegalensis
Salvadora persica

repousses d'Hyphaene thebaïca

Plus au Nord, au-delà du parallèle de BILTINE, ou mieux de celui d'ARADA, la raréfaction du couvert arbustif ou arboré devient plus grande. On note cependant des îlots denses d'Acacia flava le long de ravines d'érosion. Mais ce sont surtout : Maerua crassifolia, Balanites aegyptiaca, Capparis decidua qui sont alors les plus souvent notés.

.../...

b) Morphologie.-

Ces sols sont morphologiquement très divers et cette diversité est bien souvent la conséquence de leur grande variabilité texturale.

Aussi nous contenterons-nous de décrire ici plusieurs profils pris dans les types moyens.

Le Profil 68 a été prélevé à une dizaine de kilomètres au Nord d'ABECHE.

La terrasse observée ici était de nature sableuse, sablo-limoneuse. Bien qu'inondée temporairement au moment des crues, l'hydromorphie du sol était faible.

- 0 - 30 : horizon beige sableux à sablo-limoneux. Structure fondue.
- 30 - 80 : horizon sablo-limoneux beige à structure polyédrique moyenne. Cohésion et compacité faibles. Quelques taches rouilles d'hydromorphie.

Nous citerons ensuite un profil dans l'intérieur du massif du Ouaddaï à l'Ouest d'AM-ZOER à GJERINGA.

Profil 149

- 0 - 40 : horizon sablo-limoneux brun à structure fondue. Humide à partir de 30 cm.
- 40 - 80 : horizon limono-argileux brun. Nombreux nicas formant un litage. Taches d'hydromorphie très abondantes.

Il arrive aussi d'observer en plus des taches rouilles d'hydromorphie des concrétions ferrugineuses mais celles-ci ne forment jamais d'horizon bien individualisés.

Ces profils de sols très divers présentent parfois des stratifications entrecroisées où alternent sable grossier, sable micacé, limon Ceci principalement dans l'intérieur

.../...

des massifs.

Au fur et à mesure que l'on remonte vers des régions plus désertiques, l'hydromorphie devient de moins en moins visible bien que l'inondation temporaire se décèle encore facilement par l'observation de la surface du sol où se distinguent encore les mares d'hivernage.

c) Propriétés physiques et chimiques.-

Nous avons vu que ces sols étaient de texture très variable.

D'une façon générale, ils sont le plus souvent de texture assez fine, limono-argileux, argilo-limoneux dans les plaines de piedmont. Ils sont plus divers dans l'intérieur des massifs où peuvent alterner des sols alluviaux sableux parfois à sable très grossier et des sols où dominent les éléments colloïdaux (Profil 149).

N°	1411	1412	1491	1492	1351	1352	681	682
Origine	Ouadi	Massif AM-ZOER	Ouaddaï GUERINGA		Ennedi EDIE		Plaine de piedmont Nord d'ABECHE	
Profondeur	0-20	50-70	0-20	50-70	0-20	60-80	0-20	50-70
Argile %	3	10	8	20	56	64	5	11
Limon %	8	8	10	54	30	28	3	11
Sable fin %	70	53	76	25	13	7	69	64
Sable grossier %	19	29	6	1	1	1	23	14

.../...

L'observation des sables n'apporte guère de renseignements. Ceux-ci sont de nature très variable.

Dans l'intérieur du massif du Ouaddaï on a :

les associations - feldspath-quartz sur les terrasses sableuses

- quartz fluviatile-mica sur les terrasses où les éléments colloïdaux sont plus abondants.

Nous parlerons surtout des sols alluviaux des plaines de piedmont en décrivant le sous-type à alcalis. En effet, dans de nombreux cas, les taux de sodium sont, dans ces sols, très importants.

De leur diversité texturale va découler une diversité très grande de leur richesse chimique. Un point est commun cependant à tous ces sols : leur pauvreté en matière organique et azote. C'est là un phénomène bien connu pour toutes les terres du Tchad à quelques exceptions près (Polder de BOL, limon de la zone ERE-LOKA).

N°	1411	1412	1491	1351	1352	681
Matière organique %	0,55	0,50	0,6	0,4	0,3	0,4
Azote total ‰	0,43	0,36	0,54	0,29	0,24	0,23
C/N	7,4	8,1	6,3	8,3	7,5	8,3

Les pH de ces sols sont faiblement acides ou neutres. Exceptionnellement, ils peuvent devenir alcalins dans leurs horizons profonds quand des taux de Na échangeable déjà plus importants sont notés ou quand s'observent des traces de sels solubles.

.../...

Inversement, il arrive de noter des pH bas dans des horizons profonds subissant un engorgement prolongé. C'est le cas de l'horizon 1942 du profil relevé à GUERINGA.

Disons également que malgré leur diversité de texture, ces sols sont bien pourvus en bases échangeables.

N°	1411	1412	1491	1492	1351	1352	681	682
pH	6,2	6,2	7,3	5,8	6,7	7,2	6,2	7,3
BASES ECHANGEABLES								
Ca meq %	2,95	4,6	7,5	13,2	11,7	7,8	2,65	9,7
Mg meq %	1,84	2,31	1,84	5,14	4,55	4,55	1,5	2,1
K meq %	0,34	0,24	0,26	0,51	1,31	1,53	0,47	0,23
Na meq %	0,13	0,18	1,1	1,02	0,58	0,66	0,14	0,24

Les taux de P2 O5 total décelés sont également variables. faible (0,48 %) pour l'horizon 1411 (Terrasse de l'Ouadi An-Zoer) correct (1,22 %) pour l'horizon 1491 (Terrasse de l'Ouadi Bouboula).

o

o o

Sous-type à alcalis.-

Ces sols ne s'observent que dans les plaines de piedmont où ils sont d'ailleurs dominants, nous n'en avons pas noté, par contre, dans l'intérieur du massif du Ouaddaï.

Les sols à alcalis diffèrent peu morphologiquement des types normaux. Ici encore, on note l'apparition d'un pseudo-mycélium en même temps que la structure du sol devient plus massive, de nature polyédrique grossière ou cubico-polyédrique. La compacité du sol est très grande.

.../...

Nous donnerons ici, à titre d'exemples, deux profils.

Le Profil 37 a été relevé à ATALA au voisinage du Batha.

- 0 - 25 : horizon brun argilo-limoneux à structure cubico-polyédrique. Très compact. Eléments structuraux à forte cohésion. Léger pseudo-mycélium.
- 25 - 130 : horizon brun argilo-limoneux à structure polyédrique fine. Compacité très forte, cohésion faible. Pseudo-mycélium abondant.
- 130 - 170 : horizon noir bleuté avec taches rouilles d'hydromorphie plus argileux. Structure polyédrique moyenne. Très compact, cohésion faible. Egalement pseudo-mycélium.

Le Profil 121 a été observé au Sud-Ouest de FADA , près du 17 ème parallèle, sur la berge de l'Ouadi Saala.

- 0 - 15 : horizon sablo-argileux brun, peu compact à structure fondue à tendance polyédrique
- 15 - 80 : horizon argilo-sableux brun jusqu'à 60 cm puis plus jaune avec taches rares d'hydromorphie. Structure polyédrique moyenne à fine.

On note, dans cet horizon, des stratifications de sable blanc.

N°	371	372	373	374	1211	1212	1231	1232
Origine	ATALA				Ouadi Saala		Entre OUM-CHALOU BA et FADA	
Profondeur	0-15	50-70	100-120	130-160	0-15	20-40	0-20	60-80
Argile %	35	34	24	41	17	31	20	22
Limon %	28	28	35	42	11	11	27	29
Sable fin %	27	33	36	15	43	35	32	32
Sable grossier %	10	5	5	2	29	23	21	17

.../...

Ces sols ont naturellement des pH élevés, atteignant ou même dépassant 9 dans les horizons les plus salés.

Les remarques que nous avons faites pour la matière organique, l'azote, les bases échangeables au sujet du type normal sont valables ici. Les sels solubles, plus ou moins abondants, sont ici encore sulfates et carbonates de sodium.

La conductivité de l'extrait de saturation des divers horizons est généralement inférieure à 4 millimhos, limite inférieure des sols salés. Notons cependant que l'horizon profond du profil 123 prélevé à 140 Km d'OUM-CHALOUBA vers FADA a une conductivité de 4,8 millimhos qui classe ce profil parmi les sols salés mais il s'agit là d'une exception.

Par contre, la grande richesse en Na du complexe absorbant de ces sols est constante.

Les rapports Na/Ca échangeables % sont élevés.

N°	371	372	373	374	1211	1212	1231	1232
pH	7,8	9,4	9,2	9	6,6	8	8,8	8,7
BASES ECHANGEABLES								
Ca meq %	19	22,4	17,45	21,4	5,55	10,5	19,7	20,25
Mg meq %	2,98	3,59	1,55	4,47	0,95	2,6	1,6	<0,2
K meq %	0,61	0,52	0,56	0,89	0,87	1,27	0,51	0,21
Na meq %	1,35	5,95	5,45	8,06	1,1	2,02	1,95	8,49
Na/Ca échang. %	7,1	26,6	31,2	37,6	19,8	19,2	10	41,9
SELS SOLUBLES								
Ca meq %		0,55	0,7	0,5		0,15	0,8	0,15
Mg meq %		<0,2	0,75	0,4		0,55	<0,2	0,3
K meq %		0,2	0,2	0,15		0,15	0,15	0,15
Na meq %		0,4	0,4	1,4		0,2	0,5	3,4
Extrait saturation C à 25°		0,72	0,9	1,44		0,85	0,65	4,8

.../...

Ces sols sont également peu perméables et, ceci lié à des conditions climatiques rigoureuses, explique le maigre couvert végétal malgré une position topographique favorable (bordure d'ouadis, dépression). Les perméabilités entegistrées par la méthode de Muntz sont très faibles, identiques à celles observées pour les regs et de l'ordre de 0,25 à 0,3 cm

Notons enfin que les chiffres de P2 05 total relevés semblent croître avec la latitude. Faible au voisinage du Batha :

Type à alcalis :	0,31	horizon 331
	0,58	horizon 381

ils sont plus élevés au Nord

Type à alcalis :	1	horizon 1211)bourrelet de l'Ouad
	1,24	" 1212(Saala
	1,87	" 1231 Km 140 d'OUM-CHALOU BA vers FADA
Type normal :	1,92	" 1351 Mare d'Edié (Ennedi

o

o

o

Ces sols portent dans le Sud et dans les plaines de piedmont quand l'alcalisation est faible ou nulle, des cultures diverses suivant leur texture, leur position topographique. Ce sont des cultures de coton, de mil rouge, de mil tardif repiqué, des cultures maraichères ... mais le plus souvent la submersion de ces sols est telle qu'elle ne permet aucune culture. Ils sont incultes à partir de BILTINE et leur végétation alors très clairsemée rappelle le paysage des "nagas" des régions de FORT-LAMY.

Dans l'intérieur du massif du Ouaddaï, ces mêmes sols alors peu évolués et bénéficiant, d'une façon générale d'un plan d'eau situé à faible profondeur, portent en fin de saison des pluies des cultures irriguées de blé, pommes de terre, oignons, tomates, piments

.../...

Nous pensons ici principalement à la région d'AM-ZOER qui réunit les conditions les plus favorables (densité de population, terrain de cultures assez abondant et surtout faible profondeur de la nappe phréatique).

5°/ SOL SABLEUX A SABLO-ARGILEUX.-

a) Localisation, origine, végétation.-

Ces sols sont assez peu répandus et s'observent principalement dans les zones dépressionnaires (dépression Nord d'OUM-HADJER) ou bien encore le long des ouadis. Au fur et à mesure que l'on remonte vers le Nord, l'étendue de ces sols hydromorphes sableux est de plus en plus restreinte, en même temps que les sols beiges cèdent progressivement le pas à des sols bruns steppiques à hydromorphie profonde, plus ou moins nette dont nous parlerons plus loin.

Ces sols se forment, le plus souvent, sur la série sableuse récente. Celle-ci, de faible épaisseur, recouvre des dépôts sablo-argileux ou argilo-sableux. Il est intéressant de noter que la même disposition stratigraphique se retrouve aussi bien au Nord d'OUM-HADJER qu'au Nord-Ouest d'ARADA et vers OUM-CHALOUBA.

Ces sols sont d'épaisseur très variable.

Ils portent la végétation souvent très clairsemée de : Capparis occidua, Acacia tortilis, Maerua crassifolia, Cordia gharaf, Balanites aegyptiaca, Commiphora africana ...

.../...

Sur des sols sableux, plus profonds alors cultivés ou en jachère ou autour de villages, s'observent : Bauhinia rufescens, Cassia obovata, Calotropis procera, Zizyphus mauritiaca

b) Morphologie.-

Ces sols hydromorphes présentent, en surface, un horizon supérieur de couleur variable gris beige, brun rouge ou brun sableux qui repose sur un horizon sablo-argileux. Ce dernier horizon montre des taches d'hydromorphie rouilles en plus ou moins grande abondance. On observe aussi, parfois, des concrétions ferrugineuses hématisées.

L'épaisseur de ces deux horizons est très variable , 20 40 parfois 100 cm sous lesquels s'observe un horizon argilo-sableux gris-noir très compact.

L'évolution de ces sols semble marquée par un lessivage de l'argile. Il est cependant difficile de toujours l'affirmer dans ces séries sédimentaires où l'accumulation d'argile peut être le fait de l'alluvionnement. Ce lessivage est accompagné de celui des hydroxydes de fer qui vont donner , en profondeur, une partie des taches rouilles ou brunes. Une nappe retenue par l'horizon profond argilo-sableux, l'inondation, les phénomènes d'engorgement du sol en saison des pluies, sont aussi à l'origine de ces dépôts.

Nous citerons ici deux profils de ces sols.

Le premier a été relevé à AM-SAK au Nord d'OUM-HADJER.

Profil 16

- 0 - 50 : horizon sableux beige à structure fondue à tendance polyédrique
- 50 - 70 : horizon sablo-argileux gris-beige avec quelques taches rouilles d'hydromorphie. Structure polyédrique moyenne

.../...

70 - 140 : horizon argilo-sableux gris-noir, massif à structure polyédrique grossière. Très compact.

Le second profil a été observé à AM-DALAM , à l'Ouest d'ABECHE.

Profil 56

- 0 - 15 : horizon sableux gris-beige. Structure fondue
- 15 - 60 : horizon sableux beige rosé à structure fondue
- 60 - 105 : horizon sableux beige rosé avec taches plus rouges donnant un marbrage . Structure à tendance polyédrique
- 105 - 120 : horizon sableux blanc à taches rouilles nombreuses. Structure polyédrique.
- 120 - 140 : horizon argilo-sableux gris à structure massive polyédrique grossière. Très compact.

On remarquera dans ce profil l'augmentation progressive des quantités d'argile vers la profondeur. En même temps vont apparaître des éléments quartzeux et feldspathiques grossiers, supérieurs à 2 mm qui deviendront relativement abondants dans l'horizon profond argilo-sableux.

c) Propriétés physiques et chimiques.

Ces sols, très sableux en surface (argile inférieure à 10 %), deviennent progressivement sablo-argileux en profondeur. Les sables sont à dominance grossière (diamètre compris entre 2 mm et 0,2 mm - 50 à 60 %). Ils sont essentiellement fluviaux et quartzeux, les éléments feldspathiques sont cependant abondants, les éléments éolisés sont rares.

Nous savons que cette série sableuse est caractérisée en profondeur par la présence d'un cailloutis quartzeux et feldspathique plus ou moins abondant.

.../...

N°	161	162	163	561	562	564	565
Origine	AM - SAK			AM- DALAM			
Profondeur	0-20	30-50	70-90	0-15	40-60	100-120	120-140
Terre fine %					99,5	99	94
Argile %	7	13	26	3	8	15	27
Limon %	2	3	3	1	1	2	2
Sable fin %	41	39	30	35	31	30	37
Sable grossier %	50	45	41	61	60	53	34

Les pH de ces sols sont très variables. Il ne paraît pas y avoir de règle définie bien qu'ils semblent se relever en profondeur, en même temps que les taux de Na échangeable deviennent plus élevés et qu'apparaissent des sels solubles. Certains de ces sols sont à alcalis dans leur horizon profond ou dans l'horizon argilo-sableux.

N°	Profondeur	Origine	pH	Na/Ca échangeable %
232	40 - 60	AM-SAK vers HARAZE	9,1	38,9
202	30 - 50	AM-SAK vers BACHAMA	8,6	15
212	80 - 100	AM-SAK vers BACHAMA	8	14,1

Ces sols sont très pauvres en matière organique et carbone. Ici, encore les taux d'éléments échangeables sont assez variables, on ne note pas cependant de déficiences notoires si ce n'est parfois en potassium.

.../...

N°	161	162	163	561	562	564	565
Matière organique %	0,2			0,2			
Azote total %	0,16			0,14			
C/N	8,7			8,6			
pH	5	5,5	6,4	7	6,5	6,3	7,8
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %	2,18	3,59	8,21	1,7	3,15	5	5,9
Mg me q %	0,61	1,6	4,55	0,2	0,5	0,5	1,5
K meq %	0,26	0,23	0,40	0,19	0,23	0,19	0,24
Na meq %	0,30	0,48	0,87	0,11	0,12	0,43	0,68

Les taux de P205 total sont faibles.

<u>N°</u>	<u>P205 total ‰</u>	<u>Origine</u>
161	0,37	AM-SAK vers AB DJOULOÛ.
311	0,33	ATALA vers AB GARIB
921	0,19	Nord-Ouest d'ARADA

La perméabilité de ces sols varie avec l'épaisseur de l'horizon supérieur sableux. Elle est excellente dans le profil 56 (20 cm/h)

o

o

o

Ces sols sont utilisés jusqu'à l'isohyète 300 à 400 mm pour la culture du petit mil ou du mil rouge tous deux plantés tardivement suivant la latitude en fin Juin ou même Juillet.

.../...

II - SOLS STEPPIQUES

Les sols steppiques apparaissent au Tchad à partir de l'isohyète 700 mm. A cette pluviométrie correspond un indice de drainage de Hénin de 100 mm environ en sol sableux.

Nous rappellerons une nouvelle fois ici la correspondance admise entre la classification des sols et cet indice de drainage.

Indice de drainage	Classification
> à 200 mm	Sol ferrallitique
200 mm à 90 mm	Sol ferrugineux tropical plus ou moins lessivé
90 mm à 30 mm	Sol brun steppique, sol chatain
< à 30 mm	Sol subdésertique

D'après ce tableau, l'indice de drainage de 30 mm est retenu comme limite inférieure des sols steppiques. Cet indice de drainage correspond sensiblement à l'isohyète 400 mm. Isohyète qui passe par ATI - OUM HADJER entre ABECHE et BILTINE-IRIBA. isohyète, au-delà duquel nous devrions trouver les sols subdésertiques. Cette limite est, en fait, très arbitraire, et de part et d'autre de celle-ci vont interférer sols steppiques et subdésertiques. Ces interférences sont dues à divers facteurs :

.../...

- nature de la série sédimentaire qui porte ces sols
- position topographique
- couverture végétale

Ces divers facteurs étant eux-mêmes étroitement liés entre eux.

La nature de la série sédimentaire semble avoir une grande importance surtout quand il s'agit de la série sableuse ancienne. Pour donner un exemple de ceci nous ne pourrions mieux faire que de comparer les résultats analytiques de deux profils de ces sols formés sur une même série mais prélevés à des latitudes bien différentes.

Lieux	Est d' ARADA			CHECHAL Sud d'ABECHE		
Pluviométrie	200 à 300 mm			600 mm environ		
N°	851	852	853	2001	2002	2003
Profondeur	0-20	40-60	80-100	0-20	60-80	120-140
pH	7,8	7,5	6,9	5,9	5,2	5
Argile %	2	5	9	3	5	7
Limon %	1	1	1	1	3	2
Sable fin %	44	39	38	29	26	22
Sable grossier %	53	55	52	67	66	69
Matière organique %	0,15			0,2		
Azote total ‰	0,18			0,19		
Carbone %	0,09			0,13		
BASES ECHANGEABLES						
Ca meq %	1,45	1,9	2,1	1,2	1,1	1,45
Mg meq %	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,18	0,33	0,23	0,19	0,24	0,21
Na meq %	0,1	0,11	0,10	0,31	0,28	0,24
S meq %	1,93	2,54	2,63	1,9	1,82	2,1
Latitude Nord	15°			13°		

En dehors de pH non analogues, il existe peu de différence d'un profil à l'autre tant morphologiquement que par les propriétés physiques ou chimiques.

Quand nous comparons ces deux profils, nous voyons que le lessivage, facteur dominant, est d'égale importance dans les deux cas. Seuls les pH diffèrent. Ils sont neutres ou faiblement alcalins en surface, légèrement acides en profondeur au Nord, acides en surface, franchement acides en profondeur au Sud.

Il ne convient pas de tirer de grande conclusion de ceci, ces différences étant dues semble-t-il uniquement à la position topographique des sols. Les taches de sable de la série ancienne que nous percevons au Nord d'ARADA sont étroitement localisées et ne représentent que les vestiges d'une importante série dégagée anciennement par l'érosion. Elles sont sensiblement au niveau des regs. Au contraire, celles du Sud occupent les points hauts d'une topographie souvent accentuée. Nous pensons que c'est l'influence ancienne d'une nappe qui est à l'origine des pH plus élevés que nous trouvons au-delà d'ARADA. Bien entendu, on pourrait voir dans cette variation du pH la preuve d'un lessivage moindre qui irait en s'atténuant progressivement vers le Nord. Dans ce cas, on pourrait alors se demander si le lessivage apparent qui serait à l'origine des différences de pH observées serait bien actuel ou si, au contraire, un climat fossile plus pluvieux plus ou moins récent n'en serait pas la cause. Nous serions, quant à nous, tentés de voir en ces sols des sols ferrugineux tropicaux fossiles. L'évolution de ces sols si elle est aujourd'hui celle de sols bruns steppiques ou de sols subdésertiques, est masquée en fait par les phénomènes anciens de ferrugination. Ceci explique la grande difficulté que l'on a à observer une limite précise entre ces deux grandes familles de sols.

A l'inverse des sols formés sur la série sableuse ancienne, ceux constitués sur la série sableuse récente apparaissent mieux individualisés et présentent morphologiquement des caractères de sols bruns steppiques bien nets.

.../...

- présence d'un horizon brun bien développé et épais de 80 à 100 cm reposant sur la roche mère sableuse beige
- pH, le plus souvent, neutre, variant peu quelle que soit la latitude.

Nous avons pensé tout d'abord trouver un critère de classification dans l'épaisseur plus ou moins grande de ces sols formés sur l'une ou l'autre série afin de pouvoir séparer sols steppiques et sols subdésertiques.

En fait, on s'aperçoit très vite que l'utilisation de ce critère est difficile sinon impossible à employer, l'épaisseur de ces sols variant non seulement en fonction de l'indice climatique mais aussi de divers facteurs (topographie, érosion, pluviale ou éolienne ...).

Signalons ici que si les sols bruns sont définis d'une façon générale comme devant présenter en profondeur des horizons calcaires, ce n'est pas le cas des sols de ces régions. Exceptionnellement, on observera dans de rares profils des horizons faisant effervescence à l'acide. Les quantités de $\text{CO}_3 \text{Ca}$ sont souvent indosables ou atteignent 1-2 %.

Signalons aussi les taux extrêmement bas de matière organique trouvés dans ces divers profils de sols steppiques ou subdésertiques. Ceci n'aide pas à leur classification.

Ces sols sur alluvions sableuses vont s'observer dans les plaines de piedmont et dans l'intérieur des massifs du Ouaddaï ou de l'Ennedi.

- Dans le massif du Ouaddaï se sont formés d'autres sols :
- sols bruns à brun-rouges, peu épais sur granite ou granito-gneiss dans lesquels il convient peut-être de voir des sols peu évolués (Rankers),
 - sols bruns sur arène transportée, dans les vallées.

o

o

o

Nous distinguerons cependant, d'une façon générale, en tenant compte de divers facteurs exposés ci-dessus parmi les Sols steppiques :

- sol brun-rouge steppique formé sur la série sableuse ancienne
- sol brun steppique (série sableuse récente)
 - arène transportée
 - sol de piedmont
- sol brun à brun-rouge , peu évolué, sur granite

1^o/ SOL BRUN-ROUGE STEPPIQUE (SERIE SABLEUSE ANCIENNE).-

a) Localisation, origine, végétation.-

Ces sols occupent une grande partie des plaines de piedmont et forment dans la partie Sud des surfaces aussi considérables que les regs.

Nous savons que ces sols constituent des étendues sableuses mamelonnées. Ces mamelons sont les vestiges d'un remaniement éolien ancien. Les multiples petites dunes orientées d'une façon générale Nord-Sud, sont aujourd'hui fixées par une abondante végétation graminéenne.

.../...

Les principaux ensembles sableux des plaines de piedmont sont les suivants :

- Ensemble Nord ATI-Nord-Ouest d'OUM-HADJER
- Ensemble Sud-Ouest d'OUM-HADJER
- Ensemble Ouest d'ABECHE et de BILTINE
- Ensemble Ouest d'ARADA
- Ensemble Ouest d'OUM-CHALOUBA

Dans l'intérieur du massif du Ouaddaï, on retrouve ces sols par taches plus ou moins importantes.

Ce sont :

Au Sud celles de DERESSA, CHECHAN , d'AM-LEIOUNA ...

Au Nord, celles de KALIDJI et les multiples alignements Est-Ouest de la feuille I.G.N. de KAPKA.

Nous avons dit précédemment que ces sols se forment sur une série sableuse sédimentaire, la plus ancienne que nous connaissons dans cette région. Cette série sableuse semble s'être déposée dans le fond d'un ancien lac ou dans celui d'une mer intérieure. Exondée ensuite, elle aurait été soumise successivement à un climat de type tropical puis à un climat de type désertique qui amena son remaniement éolien. C'est l'histoire géologique que nous avons pu reconstituer. Elle est importante, car elle va expliquer la pédogénèse de ces sols.

Ces sols sont couverts par une végétation arbustive ou arborée au Sud. On y trouve : Combretum glutinosum, Guiera senegalensis, Acacia senegal, Boscia senegalensis, Bauhinia rufescens avec un tapis graminéen composé de Eragrostis tremula, Schoenfeldia gracilis, Cenchrus biflorus, Aristida diverses ...

.../...

Rapidement vers le Nord, cette végétation arbustive ou arborée se clairsème pour faire place à la pseudo-steppe, aux arbres rares (Cordia gharaf, Acacia tortilis, Maerua crassifolia) . Le tapis graminéen varie peu (Aristida mutabilis, pallida, stipoides Cenchrus viflorus, Eragrostis tremula, Panicum turgidum). Il s'y mêle : Cassia obovata, Crozophora senegalensis ...

b) Morphologie.-

Ces sols sont caractérisés par une répartition décroissante de la matière organique dans le profil de sol du haut vers le bas.

La couleur brune ou brun-rouge de l'horizon de surface se dégrade progressivement vers la profondeur en brun-rouge, beige rosé ou ocre. La roche mère est un sable de couleur claire ou faiblement colorée. L'épaisseur de l'horizon organique est variable, souvent de 80 à 100 cm dans le Sud. Plus au Nord, cette épaisseur est plus faible 30 - 40 cm.

Nous décrivons à titre d'exemple le profil 12 relevé au Sud-Ouest d'OUM-HADJER.

- 0 - 40 : horizon beige rosé sableux fondu
- 40 - 150 : horizon plus rouge sableux, fondu
- 150 - 180 : horizon plus clair tendant vers beige, sableux fondu.

Végétation de savane arbustive à arborée : Guiera senegalensis, Boscia senegalensis, Calotropis procera, Combretum glutinosum. Tapis de Schoenfeldia gracilis, et Eragrostis tremula.

Nous donnerons également ici le Profil 168 prélevé au Nord-Est de BILTINE dans la fosse sableuse de KALIDJI.

.../...

- 0 - 70 : horizon gris brun sableux fondu se dégradant progressivement en ton beige rosé
 70 - 220 : horizon beige rosé sableux fondu.

Végétation de Leptadenia spartium et Acacia senegalensis.

On observe fréquemment, en surface, un horizon de couleur plus claire, parfois lité qui semble la conséquence d'un léger remaniement éolien que subissent ces sols en saison sèche.

c) Propriétés physiques et chimiques.-

Ces sols sont essentiellement sableux, les taux d'argile et de limon étant très faibles tant dans l'horizon de surface qu'en profondeur où l'on note cependant de petites accumulations d'argile.

Les sables sont à dominance grossière (éléments compris entre 2 mm et 0,2 mm) et sont principalement quartzeux. On observe également quelques feldspaths. Les éléments éolisés arrondis et dépolis sont assez nombreux associés à des sables fluviatiles.

Les tableaux ci-après donneront une idée de la composition granulométrique de ces sols. Les exemples cités ont été pris dans les endroits les plus divers.

Origine	Plaine de piedmont					
	Ouest d'OUUM - HADJER			Nord d'ARADA		
N°	361	362	363	851	852	853
Profondeur	0-20	50-70	110-130	0-20	40-60	80-100
Argile %	1	8	9	2	5	9
Limon %	3	2	-	1	1	1
Sable fin %	40	33	31	44	39	38
Sable grossier %	56	57	60	53	55	52

.../...

Origine	Intérieur des massifs						
	Sud d'ABECHE CHECHAÏN				Est d'ARADA		
Nº	2001	2002	2003	2004	1661	1662	1663
Profondeur	0-20	60-80	120-140	180-200	0-20	40-60	100-120
Argile %	2	5	7	9	2	3	4
Limon %	1	3	2	3	1	1	1
Sable fin %	29	26	22	23	31	31	28
Sable grossier %	67	66	69	65	66	65	67

Ces sols sont très pauvres en matière organique et azoté.

- matière organique toujours inférieure à 0,45 % dans l'horizon de surface. Le plus souvent de l'ordre de 0,1 %.
- azote toujours inférieur à 0,3 ‰ dans l'horizon de surface. Le plus souvent 0,15 ‰.

Les rapports C/N sont compris généralement entre 8 et 12.

Le tableau suivant fournira quelques exemples des variations des taux de matière organique et azote.

Origine	Ouest d'ABECHE			Sud d'ABECHE	Est d'AM - SAK			Ouest de BILTINE
	741	742	743	2301	181	182	183	1821
Profondeur	0-20	60-80	160-180	0-20	0-15	70-90	180-200	0-20
Matière organique %	0,3	0,1	0,15	0,26	0,24	0,30	0,20	0,20
Azote total ‰	0,17	0,1	0,09	0,26	0,14	0,14	0,11	0,12
C/N	10	7	8,9	10	10	8,2	10	10

.../...

Nous avons vu que ces sols ont des pH qui vont en décroissant avec la profondeur. Légèrement acides ou neutres en surface, ils deviennent franchement acides (5) en profondeur pour se relever ensuite dans les horizons très profonds. Ceci est un cas général qui comporte quelques exceptions dont il convient de reparler ici.

Au Nord de l'isohyète 250 mm, ce phénomène tend à disparaître. Si l'on assiste toujours à une baisse des pH dans les horizons profonds, ces pH sont généralement plus élevés, voisins de la neutralité.

Nous donnons dans le tableau ci-dessous quelques exemples de ceux-ci.

Origine	OUM- HADJER			Ouest de BILTINE				Sud d'ABECHE CHECHAN			
N°	361	362	363	1841	1842	1843	1844	2001	2002	2003	2004
Profondeur	0-20	50-70	110 130	0-20	60-80	140 160	200 220	0-20	60-80	120 140	180 200
pH	6,4	5,2	5,1	6,8	5,7	5,4	5,4	5,9	5,2	5	5,5

Origine	Nord d'ARADA			Nord d'ARADA		
N°	851	852	853	881	882	883
Profondeur	0-20	40-60	80-100	0-20	60-80	230-250
pH	7,8	7,5	6,9	7,6	7,4	6,6

.../...

Ces sols ont un complexe absorbant assez pauvre.

Ca est généralement inférieur à 2 meq % mais représente 60 à 70 % de la somme des bases échangeables.

Mg est souvent inférieur à 0,2 meq %

K a des valeurs faibles (0,2 à 0,25 meq %) ou très faibles (inférieures à 0,1 meq %).

Na est peu abondant, le plus souvent inférieur à 0,2 meq %

S rarement supérieur à 2,5 meq %

Nous donnerons quelques exemples dans les tableaux ci-dessous.

Origine	Ouest d'OUM - HADJER			Est d'ARADA		
N°	361	362	363	851	852	853
Profondeur	0-20	50-70	110-130	0-20	40-60	80-100
BASES ECHANGEABLES						
Ca meq %	0,7	0,55	0,5	1,45	1,9	2,1
Mg meq %	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,09	0,06	0,15	0,18	0,33	0,23
Na meq %	0,12	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10
S %	1,11	0,91	0,96	1,93	2,54	2,63

Origine	Sud d'ABECHE - CHECHAN				Est d'ARADA		
N°	2001	2002	2003	2004	1661	1662	1663
Profondeur	0-20	60-80	120-140	180-200	0-20	40-60	100-120
BASES ECHANGEABLES							
Ca meq %	1,2	1,1	1,45	2,2	1,05	1,5	1,7
Mg meq %	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,19	0,24	0,21	0,24	0,18	0,17	0,15
Na meq %	0,31	0,28	0,24	0,27	0,12	0,14	0,16
S %	1,9	1,82	2,1	2,91	1,55	2,01	2,21

Les taux de P2 O5 total relevés, sont très faibles.

Origine	Sud-Ouest d' OUM-HADJER		Ouest de BILTINE		Sud d' CHECH. N	ABECHE Nord de	10Km - Nord- DERESSIA Ouest d'OUM-CHA LOUBA	Nord d' AM- DALA
	121	122	1821	1841	2001	2031	1081	551
N°	121	122	1821	1841	2001	2031	1081	551
Profondeur	0-20	80-100	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
P2 O5 total ‰	0,15	0,19	0,20	0,11	0,14	0,24	0,21	0,20

Ces sols sont très perméables, la vitesse d'infiltration en cm/h mesurée par la méthode de Muntz varie entre 117 et 40 avec une vitesse moyenne de 93.

o

o

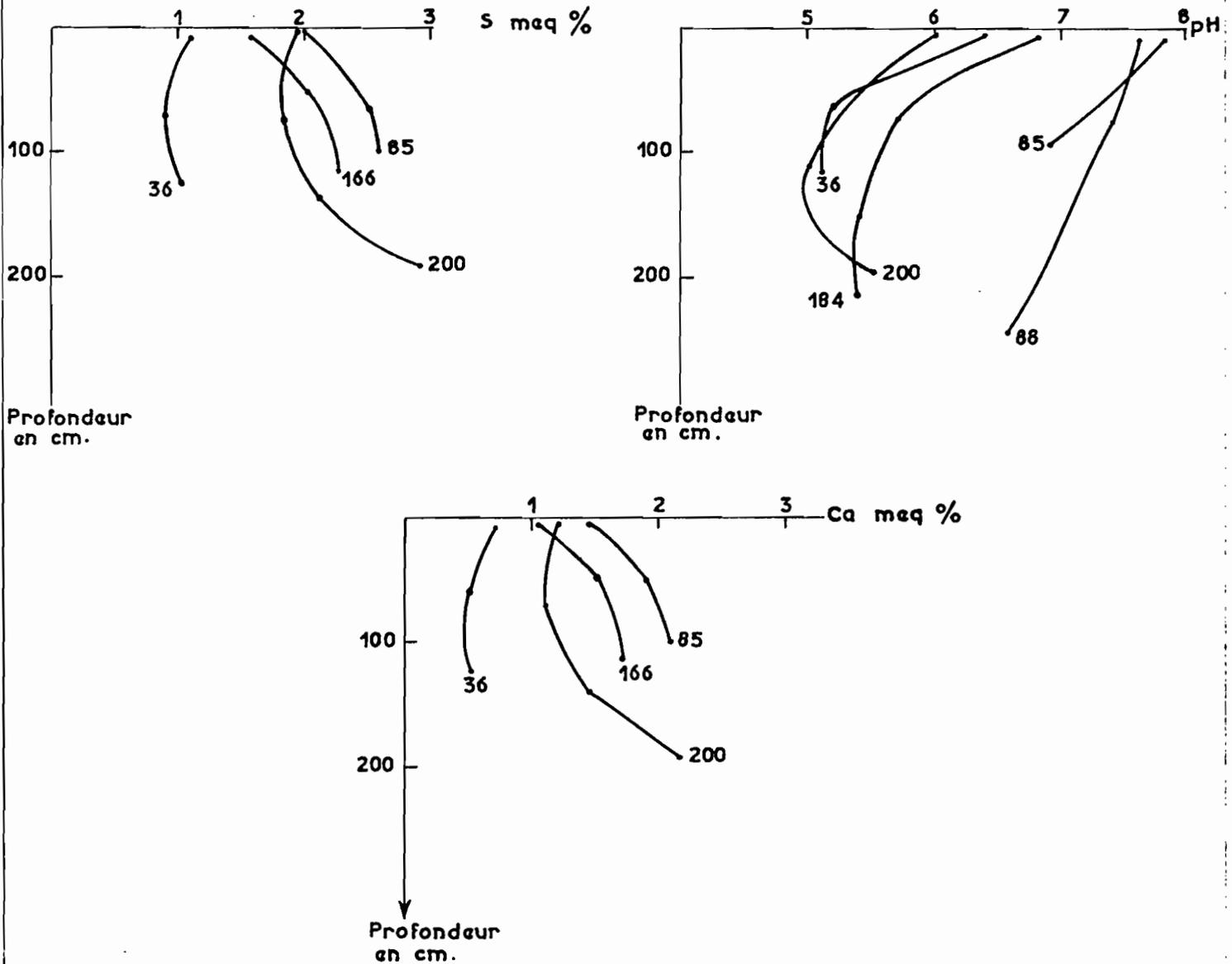
o

Ces sols sont cultivés en arachide, petit mil, mil rouge jusqu'à l'isohyète 500 mm, ensuite en petit mil et mil rouge puis uniquement en petit mil jusqu'à l'isohyète 250 mm. Ils sont incultes au-delà de cette limite et portent alors les pâturages d'hivernage.

Nous décrirons ici un des rares sols bruns sur sable blanc calcaire qu'il nous a été donné d'observer. Il a été prélevé à l'Est d'HARAZE. - Profil 26

.../...

Repartition du Ca, de la somme des
bases échangeables, du pH
(Sols steppiques brun-rouges - Série sableuse ancienne)



- 0 - 120 : horizon beige rosé sableux fondu, plus rose après 40 cm;
- 120 - 180 : horizon gris beige sableux fondu, plus compact avec petits amas calcaires
- 180 - 220 : horizon beige clair avec rares masses calcaires.

