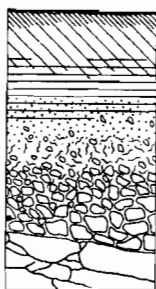


Jorge BRITO

**ETUDE PÉDOLOGIQUE  
DU  
CASIER DE KOBILLO  
(Département de Matam)  
(Région du Fleuve Sénégal)**



AOÛT 1982

**OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER**

**CENTRE DE DAKAR - HANN**



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

---

CENTRE DE D A K A R

ETUDE PÉDOLOGIQUE  
DU  
CASIER DE KOBILLO  
(Département de Matam)  
(Région du Fleuve Sénégal)

PAR  
JORGE B R I T O  
MÉMOIRE DE STAGE - 2ÈME ANNÉE ORSTOM

/ A o û t 1 9 8 2 /

## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout le personnel de l'ORSTOM de DAKAR/HANN qui de près ou de loin a contribué à la bonne marche de mon année de stage.

Mes remerciements vont tout d'abord :

A Monsieur LOYER, auprès de qui, en tant que responsable de la Section Pédologique, j'ai pu trouver tout l'appui nécessaire à l'élaboration de cette étude pédologique.

A SAMB Amadine, dont le rôle joué sur le terrain a été sur maints aspects indispensable au bon déroulement de la prospection.

Mes remerciements vont aussi à Bernard MOUGENOT avec qui, en tant que collègue de stage, j'ai pu discuter de problèmes pédologiques et échanger des idées.

Que toute l'équipe de Pédologie de Hann (Messieurs LE BRUSQ, PEREIRA-BARRETO, JOIN et ZANTE) et tout le personnel de laboratoire, trouvent ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Je ne pourrai pas oublier la composition dactylographique soignée de Monsieur SOSSOU, la recherche judicieuse de l'esthétique du cartographe A. CISSE et le soin méticuleux du teinteur Augustin DIEME. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude et reconnaissance pour leur travail bien fait.

# T A B L E   D E S   M A T I È R E S

	<u>P A G E S</u>
AVANT-PROPOS .....	1
CHAPITRE I : GENERALITES .....	2
A - SITUATION .....	2
B - BUTS .....	2
1 - LES AMENAGEMENTS .....	2
2 - REPRESENTATIONS CARTOGRAPHIQUES UTILISEES .....	4
CHAPITRE II : LE MILIEU NATUREL ET SON INFLUENCE SUR LA PEDOGENESE .....	5
A - LE CLIMAT .....	5
1 - LE REGIME DES VENTS .....	5
2 - LE REGIME PLUVIOMETRIQUE .....	6
3 - LE REGIME THERMIQUE .....	9
4 - L'EVAPORATION .....	11
5 - L'HUMIDITE RELATIVE .....	13
6 - L'INSOLATION .....	13
7 - L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE .....	16
8 - LES INDICES CLIMATIQUES .....	18
9 - CONCLUSIONS .....	19
B - GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE .....	20
1 - MISE EN PLACE DES MATERIAUX .....	20
2 - GEOMORPHOLOGIE .....	24
C - VEGETATION .....	27
D - HYDROGRAPHIE ET HYDROCHIMIE .....	28
1 - LES EAUX SUPERFICIELLES .....	28
1.1. Hydrographie .....	28
1.2. Hydrochimie .....	31
2 - LES EAUX SOUTERRAINES .....	31
E - L'ACTION ANTHROPIQUE .....	33
F - CONCLUSIONS GENERALES SUR LES FACTEURS DE PEDOGENESE .....	33
CHAPITRE III : PROSPECTION ET ETUDE PEDOLOGIQUE .....	34
A - METHODOLOGIE DE L'ETUDE .....	34

B - LES UNITES PEDOLOGIQUES .....	35
1 - INTRODUCTION .....	35
1.1. La classification utilisée .....	35
1.2. Critères de différenciation .....	36
1.3. Remarques sur la description des profils .....	38
2 - SOLS PEU EVOLUES .....	39
2.1. Sol peu évolués régosoliques .....	39
2.2. Sols peu évolués modaux .....	40
2.3. Sols peu évolués hydromorphes .....	43
2.4. Sols peu évolués vertiques .....	49
2.5. Sols peu évolués alcalisés .....	53
2.6. Conclusions et discussion sur les sols peu évolués .....	55
3 - SOLS HYDROMORPHES .....	58
3.1 Sols hydromorphes modaux .....	59
3.2. Sols hydromorphes vertiques .....	67
3.3. Sols hydromorphes (ca) .....	70
3.4 Conclusions et discussion sur les sols hydromorphes .....	73
4 - VERTISOLS .....	76
4.1. Vertisols hydromorphes .....	76
5 - CARACTERISTIQUES GLOBALES .....	78
5.1. Texture ..	78
5.2. CEC .....	81
5.3. pF 4,2 .....	81
C - DISCUSSION DES OBSERVATIONS ET DES RESULTATS ANALYTIQUES .....	81
1 - SUREVALUATION DE S/T .....	81
1.1. Constatation et hypothèses sur les causes .....	81
1.2. La substance blanche non identifié sur le terrain .....	82
1.3. Correction approximative des résultats surévalués ..	83
2 - ALCALISATION .....	84
2.1. Introduction .....	84
2.2. Sols à Na/T élevé .....	85
2.3. Les sols alcalisés à pH $\geq$ 8,5 (alcalinisation)...	86
2.4. Conclusion	

---

CHAPITRE IV : LA CARTE FACTORIELLE : MISE EN VALEUR ET NIVEAU DE FERTILITE .....	87
A - METHODOLOGIE .....	87
1 - INTRODUCTION .....	87
2 - CAS DU CASIER DE KOBILLO .....	88
2.1. Les facteurs retenus (hiérarchisés) .....	88
2.2. Représentation cartographique .....	88
B - LES FACTEURS CARTOGRAPHIQUES LES PLUS IMPORTANTS ET LEURS CONSEQUENCES SUR LA MISE EN VALEUR .....	89
1 - LA TEXTURE .....	89
2 - LA SALURE ET L'ALCALISATION .....	89
3 - L'ACIDITE (pH) .....	91
4 - LA PERMEABILITE .....	91
5 - L'INDICE DE PLASTICITE .....	92
C - NIVEAU DE FERTILITE .....	92
1 - INTRODUCTION .....	92
2 - LES ASPECTS INFLUENTS .....	93
2.1. Les carences .....	93
2.2. Les équilibres .....	94
2.3. Contraintes .....	94
2.4. Complexe adsorbant et texture .....	94
2.5. La fertilité physique .....	96
3 - LA DEMARCHE UTILISEE A KOBILLO .....	96
3.1. Methodologie .....	96
3.2. Les premiers résultats .....	96
3.3. Le tableau synoptique .....	98
3.4. Conclusions .....	98
CHAPITRE V : LIMITES D'ATTERBERG .....	99
A - INTRODUCTION .....	99
1 - SIGNIFICATION .....	99
1.1. Etats ou comportement des matériaux terreux .....	99
1.2. Interprétation physique des changements d'état ..	99
2 - DETERMINATION ET DEFINITION DES LIMITES .....	100
2.1. Limite de liquidité (L.L.) .....	100
2.2. Limite de plasticité (L.P.) .....	100

B - LES SOLS DU CASIER DE KOBILLO .....	100
1 - LES RESULTATS .....	100
1.1. Les échantillons choisis .....	100
1.2. La méthodologie suivie .....	101
1.3. Le rôle de la granulométrie .....	101
2 - DISCUSSION DES RESULTATS .....	101
2.1. Le mode de variation .....	101
2.2. Relations entre les horizons d'un même profil ....	106
2.3. Influence de la nature des matériaux .....	106
2.4. Influence des cations échangeables .....	107
C - LES SOLS DE N'THIAGAR .....	107
1 - INTRODUCTION .....	107
1.1. Objectifs de l'étude .....	107
1.2. Situation et profils choisis .....	108
2 - LES RESULTATS ET LEUR ANALYSE .....	108
2.1. Le mode de variation en fonction du taux d'éléments fins .....	108
2.2. L'analyse des valeurs de l'indice de plasticité ..	110
3 - COMPARAISON AVEC LES SOLS DE KOBILLO .....	110
3.1. Les droites de régression .....	110
3.2. Les indices de plasticité .....	111
4 - CONCLUSIONS SUR LES LIMITES D'ATTERBERG DES SOLS DE N'THIAGAR .....	111
D - CONCLUSIONS	
1 - SUR LES LIMITES ET INDICES EN GENERAL .....	111
1.1. Utilité .....	111
1.2. Insuffisances .....	111
2 - SUR LES LIMITES ET INDICES DES PERIMETRES ETUDIES .....	112
2.1. Les études entreprises .....	112
2.2. Les études envisageables .....	112
CONCLUSION .....	113
BIBLIOGRAPHIE .....	114
A N N E X E S .....	118

---

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

Cette étude constitue le mémoire de stage de 2ème année de pédologie à l' O R S T O M.

Cette année de formation a pour but essentiel le contact direct avec le terrain, l'apprentissage de l'élaboration de cartes (factorielle et pédologique) et surtout de permettre un effort de réflexion scientifique au niveau des résultats obtenus en vue de la solution des problèmes ou interrogations auxquels se heurte un pédologue dans l'exercice de sa profession.

Ce travail fait aussi l'objet d'un accord d'étude passé entre la S.A.E.D. (Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta) et l'ORSTOM (Centre de DAKAR) en vue d'une prospection pédologique à but agronomique d'un périmètre qui subira un aménagement hydro-agricole dans le cadre de la mise en valeur de la Moyenne Vallée du Fleuve Sénégal.



## C H A P I T R E I :

## G É N É R A L I T E S

① SITUATION

Le périmètre en question dénommé "Casier de Kobilo" dans les plans d'aménagement de la S.A.E.D., se situe dans la zone inondable de la Moyenne Vallée du Fleuve Sénégal, à 10 km en amont de TILOGNE et à 50 km en aval de MATAM. Les coordonnées géographiques sont : 13° 30' de longitude W et 15° 56' de latitude N (voir cartes de situation p. 3 ).

Comprenant une superficie de 1 000 ha environ, ce périmètre est épousé au Nord et à l'Est par le Diamel (défluent du Fleuve Sénégal au niveau de Matam). Les limites Sud et Sud-Ouest se trouvent à 1 km de la route nationale Saint-Louis/Matam et à 300 m des villages de Dabia et Kobilo. Ce village, signalons-le au passage à titre de curiosité, abrite la plus ancienne mosquée du Sénégal.

