

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

SECTION DE PÉDOLOGIE

ÉTUDE du PÉRIMÈTRE de REBOISEMENT
d'EL AMADJI

J. PIAS

J. BARBERY

DATE

MARS 1960

PUBLICATION N°

6010

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

SECTION PEDOLOGIE

ETUDE DU PERIMETRE DE

REBOISEMENT

D'ELAMADJI

J. PIAS

Maître de Recherches

J. BARBERY

Agent Technique

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
INTRODUCTION	3
I- <u>GENERALITES.</u> -	4
II - <u>VEGETATION</u>	8
<u>Savane arbustive plus ou moins dense</u>	8
<u>La végétation des sols de "Naga"</u>	8
<u>Savane armée</u>	9
III - <u>LES SOLS.</u> -	9
1°/ SOLS SABLEUX A SABLO-ARGILEUX	9
2°/ SOLS SABLEUX A SABLO-ARGILEUX A ALCALIS OU SALES A ALCALIS	11
3°/ SOLS SABLEUX A ARGILO-SABLEUX A ALCALIS OU SALES A ALCALIS	14
4°/ ARGILES NOIRES TROPICALES A ALCALIS	15
IV - <u>PERMEABILITE (Méthode de Muntz)</u>	17
V - <u>TABLEAUX D'ANALYSES</u>	19
VI - <u>CONCLUSIONS</u>	23
METHODES D'ANALYSES	28
BIBLIOGRAPHIE	29

I N T R O D U C T I O N

Cette étude, demandée par le Service des Eaux et Forêts, fut inscrite au programme de Pédologie de 1959 par le Bureau des Sols d'A.E.F réuni à BRAZZAVILLE en Octobre 1958.

Les travaux sur le terrain ont été effectués en Février 1959. Les analyses des échantillons furent faites soit au Laboratoire du Centre de Recherches Tchadiennes à FORT-LAMY, soit à celui de l'I.D.E.R.T à BONDY.

I - GENERALITES .-

La création du périmètre d'EL AMADJI fut décidé en 1952 . Elle avait pour but l'étude du reboisement des sols situés autour de FORT-LAMY, sols très touchés par le défrichage pratiqué en vue de cultures et surtout par la recherche de bois pour les feux (bois de ménage, briquetterie). Il fut donc implanté des espèces réputées poussant rapidement et pouvant fournir des quantités appréciables de bois en des temps relativement courts. Ces espèces furent principalement :

Dalbergia sissos	Albizzia Lebbeck
Azadirachta indica	Acacia scorpioides

On s'aperçut très vite que la venue de ces arbres était particulièrement hétérogène et de grands ensembles s'avèrent stériles malgré des essais divers et des répétitions multiples. A quoi était dû ce phénomène ? C'est le problème qui nous a été posé et que nous chercherons à résoudre ci-après.

El Amadji est situé à une quinzaine de kilomètres au Nord de FORT-LAMY, c'est à dire qu'il bénéficie des conditions climatiques de cette dernière ville que nous rappellerons dans le tableau ci-dessous.

Le périmètre de reboisement se trouve en bordure d'un ancien et important défluent du Chari qui prend naissance à FORT-LAMY : l'Ouadi El Biher. Ce défluent est à l'origine des sédiments que l'on observe et qui en constituent le bourrelet. Ceux-ci sont de nature sableuse ou argilo-sableuse et se superposent aux argiles d'origine lacustres que l'on perçoit à l'extrémité Ouest de la station.

La topographie est de pente douce d'Est en Ouest, de l'Ouadi El Biher vers la dépression argileuse.

.../...

PLUVIOMETRIE.-

PORT-LAMY	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL	
Moyenne sur 22 ans	mm	0	0	0,1	5,3	36,1	62,5	150,9	255,9	92,4	23,4	0,7	0	627,3
Nbre de jours		0	0	0	1	6	8	13	18	10	3	0	0	59

TEMPERATURE.- FORT-LAMY : Moyenne sur 17 ans.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ANNEE
Minima moyenne	13,8	15,5	19,4	23,3	24,9	23,9	22,9	22,1	22,3	21,9	17,4	14,8	20,5
Maxima moyenne	33,7	35,6	39,2	41,4	40	37,9	33,8	30,9	33,1	36,7	36,7	34,2	36,1

EVAPORATION.- en mm moyenne de 1936 à 1958 (1947 non compris)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
	376,8	390,7	504,7	476,8	376,3	285,8	159,4	75,3	101,6	207,9	336,7	365,3	3657,3

HYGROMETRIE : Moyenne sur 8 ans (1950 à 1957)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
7 H	52	45	44	41	55	75	86	92	91	79	56	52
13 H	17	12	17	16	26	40	59	71	64	37	20	17
19 H	31	23	24	24	33	51	70	82	80	53	43	35

.../...

1°/ Indice d'aridité de de Martonne $\frac{P}{T + 10}$

P pluviométrie moyenne annuelle
 T Température moyenne annuelle

FORT-LAMY 16,4

2°/ Indice de drainage d'Hénin $D = \frac{P_3}{1 + P_2}$

P pluviométrie moyenne annuelle
 $\delta = \frac{1}{0,15T - 0,13}$

$\delta = 1$ Limon
 $\frac{1}{2}$ Argile
 2 Sable

	Sable	Argile
FORT-LAMY	97	28

3°/ Evaporation
Pluviométrie

FORT-LAMY $\frac{3657,3}{627,3} = 5,8$

L'indice de drainage de Hénin tendrait à faire classer les sols sableux, sablo-argileux d'El Amadji parmi les sols bruns steppiques à la limite cependant des sols ferrugineux tropicaux. En fait, il n'en est rien, d'autres facteurs : engorgement des horizons de profondeur, stagnation des eaux en surface en saison des pluies déterminent l'apparition de caractères d'hydromorphie : taches rouilles ou noirâtres, concrétions ferrugineuses (sol sableux à sablo-argileux), concrétions calcaires (sol argileux).

Ce sont donc des sols hydromorphes que nous observerons dans la plupart des cas. Dans ceux-ci une nappe phréatique actuelle ou ancienne détermine ou a déterminé des phénomènes de remontée importants des solutions du sol, par suite d'une évaporation intense. Ceci se traduit par l'apparition de sols à alcalis (fixation de Na sur le complexe absorbant) ou de sols salés (sels solubles en quantités importantes $SO_4 Na_2 - CO_3 Na_2$).

Les zones à alcalis ou salées à alcalis sont facilement repérables en terrain sableux, sablo-argileux, argilo-sableux par une végétation typique aux arbres et arbustes rares. Ces sols portent le nom de "Naga" en arabe du Tchad.