On remarquera que les pH de ce sol vont ici en croissant avec la profondeur pour atteindre le chiffre de 9,2 vers 2 m. indiquant ici un horizon enrichi en sels solubles.

CO₃ Ca est peu abondant.

Les taux de Ca et de Na échangeables croissent avec la profondeur. Malgré des pH élevés dans les horizons 264 et 265, les sels solubles contenus dans ces horizons sont peu abondants (Conductivité de l'extrait de saturation de la pâte de sol : 0,70 et 0,72 millimhos).

2°/ SOL BRUN STEPPIQUE (SERIE SABLEUSE RECENTE).-

a) Localisation, origine, végétation.-

Les sols bruns steppiques formés sur la série sableuse récente s'observent tant dans les plaines de piedmont que dans l'intérieur des massifs du Ouaddaï. Si, dans les premières, ces sols apparaissent souvent comme un simple remaniement de la série sableuse ancienne, aplanie et érodée par d'importants passages d'eau dont on peut suivre les multiples voies, dans les massifs, au contraire, ce sont des alluvions jeunes qui se sont accumulées dans les vallées.

L'étude granulométrique des échantillons de sols révèle alors que la base de la série sableuse récente est très grossière. Progressivement, ces alluvions deviennent plus fines en remontant vers la surface du sol.

.../...

Ces sols, qu'ils soient dans les plaines de piedmont ou dans les massifs occupent une position topographiquement basse.

- En contre-bas des regs et des surfaces sableuses mamelonnées de la série sableuse ancienne dans les plaines de piedmont
- Vallées encaissées, cirques, dans les massifs.

Du fait de leur position topographique dans des fonds, souvent à proximité des ouadis, ils portent une végétation relativement abondante dans les parties non défrichées par l'homme. Végétation souvent détruite pour les cultures car ces surfaces planes, assez humides, sont très recherchées par les autochtones, ceci principalement dans l'intérieur des massifs.

On observe dans le Sud des plaines de piedmont des savanes à Combretum glutinosum auquel s'ajoutent Cordia gharaf, Acacia senegalensis, Acacia scorpioides ...

Plus au Nord, en même temps que la savane se clairseme et devient plus basse se notent : Maerua crassifolia, Acacia tortilis, Acacia senegalensis, Acacia scorpioides, Acacia flava.

Au-delà d'ARADA, la végétation arbustive très claire se limite à quelques arbres : Acacia tortilis, Maerua crassifolia. Le strate graminéen est composé d'Aristidées et de Cenchrus biflorus.

Nous retrouverons ces mêmes espèces dans l'intérieur des massifs mais avec un décalage important en latitude qui coïncide avec la remontée des isohyètes.

b) Morphologie.-

Ces sols, comme les précédents, sont caractérisés par une répartition décroissante de la matière organique dans le profil

.../...

de sol. La teinte gris-brune de l'horizon supérieur va passer ici progressivement par des tons plus clairs pour aboutir à des sables beiges ou à un horizon argilo-sableux grisâtre ou bien encore au niveau à cailloutis.

Nous décrirons ici 4 profils représentatifs de ces sols: deux pris dans les plaines de piedmont, les deux autres dans l'intérieur des massifs.

Le Profil 27 a été relevé au Sud-Oucst d'HARAZE en allant vers NGOTTEUR dans une zone sableuse plane. Il s'agit là d'un sol brun formé sur la série sableuse ancienne, aplanie et érodée par un passage d'eau ancien.

- 0 - 100 : horizon brun clair se dégradant progressivement à beige sableux, fondu.
- 100 - 130 : horizon sableux beige.

Végétation de pseudo-steppe à Aristidées. Arbustes rares : Acacia tortilis.

Sable à dominance quartzeuse, fluviatile. Eléments éolisés abondants. Rares feldspaths.

Dans les plaines de piedmont s'observent très souvent des sols bruns ou brun-rouges sableux à sablo-argileux reposant sur un horizon profond argilo-sableux. Si ceux-ci sont souvent hydromorphes, comme dans la dépression Nord d'OUM-HADJER, ce n'est plus le cas à des latitudes plus septentrionales.

Nous décrirons ici le Profil 92 assez identique prélevé au Nord-Ouest d'ARADA, sous pseudo-steppe à tapis ras de graminées indéterminées.

- 0 - 45 : horizon brun clair sableux. Structure fondue à particulière

.../...

- 45 - 80 : horizon brun-rouge sablo-argileux à structure polyédrique. Compacité et cohésion faibles.
- 80 - 140 : horizon argilo-sableux gris-brun puis gris-blanc massif à structure cubico-polyédrique.

Voyons maintenant ce que l'on observe dans l'intérieur du massif du Ouaddaï.

Le Profil 170 pris au Nord-Ouest de BILTINE est un sol d'arène transportée, prélevé sous végétation de savane arbustive armée à Acacia senegalensis. Ce sol est épais, assez voisin du précédent dont il diffère par la nature des sables.

- 0 - 120 : horizon brun clair se dégradant progressivement à beige, sableux, fondu.

Sable à dominance quartzeuse mais feldspaths abondants. Eléments fluviatiles dominants, rares éléments éolisés.

Les sols d'arène sont souvent très grossiers, même dès l'horizon de surface (éléments supérieurs à 2 mm abondants 5 - 10 %).

Dans l'intérieur des massifs sur des pentes ou près d'affleurements de granites, ces sols bruns sont parfois peu épais et reposent alors sur un cailloutis qui précède souvent le granite plus ou moins altéré.

Le Profil 196 a été prélevé au Nord de DERESSA.

- 0 - 80 : horizon brun sur 40 cm puis brun-rouge sableux. Structure fondue à tendance polyédrique. De plus en plus graveleux vers le fond
- 80 - 120 : horizon clair de couleur beige très graveleux.

Dans ce profil, les sables sont à dominance de quartz anguleux, clairs ou rubéfiés. Quelques uns sont éolisés. Les

.../...

feldspaths sont très nombreux.

Le cailloutis de l'horizon profond est, le plus souvent, anguleux, quartzeux et feldspathique.

c) Propriétés physiques et chimiques;-

Ces sols, comme les précédents, sont essentiellement sableux mais les taux d'argile observés dans les horizons inférieurs y sont parfois plus importants.

Nous rappellerons ici, simplement pour mémoire, que les sols formés sur la série ancienne remaniée, aplanie, érodée ont des compositions granulométriques très voisines de celles données pour les sols cités précédemment.

Origine	HARAZE			ARADA vers BILTINE			
	Nº	271	272	273	771	772	773
Profondeur		0-20	60-80	210-230	0-20	50-70	100-120
Argile	%	1	3	4	4	4	7
Limon	%	3	2	1	3	4	4
Sable fin	%	33	33	34	35	30	26
Sable grossier	%	63	62	61	58	62	63

Nous donnerons ci-après différents exemples d'analyses granulométriques de sols formés sur la série sableuse récente.

.../...

- Sol brun sableux à sablo-argileux à horizon profond argilo-sableux.-

Origine		Nord - Ouest d' ARADA					
N°		951	952	953	921	922	923
Profondeur		0-20	40-60	100-120	0-20	50-70	80-100
Terre fine	%				98	99	98,5
Argile	%	16	28	30	4	15	27
Limon	%	7	7	8	2	8	7
Sable fin	%	47	53	50	41	35	53
Sable grossier	%	30	12	12	53	43	13

- Sol brun formé sur arête granitique transportée plus ou moins grossière.-

Origine		Nord-Est de BILTINE			Sud d'AM-ZOER	
N°		1701	1702	1703	1451	1452
Profondeur		0-20	40-60	100-120	0-20	40-60
Terre fine	%	99,5	99,5	99,5	94	87,5
Argile	%	2	7	10	7	10
Limon	%	2	2	4	6	8
Sable fin	%	34	22	24	35	32
Sable grossier	%	62	69	62	52	50

Origine		Sud de DERESSA			Nord de DERESSA		
N°		2071	2072	2073	1961	1962	1963
Profondeur		0-20	30-50	60-80	0-20	60-80	120-140
Terre fine	%	90,5	87	69,5	99	96,5	77
Argile	%	6	10	12	4	10	4
Limon	%	6	7	9	3	2	3
Sable fin	%	31	32	22	40	32	29
Sable grossier	%	57	51	57	53	56	64

Comme les précédents, et quelle que soit leur origine, ces sols sont très pauvres en matière organique et azote.

N°	271	771	951	952	953	2071	1701
Profondeur	0-20	0-20	0-20	40-60	100-120	0-20	0-20
Azote total ‰	0,14	0,14	0,2	0,17	0,18	0,29	0,17
Carbone ‰	0,16	0,13	0,12	0,13	0,13	0,34	0,11
C/N	11,4	9,3	6	7,6	7,2	11,7	6,5

Les pH sont très variables légèrement acides à neutres ou faiblement alcalins dans la majorité des cas (sols sur la série sableuse ancienne remaniée - n° 27 -, série sableuse récente à horizon argilo-sableux profond - n° 95 -, série sableux récente -arène transportée - n° 170.)

N°	271	272	273	951	952	953	1701	1702	1703
Profondeur	0-20	60-80	210-230	0-20	40-60	100-120	0-20	40-60	100-120
pH	7,7	7,5	7,3	7,4	7,5	7,6	6,6	7	7,1

Remarquons la décroissance des pH du profil 27. Ce phénomène a été signalé pour les sols bruns formés sur la série sableuse ancienne.

Seuls les sols bruns peu épais, reposant sur cailloutis dans l'intérieur des massifs sur pentes ou près d'affleurements ont des pH différents, plus acides. Cette acidité peut provenir de conditions topographiques qui facilitent un lessivage plus important.

.../...

N°	1961	1962	1963	2071	2072	2073
Profondeur	0-20	60-80	120-140	0-20	30-50	60-80
pH	5,8	5,4	5,9	6,2	5	5,2

La richesse du complexe absorbant est également variable surtout fonction de la texture.

- Sol brun sur série sableuse ancienne remaniée.-
 Complexe absorbant sensiblement identique à celui de la série sableuse ancienne non remaniée.

N°	271	272	273	771	772	773
Profondeur	0-20	60-80	210-230	0-20	50-70	100-120
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq %	1,62	1,45	1,24	2	2,25	2,4
Mg meq %	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,17	0,12	0,17	0,16	0,10	0,12
Na meq %	0,10	0,12	0,12	0,12	0,11	0,48

- Sol brun formé sur la série sableuse récente avec horizon profond argilo-sableux.-

N°	921	922	923	951	952
Profondeur	0-20	50-70	80-100	0-20	40-60
<u>BASES ECHANGEABLES</u>					
Ca meq %	5,05	6	11,9	5,25	11,35
Mg meq %	<0,2	1,05	1,95	1,5	1,95
K meq %	0,17	0,17	0,23	0,21	0,23
Na meq %	0,12	0,38	0,52	0,17	0,42

.../...

Les horizons 923 et 952 sont argilo-sableux.

- Sol brun formé sur arène granitique transportée plus ou moins grossière.-

	Sol brun (arène)			Sols bruns peu épais, sur pente cailloutis à faible profondeur					
N°	1701	1702	1703	2071	2072	2073	1961	1962	1963
Profondeur	0-20	40-60	100-120	0-20	30-50	60-80	0-20	60-80	120-140
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq %	1,6	2,45	3,7	3,15	3,35	4,9	1,9	2,95	2,1
Mg meq %	<0,2	1,97	0,49	1,22	0,61	0,92	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,26	0,20	0,17	0,43	0,23	0,17	0,39	0,38	0,19
Na meq %	0,19	0,24	0,26	0,44	0,41	0,51	0,21	0,33	0,32

Pour tous ces exemples cités :

Ca très variable est compris entre 1 et 6 meq %. Il est principalement fonction de la texture.

Mg très faible dans les sols sur la série ancienne (< 0,2 meq %) dans des horizons supérieurs très sableux (horizons 921 - 1701) dans des sols de pente très lessivés (profil 196)

K a des valeurs aussi très variables :
moyennes à bonnes (0,3 à 0,48 meq %)
faibles (0,2 à 0,25 meq %)
très faibles (inférieures à 0,2 meq %)

Na est peu abondant.

.../...

Les taux de P2 O5 total sont variables mais assez faibles :

1701	:	0,76 ‰
1702	:	0,75 ‰
1961	:	0,17 ‰

Les perméabilités de ces sols sont généralement bonnes sauf dans le cas des sols bruns **sur** horizon argilo-sableux profond où se produisent **alors des** phénomènes d'engorgement.

o

o

o

Ces sols portent des cultures identiques à celles signalées pour les sols bruns steppiques formés sur la série sableuse ancienne.

3°/ SOL BRUN, BRUN-ROUGE PEU EVOLUE SUR GRANITE.- RANKERS

a) Localisation, origine, végétation.-

Ces sols se localisent dans l'intérieur du Massif du Ouad-
daï où ils prennent naissance sur des granites, granito-gneiss ou
grano-diorite.

Dans les endroits où ils s'observent, le relief est forte-
ment accidenté et les affleurements de roche nombreux.

Du fait d'une érosion importante, ces sols sont peu épais
40 à 60 cm, parfois moins, dans ce cas, ils peuvent être assi-
milés à des sols squelettiques. Ce sont donc des sols relative-
ment jeunes qui, du fait de l'érosion et des caprices de colluvion-

.../...

nements locaux, vont présenter très souvent des profils hétérogènes.

- Dans le Sud de la région d'ABECHE ces sols portent des savanes arbustives à arborées plus ou moins denses où l'on trouve : Acacia scorpioides, Acacia senegal, Acacia seyal, Dichrostachys glomerata, Dalbergia melanoxylon, Anogeissus leiocarpus, Combretum glutinosum, Sclerocarya birrea ...

Sur les pentes très fortes, très érodées (têtes d'ouadis, ravines) la végétation est beaucoup moins dense et Albizzia Chevalieri est souvent l'élément dominant. La jachère est ici à base de Combretum glutinosum, Acacia senegal, Bauhinia reticulata

- Dans la région d'AM-ZOER où les sols squelettiques sont plus abondants et où apparaissent de multiples filons de microgranites, on note souvent : Albizzia Chevalieri, Dalbergia melanoxylon, Acacia senegal, Commiphora africana, Bauhinia rufescens, Boscia senegalensis tandis que la jachère est à dominance de Boscia senegalensis.

- Au Nord-Est de BILTINE on observe : Acacia senegal, Acacia mellifera, Acacia tortilis, Maerua crassifolia, Commiphora africana et jachère à Boscia senegalensis.

b) Morphologie.-

Ces sols sont divers et plusieurs faciès s'observent. Disons qu'il est souvent très difficile de distinguer un sol formé sur colluvionnement d'un sol en place sur granite.

Aussi décrivons-nous trois profils assez différents l'un de l'autre qui représentent les types les plus communément observés.

.../...

Le Profil 231 a été relevé près d'ABOU GOULEM en zone plane dans un champ de culture.

- 0 - 25 : horizon brun clair sableux, fondu. Nombreux micas
- 25 - 130 : horizon brun-rouge puis brun de plus en plus graveleux en profondeur. Liant argilo-sableux. Très compact
- 130 ... granito-gneiss altéré.

L'horizon supérieur nous a paru un produit de colluvionnement.

Nous citerons maintenant le Profil 64 prélevé au Sud d'ABECHE sous végétation d'Acacia senegal et de Cymbopogon giganteus. Le relief est ici plus tourmenté, fait de multiples buttes très érodées. Les granites affleurent fréquemment.

- 0 - 10 : horizon brun-rouge argilo-sableux. Structure polyédrique. Compacité et cohésion fortes.
- 10 - 50 : horizon brun argilo-sableux avec éléments de roche en décomposition de plus en plus abondants. Structure polyédrique.
- 50 Roche mère altérée non identifiée.

En opposition à ce profil formé sur granite ou granito-gneiss, nous donnerons ici un profil plus complexe où le colluvionnement prend une place importante.

Profil 188 prélevé à 6 Km à l'Est de BILTINE au sortir des massifs mais dans une région relativement plane où affleure encore le socle.

- 0 - 5 : horizon sableux, brun-clair, fondu
Cailloutis roulé superficiel
- 5 - 45 : horizon sablo-argileux à argilo-sableux brun peu compact à cohésion faible. Structure polyédrique

.../...

45 - 60 : **Arène** grossière avec cailloutis roulé. Liant argilo-sableux

60 granite en décomposition.

Ce dernier exemple est assez communément observé. Il montre la difficulté qu'il y a à distinguer un sol en place sur granite d'un sol colluvial ou alluvial.

c) Propriétés physiques et chimiques.-

La texture de ces sols est assez variable. Ils sont cependant le plus souvent de nature argilo-sableuse. Les éléments détritiques sont abondants et augmentent avec la profondeur.

Nous donnerons quelques exemples de compositions granulométriques de ces sols.

Origine	Sud d'ABECHE			60 Km Nord d'OUM-CHALOU-BA		ABOU- GOULEM				
	N°	641	642	643	1171	1172	2311	2312	2313	2314
Profondeur		0-20	20-40	60-80	0-20	40-60	0-20	40-60	80-100	130-15
Terre fine	%	98	71	80	81	38	98,5	56,5	52,5	17,5
Argile	%	21	36	11	18	20	5	28	18	6
Limon	%	15	6	8	21	22	6	9	9	8
Sable fin	%	24	12	24	31	15	36	15	19	23
Sable grossier	%	40	46	57	30	33	53	48	54	63

La variation du pourcentage de terre fine avec la profondeur est intéressante à observer. On note une diminution croissante de ce pourcentage dans les profils 117 et 231 ce qui semble normal si l'on admet avoir eu affaire à une roche mère homogène. Le profil 64 est, par contre aberrant, on y trouve respectivement 98, 71, 80 %. Beaucoup de profils offrent la même anomalie. Il faut admettre que, dans ce cas, certains horizons ont été enrichis par des apports colluviaux ce qui est

.../...

très vraisemblable.

Cette texture n'est pas toujours argilo-sableuse, le Profil 148 prélevé entre ABEICHE et AM-ZOER dans un ancien champ de mil rouge sous repousses de Boscia senegalensis en est un exemple.

N°		1481	1482	1483	1484
Profondeur		0-20	50-70	70-90	100
Terre fine	%		99,5	85	38
Argile	%	4	10	13	11
Limon	%	2	3	3	4
Sable fin	%	24	25	26	28
Sable grossier	%	70	62	58	57

D'une façon générale, ces sols ont une structure polyédrique assez grossière. Ils sont compacts et à forte cohésion. La présence d'éléments de roche plus ou moins grossiers vient corriger cette imperfection. Leur perméabilité, de ce fait, sans être excellente, est bien meilleure cependant que celle des regs argilo-sableux des plaines de piedmont. Nous avons trouvé pour ces sols des vitesses d'infiltration de 4,7 et 3,8 cm/h (méthode de Muntz).

Ces sols ont des pH généralement voisins de la neutralité mais ils peuvent être aussi exceptionnellement acides.

N°	641	642	643	1171	1172	2311	2312	2313	2314
Profondeur	0-20	20-40	60-80	0-20	40-60	0-20	40-60	80-100	130-150
pH	8,1	8	7,6	8,1	7,7	6	5,6	6,2	6,6

.../...

Les taux de matière organique et azote contenus dans ces sols sont faibles, généralement inférieurs à 0,4 % pour l'azote et 0,6 % pour la matière organique.

Le complexe absorbant est généralement bien pourvu en éléments échangeables.

Ca est l'élément dominant, il représente fréquemment 80 % de la somme des bases échangeables.

Mg très variable est en relation avec la nature de la roche mère. Il est plus abondant dans les grano-diorites.

K a des valeurs faibles généralement inférieures à 0,25 meq %

Na est peu abondant.

Le tableau montre la grande variabilité des taux des divers éléments échangeables en fonction de la roche mère. Seule une analyse minéralogique et chimique de celle-ci (-nature des feldspaths, calciques, calco-sodiques ..., pourcentage des éléments ferromagnésiens) permettrait l'interprétation de ces résultats.

Nous avons porté dans le tableau suivant les pourcentages d'argile et les pH afin que puissent être comparés utilement les résultats obtenus.

.../...

Nature	granite			grano - diorite					granito-gneiss	
N°	641	642	643	1511	1512	1513	1691	1692	2312	2313
Profondeur	0-20	20-40	60-80	0-20	20-40	60-80	0-20	40-60	40-60	80-100
Argile %	21	36	11	7	10	3	13	20	28	18
pH	8,1	8	7,6	6,9	7,2	7	7,6	7,5	5,6	6,2
BASES ECHANGEABLES										
Ca meq %	15,1	14,6	7,8	9,3	13,1	13,8	5,6	19,45	6	6
Mg meq %	1	1,45	0,2	2,4	2,95	3,2	2,77	10,84	1,97	1,22
K meq %	0,23	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	1,05	0,25	0,23	0,17
Na meq %	0,54	0,22	0,22	0,26	0,38	0,39	0,31	0,96	0,29	0,38

Les taux de P2 O5 total sont faibles.

N°	2281	2282	2311
P2 O5 total ‰	0,23	0,22	0,42

Ces sols sont souvent incultes, car trop peu épais ou fortement érodés. Autrement ils portent des cultures identiques à celles citées pour les sols précédents.

.../...

III - S O I L S S U B D E S E R T I Q U E S

a) Localisation, origine, végétation.--

A défaut de limite bien nette séparant les sols steppiques des sols subdésertiques, nous nous sommes contentés de ne classer seulement dans ce dernier groupe que les terrains sableux de l'Ennedi qui occupent des fosses dans l'intérieur du massif gréseux lui-même ou dans les plaines de débouché au débouché des massifs. Disons pour justifier cette solution qu'à partir de l'Ouadi Fama, en remontant vers le Nord, la dominance revient très largement à des regs démantelés. Les sols sableux sont alors rares et appartiennent à la série ancienne que l'on observe en étroits alignements orientés Est-Ouest. Ceux-ci semblent les vestiges d'un important manteau de sable qui recouvrait cette région.

Dans le massif de l'Ennedi, les fosses de comblement sont assez rares. Même dans celles-ci le socle gréseux est toujours à faible profondeur (1 à 2 m parfois moins) il continue d'ailleurs à affleurer en bancs subhorizontaux recouverts d'une mince pellicule sableuse ou en tables qui se dressent en buttes témoins au milieu de ces plaines.

Nous avons dit précédemment que ces sédiments détritiques d'origine gréseuse sont assez récents et certainement de même âge que ceux de la série sableuse récente observés dans les plaines de piedmont ou dans les massifs du Ouaddaï.

La végétation sur ces sols est très clairsemée et se limite à quelques arbres qui sont surtout Acacia tortilis auquel s'ajoutent quelques Maerua crassifolia, Capparis decidua, ou parfois Salvadora persica. Au sortir de gorges, sur des terrasses plus humides s'observent parfois Hyphaene thebaïca. Le tapis graminéen est discontinu. Ce sont des touffes de Panicum turgidum ou d'Aristida sp. que l'on voit souvent.

.../...

b) Morphologie.-

Ces sols sont sableux en surface, à peine plus argileux en profondeur. Ils sont de couleur gris-beige sur une très faible épaisseur. En profondeur, s'observe un horizon de couleur variable beige, ocre ou rosé. Il y a souvent peu de différence de coloration entre l'horizon superficiel et l'horizon profond. L'ensemble a une structure particulière ou fondue. Cette structure peut devenir polyédrique dans l'horizon le plus argileux mais la compacité du sol, la cohésion des éléments structuraux n'est jamais bien grande.

Le Profil 130 a été relevé à 4 Km au Nord-Ouest de FADA

- 0 - 60 : horizon sableux beige foncé, sableux
Structure fondue à tendance polyédrique
- 60 - 100 : horizon sableux brun ocre. Structure identique
- 100 dalle de grès.

Dans des parties où stagnent les eaux après les tornades, ces mêmes sols peuvent présenter superficiellement un horizon stratifié sableux, plus compact. Cet horizon est parfois recouvert d'une pellicule limoneuse. On observe aussi en certains endroits, à la surface du sol, des amas noirâtres ferrugineux.

c) Propriétés physiques et chimiques.-

Ces sols sableux, très perméables contiennent peu d'argile (5 à 10 %) dans l'horizon de surface, (12 à 18 %) en profondeur vers 80 à 100 cm.

Origine	Environs de FADA				Ouest d'ARCHEI		
	N°	1301	1302	1321	1322	1371	1372
Profondeur		0-20	80-100	0-10	60-80	0-20	80-100
Terre fine	%	99,5		99,5		94,5	98,5
Argile	%	8	12	11	10	5	18
Limon	%	5	1	3	3	1	4
Sable fin	%	40	25	32	31	35	28
Sable grossier	%	47	62	54	56	59	50

.../...

Les sables uniquement quartzeux sont à dominance fluviatile. Ils sont anguleux, brillants ou parfois mats. Les éléments éolisés sont plus rares.

Ces sables sont très pauvres en matière organique (0,1 à 0,2 %) et azote (0,1 à 0,2 ‰).

N°	1301	1302	1321	1322	1371
Matière organique %	0,2	0,2	0,15	0,1	0,1
Azote total ‰	0,18	0,15	0,13	0,09	0,10
C/N	7,2	8	6,2	8,9	5

Ces sols ont des pH généralement alcalins 7,5 à 8,4, ils tendent à décroître faiblement avec la profondeur.

Le complexe absorbant a une valeur assez faible. Il est bien pourvu en Ca qui représente une très forte proportion de la somme des bases échangeables. L'ion K est en faible quantité souvent inférieure à 0,2 meq %. Na est peu abondant.

N°	1301	1302	1321	1322	1371	1372
pH	8,2	7,7	8,4	8,4	7,7	7,5
BASES ECHANGEABLES						
Ca meq %	3,4	4,45	2,3	5,85	1,7	5,9
Mg meq %	0,9	1,2	< 0,2	< 0,2	0,43	2,4
K meq %	0,24	0,12	0,20	0,16	0,15	0,13
Na meq %	0,19	0,37	0,14	0,26	0,12	0,32

.../...

Les chiffres de P2 O5 total trouvés à l'analyse sont peu élevés : 0,21 et 0,39 %.

o

o

o

Ces sols sont incultes du fait de la faible abondance des précipitations. Le mince tapis herbacé sert de pâture au bétail (bovins, camelins, ovins ...) relativement abondant en Ennedi.

.../...

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE & TECHNIQUE OUTRE-MER
Centre de Recherches Tchadiennes.
COMMISSION SCIENTIFIQUE DU LOGONE-TCHAD

S O L S
de la Région Est du Tchad
Plaines de Piedmont
Massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi

TOME I I

J. PIAS
Maitre de Recherches

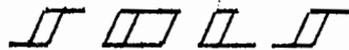
OCTOBRE 1960

28 - 60

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

COMMISSION SCIENTIFIQUE DU LOGONE-TCHAD



DE LA REGION EST DU TCHAD

PLAINES DE PIEDMONT

MASSIFS DU OUADDAI ET DE L'ENNEDI



T O M E I I

J. PIAS
Maître de Recherches

O M M A I R E

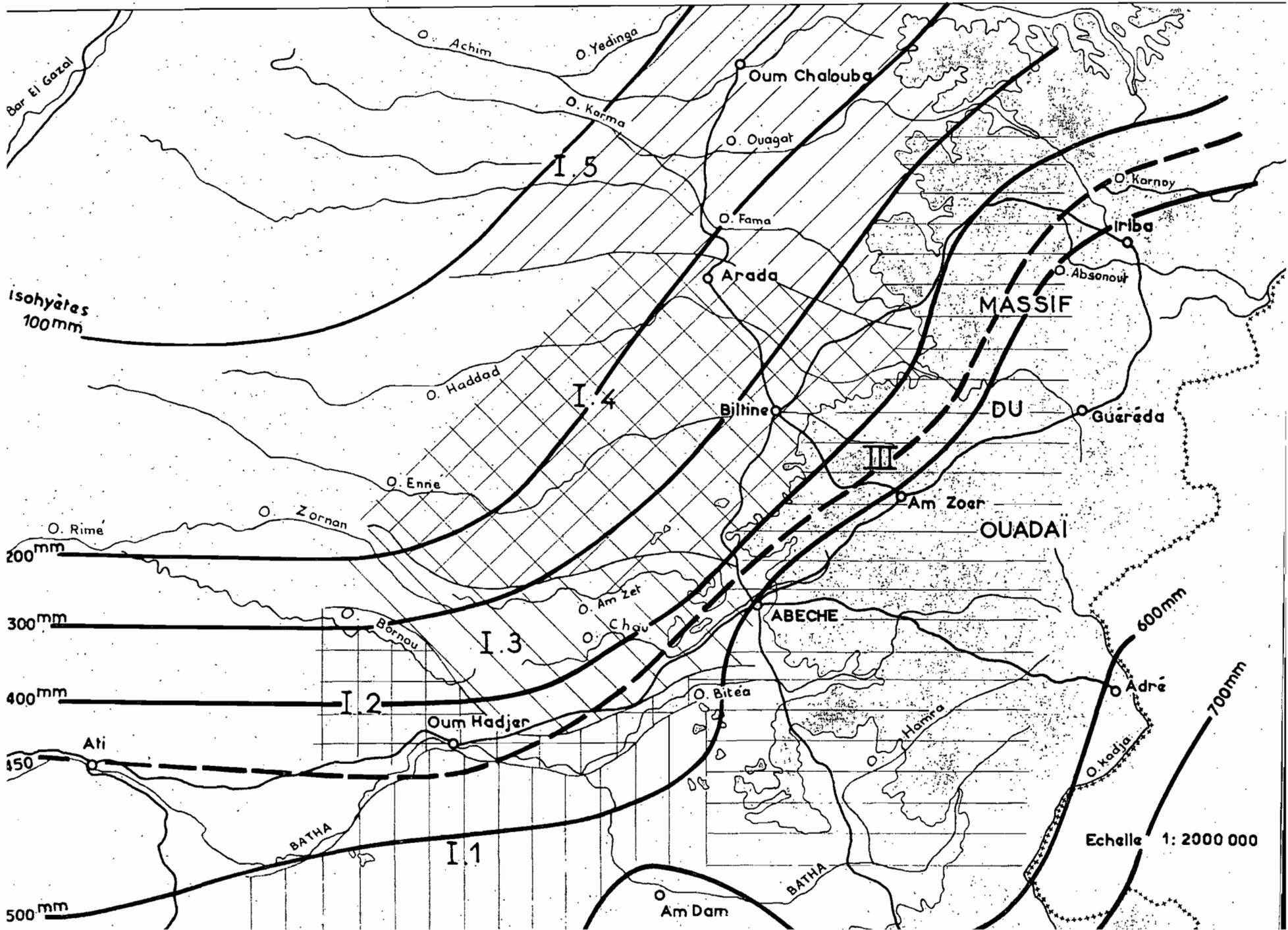
<u>CHAPITRE VI - LES GRANDES REGIONS</u>	p.	156
I - Les plaines de piedmont		158
1 ^o / La région au Sud du Batha et de la Bitéa		158
2 ^o / Bassins de la Bitéa et du Batha (Cours moyen et inférieur)		164
3 ^o / Bassins des Ouadis Chau, Am-Zer, Bornou et Rimé		172
4 ^o / Bassins des Ouadis Enne et Haddad		190
5 ^o / Bassins des Ouadis Fama, Kharma, Oum-Chalouba, Yedinga, Achim		207
6 ^o / Bassins des Ouadis Haouach, Oum-Hadjer, Chili, Saala		220
II - Le massif de l'Ennedi		226
III - Le massif du Ouaddaï		235
1 ^o / La région Nord-Est de BILTINE et Sud de MATADJENE		235
2 ^o / La région d'AM-ZOER		242
3 ^o / La région Sud et Sud-Est d'ABECHE		260
<u>CONCLUSIONS</u>		274

.../...

- L E G E N D E -

- I₁ La région au Sud du Batha et de la Bitéa
I₂ Bassin de la Bitéa et du Batha
I₃ Bassins des Ouadis Chau, Am-Zer, Bornou et Rimé
I₄ Bassins des Ouadis Enne et Haddad
I₅ Bassins des Ouadis Fama, Kharma, Oum-Chalouba,
Yedinga, Achim

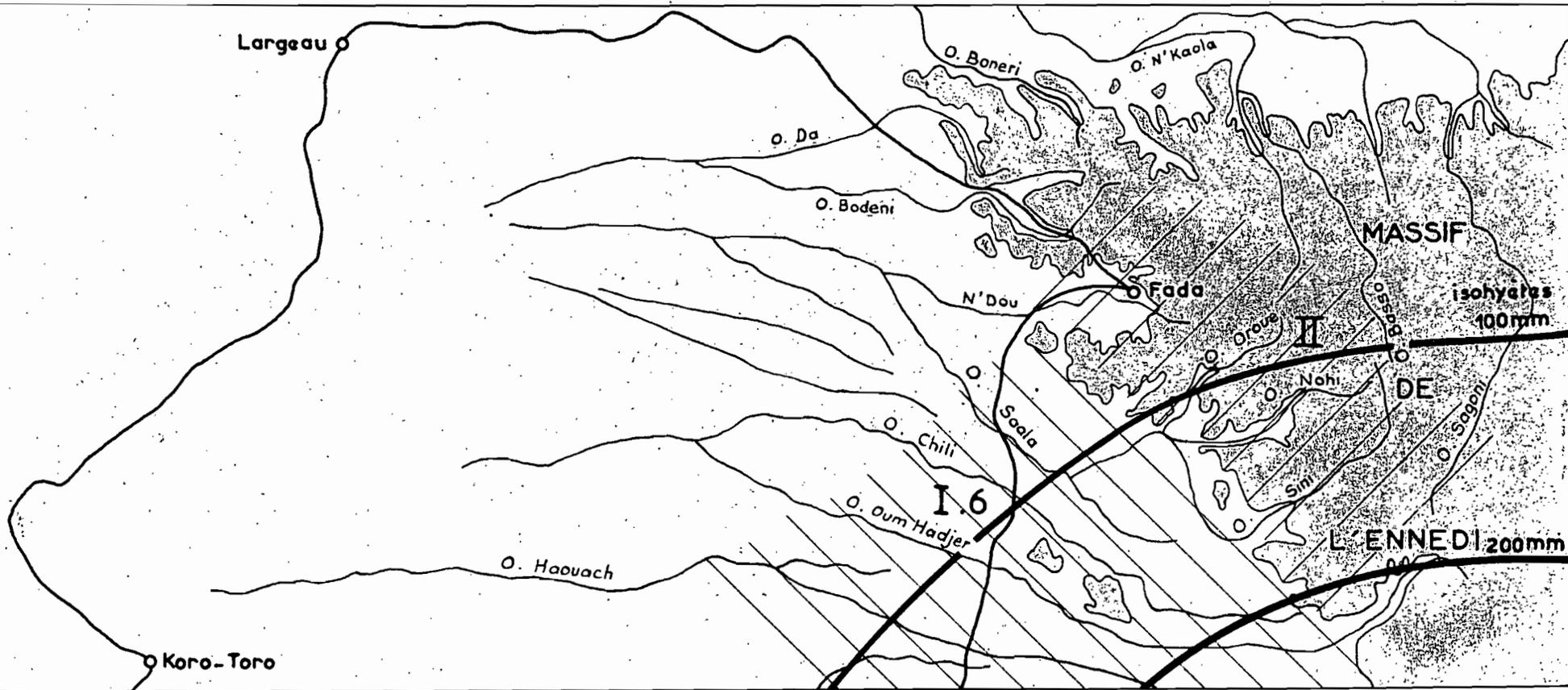
III Le massif du Ouaddaï
-



- L E G E N D E -

I₆ Bassins des Ouadis Haouach, Oum-Hadjer,
Chili, Saala.

II Le massif de l'Ennedi



CRT 6086

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 1-7-60

DES: L.TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

II H A P I T R E V I

LEI OPERANDI REGIONI

Nous traiterons ici des grandes régions qui forment des unités à l'intérieur du territoire prospecté.

L'unité de chacune de ces régions tient à des facteurs divers : nature géologique (origine et ancienneté des sédiments), climatique, hydrographique, topographique ...

Nous distinguerons en suivant :

I - LES PLAINES DE PIEDMONT.-

- 1^o/ La région au Sud du Batha et de la Bitéa
- 2^o/ Bassins de la Bitéa et du Batha (cours moyen et inférieur).
- 3^o/ Bassins des Ouadis Chau, Am Zer, Bornou et Rimé
- 4^o/ Bassins des Ouadis Enne et Haddad
- 5^o/ Bassins des Ouadis Fama, Ouagat, Kharma, Oum-Chalouba, Yedinga, Achim.
- 6^o/ Bassins des Ouadis Haouach, Oum-Hadjer, Chili, Saala.

II - LE MASSIF DE L'ENNEDI.-

III - LE MASSIF DU OUADDAI.-

- 1^o/ Région Sud de MATADJENE
- 2^o/ Région d'AM-ZOER
- 3^o/ Région Sud et Sud-Est d'ABECHE.

.../...

I - LES PLAINES DE PIEDMONT.-

1°/ La région au Sud du Batha et de la Bitéa

Cette région doit son unité à l'importance des regs qui occupent ici de grandes étendues.

Au Sud de ces deux fleuves, un paysage très monotone par son horizontalité et ses surfaces nues conduit aux massifs granitiques du Sud d'ABECHE et de la région de NIANGALME. Ces montagnes se prolongent ici par une suite d'accidents dont les plus importants sont ceux de DAR OUMAR (Sud d'OUM-HADJER) ou les alignements de microgranites que l'on observe à l'Ouest de DERESSA.

Voyons, à titre d'exemple, comment se présente le paysage d'OUM-HADJER en nous dirigeant vers le Sud.

La ville d'OUM-HADJER est située sur des affleurements de sable ancien légèrement coloré de rouge qui surplombent le Batha d'une dizaine de mètres. La berge de celui-ci montre, au niveau du fleuve, une cuirasse ferrugineuse que nous retrouverons dans le cours de celui-ci en différents endroits comme au Nord d'ASSAFIK. Cette cuirasse concrétionnée ou vacuolaire paraît être une cuirasse de nappe actuelle à subactuelle, plutôt subactuelle comme l'indique sa présence dans le lit du fleuve où elle forme des seuils en voie de démantèlement.

Ces sables anciens forment autour d'OUM-HADJER un relief assez accusé fait de multiples dépressions et mamelons de couleur beige sur les crêtes, rouge sur les flancs et en bas des pentes. Très cultivés (petit mil et arachide) ils portent une végétation très clairsemée de jachère : Bosqia senegalensis, Guiera senegalensis, Calotropis procera, Schoenfeldia gracilis, Eragrostis tremula. (Profils 1 - 12)

.../...