② B U T S1 - LES AMENAGEMENTS

## a) Situation actuelle au moment de la prospection.

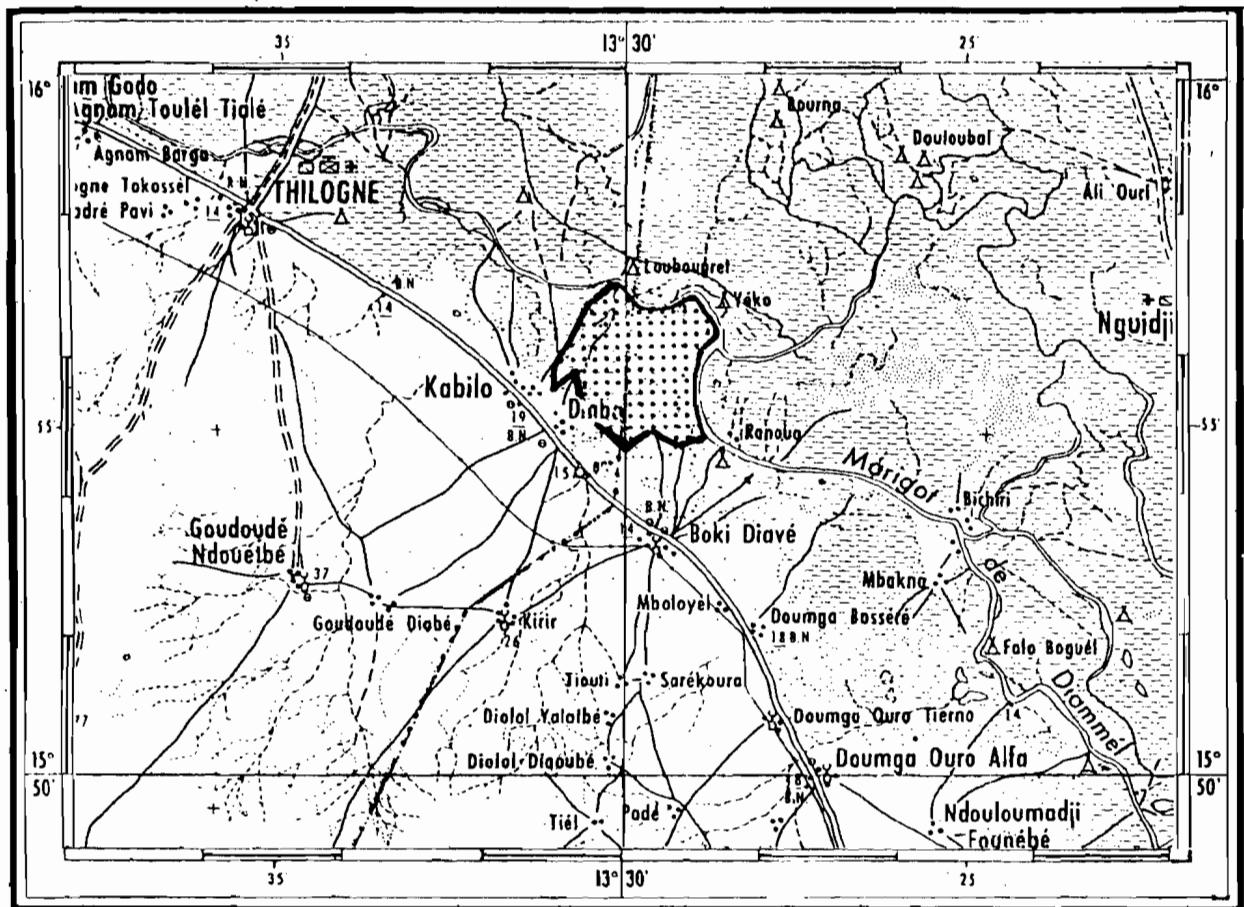
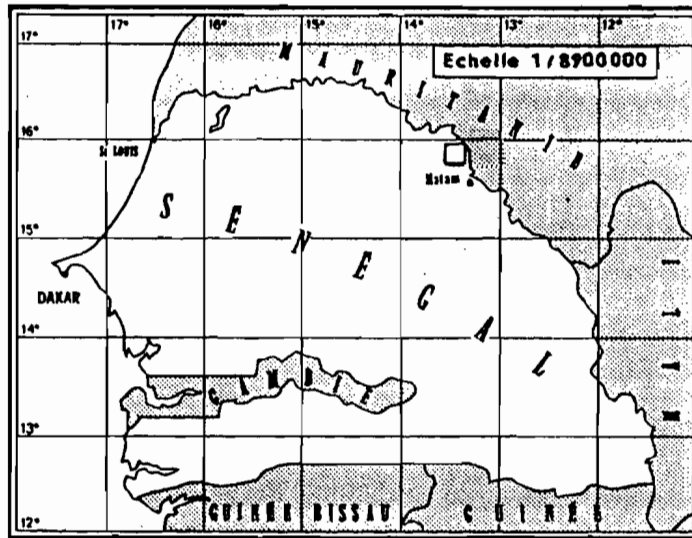
Il existe déjà 4 unités hydrauliques aménagées par les villageois, longeant le Diamel (deux au Nord du périmètre et deux à l'Est). Les unités sont alimentées par trois motopompes qui puisent l'eau directement dans le Diamel.

## b) Le projet de la S.A.E.D.

Tout en conservant les quatre unités hydrauliques ci-dessus citées, le casier sera divisé en 33 autres unités hydrauliques villageoises couvertes par un réseau de chenaux adducteurs alimentés par deux stations de pompage collectives. Chaque unité aura sa station de pompage individuelle qui puisera l'eau dans les chenaux.

Il y aura aussi un réseau de drains qui recevra les eaux de vidange des unités hydrauliques par des conduites de refoulement individuelles.

# ☆ CARTES DE SITUATION ☆



Echelle 1/200000

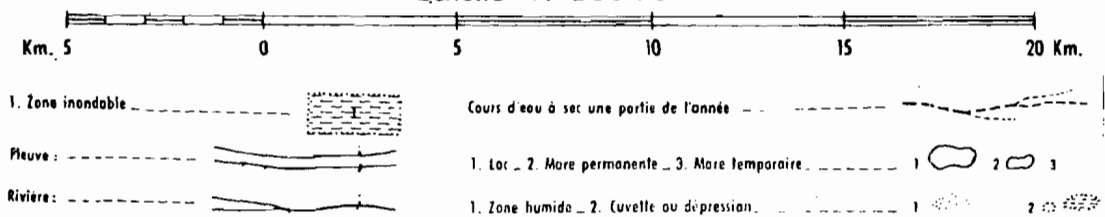


Fig. 0

## 2 - REPRÉSENTATIONS CARTOGRAPHIQUES UTILISÉES

Pour la mise en valeur de ces unités hydrauliques deux types de cartographie détaillée ont été envisagés :

- a) Une carte pédologique à 1/10 000ème dans laquelle figurent des unités de sol définies par la classification C.P.C.S. 1967. La nomenclature utilisée reflète le résultat de l'interaction des facteurs pédogénétiques. Cette carte permet l'accès à tel ou tel caractère des sols de façon directe ou indirecte (après quelques études complémentaires). L'interprétation de cette carte n'est pas sans une certaine difficulté pour un utilisateur non initié à la pédologie.

D'où l'intérêt de la :

- b) Carte factorielle également à 1/10 000ème ; cette carte comprend des unités où figurent, en accord avec le but de l'utilisateur (en l'occurrence des cultures vivrières irriguées), des caractères importants du sol tels que la texture, la salinité, le pH, la perméabilité, la présence de  $\text{Ca CO}_3$ , etc..., par tranches successives de sol de 30 cm d'épaisseur. La carte factorielle comprendra toutes les limites de la carte pédologique car elle en découle, mais aura d'autres sous-limites puisque à l'intérieur d'une unité pédologique certaines variables prises en compte dans la carte factorielle peuvent être exprimées différemment selon les classes retenues.

\*

\* \*

**C H A P I T R E    I I**

**LE MILIEU NATUREL  
ET SON INFLUENCE SUR LA PÉDOGENÈSE**

**Ⓐ LE CLIMAT**

Le périmètre de Kobilou se situe dans une zone dont le climat est du type sahélien AUBREVILLE A. (1949). Ce climat se caractérise par l'alternance de deux saisons très contrastées par la pluviométrie : une appelée hivernage, très courte (de Juillet à Octobre), où la pluie tombe sous forme d'averses ; et l'autre très aride de Novembre à Juin.

Pour mieux caractériser le climat et en déduire les conséquences sur l'évolution des sols, regardons de plus près les données relatives au régime des vents, au régime pluviométrique, au régime thermique, à l'évaporation, etc..., recueillies par les postes météorologiques principaux les plus proches : MATAM (50 km en amont) et KAEDI (30 km en aval).

Ces données ont été empruntées aux ouvrages de P. MICHEL (1973) de S.E.D.A.G.R.I. (1973) et de C. ROCHETTE (1974).

**1 - LE RÉGIME DES VENTS**

Observons les tableaux suivants :

**TABEAU N° 1 : Nombre de fois (%) au cours de la période d'observation où le vent a soufflé de telle direction :**

	N	NE	E	SE	S	SW	W	WNW	W	WNW	W	WSW	SW	WSW	W	WNW	NW	WNW	W	Calen	Vitesse moy. m/s / sec
<b>MATAM</b> 1951-57	3,2	1,8	5,8	3,0	3,8	0,7	4,0	0,3	1,0	0,0	3,2	0,0	8,0	0,1	17,6	0,3	50,5	7,5	14		

TABLEAU N° 2 : Fréquence par classe (en %) et vitesse moyenne des vents  
(en m/s). Période 1951/1958.

Stations	$V < 1 \text{ m/s}$	$2 < V < 4$	$5 < V < 6$	$7 < V < 14$	$15 < V < 21$	$V > 21$	Vitesse moyenne
MATAM	55,1	35,7	6,6	2,6	~ 0	0	1,89

On constate que :

- 1) La direction préférentielle du vent est Nord-Ouest
- 2) Les périodes calmes (vitesse  $< 1 \text{ m/sec}$ ) occupent plus de la moitié du temps.
- 3) La vitesse maximum est de 7 à 14 m/s soit de 25 à 50 km/h.

★ Un vent ayant cette vitesse est déjà érosif et dans les zones de faible végétation on assiste à une augmentation du rapport sable grossier sur sable fin dûe à l'entraînement par ces vents des sables fins ; (Selon A. COMBEAU (1975) les particules entraînées les premières sont celles dont le diamètre est voisin de 0,1 mm).

L'accroissement de l'évapotranspiration est une autre conséquence. Le pouvoir évaporant de l'air est proportionnel à la racine carrée de vitesse du vent [A. COMBEAU (1975)] ce qui diminue les réserves en eau en période sèche.

## 2 - LE RÉGIME PLUVIOMETRIQUE

Considerons les tableaux suivants :

TABLEAU N° 3 : Précipitations en (mm).