En sol argileux, au contraire, rien ne décèle bien souvent, l'excès de Na.

Ces phénomènes de remontée ont pour effet :

- un relèvement des pH : 8,5 sols à alcalis, 8,5 - 10,5 sols salés.
- une saturation du complexe absorbant par différents cations où Na est en quantité importante.
- la présence de sels solubles qui se traduit par un horizon à pseudo mycelium en partie calcaire ou des efflorescences superficielles plus ou moins abondantes.

Ces sels solubles sont principalement des sulfates et carbonates. Les chlorures sont rares. Les cations sont en majeure partie du Na, parfois Ca ou Mg, rarement K.

Les conséquences secondaires sont la dégradation des propriétés physiques. Les sols ont une structure et une perméabilité mauvaises. Dans les horizons à alcalis ou salés à alcalis, sablo-argileux à argilo-sableux, la structure est cubique ou polyédrique fine, la compacité très forte.

Dans les sols argileux, il y a bien souvent peu de changement de la structure du sol par rapport au type normal déjà très compact.

La limite arbitraire entre les types normaux et les types à alcalis est donnée par le rapport Na/Ca échangeable proche de 15 % ou par un rapport Na/Capacité d'échange supérieur à 10 ou 12 %.

Pour les sols salés, nous avons adopté la classification américaine basée sur la conductivité à 25° de l'extrait de saturation de la pâte de sol.

II - LA VEGETATION.

Nous parlerons seulement ici de la végétation naturelle dont on observe encore quelques vestiges.

On note trois groupements floristiques principaux :

Savane arbustive plus ou moins dense. - Elle se localise dans les parties les plus sableuses et est relativement riche en espèces.

Nous avons remarqué près du Profil n° 7 en bordure de la route FORT-LAMY - MASSAKORY :

Acacia senegalensis	Faidherbia albida
Zyziphus mauritiaca	Balanites aegyptiaca
Bauhinia rufescens	Acacia seyal
Calotropis procera	Indigofera sp.

Tapis graminéen dense à dominance de *Penisetum* sp également *Eragrostis* sp., *Enchurus biflorus*. En certains endroits *Acacia senegalensis* devient l'élément dominant associé à *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*. Le tapis graminéen est à base de *Chloris* sp.

La végétation des sols de "Naga". - Elle occupe ici de très grandes surfaces. Les sols portent une végétation arbustive très clairsemée qui se limite à quelques espèces :

Acacia seyal	Capparis sp.
Acacia senegalensis	

Ces dernières se réfugient d'ailleurs souvent sur de petits monticules sableux tandis que les intervalles situés entre les buttes sont dépourvus de toute végétation.

Le tapis graminéen est très court, discontinu, constitué de *Schoenfeldia gracilis*, *Aristida* sp.....

La savane armée.- Elle occupe les sols argileux localisés dans les bas-fonds. Elle est à dominance ici d'*Acacia scorpioides* avec quelques *Acacia seyal*. Le strate herbacé est à base d'*Hygrophyla spinosa*.

III - LES SOLS.-

Les sols du périmètre de reboisement d'El Amadji se rangent parmi les sols hydromorphes.

Nous distinguerons d'après la texture , l'alcalisation et la salinité :

- sols sableux à sablo-argileux à hydromorphie plus ou moins profonde ;
- sols sableux à sablo-argileux à alcalis ou salés à alcalis "Naga" ;
- sols sablo-argileux à argilo-sableux à alcalis ou salés à alcalis "Naga";
- argiles noires tropicales.

1°/ LES SOLS SABLEUX A SABLO-ARGILEUX.

Ces sols occupent les parties hautes du périmètre de reboisement. Ils s'observent par taches discontinues, d'étendues diverses.

.../...

Ils portent soit la savane arbustive plus ou moins dense à *Acacia senegalensis*, *Acacia seyal*, *Bauhinia rufescens* soit des reboisements d'assez belle venue de *Dalbergia sissoo* et *Neem*.

Le tapis graminéen dans les deux cas est haut et bien fourni.

Les profils de sol présentent généralement un horizon supérieur gris, gris-beige, gris-brun plus ou moins épais (50 -70 cm) sableux à sablo-argileux à structure fondue et compacité faible. L'horizon inférieur est beige, jaunâtre avec des taches rouilles d'hydromorphie plus ou moins nombreuses. Sablo-argileux, sa structure est polyédrique moyenne, sa compacité plus forte.

Nous avons donc affaire à des sols à tendance évolutive de sol brun steppique (horizon supérieur) mais à hydromorphie profonde par suite d'un niveau d'engorgement (horizon inférieur).

Nous décrirons le Profil 1 prélevé à l'extrémité Nord du périmètre étudié.

- 0 - 80 : horizon gris-brun sableux passant à brun très clair en profondeur. Structure fondue sur 40 cm puis à tendance polyédrique ensuite. Compacité faible.
- 80 -150 : horizon beige jaunâtre à taches rouilles sablo-argileux. Structure polyédrique moyenne Compacité assez forte.

Ces sols sont pauvres en matière organique et azote. Relativement bien pourvus en bases échangeables où Ca est abondant, plus de 70 % de S (Somme des bases échangeables). Celle-ci croît avec la profondeur.

Les pH neutres ou légèrement alcalins en surface, sont souvent très alcalins en profondeur et Na peut être particulièrement abondant dans l'horizon hydromorphe. Dans cet horizon la présence de sels solubles apparaît fréquente. Ce sont, comme toujours, des carbonates et sulfates de sodium qui dominent.

Les perméabilités effectuées sur le terrain par la méthode de Muntz sont bonnes malgré des quantités importantes de sable fin.

ECHANTILLONS		11	12	13
Profondeur		0 -20	40-60	120
pH	KCl	6,8	7,2	7,5
	eau	7,5	8	9
<u>GRANULOMETRIE</u>				
Sable grossier	%	11	13	10
Sable fin	%	78	75	58
Limon	%	5	5	10
Argile	%	6	7	22
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>				
Mat.org.totale	%	0,8		
Azote total	%	0,56		
Carbone	%	0,46		
C/N		8		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>				
Ca meq	%	4,1	4,3	10
Mg meq	%	1,6	2,1	6,81
K meq	%	0,89	0,85	0,65
Na meq	%	0,15	0,07	1,56
S meq	%	6,74	7,32	19,02
Na/Ca échang.	%			15,6
<u>SELS SOLUBLES</u>				
Ca meq	%	0,4	0,2	0,15
Mg meq	%	0,3	0,4	0,19
K meq	%	0,52	0,44	0,1
Na meq	%	0,03	0,03	1,49

2 / LES SOLS SABLEUX A SABLO-ARGILEUX A ALCALIS OU SALES A ALCALIS.