Ces sables anciens mamelonnés sur lesquels se forment des sols steppiques brun-rouges, de valeur agricole très médiocre, se trouvent aussi autour d'ASSAFIK et d'AM SOUNTA.

Au contact de ces sols, vers le Sud, va succéder une zone de "naga" plane couverte d'une végétation basse, buissonnante et clairsemée (Dichrostachys glomerata, Acacia senegal, Acacia seyal, Capparis decidua, Cordia gharaf ...). Des plages de sable superficiel recouvrent le sol argilo-sableux par taches. Celui-ci est de couleur brun-rouge ou brune, les fentes de retrait sont peu visibles. Les profils présentent un pseudo-mycelium abondant. On a affaire à des sols à alcalis (Profils 2 -13). Parfois ceux-ci se superposent à la cuirasse vacuolaire qui fait sa réapparition ici (Profil 4).

Les affleurements du socle sont, dans cette partie, inexistantes ou très peu nombreux.

A cette "naga" fait suite un reg classique couvert d'Acacia seyal, petits très clairsemés. Ceux-ci sont en formation plus dense dans les parties les plus argileuses. On observe aussi Balanites aegyptiaca, Acacia senegal, Cymbopogon giganteus par touffes déchaussées, Schoenfeldia gracilis. Les affleurements de granite sont ici fréquents en même temps que la surface du sol se couvre d'un cailloutis quartzeux parfois de gravillons ferrugineux.

Ici encore, le sol est argilo-sableux brun ou noir et présente l'horizon caractéristique à mycelium des sols à alcalis (Profils 3 - 5 - 6)

Au milieu de ce reg pointent les rochers de DAR-OMAR, prélude avancé des massifs de MANGALME.

.../...

Le reg est coupé, dans sa partie centrale, par l'Ouadi Déréhité qui coule du Sud-Est vers le Nord-Ouest et rejoint le Batha au Nord d'ASSAFIK par une dépression dont les sols argileux bruns à fissuration polygonale sont plus ou moins caractéristiques des argiles noires tropicales. Cette fissuration en polygone n'est pas un phénomène général. Bien souvent, au contraire, les fentes de retrait sont peu visibles. Cette dépression est cultivée en mil tardif repiqué.

L'Ouadi Déréhité possède des rives sableuses où se tiennent les rares villages de cette région. Ces sables portent surtout les cultures de petit mil.

Nous retrouverons des regs analogues et incultes à l'Ouest de DERESSA. Dans cette partie, par suite sans doute du voisinage du Batha, la végétation qui les recouvre devient plus dense, plus variée. On observe en plus d'Acacia seyal, Combretum glutinosum, Balanites aegyptiaca Des couvertures sableuses recouvrent parfois, aux approches du Batha, les sols argilo-sableux qui sont ici à nodules calcaires (Profils 208 - 209).

Toute cette région est très peu peuplée, la population se rassemble sur les buttes de sable ancien, le long du Batha (ASSAFIK, OUM-HADJER, AM SOUNTA) ou le long de l'Ouadi Déréhité. Ils se cultivent sur ces sols : petit mil, arachide, mil rouge.

Les sols argilo-sableux à alcalis ("naga" ou reg) qui occupent les 9/10 ème de la superficie totale sont incultes.

On note quelques champs de mil tardif repiqué sur des sols plus argileux d'alluvions plus récentes (Nord de DERESSA, confluence de l'Ouadi Déréhité et du Batha).

.../...

SOLS BRUN-ROUGES STEPPIQUES SABLEUX

SOL HYDROMORPHE ARGILLO-SABLEUX sur cuirasse "nag"

Sud d'OUM-HADJER

Sud-Ouest d'OUM-HADJER OUM-HADJER

bordure du Batha

N°	11	12	121	122	123	41	42
Profondeur	0-20	60-80	0-20	80-100	180-200	0-10	40-60
pH	4,5	3,8	6,2	4,9	5,6		7,8
GRANULOMETRIE							
Terre fine %						99,5	96
Sable grossier %	65	58	58	53	50	50	28
Sable fin %	25	29	36	35	38	29	20
Limon %	2	1	2	2	2	7	8
Argile %	8	12	4	10	10	14	44
MATIERE ORGANIQUE							
Mat.org.tot. %	0,3		0,2	0,3			
Azote total ‰	0,19		0,14	0,14	0,14		
Carbone %	0,17	0,14	0,13	0,16	-		
C/N	8,9		9,3	11,5			
BASES ECHANGEABLES							
Ca meq %	1	1,45	1,7	1,6	2,65	2,9	18,4
Mg meq %	<0,2	<0,2	0,43	<0,2	<0,2	<0,2	0,61
K meq %	0,19	0,19	0,29	0,25	0,28	0,26	0,30
Na meq %	0,11	0,10	0,35	0,31	0,40	0,14	0,51
P2 O5 total ‰			0,15	0,19			

.../...

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX A ALCALIS

"naga"

regs

Sud d'OUM-HADJER
Km 9 de la route de
MANGALME

Sud-Est d'ASSA-
FIK

Sud d'OUM-HADJER OUL-HADJER
Km 31 route de vers MANGALME

N°	21	22	131	132	31	32	51	52
Profondeur	0-20	60-80	0-20	50-70	0-15	40-60	0-20	60-80
pH	6,2	8,2	7,4	8,5	6,8	8,2	6,2	8,2
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine %	98	98	91	96	98	99,5	79,5	95
Sable grossier %	34	40	36	31	26	28	35	43
Sable fin %	20	21	25	24	29	26	25	20
Limon %	8	8	9	9	10	12	10	9
Argile %	38	31	30	36	35	34	30	28
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot. %	0,7		0,7		0,8		0,9	
Azote total ‰	0,37		0,4		0,37		0,47	
Carbone %	0,43	0,35	0,4	0,1	0,49	0,14	0,53	0,28
C/H	11,7		10		13,2		11,3	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq %	7,14	10,72	14,1	14,5	20,31	20,1	6,41	12
Mg meq %	3,1	3,1	1,1	0,85	1,08	1,25	1,34	1,26
K meq %	0,25	0,10	0,57	0,18	0,11	0,10	0,34	0,08
Na meq %	0,86	2,7	1	4,5	3,74	5,4	1,1	1,96
Na/Ca échang. %	12	25,2	7,1	31	18,4	26,9	17,2	16,3
<u>SELS SOLUBLES</u>								
Ca meq %	0,8	0,95		1,3	0,8	0,9	0,8	0,8
Mg meq %	0,5	0,2		0,25	0,2	0,35	0,25	0,2
K meq %	0,2	0,15		0,1	0,15	0,15	0,15	0,15
Na meq %	0,4	0,5		0,75	0,3	0,4	0,2	0,4
Extrait sat. C à 25°		1				0,72		0,72
P2 O5 total ‰							0,24	

.../...

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX A ALCALIS

REG

A NODULES CALCAIRES

OUM- HADJER vers MANGALME

DERESSA vers AM-DAM
Km 25

DERESSA vers AM-
DAM Km 25

N°	60	61	62	2081	2082	2083	2091	2092
Profondeur	0- 5	10-30	60-80	0-20	40-60	60-80	0-20	40-60
pH	6	6,8	8	6,6	8,2	8,6	6,8	7,4
GRANULOMETRIE								
Terre fine %	62,5	95	97,5	76,5	87	88	88	87
Sable grossier %	52	38	22	42	31	29	45	31
Sable fin %	28	18	31	33	23	23	24	21
Limon %	12	9	9	5	10	9	7	9
Argile %	8	35	38	20	36	39	24	39
MATIERE ORGANIQUE								
Mat.org.tot. %	1,4	0,25		0,6			0,8	
Azote total ‰	0,64	0,19	0,18	0,36			0,38	
Carbone %	0,83	0,15		0,36			0,45	
C/N	13	7,9		10			11,8	
BASES ECHANGEABLES								
Ca meq %	2,55	8,65	13,75	7,6	20	21,3	8,6	14,4
Mg meq %	0,5	1,71	1,22	2,58	2,77	2,36	2,37	2,88
K meq %	0,2	0,16	0,16	0,29	0,05	0,07	0,27	0,05
Na meq %	0,42	2,22	4,22	1,47	1,99	3,24	0,87	3,09
Na/Ca échang. %	16,5	26,7	30,7	19,3	10	15,2	10,1	21,5
SELS SOLUBLES								
Ca meq %	0,1	0,8	0,8		0,15	0,15	0,1	0,2
Mg meq %	0,2	0,55	0,35		0,2	0,4	0,4	0,55
K meq %	0,2	0,15	0,15		0,15	0,15	0,15	0,15
Na meq %	0,15	0,25	0,25		0,6	0,85	0,4	0,35
Extrait sat. C à 25°					0,60	1,15		
P2 O5 total ‰				0,26				

.../...

2°/ Bassins de la Bitéa et du Batha (cours moyen et inférieur).-

Il sera distingué ici non pas les bassins actuels qui se limiteraient à une étroite bande de part et d'autre des fleuves, mais les bassins fossiles. Le modelé du paysage de ces régions est, en effet, la conséquence du passage ancien de plus importantes voies d'eau que celles que nous percevons de nos jours.

La Bitéa, dans son cours inférieur coule, au sortir des massifs, au milieu des sables de la série ancienne, puis dans les regs. Son lit, bien dessiné dans son cours supérieur, n'est plus fait, vers l'Ouest, que d'une succession de marécages de plusieurs kilomètres de large. Il n'y a pas de cours bien nets mais une multitude de lits aux terrasses alluviales, de texture diverse souvent argileuse. Celles-ci portent des boisements denses d'Acacia scorpioides, Acacia seyal, Balanites aegyptiaca, Zizyphus mauritiaca, Maerua crassifolia, Bauhinia reticulata, Tamarindus indica Les dépressions au sol noir fissuré sont abondantes, très morcelées, boisées d'Acacia seyal. Les villages sont installés sur des buttes sableuses qu'entourent des "nagas" alluviales ou des regs au cailloutis superficiel abondant. Ces buttes sont les vestiges de la série sableuse ancienne ici très démantelée. Leurs sols steppiques sont brun-rouges parfois à hydromorphie plus ou moins profonde (Profil 43).

Des placages de sable de la série récente sont fréquents et contribuent à diversifier ce couloir alluvial. Ils forment des couvertures sableuses sur les sols argilo-sableux des regs ou constituent des traînées de sol sableux profond parallèles au cours des divers bras.

A la hauteur d'AM HIMEDÉ, l'ancien lit majeur de la Bitéa atteignait, dans la zone de confluence avec le Batha, une trentaine de kilomètres de large. Si la plus grande partie

.../...

des eaux s'écoulait par le couloir du Batha, une part moins importante rejoignait le bassin de l'Ouadi Chau.

Les regs nus, abondants (Profils 46 - 47) dans cette zone de confluence sont coupés de parties à peine plus basses mais plus argileuses et boisées de formations d'Acacia scyal. Des buttes témoins de sable ancien existent au milieu des regs caillouteux, elles sont très érodées et peu nombreuses.

On observe également, par places, des vestiges de cuirasse ferrugineuse du même type que celle trouvée au Sud d'OUM-HADJER.

Le Batha, de sa confluence avec la Bitéa à la région aval d'OUM-HADJER a un cours très marqué, très encaissé dans les regs qui le bordent au Sud. Ses berges sont le lieu de résidence de nombreux villages qui apprécient l'eau abondante que renferme son lit, même en saison sèche. Cette eau toute proche se traduit par une végétation que l'on pourrait qualifier de luxuriante si on la compare aux étendues nues des regs du Sud ou aux surfaces sableuses désertiques du Nord.

Hyphaene thebaïca est ici l'élément dominant du paysage. Il s'observe souvent en repousses buissonnantes qui viennent s'ajouter aux Capparis decidua, Maerua crassifolia, Acacia scorpioides ...

Les ilots de galerie forestière ne sont pas rares. On y trouve de grands arbres : Tamarindus indica, Acacia sieberiana, Acacia scorpioides ...

Au Nord du Batha, s'étend une vaste dépression en forme de triangle (Est d'OUM-HADJER, Ouest d'OUM-HADJER, Sud d'HARAZE) qui correspond à l'ancienne zone d'épandage du fleuve.

Le paysage prend, ici, le même aspect désolé que dans les regs du Sud. Si, en bordure du Batha, la végétation est encore basse et dense avec d'abondantes repousses de dum, plus au Nord, elle se clairsème très rapidement.

.../...

Les sols apparaissent superficiellement sableux, les zones argileuses sont nombreuses, morcelées et se tiennent principalement le long du bloc de sable ancien Sud d'AM-SAK. Là s'observent de véritables argiles noires tropicales (Profil 10) qui portent les champs de "berbéré" des villages. Ces villages sont disposés sur de multiples buttes témoins de sable ancien (Profil 9). Ceci est particulièrement visible sur la route OUM-HADJER ABECHE avant le village de HOUTRAR.

Ailleurs s'observent des sols beiges hydromorphes sableux (Profil 7) mais surtout des sols hydromorphes sur alluvions récentes à alcalis à texture argilo-sableuse (Profils 8 - 33 37).

La végétation y est généralement très claire : Acacia tortilis, Capparis decidua, Hyphaene thebaïca, Balanites aegyptiaca ... Le tapis graminéen discontinu est à base de Schoenfeldia gracilis, tandis que des taches d'argile noire ou brune portent des peuplements d'Acacia seyal.

Les cours de défluent parallèles au Batha sont nombreux. Ils coulent au milieu de la plaine dans des lits argileux bordés d'une végétation plus dense (Profil 34). Ces défluent ont apporté des alluvions sableuses récentes sur lesquelles se sont formés des sols beiges hydromorphes (Profil 31) où pousse une savane arbustive moyennement dense. Il y domine : Combretum glutinosum, Balanites aegyptiaca, Hyphaene thebaïca, .. Ces coulées sableuses alternent avec des "nagas" sans végétation. Les mares argileuses sont nombreuses, boisées d'Acacia scorpioides.

Signalons quelques ilots plus importants de sable ancien au Nord d'ATALA.

Cette zone d'épandage ancien du Batha est limitée à l'Ouest par d'importants blocs sableux qui sont l'amorce de celui que l'on observe au Nord d'ATI.

.../...

Une partie des eaux du Batha allait alimenter, autrefois, l'Ouadi Rimé par l'intermédiaire de l'Ouadi Bornou.

Les villages sont relativement nombreux le long de la Bitéa et du Batha. Nous avons dit que l'eau abonde dans le lit de ce dernier même en saison sèche alors que l'écoulement superficiel est nul. Dans le bassin de la Bitéa, la nappe est peu profonde 3,5 m à CAMBIO au Nord d'AM-SOUNTA, 5 et 6 m. aux villages d'AM BORAM ...

Dans la grande dépression qui s'étend au Nord du Batha, les villages sont assez rares et l'eau peu abondante. Deux nappes existent ici. Une nappe peu profonde vite épuisée de 8 à 10 m. La nappe des "Saniés" de 60 m.

MOUTRAR	8 m.	BACHAMA	60 m.
ABGARA	7 m.		
GAFALA	10 m.		
ATALA	8,50 m.		

Les superficies cultivées dans cette région se limitent aux abords de la Bitéa et du Batha tandis que la majeure partie de la dépression Nord est pratiquement inculte. Seules quelques rares buttes sableuses portent villages et cultures, cultures de petit mil et mil rouge tandis que sur le pourtour des buttes croît le "berbéré" sur quelques taches de sol argileux.

.../...

SOL BRUN STEPPIQUE SA-
BLEUX

SOLS BEIGES HYDROMORPHES
SABLEUX

OUM-HADJER vers AM-SAK
Km 23

OUM-HADJER vers AM-SAK
Km 6

KOBRO-FELATA vers AM
DOUGOUCH

N°	91	92	71	72	73	431	432	433
Profondeur	0-20	60-80	0-20	40-60	120-140	0-20	40-60	120-120
pH	6,8	6,5	7	7,4	7,2	7,1	5,8	6,9
<u>RANULOMETRIE</u>								
erre fine %	99,5	-		99	98			
able grossier %	64	67	59	54	68	47	43	41
able fin %	33	23	36	33	27	51	48	51
imon %	2	2	3	4	2	1	2	1
rgile %	1	8	2	9	3	1	7	7
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
at.org.tot. %	0,5		0,5	0,3	0,3	0,3		
zote total ‰	0,27		0,29	0,13	0,19	0,16	0,13	0,11
arbone %	0,29	0,07	0,31	0,16	0,18	0,20		
/N	10,7		10,7	12,3	9,5	12,5		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq %	1,2	1,9	1,7	3,6	1,75	1,25	2,05	1,75
Mg meq %	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,04	1,04	<0,2
K meq %	0,22	0,76	0,24	0,62	0,25	0,23	0,29	0,15
Na meq %	0,23	0,33	0,13	0,34	0,38	0,10	0,11	0,11

.../...

SOL BEIGE HYDROMORPHE SABLEUX
sur horizon argilo-sableux pro-
fond.

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX
à alcalis

ATALA vers AB GARIB Km 13

KOBRO-FELIATA
vers ALBERTIE
Km 9

KOBRO-FELLATA vers ALBER-
TIE, près EL KHABA

N°	311	312	461	462	471	472	473
Profondeur	0-20	80-100	0-20	60-80	5-20	20-40	60-80
pH	8,6	7,8	6,2	7,8	7,4	7,9	8,7
GRANULOMETRIE							
Terre fine %	99,5	99	90	89,5	82,5	89	94,5
Sable grossier %	69	67	25	25	25	24	24
Sable fin %	27	26	28	31	30	28	28
Limon %	2	2	9	9	9	6	9
Argile %	2	5	38	35	36	42	39
MATIERE ORGANIQUE							
Mat.org.tot. %	0,3		0,3		0,4		
Azote total ‰	0,14		0,23		0,27		
Carbone %	0,15		0,18		0,26		
C/N	10,7		7,8		9,6		
BASES ECHANGEABLES							
Ca meq %	2,2	1,75	7,36	15,1	8,95	12,4	14,2
Mg meq %	<0,2	<0,2	1,69	1,98	3,08	4,03	2,83
K meq %	0,18	0,20	0,45	0,11	0,96	0,59	0,11
Na meq %	0,09	0,10	0,67	1,97	0,76	1,36	2,26
Na/Ca échang. %			9,1	13	8,5	11	15,9
SELS SOLUBLES							
Ca meq %				0,25			0,4
Mg meq %				<0,2			0,25
K meq %				0,15			0,15
Na meq %				1,3			0,15
Extrait sat. C à 25°	0,4						0,8
P2 O5 total ‰	0,33						

.../...

ARGILES NOIRES TROPICALES

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS
FLUVIATILES-RECENTES A ALCALIS

OUM-HADJER vers AM- BACHAMA
SAK Km 38

OUM-HADJER vers ATALA vers
AM-SAK Km 11 AB GARIB

N°	101	102	341	342	81	82	331	332
Profondeur	0-20	50-60	0-20	60-80	0-20	50-60	0-15	70
pH	6,6	7,4	8	8	7	7	7,2	9,4
GRANULOMETRIE								
Terre fine %							99,5	99,5
Sable grossier %	21	12	23	13	15	9	29	26
Sable fin %	19	8	19	17	36	38	27	38
Limon %	15	20	13	15	21	23	10	13
Argile %	45	60	45	55	28	30	34	23
MATIERE ORGANIQUE								
Mat.org.tot. %	0,6	0,5	0,6		0,8		0,3	
Azote total ‰	0,33	0,2	0,30		0,53		0,25	
Carbone %	0,35	0,27	0,35		0,47		0,20	
C/N	10,6	13,5	11,7		8,9		8	
BASES ECHANGEABLES								
Ca meq %	11,8	16,2	11,1	15,55	10,3	13	8,70	11,66
Mg meq %	6,06	7,1	6,06	6	3,75	1,16	5,05	2,37
K meq %	0,67	0,66	0,74	0,54	0,39	0,16	0,58	0,08
Na meq %	0,99	2,33	0,83	1,96	1,33	5,5	1,05	3,04
Na/Ca échang. %					12,9	42,3	12,1	26,1
SELS SOLUBLES								
Ca meq %				0,8	0,6	0,9		1,1
Mg meq %				1,1	0,2	0,4		1,6
K meq %				0,2	0,15	0,2		0,2
Na meq %				0,45	0,25	0,6		0,75
P2 O5 total ‰	0,47						0,31	

.../...

SOL HYDROMORPHE SUR ALLUVIONS ~~ELUVIATILES~~ RECENTES A ALCALIS

ATALA

N°		371	372	373	374
Profondeur		0-15	50-70	100-120	130-160
pH		7,8	9,4	9,2	9
<u>GRANULOMETRIE</u>					
Sable grossier	%	10	5	5	2
Sable fin	%	27	33	36	15
Limon	%	28	28	35	42
Argile	%	35	34	24	41
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>					
Mat.org.tot.	%	0,8	0,50		
Azote total	%	0,33	0,26		
Carbone	%	0,46	0,28		
C/N		13,9	10,8		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>					
Ca meq	%	19	22,4	17,45	21,4
Mg meq	%	2,98	3,59	1,55	4,47
K meq	%	0,61	0,52	0,56	0,99
Na meq	%	1,35	5,95	5,45	8,06
Na/Ca échang.	%	7,1	26,6	31,2	37,6
<u>SELS SOLUBLES</u>					
Ca meq	%		0,55	0,7	0,5
Mg meq	%		<0,2	0,75	0,4
K meq	%		0,2	0,2	0,15
Na meq	%		0,4	0,4	1,4
Extrait sat. C à 25°			0,72	0,9	1,44

.../...

3°/ Bassins des ouadis Chau, Am Zer, Bornou et Rimé.

Ces bassins forment une unité toute relative. En effet, cette région est très complexe par suite d'un très grand morcellement des surfaces, conséquence d'une érosion fossile particulièrement intense.

Ces bassins sont limités :

- au Nord par un important ensemble sableux qui les sépare du bassin de l'Ouadi Enne

- au Sud par l'ensemble sableux de moindre importance Sud d'AM-SAK et la dépression Bitéa-Batha.

Plusieurs ouadis sont à l'origine des ouadis Rimé et Bornou. Ce sont, au Sud, les ouadis Chauk et Chau qui proviennent des massifs granitiques du voisinage d'ABECHE. Au sortir de ceux-ci, ils coulent tous deux d'abord par d'étroits couloirs au milieu de la série sableuse ancienne puis dans le reg où ils confluent à DOP-DOP et vont constituer l'Ouadi Bornou formé également par des apports d'eau provenant de la Bitéa. L'Ouadi Bornou s'incurve vers le Sud-Ouest et rejoint la dépression Nord Batha dans laquelle il coule avant de rencontrer l'Ouadi Zornam.

Au Nord des ouadis Chauk et Chau, deux ouadis également importants prennent naissance dans les inselbergs granitiques situés à l'Ouest d'ABECHE. Ces ouadis Am Kidi et Am Zer, après avoir coulé dans le reg puis à nouveau dans la série sableuse ancienne, confluent à l'Ouest d'AM-DALAM. Ils constituent l'Ouadi Zornam qui, après sa jonction avec l'Ouadi Bornou, portera le nom d'Ouadi Rimé.

Voici rapidement brossé, le tracé du réseau hydrographique. Disons que ce tracé est surtout fossile et que les jonctions Ouadis Chauk-Chau à l'Ouadi Bornou, Ouadis Am Kidi - Am Zer à l'Ouadi Zornam sont des réalités anciennes non actuelles. De nos jours, les eaux des premiers ouadis cités viennent se perdre à l'Est, au Sud-Est, au Nord d'AM-SAK.

.../...

Le tracé fossile encore très visible donne l'importance des voies d'eau anciennes au maximum du pluvial. L'Ouadi Chau apparaît le plus important de tous, il faisait jonction, à cette époque, avec l'Ouadi Am Kidi et poursuivait sa route par le Nord d'AM-SAK et HARAZE. Un important couloir de sable, large parfois de 3 à 5 Kilomètres, marque cette voie ancienne qui se scindait en multiples bras.

Les Ouadis Am Zer et Am Kidi le rejoignaient au Nord d'AM-SAK. Cette importante voie d'eau recevait aussi, à la hauteur d'HARAZE, les eaux de l'Ouadi Almé. Il serait donc plus logique d'appeler cette région le bassin de l'Ouadi Chau puisque ce dernier est le principal responsable de la topographie, du morcellement des sols...

Cette vaste région est caractérisée par cinq grands types de paysages qui seront décrits en allant d'Est en Ouest.

A/ - Ensemble sableux à l'Ouest d'ABECHE.--

A l'Ouest d'ABECHE s'élèvent plusieurs ensembles granitiques qui surplombent les regs et la dépression de l'Ouadi Chau de plusieurs centaines de mètres. Ces massifs sont ennoyés dans des sédiments sableux de la série ancienne. Ceux-ci remontent les pentes des massifs jusqu'à 600 - 650 m d'altitude soit 150 à 200 m. au-dessus des regs ou de la vallée de l'Ouadi Chau. Ces sols steppiques, de couleur brune ou brun-rouge, portent une savane très claire de Combretum glutinosum, Boscia senegalensis, Acacia senegal, Cassia obovata ... avec un tapis graminéen de Schoenfeldia gracilis, Cenchrus biflorus (Profils 59-74). Dans les cirques de montagnes, les sols conservent la couleur brun-rouge mais sont alors plus grossiers et les éléments feldspathiques sont nombreux dans les sables (Profil 58).

Sur le versant Ouest, sous le vent, de ces ensembles montagneux, l'érosion apparaît plus grande. On y observe une végétation plus abondante que sur les sols typiquement sableux des versants Est (Acacia tortilis, Acacia seyal, Maerua crassifolia,

.../...

Boscia senegalensis, Capparis decidua, Acacia senegal, Zizyphus mauritiaca ...).

Les sols bruns à brun-rouges sont sableux à sablo-argileux (Profil 58), parfois argilo-sableux (Profil 57). Ils renferment des éléments détritiques en grande abondance. Dans les parties très érodées, aux multiples petites ravines, les sols alors nus, sans végétation graminéenne, apparaissent plus rouges, plus compacts par suite d'un phénomène d'induration superficiel.

Dans l'intérieur des massifs où se tiennent quelques villages, la nappe phréatique est relativement profonde mais l'eau semble abondante.

KACHA 23 m.
TCHIGKIKI 33 m.

L'Ouadi Chau coule au milieu de ces formations sableuses par une vallée bien dessinée et très encaissée, large de 1 à 2 Km. Ses terrasses, au sol hydromorphe, limono-argileuses, argilo-limoneuses, portent des boisements buissonnants de Salvadora persica et de Boscia senegalensis et de très grands arbres à proximité du lit ou dans le lit lui-même : Acacia scorpioides, Acacia sieberiana, Faidherbia albida ...

L'Ouadi Chauk, au Sud du Centre d'Elevage d'ABOUGOUDAM, s'étale en un marécage important, large de plusieurs kilomètres où alternent des "nagas" alluviales non inondées à végétation clairsemée d'Acacia seyal, Balanites aegyptiaca, Acacia scorpioides et tapis de Schoenfeldia gracilis discontinu, des zones basses argileuses, argilo-limoneuses inondables à couvert végétal dense : Acacia seyal, Acacia scorpioides, Acacia ataxantha, Tamarindus indica, Bauhinia rufescens, Anogeissus leio-carpus, Boscia senegalensis, Zizyphus mauritiaca, Capparis decidua, Capparis tomentosa

Cet ensemble sableux de l'Ouest d'ABECHE est relativement cultivé si on le compare aux zones de regs que nous trouverons plus à l'Ouest. Les cultures sont surtout celles du petit mil

.../...

et également mil rouge, arachide sur les sols bruns steppiques sableux. Les parties en alluvions récentes des ouadis sont peu ou pas cultivées, par suite d'une forte inondation en saison des pluies.

La profondeur de la nappe phréatique, relativement grande, dans les zones d'épandage (8 à 10 m.) ne permet pas de culture irriguée de saison sèche comme il s'en pratique dans l'intérieur des massifs à l'Est d'ABECHE.

Signalons que l'on y observe cependant des champs de mil rouge, quelques pieds de coton dans les parties les plus hautes, des champs de mil tardif repiqué en fin de saison des pluies.

B/ - Le reg.-

A l'Ouest de cet ensemble sableux s'étend sur environ 1500 Km² un immense reg à surface absolument plane et couverte d'un abondant cailloutis quartzeux roulé. Ce reg, que traverse la route OUM-HADJER ABECHE avant d'emprunter la vallée de l'Ouadi Chau, est, en fait, la continuation de celui que nous avons observé au Sud du Batha et de la Bitéa.

Ces regs sont pratiquement dépourvus de végétation et les arbres sont rares : Acacia seyal ou Balanites aegyptiaca. Le tapis graminéen, très discontinu et ras, est fait de Schoenfeldia gracilis ou de grands Cymbopogon giganteus dans les parties basses, plus argileuses. Ces derniers sont alors par touffes déchaussées. Ces grands regs, au sol argilo-sableux souvent à alcalis, sont de couleur brun-rouge superficiellement, brun ou noir en profondeur (Profils 50 - 52 - 60).

Le socle est près de la surface du sol, les affleurements à peine visibles sont nombreux. Des pointements plus importants s'observent aussi. Ils sont alors très caractéristiques avec leurs accolements sableux qui en jonchent les pentes et adoucissent le relief. Signalons ceux que l'on observe à l'Est d'AM-DALAM à DAGARI (Profil 51) ou ceux du Nord de DOP-DOP. Ils

portent des boisements très clairsemés de Combretum glutinosum ou même parfois les premiers Leptadenia spartium que nous avons observés dans cette région.

Des buttes témoins de la série sableuse ancienne existent çà et là. Elles sont très érodées et portent une végétation qui, sans être très dense, contraste cependant avec celle du reg environnant (Acacia tortilis, Combretum glutinosum, Guiera senegalensis, Balanites aegyptiaca ...).

Les seuls îlots de végétation vraiment dense que l'on observe nous sont fournis par les ouadis dont les cours se jalonnent de savane arbustive plus ou moins dense (Acacia seyal, Acacia tortilis, Acacia senegal, Dalbergia melanoxylon, Balanites aegyptiaca, Gordia gharaf). L'approche de ces ouadis se marque par une plus grande abondance du cailloutis et des gravillons ferrugineux apportés là par les eaux. Ces derniers arrivent parfois à former des horizons de 20 à 40 cm, horizons discontinus qui reposent sur l'horizon argilo-sableux sous-jacent (Profil 49).

Ces ouadis ont parfois des terrasses argileuses, argilo-limoneuses parfois même sableuses très boisées. Signalons ici les plaques d'argile noire tropicale que l'on observe au voisinage de DOP-DOP. Elles portent les champs de "berbéré" de ce village et des villages environnants.

Les villages sont peu nombreux dans ces regs. Ils se tiennent principalement à l'Ouest où réapparaissent les sables et à proximité des ouadis. La nappe, si elle ne semble pas abondante est alors peu profonde DAGARI 3,5 m. Ailleurs, nous avons relevé des profondeurs de 4 et 5 m.

Sur les sables se font des cultures de petit mil et de mil rouge.

C/ - L'ensemble sableux à l'Ouest des regs.-

Il diffère de celui que nous avons décrit immédiatement à l'Ouest d'ABECHE par le très grand morcellement de ses sols.

.../...

Nous n'avons plus ici un ensemble sableux homogène mais de multiples petits blocs sableux qu'une érosion ancienne a découpés et qui alternent avec des dépressions non moins multiples. Cette troisième région qui débute à l'Ouest de la route KOBRO-FELLATA AM-DALAM s'étend sur tout le tiers Nord-Est de la feuille au 1/200.000 ème d'OUM-HADJER et est caractérisée par trois types de paysages bien distincts.

Nous y distinguerons par ordre d'importance :

a) Les parties très érodées, très chahutées où alternent :

- buttes sableuses de la série ancienne couverte par une végétation dont la densité varie :

végétation dense à Acacia tortilis, Balanites aegyptiaca, Guiera senegalensis ...

végétation claire à Calotropis procera, Guiera senegalensis (jachère voisinage des villages)
-Profils 15 - 26 -

- buttes de sable superficiel recouvrant un horizon profond argilo-sableux. Elles sont topographiquement plus basses que les précédentes. Végétation clairsemée : Capparis decidua, Acacia tortilis, Balanites aegyptiaca, Macrura crassifolia, Cordia gharaf, Zizyphus mauritiaca ... (Profils 16 - 56)

Certaines de ces buttes portent les cultures de petit mil même parfois de mil rouge ainsi que les villages.

- dépressions souvent à effondrements.

Les graminées déchaussées forment, dans ces dépressions, de multiples petits monticules qui y rendent la circulation difficile et indiquent une érosion pluviale intense. Ces dépressions sont plus ou moins argileuses et vont du type argileux noir à fentes de retrait bien nettes, disposées en polygones à des types argilo-sableux bruns massifs non fissurés. Elles sont parfois très boisées : Acacia scorpioides, Acacia seyal, Balanites aegyptiaca ... mais le plus souvent à végétation très claire (Balanites aegyptiaca, Maerua crassifolia, Acacia tortilis, Cordia gharaf ...) qui leur donne un aspect désolé. (Profils 14 - 24 - 30).

Au Nord et Nord-Ouest d'AM-DALAM ces dépressions présentent divers faciès. Elles sont fréquemment sablo-argileuses, couvertes d'abondants gravillons ferrugineux et dépourvus de toute végétation. Les sols sont à alcalis (Profil 54). Mais on observe aussi des dépressions à boisement moyennement dense de Guiera senegalensis (Profil 53) .

Dans toutes ces dépressions, il n'est observé que très rarement le cailloutis quartzeux roulé si abondant sur les regs.

Ces dépressions sont généralement incultes. Nous avons cependant cru observer autour d'HARAZE des champs de "berbéré". C'est ce que nous ont affirmé aussi les autochtones.

Dans cette partie, s'observent deux nappes situées à des profondeurs très différentes.

Une nappe superficielle non permanente :

HARAZE 6 m.
AM SAK 7 m.
Nord-Est d'AM SAK 4,30 m.
" " " " 7 m.
AZEREFF (Ouest d'HARAZE) 10 m.

une nappe profonde abondante :

HARAZE 70 m
vers AZEREFF 60 m.

b) Les zones planes.-

Nous avons dit qu'elles forment d'étroits couloirs bien localisés, longs de plusieurs dizaines de kilomètres, larges parfois de 4 à 5 Km qui sont des lieux anciens de passages des eaux. Celles-ci ont arasé la série sableuse ancienne. L'aspect général est ici moins désolé que le paysage précédent. Si ce sont toujours les mêmes espèces qui constituent le couvert végétal, celui-ci est plus dense (Zizyphus mauritiaca, Cordia gharaf, Maerua crassifolia, Acacia tortilis, Balanites aegyptiaca ...) Le tapis graminéen est bas mais bien fourni, composé principalement d'Aristidées.

.../...

Les sols sont de couleur brun-clair ou brun-rouge (Profils 17 - 25 - 27 - 28). Nous n'y avons pas observé de cultures et ces surfaces non habitées si ce n'est par des pasteurs nomades, semblent plutôt utilisées comme pâturages.

c) Les surfaces mamelonnées.-

Des étendues parfois importantes de sable de la série ancienne ont conservé leur aspect primitif mamelonné, très caractéristique. Elles sont couvertes par une végétation de pseudo-steppe aux arbres très rares (Balanites aegyptiaca, Acacia tortilis, Acacia senegal) au tapis graminéen assez dense composé d'Aristida sp., Hyparrhenia sp., Cenchrus biflorus ... A ces plantes s'ajoutent souvent Crozophora sp. une petite euphorbiacée rampante au feuillage vert pâle, Cassia obovata ...

Le sol steppique est également de couleur brune très claire ou brun-rouge (Profil 18)

Parfois, dans quelques interdunes plus accusées, la végétation est un peu plus dense (Balanites aegyptiaca, Zizyphus mauritiaca, Capparis decidua ...) les sols sont alors légèrement plus argileux et plus compacts (Profil 19).

Ces parties ne sont pas cultivées et servent de pâturage. La nappe y est profonde 60 m. environ.

Signalons ici l'important bloc sableux Sud d'AM-SAK. Les sols steppiques de cet ensemble portent une végétation clairsemée de Guiera senegalensis, Boscia senegalensis sur les crêtes tandis que dans les interdunes pousse un couvert plus dense (Cadaba farinosa, Cordia gharaf, Acacia senegal, Boscia senegalensis, Combretum glutinosum, Dichrostachys glomerata, Bauhinia rufescens, Albizzia Chevalieri ...) .

.../...

Les parties situées entre les crêtes et les interdunes sont généralement nues, elles apparaissent très érodées, couvertes de sable grossier rubéfié. L'horizon superficiel de ces sols est légèrement induré

d) Le massif de DJOMBO .-

A l'Est d'HARAZE se dressent les affleurements granitiques de DJOMBO . Autour de ceux-ci, sur des sols sableux parfois peu épais, reposant sur un cailloutis composé d'éléments granitiques assez grossiers d'aspect rougeâtre, la végétation graminéenne est dense, composée de Cymbopogon sp. auquel s'ajoutent de nombreux Guiera senegalensis.

Les affleurements se présentent sous forme d'ensembles démantelés à altération en boules classiques avec cependant des pitons qui rappellent morphologiquement ceux de MINDI (Nord-Cameroun)

Sur la pente du massif affleurent des sols brun-rouges (Profil 29). Ces sols sont tantôt boisés, tantôt nus dans les parties érodées où ils apparaissent superficiellement sous forme de croûtes lisses noirâtres. On observe, par endroits, des amas ferrugineux peut-être vestiges d'anciennes cuirasses. Dans toute cette région l'érosion est importante.

En contre-bas de ces massifs s'étend une zone sableuse colluviale où les villages sont nombreux. La nappe phréatique, peu profonde, semble assez abondante (SARAI 8 m.). Cette région est le lieu de rassemblement d'importants troupeaux.

.../...

A/- Ensemble sableux Ouest ABECHE

SOLS STEPPIQUES BRUN-ROUGES . SABLEUX

AM - DALAM vers ABECHE

Ouest d'ABECHE

Km 49

Km 40

Nº	591	592	593	581	582	583	741	742	743	
Profondeur	0-20	60-80	160-180	0-20	40-60	80-100	0-20	60-80	160-180	
H	6,5	6,5	7	6,6	6,2	7	7,8	6,6	6,4	
<u>FRANULOMETRIE</u>										
Terre fine	%		95	93,5	93	98	99,5			
Sable grossier	%	44	42	48	45	47	53	56	59	
Sable fin	%	52	50	47	50	43	44	38	37	
Limons	%	2	1	2	3	3	1	2	1	
Argile	%	2	5	3	2	7	2	4	3	
<u>TIÈRE ORGANIQUE</u>										
t.org.tot.	%	0,4			0,2	0,2	0,1	0,3	0,10	0,15
note total	‰	0,26			0,2	0,14	0,09	0,17	0,10	0,09
Carbone	%	0,25			0,13	0,11	0,07	0,17	0,07	0,08
N	%	9,6			6,5	7,9	7,8	10	5	8,9
<u>ANIONS ECHANGEABLES</u>										
meq	%	1,5	1,9	1,8	1,6	2,5	1,45	1,75	1,6	1,3
meq	%	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
meq	%	0,1	0,1	0,04	0,21	0,22	0,08	0,25	0,08	0,08
meq	%	0,11	0,11	0,13	0,12	0,14	0,12	0,08	0,09	0,09

.../...