Périodes observées	Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL		
														moy.	min.	max.
1920 - 57	MATAM	0,9	0,7	0,3	0,1	4,0	51,7	119,7	202,1	113,8	22,5	1,9	1,9	519,6	256,0	1112,0
1920 - 57	KAEDI	0,5	1,2	0,2	0,2	4,6	30,5	86,4	166,9	88,1	18,5	4,9	1,1	403,1	48,5	762,0

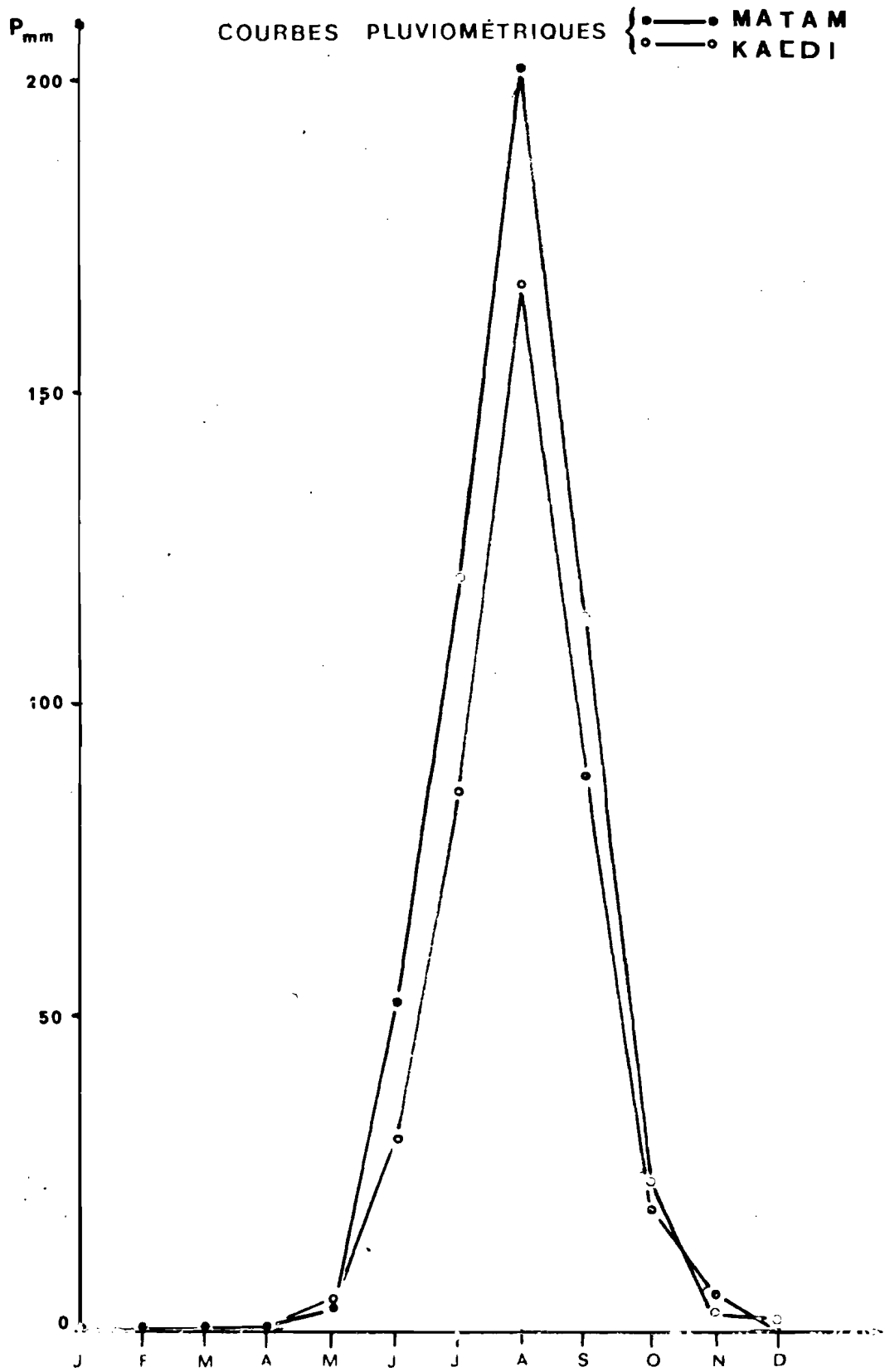


Fig. 1

TABLEAU N° 4 : Moyenne mensuelle et annuelle de jours de pluie.

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
MATAM	0,2	0,2	0,1	—	0,9	4,6	7,9	11,1	9,3	2,3	0,5	0,3	37,4

De ces tableaux on peut constater que :

- 1) La période pluvieuse va de Juin à Octobre.
- 2) Le mois d'Août est le plus pluvieux. Le pourcentage des précipitations de ce mois par rapport aux pluies annuelles est de 37,4 pour Matam et de 40,5 pour Kaédi.

On assiste à une grande variation interannuelle des précipitations. L'écart entre la moyenne et les totaux maxi. et mini. est considérable (voir tableau n° 2). Si on attribue la valeur 100 % à la moyenne annuelle, voici les variations des maxima et minima pour la période de 1931/1960 :

TABLEAU N° 5 : — L'IRRÉGULARITÉ CROISSANTE DES PLUIES

Le pourcentage des précipitations maxima et minima, par rapport à la moyenne annuelle (= 100 %) de 1931-1960.

	MATAM	KAÉDI
Latitude	15°38'	16°08'
maxima	207 %	185,5 %
minima	47,5 %	50 %
rapport $\frac{\text{maximum}}{\text{minimum}}$	4,35	3,70

Ceci est dû au fait que les pluies se concentrent sur une partie de l'année et qu'elles tombent sous forme d'averses. L'intensité de celles-ci est en général grande. Selon P. MICHEL (1973), les intensités des grosses pluies sont dans les stations sahéliennes de l'ordre de 60 mm/h et d'après G. DELORME (1963) cité par le même auteur, les intensités moyennes mensuelles varient entre 2,9 et 4,4 mm/h d'un mois à l'autre.

★ Ces pluies sont érosives et engendrent souvent des ruissellements et des ravinements, donc interviennent directement dans la morphogénèse, surtout en début de saison pluvieuse où le sol se trouve couvert d'un tapis herbacé desséché.

### 3 - LE REGIME THERMIQUE

Voici les températures de l'air en degrés celcius pour la période de 1939/1957 enregistrées par la station de Matam :

TABLEAU N° 6 : Température de l'air en degrés celcius

station et période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	min. abs.	max. abs.
MATAM 1939-57	23,5	26,4	29,2	32,0	34,3	33,3	30,7	28,8	29,0	30,2	28,2	24,6	29,1	6,4	48,0

La moyenne minimum est de 23,5° en Janvier et la maximum est de 34,3° en Mai. L'amplitude est donc de 10,8° ; c'est une amplitude peu élevée car la variation de hauteur du soleil dans le ciel est faible au cours de l'année.

On peut donc tracer le diagramme ombrothermique de Gaussen (Fig. 2). On y remarque un léger fléchissement de la température au début de la saison des pluies (5,5°). La saison "sèche" va de Octobre à Juin.



★ Diagramme ombrothermique de Gausson. ★

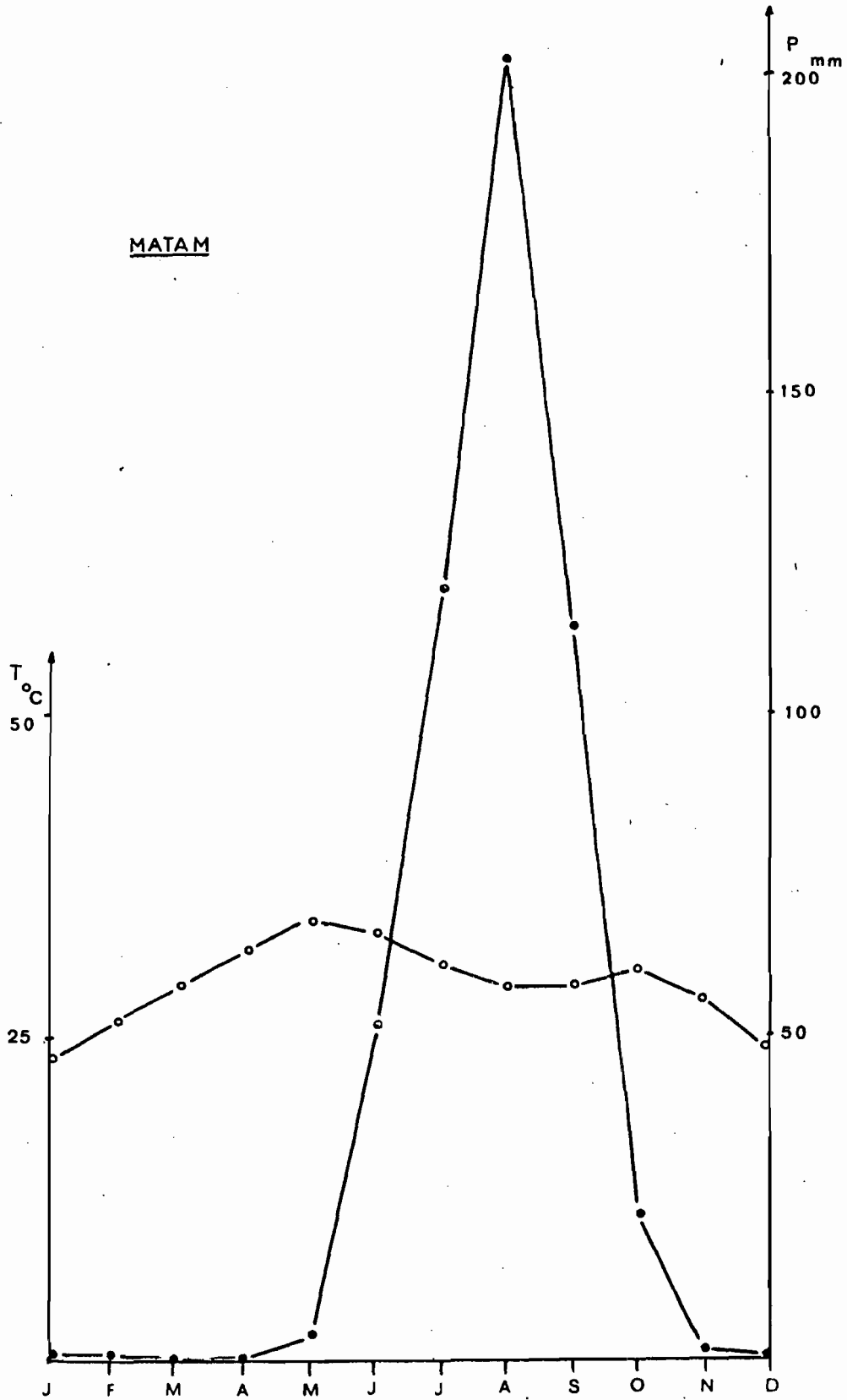


Fig. 2

★ Les températures sont assez élevées, donc l'évaporation augmente entraînant une dessiccation poussée du sol provoquant le fendillement des sols argileux qui voient ainsi augmenter leur macroporosité. Les hautes températures favorisent par ailleurs la minéralisation de la matière organique.

#### 4 - L'EVAPORATION

Voici les mesures à l'appareil PICHE faites à MATAM.

TABLEAU N° 7 : Evaporation moyenne ( mm )

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Période observée
264	281	383	394	423	365	223	130	126	168	225	236	3218	14 ans

TABLEAU N° 8 : Evaporation : Moyennes journalières (mm/jour).

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Période observée
8,5	10,0	12,4	13,1	13,6	12,2	7,2	4,2	4,2	5,4	7,5	7,6	8,8	14 ans

L'évaporation annuelle (3218 mm) n'est donc pas compensée par les pluies (510,6 mm).

★ Le mouvement de substances dissoutes sera ainsi très réduit car la pluie ne pourra s'infiltrer qu'au mois d'Août, d'où une influence réduite des précipitations sur la pédogenèse.