Ces sols sont surtout localisés dans la partie Sud du périmètre de reboisement.

.../...

Ils portent la végétation très clairsemée des sols de "Naga" où *Acacia senegalensis* et *Acacia seyal* sont les rares espèces observées.

La végétation se tient fréquemment sur les petites buttes sableuses que séparent des espaces nus, dépourvus de toute végétation arbustive. Le strate graminéen est ras, composé de *Schoenfeldia gracilis* et *Aristida* sp. Les essais de reboisement, dans ces parties sont particulièrement décevants et vont de l'échec total (Profil 8) à une réussite très médiocre (Profil 6).

La sédimentation qui a donné naissance à ces sols est la même que celle des sols précédents mais l'hydromorphie est ici visible dès la surface. Elle est responsable de l'aspect nouveau du terrain et de la raréfaction de la flore.

Les profils de sol présentent généralement en surface un horizon sableux particulière de couleur beige, peu épais (5 à 10 cm) qui recouvre un horizon beige jaunâtre à taches rouilles de plus en plus nombreuses en profondeur et pseudo-mycelium. Cet horizon est très compact. Sa structure est cubico-polyédrique ou polyédrique moyenne à fine à cohésion très forte. En profondeur, l'horizon devient moins compact en même temps que s'observent des concrétions ferrugineuses hématisées.

Nous décrivons ici le Profil 8

- 0 - 5 : horizon sableux gris-beige. Structure particulière.
- 5 - 10 : horizon sableux de couleur brun clair très compact. Structure cubique à cohésion forte.
- 10 - 80 : horizon sableux beige jaunâtre à taches d'hydromorphie et pseudo-mycelium sous forme de points blancs. Compact. Structure polyédrique.
- 80 -100 : horizon identique présentant des concrétions ferrugineuses noires.

L'horizon supérieur sableux particulière est fréquemment décapé par l'érosion pluviale ou le vent. L'horizon inférieur est mis à nu.

Ces sols, comme les précédents, sont pauvres en matière organique et azote. Ils sont bien pourvus en bases échangeables où Na est particulièrement abondant surtout dans les horizons profonds où s'observent des rapports Na/Ca % très élevés qui font de ces sols des sols à alcalis.

Le sodium s'observe aussi à l'état de sels solubles (carbonates et sulfates) en quantité importante. La conductivité de l'extrait de saturation de la pâte de sol est supérieure à la limite de 4 millimhos des sols salés.

Les pH sont très alcalins 9- 10.

La perméabilité de ces sols (Méthode de Muntz) est faible à nulle. Ceci est dû à la mauvaise structure, conséquence de l'excès de sodium fixé sur le complexe absorbant du sol. En saison des pluies les eaux stagnent sur le terrain en multiples petites mares.

: ECHANTILLONS		: 81	: 82	: 83	:
: Profondeur		: 0-5	: 5-20	: 60-80	:
: pH	KCl	N	: 6,4	: 7,7	: 9,6
:	eau	:	: 7,8	: 9,7	: 10,4
: GRANULOMETRIE		:	:	:	:
: Sable grossier	%	: 6	: 6	: 2	:
: Sable fin	%	: 86	: 78	: 75	:
: Limon	%	: 5	: 5	: 7	:
: Argile	%	: 3	: 11	: 16	:
: MATIERE ORGANIQUE		:	:	:	:
: Mat.org.tot.	%	: 0,55	:	:	:
: Azote total	%o	: 0,40	:	:	:
: Carbone	%	: 0,31	:	:	:
: C/N	:	: 8	:	:	:
: BASES ECHANGEABLES		:	:	:	:
: Ca meq	%	: 1,50	: 6,4	: 5,05	:
: Mg meq	%	: 0,78	: 0,7	: 0,81	:
: K meq	%	: 0,12	: 0,16	: 0,45	:
: Na meq	%	: 0,17	: 3,22	: 15,27	:
: S meq	%	: 2,57	: 13,05	: 21,58	:
: Na/Ca échang.	%	: 11,3	: 50,3	: 302,4	:
: SELS SOLUBLES		:	:	:	:
: Ca meq	%	: 0,25	: -	: -	:
: Mg meq	%	: 0,12	: -	: 0,19	:
: K meq	%	: -	: 0,13	: -	:
: Na meq	%	: 0,32	: 2,57	: 6,13	:
: Extrait saturation C 25°	:	:	:	: 5	:

.../...

3^e/ LES SOLS SABLO-ARGILEUX A ARGILO-SABLEUX A ALCALIS OU SALES A ALCALIS .

Ils occupent principalement la partie Nord-Est de la station et s'observent, par ailleurs, un peu partout par taches .

De nature argilo-sableux avec des recouvrements superficiels sablo-argileux, ils portent une végétation aussi clairsemée que le type de sol précédent. Les essais de reboisement ont été ici aussi des échecs.

Les profils de sols présentent en surface un horizon gris, gris-beige généralement compact à structure polyédrique à texture sablo-argileuse recouvert fréquemment de petits amas calcaires ou fines concrétions ferrugineuses. L'horizon inférieur est brunâtre ou jaunâtre argilo-sableux à taches rouilles plus ou moins abondantes. La compacité est très forte, la structure polyédrique fine. L'ensemble est massif. On observe quelques masses calcaires. En profondeur, les taches rouilles sont généralement plus abondantes ainsi que les concrétions ferrugineuses noires.

Nous citerons ici le Profil 11

- 0 - 30 : horizon gris sablo-argileux. Très compact
Structure polyédrique moyenne à fine à cohésion moyenne. Pseudo-mycelium abondant.
- 30 - 80 : horizon beige jaunâtre argilo-sableux. Taches rouilles et petites concrétions ferrugineuses. Structure polyédrique plus grossière. Présence d'amas calcaires.
- 80 - 130 : horizon identique taches rouilles de plus en plus abondantes.

Les caractères physico-chimiques de ces sols sont les mêmes que pour les sols précédents. Ce sont des sols à alcalis ou salés à alcalis au complexe absorbant riche en Na, à sels solubles assez abondants, à pH très alcalins, à structure très mauvaise et à perméabilité faible à nulle.

.../...

Comme pour les précédents, l'eau stagne en saison des pluies en de multiples mares.