B/ - Le reg

SOL STEPPIQUE BRUN
SABLEUX

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX A ALCALINITE
"REG"

à couverture de
gravillons ferrugi-
neux.

AM-DALAM vers ABECHE près de
DAGARI

Près de DOP-DOP AM-DALAM vers ABECHE
Km 7

N°	511	512	513	491	492	501	502	503
Profondeur	0-20	60-80	80-100	0-20	60-80	0-5	5-25	60-70
H	7,5	7,6	7,5	6,2	7,7	5,6	7,5	9,2
<u>ANULOMETRIE</u>								
Argile fine	% 99,5			67,5	91	80	98,5	96
Argile grossier	% 50	55	50	24	19	16	16	21
Argile fin	% 46	39	40	22	29	58	34	37
Limons	% 1	1	2	7	11	10	9	8
Argile	% 3	5	8	47	41	16	41	34
<u>MATIÈRE ORGANIQUE</u>								
Mt.org.tot.	% 0,2			0,3		0,8	0,45	0,20
Cote total	% 0,15			0,19		0,40	0,23	0,14
Carbone	% 0,13			0,20		0,46	0,25	0,13
N	8,7			11		11,5	10,9	9,3
<u>CATIONS ECHANGEABLES</u>								
Ca meq	% 1,6	1,6	2,7	9,8	13,65	2,45	7,6	12
Mg meq	% <0,2	<0,2	<0,2	2,34	1,11	1,04	2,76	2,96
Na meq	% 0,12	0,17	0,2	0,4	0,2	0,35	0,05	0,09
K meq	% 0,08	0,10	0,09	0,78	3,2	0,31	1,59	2,88
Ca/Ca échang.	%			7,9	23,4	12,6	20,9	24
<u>ANIONS SOLUBLES</u>								
Cl meq	%				1,9		0,5	0,3
SO ₄ meq	%				1,2		0,25	0,4
NO ₃ meq	%				0,3		0,15	0,15
CO ₃ meq	%				1,5		0,5	0,3
Extrait sat. C à 25°								0,9

.../...

B/Le reg

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX A ALCALIS "REG"

AM-DALAM vers ABECHE
Km 30

AM-DALAM vers ABECHE
Km 45 près AM-DOUGOUCH

Nº		521	522	601	602
Profondeur		0-20	60-80	0-15	60-80
pH		8,2	9	7,6	8,7
<u>GRANULOMETRIE</u>					
Terre fine	%	98	97,5	97,5	96
Sable grossier	%	33	40	36	37
Sable fin	%	26	25	24	19
Limon	%	11	9	9	10
Argile	%	30	26	31	34
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>					
Mat.org.tot.	%	0,40		0,65	
Azote total	‰	0,24		0,32	
Carbone	%	0,25		0,37	
C/N		10,4		11,6	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>					
Ca meq	%	11	15,3	10,75	15,5
Mg meq	%	3,88	2,64	3,08	3,9
K meq	%	0,28	0,08	0,4	0,15
Na meq	%	1,15	2,61	1,27	2,8
Na/Ca échang.	%	10,4	17		18,1
<u>SELS SOLUBLES</u>					
Ca meq	%	0,3	0,2		0,2
Mg meq	%	0,4	0,35		0,3
K meq	%	0,15	0,15		0,15
Na meq	%	0,35	1,6		1,5
Extrait sat. C à 25°			2,88		2,9

.../...

C/ -Les ensembles sableux à l'Ouest des regs

a) Les parties très érodées

SOL STEPPIQUE BRUN SABLEUX

SOL STEPPIQUE BRUN A BRUN-ROUGE SABLEUX

AM-SAK vers ID EL BIR
Km 22

HARAZE vers NGOTTEUR Km 2

N°	151	152	153	261	262	263	264	265
Profondeur	0-20	20-40	110-130	0-20	30-50	100-120	140-160	180-200
H	5,6	5,4	5,2	7	6,8	7,7	8,8	9,2
<u>ANULOMETRIE</u>								
Arg. fine	%						97,5	99
Arg. grossier	%	63	57	53	56	50	47	46
Arg. fin	%	35	38	34	42	42	44	42
Limon	%	1	1	3	1	3	2	2
Arg. fine	%	1	4	10	1	5	11	9
<u>MATIÈRE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot.	%	0,5			0,2	0,2	0,2	0,15
Mat.org. total	%	0,29			0,9	0,13	0,14	0,10
Carbone	%	0,28	0,06	0,05	0,09	0,11	0,1	0,08
N	%	9,6			10	8,5	7,1	8
<u>ANIONS ECHANGEABLES</u>								
Cl meq	%	0,9	1,05	2,12	0,74	1,56	3	8,4
S meq	%	0,2	0,2	0,61	0,2	0,2	0,2	0,2
SO ₄ meq	%	0,22	0,30	0,32	0,16	0,26	0,17	0,18
CO ₃ meq	%	0,26	0,33	0,59	0,12	0,10	0,27	0,75
Extrait sat. C à 25°							0,70	0,72

.../...

C/- Les ensembles sableux à l'Ouest des regs.

a) Les parties érodées.

SOL BEIGE HYDROMORPHE SUR HORIZON ARGILO-SABLEUX PROFOND

SOL BRUN A BRUN-ROUGE SABLEUX SUR HORIZON ARGILO-SABLEUX PROFOND

AM-SAK vers AB DJOULOU Km 0,5

AM - DALAM

Nº	161	162	163	561	562	564	565
Profondeur	0-20	30-50	70-90	0-15	40-60	100-120	120-140
pH	5	5,5	6,4	7	6,5	6,3	7,8
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine	%				99,5	99	94
Sable grossier	%	50	45	41	61	60	53
Sable fin	%	41	39	30	35	31	30
Limon	%	2	3	3	1	1	2
Argile	%	7	13	26	3	8	15
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat.org.tot.	%	0,2			0,2		
Azote total	‰	0,16			0,14		
Carbone	%	0,14	0,07	0,11	0,12		
C/N		8,7			8,6		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq	%	2,18	3,59	8,21	1,7	3,15	5
Mg meq	%	0,61	1,6	4,55	0,2	0,5	0,5
K meq	%	0,26	0,23	0,40	0,19	0,23	0,19
Na meq	%	0,30	0,48	0,87	0,11	0,12	0,43
P2 O5 total	‰	0,37					

.../...

C/ - Les ensembles sableux à l'Ouest des regs.

a) Les parties très érodées.

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX
A ALCALIS

SOL STEPPIQUE
BRUN A LEGERE
HYDROMORPHIE

SOL HYDROMORPH
A ALCALIS

AM-SAK vers HARAZE Km
15

AM-SAK vers ID- Nord-Ouest
EL BIR.. Km 15 d'AM-DALAM

Nord-Ouest d'AM
DALAM

N°	241	242	243	141	142	531	532	541	542
Profondeur	0-15	30-40	60-80	0-20	40-60	0-20	60-80	0-20	25-40
H	8,2	9,3	9,5	7	7,8	7,8	8,6	7,8	8,8
ANULOMETRIE									
Arg. fine %								95	93
Arg. grossier %	29	34	37	33	32	30	34	35	36
Arg. fin %	32	29	30	21	19	46	44	38	42
Non %	10	10	9	10	9	6	3	11	12
Arg. fine %	29	27	24	36	40	18	19	16	10
PIERE ORGANIQUE									
Org. tot. %	0,4	0,35	0,30	0,4		0,3		0,2	
Org. total ‰	0,22	0,17	0,13	0,19		0,17		0,19	
Carbone %	0,26	0,20	0,16	0,22	0,09	0,15		0,13	
N	11,8	11,8	12,3	11,6		8,8		6,8	
SBS ECHANGEABLES									
meq %	11,6	12,95	13,7	14,8	16,6	9,75	16,6	8,2	11,3
meq %	1,74	2,25	2,4	3,6	3,6	1,04	1,29	3,06	3,21
meq %	0,32	0,12	0,08	0,41	0,39	0,51	0,28	0,25	0,05
meq %	1,31	4,28	5,01	0,66	1,50	0,18	0,28	1,02	2,18
/Ca échang. %	11,3	33,1	36,6					12,4	19,3
SLS SOLUBLES									
meq %	0,5	0,55	0,5					0,2	0,6
meq %	0,35	0,35	0,35					0,2	0,95
meq %	0,15	0,15	0,2					0,15	0,15
meq %	0,3	0,4	0,55					1	2,1
trait sat. C à 25°	0,55	1,12	2,48				0,55		4,8
2 05 total ‰				0,43					

.../...

C/ Les ensembles sableux à l'Ouest des regs.

b) Les zones planes

SOL STEPPIQUE BRUN SABLEUX

SOL STEPPIQUE BRUN A
BRUN-ROUGE SABLEUX

SOL STEPPIQUE BRUN
SABLEUX

AM - SAK vers AB DJOULOJ
Km 12

AM-SAK vers HARAZE
Km 32

HARAZE vers NGOTTEUR
Km 23

N°	171	172	251	252	253	271	272	273	
Profondeur	0-10	60-80	0-20	40-60	110-130	0-20	60-80	210-230	
pH	7,2	7,2	7,5	7,3	6,9	7,7	7,5	7,3	
<u>TEXTURE</u>									
Terre fine	%	98							
Sable grossier	%	70	66	69	67	63	62	61	
Sable fin	%	27	31	22	41	33	33	34	
Limons	%	2	2	1	2	3	2	1	
Argile	%	1	1	8	10	1	3	4	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat.org.tot.	%	0,3	0,3			0,3			
Cote total	‰	0,14	0,16			0,14			
Carbone	%	0,2	0,15			0,16			
C/N		14,3	9,4			11,4			
<u>CATIONS ECHANGEABLES</u>									
Ca meq	%	1,56	2,58	1,15	2,1	2,4	1,62	1,45	1,24
Mg meq	%	<0,2	0,61	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Na meq	%	0,18	0,17	0,17	0,20	0,16	0,17	0,12	0,17
Ka meq	%	0,26	0,21	0,25	0,10	0,12	0,10	0,12	0,12

c/- Les ensembles sableux à l'Ouest des regs.

b) Les zones planes

SOL STEPPIQUE BRUN SABLEUX

HARAZE vers DJOMBO Km 4

N°		280	281	282
Profondeur		0-1	1-20	60-80
pH		7,2	7,2	7,2
<u>GRANULOMETRIE</u>				
Sable grossier	%	75	59	59
Sable fin	%	23	39	33
Limon	%	1	1	2
Argile	%	1	1	6
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>				
Mat.org.tot.	%	0,3	0,1	
Azote total	%o	0,16	0,7	
Carbone	%	0,19	0,06	
C/N		11,9	8,6	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>				
Ca meq	%	1	0,8	1,3
Mg meq	%	0,2	0,2	0,2
K meq	%	0,23	0,09	0,26
Na meq	%	0,11	0,08	0,12

c/- Les ensembles sableux à l'Ouest des regs.

c) les surfaces mamelonnées

d) le massif de DJOMBO

SOLS STEPPIQUES BRUN-ROUGES SABLEUX

AM-SAK vers AB DJOULOU
Km 14

DJOMBO

N°		181	182	183	291	292
Profondeur		0-15	70-90	180-200	0-20	60-80
pH		7,1	6,2	5,8	7,4	6,4
<u>GRANULOMETRIE</u>						
Terre fine	%				99,5	99,5
Sable grossier	%	62	54	54	50	41
Sable fin	%	36	40	39	47	43
Limon	%	-	1	1	1	3
Argile	%	2	5	6	2	13
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>						
Mat.org.tot.	%	0,25	0,30	0,2	0,2	
Azote total	‰	0,14	0,14	0,11	0,22	
Carbone	%	0,14	0,17	0,11	0,10	
C/N		10	8,2	10	4,5	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq	%	1,1	1,2	1,4	0,7	1,45
Mg meq	%	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq	%	0,18	0,22	0,17	0,20	0,12
Na meq	%	0,11	0,12	0,13	0,10	0,14

.../...

4^o/ Bassins des Ouadis Enne et Haddad.-

Ces deux ouadis et leurs affluents constituent une région bien individualisée où dominent très largement les ensembles sableux. Ici encore, la région doit son unité au cours fossile d'une importante voie d'eau : l'Ouadi Kéda qui prend sa source au Sud de GUEREDA. Cette voie fossile se scindait, autrefois, en deux tronçons à la hauteur d'ANABA au Nord de BILTINE. La branche Nord constituait le cours de l'Ouadi Haddad, la branche Sud celui de l'Ouadi Enne tandis qu'une importante communication existait entre les deux au Sud d'AM HERIZE.

De nos jours, les deux bassins des Ouadis Haddad et Enne sont bien distincts.

Au Sud de ces bassins, l'Ouadi Almé qui coule en grande partie dans les sables de la série ancienne rejoignait anciennement, par un cours aujourd'hui fossile, le système hydrographique de l'Ouadi Chau dans la région d'HARAZE.

Ces trois bassins (Ouadis Almé, Enne, Haddad) sont séparés les uns des autres par des étendues de sable mamelonnées de la série ancienne.

Nous allons trouver, dans cette région, quatre types de paysages que nous connaissons déjà pour les avoir vus plus au Sud.

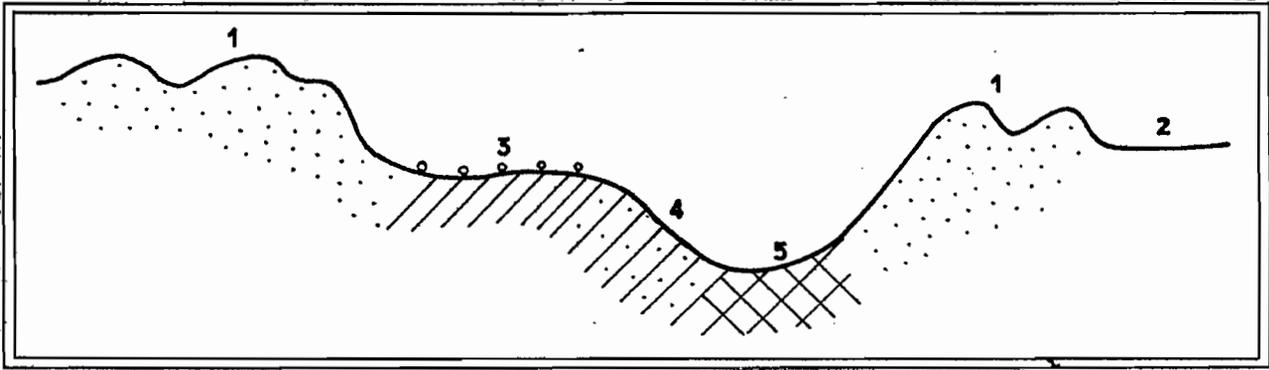
Le schéma ci-après montre la distribution des sols en fonction du relief.

a) Les surfaces mamelonnées sableuses.-

Elles occupent ici des étendues très importantes de part et d'autre de l'Ouadi Almé et de l'Ouadi Haddad.

Les sables remaniés autrefois par les vents présentent de légères ondulations orientées Nord-Sud. Les dénivellations y sont assez faibles, atteignant cependant 3 à 4 m.

.../...



- 1 - Série sableuse ancienne mamelonnée
(Sol steppique brun à brun-rouge)
- 2 - Série sableuse ancienne arasée
(Sol steppique brun)
- 3 - Série argilo-sableuse à cailloutis "reg"
(Sol hydromorphe argilo-sableux à alcalis)
- 4 - Série sableuse récente
(Sol steppique brun)
- 5 - Série alluviale actuelle à subactuelle
(Sol hydromorphe sur alluvions fluviatiles récentes à alcalis)

.../...

Cet ancien système dunaire est aujourd'hui fixé par un tapis graminéen assez dense où s'observent :

<u>Aristidées diverses</u>	<u>Crozophora sp.</u>
<u>Cenchrus biflorus</u>	<u>Cassia ebovata</u>
<u>Hyparrhenia sp.</u>
<u>Cymbopogon sp.</u>	

Les arbres sont rares , souvent installés dans les interdunes. Ce sont : Acacia tortilis, Cordia gharaf, Maerua crassifolia, Acacia senegal Leptadenia spartium fait son apparition dans ces régions mais est peu répandu.

Les sols de couleur claire superficiellement, présentent en profondeur dans leurs profils un horizon inférieur plus rouge. En fait cet horizon particulièrement visible sur les pentes très érodées, apparaît peu profond (1 à 2 m.) et sa couleur se dégrade rapidement en des tons plus clairs.

Profils 55 - 78 - 85 - 164 - 168 - 184 (Dunes)
Profils 88 - 183 (Interdunes)
Profil 86 (pente érodée)

Ces sols généralement sont incultes exception faite du pourtour de rares villages où se cultive encore du petit mil, parfois un peu de mil rouge ou même de l'arachide comme à ARADA. Les étendues sableuses servent de pâturage au bétail.

Il se pose, dans ces régions, le problème de l'alimentation en eau des troupeaux. Les puits des villages sont généralement situés le long des ouadis. Si la profondeur de la nappe est faible, les débits sont peu abondants. Ceci ajouté à la faible intensité des pluies, explique la densité peu importante de la population.

b) Les surfaces planes sableuses.-

Elles occupent des étendues beaucoup plus restreintes. Nous avons dit précédemment que la série sableuse ancienne avait subi un remaniement éolien ayant donné naissance aux multiples

.../...

petits alignements d'orientation Nord-Sud. A cette période de remaniement éolien aurait succédé une phase d'érosion fluviale intense dont nous avons parlé au Chapitre Géologie. Cette érosion a aplani le relief faisant disparaître toute trace du remaniement éolien, ne laissant çà et là que des mamelons sableux témoins de 5,6 ... 10 m. de hauteur qui surplombent les sables arasés.

Les parties arasées sont recouvertes, par endroits, d'un cailloutis quartzeux ou de dépôts limono-argileux très récents qui occupent le fond des dépressions. Ceux-ci témoignent du fonctionnement très récent du système hydrographique en grande partie fossile.

Ces zones planes sableuses sont généralement plus boisées que les précédentes. Dans les parties plus encaissées la végétation tend à former des savanes arbustives claires composées d'Acacia senegal, Acacia tortilis, Maerua crassifolia, Capparis decidua, Commiphora africana, Cordia gharaf ... Elles sont interrompues de zones basses correspondant aux lits des ouadis peuplés souvent d'Acacia flava. Ces zones planes sont couvertes, très rapidement, par la pseudo-steppe graminéenne dès que l'on s'éloigne des massifs vers l'Ouest.

Les buttes témoins de la série sableuse ancienne isolées dans ces zones planes sont colonisées par Leptadenia spartium comme celles que nous avons pu voir autour de GANATIR (Oucst de BILTINE).

Les sols très sableux, sont généralement de couleur plus claire que les sols des ensembles précédents. Les tons roses ou rouges font défaut. On a souvent des sols bruns, brun-clairs reposant sur des sables beiges en profondeur. Profils 77 - 179-182 .

Les horizons profonds, par suite de la proximité de surfaces basses argileuses, sont parfois hydromorphes. (Profil 180) Il leur arrive de présenter un pseudo-mycélium assez abondant riche en sels solubles (Profil 181)

Nous avons observé sur ces sols quelques champs de petit mil et peut-être de mil rouge au voisinage des villages de GANATIR et RABA TOUAIL .

c) Les regs.-

Ils se tiennent principalement dans le bassin de l'Ouadi Enne, plus exactement au Sud de cet Ouadi. On les observe aussi près de l'Ouadi Almé mais sur une très faible étendue.

Rappelons que ces regs se présentent en étendues planes. La surface du sol est couverte d'un abondant cailloutis quartzeux roulé. Le socle peu profond affleure en maints endroits. Ces étendues offrent un aspect désertique. Elles sont couvertes par une pseudo-steppe rase et discontinue de Schoenfeldi gracilis et de Cymbopogon giganteus en touffes déchaussées dans les parties plus argileuses. Les arbres y sont peu abondants. Ce sont : Acacia flava, Acacia tortilis, Balanites aegyptiaca, Acacia seyal, Acacia mellifera ...

La monotonie de ces grandes étendues planes est interrompue par les cours de multiples ouadis qui portent une végétation plus dense.

Les sols argilo-sableux de ces regs sont souvent à alcalis Profils 75- 76 - 139 - 155 - 178 - 185. On observe parfois dans les profils quelques nodules calcaires mais ceci est assez rare et surtout observé à proximité d'importantes zones inondables comme près de l'Ouadi Gimbir Profil 186 ou de l'Ouadi Enne au voisinage de RABA TOUAIL Profil 187.

Des couvertures sableuses, peu épaisses, se voient localement. Elles favorisent alors le développement d'un couvert arbustif ou arboré plus dense Profil 79.

Enfin, des poches de sédiments très graveleux existent dans ces sols. On y note quartz roulé, feldspath, éléments de cuirasse ferrugineuse ou de schistes. L'ensemble est brun-rouge en surface, plus clair en profondeur Profil 81.

Signalons qu'au milieu de ces regs se dressent parfois comme de gigantesques termitières des buttes témoins de la série sableuse ancienne (Sud de GANATIR).

.../...

Ces sols sont incultes, On ne rencontre sur ces étendues désolées ni village, ni puits, ceux-ci se tenant au voisinage des ouadis.

d) Les cours des ouadis. - Les zones d'alluvions récentes.

Les cours des ouadis constituent les seuls endroits où se réfugie une végétation que l'on peut qualifier de dense si nous la comparons aux étendues désertiques des regs ou des ensembles sableux.

Les arbres et arbustes y sont abondants et les espèces variées. On y observe : Acacia scorpioides, Balanites aegyptiaca, Capparis decidua, Acacia senegal, Cordia gharaf, Eaubinia rufescens, Acacia flava, Zizyphus mauritiaca, Faidherbia albi-da, Acacia tortilis ...

Signalons qu'Acacia flava est souvent abondant le long de ces cours d'eau où se rencontrent les derniers Anogeissus leio-carpus observés par nous vers le Nord.

Les principales étendues alluviales se situent au voisinage des ouadis Enne, Gimbir, Almé et au Sud d'ARADA, le long de multiples affluents de l'Erédibé. Dans ces zones d'épandage, la végétation est généralement moins dense. Les sols de texture diverse argilo-sableuse ... argileuse (Profils 80 - 82 - 83) sont parfois à alcalis. On observe alors Cordia gharaf, Acacia senegal, Balanites aegyptiaca, Acacia tortilis, Maerua crassifolia ... Cymbopogon giganteus en touffes espacées et déchaussées.

Les sols finement sableux ou sablo-limoneux sont fréquents Profils 84 - 91.

Ces sols sont peu cultivés. Nous avons observé au Sud d'ARADA sur des terres de ce dernier type des champs de petit mil.

Ces sols sont incultes. On ne rencontre sur ces étendues désolées ni village, ni puits, ceux-ci se tenant au voisinage des ouadis.

d) Les cours des ouadis.- Les zones d'alluvions récentes.

Les cours des ouadis constituent les seuls endroits où se réfugie une végétation que l'on peut qualifier de dense si nous la comparons aux étendues désertiques des regs ou des ensembles sableux.

Les arbres et arbustes y sont abondants et les espèces variées. On y observe : Acacia scorpioides, Balanites aegyptiaca, Capparis decidua, Acacia senegal, Cordia gharaf, Bauhinia rufescens, Acacia flava, Zizyphus mauritiaca, Faidherbia albida, Acacia tortilis,...

Signalons qu'Acacia flava est souvent abondant le long de ces cours d'eau où se rencontrent les derniers Anogeissus leio-
carpus observés par nous vers le Nord.

Les principales étendues alluviales se situent au voisinage des ouadis Enne, Gimbir, Almé et au Sud d'ARADA, le long de multiples affluents de l'Erédibé. Dans ces zones d'épandage, la végétation est généralement moins dense. Les sols de texture diverse argilo-sableuse argileuse (Profils 80 - 82 -83) sont parfois à alcalis. On observe alors Cordia gharaf, Acacia senegal, Balanites aegyptiaca, Acacia tortilis, Maerua crassifolia Cymbopogon giganteus en touffes espacées et déchaussées.

Les sols finement sableux ou sablo-limoneux sont fréquents Profils 84 - 91,

Ces sols sont peu cultivés. Nous avons observé au Sud d'ARADA sur des terres de ce dernier type des champs de petit mil.

.../...

Il nous a été signalé par les autochtones :

- A ARADA des cultures de "berbéré", mil repiqué en Septembre dans les sols argileux de l'Ouadi Erédibé, des cultures irriguées de saison sèche : blé, tabac, tomate, salade sur ces mêmes terres.
- A GANATIR, à l'Ouest de BILTINE sur des sols identiques se cultive uniquement Hibiscus esculentus, le "gombo" duquel se tire la sauce qui accompagne la boule de mil.

Les puits des villages sont généralement dans le cours des ouadis. La nappe est assez peu profonde :

GANATIR 13 m.
MADALA (Sud de GANATIR) 6 m.
DEMBE (Sud-Ouest de GANATIR) 10 m.
FAGUIRE (Nord de GANATIR) 10 m.

.../...

a) Les surfaces mamelonnées

SOLS STEPPIQUES BRUNS A BRUN-ROUGES SABLEUX.

Nord-Ouest d'AM-DALAM

Près de TAZERE Est d'ARADA

N°	551	552	553	554	781	782	851	852	853
Profondeur	0-20	40-60	100-120	210-230	0-20	80-100	0-20	40-60	80-100
H	8,3	7,6	7,8	7,8	7,6	7,2	7,8	7,5	6,9
<u>FRANULOMETRIE</u>									
Argile fine	%			99					
Argile grossier	%	67	66	65	63	57	54	53	55
Argile fin	%	30	27	28	34	38	39	44	39
Sable	%	1	1	2	1	1	1	1	1
Argile	%	2	6	5	2	4	6	2	5
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat.org.tot.	%	0,3				0,1		0,15	
Mat.org.tot.	%o	0,17				0,12		0,18	
Carbone	%	0,17				0,08		0,09	
C/N		10				6,7		5	
<u>CATIONS ECHANGEABLES</u>									
Ca meq	%	2,45	3,4	3,2	1,7	1,8	3,6	1,45	1,9
Mg meq	%	1,04	0,5	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Na meq	%	0,09	0,21	0,13	0,06	0,10	0,13	0,18	0,33
K meq	%	0,08	0,09	0,10	0,10	0,08	0,09	0,10	0,11
trait sat. C à 25°		0,4							

.../...

a) -Les surfaces mamelonnées.

SOLS STEPPIQUES BRUNS A BRUN-ROUGES ~~SABLEUX~~

Fosse de KALIDJI

Nord de GANATIR

N°	1681	1682	1683	1684	1841	1842	1843	1844
Profondeur	0-20	50-70	70-90	200-220	0-20	60-80	140-160	200-220
H	6,6	6,1	5,2	5,2	6,8	5,7	5,4	5,4
<u>ANULOMETRIE</u>								
Argile grossier %	72	60	61	66	70	63	64	65
Argile fin %	25	34	32	29	28	31	30	31
Sable fin %	1	2	1	1	1	1	1	1
Sable grossier %	2	4	6	4	1	5	5	3
<u>TIERE ORGANIQUE</u>								
C. org. tot. %	0,2				0,2			
Humus total ‰	0,17				0,14			
Carbone %	0,11				0,11			
N %	6,5				7,9			
<u>ANIONS ECHANGEABLES</u>								
Cl meq %	1,25	1,55	1,1	1,2	1,2	1,3	1,25	1,05
SO ₄ meq %	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,61	<0,2	0,49	0,61
NO ₃ meq %	0,15	0,15	0,09	0,09	0,09	0,17	0,13	0,09
CO ₃ meq %	0,13	0,22	0,19	0,16	0,15	0,18	0,17	0,16
CO ₂ total ‰					0,11			

.../...

a) - Les surfaces mamelonnées.

SOLS STEPPIQUES BRUNS A BRUN-ROUGES
SABLEUX (Interdunes)

SOI. STEPPIQUE BRUN-
ROUGE DE PENTE

Entre ARADA et l'Ouadi Fama

Nord de GANATIR Entre ARADA et l'Ouadi
Fama

Nº	881	882	883	1831	1832	861	862	863
Profondeur	0-20	60-80	230-250	0-20	60-80	0-20	60-80	110-130
pH	7,6	7,4	6,6	6,5	6,6	7,3	7,7	7,7
<u>FRANULOMETRIE</u>								
Terre fine	%		99,5	99,5				
Sable grossier	%	50	50	52	62	57	52	50
Sable fin	%	47	41	44	33	32	37	42
Limons	%	1	1	1	1	1	1	2
Argile	%	2	8	3	4	10	10	6
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot.	%	0,1			0,2		0,15	0,10
Azote total	‰	0,11			0,18		0,15	0,12
Carbone	%	0,06			0,12		0,08	0,07
C/N		5,5			6,7		5,3	7,8
<u>ANIONS ECHANGEABLES</u>								
Ca meq	%	1,3	1,7	1,25	1,7	2,8	2,1	2
Mg meq	%	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,54	<0,2	<0,2
Na meq	%	0,16	0,09	0,06	0,16	0,12	0,23	0,08
K meq	%	0,10	0,10	0,11	0,21	0,19	0,10	0,10

.../...

b) - Les surfaces planes sableuses

SOLS STEPPIQUES BRUNS SABLEUX

ARADA vers BILTINE Km 19 Nord de TCHOU- Nord de GANATIR
KOUMA

N°	771	772	773	1791	1792	1821	1822	1823	1824
Profondeur	0-20	50-70	100-120	0-20	50-70	0-20	60-80	100-120	200-220
pH	7,3	7,5	8,1	7,2	7,4	7	6,9	6,6	6,9
<u>FRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%			99	73				
Sable grossier	%	58	62	63	45	62	64	64	63
Sable fin	%	35	30	26	38	33	25	26	27
Limons	%	3	4	4	5	1	3	3	2
Argile	%	4	4	7	12	4	8	7	8
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot.	%	0,3			0,2		0,2		
Mat. org. tot.	‰	0,14			0,19		0,12		
Carbone	%	0,13			0,11		0,12		
N	%	9,3			5,8		10		
<u>ANIONS ECHANGEABLES</u>									
Ca meq	%	2	2,25	2,4	4,75	7,1	1,55	3,15	2,65
Mg meq	%	<0,2	<0,2	<0,2	1,97	1,97	0,92	1,97	1,97
Na meq	%	0,16	0,10	0,12	0,28	0,26	0,15	0,17	0,13
K meq	%	0,12	0,11	0,48	0,26	0,28	0,17	0,20	0,23
Extrait sat. Ca 25°			0,55						
Ca 25° total	‰					0,20			

.../...

b) - Les surfaces planes sableuses

SOLS STEPPIQUES BRUNS HYDROMORPHES EN PROFONDEUR

Nord de GANATIR Nord de GANATIR

Nº		1801	1802	1811	1812
Profondeur		0-20	60-80	0-20	60-80
pH		6,6	7,4	7	7,4
<u>GRANULOMETRIE</u>					
Terre fine	%	99	97	99	99
Sable grossier	%	62	56	57	53
Sable fin	%	30	26	35	29
Limon	%	3	2	1	2
Argile	%	5	16	7	16
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>					
Mat.org.tot.	%	0,2		0,15	
Azote total	‰	0,19		0,19	
Carbone	%	0,13		0,09	
C/N		6,8		4,7	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>					
Ca meq	%	2,5	7,1	2,10	6,2
Mg meq	%	1,22	1,97	1,22	1,97
K meq	%	0,24	0,26	0,30	0,41
Na meq	%	0,23	0,28	0,20	0,51
<u>SELS SOLUBLES</u>					
Ca meq	%				0,2
Mg meq	%				0,2
K meq	%				0,15
Na meq	%				0,5

.../...

c) - Les regs

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX "REG"

ARADA vers BILTINE ARADA vers BILTI- Sud de RABA Sud-Ouest de
 NE Km 17 TOUAIL RABA TOUAIL
 Nord-Est d'ID
 EL KANAN

Nº	751	752	761	762	1851	1852	1861	1862
Profondeur	0-20	60-80	0-20	60-80	0-20	40-60	0-20	50-70
pH	6,8	9,3		8,2	7,	8,6	7,8	8,6
<u>FRANULOMETRIE</u>								
Terre fine %					94	99	82,5	93,5
Sable grossier %	25	31	35	33	29	27	25	27
Sable fin %	35	35	38	32	34	31	24	22
Limons %	9	7	5	5	7	8	9	7
Argile %	31	27	22	30	30	34	42	44
<u>TIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot. %	0,3	0,2	0,3		0,45		0,4	
Azote total ‰	0,23	0,14	0,2		0,26		0,24	
Carbone %	0,20	0,12	0,16		0,26		0,24	
C/N	8,7	8,6	8		10		10	
<u>ANIONS ECHANGEABLES</u>								
Ca meq %	10,8	15,7	7,3	16,6	13,72	17,6	12,8	16,6
Mg meq %	4,85	3,27	3,1	1	11,58	7,33	3,44	2,77
Na meq %	0,38	0,05	0,41	0,26	0,44	0,15	0,33	0,07
K meq %	0,37	2,03	0,19	0,53	0,73	2,14	1,45	2,33
Ca échang. %					5,5	12,1	11,3	14
<u>CATIONS SOLUBLES</u>								
Ca meq %		0,1				0,1		0,1
Mg meq %		<0,2				0,55		<0,2
Na meq %		0,15				0,15		0,15
K meq %		0,9				0,6		0,2
Extrait sat. Ca 25°		0,72		0,38		1,05		0,85
Ca 05 total ‰							0,30	0,28

c) - Les regs

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX A ALCALIS "REG"

10 Km d'ARADA vers BIL-
TINE

Sud de GANATIR Sud de RABA TOUAIL

N°	1391	1392	1393	1781	1782	1871	1872	1873
Profondeur	0-20	50-70	100-120	0-20	40-60	0-5	5 -25	80-100
pH	7	9	9,3	8,8	9	7,6	7,9	8,8
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine %				95,5	96	90,5	96,5	99
Sable grossier %	31	34	41	27	29	52	28	22
Sable fin %	32	30	27	32	31	40	32	30
Limon %	8	5	5	9	10	3	10	10
Argile %	29	31	27	32	30	5	30	38
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot. %	0,55	0,3	0,25	0,35		0,30		
Azote total ‰	0,3	0,14	0,14	0,18		0,21		
Carbone %	0,32	0,16	0,14	0,21		0,17		
C/N	10,7	11,4	10	11,7		8,1		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq %	8,9	15,45	15,2	17,7	18,55	2,8	15,85	20,8
Mg meq %	5,97	3,57	3,08	4,2	4	0,2	3,63	1,73
K meq %	0,36	0,05	0,05	0,27	0,14	0,68	0,11	0,11
Na meq %	0,64	2,62	3,17	2,88	4,23	0,38	0,93	5,84
Na/Ca échang. %	7,2	16,95	20,9	16,3	40,1	13,6	5,9	28,1
<u>ELLS SOLUBLES</u>								
Ca meq %		0,2	0,15	0,05	0,05		0,15	0,1
Mg meq %		0,55	0,55	0,7	0,55		0,55	0,2
K meq %		0,15	0,15	0,10	0,10		0,15	0,15
Na meq %		0,8	1,1	0,5	0,8		0,4	0,4
Extrait sat. C à 25°		0,8	0,85	0,7	1,15			
p2 05 total ‰	0,44							

.../...

c)- Les regs

SOL BRUN PEU EPAIS SUR HORIZON
ARGILO-SABLEUX PROFOND

SOL GRAVELEUX

Près de TAZERE

ARADA vers AM HERIZE
Km 8

N°		791	792	810	811	812
Profondeur		0-20	50-70	0-5	5-20	80-100
pH		7,2	7,3	7,6	8	7,8
<u>GRANULOMETRIE</u>						
Terre fine	%			68	51	35
Sable grossier	%	49	37	29	24	25
Sable fin	%	43	42	34	26	15
Limon	%	3	7	14	21	10
Argile	%	5	14	23	29	50
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>						
Mat.org.tot.	%	0,3		0,3	0,3	
Azote total	‰	0,2		0,20	0,21	
Carbone	%	0,21		0,21	0,16	
C/N		10,5		10,5	7,6	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq	%	2,7	7,2	8,8	14,7	14,4
Mg meq	%	0,2	0,7	1,6	2,1	1
K meq	%	0,23	0,26	0,76	0,71	0,34
Na meq	%	0,24	0,14	0,23	0,46	0,49
Extrait sat. C à 25°					0,55	

.../...

d) - Les zones d'alluvions récentes

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS FLUVIATILES RECENTES

ARADA vers AM HERIZE Km 4 ARADA vers l'Est Vers l'Est d'ARADA

Nº	801	802	803	831	832	841	842	843	
Profondeur	0-20	20-30	70-90	0-20	60-80	0-20	40-60	150-170	
H	5,5	6,5	7,7	6,4	7	7,4	7,7	7,8	
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%			99,5			99,5		
Sable grossier	%	4	6	19	12	4	12	12	3
Sable fin	%	19	17	27	44	55	75	76	60
Limons	%	24	24	12	6	18	5	5	21
Argile	%	53	53	42	38	23	8	7	16
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat.org.tot.	%	1			0,45		0,2		
Azote total	%o	0,76			0,40		0,22		
Carbone	%	0,6			0,26		0,13		
C/N		7,9			6,5		5,9		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq	%	9,6	12,15	11,5	8,2	13,1	5,4	3,8	10
Mg meq	%	4,85	4,55	3,65	4,35	3,8	0,3	0,59	2,35
K meq	%	2,06	2,21	2,38	0,68	0,31	0,15	0,39	0,26
Na meq	%	0,30	0,48	0,73	0,24	0,56	0,18	0,11	0,87

.../...

d) - Les zones d'alluvions récentes

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS FLUVIATILES RECENTES
A ALCALIS

ARADA vers BIRAK Km 17

ARADA vers AM
HERIZE Km 8

N°		910	911	912	821	822
Profondeur		0-1	1-20	40-60	0-20	20-40
pH		7	5,4	5,8	8,3	9,2
<u>GRANULOMETRIE</u>						
Terre fine	%				97,5	95
Sable grossier	%	39	16,	13	23	30
Sable fin	%	58	73	36	33	34
Limon	%	1	5	23	24	14
Argile	%	2	6	28	20	22
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>						
Mat.org.tot.	%	0,20	0,5	0,40	0,3	
Azote total	‰	0,15	0,30	0,20	0,21	
Carbone	%	0,12	0,28	0,23	0,17	
C/N		8	9,3	11,5	8,1	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq	%	1,7	2,65	10,6	13,4	17,3
Mg meq	%	2,8	< 0,2	0,7	0,8	0,35
K meq	%	0,38	0,88	1,82	0,49	0,05
Na meq	%	0,14	0,14	0,37	1,5	3,53
Na/Ca échang.	%				11,2	20,4
<u>SELS SOLUBLES</u>						
Ca meq	%				0,1	0,2
Mg meq	%				0,8	0,4
K meq	%				0,15	0,15
Na meq	%				0,25	1,9
Extrait sat. C à 25°					0,84	4

.../...