### COURBE D'ÉVAPORATION

EVAPORATION MOYENNE (mm) MESUREE A L'APPAREIL PICHE

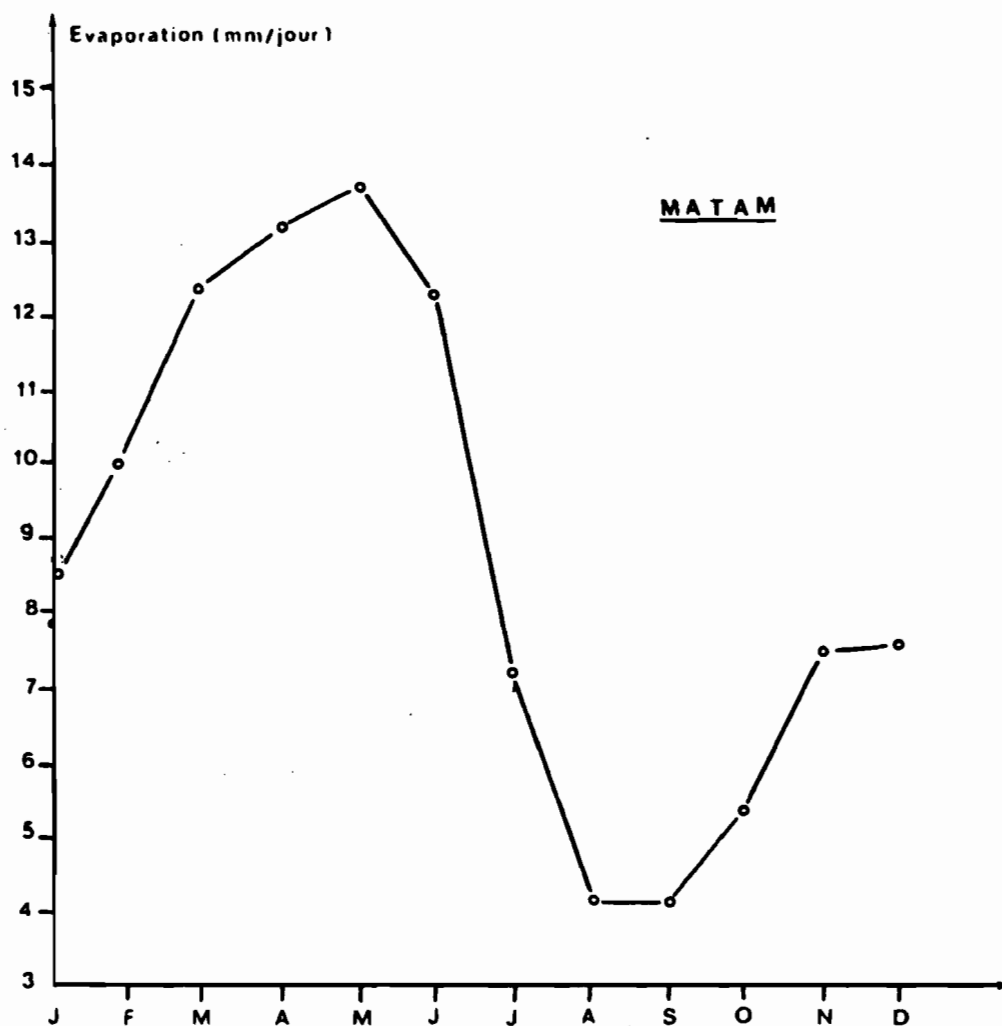


Fig. 3

5 - L'HUMIDITE RELATIVE

Les régimes pluviométriques et thermiques influencent largement cet élément du climat.

TABLEAU N° 9 : Humidité relative

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Période observée		
MATAM	$\bar{U}_x$	65	59	55	51	52	70	85	94	93	89	83	73	72	11 ans	
	$\bar{U}_n$	18	17	12	15	16	28	44	57	55	43	26	23			29
	$\bar{M}$	37	34	30	28	31	45	63	75	74	65	52	44			48

$\bar{U}_x$  :: Maximum journalier ;  $\bar{U}_n$  : Minimum journalier ;  $\bar{M}$  : moyenne journalière.

Les maxima varient entre 51 et 65 % en saison "sèche" de Janvier à Mai, tandis que les minima s'abaissent à 12 et 15 % en Mars et Avril. Les deux augmentent progressivement pendant la saison des pluies ayant leur maxima au mois d'Août.

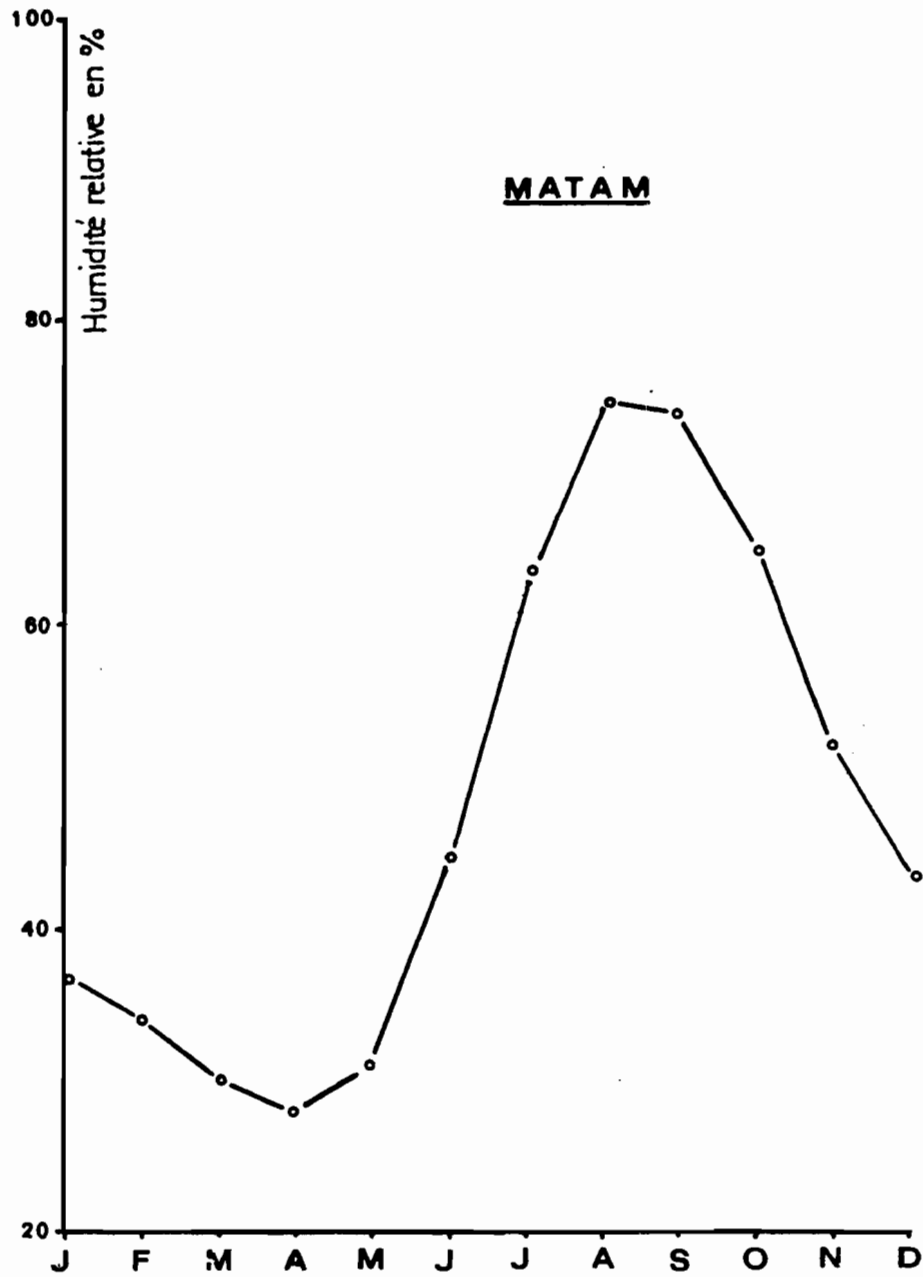
★ L'humidité relative est à l'origine des précipitations occultes. En effet lorsque l'humidité relative élevée coïncide avec un abaissement très sensible de la température au niveau du sol, se forment les fines gouttelettes de la rosée. Les précipitations occultes P. MICHEL (1973), apportent un peu d'humidité au sol atténuant ainsi dans une certaine mesure l'effet de la désiccation par évaporation au cours de la longue saison sèche.

6 - L'INSOLATION

TABLEAU N° 10 : Insolation exprimée en nombre d'heures.

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	Période observée
MATAM	285	253	314	313	302	284	269	229	247	277	281	271	3325	7 ans

\* VARIATION DE L'HUMIDITE RELATIVE MOYENNE \*



Fig,4

VARIATION DE L'INSOLATION MENSUELLE

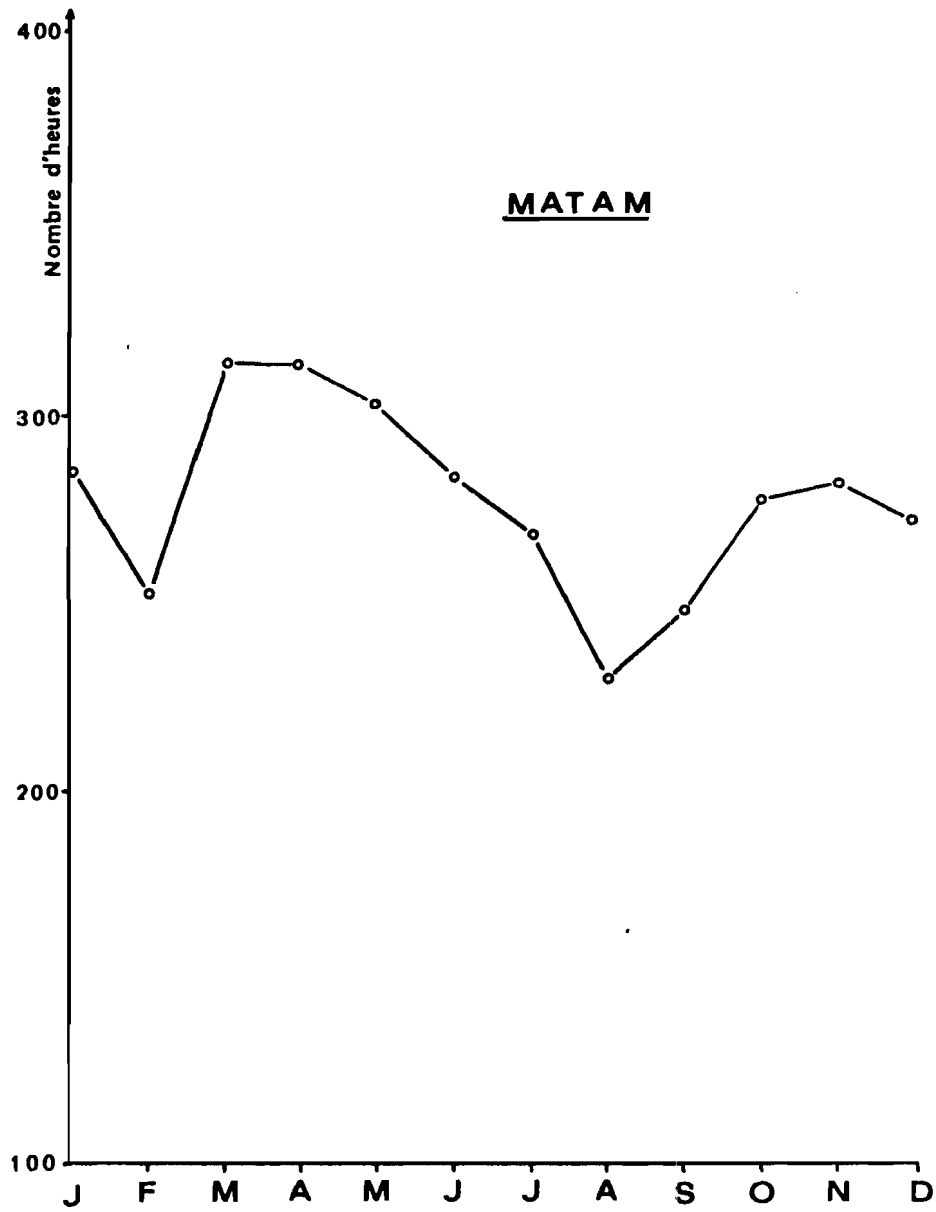


Fig.5

★ L'insolation joue par intermédiaire de l'évaporation et de la photosynthèse sur l'évapotranspiration. On doit en tenir compte dans certaines formules de calcul de l'E.T.P. Le rôle de l'insolation sur la pédogenèse est donc indirect.