: ECHANTILLONS		:	111	:	112	:	113	:
: Profondeur		:	0-20	:	50-60	:	120	:
: pH	KCl	N	7,5	:	7,5	:	7,4	:
:	eau		9,2	:	9,2	:	9,3	:
: GRANULOMETRIE		:		:		:		:
: Sable grossier	%		7	:	6	:	6	:
: Sable fin	%		62	:	54	:	53	:
: Limon	%		13	:	11	:	12	:
: Argile	%		18	:	29	:	29	:
: MATIERE ORGANIQUE		:		:		:		:
: Mat.org.totale	%		0,45	:		:		:
: Azote total	%o		0,39	:		:		:
: Carbone	%		0,26	:		:		:
: C/N			6,7	:		:		:
: BASES ECHANGEABLES		:		:		:		:
: Ca meq	%		10,7	:	5,65	:	6,1	:
: Mg meq	%		1,7	:	4,2	:	2,5	:
: K meq	%		0,26	:	0,22	:	0,22	:
: Na meq	%		6,29	:	11,53	:	10,8	:
: S meq	%		18,95	:	21,60	:	19,62	:
: Na/Ca échang.	%		58,8	:	204,1	:	177	:
: SELS SOLUBLES		:		:		:		:
: Ca meq	%		0,1	:	0,3	:	0,1	:
: Mg meq	%		< 0,06	:	< 0,06	:	< 0,06	:
: K meq	%		0,08	:	0,12	:	0,12	:
: Na meq	%		3,49	:	4,37	:	2,93	:
: Extrait saturation C à 25°				:	4,8	:	2,5	:

4°/ ARGILES NOIRES TROPICALES A ALCALIS.-

Ces sols sont localisés dans la partie Ouest. Ils occupent les points bas et d'étroits couloirs argileux les relient entre eux ou les font communiquer à l'Ouadi El Biher dont le cours est parallèle à la route FORT-LAMY-MASSAKORY.

.../...

Ils portent une végétation plus ou moins dense d'Acacia Scorpioides, quelques Acacia seyal et un tapis d'une acanthacée épineuse Hygrophyla spinosa. En dehors du périmètre de reboisement, ces mêmes sols portent de nombreuses cultures de mil tardif repiqué. Des essais de reboisement en Acacia scorpioides ont donné des résultats corrects sur ces sols.

Ils sont noirs, de texture très argileuse. Des fentes de retrait importantes découpent la surface du sol en polygones. Ils peuvent présenter ou non des nodules calcaires. La structure est grossière prismatico-polyédrique. L'horizon inférieur, humide, est généralement gris de Gley.

Nous donnerons le Profil 3

0 - 70 : horizon noir argileux. Compact. Structure prismatico-polyédrique.

70 -130 : horizon identique gris de Gley, humide.

Ces sols ne présentent pas de forte concentration en matière organique, malgré leur couleur noire. Ils sont très médiocrement pourvus en carbone ainsi qu'en Azote, mais par contre riches en bases échangeables. Comme pour les sols précédents, Na prend des valeurs très fortes. Ce sont donc des sols à alcalis. Les sels solubles sont par contre assez peu abondants. Les pH sont légèrement acides malgré des quantités non négligeables de Na. Ceci semble dû au milieu asphyxiant réducteur causé par une inondation semi-permanente.

Les perméabilités obtenues ici par la méthode de Muntz sont faibles, comparables à celles des deux types de sols précédents.

ECHANTILLONS		31	32	33
Profondeur		0-20	40-60	120
pH	KCl N	5	5,4	5,1
	eau	6,6	6,6	6,3
<u>GRANULOMETRIE</u>				
Sable grossier	%	3	1	1
Sable fin	%	17	15	13
Limon	%	15	12	13
Argile	%	65	72	73
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>				
Mat. org. totale	%	0,4		
Azote total	%o	0,26		
Carbone	%	0,21		
C/N		8,1		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>				
Ca meq	%	16,75	19	17,4
Mg meq	%	10,4	9,04	8,67
K meq	%	1,21	1,26	0,95
Na meq	%	2,5	6,7	5,27
S meq	%	30,85	36	32,29
Na/Ca échang.	%	14,9	35,3	30,3
<u>SELS SOLUBLES</u>				
Ca meq	%	0,15	0,07	0,11
Mg meq	%	<0,1	0,36	0,63
K meq	%	0,17	0,17	0,10
Na meq	%	1,35	1,52	1,12

IV - PERMEABILITE.- METHODE DE MUNTZ

Nous donnons ci-après un graphique des différentes perméabilités des types de sols que nous venons de décrire.

SOL SABLEUX A SABLO-ARGILEUX

<u>Profils</u>	Vitesse infiltration cm/h.
1 (horizon superficiel)	67,4
1' (horizon à structure polyédrique à 40 cm).	29,5
5	30,3

.../...

SOL SABLEUX A SABLO-ARGILEUX A ALCALIS OU SALE A ALCALIS.

<u>Profils</u>	Vitesse infiltration cm/h.
7	2,1
8 (horizon sableux particulaire superficiel)	8,9
8' (horizon profond sableux à alcalis très compact).	0,35
12 (horizon sableux particulaire su- perficiel)	6,3
12' (identique à 8')	0,30

SOL SABLO-ARGILEUX A ARGILLO-SABLEUX A ALCALIS OU SALE
A ALCALIS.