5^e/ Bassins des ouadis Fama, Ouagat, Kharma, Oum-Chalouba, Yedinga, Achim.

Nous étudierons les bassins de ces ouadis, dans leur cours moyen au sortir des massifs et dans la première partie de leur cours inférieur lorsqu'ils pénètrent véritablement dans les plaines de piedmont du Mortcha.

Les quatre ouadis principaux que l'on distingue sont les Ouadis Fama et Ouagat dont la réunion donne l'Ouadi Kharma, les ouadis Oum-Chalouba et Yédinga appelés après leur confluence Ouadi Achim.

Bassins des cours moyens.-

Les bassins de ces différents ouadis se distinguent assez nettement de ceux décrits jusqu'alors. Les précédents ouadis coulaient généralement au sortir des massifs soit dans des regs plats, unis, soit dans des vallées creusées dans la série sableuse ancienne. Ici, au débouché des massifs existent de grandes surfaces d'érosion qui représentent les vestiges d'anciens regs très dégradés. Des alignements témoins orientés Est-Ouest de la série sableuse ancienne s'observent encore dans toute cette région mais sont d'étendues restreintes. L'érosion semble les avoir aussi particulièrement malmenés.

Cette région de piedmont des massifs granitiques des Kapka est particulièrement tourmentée, les ravines très nombreuses. Les têtes de ces ravines qui prennent naissance sur un plateau désolé sont les seuls lieux où se note une végétation arbustive clairsemée. Acacia flava domine.

Dans le cours encaissé des ouadis, le socle granitique apparaît fréquemment augmentant l'aspect chaotique du paysage. Quelques pointements granitiques jaillissent du plateau (Massifs de Kalait au Nord-Est d'OUM-CHALOUBA) . Là existent également des microgranites en affleurements orientés Sud-Ouest Nord-Est ou Sud-Est Nord-Ouest que l'on observe près du massif de grès très ensablé de Konk au Nord-Est d'ARADA ou au Nord-Est et à l'Est d'OUM-CHALOUBA

.../...

Ces microgranites sont surmontés d'éléments brechoïdes grès, galets de quartz ou de granites, micaschistes cimentés, parfois recouverts d'un cuirassement superficiel dû à une exudation du fer du matériau sous-jacent.

Mais ces alignements de microgranites ou même les pointements de granites ou de grès ne sont que les accidents d'un paysage qui offre l'aspect d'une immense pénéplaine morcelée par de multiples ouadis. Cette pénéplaine est recouverte par un abondant cailloutis quartzeux d'où émergent, çà et là, de minuscules affleurements du socle. Les sols sont généralement dépourvus de toute végétation arborée. On observe quelques arbustes : Acacia tortilis, Capparis decidua, Maerua crassifolia ... Le tapis graminéen discontinu est ras. Nous y avons vu des Aristidées (Aristida funiculata, Aristida papposa).

Sur ce plateau s'observe, par places, quelques rares vestiges de cuirasses vacuolaires, très démantelées qui ne sont pas forcément en place et ont pu être apportées là par les eaux (Sud de l'Ouadi Kadjemur au Nord d'ARADA).

Nous distinguerons sur ce plateau deux types de regs.

1^o/ Un reg classique à surface plane, peu érodé, typiquement argilo-sableux -Profils 89 - 114.

2^o/ Un reg très érodé aux ravines nombreuses présentant :

- un horizon de surface très graveleux souvent sableux grossier

- un horizon sous-jacent sablo-argileux, argilo-sableux rougeâtre également graveleux

- un horizon profond à cailloutis très grossier très abondant avec éléments quartzeux et feldspathiques liés par une argile brunâtre. Parfois ce dernier horizon n'est qu'une arène très grossière.-Profils 107 - 109. Dans ces regs très érodés qui dominent ici, s'observent de petites fosses de comblement au sol plus argileux de couleur brune ou noire (Profil 112) présentant des effondrements. La végétation arbustive y

.../...

est toujours peu abondante (Acacia tortilis, Capparis decidua) le tapis graminéen ras est uni.

Ces regs, très démantelés, présentent parfois l'alternance de surfaces sableuses à tapis graminéen ras et de zones nues stériles à cailloutis. Les premières ne sont que superficiellement sableuses et l'on observe vers 20 à 30 cm un horizon argilo-sableux brun-rouge. L'ensemble fait 50 à 60 cm et repose sur l'horizon à cailloutis profond (Profil 111).

Quelques zones sableuses ou superficiellement sableuses existent autour des massifs granitiques comme auprès de ceux de Kalait (Nord-Est d'OUM-CHALOUBA) - Profil 113

Dans ces regs très érodés les sols alluviaux sont peu abondants et se limitent généralement au cours des grands ouadis (Ouadis Fama-Maba, Ouadi Ouagat) qui possèdent des terrasses alluviales bien dessinées, larges parfois de plus de 1 Km.

Une région nous a paru particulièrement intéressante. Il s'agit de celle située autour de MATADJENE, à l'Est d'ARADA, au pied des massifs des Kapka. Les sols alluviaux de texture diverse mais généralement assez argileuse, sont couverts par un tapis dense de graminées non identifiées dans les parties les plus basses, tandis que les zones en élévation ont l'aspect de la "naga" et une végétation clairsemée de Boscia senegalensis, Maerua crassifolia, Acacia tortilis, Salvadora persica ... On observe encore, par places, quelques affleurements de microgranite et des buttes sableuses. Si les abords des massifs sont essentiellement sableux à sablo-argileux profonds et très cultivés (Profil 167), en s'éloignant de ceux-ci apparaissent des sols alluviaux incultes (Profils 157 - 158), parfois en cultures de petit mil ou même de mil rouge (Profil 165).

Enfin, dans ces regs érodés, existent des alignements de sable ancien qui apparaissent comme les vestiges d'ensembles sableux beaucoup plus importants (Profil 166).

Dans toute cette région de piedmont l'eau fait défaut. Les nappes, quand elles existent, sont peu abondantes et se tarissent en cours de saison sèche. Nous avons affaire à une région quasi désertique qu'hantent seulement les pasteurs nomades en fin de saison des pluies et début de saison sèche.

Ces nappes sont généralement à faible profondeur et s'observent dans les alluvions des ouadis puisque partout ailleurs le socle est très près de la surface du sol. Ce socle est d'ailleurs souvent atteint dans les puits. Dans la vallée de l'Ouadi Sérérié, la nappe phréatique est à 15 m., à KALAIT, à 11 m. à BENI OULA. Plus en aval à OUM-CHALOUBA elle est à 13 m.

Quelques rares points d'eau permanents existent cependant. Nous citerons celui bien connu de MATADJENE à l'Est d'ARADA. Les puits creusés dans la mare argileuse couverte d'Acacia scorpioide sont profonds de 8 à 10 m. et l'eau, abondante en cet endroit au débouché des massifs, est la raison d'une concentration exceptionnelle des troupeaux en saison sèche.

Bassins des cours inférieurs.-

Une brutale rupture de pente du socle se produit sensiblement le long du tracé routier ARADA- OUM CHALOUBA. A l'Ouest de cette ligne vont disparaître les regs très érodés, coupés de multiples ouadis en même temps que les affleurements du socle, très nombreux à l'Est, deviendront particulièrement rares. Cet enfoncement du socle granitique est mis en évidence par les sondages sismiques effectués à la demande du Service de l'Elevage sous contrôle du Service local de l'Hydraulique. (1)

.../...

(1) - Le socle qui est à 10 et 15 m. de profondeur à l'Est de la route citée plus haut, n'est plus observé qu'à des profondeurs qui vont croissantes au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers l'Ouest (40-50- 60 m ...) "Mise au point des connaissances géologiques et hydrogéologiques sur la coupure au 1/1.000.000 ème d'ABECHE " J. ABADIE

Une fosse relativement importante semble avoir existé tout récemment au quaternaire dans cette région, fosse progressivement comblée par des alluvions dont parmi les plus récentes s'observent :

- des dépôts argilo-sableux gris ou noirs
- des sables superficiels en couverture peu épaisse sur ces argiles
- un cailloutis localisé principalement au voisinage des regs érodés de l'Est ou le long des cours des ouadis Kharma, Oum-Chalouba ...
- des dépôts alluviaux de texture assez fortement argileuse le long des ouadis cités plus haut.

Cette région apparaît constituée superficiellement par les cones de défection anciens des Ouadis Fama-Kharma, Oum-Chalouba. Nous serions assez tenté de dire que les longs couloirs de sable qui prolongent vers l'Est les cours de ces ouadis se sont formés pendant une période lacustre, période au cours de laquelle les eaux occupaient un immense lac retenu au Nord, au Sud et à l'Ouest par des blocs de la série sableuse ancienne, l'arrière pays de l'Est aux pieds des massifs formant une zone marécageuse. La vidange de ce lac, conséquence de la montée du niveau des eaux et du percement des seuils, amena une reprise de l'érosion par suite de l'abaissement du niveau de base et l'ablation plus ou moins totale du manteau de sol qui couvrait l'arrière pays.

Les cours actuels aux terrasses argileuses, ne sont qu'un pâle reflet de l'ancien système hydrographique.

Nous avons effectué au Nord-Ouest d'ARADA deux transversales Nord-Sud profitant de cheminements tracés par les géophysiciens venus faire dans ces régions des sondages sismiques en vue de déceler la présence de nappes aquifères.

.../...

Les sols, par leur distribution, font de cette région un ensemble pédologiquement complexe. En fait cette complexité n'est qu'apparente quand on a décelé la succession stratigraphique donnée plus haut.

On peut ramener ces sols à plusieurs types bien distincts.

- sol brun clair à brun-rouille en profondeur, sableux sur sable blanc et relativement épais 1 m. ou plus. Il occupe des surfaces restreintes, limitées aux cours des bras fossiles peu visibles sur le terrain mais que l'on voit très bien sur la photo aérienne (Profil 96).
- sol hydromorphe sableux à sablo-argileux très compact et tacheté en profondeur au voisinage de l'Ouadi Kharma (Profil 98).
- sol argilo-sableux brun-rouge superficiellement, le plus répandu, gris-brun, brun-noir piqueté de points blancs en profondeur. Sous cet horizon s'observe parfois des horizons plus sableux gris à points blancs. (Profils 93 -97-104).

Ces derniers sols peuvent être recouverts par un horizon brun sableux fondu à particulaire. On a, dans ce cas, un profil de sol brun sableux à sablo-argileux reposant sur un horizon argilo-sableux gris (Profils 92 - 95). L'horizon sableux superficiel est souvent décapé par place. Ceci aboutit à l'apparition d'un micro-relief constitué de parties mamelonnées à petits monticules séparés par des plages stériles de couleur brun-rouge où, par places, le cailloutis fait sa réapparition. Il est moins abondant qu'à l'Est. Le cailloutis semble ici d'apport très récent.

Des parties plus basses existent. Elles sont peu visibles par suite des faibles dénivellations. Les sols y sont en général plus argileux et plus noirs que dans le reste de la plaine. L'horizon profond est piqueté de points blancs.

.../...

Un alluvionnement finement sableux ou sablo-limoneux blanc est parfois observé à faible profondeur. Il est lité de sable micacé et légèrement calcaire. On observe cet alluvionnement le long de l'Ouadi Kharma (Profil 99) et à l'Ouest d'ARADA dans la dépression creusée dans la série sableuse ancienne faisant communiquer le bassin de l'Ouadi Erédibé à celui de l'Ouadi Fama (Profil 106). Cette partie est, par ailleurs, curieuse. L'érosion qui a démantelé la série ancienne a laissé, çà et là, de multiples petites buttes témoins sableuses entre lesquelles serpentent des couloirs de sols d'alluvions récentes. L'approche des ensembles mamelonnés de la série ancienne se marque par des surfaces sableuses arasées par d'anciens passages d'eau.

Signalons les terrasses en alluvions récentes parfois relativement boisées des ouadis Fama, Kharma, Oum-Chalouba (Profil 94)

Bassins des cours moyens des ouadis Fama, Ouagat, Oum-Chalouba
Yedinga.

SOL HYDROMORPHE ARGILEUX
BRUN A EFFONDEMENTS

SOLS ARGILO-SABLEUX A COU-
VERTURE SABLEUSE
et à horizon reg érodé
profond à cail-
loutis- reg éro-
dé-

SOL STEPPIQUE
BRUN

DE BENI-OUULA vers la route
de FADA

De KALAIT à
BENI OULA

OUM-CHALOUBA
vers FADA Km
20

Fosse de MAR-
TABE

Nº	1121	1122	1111	1112	1131	1132	1671	1672
Profondeur	0-20	40-60	0-20	40-60	0-20	40-60	0-20	60-80
pH	7,4	8,4	7,8	7,3	7,2	7	6,8	7,2
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine %			94	87	98,5	98,5		
Sable grossier %	24	18	59	34	50	39	54	47
Sable fin %	31	31	33	26	32	24	34	33
Limon %	13	13	3	8	5	8	5	8
Argile %	32	38	5	32	13	29	7	12
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot. %	0,35	0,35	0,15		0,20		0,2	
Azote total ‰	0,23	0,26	0,13		0,23		0,18	
Carbone %	0,19	0,20	0,08		0,12		0,10	
C/N	8,3	7,7	6,2		5,2		5,6	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq %	17	20,6	2,4	2,3	5,55	12,85	3	0,55
Mg meq %	4,55	4,20	0,2	0,2	1,5	1,95	0,92	1,97
K meq %	0,79	0,52	0,18	0,15	0,23	0,23	0,20	0,22
Na meq %	0,52	2,33	0,14	0,12	0,22	1,21	0,23	0,63
Extrait sat. C à 25°		0,9						

Bassins des cours moyens des ouadis Fama, Ouagat, Oum-Chalouba
Yedinga.

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS FLUVIATILES SOL STEPPIQUE BRUN A
RECENTES BRUN-ROUGE

7 Km de MATADJENE vers 16 Km de MA- Fosse de MAR- Nord de MARTABE
TRUNGA TADJENE vers TABE
TRUNGA

Nº	1571	1572	1581	1582	1651	1652	1661	1662	1663
Profondeur	0-15	70-90	0-20	60-80	0-20	40-60	0-20	40-60	100-120
pH	6,2	6,8	6,2	6,8	6,6	6,8	6,3	6,5	6,5
GRANULOMETRIE									
Sable grossier %	24	29	16	9	17	19	66	65	67
Sable fin %	61	52	37	45	53	43	31	31	28
Limon %	6	8	22	23	17	20	1	1	1
Argile %	9	11	25	23	13	18	2	3	4
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot. %	0,4		0,45		0,85		0,15		
Azote total %	0,39		0,27		0,49		0,14		
Carbone %	0,24		0,26		0,44		0,08		
C/N	6,1		9,6		9		5,7		
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	4,45	6,1	8,45	12,1	0,75	8,6	1,05	1,5	1,7
Mg meq %	0,49	0,73	2,4	2,31	2,77	2,77	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,29	0,19	0,84	0,32	0,77	0,24	0,18	0,17	0,15
Na meq %	0,30	0,37	0,59	0,75	0,48	0,45	0,12	0,14	0,16

.../...

Bassins des cours inférieurs des ouadis Fama, Ouagat, Kharma,
Oum-Chalouba, Yedinga.

SOL STEPPIQUE BRUN SABLEUX A SABLO-ARGILEUX SOL HYDROMORPHE SABLEUX SUR HORIZON ARGILO-SABLEUX PROFOND SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SABLEUX

A 17 Km au Nord d' ARGAN

A l'Ouest d' ARGAN Km 9,5

Km 6 à l'Ouest d'ARGAN

N°	961	962	981	982	971	972	973	1041	1042
Profondeur	0-20	60-80	0-20	80-100	0-20	40-60	80-100	0-20	60-80
pH	8,2	7,6	7,3	7,3	7,3	7,3	8,6	7,4	7,8
GRANULOMETRIE									
Terre fine %	98,5	97,5	99,5	97	96	97,5	96		
Sable grossier %	61	55	65	45	31	26	29	48	39
Sable fin %	33	23	27	19	20	22	17	21	23
Limon %	3	5	3	3	17	14	16	7	3
Argile %	3	17	5	33	32	38	38	24	35
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot. %	0,1		0,25	0,15	0,25			0,25	
Azote total ‰	0,11		0,20	0,17	0,15			0,13	
Carbone %	0,05		0,14	0,09	0,14			0,15	
C/N	4,5		7	5,3	9,3			11,5	
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	1,55	2,8	2,1	5,25	10,75	13,3	19,7	8,95	15,9
Mg meq %	0,2	0,6	0,6	1,2	2,8	1,95	1,2	3,5	1,95
K meq %	0,13	0,23	0,23	0,36	0,58	0,32	0,29	0,51	0,34
Na meq %	0,11	0,13	0,10	0,52	0,33	0,77	1,36	0,25	1,08
Extrait sat. C à 25°	0,45						0,55		

.../...

Bassins des cours inférieurs des ouadis Fama, Ouagat, Oum-Chalou-
ba, Kharma, Yedinga.

SOL HYDROMORPHE ARGILO-SABLEUX SOL HYDROMORPHE SA-- COUVERTURE SABLEUSE
A ALCALIS BLEUX A SABLO-ARGILEUX SUR SOL ARGILO-SA-
SUR HORIZON ARGILO- BLEUX.
SABLEUX

18 Km au Nord d'ARGAN

15 Km Nord d'ARGAN

25 Km au Nord d'AR-
GAN

N°	931	932	933	921	922	923	951	952	953
Profondeur	0-20	80-100	100-120	0-20	50-70	70 80	0-20	40-60	100-120
pH	6,6	8,8	8,6	7,9	7,5	7,6	7,4	7,5	7,6
GRANULOMETRIE									
Terre fine %	90	97,5	98	98	99	98			
Sable grossier %	31	31	27	53	42	13	30	12	12
Sable fin %	26	18	23	41	35	53	47	53	50
Linon %	13	14	13	2	8	7	7	7	8
Argile %	30	37	37	4	15	27	16	28	30
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot. %	1,3			0,15			0,2	0,2	0,2
Azote total ‰	0,22			0,20			0,2	0,17	0,18
Carbone %	0,17			0,08			0,12	0,13	0,13
C/N	7,7			4			6	7,6	7,2
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	8,15	15,9	17,4	2,05	6	11,9	5,25	11,35	11,90
Mg meq %	3,25	1,3	1,65	0,2	1,05	1,95	1,5	1,95	1,65
K meq %	0,59	0,14	0,29	0,17	0,17	0,23	0,31	0,23	0,44
Na meq %	0,48	2,41	2,8	0,12	0,38	0,52	0,17	0,42	0,60
Na/Ca échang. %	5,9	15,2	16,1						
SELS SOLUBLES									
Ca meq %		0,1	0,1						
Mg meq %		0,55	0,4						
K meq %		0,15	0,15						
Na meq %		0,8	0,9						
Extrait sat. C à 25°		0,8	0,8						
P2 O5 total ‰	0,35			0,19					

Bassins des cours inférieurs des ouadis Fama, Ouagat, Oum-Chalouba, Kharma, Yedinga.

PROFILS COMPLEXES A HORIZON PROFOND FINE- SOL HYDROMORPHE SUR AI
 MENT SABLEUX ET LEGEREMENT CALCAIRE. LUVIONS FLUVIATILES RI
 CENTES ACALCALIS

Km 14 à l'Ouest d' ARGAN 23 Km d'ARGAN
 ARGAN

Dépression devant l'
 Ouadi Oum-Chalouba

N°		991	992	1061	1062	1063	941	942	943
Profondeur		0-20	80-100	0-20	60-80	100-120	0-20	40-60	80 -100
pH		7,6	8,8	7,1	7,2	8,4	6,8	9,4	9,4
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%	98	99						
Sable grossier	%	40	12	31	30	33	24	15	17
Sable fin	%	40	66	61	63	48	44	55	47
Limon	%	5	7	2	1	12	4	8	11
Argile	%	15	5	6	6	7	28	22	25
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat.org.tot.	%	0,2		0,25			0,2	0,15	0,15
Azote total	‰	0,1		0,18	0,14	0,15	0,18	0,13	0,14
Carbone	%	0,09		0,14			0,12	0,09	0,09
C/N		9		7,8			6,7	6,9	6,4
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq	%	5,9	13,2	2,45	3,3	2,65	6,8	10,6	13,05
Mg meq	%	1,15	0,6	0,2	0,2	0,2	2,8	0,55	0,2
K meq	%	0,29	0,17	0,23	0,09	0,65	0,65	0,12	0,31
Na meq	%	0,16	0,63	0,12	0,12	0,16	0,31	2,81	4,89
Na/Ca échang.	%						4,5	26,5	37,5
<u>SELS SOLUBLES</u>									
Ca meq	%							0,35	0,3
Mg meq	%							0,55	0,4
K meq	%							0,15	0,15
Na meq	%							0,35	0,25
Extrait sat. C à 25°			0,55						

6^e/ Bassins des Ouadis Haouach, Oum-Hadjer, Chili, Saala.

Nous ne nous étendrons que peu sur cette région dont nous n'avons pu voir que les paysages et les sols qui bordent la route OUM-CHALOUBA FADA et une portion de la piste OUM-CHALOUBA FAYA-LARGEAU.

Ces bassins forment un ensemble bien distinct dans leur cours moyen. Ils sont nettement séparés de l'ensemble précédent par un important bloc de sable ancien que l'on observe au Nord-Ouest d'OUM-CHALOUBA. Les cours inférieurs des bassins de ces ouadis situés plus à l'Ouest n'ont donc pas fait l'objet d'étude

La région que traverse la route OUM-CHALOUBA FADA s'apparente à celle que nous venons de décrire entre ARADA et OUM-CHALOUBA. La vaste pénéplaine que l'on parcourt est entaillée par de multiples ravines qui la découpent en de non moins multiples petits plateaux couverts d'un abondant cailloutis quartzeux où affleure le socle granitique.

Nous ne reviendrons pas sur l'origine de cette pénéplaine. Comme pour la région précédente, nous pensons qu'elle représente un ancien fond lacustre ou marécageux aujourd'hui très érodé. La disparition de ce lac amena la rupture du profil d'équilibre des différents ouadis et l'érosion intense de cette région de piedmont. Cette érosion est à l'origine de l'ablation des sols argileux puis du dépôt du cailloutis et des sables superficiels.

Cette pénéplaine est pratiquement nue et seuls s'observent quelques rares arbres, les mêmes que nous retrouverons en plus grande abondance sur les terrasses des grands ouadis. Ce sont Maerua crassifolia, Acacia tortilis ...

Les ravines caillouteuses sont généralement plus boisées que l'ensemble de la pénéplaine : Acacia flava, petit arbuste, est l'élément dominant.

.../...

Entre l'Ouadi Haouach et l'Ouadi Chili nous retrouvons des étendues sableuses mamelonnées de la série ancienne. Elles constituent une étroite bande large de 3 à 4 kilomètres orientée Est-Ouest qui représente les vestiges d'un ensemble sableux important aujourd'hui démantelé. Ces sables sont couverts par une végétation graminéenne rase, composée principalement d'Aristidées. On y trouve quelques arbres ou arbustes : Maerua crassifolia, Acacia tortilis, Leptadenia spartium, Cordia gharaf ...

Les sols qui recouvrent ce plateau sont souvent de nature argilo-sableuse. Sous le cailloutis superficiel plus ou moins abondant, ils sont brun-rouges, gris ou gris-noirs piquetés de points blancs en profondeur. Ils sont très compacts. Profils 116 - 138.

Des poches très graveleuses s'observent en maints endroits. (Profil 117). Elles sont formées d'une arène granitique jaunâtre, très feldspathique non en place et très caillouteuse. Elles sont recouvertes par un horizon argilo-sableux rouge plus ou moins épais (20 à 40 cm.) Ces sols argilo-sableux sont parfois surmontés d'un horizon sableux à sablo-argileux, stratifié brun ou brun-rouge (Profil 120). Ceci s'observe fréquemment au voisinage de minuscules affleurements de granite.

Sur les petites ravines s'observe parfois un horizon cimenté par les oxydes de fer. Cet horizon, très graveleux, tend superficiellement vers un grès rougeâtre.

Les grands ouadis ont des terrasses en sols sur alluvions récentes de texture limono-argileuse, argilo-sableuse (Profils 121 - 124). Ces sols peuvent former de petits bourrelets sur lesquels se tient une ligne de végétation arbustive. En contrebas de ces bourrelets, des sols argileux polygonaux et nus, constituent la partie inondable au moment de la crue. (Ouadi Saala)

Au Nord de l'Ouadi Saala, l'aspect général du paysage va se transformer progressivement par l'apparition d'affleurements plus importants de pointements de granite ou de grès en tables horizontales recouvertes de sable superficiel. Ces grès sont parfois localement cuirassés. On observe également des affleu-

rements de roche verte (grano-diorite ou andésite).

Dans toute cette partie et vers l'Est en direction des massifs gréseux, les vallées dans un relief plus adouci sont occupées par des sols sableux à sablo-argileux de la série récente qui proviennent de la désagrégation des grès de l'Ennedi où les ouadis prennent naissance. Ces sables sont parfois profonds (Profil 122) de couleur brune, brun-jaune, brun-rouge. On observe en surface par rares places, un cailloutis quartzeux roulé auquel se mêlent des éclats de quartz anguleux, des éléments de roches granitiques ou andésitiques, des débris de cuirasse ferrugineuse.

Bien souvent, seul du sable superficiel recouvre des horizons brun-rouges plus argileux (Profils 124 - 125).

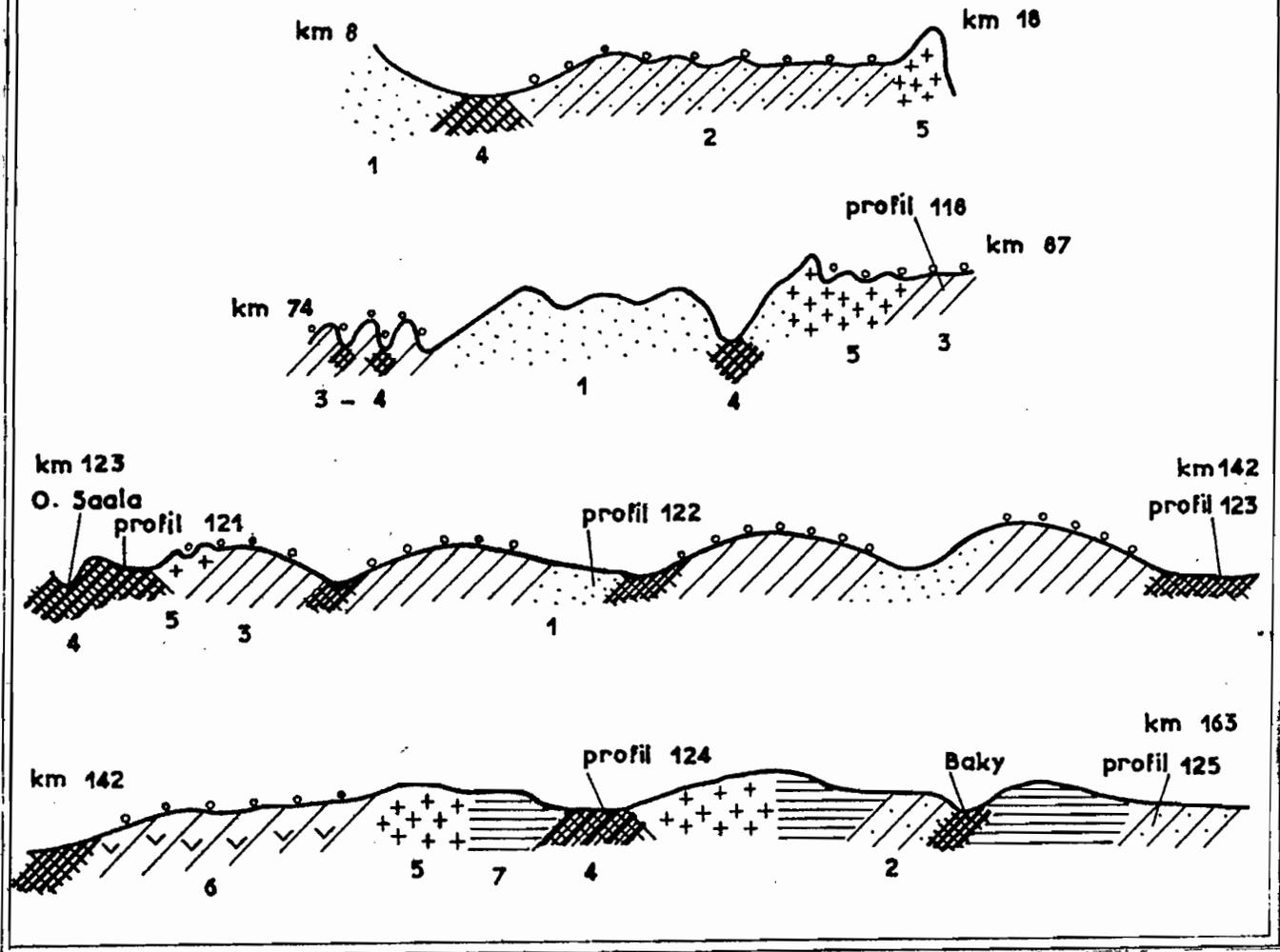
Signalons à 10 Km au Nord de l'Ouadi Saala, une importante dépression occupée par des sols limono-argileux bruns, surmonté d'un petit cailloutis superficiel où se retrouvent des éléments de roches plus grossiers. (Profil 123)

Toute cette région est inhabitée par suite de l'absence de points d'eau, ceux-ci se résument à quelques mares d'hivernage rapidement tarées. Il faut atteindre BAKI au pied de l'Ennedi pour retrouver les premiers puits.

Nous donnerons, à titre d'exemple, 4 schémas montrant les successions observées entre OUM-CHALOUBA et FADA.

.../...

Coupes entre Oum-Chalouba et Fada



- 1 - Sol brun (Série sableuse ancienne mamelonnée
) Série sableuse récente
- 2 - Couverture sableuse sur sol argilo-sableux à plages stériles et cailloutis.
- 3 - Sol argilo-sableux. Reg.
- 4 - Sol hydromorphe sur alluvions récentes argileux, limono-argileux, argilo-sableux
- 5 - Granite
- 6 - Andésite
- 7 - Grès.

.../...

Bassins des ouadis Haouach , Oum-Hadjer, Chili, Saala.

SOLS ARGILO-SABLEUX

A ALCALIS . REG ERODE

A COUVERTURE SABLEUSE

OUM-CHALOUBA vers FADA Km
50

QUM-CHALOUBA
vers FADA Km
160

Près du rocher d'OUAGIE

N°		1160	1161	1162	1251	1252	1380	1381	1382
Profondeur		0-2	2-20	60-80	0-15	40-60	0-2	2-20	40-60
pH		7,7	8	9,2	8,3	8,3	7,2	7,6	7,4
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%	90	98,5	98,5	90,5	90		95,5	99
Sable grossier	%	41	29	36	50	43	86	61	32
Sable fin	%	43	30	29	35	24	9	30	27
Limon	%	8	6	10	5	2	2	3	12
Argile	%	8	35	25	10	31	3	6	29
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat.org.tot.	%	0,2	0,25		0,1			0,1	
Azote total	%	0,19	0,14					0,1	
Carbone	%	0,12	0,15		0,06			0,05	
C/N		6,3	10,7					5	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq	%	4,2	12,65	15	4,7	9,35		3,9	13,7
Mg meq	%	1,2	6,4	3,1	1	2,45		1,38	3,85
K meq	%	0,30	0,45	0,07	0,27	0,08		0,23	0,30
Na meq	%	0,34	2,26	3,28	0,23	1,11		0,18	1,33
Na/Ca échang.	%	8,1	17,9	21,9					
<u>SELS SOLUBLES</u>									
Ca me q	%		0,1	0,3		0,35			
Mg meq	%		0,6	0,2		0,2			
K meq	%		0,15	0,15		0,15			
Na meq	%		0,45	1,05		0,6			
Extrait sat. C à 25°			0,55	2,2					

Bassins des ouadis Haouach, Oum-Hadjer, Chili, Saala.

SOL GRAVELEUX

SOL STEPPIQUE SABLEUX A SOL HYDROMORPHE
SABLO-ARGILEUX SUR HORI- LIMONO-ARGILEUX
ZON ARGILO-SABLEUX PRO- SUR ALLUVIONS
FOND FLUVIATILES RECENTES

OUM-CHALOUBA vers FADA Km
60

OUM-CHALOUBA vers FADA OUM-CHALOUBA-FADA
Km 120 après l'Ouadi
Chili

N°	1171	1172	1200	1201	1202	1241	1242
Profondeur	0-20	40-60	0-15	20-40	60-80	0-20	40-60
pH	8,1	7,7	7,2	7,2	7,6	8,6	9
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine %	81	38	99		98,5	92	83,5
Sable grossier %	30	33	65	45	44	28	31
Sable fin %	31	15	28	35	26	34	30
Limon %	21	22	2	3	5	21	19
Argile %	18	20	5	17	25	17	20
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat.org.tot. %	0,2		0,15	0,15		0,4	
Azote total ‰	0,13		0,20	0,26		0,24	
Carbone %	0,12		0,09	0,09		0,24	
C/N	9,2		4,5	3,5		10	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %	15	11,3	2,1	5,85	10,4	13,5	14,25
Mg meq %	2,6	2,55	0,2	1,95	1,95	1,75	1,3
K meq %	0,68	0,05	0,20	0,26	0,19	0,77	0,14
Na meq %	0,62	1,23	0,12	0,34	1,40	0,73	1,5
Na/Ca échang. %	4,1	10,9					
<u>SELS SOLUBLES</u>							
Ca meq %		0,7					0,05
Mg meq %		0,7					<0,2
K meq %		0,15					0,15
Na meq %		1,15					0,6
Extrait sat. C à 25°						0,70	0,6

Bassins des ouadis Haouach, Oum-Hadjer, Chili, Saala.

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS FLUVIA- SOL STEPPIQUE BRUN
TILES RECENTES, LIMONO- SABLEUX
A ALCALIS ARGILEUX

Bourrelet de l'Ouadi Saala OUM-CHALOUBA OUM-CHALOUBA vers FADA
FADA Km 140

N°		1211	1212	1231	1232	1221	1222	1223
Profondeur		0-15	20-40	0-20	60-80	0-20	40-60	130-150
pH		6,6	8	8,8	8,7	7,6	7,2	7,2
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine	%			99	98,5	99,5	99	99,5
Sable grossier	%	29	23	21	17	53	57	56
Sable fin	%	43	35	32	32	40	38	38
Limon	%	11	11	27	29	1	-	1
Argile	%	17	31	20	22	6	5	5
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot.	%	0,3	0,40	0,4	0,4	0,15	0,1	0,1
Azote total	%o	0,30	0,42	0,20	0,24	0,06	0,11	0,09
Carbone	%	0,15	0,22	0,24	0,26	0,08	0,06	0,05
C/N		5	5,2	12	10,8	13,3	5,4	5,5
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq	%	5,55	10,5	19,7	20,25	1,9	1,55	1,4
Mg meq	%	0,95	2,6	1,6	0,2	0,9	0,2	0,2
K meq	%	0,87	1,27	0,51	0,21	0,27	0,13	0,15
Na meq	%	1,1	2,02	1,95	8,49	0,13	0,12	0,13
Na/Ca échang.	%	19,8	19,2	10	41,9			
<u>SELS SOLUBLES</u>								
Ca meq	%		0,15	0,8	0,15			
Mg meq	%		0,55	0,2	0,3			
K meq	%		0,15	0,15	0,15			
Na meq	%		0,2	0,5	2,4			
Extrait sat. C à 25°			0,85	0,65	3,8			
P2 O5 total	%o	1	1,24	1,87				

II - LE MASSIF DE L'ENNEDI.-

Nous n'en avons visité que la face Ouest, celle qui est tournée vers les plaines de piedmont du Mortcha.

Nous rappellerons brièvement les généralités traitées précédemment concernant ce massif.

Le massif de l'Ennedi est constitué par un ensemble de grès primaire dont l'altitude moyenne se situe entre 600 et 900 m.

Ces grès présentent plusieurs faciès soit qu'on les trouve en tables isolées dans les plaines de dégagement des ouadis, soit qu'ils s'observent en massifs importants démantelés par une érosion pluviale ancienne ou dentelés en multiples colonnettes par l'érosion éolienne.

Nos observations ont surtout porté sur les vallées des ouadis ou leurs plaines de dégagement les seuls lieux où s'observent des sols autres que squelettiques.

A cet égard, l'Ouadi N'Dou et les Ouadis Ohouka et Eo dont il prend naissance, l'Ouadi Oroué qui, au sortir des gorges d'ARCHEI, conflue avec l'Ouadi Kora Kéré et va rejoindre l'Ouadi Saala, sont des exemples d'Ouadis aux vastes plaines de dégagement : l'une dans l'intérieur du massif (Ouadi N'Dou), l'autre d'abord dans l'intérieur du massif puis dans la plaine de piedmont (Ouadi Oroué).

1^o/ La plaine de dégagement du N'Dou.-

Plusieurs types de paysages s'y observe.

.../...

Entre FADA et le N'Dou.-

- zones planes à légers monticules où s'observe une végétation clairsemée de : Salvadora persica, Capparis decidua, Acacia tortilis, Maerua crassifolia ...

Cette partie équivaut à une fosse de comblement dont le dernier alluvionnement est formé par des sédiments sableux, sablo-argileux, sablo-limoneux très compactés. Les arbres que l'on observe apparaissent à l'origine des monticules. Ils ont servi à retenir soit des sables éoliens, soit les alluvions fines des ouadis lors de débordements récents. La première hypothèse semble plus vraisemblable.(1)

Au pied de certaines tables de grès s'observent des parties légèrement plus basses où stagnent des eaux. Elles sont couvertes d'une végétation également claire : Boscia senegalensis, Capparis decidua, Panicum turgidum par touffes. Le sol qui diffère assez peu par son profil du précédent, est recouvert, par places, d'une mince pellicule limoneuse superficielle craquelée.