### 7 - L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE

Un groupe de recherches du C.N.R.A. de BAMBEY (1965) a calculé des valeurs de l'ETP en plusieurs stations synoptiques du Sénégal, pour une période de 9 ans (1954 à 1963 sans l'année 1960) par des différentes formules :

- la formule de THORNTHWAITE utilisant la température moyenne du lieu.
- la formule de PRESCOTT utilisant la température moyenne et l'humidité moyenne.
- la formule de WALKER utilisant l'insolation relative et la température moyenne.
- la formule de TURC utilisant l'insolation relative, la température moyenne et l'humidité moyenne.

[Pour l'utilisation de ces formules voir : J. RIQUIER (1963) et Techniques Rurales en Afrique (1964)]

Les valeurs obtenues pour MATAM sont présentées au tableau n° 11.

TABLEAU N° 11 : ETP (calculée en mm) pour la station de MATAM.

Formules	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel	Périodes observées
TURC	16,2	19,3	23,2	23,6	26,0	19,3	16,1	15,8	15,2	14,9	13,4	14,0	216,9	1961-62-63
THORNTHWAITE	7,8	10,9	15,6	17,7	19,9	19,0	17,8	16,3	15,4	15,8	13,7	8,0	177,9	1954 à 64 sauf 60
WALKER	16,8	16,1	16,6	16,4	15,0	12,5	12,0	12,0	15,1	18,4	19,5	16,4	188,8	1961-1962
PRESCOTT	18,5	19,8	25,2	28,5	32,7	25,4	16,7	12,0	12,0	15,9	18,4	17,4	242,9	1954 à 1964 sauf 1960

Ce groupe de recherches considère les formules de THORNTHWAITE, WALKER et TURC peu plausibles ne retenant que celle de PRESCOTT qui accentue nettement les deux saisons et rend assez bien compte de la situation géographique de la station.

La figure 6 présente ensemble la courbe d'ETP (calculée par la formule de PRESCOTT) et celle de la pluviométrie.

★ On remarque que le déficit de saturation est notable (surtout en Avril/Mai). Cependant, aux mois d'Août et Septembre, les précipitations sont supérieures à l'ETP et permettent une recharge du stock d'eau du sol.

E.T.P. et P [PLUVIOMETRIE] MENSUELLE à MATAM

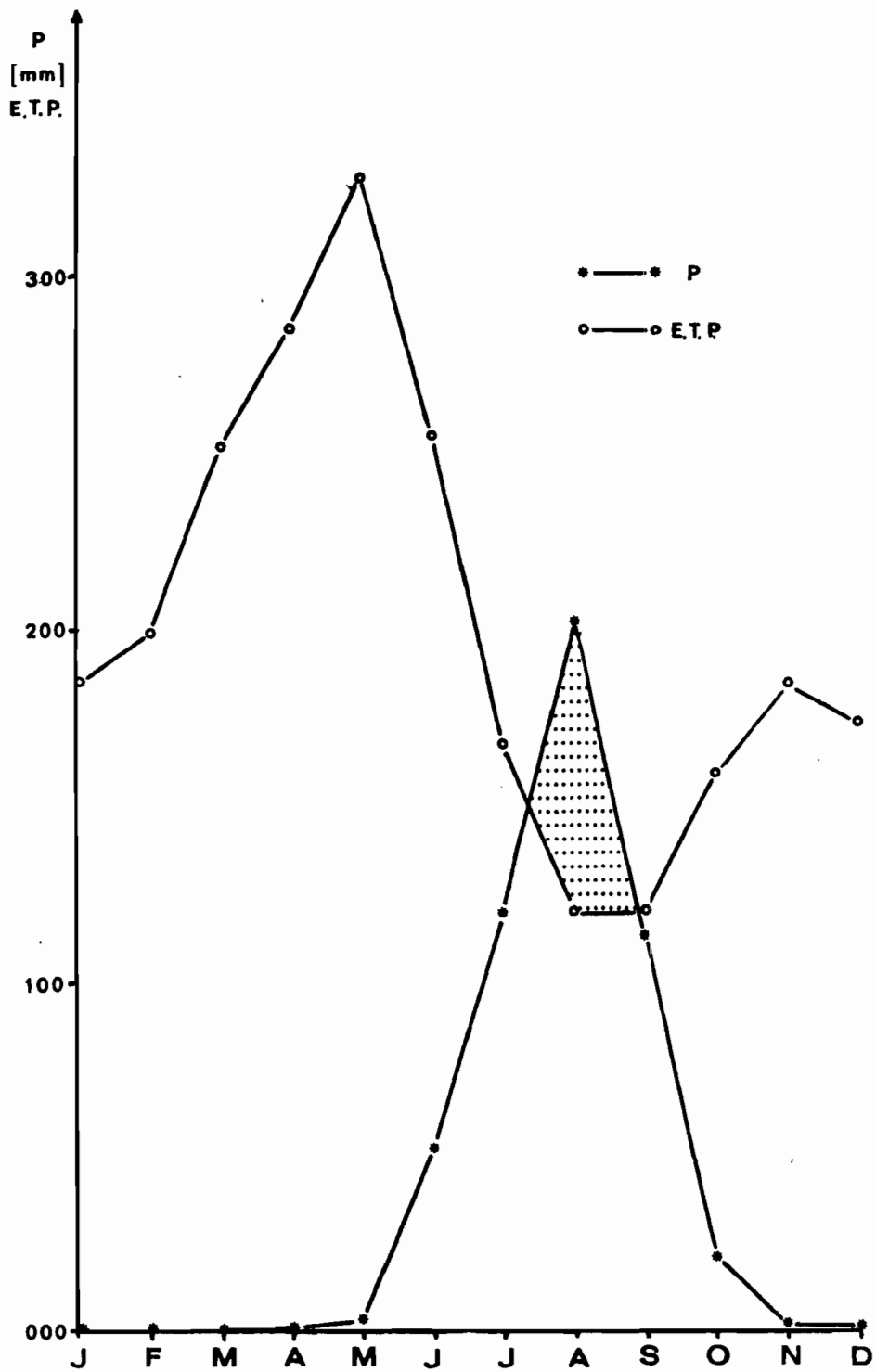


Fig.6



8 - LES INDICES CLIMATIQUES

## a) Indice d'aridité de Martonne

$$A = \frac{P}{t + 10}$$

P : Pluviométrie annuelle

t : Température moyenne annuelle.

Pour la station de Matam on a :

$$P = 519,6 \text{ mm}$$

$$t = 29,1^\circ$$

$$A = \frac{519,6}{29,1 + 10} = \frac{519,6}{39,1} = 13,29$$

On est en présence d'un climat semi-aride ( $5 < A < 20$ )

## b) Indice de Fournier

Plus les pluies sont inégalement réparties le long de l'année, plus le climat est érosif. C'est l'indice de Fournier qui exprime ceci.

$$C = \frac{p^2}{P}$$

avec

p = Pluviométrie du mois le plus arrosé

P = Pluviométrie moyenne annuelle.

Matam :

$$C = \frac{(202,1)^2}{519,6} = 78,61$$

Etant donné que le relief est peu accentué, on peut appliquer l'équation de régression suivante - L. BADO (1975) :

$$DS = 27,12 \frac{p^2}{P} - 475,4$$

qui, à partir de l'indice de Fournier, nous donne la dégradation spécifique en t/km<sup>2</sup>/an.

On trouve la valeur : DS = 1656,43 t/km<sup>2</sup>/an

C'est une valeur élevée qui confirme ce qui a été dit avant sur l'érosivité des pluies.

## c) Indice pluviométrique d'Emberger

Il fait intervenir la moyenne des températures du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid et d'autre part les pluies totales annuelles.

$$Q = \frac{P \times 100}{M^2 - m^2}$$

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud

m : Moyenne des minima du mois le plus froid

P : Précipitation moyenne annuelle.

Pour Matam :

$$Q = \frac{519,6 \times 100}{(34,3)^2 - (23,5)^2} = 83,2$$

Sur un graphique  $Q : f(m)$ , on trouverait un climat semi-aride - J. BOULAINÉ - 1979.

## d) Indice de drainage calculé d'Henin-Aubert (L. BADO - 1975)

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

D : Drainage théorique en hauteur d'eau qui s'infiltré par an dans le sol.

P : Pluviométrie moyenne annuelle en mètres.

$\gamma$  : Coefficient qui dépend de la température moyenne annuelle T

$$\gamma = \frac{1}{0,15T - 0,13}$$

$\alpha$  : Coefficient qui dépend de la température du sol.

$$\alpha \begin{cases} = 0,5 & \text{pour les sols argileux} \\ = 1 & \text{pour les sols limoneux} \\ = 2 & \text{pour les sols sableux} \end{cases}$$

Pour Matam :

$$\gamma = 0,236$$

$$D = 3,36 \text{ mm pour les sols argileux}$$

$$D = 4,49 \text{ mm pour les sols limoneux}$$

Le drainage est donc pratiquement nul. Ceci est dû aux températures élevées et aux fortes valeurs de l'évaporation.

9-CONCLUSIONS

Le climat actuel a une très faible influence sur la formation des sols.

Cependant, on a vu que la température élevée favorise la minéralisation et la décomposition de la matière organique. provoque une augmentation de l'évaporation qui entraîne une dessiccation des sols argileux en saison sèche y provoquant des fentes de retrait.

On a vu aussi que l'érosion hydrique et/ou éolienne se fait sentir dans les zones de faible végétation.

\*

\* \*

## Ⓑ GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

### 1 - MISE EN PLACE DES MATERIAUX

La vallée alluviale dans la région de Matam est creusée dans les grès argileux qui constituent le plateau du Ferlo et sa base repose sur les formations marines de l'Eocène moyen.

On résumera les données sur la mise en place des matériaux constitutifs des sols de la vallée aux événements paléogéographiques qui ont marqué les sols de la région où se situe le périmètre. Ces données sont empruntées aux ouvrages de S.E.D.A.G.R.I. ( 1973 ), B.R.G.M. (1967) et P. MICHEL (1973).

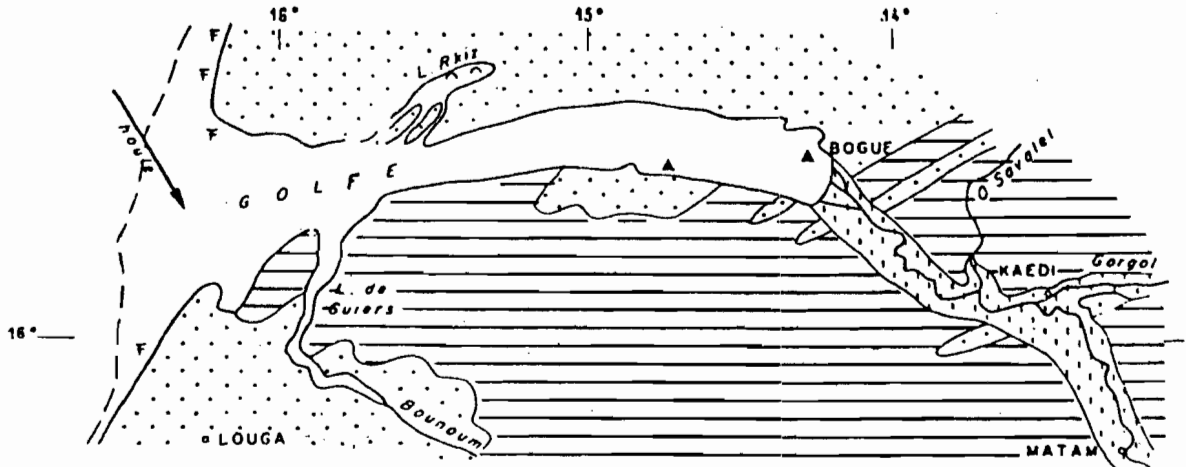
\* Quaternaire ancien et moyen - 40 000 à 25 000 ans B.P. - on assiste au démantèlement de la cuirasse ferrugineuse par désagrégation mécanique, et au tronçonnement de la vallée; Le niveau de la mer remonte lors de la transgression de l'Inchirien ce qui favorisera l'alluvionnement du fleuve. Il se formera alors la "basse terrasse graveleuse".