2 - 13	0,7
4 - 11	1,2
9	0,4

ARGILE NOIRE TROPICALE

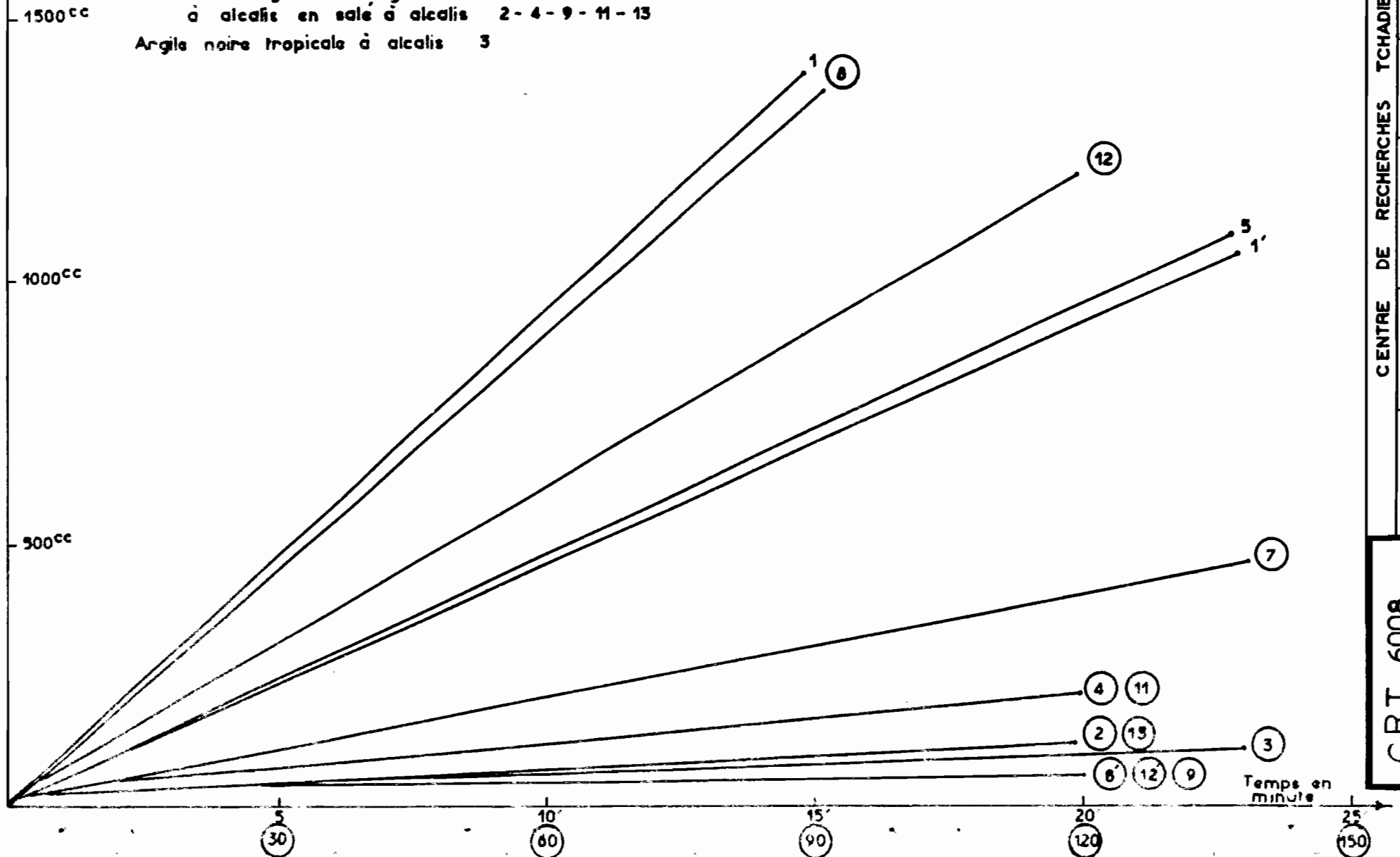
3	0,5
---	-----

.../...

Perméabilité
(méthode de MUNTZ)

Infiltration
en cm³

Sol sableux à sablo-argileux 1-5
à alcalis en salé à alcalis 7-8-12
Sol sable-argileux à argilo-sableux
à alcalis en salé à alcalis 2-4-9-11-13
Argile noire tropicale à alcalis 3



CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES		
ED: 1°	LE: 22-3-60	DES: LOUIS
VISA:	TUBE N°	P
CRT 6008		

V - TABLEAUX D'ANALYSES

SOLS SABLEUX A SABLO-ARGILEUX.-

: ECHANTILLONS	:	51	:	52	:	101	:	102	:
: Profondeur	:	0-20	:	50-60	:	0-20	:	50-60	:
: pH KCl N	:	6,2	:	6,5	:	6,4	:	6,9	:
: eau	:	7	:	7,5	:	7,5	:	8	:
: <u>GRANULOMETRIE</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Sable grossier	% :	6	:	4	:	21	:	22	:
: Sable fin	% :	85	:	86	:	62	:	60	:
: Limon	% :	4	:	3	:	5	:	3	:
: A rgile	% :	5	:	7	:	12	:	15	:
: <u>MATIERE ORGANIQUE</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Mat.org.totale	% :	0,45	:	:	:	0,4	:	:	:
: Azote total	%p :	0,40	:	:	:	0,21	:	:	:
: Carbone	% :	0,25	:	:	:	0,22	:	:	:
: C/N	:	6,25	:	:	:	10,5	:	:	:
: <u>BASES ECHANGEABLES</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Ca meq	% :	2,50	:	2,60	:	5,7	:	7,8	:
: Mg meq	% :	1,6	:	0,9	:	1,6	:	1,4	:
: K meq	% :	0,41	:	0,20	:	0,7	:	0,32	:
: Na meq	% :	0,15	:	0,16	:	0,26	:	0,55	:
: S meq	% :	4,66	:	3,86	:	8,26	:	10,07	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

.../...

SOLS SABLEUX A SABLO-ARGILEUX A ALCALIS

: ECHANTILLONS	:	71	:	72	:	73	:	121	:	122	:	123	:
: Profondeur	:	0-10	:	10-20	:	50-60	:	0-7	:	7-20	:	40-50	:
: pH	KCl	N	:	5,1	:	4,5	:	6,5	:	6,6	:	:	:
:	eau	:	:	6,4	:	6,4	:	8,2	:	7,7	:	8,9	:
: GRANULOMETRIE	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Sable grossier	%	:	:	7	:	11	:	11	:	9	:	8	:
: Sable fin	%	:	:	75	:	66	:	62	:	84	:	76	:
: Limon	%	:	:	11	:	8	:	9	:	4	:	4	:
: Argile	%	:	:	7	:	15	:	18	:	3	:	12	:
: MATIERE ORGANIQUE	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Mat.org.totale	%	:	:	0,65	:	:	:	0,4	:	:	:	:	:
: Azote total	%o	:	:	0,41	:	:	:	0,27	:	:	:	:	:
: Carbone	%	:	:	0,36	:	:	:	0,22	:	:	:	:	:
: C/N	:	:	:	8,8	:	:	:	8,1	:	:	:	:	:
: BASES ECHANGEABLES	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Ca meq	%	:	:	2,65	:	3,8	:	6,7	:	1,45	:	4,45	:
: Mg meq	%	:	:	1,2	:	2,5	:	2	:	0,2	:	0,2	:
: K meq	%	:	:	0,31	:	0,26	:	0,26	:	0,07	:	0,09	:
: Na meq	%	:	:	0,38	:	0,90	:	1,51	:	0,13	:	1,63	:
: S meq	%	:	:	4,54	:	7,46	:	10,47	:	1,65	:	6,37	:
: Na/Ca échang.	%	:	:	14,3	:	23,7	:	22,5	:	9	:	36,6	:
: SELS SOLUBLES	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: Ca meq	%	:	:	:	:	:	:	0,3	:	0,04	:	0,11	:
: Mg meq	%	:	:	:	:	:	:	0,3	:	1,5	:	0,57	:
: K meq	%	:	:	:	:	:	:	0,1	:	0,19	:	0,10	:
: Na meq	%	:	:	:	:	:	:	0,23	:	1,27	:	5,1	:

.../...