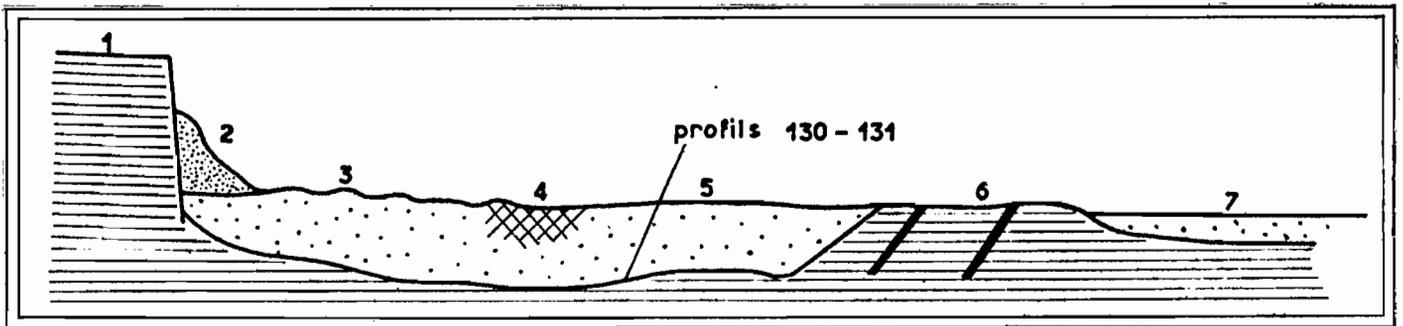
Aux tables gréseuses viennent s'accoler souvent des amoncellements sableux témoignant d'un remaniement éolien actuel à subactuel.

. . ./...

(1) - Dans la dépression du Borkou, au voisinage de LARGEAU, ces mêmes monticules s'observent mais alors en plus grande abondance et aussi beaucoup plus élevés. Ils se voient généralement dans les parties basses plus humides qui favorisent dans un stade initial le développement d'une végétation graminéenne par grosses touffes. Celle-ci, dans un second stade fixe des sables éoliens. On aboutit, dans un stade final, au champ de monticules multiples.

- zones de regs à petit cailloutis ferrugineux superficiel au contact d'affleurements plans de grès. Les sols y sont également sableux et de profondeur variable mais faible : 40 à 60 cm.
- plaques de grès horizontaux affleurant la surface du sol d'où sortent parfois le long des lignes de fractures des amas ferrugineux qui parsèment les alentours.

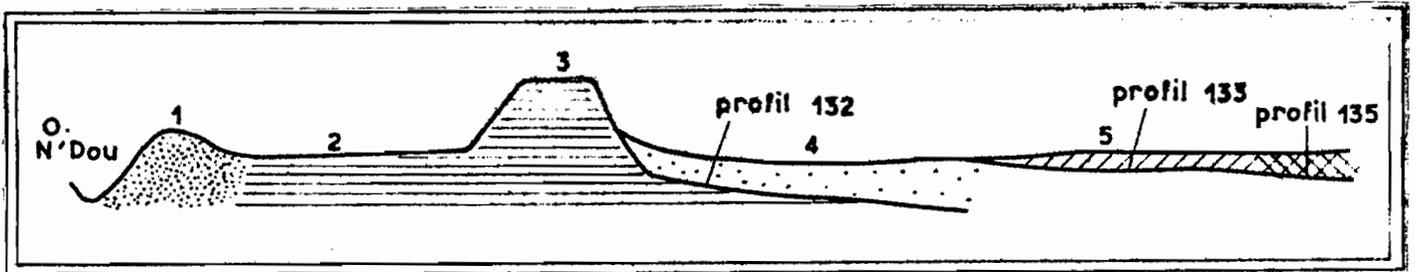
Le croquis suivant schématise les successions observées.



- 1 - Table de grès
- 2 - Accolement sableux
- 3 - Sable alluvial en monticules à Salvadora persica (Sol subdésertique) à couverture sableuse particulière éolienne
- 4 - Dépression plus argileuse
- 5 - Identique à 3 sans couverture sableuse particulière. Surface plane (Profils 126 - 130 - 131)
- 6 - Affleurements plans de grès avec amas ferrugineux le long des lignes de cassures.
- 7 - identique à 5 plus ou moins épais sur grès.

De l'Ouadi N'Dou à sa plaine d'épandage.

Les successions suivantes sont observées :



- 1 - Bourrelet sableux
- 2 - Affleurements plans de grès
- 3 - Massif gréseux
- 4 - Fosse sableuse de comblement avec sols roses identiques aux grès voisins.
Végétation d'Acacia tortilis clairsemés.
- 5 - Zone très boisée du N'Dou à sol sablo-limoneux, limono-argileux.

Cette partie boisée (Acacia tortilis, Boscia senegalensis, Salvadora persica, Balanites aegyptiaca, Halotropis procera ...) correspond à l'élargissement du cours de l'Ouadi en une dépression.

La nappe phréatique est peu profonde (7 à 8 m.) et un bétail abondant vient s'abreuver en cet endroit.

.../...

A cette partie très boisée succède une zone claire à Salvadora persica et à monticules. Les sols sont limono-argileux, argilo-limoneux (Profil 133). Une mince pellicule de sable éolien les recouvre partiellement au voisinage des massifs qui affleurent au Nord.

6 - Mare très craquelée à polygonation serrée, espacée tous les 10 cm. Ce profil est identique à celui prélevé à la mare d'EDIE près d'ARCHEI.

2^e/ Plaine de dégagement de l'Ouadi Aroué.-

A ARCHEI, le cours de l'Ouadi Aroué, très encaissé, à la sortie des gorges est surmonté d'une terrasse sableuse boisée (Acacia tortilis, dominants, Hyphaene thabatica ...). Cette terrasse sableuse de pente douce, s'élargit rapidement. On y observe des affleurements plans de grès qui annoncent les tables gréseuses plus éloignées. La végétation se clairsemé progressivement (Capparis decidua, parfois dominants, Boscia senegalensis, Acacia tortilis, Balanites aegyptiaca ...) sur des sols subdésertiques bruns clairs finement sableux (Profil 134).

Dans les parties plus basses au voisinage du lit, la végétation encore moins dense (Capparis decidua, Boscia senegalensis) se réfugie sur des monticules sablo-limoneux, limono-argileux (Profil 136). Ces sols annoncent la mare d'EDIE qui montre une étendue plane argileuse à craquelures polygonales où Capparis decidua clairsemé est l'élément dominant (Profil 135).

Vers l'Ouest, en direction de la route OUM-CHALOUBA FADA, ce sont les mêmes successions que nous observerons. La plaine de piedmont est sableuse. Au contact des massifs les ravines y sont nombreuses. Sous les sables apparaissent des cailloutis, des éboulis de grès, des débris de roche verte apportés anciennement par l'homme et souvent taillés (haches, morceaux de bracelets ...) (Profil 137)

.../...

Le cours de l'Ouadi Aroué est assez net surtout marqué par des sols différents du reste de la plaine. Ceux-ci sont souvent limono-argileux, parfois plus argileux et alors craquelés polygonalement.

Les points d'eau en Ennedi se limitent à quelques rares "gueltas" qui sont les lieux de rassemblement des pasteurs nomades et de leurs troupeaux. Il n'est effectué, dans ces régions subdésertiques, aucune culture d'hivernage la saison des pluies étant trop courte (2 mois) et l'intensité des précipitations trop faible (100 mm). Cependant en de rares points privilégiés, là où une nappe phréatique abondante, proche de la surface du sol est observée, se développent des cultures irriguées qui, dans l'ombre d'une palmeraie - nous pensons ici au site de FADA - viennent bien sur des sols légèrement salés (Profil 133'). Il s'agit de cultures de blé, de petit mil, d'orge, enfin des cultures maraîchères : tomates, oignons, pastèques, melons, courges ... Sous l'influence des Européens se cultivent aussi salades, carottes, radis, aubergines, choux ... et des arbres fruitiers : citronniers, goyaviers, papayers, vignes. Mais ces productions agricoles sont modestes et très localisées.

A titre d'exemple, nous dirons qu'il a été ensemencé en 1957 en Ennedi :

17 hectares de blé dur ou tendre variétés locales. Rendement moyen de 10 - 12 quintaux à l'hectare.

15 hectares de mil. Rendement 4 à 5 quintaux à l'hectare.

Un même sol supporte dans ces palmeraies plusieurs cultures par an. Souvent deux de mil ou bien une de blé et des cultures maraîchères.

.../...

Plaines de dégagement du N'Dou.

SOLS SUBDESERTIQUES SABLEUX

OUM-CHALOUBA vers FADA Km 170 FADA vers le N'Dou Km 4 FADA vers le N'Dou Km 6 FADA vers le N'Dou Km 20

N°	1261	1262	1301	1302	1311	1312	1321	1322
Profondeur	0-20	80-100	0-20	80-100	0-20	30-50	0-10	60-80
pH	8	7,8	8,2	7,7	7,8	7,6	8,4	8,4
GRANULOMETRIE								
Terre fine %			99,5				99,5	
Sable grossier %	46	44	47	62	52	44	54	56
Sable fin %	44	36	40	25	34	36	32	31
Limon %	1	4	5	1	5	5	3	3
Argile %	9	16	8	12	9	15	11	10
MATIERE ORGANIQUE								
Mat.org.tot. %	0,2		0,2	0,2	0,15		0,15	0,1
Azote total %	0,1		0,18	0,15	0,09		0,13	0,09
Carbone %	0,1		0,13	0,12	0,09		0,08	0,07
C/N	10		7,2	8	10		6,2	8,9
BASES ECHANGEABLES								
Ca meq %	2,5	5,4	3,4	4,45	2,4	3,6	2,3	5,85
Mg meq %	1,05	1,4	0,9	1,2	<0,2	<0,2	<0,2	< 0,2
K meq %	0,21	0,17	0,24	0,12	0,20	0,22	0,20	0,16
Na meq %	0,14	0,18	0,19	0,37	0,15	0,16	0,14	0,26
Extrait sat. C à 25°	0,50							
P2 O5 total %			0,39				0,21	

.../...

Plaines de dégagement du N'Dou

SOL HYDROMORPHE SUR ALLUVIONS
FLUVIATILES RECENTES

SOL DE LA PAL-
MERAIE DE FADA
(sol faiblement
salé)

SOL SUBDESERTIQUE SA-
BLEUX

Zone d'épandage du N'Dou

FADA vers ARCHEI

N°	1331	1332	1331'	1332'	1341	1342	1343
Profondeur	0-20	40-60	0-15	50-60	0-20	40-60	100-120
pH	7,7	7,5	8	8,8	7,3	7,3	7,2
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine %			98,5				
Sable grossier %	14	5	39	35	25	48	48
Sable fin %	34	11	36	38	70	39	42
Limon %	23	45	10	9	1	3	1
Argile %	29	39	15	18	4	10	9
CO ₃ -Ca %			0,4	0,2			
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat.org.tot. %	0,45	0,35	1	0,45	0,1	0,1	
Azote total ‰	0,31	0,26	0,56	0,29	0,09	0,07	
Carbone %	0,25	0,20	0,59	0,25	0,07	0,06	
C/N	8,1	7,7	10,5	8,6	7,8	8,5	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %	7,2	12,4	16,9	9,8	1	2	1,55
Mg meq %	1,05	1,5	1,8	1,9	<0,2	<0,2	0,6
K meq %	0,60	0,26	0,54	0,46	0,20	0,10	0,04
Na meq %	0,21	0,59	0,09	0,03	0,14	0,12	0,11
<u>SELS SOLUBLES</u>							
Ca meq %			2,25	1,13			
Mg meq %			1,45	0,41			
K meq %			1,92	0,90			
Na meq %			0,43	2,5			
CO ₃ -- meq %			5,5	5,25			
SO ₄ -- meq %			0,65	1,7			
Cl - meq %			traces	traces			
Extrait sat. C à 25°			3,4	4,1			

.../...

Plaine de dégagement de l'Ouadi Aroué.

SOLS SUBDESERTIQUES SABLEUX

SOLS HYDROMORPHES

ARGILEUX SUR ALLUVIONS FLUVIATILES
RECENTES

Entre ARCHEI et CHI- Ouest d'AR-
GEOU CHEI -Pied de
massif

Mare d'EDIE Près de CHIGEOU

N°	1341'	1342'	1371	1372	1351	1352	1360	1361	1362
Profondeur	0-20	100-120	0-20	80-100	0-20	60-80	0-2	2-20	50-70
pH	6,6	7,2	7,7	7,5	6,7	7,2	7	6,8	7,5
GRANULOMETRIE									
Terre fine %			94,5	98,5					
Sable grossier %	55	21	59	50	1	1	6	10	10
Sable fin %	40	75	35	28	13	7	64	49	50
Limon %	1	1	1	4	30	28	16	15	15
Argile %	4	3	5	18	56	64	14	26	25
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot. %	0,2	0,20	0,1		0,4	0,3	0,45	0,30	
Azote total ‰	0,11	0,16	0,10		0,29	0,24	0,22	0,19	
Carbone %	0,11	0,13	0,05		0,24	0,18	0,27	0,17	
C/N	10	8,1	5		8,3	7,5	12,3	8,9	
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	0,95	1,25	1,7	5,9	11,7	7,8	3,6	3,65	5,6
Mg meq %	<0,2	<0,2	0,43	2,4	4,55	4,55	1,66	1,75	2,77
K meq %	0,17	0,04	0,15	0,13	1,31	1,53	0,34	0,62	0,29
Na meq %	0,12	0,13	0,12	0,32	0,58	0,66	0,17	0,16	0,49
P2 O5 total ‰					1,92				

.../...

III - LE MASSIF DU OUADDAI.-

L'intérieur de ce massif du Ouaddaï a fait l'objet de reconnaissances qui nous ont menés :

- du Nord-Est de BILTINE et Sud de MATADJENE
- autour d'AM-ZOER
- à l'Est, Sud-Est et Sud d'ABECHE, en direction d'AM-LEIOUNA, DERESSA, AM-DAM.

1^o/ Région Nord-Est de BILTINE et Sud de MATADJENE.--

Elle apparaît comme un ensemble relativement peu accidenté. On y distingue plusieurs types de paysages qui correspondent chacun à une forme bien définie du relief.

Les filons de pegmatites ou de microgranites qui forment des alignements orientés aux éboulis nombreux constituent des zones chaotiques aux sols squelettiques souvent de couleur rouge couverts de cailloutis quartzeux. La végétation est particulièrement dense et buissonnante dans les vallons. Acacia senegal domine. On y observe aussi Maerua crassifolia, Acacia tortilis, Commiphora africana ...

Les sols sur granites, plus ou moins érodés, sont nombreux dans l'intérieur du massif. Ils occupent généralement des surfaces assez planes où affleure le socle. Le couvert végétal est identique par ses espèces à celui cité plus haut mais clairsemé. Les sols sont souvent sablo-argileux à argilo-sableux brun-rouges dans les parties les plus érodées (Profil 169), plus sableux superficiellement dans les zones plus planes (Profil 159).

.../...

Dans des vallées ou aux pieds des massifs se sont déposés des alluvions arénacées très sableuses, de granulométrie souvent hétérogène et grossière. Ces sols qui occupent des surfaces planes sont fréquemment couverts de peuplement d'Acacia senegal (Profils 170 - 171).

Dans ces vallées coulent des ouadis intermittents aux terrasses alluviales limono-argileuses couvertes d'une végétation de Salvadora persica (Profil 160).

Au Sud-Ouest de MATADJENE et de la route BILTINE-IRIBA existe, au milieu des massifs granitiques, un important ensemble sableux de la série ancienne aux classiques surfaces mamelonnées couvertes par la pseudo-steppe. (Profil 164)

Ces sables ont été entamés par les ouadis qui y ont creusé d'importantes vallées comblées partiellement d'alluvions arénacées (Profil 161) parfois hétérogènes avec cailloutis (Profil 162). Tantôt les sédiments sont plus fins et donnent naissance à des sols alluviaux limono-argileux à végétation claire de Salvadora persica ou dense (Balanites aegyptiaca, Acacia tortilis, Boscia senegalensis, Cadaba farinosa, Maerua crassifolia) comme sur les terrasses de l'Ouadi Kéda (Profil 163).

Dans ces vallées, les affleurements du socle sont nombreux et forment de petits massifs.

Les parties cultivées de cette région à faible densité de population (ZAGOUA) correspondent aux sols bruns sur arène transportée où se fait petit mil et mil rouge ou blanc.

SERERE : mil blanc à glumes noires

SIMBIR : mil blanc rosé à épi lache

ABENOGOU : mil rouge ou blanc à gros épi en forme de poire dont la tige se recourbe en forme de cresse. Assez proche par son aspect du mil "berbéré".

COURNIAN : mil rouge ou rose à épi assez dense identique au mil des Massas.

.../...

Tous ces mils sont semés en mélange dans un même champ en Juillet et arrivent à maturité en Septembre-Octobre quand la pluviométrie de l'année est favorable (intensité et répartition des pluies).

Les sols bruns des surfaces sableuses mamelonnées servent uniquement à la culture du petit mil.

Baga : mil à épi plus ou moins gros de couleur jaune ou blanche.

Les autres cultures qui se pratiquent dans cette région déjà trop septentrionale pour être vraiment agricole sont :

maïs - Il en est cultivé un peu autour des cases

Hibiscus esculentus semé près du cours des ouadis comme le mil rouge en terre plus humide.

Haricot : quelques rares champs dans les zones sableuses.

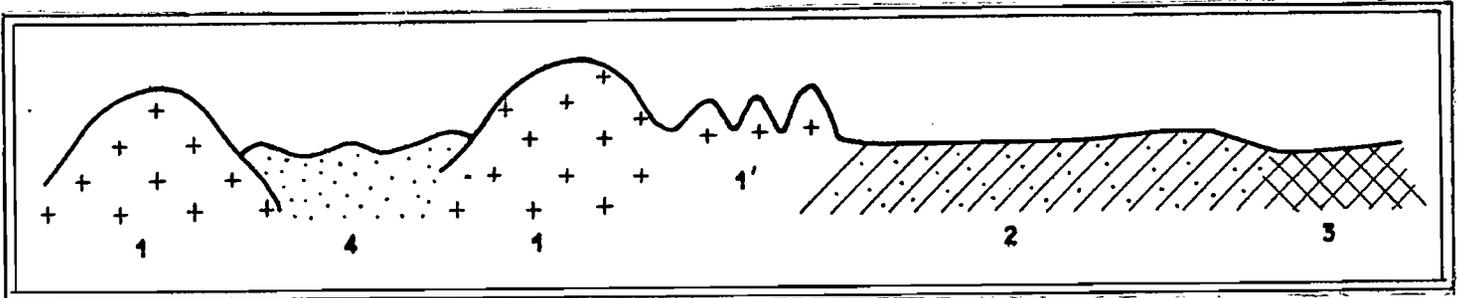
Coton : quelques pieds sont semés près des ouadis et restent ainsi 3 à 4 ans.

Il n'est pas cultivé ici d'arachide, de piment, de pois de terre, de blé, de pomme de terre.... comme nous allons en trouver plus au Sud.

Les nappes, dans cette région, sont relativement profondes :

GOUROUF Sud-Ouest de MATADJENE	12 m.
Sud de TRUNGA	10 m.

.../...



- 1 - Affleurements de granites, massifs.
Sols squelettiques ou argilo-sableux peu épais.
Végétation clairsemée : Acacia senegal, Maerua crassifolia
Acacia tortilis, Commiphora africana ...
- 1' - Zone accidentée. Filons de microgranite. Formations végétales discontinues, localisées dans les fonds. Espèces identiques
Non cultivée.
- 2 - Zone plane. Sol d'arène transportée (Sol brun steppique sableux à sablo-argileux).
Formation végétale homogène. Espèces identiques parfois
beaux peuplements d'Acacia senegal ou mellifera.
Cultures de mil, maïs, hibiscus
- 3 - Terrasse alluviale
Végétation clairsemée de Salvadora persica, Maerua crassifolia,
Capparis decidua ...
- 4 - Série sableuse ancienne mamelonnée. Sol brun à brun-rouge steppique sableux.
Végétation de pseudo-steppe à rares arbres ou arbustes : Lep-
tadenia spartium, Acacia senegal.
Cultures de petit mil.

.../...

Région Nord-Est de BILTINE et Sud de MATADJENE.-

SOLS BRUN-ROUGES STEPPIQUES PEU PROFONDS SUR GRANITE SOL BRUN STEPPIQUE SUR ARENE TRANSPORTEE

Nord-Est de GOUROUF 23 Km de MATADJENE vers TRUNGA TRUNGA (Nord de BIR TERE)

No		1691	1692	1591	1592	1593	1711	17 12
Profondeur		0-20	40-60	0-20	40-60	60-80	5-25	25-45
pH		7,6	7,5	6,6	6,9	7,2	7	7,1
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine	%	95	99	98,5	94,5		88	93
Sable grossier	%	44	31	55	48	50	76	62
Sable fin	%	31	37	35	28	21	20	29
Limon	%	12	12	5	7	10	2	4
Argile	%	13	20	5	17	19	2	5
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot.	%	0,25		0,5			0,25	
A zote total	%	0,26		0,26			0,17	
Carbone	%	0,15		0,30			0,13	
C/N		5,8		11,5			7,6	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq	%	5,6	19,45	2,65	7,5	8,55	2,2	3,8
Mg meq	%	2,77	10,84	1,23	5,42	6,22	0,2	0,2
K meq	%	1,05	0,25	0,23	0,12	0,15	0,19	0,23
N a meq	%	0,31	0,96	0,19	0,44	0,53	0,12	0,30

.../...

Région Nord-Est de BILTINE et Sud de MATADJENE.-

SOL BRUN STEPPIQUE SUR ARENE
TRANSPORTEE

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLU-
VIONS FLUVIATILES RECENTES

Près de TRUNGA

42 Km de MATAD- Ouadi Kéda
JENE vers
TRUNGA

N°		1701	1702	1703	1601	1602	1631	1632
Profondeur		0-20	40-60	100-120	0-20	50-70	0-20	60-80
pH		6,6	7	7,1	6,3	7,3	6,3	7
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine	%	99,5	99,5	99,5		98,5		
Sable grossier	%	62	69	62	20	14	5	3
Sable fin	%	34	22	24	46	59	52	7 6
Limon	%	2	2	4	17	15	27	12
Argile	%	2	7	10	17	12	16	9
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot.	%	0,2			0,30			
Azote total	‰	0,17			0,26		0,25	
Carbone	%	0,11			0,18			
C/N		6,5			6,9			
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq	%	1,6	2,45	3,7	6,8	8,14	9,1	8,2
Mg meq	%	0,2	1,97	0,49	2,77	0,92	4,25	3,44
K meq	%	0,26	0,20	0,17	0,35	0,16	1,6	0,42
Na meq	%	0,19	0,24	0,26	0,65	1,06	0,46	0,48

.../...

Région Nord-Est de BILTINE et Sud de MATADJENE.-

SOLS BRUNS STEPPIQUES SABLEUX

formé sur la série sa-
bleuse ancienne

Ouest de BIR TERE

Ouest de BIR TERE

Ouest de BIR TERE

N°	1641	1642	1643	1644	1611	1612	1613	1621	1622
Profondeur	0-20	60-80	120 140	180 200	0-20	40-60	80-100	0-20	80-100
pH	7	6,2	6	6	6,5	6,4	6,4	6,6	6,7
GRANULOMETRIE									
Terre fine %								94	91
Sable grossier %	52	53	57	59	59	59	59	59	62
Sable fin %	45	42	38	38	35	31	30	35	33
Limon %	1	2	1	1	3	4	5	3	2
Argile %	2	3	5	2	3	6	6	3	3
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot. %	0,25				0,15			0,35	
Azote total %	0,14				0,14			0,26	
Carbone %	0,10				0,09			0,20	
C/N	7,1				6,4			7,7	
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	1,3	1,45	1,45	1,45	1,8	3	3,4	2,7	2,9
Mg meq %	0,49	0,49	0,2	0,2	0,49	1,97	1,97	1,97	0,2
K meq %	0,60	0,10	0,09	0,13	0,17	0,15	0,15	0,44	0,12
Na meq %	0,18	0,17	0,17	0,16	0,16	0,10	0,22	0,21	0,21

.../...

2^o/ Région d'AM-ZOER.-

Cette étude n'est pas limitée à l'étroit périmètre situé autour de cet important centre mais à toute la région délimitée par le quadrilatère BILTINE-ABECHE-AM LEIOUNA - AM ZOER.

Dans son ensemble, cette région apparaît beaucoup plus cha-
huté que la précédente.

1^o - Lcs zones accidentées.

Elles sont très étendues dans cette région où les affleure-
ments de microgranites en alignements Nord-Est Sud-Ouest et
Est-Ouest sont abondants.

La végétation se tient autour des pointements de microgra-
nites ou dans les cours des ouadis caillouteux aux lits encaissés.
Ailleurs ce sol est à nu avec une mince ligne de végétation le
long des ravines d'érosion (Acacia scorpioides, Boscia senegalen-
sis, Acacia senegal, Capparis decidua...). On note parfois
dans les parties les plus encaissées : Acacia Chovalieri très
fréquent, Commiphora africana, Anogeissus leiocarpus. La végé-
tation est alors dense.

Les sols squelettiques sont, dans cette région, particulièrè-
ment abondants. Sur des pentes moins accusées la roche qui af-
fleure par places est recouverte par des sédiments très divers.
Les profils sont hétérogènes , peu épais - 20 à 60 cm - sur
granite. Le socle en décomposition est recouvert par un caillou-
tis généralement quartzeux roulé qui fait la transition avec l'
horizon supérieur sableux, sablo-argileux ou argilo-sableux.
(Profils 142 - 148 - 190).

Si les sols squelettiques sont généralement incultes, les
sols peu épais sur granite portent parfois des cultures de mil
et petit mil.

.../...

2°- Les zones relativement planes possèdent encore des affleurements nombreux de granito-gneiss ou granites. Ces derniers souvent sous forme de boules. Le relief est beaucoup moins accusé ici.

La végétation est généralement très clairsemée. On y observe Bauhinia rufescens, Boscia senegalensis, Acacia senegal.

Les sols squelettiques sont ici moins abondants. Les sols sur granite sont peu épais : 40 à 60 cm. Ils sont de nature sablo-argileuse, argilo-sableuse brun-rouge et reposent sur le granite altéré les grano-diorites par un horizon assez graveleux où s'observe parfois le cailloutis roulé. Ils sont proches de ceux que nous avons décrits plus haut mais souvent plus épais. On y voit, en surface, un second cailloutis plus fin que celui de profondeur.

Ces sols portent des cultures : cultures de petit mil et de mil rouge en général. La jachère y est à Boscia senegalensis. Les champs sont billonnés et les billons souvent perpendiculaires à la pente du terrain. Les autochtones affirment que c'est pour retenir l'eau des précipitations. Le mil est semé entre les billons. Ce mode de culture s'explique par une pluviométrie assez modeste de l'ordre de 500 mm (AM-ZOER- ABECHÉ) en année moyenne. L'eau des précipitations est ainsi maintenue sur le terrain où elle pénètre au lieu de ruisseler. (Profils 140 - 143 - 148 - 151 - 193).

3°- Les cours des ouadis.-

Ils méritent une mention spéciale pour leurs terrasses alluviales. Ces ouadis sont généralement encaissés et coulent par d'étroites vallées qu'ils se sont creusés dans les granites. Les lits sableux sont encombrés d'éboulis ou d'affleurements de roche. Ces ouadis ont des débits intermittents qui se limitent à la saison des pluies mais une nappe d'influx existe dans leur cours, généralement située à faible profondeur :

AM-ZOER 3 m.
FITOURKAN 2,50 m.
TIKTIKE 3 m.

.../...

Celle-ci abondante a permis le développement de cultures irriguées de saison sèche qui s'effectuent sur les terrasses d'étendues très variables mais le plus souvent très faibles (souvent 1 à 2 hectares). Ce sont des coudes du cours de l'ouadi, des élargissements de terrasses à l'aval de zone d'étranglement qui sont souvent utilisés dans les cours supérieurs (Ouadis Tiktiké, et Am-Zoer ...).

Parfois en amont de ces goulets d'étranglements constitués par des granites ou des filons de microgranites sont retenus des sédiments récents (FITOURKAN). De ce fait la variabilité des sols est très grande. Dans les parties très encaissées ou resserrées la nature d'une parcelle de terre peut varier d'une année à l'autre suivant les apports de l'Ouadi. Des apports sableux très grossiers recouvrent ainsi parfois le sol cultivé l'année précédente. L'autochtone doit alors dégager ces sables avant d'entreprendre toute nouvelle culture.

Les sols des terrasses des cours supérieurs sont généralement très sableux et grossiers (50 à 60 % de sable compris entre 0,2 mm et 2 mm) mais contiennent aussi dans la fraction plus fine de nombreux micas.

Leur valeur agronomique est moyenne à faible suivant la texture. (Profils 139' - 141 - 152).

Les grands ouadis par contre, même dans leurs cours supérieurs ont des terrasses plus importantes. Si ces ouadis intermittents coulent toujours dans des lits sableux mais plus larges, les terrasses surplombent alors ces cours de 1 à plusieurs mètres qui les mettent en partie à l'abri de l'inondation. Elles sont de nature plus fine sablo-limoneuse souvent superficiellement, limono-argileuse ou argilo-limoneuse en profondeur. (Profils 149 et 144 prélevés à GUERINGA et sur l'Ouadi Mandjobo au Sud de KASSINE). Ces terrasses présentent fréquemment des profils à stratifications entrecroisées où peuvent alterner des dépôts plus ou moins finement sableux ou limoneux. Les surfaces très argileuses sont rares.

.../...

Dans les endroits non cultivés, éloignés des villages, ces terrasses portent une végétation assez dense faite de grands arbres :

Zizyphus mucronata
Faidherbia albida
Tamarindus indica

et aussi en sous-bois :

Bauhinia rufescens
Calotropis procera
Ipomea repens

Les grands ouadis de cette région où se concentre une population d'Abou Charib sont les ouadis Bouboula, Ourkillé, Abterma, Mandjobo et ses affluents (Rive droite : Am-Zoer, Anouma, Noudouba, rive gauche : Amia). Mais ce sont surtout les ouadis Bouboula et Mandjobo qui semblent, à première vue, les plus susceptibles d'aménagements.

Nous avons peu de renseignements sur la profondeur de la nappe dans ces deux ouadis. Cette profondeur peut d'ailleurs être très variable d'un point à un autre, suivant la présence ou l'absence d'un seuil rocheux capable ou non de faire remonter le niveau de l'inféro-flux.

Ouadi Mandjobo

Riguil Taouï (confluence avec l'ouadi Am-Zoer	12 m.
Ouarré plus en amont	5 m.
Mourrah (Route ABEICHE - ADRE)	0,80 m(1)

.../...

(1) - Relevés effectués par les hydrologues du Centre de Recherches Tchadiennes en Novembre 1959.

Ouadi Bouboula

Nappe généralement à 1 mètre en fin de saison des pluies. Nous avons observé à GUERINGA, important centre sur l'Ouadi Bouboula, un profil de sol de terrasses, humide à 30 cm, le 15 Mai dans une partie non irriguée.

Au-delà du 21^o de longitude Est, les hydrologues signalent que la densité des puits diminue.

Les terrasses de l'Ouadi Bouboula apparaissent par suite d'un plan d'eau proche de la surface, plus favorables que celles de l'Ouadi Mandjobo où la nappe semble, d'une façon générale, plus profonde. On peut admettre qu'avec les moyens actuels dont disposent les africains pour irriguer une nappe située à plus de 4 à 5 mètres est difficilement utilisable. Il convient de ne pas oublier que cette nappe ira en s'approfondissant au fur et à mesure que s'avancera la saison sèche.

Entre l'Ouadi Mandjobo et l'Ouadi Amia, dans un cours très dégradé d'ouadi, nappe phréatique à 3 m. (Mai 1958):

Signalons au voisinage de l'Ouadi Amia un niveau de sources chaudes qui suinte des granites et constitue un marécage verdoyant en pleine saison sèche dans le cours de l'Ouadi lui-même situé en contre-bas.

Les terrasses de ces ouadis représentent les lieux privilégiés de cultures. Cultures de saison des pluies quand la crue, peu abondante, le permet (petit mil, mil blanc). Cultures irriguées de saison sèche (tomate, piment, oignons, gombo, blé, pomme de terre)

o o

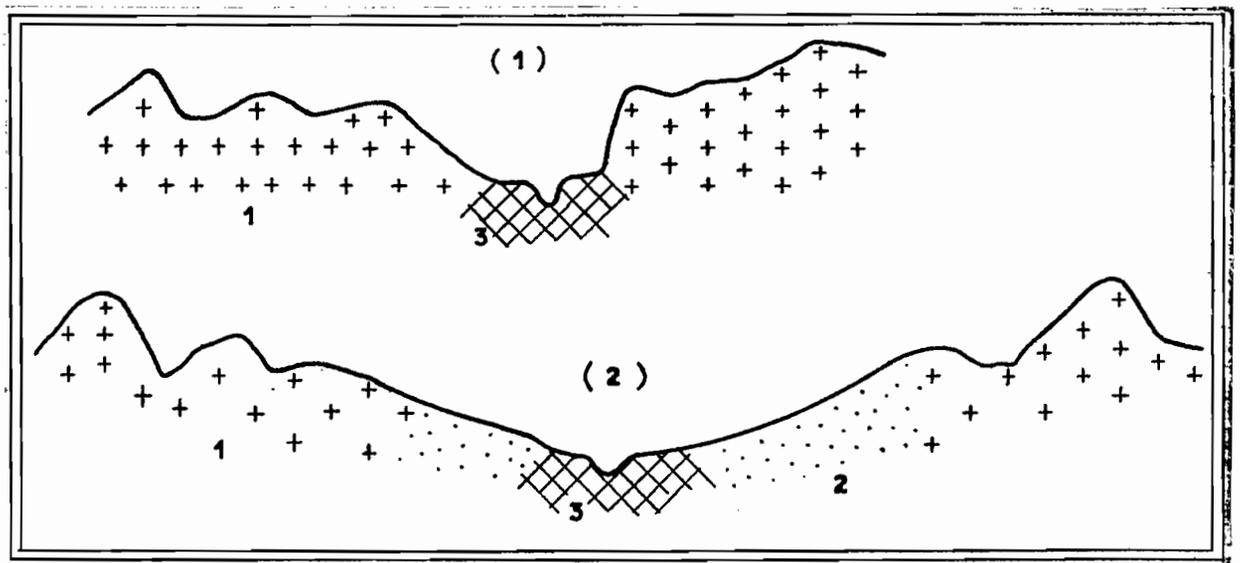
Nous venons de voir ces ouadis dans leurs cours supérieurs. suivons-les maintenant jusqu'au voisinage des plaines de piedmont. Les vallées vont s'élargir progressivement en même temps que des sédiments arénacés transportés anciennement jonchent

.../...

les pentes dont elles adoucissent le relief.

Les ouadis continuent à serpenter au fond de ces vallées entre des terrasses alluviales peu étendues.

Les coupes suivantes schématisent les sections d'un même ouadi observé dans son cours supérieur (1), au voisinage des plaines de piedmont (2).



1 - Granite sol squelettique.

2 - Sol brun steppique arène transportée

3 - Terrasse. Sol sur alluvions fluviales récentes.

.../...

Les sols de pente de ces vallées formés de colluvions arénacées ou d'alluvions anciennes sont généralement sableuses, grossières surtout en profondeur. Ces sols sont cultivés en mil rouge ou petit mil et portent des jachères à Boscia senegalensis (Profils 145 - 150).

Les terrasses alluviales des ouadis de ces vallées sont alors généralement incultes et couvertes de végétation clairsemée de Salvadora persica.

4^e- Les sols sableux formés sur la série sédimentaire ancienne.

Ils existent ici encore mais sont très morcelés et assez rares. Ils semblent les vestiges d'une série autrefois plus importante. Signalons les rares taches que nous avons observées.

AM ZOER	<u>Profil 147</u>	
KAMARA	<u>Profil 191</u>	Sud-Est de BILTINE
DJAMAR	<u>Profil 192</u>	Sud-Est de BILTINE

Ces sols sont généralement en cultures de petit mil et dépourvus souvent de toute végétation arborée. A KAMARA ils s'appuient aux massifs granitiques et portent quelques arbres que l'autochtone a laissé lors du défrichement. Ce sont : Sclerocarya birrea, Combretum glutinosum, Anogeissus leiocarpus, Maerua crassifolia, Balanites aegyptiaca ...

Signalons de même des accolements sableux que l'on observe autour de certains massifs granitiques comme celui trouvé entre AM-ZOER et ABOU-GOULEM (Profil 146) sous végétation de jachère à Bauhinia rufescens et Boscia senegalensis dans un ancien champ de petit mil.

.../...

o

o

o

La région d'AM-ZOER contraste avec la précédente par l'abondance et la plus grande variété des cultures que l'on y observe.

Elle est peuplée d'agriculteurs de races Kodoï, Abou Chariï. Ouaddaienne.

Les cultures pratiquées sont diverses. Ce sont :

- 1^o/- sur les sols bruns steppiques formés sur la série sableuse ancienne
- sur les sols bruns steppiques sablo-argileux à argilo-sableux, peu épais sur granites
- sur les sols bruns steppiques constitués sur des arènes transportées (vallée)

petit mil

mil blanc

haricot peu ensemencé

maïs autour des cases

arachide cultivée un peu partout. Sa limite Nord d'extension correspondrait approximativement au tracé de la route AM-ZOER GUEREDA.

mil rouge peu ensemencé

D'une façon générale, toutes ces cultures sont ensemencées vers la mi-Juillet.

.../...

Il n'est pas cultivé dans ces régions, ou rarement, de pois de terre, de mil tardif repiqué ... Cette dernière absence s'explique par la rareté de sol très argileux à grande capacité de rétention pour l'eau.

2°/Sur les sols hydromorphes d'alluvions fluviatiles récentes constituant les terrasses des ouadis de texture très variable allant de sableuse grossière à limono-argileuse, il était fait autrefois :

- en saison des pluies quand le régime de l'ouadi le permettait une culture de petit mil ou de mil blanc et d'*Hibiscus esculentus* (gombo)
- en saison sèche des cultures irriguées de tomates, d'oignons, de piments.