\* Würm récent - OGOLIEN 25 000 à 12 000 ans B.P. - c'est une période aride au cours de la dernière grande régression marine du Würm récent. Au cours de cette régression le climat a évolué progressivement vers l'aridité et le fleuve Sénégal a connu un régime endoréique. Le principal barrage dunaire se trouve près de Kaédi, le fleuve ayant une compétence très faible, ne transporte plus que des éléments fins et abandonne en amont du barrage toute sa charge solide, constituant ainsi le premier remblai - P. MICHEL (1968) formé de sable hétérométrique argileux, avec des gravillons ferrugineux et parfois des débris émoussés de cuirasse. Cette terrasse borde le lit majeur actuel, jusqu'à Bakel et est très étendue dans la région de Matam. Des lambeaux de dimensions variables subsistent entre Koundel Reo et Tilogne (Fig. 8).

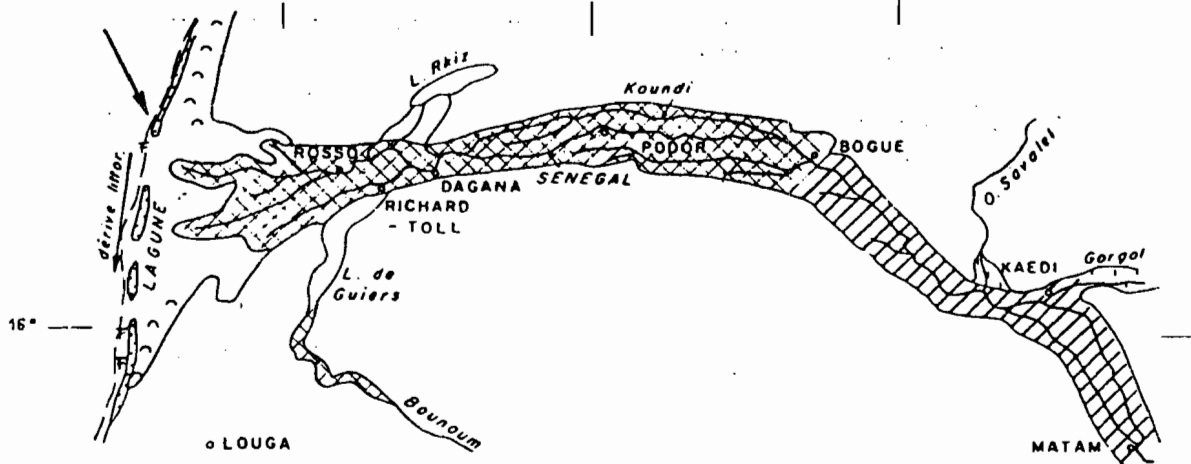
Lorsque le climat redevient plus humide le fleuve entaille le premier remblai. Par érosion latérale, les crues du fleuve ont arrasé partiellement le sommet du premier remblai à la bordure ouest du lit majeur dans la région de matam.

depuis la dernière transgression

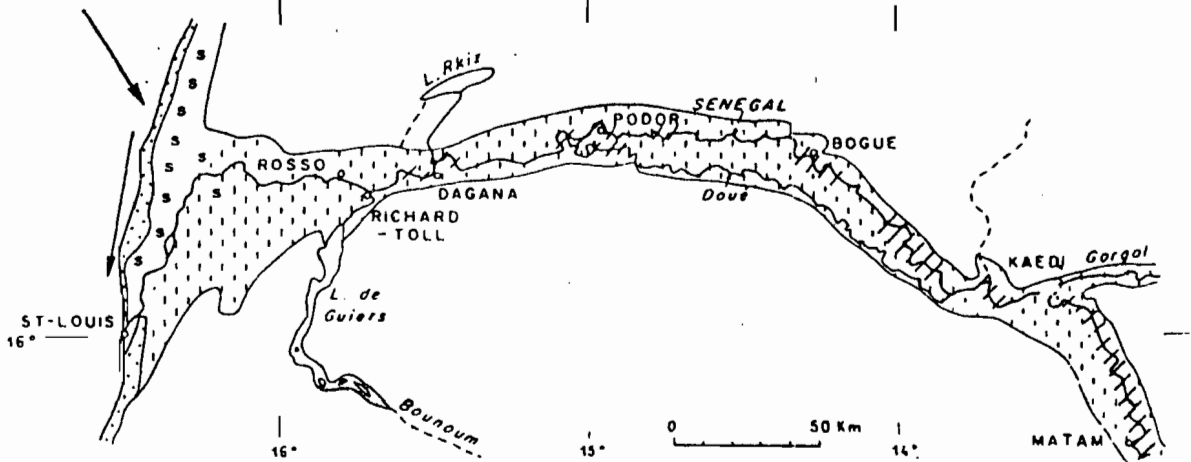
a - Maximum de la transgression : Nouakchottien 5500 ans BP



b - Formation du delta : Situation vers 2500 ans BP



c - Epoque subactuelle et actuelle



	Glacis généralement cuirassés		Décantation d'argile
	Dunes rouges		Levées fluviales
	Plage fossilifère		Dépôts fluvio-deltaïques
	Faune lagunaire abondante		Cordons littoraux
	Pollens de mangrove		Sebkha
	Littoral actuel		Vallée morte

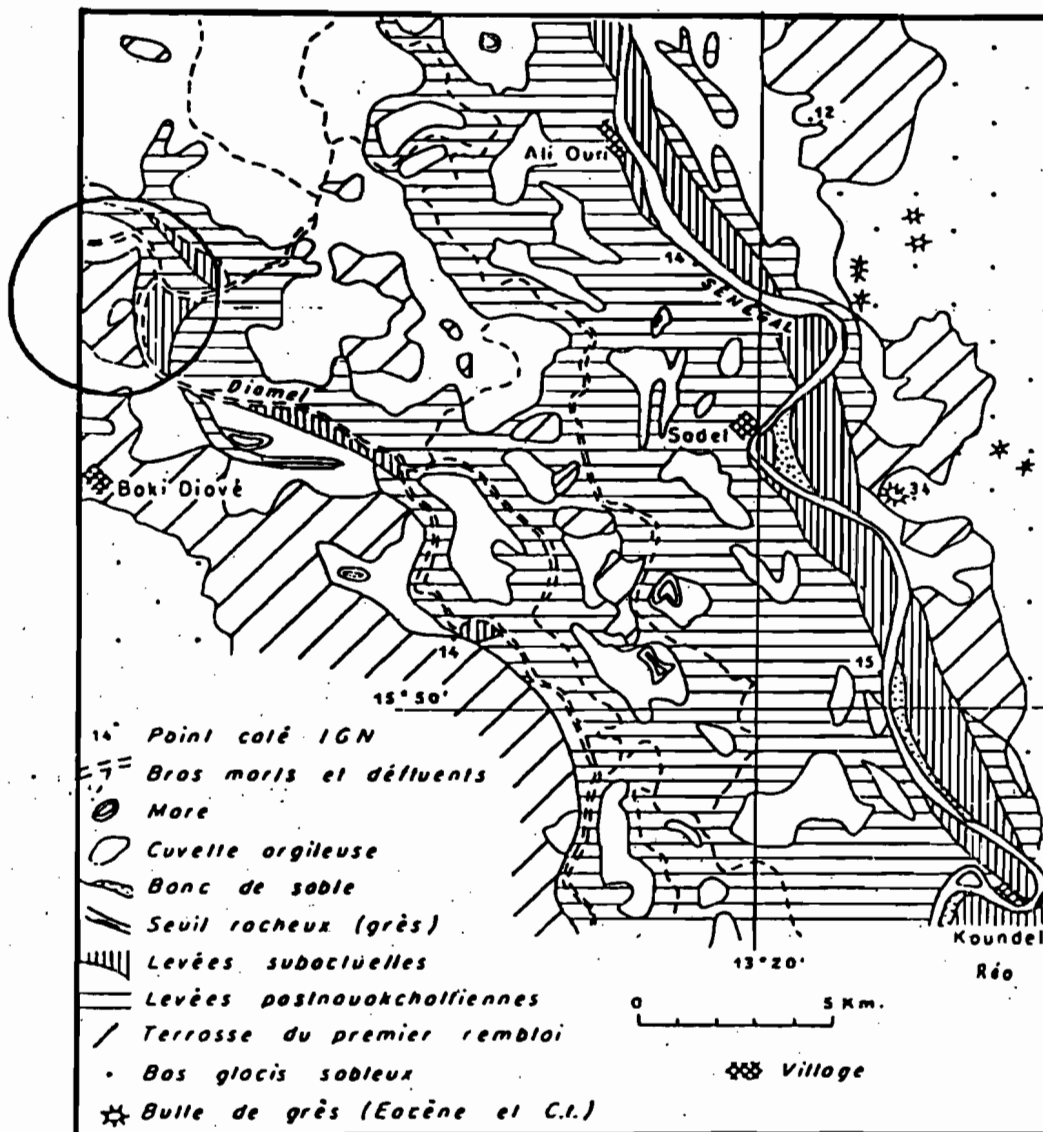
Fig. 7

tirées de B.R.G.M. 1967

\* Holocène - NOUAKCHOTTIEN 12 000 à 5 500 B.P. - C'est le nom de la dernière transgression marine sur les côtes sénégal-mauritaniennes qui correspond à l'Holocène (P. ELOUARD, 1967). Comme le niveau de la mer remonte progressivement, le fleuve alluvionne. Cette sédimentation est d'abord fine. À Bogué, elle correspond en général à des argiles très finement sableuses, bariolées; plus en amont la sédimentation semble avoir été moins homogène tout en restant fine (Fig. 7a). Ce sont surtout des facteurs bioclimatiques qui expliquent le caractère fin de l'alluvionnement. Le climat est redevenu plus sec durant une courte période. Le fleuve a alors alluvionné et construit la terrasse du deuxième remblai. Au cours de ces fluctuations climatiques, le niveau marin continue de monter. Au maximum de la transgression, la mer atteint Bogué qui se trouve à 250 km de la côte (Fig. 7a); ce maximum est appelé Nouakchottien et est situé à 5 500 ans B.P.