SOLS SABLEUX .. SABLO-ARGILEUX SALES A AICALIS.

: ECHANTILLONS		: 61	: 62	: 63	: 81	: 82	: 83	:
: Profondeur		: 0-10	: 10-20	: 50-60	: 0-5	: 5-20	: 60-80	:
: pH KCl	N	: 6,2	: 7,2	: 9,6	: 6,4	: 7,7	: 9,6	:
: eau		: 7,3	: 9,3	: 10,3	: 7,8	: 9,7	: 10,4	:
: <u>GRANULOMETRIE</u>		:	:	:	:	:	:	:
: Sable grossier	%	: 83	: 8	: 7	: 6	: 6	: 2	:
: Sable fin	%	: 83	: 76	: 88	: 86	: 78	: 75	:
: Limon	%	: 3	: 4	: 5	: 5	: 5	: 7	:
: Argile	%	: 1	: 12	: 10	: 3	: 11	: 16	:
: <u>MATIERE ORGANIQUE</u>		:	:	:	:	:	:	:
: Mat.org. totale	%	: 0,3	:	:	: 0,55	:	:	:
: A zote total	%o	: 0,21	:	:	: 0,40	:	:	:
: Carbone	%	: 0,16	:	:	: 0,31	:	:	:
: C/N		: 7,6	:	:	: 8	:	:	:
: <u>BASES ECHANGIABLES</u>		:	:	:	:	:	:	:
: Ca meq	%	: 0,9	: 3,2	: 2,9	: 1,50	: 6,4	: 5,05	:
: Mg meq	%	: <0,2	: 1	: <0,2	: 0,78	: 0,7	: 0,81	:
: K meq	%	: 0,06	: 0,22	: 0,24	: 0,12	: 0,16	: 0,45	:
: Na meq	%	: 0,12	: 3,52	: 9,75	: 0,17	: 3,22	: 15,27	:
: S meq	%	: 1,08	: 7,94	: 12,89	: 2,57	: 13,05	: 21,58	:
: Na/Ca échang.	%	: 13,3	: 110	: 336,2	: 11,3	: 50,3	: 302,4	:
: <u>SOLS SOLUBLES</u>		:	:	:	:	:	:	:
: Ca meq	%	: 0,2	: 0,2	: 0,1	: 0,25	: -	: -	:
: Mg meq	%	: -	: 0,4	: 0,25	: 0,12	: -	: 0,19	:
: K meq	%	: -	: 0,17	: 0,08	: -	: 0,13	: -	:
: Na meq	%	: 0,16	: 2,05	: 6,95	: 0,32	: 2,57	: 6,13	:
: Extrait satur. C à 25°		:	:	: 8,25	:	:	: 5	:

.../...

SOLS SABLO-ARGILEUX A ARGILO-SABLEUX A AICALIS.

: ECHANTILLONS	:	21	:	22	:	91	:	92	:	131	:	132	:
: Profondeur	:	0-20	:	40	:	0-20	:	60	:	0-20	:	50	:
: pH KCl N	:	4,6	:	6,7	:	6,7	:	6,8	:	6,8	:	7,2	:
: eau	:	6,2	:	8,4	:	8,3	:	8,7	:	8,1	:	8,8	:
: GRANULOMETRIE	:		:		:		:		:		:		:
: Sable grossier %	:	6	:	5	:	8	:	4	:	5	:	7	:
: Sable fin %	:	55	:	35	:	48	:	55	:	65	:	46	:
: Limon %	:	17	:	20	:	12	:	9	:	11	:	16	:
: Argile %	:	22	:	40	:	32	:	32	:	19	:	31	:
: MATIERE ORGANIQUE	:		:		:		:		:		:		:
: Mat.org. totale %	:	0,8	:		:	0,55	:		:	0,35	:		:
: Azote total ‰	:	0,56	:		:	0,37	:		:	0,18	:		:
: Carbone %	:	0,45	:		:	0,32	:		:	0,19	:		:
: C/N	:	8	:		:	8,6	:		:	10,5	:		:
: BASES ECHANGEABLES	:		:		:		:		:		:		:
: Ca meq %	:	4,95	:	11	:	12,2	:	11,2	:	8,8	:	14,2	:
: Mg meq %	:	3,40	:	4,45	:	4,5	:	4,84	:	2,8	:	4,8	:
: K meq %	:	0,59	:	0,51	:	0,54	:	0,47	:	0,22	:	0,23	:
: Na meq %	:	1,30	:	5,13	:	2,89	:	3,58	:	1,92	:	5,47	:
: S meq %	:	10,24	:	21,09	:	20,13	:	20,09	:	13,74	:	24,7	:
: Na/Ca échang. %	:	26,3	:	46,6	:	23,7	:	32	:	21,8	:	38,5	:
: SELS SOLUBLES	:		:		:		:		:		:		:
: Ca meq %	:		:	0,11	:	0,1	:	<0,04	:	0,15	:	0,1	:
: Mg meq %	:		:	0,75	:	0,5	:	0,56	:	<0,06	:	<0,06	:
: K meq %	:		:	0,13	:	0,06	:	0,06	:	0,08	:	0,06	:
: Na meq %	:		:	2,4	:	0,97	:	1,53	:	1,53	:	3,03	:
: Extrait satur. C à 25°	:		:	2,01	:		:		:	2,09	:	2,93	:

C O N C L U S I O N S

Nous rappellerons tout d'abord les caractéristiques physico-chimiques des types de sols observés dans le périmètre de reboisement d'El Amadji.

Les sols sableux à sablo-argileux, à texture finement sableuse sont pauvres en matière organique et azote mais relativement bien pourvus en bases échangeables où Ca représente 70 % de S. Ils ont des pH neutres et des perméabilités excellentes.

La venue des espèces de reboisement dans ces parties est généralement bonne bien que l'on y observe, par endroits, des taches de moins belle venue.