Depuis ces dernières années, à la suite d'introduction les cultures irriguées de saison sèche ont pris une plus grande extension. Dès le mois de Novembre, il s'ajoute sur ces terrasses aux cultures précédentes celle du blé et de pomme de terre. La culture du blé vient en premier début Novembre et occupe théoriquement le sol jusqu'en Février mais souvent jusqu'en Mars par suite de semis tardif. Il est ensuite pratiqué les cultures maraîchères traditionnelles mais d'une façon anarchique sans qu'aucun plan rationnel d'utilisation du sol soit suivi.

Nous donnons ici la suite des cultures à entreprendre en rotation dans un cycle tel que l'a envisagé le Chef du Secteur Agricole du Ouaddaï (1).

.../...

(1) - Etude agricole sur le paysannat de l'Ouadi Bouboula
J. LOUBET.

. N . D . J . F . M . A . M . J . J . A . S . O .			
Blé	Pomme de terre ou oignon	Haricot ou maïs	Jachère

ou si la position topographique du terrain le permet (terrasse non inondable)

. N . D . J . F . M . A . M . J . J . A . S . O .				
Blé	Pomme de terre ou oignons	Haricot	Mil ou maïs	Jachère

De telles cultures intensives nécessitent un encadrement agricole sérieux or, jusqu'à ce jour, un conducteur seulement a été affecté à cette tâche et ses séjours interrompus à chacune des fois pour des causes de maladie ou d'accident.

Des aménagements d'hydraulique agricole demandés par CHESNEL alors Chef du District de BILTINE en 1956 (1) il fut effectué :

3 puits à GUERINGA, TIKTIKE, AM-ZOER chacun de ces puits possède un bassin réservoir devant permettre l'irrigation de plus grandes parcelles que celles construites traditionnellement.

.../...

(1) - 11 puits à aménager : GUERINGA, AM-ZOER, TIKTIKE - ANDO-GONE, METEMBE, LODOR en pays Abou Charib
OUARCHAK et MATA en pays Kodoï

Ces puits devaient être primitivement munis de noria ou autre système d'exhaure. Il semble que ce soit là les seules réalisations effectuées autour du périmètre d'AM-ZOER en 1957-1958 et plus ou moins abandonnées actuellement.

.../...

SOLS SABLEUX FORMES SUR LA SERIE SABLEUSE ANCIENNE

AM-ZOER vers ABOU-
GOULEM

Près d'AM-ZOER

Sud de BILTINE KAMAR

N°	1461	1462	1463	1471	1472	1473	1911	1912	1913
Profondeur	0-20	60-80	160-180	0-20	60-80	180-200	0-20	40-60	100-120
pH	5,8	5,1	5,4	6,6	6	5,8	6,8	6,4	6,2
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Sable grossier%	50	59	58	58	62	65	82	70	70
Sable fin %	47	34	35	38	31	28	16	22	20
Limon %	-	1	1	1	1	1	1	1	3
Argile %	3	6	6	3	6	6	1	7	7
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat.org.tot. %	0,2			0,25			0,25		
Azote total ‰	0,23			0,17			0,21		
Carbone %	0,12			0,14			0,14		
C/N	5,2			8,2			6,7		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq %	1,2	1	1,3	1,55	1,6	1,3	1,75	2,3	2,6
Mg meq %	0,2	0,2	0,2	0,92	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
K meq %	0,26	0,18	0,17	0,42	0,26	0,23	0,17	0,15	0,15
Na meq %	0,19	0,14	0,13	0,13	0,12	0,12	0,13	0,14	0,18

.../...

SOL SABLEUX FORME SUR LA SERIE SABLEUSE ANCIENNE

Sud de BILTINE Km 23

Nº		1921	1922	1923	1924	1925
Profondeur		0-20	20-40	60-80	120-140	180-200
pH		6,6	6,2	6,6	6,6	6,7
<u>GRANULOMETRIE</u>						
Terre fine	%	99,5	99,5	98,5	98	97,5
Sable grossier	%	56	56	50	56	53
Sable fin	%	37	29	35	32	33
Limon	%	1	3	3	2	2
Argile	%	6	12	12	10	12
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>						
Mat.org.tot.	%	0,25				
Azote total	‰	0,13				
Carbone	%	0,14				
C/N		10,8				
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq	%	2,25	3,85	4,6	4,2	4,7
Mg meq	%	<0,2	3,01	2,46	1,97	<0,2
K meq	%	0,17	0,15	0,16	0,15	0,16
Na meq	%	0,17	0,25	0,24	0,48	0,35

.../...

Cours des ouadis.

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS FLUVIATILES RECENTES

TIKTIKE

Ouadi AM-ZOER

Ouadi MANDJO-
BO

GUERINGA

N°	1391'	1392'	1411	1412	1441	1442	1491	1492
Profondeur	0-20	40-60	0-20	50-70	0-20	80-100	0-20	50-70
pH	7,6	6,7	6,2	6,2	6	6,4	7,3	5,8
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine %				99,5				
Sable grossier %	50	49	19	29	9	12	6	1
Sable fin %	40	27	70	53	69	26	76	25
Limon %	5	11	8	8	13	38	10	54
Argile %	5	13	3	10	9	24	8	20
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot. %	0,55		0,55	0,50	0,65		0,6	
Azote total ‰	0,35		0,43	0,36	0,55		0,54	
Carbone %	0,32		0,32	0,29	0,38		0,34	
C/N	9,1		7,4	8,1	6,9		6,3	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq %	3,15	6	2,95	4,6	5,7	11,45	7,5	13,2
Mg meq %	1,04	1,38	1,84	2,31	1,84	4,58	1,84	5,14
K meq %	0,49	0,39	0,34	0,24	0,32	0,56	0,26	0,51
Na meq %	0,15	0,24	0,13	0,18	0,26	0,38	1,1	1,02
P2 O5 total ‰			0,48				1,22	

.../...

Cours des ouadis.

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS
FLUVIATILES RECENTES A ALCALIS

SOLS BRUNS STEPPIQUES SUR
ARENE TRANSPORTEE

FITOURKAN

19 Km de BIL-
TINE vers l'
Est

AM-ZOER vers
ABECHE

AM-ZOER vers
ABOU-GOULEM

N°	1521	1522	1891	1892	1501	1502	1451	1452
Profondeur	0-20	50-70	0-15	40-60	0-20	40-60	0-20	40-60
pH	6,8	6,6	6	9	6,6	6,5	6,4	6,6
GRANULOMETRIE								
Terre fine %	96,5	95,5	95		98,5	89,5	94	87,5
Sable grossier %	37	63	40	26	52	47	52	50
Sable fin %	48	32	45	43	36	37	35	32
Limon %	8	1	7	12	8	6	6	8
Argile %	7	4	8	19	4	10	7	10
MATIERE ORGANIQUE								
Mat.org.tot. %	0,65		0,25		0,3		0,35	
Azote total ‰	0,41		0,19		0,26		0,35	
Carbone %	0,38		0,15		0,17		0,20	
C/N	9,3		7,9		6,5		5,7	
BASES ECHANGEABLES								
Ca meq %	3,8	2,9	3,45	9,5	3,1	5,45	4,7	7,5
Mg meq %	0,92	0,73	1,22	2,74	0,92	1,38	1,38	2,31
K meq %	0,94	0,17	0,12	0,05	0,30	0,19	0,32	0,23
Na meq %	0,13	0,13	0,36	4,58	0,17	0,27	0,19	0,26
Na/Ca échang. %			10,4	48,2				
SELS SOLUBLES								
Ca meq %				0,15				
Mg meq %				0,2				
K meq %				0,15				
Na meq %				0,3				

.../...

Zones accidentées - Zones planes.

SOLS BRUNS STEPPIQUES PEU EPAIS SUR GRANITE

AM-ZOER

TIKTIKE

AM-ZOER vers
ABECHE

AM-ZOER en direction
d'ABOU-GOULEM

Nº		1401	1402	1421	1422	1431	1432	1433
Profondeur		0-20	40-60	0-20	60-80	0-20	40-60	80-100
pH		5,2	6,2	6	6,4	5,5	6,4	6,8
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine	%	90	60,5	99	95		62,5	82
Sable grossier	%	50	57	48	40	55	57	64
Sable fin	%	35	16	37	34	36	14	17
Limon	%	8	9	8	12	4	6	8
Argile	%	7	18	7	14	5	23	11
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat.org.tot.	%	0,25		0,35		0,2	0,1	0,1
Azote total	%o	0,23		0,30		0,26	0,20	0,22
Carbone	%	0,15		0,20		0,13	0,06	0,06
C/N		6,5		6,7		5		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq	%	1,45	5,25	2,2	5,3	1,45	5	3,9
Mg meq	%	1,47	2,77	0,92	2,58	< 0,2	2,77	2,03
K meq	%	0,16	0,17	0,21	0,17	0,23	0,23	0,17
Na meq	%	0,12	0,39	0,15	0,18	0,13	0,28	0,28

.../...

Zones accidentées - Zones planes

SOLS BRUNS STEPPIQUES PEU EPAIS SUR GRANITE

AM_ZOER vers ABECHE

Vers GUEREDA après
KASSINE

N°	1481	1482	1483	1484	1511	1512	1513
Profondeur	0-20	50-70	70-90	100	0-20	20-40	60-80
pH	5,4	5,4	5,8	6	6,9	7,2	7
<u>GRANULOMETRIE</u>							
T erre fine %		99,5	85	38	97	95	69,5
Sable grossier %	70	62	58	57	29	33	52
Sable fin %	24	25	26	28	55	46	36
Limon %	2	3	3	4	9	11	9
Argile %	4	10	13	11	7	10	3
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat.org.tot. %	0,1				0,3		
Azote total ‰	0,13				0,25		
Carbone %	0,08				0,17		
C/N	6,2				6,8		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %	1,1	1,9	2,25	2,65	9,3	13,1	13,8
Mg meq %	0,2	0,92	1,84	1,66	2,4	2,95	3,2
K meq %	0,12	0,12	0,13	0,16	0,24	0,24	0,34
Na meq %	0,12	0,11	0,12	0,14	0,26	0,38	0,39

.../...

ones accidentées - Zones planes

SOLS BRUNS STEPPIQUES PEU EPAIS SUR GRANITE

24 Km de BILTINE vers
l'Est

OUARCHACA

N°	1901	1902	1903	1931	1932	1933
Profondeur	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	60-80
pH	6,8	6,4	7,2	6,1	6,5	6,6
<u>GRANULOMETRIE</u>						
Terre fine %	96,5	93	70,5	99,5	91	75,5
Sable grossier %	49	42	40	48	55	51
Sable fin %	28	21	18	43	27	30
Limon %	10	10	8	2	2	3
Argile %	13	27	34	7	16	16
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>						
Mat.org.tot. %	0,35			0,35		
Azote total ‰	0,15			0,28		
Carbone %	0,20			0,20		
C/N	13,3			7,1		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq %	6,1	12,15	13,55	2,9	8,2	8,55
Mg meq %	1,97	3,44	3,44	1,97	1,97	2,77
K meq %	0,40	0,26	0,24	0,41	0,15	0,15
Na meq %	0,39	0,63	0,81	0,19	0,17	0,23

.../...

3^o/ Région Sud et Sud-Est d'ABECHE.-

Nous n'avons étudié de cette région, d'accès parfois difficile, que les périmètres se localisant autour des axes routiers :

ABECHE - AM DAM
ABECHE - KOULBO - AM GUEREDA
DERESSA - KOULBO
KOULBO - AM LEIOUNA
ABECHE - ABOU GOULEM

Cette région ressemble aux deux précédentes tout en étant beaucoup moins accidentée que celle d'AM-ZOER où abondaient les affleurements orientés de microgranites. L'érosion y apparaît moins grande et de nombreux massifs, surtout ceux de l'Ouest, sont ensablés sous des sédiments de la série ancienne. Ceci a pour effet d'adoucir les reliefs et de donner au paysage une allure moins brutale et désolée. La végétation, d'autre part, y est plus abondante, moins clairsemée. La pluviométrie de ces régions est supérieure à 500 mm et croît rapidement vers le Sud (AM - DAM moyenne annuelle 778 mm).

Les sols, peu épais sur granite, souvent nus vers AM-ZOER, sont ici couverts d'une savane arbustive à arborée parfois très fournie : Acacia scorpioides, Acacia seyal, Acacia senegal, Dalbergia melanoxylon, Dihrostachys glomerata, Bauhinia reticulata .. Anogeissus leiocarpus, Sclerocarya birrea ...

Si l'érosion semble encore importante, les pentes sont cependant assez faibles et la topographie peu accusée.

Les sols sont sableux à sablo-argileux (Profils 199-202-217), argilo-sableux (Profils 63 - 64-228) et peu épais. Ils sont souvent graveleux en profondeur au contact de la roche altérée. Ce sont des sols jeunes d'origine colluviale souvent de couleur brune ou brun-rouge comme ceux que nous avons décrits précédemment autour d'AM-ZOER.

.../...

. On observe aussi des sols en place sur granite altéré où ne se retrouve pas alors dans les profils le cailloutis plus ou moins roulé qui précède la roche mère (Profil 231). La topographie est alors plane.

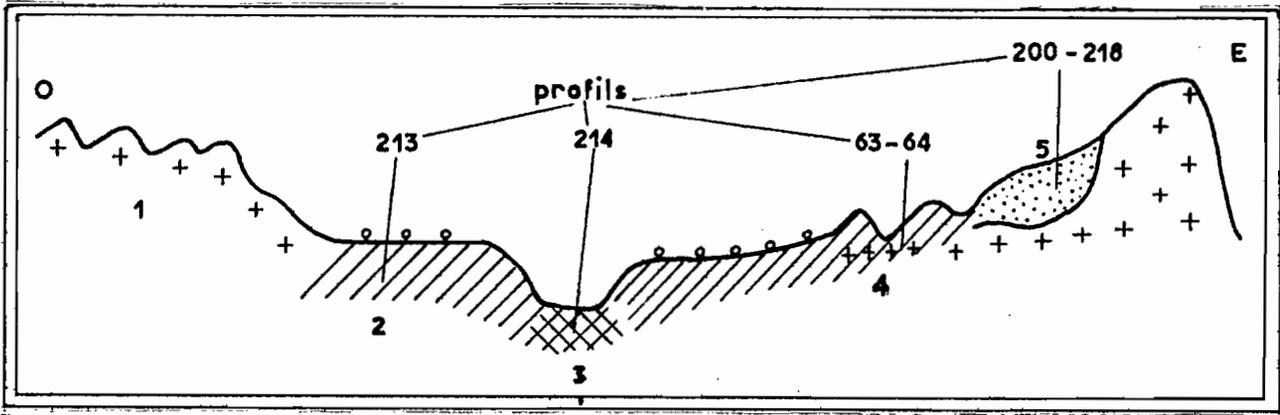
Les affleurements de granite ou granito-gneiss sont fréquents. Quand les sols squelettiques abondent, la végétation se clairsème. Les principales espèces sont alors souvent : Albizzia Chevalieri, Dalbergia melanoxylon, Acacia scorpioides.

On trouve également dans l'intérieur du massif des surface planes qui rappellent les regs de piedmont. C'est le cas observé au Nord de KOULBO. Le sol argilo-sableux, couvert d'Acacia seyal, Acacia scorpioides, Acacia senegal clairsemés, est jonché, par places, de cailloutis roulé quartzeux. (Profils 213-215). Ces sols contiennent des quantités importantes de sodium. Ils forment un plateau en contre-bas duquel coule dans la vallée un cours d'eau, affluent de l'Ouadi Hamra.

Une dépression relativement importante et non cultivée, existe là. Elle est peuplée d'Acacia seyal en formation dense qui poussent sur des sols sableux peu épais formant une couverture sur des argiles hydromorphes (Profil 214).

On peut schématiser de la manière suivante une coupe Ouest-Est effectuée au Nord de KOULBO.

.../...



- 1 - Sol squelettique ou affleurement de granite
- 2 - Sol hydromorphe argilo-sableux à cailloutis. Reg.
- 3 - Sol hydromorphe sur alluvions fluviatiles récentes
- 4 - Sol brun steppique sablo-argileux, argilo-sableux peu épais sur granite
- 5 - Sol brun steppique (série sableuse ancienne)

Les ouadis, dans cette région, sont souvent encaissés et ont des terrasses de faible étendue de nature argilo-sableuse, argilo-limoneuse parfois à alcalis. (Profils 65-224 - 232). Le plus souvent incultes parce que facilement submergées, elles portent dans les cas où elles sont bien drainées et non inondées des cultures de mil ou petit mil (Profil 223) observé au Sud de KOULBO). Nous avons également observé sur certaines terrasses quelques pieds de coton. Il n'est que peu effectué, sur ces sols, de cultures irriguées de saison sèche bien que la nappe phréatique soit quelquefois peu profonde.

Inféro-flux en surface à ABOU-GOULEM
Nappe phréatique à 0,8 m. en Novembre à MOURRAH
Nappe phréatique à 4 m. à AM-LEIOUNA.

Signalons cependant les jardins maraîchers d'AM-LEIOUNA

.../...

Ces ouadis, au cours argileux, portent une végétation plus ou moins dense d'Acacia seyal et Acacia scorpioides. Contrastant avec ceux-ci le cours sableux de la Bitéa, large de plusieurs centaines de mètres a des terrasses couvertes d'une végétation dense faite de grands arbres : Acacia sieberiana, Tamarindus indica, Celtis integrifolia, Anogeissus leiocarpus, Acacia scorpioides, Acacia ataxacantha ... (Profil 212)

Dans cette région Sud d'ABECHE, les sols bruns steppiques sableux de la série ancienne sont particulièrement abondants. autour des pointements granitiques. Signalons ceux observés au Sud de la Bitéa sur la route ABECHÉ-AM DAM ou à l'Est de cette dernière : CHECHAN, KOULBO, DERESSA, GALGASS, TARA HABILE Ouest d'AM-LEIOUNA....

Ces sols bruns, brun-roses, brun-rouges, très sableux s'accolent aux massifs granitiques remontant les pentes. Ils sont très cultivés et portent souvent indistinctement petit mil, arachide, mil, haricot ... (Profils 200 -218 - 222- 230) Ils ont des jachères à Guiera senegalensis, Cassia obovata, Cenchrus biflorus, Ctenium elegans, Eragrostis tremula ...

Dans les parties non cultivées, la savane arborée claire est à dominance de Combretum glutinosum, Bauhinia rufescens, Guiera senegalensis, Acacia scorpioides, Terminalia zvicennoides...

Des sols bruns steppiques sensiblement identiques mais formés sur une série qui nous a paru plus récente, présentent en profondeur un horizon parfois très graveleux; Ces sols sont alors un peu plus argileux dans leurs horizons profonds (Profils 196 - 207 - 211 - 221 - 225).

.../...

o

o

o

Cette région, peuplée de Ouaddaiens, est essentiellement agricole. Ce sont des cultures traditionnelles que l'on y observe.

Petit mil, mil blanc, mil rouge en faible quantité, arachide qui a pris une grande extension depuis 4 à 5 ans sous l'impulsion de l'administration, maïs autour des cases, haricot semé au milieu des mils, courge semée aussi avec le mil.

Sur la bordure des ouadis sont faites quelques plantations de tomates, de courges, d'Hibiscus esculentus, de piment ... et quelques pieds de coton qui sert à confectionner le "gabak" local.

SOLS STEPPIQUES BRUN-ROUGES SABLEUX A SABLO-ARGILEUX SUR
GRANITE

Nord de DERESSA vers
CHECHAN

Nord de KELATO

Est de KOULBO

N°	1991	1992	1993	2021	2022	2023	2170	2171	2172
Profondeur	0-15	20-40	60-80	0-20	30-50	60-80	0-5	10-30	50-70
pH	5,4	4,9	5,2	5,4	5	4,8	6	5,4	5,9
GRANULOMETRIE									
Terre fine %	90	58	42,5		97,5	45,5	99,5	99	99,5
Sable grossier %	56	57	54	57	60	57	56	51	43
Sable fin %	34	20	20	31	25	26	36	29	31
Limon %	5	7	9	6	5	7	2	3	6
Argile %	5	16	17	6	10	10	6	17	20
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot. %	0,35			0,45			0,45	0,35	
Azote total ‰	0,19			0,28			0,30	0,25	
Carbone %	0,19			0,26			0,27	0,20	
C/N	10			9,3			9	8	
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	1,55	2,45	3,85	2,1	2,25	2,1	2,45	7,1	9,1
Mg meq %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,49	3,75	3,45
K meq %	0,40	0,46	0,38	0,24	0,30	0,30	0,23	0,12	0,18
Na meq %	0,34	0,38	0,55	0,20	0,37	0,86	0,15	0,21	0,31

.../...

SOLS STEPPIQUES BRUN-ROUGES ARGILO-SABLEUX SUR GRANITE

ABECHE vers le
Sud Km 5

8 Km d'ABECHE vers
AM-DAM

ABOURGO vers
CHOKOYAN Km 13

N°	631	632	641	642	643	2281	2282
Profondeur	0-20	50-70	0-20	20-40	60-80	0-20	40-60
pH	7,4	7,7	8,1	8	7,6	5,9	7,3
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine %	99	85	98	71	80	99	93,5
Sable grossier %	32	38	40	46	57	53	43
Sable fin %	26	19	24	12	24	21	19
Limon %	12	13	15	6	8	6	11
Argile %	30	30	21	36	11	20	27
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat.org.tot. %	0,4		0,4			0,30	
Azote total ‰	0,29		0,29			0,26	
Carbone %	0,25		0,24			0,18	
C/N	8,6		8,3			6,9	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %	11,05	14,4	15,1	14,6	7,8	6	13,95
Mg meq %	5,45	7,1	1	1,45	< 0,2	1,97	1,97
K meq %	0,23	0,26	0,23	0,23	0,22	0,34	0,17
Na meq %	0,32	0,85	0,54	0,22	0,22	0,20	0,48
Extrait sat. C à 25°			0,65	0,4			

.../...

SOL STEPPIQUE BRUN-ROUGE SUR
GRANITE

SOLS HYDROMORPHES ARGILO-SA-
BLEUX " REG" A ALCALIS

Route d'ABOU-GOULEM-ABECHE Km 2
du croisement

Sud-Est de
KOULBO

Nord de KOULBO
vers Ouadi Bite

N°	2311	2312	2313	2314	2151	2152	2131	2132
Profondeur	0-20	40-60	80-100	130-150	0-20	40-60	0-20	40-60
H	6	5,6	6,2	6,6	6,6	7,8	6,3	8,1
FRANULOMETRIE								
Terre fine	% 98,5	56,5	52,5	17,5	99	97	95,5	95,5
Sable grossier	% 53	48	54	63	46	39	34	37
Sable fin	% 36	15	19	23	28	26	20	23
Limons	% 6	9	9	8	6	6	10	9
Argile	% 5	28	18	6	20	29	36	31
MATIERE ORGANIQUE								
Mat.org.tot.	% 0,4				0,4		0,6	
Azote total	% 0,30				0,26		0,29	
Carbone	% 0,24				0,24		0,35	
C/N	8				9,2		12,1	
BASES ECHANGEABLES								
Ca meq	% 1,75	6	6	3,7	11,05	15,5	10,25	13,7
Mg meq	% <0,2	1,97	1,22	<0,2	1,22	0,82	8,07	4,49
K meq	% 0,42	0,23	0,17	0,08	0,21	0,05	0,17	0,05
Na meq	% 0,12	0,29	0,38	0,33	0,91	1,29	1,61	2,06
Na/Ca échang.	%				8,2	8,3	15,7	15
ELS SOLUBLES								
Ca meq	%					0,1	0,15	0,05
Mg meq	%					0,4	0,55	0,8
K meq	%					0,15	0,15	0,15
Na meq	%					0,45	0,2	0,65
Extrait sat. C à 25°	%							0,85
P2 05 total	%						0,25	

.../...

SOLS HYDROMORPHES

SUR ALLUVIONS FLUVIATILES RECENTES A ALCALIS(Profil 214)

Km 43 d'ABECHE vers GOZ Nord de KOULBO vers Près Ouadi Sud de KOULBO
BEIDA près Ouadi Bitéa Ouadi Bitéa Bitéa

N°	651	652	2140	2141	2142	2121	2122	2231	2232
Profondeur	0-20	40-60	0-10	10-30	40-60	0-20	60-80	0-20	40-60
pH	6,7	6,7	5,6	5,8	7,8	6,4	6,4	6,2	6,4
GRANULOMETRIE									
Terre fine %	98	94,3	99	98,5	98,5				99,5
Sable grossier %	43	46	48	38	39	45	71	36	40
Sable fin %	37	30	38	22	26	45	26	19	21
Limon %	11	11	8	6	6	6	1	7	12
Argile %	9	13	6	34	29	4	2	38	27
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot. %	1		0,80	0,5		0,6		0,8	
Azote total ‰	0,65		0,45	0,31		0,43		0,38	
Carbone %	0,60		0,47	0,28		0,36		0,47	
C/N	9,2		10,4	9		8,4		12,4	
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq %	8	11,1	2,10	4,86	10,5	4,2	1,9	13,05	18,45
Mg meq %	1,9	4,5	0,61	2,46	2,22	0,92	< 0,2	3,46	4,67
K meq %	0,57	0,42	0,29	0,07	0,05	0,4	0,12	0,31	0,22
Na meq %	0,19	0,24	0,17	1,06	1,87	0,30	0,21	0,12	0,21
Na/Ca échang. %			8,1	21,9	17,8				
SELS SOLUBLES									
Ca meq %				0,15	0,05				
Mg meq %				0,55	0,55				
K meq %				0,15	0,15				
Na meq %				0,2	0,5				

.../...

SOLS HYDROMORPHES SUR ALLUVIONS FLUVIATILES RE- SOL STEPPIQUE BRUN BRUN-ROU-
CENTES A ALCALIS GE SABLEUX (Série sableuse
(Profil 224) ancienne)

AM- LEIOUNA

Ouadi près de
KOULBO

CHECHAN

N°		2321	2322	2241	2242	2001	2002	2003	2004
Profondeur				0-20	60-80	0-20	60-80	120-140	180-200
pH		7,5	7	6,4	7,7	5,9	5,2	5	5,5
GRANULOMETRIE									
Sable grossier	%	20	49	17	16	67	66	69	65
Sable fin	%	36	34	27	35	29	26	22	23
Limon	%	28	7	16	11	1	3	2	3
Argile	%	16	10	40	38	3	5	7	9
MATIERE ORGANIQUE									
Mat.org.tot.	%	0,95		0,85		0,2			
Azote total	%	0,62		0,32		0,19			
Carbone	%	0,55		0,48		0,13			
C/N		8,9		15		6,8			
BASES ECHANGEABLES									
Ca meq	%	11,7	6,1	16,2	16,6	1,2	1,1	1,45	2,2
Mg meq	%	3,01	0,49	6,31	5,11	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq	%	1,17	0,22	0,25	0,11	0,19	0,24	0,21	0,24
Na meq	%	0,30	0,18	1,36	2,65	0,31	0,28	0,24	0,27
Na/Ca échang.	%			8,4	16				
SELS SOLUBLES									
Ca meq	%			0,2	0,1				
Mg meq	%			0,55	0,55				
K meq	%			0,15	0,15				
Na meq	%			0,3	0,6				
P2 O5 total	%					0,14			

.../...

SOLS STEPPIQUES BRUNS BRUN-ROUGES SABLEUX
(Série sableuse ancienne)

Est de KOULBO -DOURONGOLI

Sud-Est de KOULBO-
ABAKAR

N°	2181	2182	2183	2184	2221	2222	2223
Profondeur	0-20	50-70	120-140	180-200	0-20	40-60	100-120
pH	6	5,9	5,8	6,1	6	5,8	5,8
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine %	99,5						
Sable grossier %	61	65	64	64	65	64	68
Sable fin %	33	25	27	24	31	30	26
Limon %	2	3	1	3	1	1	1
Argile %	4	7	8	9	3	5	5
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat.org.tot. %	0,40				0,15		
Azote total ‰	0,17				0,14		
Carbone %	0,23				0,09		
C/N	13,5				6,4		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %	2,25	2,7	2,4	3,45	1,45	1,6	1,90
Mg meq %	0,49	0,80	<0,2	0,49	<0,2	<0,2	0,61
K meq %	0,30	0,20	0,23	0,3	0,17	0,23	0,19
Na meq %	0,10	0,11	0,10	0,17	0,11	0,12	0,12

.../...

SOLS STEPPIQUES BRUNS BRUN-ROUGES SABLEUX

(Série sableuse ancienne)

(Série sableuse récente)

Est d'ABOURGO - KINIOUANE

Nord de DERESSA

N°	2301	2302	2303	2304	1961	1962	1963
Profondeur	0-20	40-60	120-140	200-220	0-20	60-80	120-140
pH	6,1	6	6,2	6,4	5,8	5,4	5,9
GRANULOMETRIE							
Terre fine %				99,5	99	96,5	77
Sable grossier %	67	69	71	76	53	56	64
Sable fin %	28	25	24	19	40	32	29
Limon %	3	2	3	3	3	2	3
Argile %	2	4	2	2	4	10	4
MATIERE ORGANIQUE							
Mat.org.tot. %	0,45				0,30		
Azote total ‰	0,26				0,20		
Carbone %	0,26				0,16		
C/N	10				8		
BASES ECHANGEABLES							
Ca meq %	2,1	2,1	1,9	2,1	1,9	2,95	2,1
Mg meq %	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,23	0,20	0,21	0,26	0,39	0,38	0,19
Na meq %	0,14	0,10	0,11	0,12	0,21	0,33	0,32

.../...

SOLS TEPPIQUES BRUNS BRUN-ROUGES SABLEUX
(Série sableuse récente)

DERESSA vers AM-DAM Km 5

DERESSA

N°	2071	2072	2073	2111	2112	2113	2114
Profondeur	0-20	30-50	60-80	0-20	40-60	80-100	100-120
pH	6,2	5	5,2	6,2	6,3	6,4	6,5
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine %	90,5	87	69,5	98,5	98	96	53
Sable grossier %	57	51	57	68	59	61	70
Sable fin %	31	32	22	29	34	28	16
Limon %	6	7	9	1	3	5	3
Argile %	6	10	12	2	4	6	11
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat.org.tot. %	0,6			0,6			
Azote total %	0,29			0,32			
Carbone %	0,34			0,36			
C/N	11,7			11,2			
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %	3,15	3,35	4,9	3,3	1,9	1,6	3,5
Mg meq %	1,22	0,61	0,92	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
K meq %	0,43	0,23	0,17	0,44	0,58	0,69	0,81
Na meq %	0,44	0,41	0,51	0,27	0,26	0,29	0,41

.../...

SOLS STEPPIQUES BRUNS BRUN-ROUGES SABLEUX
(Série sableuse récente)

Sud-Est de KOULBO Route KOULBO vers CHOKOYAN
d'AM- GUEREDA Km 8

Nº		2211	22k2	2213	2251	2252
Profondeur		0-20	40-60	100-120	0-20	60-80
pH		5,9	6,1	8	6,6	7,8
<u>GRANULOMETRIE</u>						
Terre fine	%	99,5	99	99		98,5
Sable grossier	%	51	47	44	61	61
Sable fin	%	42	31	33	31	24
Limon	%	2	4	5	4	4
Argile	%	5	18	18	4	11
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>						
Mat.org.tot.	%	0,35			0,25	
Azote total	%o	0,15			0,21	
Carbone	%	0,20			0,16	
C/N		13,3			7,6	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>						
Ca meq	%	2,45	8,95	27	1,55	3,8
Mg meq	%	<0,2	1,97	1,54	0,49	1,84
K meq	%	0,34	0,24	0,25	0,23	0,26
Na me q	%	0,27	0,25	0,66	0,14	0,35
Extrait sat. C à 25°				0,5		

.../...

CONSTITUTION

Nous rappellerons sommairement les caractéristiques climatiques, botaniques, géologiques, pédologiques ... de cette vaste région située entre les 13^{ème} et 17^{ème} parallèles de latitude Nord.

Celle-ci comprend :

- la partie Ouest des massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi
- les plaines de piedmont situées au débouché des principaux ouadis descendant des massifs du Ouaddaï du Sud et Sud-Est de la région d'OUM-HADJER à celle d'ABECHE-BILTINE
- la région au Nord de BILTINE-ARADA jusqu'en Ennedi

I - LE CLIMAT

Nous rappellerons que cette vaste région est soumise à des climats de 3 types :

- climat sahélo-soudanien à régime tropical sec (pluviométrie : AM-DAM 778mm, ABECHE 502 mm)
- climat sahélo-saharien à régime subdésertique (pluviométrie : BILTINE 291 mm, ARADA 247 mm).
- climat saharien à régime désertique (pluviométrie : FADA 91 mm, FAYA-LARGEAU 22,5 mm).

.../...

II - LA VEGETATION.

La végétation naturelle est fonction du climat. Dans les plaines de piedmont on passe progressivement d'une savane arborée à Combretum glutinosum, Guiera senegalensis, Acacia senegal, Bauhinia rufescens ... à des savanes arbustives de plus en plus clairsemées (Acacia senegal, Acacia mellifera, Acacia tortilis, Boscia senegalensis, Capparis decidua ...) puis à des pseudo-steppes essentiellement graminéenne à Cenchrus biflorus, Eragrostis tremula, Aristidées diverses (ensembles sableux), Schoenfeldia gracilis, Cymbopogon giganteus (reg).

Dans ces pseudo-steppes les arbres et arbustes sont rares. Ce sont Cordia gharaf, Acacia tortilis, Maerua crassifolia Cassia obovata, Chrozophora senegalensis (dunes), Acacia seyal, Balanites aegyptiaca, Maerua crassifolia (reg). Leptadenia spartium colonise parfois quelques dunes tandis qu'Acacia flava occupe en peuplement relativement dense les parties basses des regs ou le cours des ouadis.

La végétation, dans l'intérieur du massif du Ouaddaï contraste avec celle des plaines de l'Ouest. On y retrouve à latitude égale des espèces plus soudaniennes : Anogeissus leiocarpus, Sclerocarya birrea, Albizia Chevalieri ... tandis que les cours encaissés des ouadis ont une végétation abondante de très grands arbres : Acacia sieberiana, Tamarindus indica, Faidherbia albida, Acacia scorpioides ...

Cette relative luxuriance de la végétation est la conséquence de conditions climatiques particulières (Pluviométrie ABECHE 502 mm, ADRE 662 mm pour une latitude sensiblement identique). Elle est due aussi aux sols qui sont jeunes, peu évolués, à l'inverse de ceux de la plaine ou les regs et les sols sur alluvions fluviales récentes sont alors souvent à alcalis ou salés à alcalis.

Le massif de l'Ennedi contraste lui-même avec les étendues désertiques environnantes où dominent des regs démantelés.

.../...

Acacia tortilis est l'élément dominant du paysage sur des sols sableux formant de minces placages sur les grès qui affleurent en bancs horizontaux. Mais ces peuplements sont très clairsemés. Ils poussent souvent au milieu d'un tapis discontinu de Panicum turgidum ou d'Aristida papposa.

Dans les vallées, la végétation est plus diverse et abondante : Acacia tortilis s'associe à Hyphaene thebaïca, Salvadora persica, Capparis decidua, Maerua crassifolia, dans les fosses de comblement ou les zones d'épandage. Quand la nature le permet, là où exceptionnellement une nappe phréatique se trouve toute l'année à faible profondeur on assiste au maintien de formation arbustive dense (Acacia tortilis, Boscia senegalensis - Vallée du N'Dou). A FADA, une nappe phréatique proche du sol a favorisé l'implantation d'une palmeraie.

III - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE.-

Le réseau hydrographique, très complexe, est constitué par de multiples ouadis intermittents coulant d'Est en Ouest de Juillet à Octobre dans le Sud (Batha). Au fur et à mesure que l'on remonte vers le Nord, l'écoulement diminue et n'est plus souvent limité qu'aux périodes pendant lesquelles tombent les tornades (Ouadis Rimé, Enne, Haddad, Fama, Chili, Saala ...)

Un réseau hydrographique fossile encore visible et particulièrement important conduisait la plupart de ces ouadis dans un ancien lac dont le rivage est marqué par un cordon sableux cotier que l'on suit à l'Est du Bahr el Ghazal du Sud de KORO-TORO jusqu'au Nord de MASSENIA soit sur 700 Kilomètres environ. Ce cordon qui correspond à la cote 310-320 m. se retrouve dans le Sud au Cameroun où on peut le suivre de BONGOR à LIMANI (Nord de MORA) puis en Nigéria jusqu'à MAIDOUGOURI.

.../...

IV - LA GEOLOGIE.-

Les principaux types de sols se sont formés :

1^o/ Dans les plaines de piedmont sur 4 séries sédimentaires d'âge quaternaire qui sont l'homologue de celles observées dans les bassins du Chari-Logone.

Ce sont par ordre d'ancienneté :

a) une série sableuse ancienne souvent colorée en ocre ou rouge clair. Les sables essentiellement grossiers et quartzeux qui la composent anciennement remaniés par les vents forment de petits mamelons orientés Sud-Nord. Dunes mortes fixées par une végétation arbustive au Sud, graminéenne au Nord.

b) une série argilo-sableuse d'origine fluvio-lacustre qui semble avoir pour homologue la série **argilo-sableuse** à nodules calcaires très étendue dans le Sud des bassins du Logone et Chari. Cette sédimentation, peu épaisse, repose ici sur le socle granito-gneissique qui affleure par endroits. Elle est recouverte par un abondant cailloutis quartzeux roulé qui lui a valu l'appellation de "reg".

c) une série sableuse récente d'origine fluviatile. Cette série elle-même grossière occupe des zones intermédiaires entre les "regs" formant le plateau et le cours des ouadis actuels ou fossiles. Elle constitue des alignements sableux parallèles aux cours de ceux-ci.

d) une série alluviale limono-argileuse à argilo-limoneuse récente à actuelle. Cette série est la dernière manifestation de l'alluvionnement. Elle occupe les bas-fonds, les terrasses des ouadis et de ce fait des surfaces restreintes. La texture de ces sédiments est fonction de la topographie.

2^o/ Dans l'intérieur des massifs sur les granites, granito-gneiss, parfois grano-diorites ou microgranites (Massif du Ouaddaï) sur des grès primaires (Massif de l'Ennedi) mais aussi sur les séries sédimentaires précédentes.

.../...

V - LES SOLS - VOCATION CULTURALE.-

Sur des séries sédimentaires où ces roches se sont formées suivant la topographie, la perméabilité des sols ... des sols hydromorphes ou steppiques.

1^o/ Sols hydromorphes.-

Ce sont :

- des sols évolués surtout à engorgement d'ensemble ou de surface et temporaire (eau des précipitations ou d'inondation)

sol argilo-sableux des regs
sol d'argile noire tropicale
sol sur alluvions fluviatiles récentes.