\* POST NOUAKCHOTTIEN - 5 500 à 2 000 ans B.P. - Le Sénégal a construit, après le Nouakchottien de bourrelets de berge dont les parties hautes sont maintenant insubmersibles. Ce système de levées fluviales s'allonge et se ramifie dans la vallée depuis Bakel jusqu'à Bogué. Ces hautes levées fluviales sont toujours formées de sable fin et limon bien compactés, de couleur jaune ou brun jaune P. MICHEL (1957). Leur profil est généralement uniforme; cependant, la texture devient parfois un peu plus sableuse en profondeur. L'ensemble de ce système de levées occupe souvent la majeure partie de la vallée du fleuve, comme le montre la figure 8. La sédimentation est donc à cette époque très importante. Le fleuve transporte une grande quantité de matériel frais remblayant de vastes secteurs de la vallée et du delta; ce matériel semble provenir surtout de l'érosion par ravinement ou sapement latéral des terrasses du premier et deuxième remblai. Cet alluvionnement intense du Sénégal se situe entre 5 000 et 2 000 ans B.P. A la fin de cette période le fleuve dessine déjà dans certains secteurs de la vallée des méandres dont le tracé est encore bien visible (Fig. 8).

CARTE GEOMORPHOLOGIQUE DE  
La vallée du Sénégal entre Matam et Kaédi.



Tirée de S.E.D.A.G.R.I. 1973

Fig. 8

### \* EPOQUE SUBACTUELLE ET ACTUELLE

Les parties hautes des levées fluviales ont cessé d'être inondées par la crue, probablement à cause d'une diminution du débit, consécutif à l'assèchement du climat. L'édification de ce grand système de levées est alors arrêtée. Par contre, les eaux du fleuve sapent les bourrelets de berge à la montée de la crue dès que l'une des rives est légèrement concave entraînant les sables fins et limons. Ce matériel est déposé à très courte distance, devant la berge convexe de la prochaine boucle où le courant ralentit.

Ainsi se sont formés des faisceaux de levées subactuelles s'alignant derrière les rives convexes. Leur matériel ressemble à celui des levées plus anciennes puisqu'il provient de leur remaniement.

Ces systèmes de bourrelets de berge ont donné à la vallée un microrelief souvent vigoureux qui joue maintenant un rôle primordial dans la submersion des terres par la crue annuelle.

De Juillet à fin Novembre, les eaux du fleuve inondent le lit majeur. Elles restent plus longtemps dans les dépressions. Une couche d'argile brune tapisse le fond de ces cuvettes. Ces cuvettes présentent des formes et des dimensions très variables d'un endroit à l'autre. Les argiles se composent d'un mélange de Kaolinite, Illite et montmorillonite.

Ainsi, l'évolution de la vallée du Sénégal et de ses bordures pendant le Quaternaire a été complexe. Elle a été influencée à la fois par les variations climatiques et les oscillations du niveau marin.

### 2 - GEOMORPHOLOGIE

Voici les principales unités géomorphologiques reconnues dans la région :

#### a) Quaternaire ancien et moyen

##### 1 - Moyenne terrasse

Quelques témoins de cette terrasse apparaissent près de la bordure ouest de la vallée du Sénégal à Dabia et aux environs de Tilogne.

##### 2 - Basse terrasse

Elle se situe en contrebas de la terrasse précédente, à très faible distance ; on y trouve des gravières.

## b) Ogolien

## 1 - Premier remblai sablo-argileux

Cette terrasse s'élève de part et d'autre du lit majeur du Sénégal. Des lambeaux de cette terrasse subsistent en pleine vallée alluviale dans les régions de Boki Diavé et Tilogne.

## c) Dépôts post-Nouakchottiens

## 1 - Hautes levées (sable fin, limon)

Ces anciens bourrelets de berge, avec des nombreux deltas de rupture de levées, gagnent le lit du Sénégal et ceux de ses principaux défluent comme le Diamel. Ce système de levées se rétrécit et se ramifie à partir de Boki Diavé.

## d) Dépôts subactuels et actuels

## 1 - Levées subactuelles et actuelles

Elles accompagnent les sinuosités du fleuve. Des petites levées apparaissent aussi dans certaines boucles du Diamel.

## 2 - Cuvettes argileuses de décantation.

Elles occupent de vastes superficies du lit majeur de la région Matam entre le système de hautes levées et la terrasse du premier remblai. A l'aval, n'existent que de petites dépressions entourées de dépôts post-nouakchottiens (fondé). Mais leurs dimensions s'agrandissent considérablement à partir de Boki Diavé.

\* Selon la carte de la F.A.O. à 1/50 000°, voici les unités géomorphologiques rencontrées sur le casier de Kobilou (Fig.9) :

A - Cuvettes de décantation : Comme on l'a vu précédemment, les terres des cuvettes sont toujours argileuses. Elles se sont formées par décantation des eaux des crues. Pendant la saison sèche, au fur et à mesure que le terrain se dessèche, l'argile gonflée sous l'effet de l'humidité se retracte et de nombreuses fentes de retrait se forment.

N - Deltas de rupture de levée : Ce sont des bourrelets qui bordent les défluent du fleuve Sénégal. Leur forme est aplatie avec parfois de nombreuses dépressions où peuvent stagner des eaux de crue ou les pluies d'hivernage. Formés par des matériaux enlevés aux hautes levées.

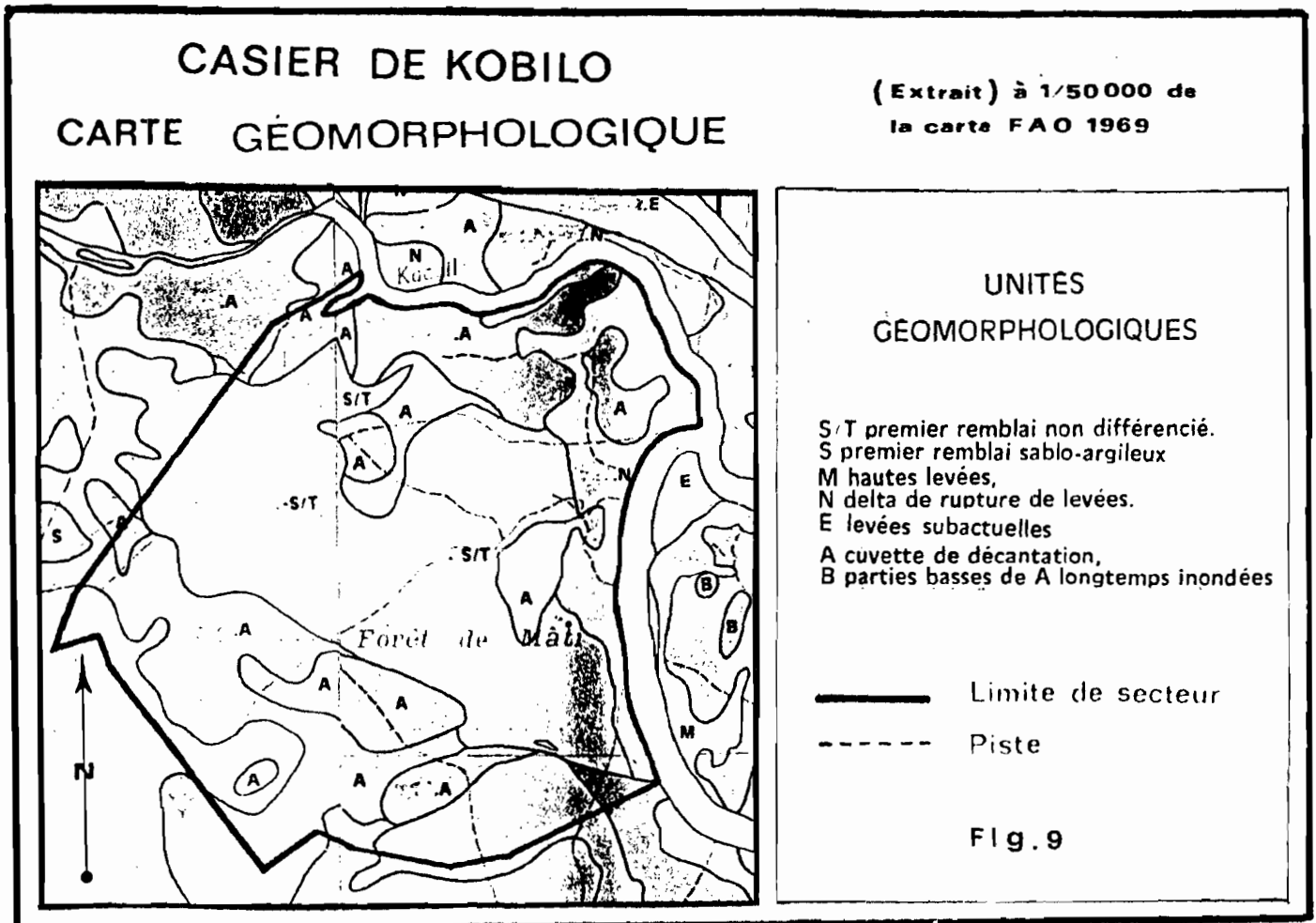
S/T - Premier remblai indifférencié - Les terrains d'une partie des dépôts du premier remblai occupent une position intermédiaire entre les parties élevées de la terrasse ou le glacis et le lit majeur du fleuve. Ils s'élèvent d'un ou deux mètres au-dessus du premier remblai arrosé et ne sont submergés que par forte crue.



★ Dans la région, le rôle joué par la géomorphologie sur la pédogenèse est incontestable :

- . Détermine la durée de la submersion et l'inondation voir II D 1.1. p. 28.
- . Conditionne la répartition des sols et de la végétation dans le paysage.
- . A une influence sur le mode actuelle de dépôt des sédiments argileux.

\*  
\* \*



\*  
\* \*

Ⓒ VEGETATION

La répartition des espèces végétales dans le secteur étudié est étroitement liée aux diverses zones distinguées en fonction de la durée de l'inondation, donc des unités géomorphologiques.

On distingue ainsi :

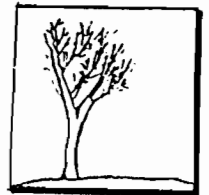
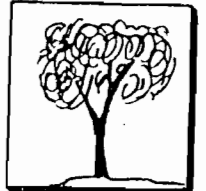
° Zones longtemps inondées (OUALO en Toucouleur) : Cuvettes de décantation

*Acacia nilotica nilotica* (Gonakier) .....

En bordure de ces cuvettes on observe des :

*Acacia seyal* (mimosa épineux).....

qui sont en général bien développés (5-8 m).



° Zones temporairement inondées (FONDE en Toucouleur) : Premier Remblai

Dans les parties basses il y a un peuplement arbustif où dominant :

*Acacia seyal* (mimosa épineux) peu développé (2-4 m)

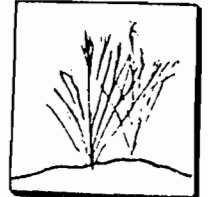
*Ziziphus mucronata* (jujubier) .....

*Balanites aegyptiaca* .....

et un tapis herbacé annuel riche en :

*Aristida mutabilis*

*Chloris pilosa* .....



Dans les parties hautes le pourcentage de *Balanites* augmente et on peut avoir d'autres espèces telles que l'*Acacia radiana*, *Acacia senegal*, etc...

Les petites dépressions situées près des berges et les glacis du côté de Kobilou sont peuplés de :

*Borreria verticillata* .....