Les sols sableux à sablo-argileux ou argilo-sableux à alcalis ou salés à alcalis ont des textures diverses identiques au type précédent et alors finement sableux ou bien contiennent des quantités d'argile plus grandes (30 % ou plus). Ils sont également pauvres en matière organique et azote. Le complexe absorbant est très largement pourvu en bases échangeables où Na est très abondant. On obtient des rapports Na/Ca % très élevés qui font de ces sols des types à alcalis. Cette alcalisation est la cause de la mauvaise structure et de leur très faible perméabilité.

D'autre part, ces sols contiennent des sels solubles sous forme de carbonates et sulfates de sodium en quantité plus ou moins importante suivant les exemples étudiés. Ces quantités sont suffisamment grandes pour en faire, dans certains cas, des sols typiquement salés (conductivité de l'extrait de saturation de la pâte de sol supérieure à 4 millimhos).

Les pH dans ces deux cas sont très alcalins, souvent de l'ordre de 9 à 10.

.../...

Les plantations effectuées sur ces sols ont été des échecs partiels ou totaux.

Les argiles noires tropicales .- Ces sols contiennent des quantités très importantes d'argile (60-70 %) . Pauvres en matière organique et azote, ils ont des pH légèrement acides et un complexe absorbant riche en tous éléments. Na peut occuper une place importante, les rapports Na/Ca % sont alors élevés. Les sels solubles sont moins abondants que dans le type précédent .

Les plantations d'Acacia scorpioides que nous avons observées sur ces argiles semblaient de venue correcte.

o o
o o

Dans son ensemble, le périmètre de reboisement d'El Amadjî est à dominance de sols sableux à sablo-argileux ou argilo-sableux à alcalis ou salés à alcalis. Nous avons vu que ce type de sol a pour défaut principal d'avoir :

- un complexe absorbant fortement saturé en sodium
- des sels solubles en quantités déjà très importantes.

Ceci a pour conséquences :

- Une très mauvaise structure du sol (compacte en saison sèche, diffuse pendant la saison des pluies) par suite d'une argile facilement dispersable.
- Une très faible perméabilité
- des pH élevés.

D'une façon générale, sur ces sols très imperméables, l'eau ruisselle et va s'accumuler dans les dépressions du micro-relief où elle constitue alors de multiples petites

.../...

mares. Comme l'a noté le personnel des Eaux et Forêts chargé du périmètre d'El Amadji, l'on assiste à un bon départ de la végétation en Juillet puis dans un sol gorgé d'eau se créent des horizons réducteurs d'où résulte une asphyxie pour de nombreux plants. Le facteur micro-relief est ici particulièrement important et la venue des sujets très différente suivant que l'on se trouve sur une butte ou dans une dépression de celui-ci. En début de saison sèche le sol perd son humidité très rapidement, les jeunes plants vont alors souffrir de la sécheresse et aussi de la salinité par suite de la concentration des solutions du sol, de plus en plus nocive au fur et à mesure que les terres s'assèchent. Ceci se produira tant que les racines des jeunes plants n'auront pas atteint 80 à 100 cm, profondeur au-delà de laquelle s'observent des horizons moins salés et aussi plus humides en saison sèche.

Quelles sont les améliorations à apporter ?

Elles sont de plusieurs ordres suivant que l'on désire laisser ces sols dans leur état actuel ou les restaurer.

Dans le premier cas il semble qu'il faille s'orienter, si l'on désire poursuivre les essais de reboisement sur ces terres, vers des espèces mieux adaptées à de tels sols. Ces espèces, la nature nous les désigne puisqu'elles croissent spontanément sur ces types à alcalis ou salés à alcalis en de multiples points du Tchad. Ce sont :

- en zone sahélo-soudanienne

Au Sud de FORT-LAMY : *Lansea humilis*, *Dalbergia melanoxylon*, *Acacia seyal*.

Au Nord de cette ville : *Acacia seyal*, *Acacia senegalensis*

- en zone sahélo-saharienne : *Acacia senegalensis*, *Acacia seyal*, *Capparis decidua*, *Maerua crassifolia*.

.../...

Ces espèces, dans la mesure où elles peuvent être intéressantes, mériteraient d'être essayées. Les mieux adaptées sembleraient être *Acacia senegalensis*, *Acacia seyal* mais la venue d'autres telles : *Lannea humilis* ou *Dalbergia* est fort probable.

La restauration de ces sols est un problème d'ordre agronomique que tôt ou tard le Tchad, devant l'accroissement de sa population et l'extension d'un centre comme FORT-LAMY, sera appelé à résoudre puisque ces sols occupent des surfaces importantes dans les régions situées au Nord du 12^{ème} parallèle. Mais c'est aussi un problème d'ordre économique car la restauration de ces sols impliquent des mises de fonds considérables que seule peut justifier une agriculture évoluée et des cultures très rémunératrices. Ce problème mériterait cependant de faire l'objet d'essais à l'échelle d'une station dès maintenant. Une solution à ce problème impliquerait :

- l'ouverture de ces sols. Le sous-solage.

- l'amendement par apport de gypse en quantité massive ayant pour but de fixer à l'état de $SO_4 Na_2$ les ions Na du complexe argilo-humique. Il résulterait de ceci une amélioration de la structure du sol par suite de la baisse notable du rapport Na/Ca %, une augmentation de la perméabilité qui favoriseraient le lessivage des sels solubles. On assisterait alors à la disparition progressive de ceux-ci et à la baisse du pH.

Malheureusement les quantités de $SO_4 Ca$ à apporter sont très importantes et sont fonction du rapport Na/Ca % préexistant dans le sol.

D'une façon très théorique, on peut aussi préconiser l'amendement par calcaire finement moulu mais à condition d'apporter en même temps de la matière organique qui permettra une solubilisation de ce calcaire.

Soulignons une nouvelle fois l'importance des investissements que nécessiteraient de tels amendements. Ceux-ci méri-

teraient cependant d'être essayés et un emplacement comme celui d'El Amadji apparaît comme un lieu très favorable.

Dans le cas où cette suggestion serait retenue, un protocole d'essais pourrait être établi après accord entre le Service des Eaux et Forêts et celui de Pédologie du Centre de Recherches Tchadiennes et les doses d'amendements à apporter calculées à partir de nouvelles analyses effectuées sur des prélèvements pris dans la parcelle faisant l'objet des essais.

Des deux autres types de sols (sols sableux à sablo-argileux, argile noire tropicale) nous dirons :

- pour les premiers que la réussite du reboisement a été fonction de l'épaisseur de l'horizon supérieur sableux perméable et de la présence, à plus ou moins grande profondeur, d'horizon très compact à alcalis ou salé à alcalis. Celui-ci étant le facteur limitatif de la réussite.