- des sols évolués à engorgement temporaire de profondeur (fluctuation de nappe non permanente). Des engorgements répétés, la présence d'eau stagnante ou de nappe temporaire proche de la surface du sol ont eu pour conséquence de favoriser des remontées importantes des solutions du sol. Ces phénomènes de remontée anciens ou actuels se traduisent dans les profils par l'apparition de pseudo-mycelium où carbonate et sulfate alcalins sont abondants (sol salé). Ces phénomènes répétés ont eu pour résultats la fixation de Na sur le complexe absorbant argilo-humique des sols (sols à alcalis).

A/ Sol argilo-sableux des regs.-

L'extension de ces sols est considérable. Ils s'observent du Nord d'AM-DAM à FADA et forment des surfaces planes à végétation arborée ou arbustive très clairsemée et tapis graminéen ras. Au Nord d'OUM-CHALOUBA, ces étendues ont été fortement érodées et découpées par une multitude d'ouadis fossiles.

Ces sols présentent un horizon superficiel argilo-sableux brun-rouge de structure polyédrique, un horizon profond gris-brun, gris-noir très compact, massif, polyédrique grossier où s'observent parfois le pseudo-mycelium, des amas calcaires, des concrétions ferrugineuses ... La surface du sol est couverte

d'un abondant cailloutis quartzeux roulé. Ces terres sont pauvres en carbone et azote (0,2 à 0,3 % et ‰). Elles sont bien pourvues en bases échangeables (Ca abondant). Les quantités de Na échangeable sont élevées ce qui en fait des sols à alcalis (Na/Ca échangeables % supérieur à 15). Elles contiennent des sels solubles (CO₃-- et SO₄--) en quantité relativement importante (conductivité de l'extrait de saturation de pâte de sol rarement supérieure à 4 millimhos - limite inférieure des sols salés). Les pH sont souvent élevés : 8,5 - 9,5 ... Les perméabilités sont très faibles (0,17 à 0,7 cm/h. Méthode de Muntz).

Ces sols sont dépourvus de toute culture en dehors de quelques très rares champs. Dans la partie Sud la mieux arrosée, ils pourraient faire l'objet d'essais de culture de mil tardif repiqué après un travail préalable très important (labour profond, sous-solage, construction de diguette autour du champ pour permettre aux eaux des précipitations de pénétrer dans le sol peu perméable au lieu de ruisseler ..). Bien conduits, ces efforts pourraient porter leurs fruits jusqu'à l'isohyète de 300 mm.

B/ Sol sur alluvions fluviatiles récentes.

Il convient de séparer les sols souvent très évolués (à alcalis ou salés à alcalis) des plaines de piedmont de ceux peu évolués de l'intérieur des massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi.

Etroitement localisés le long du cours des ouadis (Batha, Bitéa, Chau, Enne ...) ces sols sont de texture très variable : sablo-limoneuse, limono-argileuse ...

Ils portent une végétation arbustive ou même arborée généralement plus dense que celle qui couvre les regs ou les étendues sableuses avoisinantes. De couleur brun-clair ils présentent des taches d'hydromorphie peu abondantes et parfois des concrétions ferrugineuses. Ils sont généralement bien pourvus en bases échangeables mais relativement pauvres en matière organique et azote. Ceux des plaines de piedmont ont des pH plus élevés (8,5 - 9) du Na échangeable en quantités assez importantes, des sels solubles.

.../...

Dans les plaines de piedmont, ces sols quand l'alcalinisation est faible et s'ils sont non inondés par les crues des ouadis, portent dans le Sud des cultures diverses (coton, mil rouge cultures maraîchères ... mil tardif repiqué en fin de saison des pluies).

Ils sont incultes au-delà de l'isohyète de 350 mm à 400 mm et leur végétation, alors très clairsemée, rappelle le paysage de "nagas" des régions de FORT-LAMY.

Dans l'intérieur du massif du Ouaddaï, ces sols, très diversement pourvus en bases échangeables mais toujours assez pauvres en matière organique et azote, ont des pH légèrement acides à neutres. Ces terres ont l'avantage, en certains endroits (Région d'AM-ZOER, Vallée de l'Ouadi Bouboula ...) de bénéficier d'une façon générale d'un plan d'eau situé à faible profondeur. Ceci favorise, dès la fin de la saison des pluies, des cultures irriguées (blé, pomme de terre, oignon, tomate ...) Disons que dans cette région, un inventaire des terres susceptibles d'être récupérées pour des cultures irriguées mériterait d'être effectué.

C/ Sol d'argile noire tropicale.

Ce type de sol occupe des surfaces très restreintes qui se localisent principalement dans la dépression Nord d'OUM-HADJE au Nord de DERESSA.

Ces sols apparaissent relativement peu évolués (pH 6,5 à 7,5 - Alcalisation faible). Les rares taches observées sont généralement incultes à l'exception de quelques parties cultivées en mil repiqué. Les remarques faites au sujet des sols argilo-sableux des regs sont valables aussi pour ces sols. Des surfaces plus importantes pourraient faire l'objet de cultures en remplissant les conditions signalées plus haut.

.../...

D/ Sol sableux à sablo-argileux.-

Comme le type précédent, ils sont assez peu abondants et étroitement localisés (dépression Nord d'OUM-HADJER, bordure des ouadis ...)

Ces sols sont généralement sableux à sablo-argileux en surface, et reposent sur un horizon profond argilo-sableux.

Ils sont pauvres en matière organique et azote et diversement pourvus en bases échangeables. Certains sont à alcalis dans leur horizon profond. Les pH sont très variables, élevés dans ce dernier cas.

Ces sols sont utilisés jusqu'à l'isohyète 300 à 400 mm pour la culture du petit mil ou du mil rouge.

2^e/ Sols steppiques.-

A/ Sol brun-rouge (série sableuse ancienne)

Ces sols occupent dans le Sud des plaines de piedmont des étendues considérables aussi importantes que celles des regs. On les retrouve aussi dans l'intérieur des massifs.

Ces sols sont constitués sur une série sédimentaire sableuse mamelonnée anciennement remaniée par les vents. Ils portent une végétation de savane arbustive à arborée au Sud, graminéenne au Nord. Ils sont bruns, brun-rouges et cette couleur se dégrade en profondeur vers des tons plus clairs.

Ces sols sont pauvres en matière organique (0,1 -0,2 %) et azote total (0,1 -0,15 ‰). Les pH légèrement acides ou neutres en surface sont franchement acides (5) en profondeur.

Le complexe absorbant est assez pauvre (S rarement supérieur à 2,5 meq %). Ces sols très sableux sont perméables. Ils sont surtout cultivés en arachide, petit mil jusqu'à l'isohyète 500 mm. Cette dernière culture est la seule observée ensuite

.../...

jusqu'à l'isohyète 250 mm. Ils sont incultes au-delà de cette limite et portent alors les paturages d'hivernage.

B/ Sol brun steppique (série sableuse ancienne)

Ils occupent des surfaces restreintes et sont étroitement localisés le long des cours d'eau tant dans les plaines de piedmont que dans les massifs du Ouaddaï.

Ils portent une végétation arbustive ou arborée généralement plus abondante que celle que l'on observe sur les précédents. Ils sont essentiellement sableux mais présentent un horizon argilo-sableux en profondeur (plaine de piedmont). Ils sont plus graveleux dans l'intérieur des massifs.

Pauvres en matière organique, azote et P2 O5, ils ont des pH légèrement acides à neutres. Le complexe absorbant a des valeurs très variables. Ces sols portent des cultures identiques à celles signalées pour les sols bruns steppiques formés sur la série sableuse ancienne.

C/ Sol brun, brun-rouge peu évolué sur granite.- Rankers.

Ces sols se localisent dans l'intérieur du Massif du Ouaddaï où ils prennent naissance principalement sur des granites ou leurs éboulis. Du fait d'une érosion intense, ils sont peu épais (40-60 cm). Dans le Sud, ils portent des savanes arbustives à arborées plus ou moins denses qui se clairsemment rapidement vers le Nord.

De texture assez variable, ces sols sont, le plus souvent, argilo-sableux. Les éléments graveleux détritiques sont abondant et augmentent avec la profondeur. Ils ont des pH généralement voisins de la neutralité. Les taux de matière organique et azote contenus dans ces sols sont faibles, généralement inférieurs à 0,4 % pour l'azote total et 0,6 % pour la matière organique.

.../...

Le complexe absorbant est généralement bien pourvu en éléments échangeables. Ca est l'élément dominant (80 % de S). K a cependant des valeurs faibles souvent inférieures à 0,25 meq %, Na est peu abondant. Les taux de P205 total relevés sont faibles

Les sols sont fréquemment incultes car trop peu épais ou fortement érodés. Ils portent cependant des cultures de mil rouge, petit mil, arachide dans les parties les plus sableuses, jus qu'à l'isohyète 500 mm (ABECHE, AM-ZOER, GUEREDA) petit mil, parfois mil (entre isohyète 500 mm et 250 mm). Ils sont incultes plus au Nord.

3^o/ Sols subdésertiques.-

Nous n'avons classé dans ce groupe que les sols sableux de l'Ennedi. Ceux-ci occupent des fosses ou des plaines de dégagement dans l'intérieur des massifs ou au débouché de ceux-ci.

Les sols sont peu épais (1 à 2 m souvent moins) et reposent sur le socle gréseux qui continue d'affleurer en bancs subhorizontaux.

Ils sont couverts d'une pseudo-steppe au tapis graminéen assez ras et discontinu.

Ces sols sont sableux, à pH neutres ou légèrement alcalins. Le complexe absorbant a une valeur assez faible. Ca représente une importante fraction de la somme des bases échangeables. K est en faible quantité souvent inférieur à 0,2 meq %, Na est peu abondant. Les taux de P205 total sont faibles 0,2 - 0,3 ‰.

Ces sols sont incultes du fait de la faible abondance des pluies. Le maigre tapis herbacé sert de pâture au bétail (bovins camelins, ovins ...) relativement abondant en Ennedi.

.../...

VI - LES GRANDES REGIONS.-

Nous avons distingué dans les plaines de piedmont six grandes régions dont aucune n'a un caractère agricole bien net du fait que nous nous trouvons à la limite septentrionale des terres cultivées ou bien que les sols à alcalis ou salés à alcalis alors dominants, se révèlent impropres à la culture (Reg).

A l'inverse la région Sud et Sud-Est, d'ABECHE et même celle d'AM-ZOER, toutes deux dans l'intérieur du massif du Ouaddaï, ont une vocation agricole plus établie.

La limite Nord de culture de l'arachide épouse sensiblement le tracé de l'isohyète 500 mm, limite théorique dans un pays où l'intensité pluviométrique varie très sensiblement d'une année à l'autre, limite réelle cependant puisque cette culture se pratique effectivement jusqu'au cours du Batha et de la Bitéa et dans l'intérieur des massifs jusqu'à AM-ZOER et GUEREDA, avec des productivités très diverses suivant les années et la latitude. La limite extrême du petit mil suit l'isohyète 250 à 300 mm passant par le Nord de DJEDAA - HARAZE et entre BILTINE et ARADA.

Au Nord de ce dernier isohyète aucune culture n'est plus observée et la région seulement parcourue par des pasteurs nomades dont les troupeaux apprécient ces paturages d'hivernage. En saison sèche, le manque d'eau amène la transhumance d'une grande partie du bétail vers les régions Sud moins déshéritées.

Toutes les cultures citées précédemment sont soumises aux aléas de saison des pluies aux intensités très variables suivant les années. La pluviométrie moyenne annuelle reflète mal dans ces régions l'aspect d'un climat aux variabilités très grandes (1)

.../...

(1) - Dans les dix dernières années ont été relevées comme pluviométries annuelles minima et maxima les chiffres suivants :

	Minima	Maxima
AM-DAM	463 (1958)	959 (1953)
ABECHE	409 (1955)	812 (1950)
BILTINE	187 (1953)	467 (1952)

Si l'intensité annuelle est importante, plus importante est encore la fraction que l'on peut qualifier d'utile pour les cultures d'où la nécessité d'une répartition pluviométrique étalée sur les mois de Juin, Juillet, Août, Septembre. C'est loin d'être le cas. Ainsi en 1959, il est tombé à AM-DAM 526 mm en 45 jours (1).

Voici sommairement, le relevé pluviométrique enregistré à AM-DAM en 1959. Dans ce poste est installée une ferme de multiplication de l'arachide (2).

10 Mai	1 mm)	
16 Mai	4,6 mm)	
5 Juin	2,1 mm)	Total 23,3 mm
12 Juin	14,1 mm)	
30 Juin	1,5 mm)	

10 Juillet	0,6 mm)	
11 Juillet	1 mm)	86,4 mm
13 Juillet	12,7 mm)	
)		

Août			286,8 mm
Septembre			129,5 mm

Les semis d'arachide du fait de l'absence de pluies suffisantes en Juin n'ont pu commencer que le 10 Juillet. S'ils l'avaient été avant cette date, après la pluie de 14 mm du 12 Juin, les semences eussent été perdues par suite d'une excessive sécheresse qui devait durer un mois. J. LOUBET explique en partie les mauvais rendements obtenus avec la variété 28.024 (522 Kg/Ha) par cette pluviométrie mal répartie qui amena à effectuer la récolte à la fin du cycle de 100 jours, entre les 20 et 27 Octobre.

.../...

(1) - Moyenne annuelle AM-DAM 778 mm.

(2) - Rapport annuel agricole J. LOUBET 1959

A titre d'autres exemples, signalons de même pour cette année 1959 assez exceptionnelle :

- la pluviométrie d'ABECHE étalée sur 5 mois en 45 jours de pluie (605,4 mm dont 138 mm en une seule tornade).

- la pluviométrie d'ADRE 491 mm en 38 jours de pluie.

Si la répartition pluviométrique est anarchique d'une année à l'autre, elle l'est aussi géographiquement pour une même année. Ainsi, en 1959 il est tombé :

			Moyenne annuelle	
GUEREDA	374,2	mm	583	mm
ABECHE	605	mm	502	mm
ADRE	491	mm	662	mm
			

Telles sont les difficultés que rencontre l'agriculteur de l'Est tchadien du fait de pluviométrie capricieuse dont la répercussion sur les rendements d'arachide, mil et plus au Nord petit mil, sont considérables.

Revoyons maintenant rapidement les principales régions et leurs activités.

I/ LES PLAINES DE PIEDMONT.

1^o/ La région Sud du Batha et de la Bitéa. est caractérisée, dans la partie étudiée, par la grande abondance de regs incultes aux sols argilo-sableux souvent à alcalis. Une mince frange de sols sableux est en cultures (mil, petit mil, arachide) le long de l'Ouadi Déréhité ou du Batha où s'observent des sols brun-rouges steppiques formés sur la série sableuse ancienne tandis qu'une fosse de faible étendue, occupée par des argiles noires tropicales cultivées en mil tardif repiqué, existe au Sud d'ASSAFIK.

Si une population très dense se concentre le long du Batha où l'eau abonde à faible profondeur en pleine saison sèche dans le cours sableux de l'ouadi, les villages ailleurs sont rares, localisés le long de la Bitéa et de l'Ouadi Déréhité.

.../...

Les possibilités d'extension culturales apparaissent ici médiocres à nulles. On peut préconiser le développement de la culture du mil repiqué dans certaines parties des regs mais ceci entraînerait une modification profonde des pratiques culturales dont nous avons déjà parlé.

La valeur pastorale de cette région est médiocre à nulle, les paturages des regs étant utilisés surtout pendant l'hivernage.

2^o/ Bassins de la Bitéa et du Batha.-

Un longcouloir alluvial couvert de marécages en saison des pluies, large de plusieurs kilomètres, correspond au tracé de la Bitéa dans son cours inférieur au sortir des massifs alors qu'après avoir traversé la série sableuse ancienne, celle-ci coule au milieu des regs stériles et nus.

Ce couloir alluvial se poursuit le long du Batha et s'élargit en une vaste fosse en forme de triangle au Nord d'OUM-HADJER. Là dominant des sols alluviaux souvent à alcalis qui portent une végétation clairsemée de "naga". Les parties en cultures sont situées au voisinage de ces deux fleuves où les villages sont relativement abondants tandis que la majeure partie de la dépression Nord d'OUM-HADJER est pratiquement inculte. Seules quelques rares buttes sableuses portent villages et cultures de petit mil et mil tandis que sur le pourtour des buttes croît encore du "berbéré" sur quelques taches de sols d'argile noire tropicale.

La valeur pastorale de cette région est sensiblement identique à la précédente.

3^o/ Bassins des ouadis Chau, Am-Zer, Bornou, et Rimé.-

Cette région est très complexe par suite d'un très grand morcellement des surfaces dû à une érosion fossile. Située entre les isohyètes 400 mm et 300 mm (et même 200 mm vers HARAZE) cette région a déjà une vocation beaucoup plus pastorale qu'agricole.

.../...

Nous y avons distingué d'Est en Ouest :

- l'ensemble sableux de l'Ouest d'ABECHE où se tiennent encore d'assez nombreux villages qui cultivent petit mil, mil, arachide sur les sols brun-rouges steppiques qui dominent.

- le reg stérile qui occupe encore des surfaces considérables où les villages sont rares, situés le long des ouadis à proximité des rares buttes sableuses où se font les cultures.

- l'ensemble sableux à l'Ouest des regs, morcelé en multiples buttes sableuses et dépressions. Les premières portent encore des cultures de petit mil et parfois de mil, les secondes sont incultes.

Des zones sableuses planes formant d'étroits couloirs longs de plusieurs dizaines de kilomètres, larges de 4 à 5 kilomètres sont des lieux anciens de passages des eaux. Elles sont couvertes par la pseudo-steppe et servent de paturages d'hivernage et de saison sèche.

Les surfaces mamelonnées de la série sableuse ancienne couvertes par la pseudo-steppe sont nombreuses et ont une utilisation identique.

Dans cette région la nappe superficielle est peu abondante souvent temporaire tandis que la nappe profonde des "saniés" est à 60-70 m.

4°/ Bassins des Ouadis Enne et Haddad.--

Cette région qui reçoit des pluviométries variant entre 350 et 200 mm est avant tout pastorale. Elle le doit à sa faible pluviométrie et à la grande abondance des surfaces sableuses mamelonnées couvertes par une pseudo-steppe graminéenne aux arbres rares. Celles-ci sont situées de part et d'autre des Ouadis Almé et Haddad.

.../...

Les villages y sont rares. La profondeur de la nappe atteint ici 20- 30 - 40 m, l'eau assez peu abondante.

Les autochtones de ces villages cultivent le petit mil et encore parfois un peu de mil.

Les regs se tiennent principalement dans le bassin de l'Ouadi Enne où ils sont incultes et portent une pseudo-steppe rase qui forme de maigres paturages d'hivernage.

Les cours d'ouadis constituent les seuls endroits où se réfugie une végétation plus dense. Le long de l'Ouadi Enne sont installés des villages. La nappe phréatique est ici moins profonde 6 - 10 m.

5^e/ Bassins des ouadis Fama, Ouagat, Kharma, Oum-Chalouba, Yedinga, Achim .-

Toute cette région est inhabitée. Elle reçoit d'une façon générale des pluviométries inférieures à 200 mm, à l'exception du cours de l'Ouadi Maba où des pluviométries de 300 à 400 mm sont observées.

Cette région est caractérisée par l'absence d'eau souterraine et les quelques rares puits que l'on observe, certes peu profonds, sont vite taris. En saison sèche, cette région est déserte, abandonnée de ses habitants qui y reviendront avec leurs troupeaux à partir de Juillet.

Des regs très démantelés dominant ici. La vaste pénéplaine est découpée par de nombreuses ravines en de multiples plateaux. Vers l'Oucst, dans les cours inférieurs des ouadis, vont réapparaître les regs classiques au sol argilo-sableux et les longues traînées de sable orientées qui jalonnent les anciens cours mais, là encore, l'eau fait défaut. Seule la région de MATADJENE a paru intéressante. Il existe là des sols sur alluvions fluviales récentes de bonne qualité mais en grande partie incultes parce que transformés en marécages en saison des pluies. En saison sèche, une nappe trop profonde ne permet pas de cultures

.../...

irriguées. Des aménagements d'hydraulique pastorale prévus dans cette région (barrages de retenue d'eau) pourraient être mis à profit pour chercher à étendre le périmètre des cultures aux sols alluviaux. Ceux-ci pourraient alors, suivant l'importance des ouvrages réalisés, être utilisés soit en cultures irriguées de saison sèche (cultures maraîchères, blé, pomme de terre ...) soit en cultures d'hivernage si des travaux d'assainissement se révélaient possibles.

La valeur pastorale de ces regs démantelés de piedmont apparaît très médiocre. Le tapis graminéen ras cède souvent la place au cailloutis quartzeux qui recouvre la surface du sol. Seules les taches sableuses de la série sableuse ancienne orientées Est-Ouest ont un couvert graminéen à peine plus fourni sous ces pluviométries.

A l'Ouest de la route ARADA-OUN CHALOUBA dans les cours moyens des ouadis où l'érosion est moindre, la valeur des pâturages que nous avons observés en Avril-Mai était aussi médiocre, le tapis graminéen pelé à l'exception des bordures d'ouadis.

6°/ Bassins des Ouadis Haouach, Oun-Hadjer, Chili, Saala .-

Cette région qui nous conduit aux pieds des massifs de l'Ennedi est analogue à la précédente par son absence de points d'eau permanents, ses regs démantelés, la grande médiocrité de ses pâturages.

II - LE MASSIF DE L'ENNEDI .-

Il offre peu d'intérêt du point de vue agricole en dehors de quelques rares palmeraies qui, à l'exemple de celle de FADA, portent sous leur ombrage grâce à un plan d'eau proche de la surface du sol, des cultures irriguées de blé, petit mil, orge, cultures maraîchères d'oignon, pastèque, melon, courge, salade, tomate ...

Le tapis graninéen qui se présente par touffes est très discontinu. Sa densité comme dans toutes ces régions sahariennes est fonction de l'intensité des pluies de l'année. Il permet cependant la subsistance d'un troupeau relativement abondant de camelins, ovins, bovins qui s'abreuvent en saison sèche aux gueltas, mares permanentes suintant des grès.

III - LE MASSIF DU OUADDAI.-

Nous pénétrons là dans des régions plus purement agricoles.

1°/ La région Nord-Est de BILTINE Sud de MATADJENE. reçoit des pluviométries inférieures à 500 mm. Sols squelettiques et sols argilo-sableux brun-rouges peu épais sur granite y dominent tandis que les vallées sont occupées par des sols arénacés sableux. Des sols bruns steppiques formés sur la série sableuse ancienne existent par taches.

Les autochtones de race Zagaoua ont une agriculture assez rudimentaire qui s'explique par la modicité des pluies. Ils cultivent cependant petit mil, mil blanc et rouge ... qui arrivent à maturité en Octobre quand la pluviométrie de l'année a été favorable.

2°/ La région d'AM-ZOER.-

Dans cette région beaucoup plus accidentée que la précédente par suite d'abondants filons de microgranites, les sols squelettiques abondent. Les sols argilo-sableux peu épais sur granite portent des champs de mil tandis que les sols sableux de la série ancienne sont cultivés en petit mil ou arachide.

Les cours des ouadis méritent une mention spéciale pour leurs terrasses alluviales de texture variable où se pratiquent des cultures irriguées de saison sèche : blé, pomme de terre, oignon, tomate, piment ...

.../...

La nappe phréatique située souvent à faible profondeur (2 - 3m) est abondante. Une population d'Abou Charib se concentre le long de ces ouadis Bouboula, Ourkillé, Abterma, Mandjobo et ses affluents (Am-Zoer, Anouma, Noudouba, Amia ...)

Cette région est intéressante par le développement agricole qu'elle est susceptible de prendre. Ce sont les terrasses des ouadis Bouboula et Mandjobo qui semblent à première vue les plus susceptibles d'aménagement. Avant d'envisager tout aménagement, toute création de paysannat dans cette région, il serait bon d'y entreprendre une étude agronomique, pédologique, humaine et économique. L'étude agro-pédologique ayant pour but de déterminer de façon précise les superficies susceptibles d'être récupérées, la valeur des sols de ces terrasses, la profondeur de la nappe phréatique et la variation de celle-ci dans le courant de l'année, l'importance des crues afin de déterminer et de prévoir les inondations et les aménagements à effectuer. L'étude pédologique que nous avons faite dans cette région n'était que préliminaire puisque ne se limitant pas à l'étroit cadre de la région d'AM-ZOER. Une étude plus approfondie demanderait la prospection systématique à l'aide de photos aériennes des terrasses des ouadis cités plus haut. Une telle étude par les perspectives qu'elle offre mériterait d'être entreprise.

Région Sud et Sud-Est d'ABECHE.-

Cette région ressemble aux deux précédentes tout en étant beaucoup moins accidentée que celle d'AM-ZOER. L'érosion y apparaît moins grande et de nombreux massifs, surtout ceux de l'Ouest sont ensablés sous des sédiments de la série ancienne.

La végétation est plus abondante, moins clairsemée dans ces régions où la pluviométrie est supérieure à 500 mm.

Les sols qui dominent sont sableux, sablo-argileux, argilo-sableux peu épais sur granite. Ils portent généralement les cultures de mil.

.../...

On observe également des vestiges d'ancien reg stérile en voie de démantèlement.

Les ouadis ont des terrasses de faible étendue argilo-sableuses, argilo-limoneuses, très boisées, le plus souvent incultes. On y observe cependant quelques pieds de coton des plantations de tomates, courges, gombo. Nous n'y avons pas noté de cultures irriguées de saison sèche.

Les sols brun-rouges steppiques formés sur la série sableuse ancienne abondent dans cette région. Ils sont généralement cultivés de façon intensive et portent petit mil et arachide.

Cette région, peuplée de Ouaddaiens, est essentiellement agricole.

Un effort administratif y a été entrepris pour développer la culture de l'arachide. Nous avons dit au début de ce chapitre les aléas que peut subir cette culture du fait d'une pluviométrie dont la répartition apparaît particulièrement capricieuse suivant les années.

x

x

x

Les problèmes d'érosion sont particulièrement importants dans le massif du Ouaddaï. Aucune étude sérieuse n'a été entreprise jusqu'ici pour les résoudre.

Cette érosion est à la fois pluviale et éolienne.

L'érosion pluviale intéresse les parties les plus accidentées du massif et principalement les sols sablo-argileux, argilo-sableux peu épais sur granite. Elle porte naturellement sur les parties cultivées où la végétation arbustive ou arborée primitive a disparu. Le système de billonnage adopté par les

.../...

autochtones quand celui-ci est correctement exécuté c'est à dire sensiblement perpendiculaire à la pente du terrain, amoindrit cette érosion. D'une façon générale, ce sont les sommets des mamelons au relief adouci qui sont en cultures. Les pentes, très ravinées, laissent voir les affleurements nombreux du socle.

Des cultures en terrasses telles que l'on pourrait les préconiser seraient valables dans un premier stade à l'échelon d'une ferme expérimentale ou d'un village témoin. Il nécessiterait, au départ, une main d'oeuvre importante et, par la suite, un entretien sérieux des ouvrages installés. Rappelons ici ce mode de cultures en terrasses pratiqué dans les monts Mandara au Nord Cameroun par les populations Kirdis qui, refoulées autrefois des plaines vers l'intérieur du massif par les Fulbés ont entrepris alors l'aménagement d'un sol ingrat de façon à pouvoir subsister.

L'érosion éolienne intéresse principalement les sols sableux de la série ancienne que l'on observe en grande abondance au Sud et Sud-Est d'ABECHE dans l'intérieur du massif mais aussi dans les plaines de piedmont comme à AM-DAM, OUM-HADJER ou au voisinage d'ABECHE.

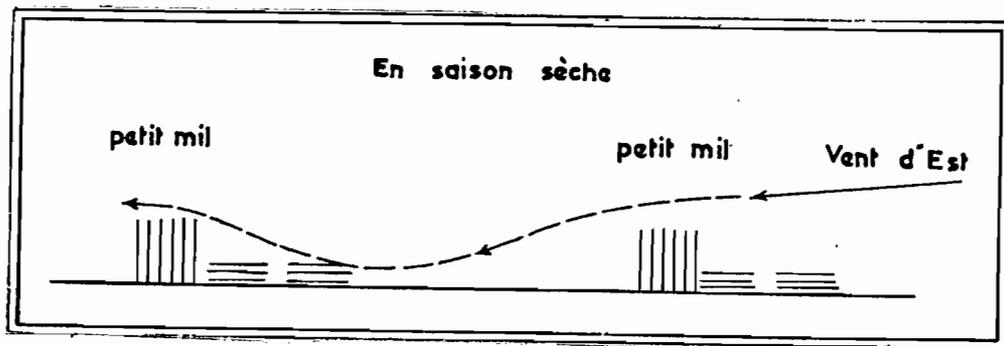
Le matériau sableux et quartzeux qui compose cette série a une granulométrie assez grossière (généralement plus de 60 % de grains compris entre 0,2 mm et 2 mm). D'origine fluviatile, il a été remanié anciennement ainsi que le prouve les grains de sable arrondis et dépolis et les petits mamelons multiples orientés Sud-Nord fixés aujourd'hui par une végétation arbustive au Sud, graminéenne au Nord, que nous percevons sur le terrain.

Quand cette végétation naturelle disparaît à la suite de défrichement en vue de cultures, ces sables se remettent en mouvement. Des mouvements de reptation ou de saltation des grains de sable prennent rapidement une grande importance sur les champs de grande superficie où les mouvements atteignent vite leur maximum. Il existe une vitesse critique du vent, vitesse

.../...

inférieure à partir de laquelle commence le transport. Quand le sol est recouvert de sa végétation naturelle, cette vitesse limite n'est que rarement atteinte, le vent étant freiné principalement par le couvert graminéen arbustif ou arboré. Le transport est alors faible.

Certaines cultures comme celle de l'arachide laisse le sol à nu pendant la période de l'année la plus défavorable, de Novembre à Juin, période pendant laquelle soufflent des vents d'orientation générale Est-, Sud Est, Nord-Est. Ce vent est un élément destructeur du sol puisqu'il en enlève la couche superficielle, la plus riche en matière organique. Pour limiter les effets néfastes ainsi causés, la méthode de culture la plus rationnelle apparaît être celle de bandes de cultures perpendiculaires au vent dominant, séparées les unes des autres par des bandes où on laissera la végétation primitive ou bien que l'on plantera en petit mil. Les tiges de mil seront laissées sur place après le ramassage des épis ou couchées en partie sur le sol comme le montre le croquis ci-dessous. Cette seconde pratique permettrait d'augmenter les superficies cultivées en arachide.



L'expérimentation dira quelle pratique est la meilleure. De même l'espacement des bandes restent à déterminer. Cet espacement est fonction de la hauteur de l'écran utilisé.

Disons, pour terminer, que l'érosion pluviale et éolienne vont faire, dès cette année, l'objet d'études et de mesures.

.../...

Pour conclure, nous retiendrons de cette étude les diverses possibilités offertes tant en matière d'agriculture que d'élevage.

AGRICULTURE.-

Possibilités offertes :

- par la région Sud et Sud-Est d'ABECHE située à l'Est de la route ABECHE-AM DAM où la culture de l'arachide pourrait être développée là sur les sols bruns steppiques sableux des séries sableuses ancienne et récente, abondants ici, en tenant compte des réserves formulées plus haut (protection contre l'érosion éolienne par l'utilisation de cultures en bandes alternées).

Les variétés d'arachide choisies devront être de cycle court (100 jours. C'est d'ailleurs ce vers quoi s'est orienté le service de l'Agriculture en introduisant à la ferme expérimentale d'AM-DAM la variété 28.204.

On peut prévoir que dans toute cette région les rendements seront particulièrement sensibles aux irrégularités d'une pluviométrie capricieuse.

- par la région d'AM-ZOER où les cultures irriguées de saison sèche (blé, pomme de terre, tomate, piment ...) sont susceptibles de prendre un grand développement sur les terrasses de nombreux ouadis : Bouboula, Mandjobo ... Les possibilités d'extension mériteraient une étude pédologique et agronomique complémentaire de façon à résoudre les divers problèmes en suspens (superficies récupérables, profondeur et variation de la nappe phréatique en saison sèche ...) mais aussi une étude économique et sociale qui déterminerait la concentration et la vocation des populations qui occupent cette

.../...

région, les débouchés que pourraient trouver, sur le marché local, les produits excédentaires à la consommation.

- par la région Sud de MATADJENE où des sols sur alluvions fluviales récentes de bonne qualité sont abondants mais ceci sous des pluviométries de 300 à 400 mm. Une étude pédologique détaillée de cette région mériterait d'y être faite si des aménagements d'hydraulique pastorale devaient être effectués (barrages de retenue d'eau ...) comme primitivement prévus.

Ces sols pourraient alors être utilisés en cultures irriguées de saison sèche (cultures maraîchères, blé, pomme de terre ...) soit en cultures d'hivernage, après des travaux d'assainissement.

ELEVAGE.-

La valeur des paturages est en relation étroite avec le sol qui les porte. La carte au 1/200.000^{ème} que nous avons dressée de ces régions a donc une particulière importance pour le Service de l'Élevage.

Les sols argilo-sableux à alcalis des regs que l'on trouve à l'Ouest et Sud-Ouest d'ABECHE, au Sud d'OUM-HADJER et dans le bassin de l'Ouadi Enne, portent des paturages d'une valeur très médiocre, composés principalement d'un tapis ras de Schoenfeldia gracilis et Aristida funiculata tandis que des plages de Cymbopogon sp. poussent dans les parties basses, plus argileuses. Ce tapis est interrompu de plages stériles couvertes par le cailloutis quartzeux roulé.

Ces regs sont des paturages d'hivernage assez médiocres et de très mauvais paturages de saison sèche, le tapis graminé en disparaissant pratiquement en totalité dès Décembre-Janvier.

.../...

Des constatations identiques sont valables pour les sols sur alluvions fluviatiles récentes à alcalis mais l'étendue de ceux-ci est extrêmement limitée si l'on excepte ceux de la fosse Nord d'OUM-HADJER.

Des observations identiques ont été faites à l'Ouest de la route ARADA- OUM CHALOUBA, limite arbitraire entre des regs du type précédent et des regs très démantelés qui se poursuivent vers l'Est jusqu'aux pieds des massifs du Kapka et de l'Ennedi. La valeur pastorale de ces regs très démantelés, aux sols ~~sablo-argileux~~ ou argilo-sableux à alcalis couverts d'un abondant cailloutis est encore plus mauvaise que celle des précédents.

Les travaux d'hydraulique entrepris dans cette région (Nord-Ouest d'ARADA) apparaissent très illusoire et les efforts de cette nature devraient porter sur d'autres régions dont nous parlerons en suivant.

Les sols bruns ou brun-rouges steppiques occupent des surfaces considérables au Nord d'ATI où se situe le Ranch de l'Ouadi Rimé, au Sud-Ouest et Nord-Ouest d'OUM-HADJER et enfin dans les bassins des ouadis Almé, Enne et Haddad. Dans le Sud, ces sols portent des savanes arbustives à Combretum glutinosum, Guiera senegalensis ... et tapis graminéen de Ctenium elegans, Cenchrus biflorus, Aristida diverses ...

Au Nord du parallèle 13°30' de latitude Nord apparaît une pseudo-steppe aux arbres rares, à tapis graminéen bien développé : Aristida mutabilis, pallida, adscensionis, stipoides, papposa ... Cenchrus biflorus, Eragrostis tremula, Panicum turgidum ... tandis que le strate herbacé est composé de Chrozophora senegalensis, Cassia obovata, Indigofera sp., Crotalaria sp., Tephrosia sp.....

Si dans le Sud, pourtour ou intérieur des massifs du Ouadai, ces sols sont principalement utilisés pour les cultures (petit mil, arachide), au Nord, ils constituent d'excellents

.../...

paturages d'hivernage et de saison sèche.

La limite Nord de ces bons paturages peut être située , d'après les observations faites au Nord et Nord-Ouest d'ARADA ainsi que dans la vallée du Bahr el Ghazal entre MOÛSSORO et KORÓ-TORO, à l'isohyète moyen de 150 à 200 mm, limite au-delà de laquelle le tapis graminéen s'amenuise rapidement, devient ras et discontinu. Il est alors souvent à Aristida papposa

Dans les limites que nous venons de donner des travaux d'hydraulique pastorale, création de puits, de citernes, d'afirs dans le cours des ouadis, essais de suralimentation de nappe par des canaux de dérivation ... s'avèrent indispensables dans un pays à vocation pastorale où l'eau est rare sinon totalement absente en saison sèche.

B I B L I O G R A P H I E

- ABADIE .- Mise au point des connaissances géologiques et hydrogéologiques sur la coupure au 1/1.000.000 ème d'ABECHE
- AUBERT .- Les sols hydromorphes d'A.O.F.
- AUBERT.- Les sols de la France d'Outre-Mer
- AUBREVILLE.- Flore forestière soudano-guinéenne AOF-Cameroun-AEF.
- BOUTEYRE .- Etude pédologique du Goz d'AM-DAM
- BRAQUAVAL.- Etude d'écoulement en régime désertique
Campagne 1957 Massif de l'Ennedi
- ROCHE .- Campagne 1958 Massif de l'Ennedi
- ROCHE .- Campagne 1959 Massif de l'Ennedi et plaine de Mortcha
- ERHART-PIAS-LENEUF.- Etude pédologique du Bassin alluvionnaire du Logone-Chari
- FRANTZ-ABADIE.- Contribution à la connaissance de la stratigraphie et climatologie du quaternaire dans le bassin Tchadien
- GILET .- Rapport sur une mission scientifique dans l'Ennedi et au Mourdi
- HERVOUET .- Le B.E.T
- HUDELEY-VINCENT-WACRENIER.- Mission d'exploration géologique et minière des confins Nord au Tchad (Borkou-Ennedi-Tibesti) Mission 1956-1957.
- KOECHLIN J. - Rapport de mission botanique dans le territoire du Tchad Novembre-Décembre 1955.
- LCUBET J. - Etude agricole sur le paysannat de l'Ouadi Bouboula
- LOUBET J. - Rapport annuel agricole 1959
- PIAS J. - Sédimentation au quaternaire dans l'Est de la cuvette tchadienne (Massifs du Ouaddaï et de l'Ennedi. Plaines de piedmont.)

PIAS J. - Essai de classification des sols du Tchad

SERVICE HYDROLOGIQUE DU CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES .-
Etude d'écoulement en régime sahélien . Bassin du Batha

TIXIER J. -BESLON M. THIEBAUT M.-BOUCHARDEAU A.- Recherches hydrolo-
giques dans les régions du Batha, du Guera et de l'Ouad-
daï.