- pour les seconds, que la "vocation" de ces sols ayant été respectée, les reboisements en *Acacia scorpioides* semblent avoir été parfaitement satisfaisants. Nous verrions mieux, pour notre part, sur ces sols une association *Acacia seyal*, *Acacia scorpioides*, les premiers se localisant dans les parties les plus hautes des argiles et subissant alors une submersion moindre.

Nous retiendrons principalement de cette étude que le périmètre d'El Amadji est peu favorable par l'ensemble de ses sols comme lieu de reboisement ceci pour les raisons énumérées plus haut. Par contre, son site et ses sols, très représentatifs des régions Nord de FORT-LAMY pourraient faire de lui un périmètre d'essais de restauration des sols à alcalis ou salés à alcalis dont il est abondamment pourvu.

M E T H O D E S D ' A N A L Y S E S

Analyse mécanique : Méthode pipette Robinson

Dispersion au pyrophosphate de soude

Carbone : Méthode de Anne

Azote total : Méthode Kjeldhal

Carbonate de Calcium : calcimètre Bernard

pH : Mesure électrique pHmètre BECKMAN

Bases échangeables : extraction à l'acétate d'ammonium N

Dosage au spectrophotomètre à flamme.

Sels solubles : extraction à l'eau. Rapport sol/eau 1/25

Dosage au spectrophotomètre à flamme.

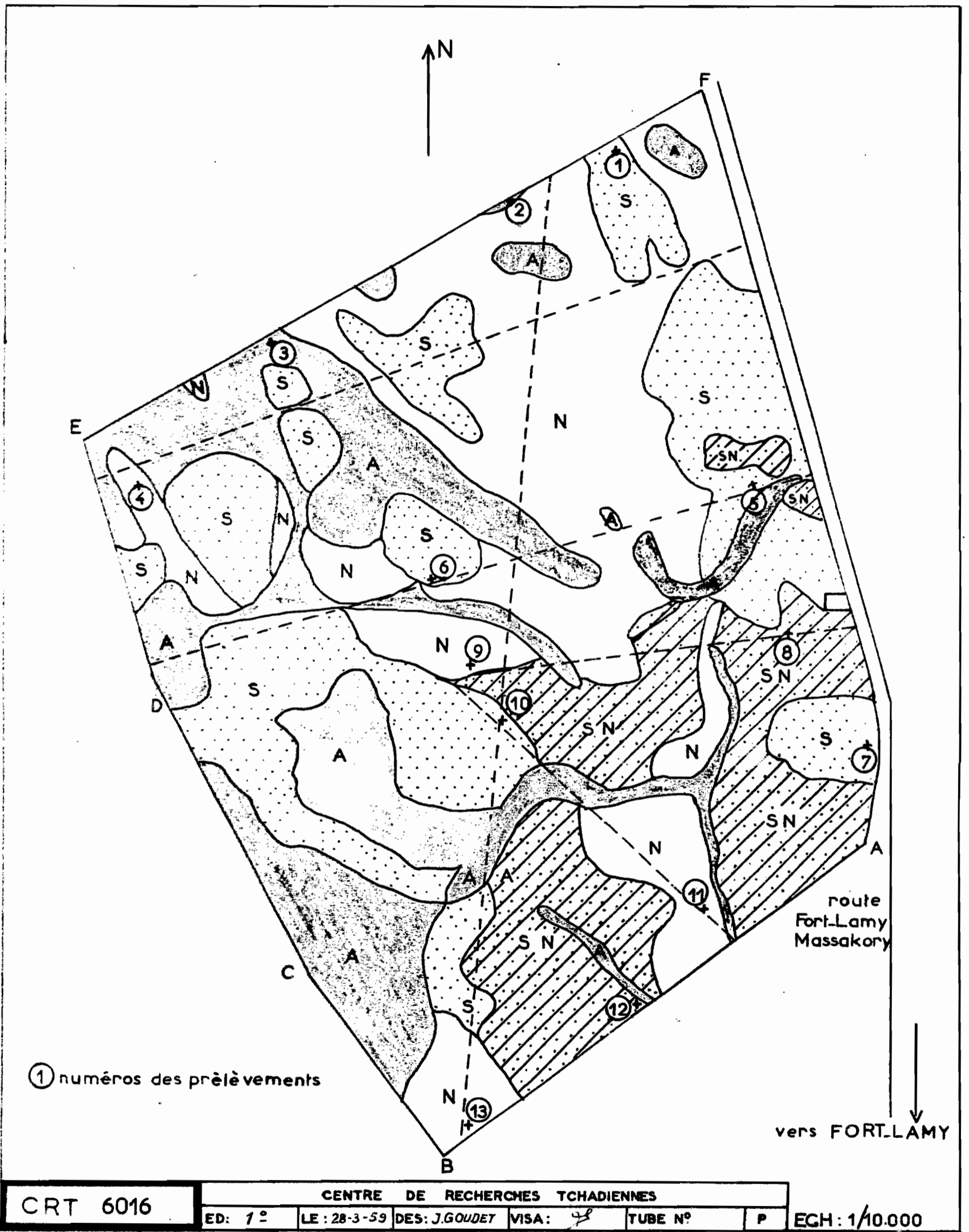
Salinité : Mesure de la conductivité à 25° d'un extrait de saturation d'une pâte de sol, mise à une humidité double de l'humidité équivalente.

B I B L I O G R A P H I E

- AUBERT : - Les sols hydromorphes d'A.O.F
C.R. 5ème Congrès International Science du Sol
Léopoldville 1954.
- Les sols de la France d'Outre-Mer
Paris 1941 Imp. Nat.
- AUBREVILLE : - La Flore soudano-guinéenne (A.O.F-Cameroun-A.E.F)
Sec. ed. Géog. Mar. et Col. Paris 1950
- ERHART-PIAS-LENEUF : Etude pédologique du Bassin alluvionnaire du
Logone et Chari. Paris 1954 Lib. Larose
- PIAS : Essai de classification des sols du Tchad (Congrès
Inter-africain des sols Dalaba 1959)

Esquisse Pedologique

Périmètre de reboisement d'EL AMADJI



- Sols hydromorphes**
- sol sableux à sablo-argileux à hydromorphie plus ou moins profonde (S)
 - sol sablo-argileux à argilo-sableux à alcalis ou salé à alcalis "Naga" (N)
 - sol identique au précédent à alcalis ou salé à alcalis présentant à faible profondeur un horizon durci très compact "Naga" (SN)
 - sol d'argile noire tropicale à alcalis (A)