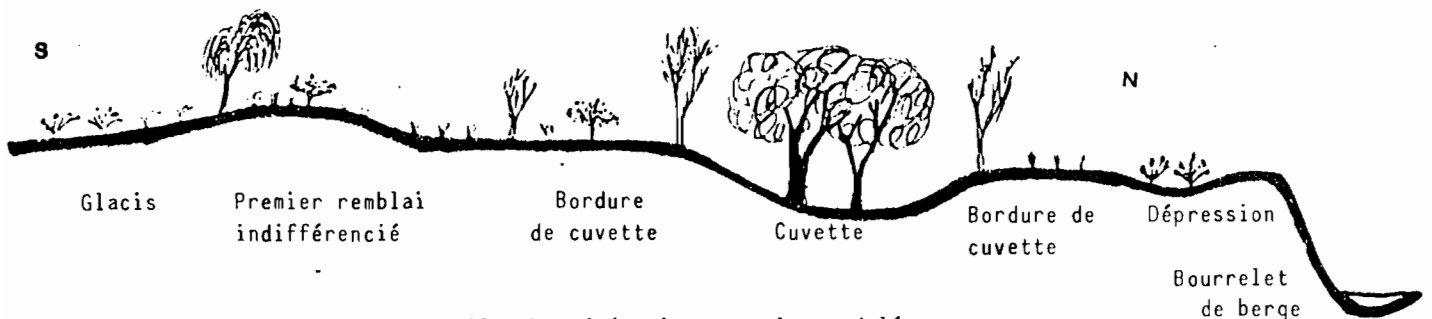
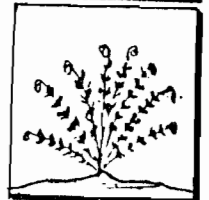


FIG. 10 : La végétation et le modelé

En ce qui concerne la densité de peuplement elle est en général très faible. Seules les espèces herbacées parviennent par endroits, à un taux de couverture du sol de 10 % .

\* Conséquences pédogénétiques

La principale source de matière organique du sol est la matière sèche produite par la végétation. Or, celle-ci n'est pas abondante, d'où une faible teneur des sols en matière organique et en azote. Le rôle pédogénétique de la végétation est de ce point de vue limité. Par contre, du point de vue protection antiérosive le rôle de la végétation est important. On pourrait aussi attribuer à la végétation le rôle de simple indicateur de l'inondation.

\*

\* \*

① HYDROGRAPHIE ET HYDROCHIMIE

1 - LES EAUX SUPERFICIELLES

1.1. Hydrographie

Le fleuve Sénégal a un régime de type tropical, son niveau baisse ou monte en fonction de l'alternance de la saison fluvieuse et sèche. Ainsi chaque année, de Juillet à Septembre, le fleuve est en crue (Fig. 11).

La crue descend le Diamel à partir de MATAM et inonde tout ou partie du secteur selon la hauteur atteinte par les eaux car celle-ci varie d'année en année ; le maximum moyen est de 15,7 m (cote IGN) (Tableau 12). Ensuite, à partir du mois d'Octo-

TABLEAU N° 12 : Amplitude de la crue en année moyenne

Stations	Hauteur maximale (IGN)	Etiage absolu médian (IGN)	Amplitude en m (Année moyenne)
			SENEGAL
MATAM	15,17	6,27	8,90
NGUIGUILONE	13,37	(5,12)	(8,25)
KAEDI	12,10	3,38	8,72

bre, l'eau se retire après une durée de submersion variable, dépen-



dante de la hauteur des eaux de crue et de la cote considéré\*. Dans les cuvettes les eaux plus ou moins stagnantes se décantent ; leurs éléments en suspension se sédimentent et ceux en solution se concentrent peu à peu. Une partie des eaux s'infiltré produisant un engorgement des terres.

### 1.2. Hydrochimie

TABLEAU N° 13 : Analyse des eaux du Sénégal à Kaédi (SEDAGRI 1973)

Origine	CE 25°C en micromhos	pH	Résidu sec (mg/l)	Mat. organ. (mgO <sub>2</sub> /l)	mé par litre							SO <sub>4</sub> /Cl
					Ca	Mg	K	Na	CO <sub>3</sub> H	Cl	SO <sub>4</sub>	
SÉNÉGAL : Kaédi 19-03-64 .....	69	7.6	69	—	0.27	0.46	0.03	0.08	0.90	0.24	néant	0

On constate une faible minéralisation de ces eaux. Leur SAR est faible :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Mg^{++} + Ca^{++}}{2}}} = 0,132$$

D'après les normes de l'U.S. SALINITY LAB. STAFF (1954) c'est une bonne eau d'irrigation classée C<sub>1</sub> - S<sub>1</sub>. (Fig. 12).

En ce qui concerne le "Residual Sodium Carbonate" EATON (1950), on a :

$$R.S.C. = (CO_3^{--} + HCO_3^-) - (Ca^{++} + Mg^{++}) = 0,17 \text{ mé/l}$$

Selon WILCOX (1958) cette eau est considérée sans danger pour l'irrigation (RSC < 1,25 mé./l).

## 2 - LES EAUX SOUTERRAINES

Le battement saisonnier de la nappe entraîne la formation de sols hydromorphes à pseudogley.

\* Cote maximum du secteur 14,2 m

Cote minimum du secteur 9,2 m

- Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux en fonction de la conductivité et du coefficient d'absorption du sodium.

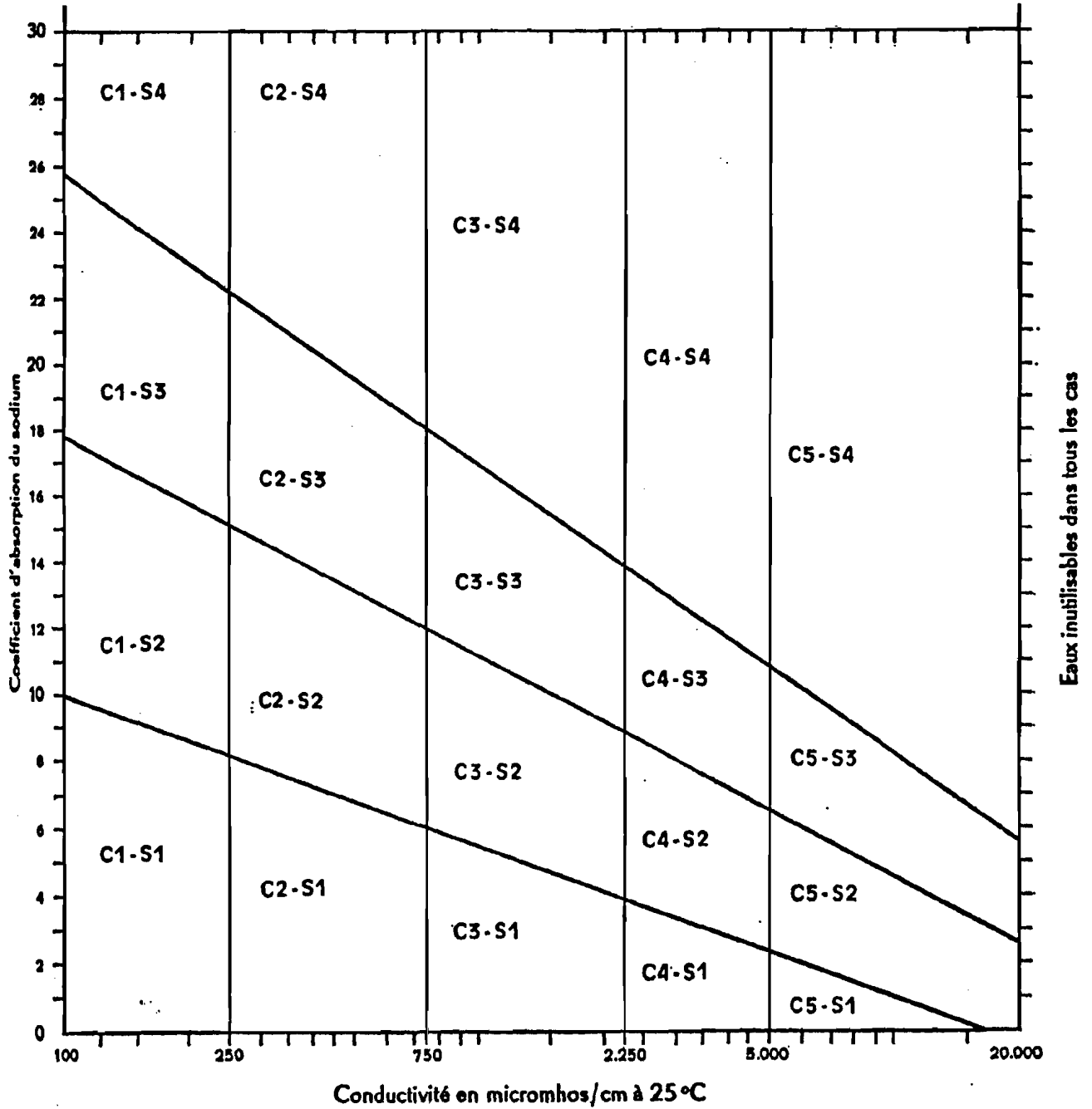


Fig. 12

Au moment de la prospection (de Décembre à Mars), il n'y avait pas de nappe à la profondeur des profils.

Cependant, une nappe a pu être trouvée et prélevée à 6 mètres à la verticale du profil n° 81.

Des eaux de deux puits du village de Kobilò ont été aussi prélevées et analysées (Tableau n° 14).

TABLEAU N° 14 : Résultats d'analyse des eaux des puits du village de Kobilò.

Origine	CE 25°C en micromhos	pH	mé par litre							$\Sigma^-$	$\Sigma^+$	SO <sub>4</sub> /Cl
			Ca	Mg	Na	K	CO <sub>3</sub> H	Cl	SO <sub>4</sub>			
Profil n°81 [6 m ±]	216	7,6	1,38	0,49	0,19	0,09	2,00	0,13	0,00	2,13	2,15	0,00
Kobilò puits bas village	94	7,2	0,60	0,16	0,10	0,08	0,68	0,10	0,17	0,95	0,94	1,70
Kobilò puits haut village	1830	7,3	3,27	4,33	2,90	2,38	0,66	/	/	/	15,9	/

TABLEAU N° 15 : Qualité des eaux selon les normes précédentes .

ORIGINE	R. S. C. (mé /l)	S. A. R. (mé/l)	CE 25°C en micromhos	Normes US Labo. (fig.12)
Nappe sous le profil n° 81	0,13	0,20	216	C <sub>1</sub> - S <sub>1</sub>
Puits de bas village Kobilò	- 0,08	0,16	94	C <sub>1</sub> - S <sub>1</sub>
Puits de haut village Kobilò	- 9,97	1,26	1830	C <sub>3</sub> - S <sub>1</sub>

.. L'eau du puits de haut village présente un risque élevé de salinité et pas de risque d'alcalisation.

- Les autres eaux sont sans risque de salinité

- Dans ces 3 eaux les cations dominants sont le Ca<sup>++</sup> et le Mg<sup>++</sup>

✱

\* \*

### Ⓔ L'ACTION ANTHROPIQUE

La région est essentiellement peuplée de Toucouleurs islamisés et sédentaires.

De Décembre à Mai, les Toucouleurs cultivent le gros mil et le maïs dans les cuvettes (Oualo en toucouleur) en culture de décrue. Sur les bords du défluent des cultures complémentaires sont effectuées : haricots (niébés), maïs, courges, tomates, etc...

Dans les parcelles du périmètre, déjà aménagées et irriguées, les villageois cultivent du riz (récolté en Décembre) et ensuite du maïs.

L'élevage bovin est assez développé. Les troupeaux de zébus paissent dans les lieux. Les caprins sont assez nombreux.

\* Le rôle joué sur la pédogenèse est plutôt néfaste. En effet, en plus du piétinement des troupeaux, on trouve en certains endroits des étendues d'arbres brûlés par l'homme en vue de la fabrication de charbon de bois.

\*

\* \*

### Ⓕ CONCLUSIONS GENERALES SUR LES FACTEURS DE PÉDOGENÈSE

Parmi les facteurs qui viennent d'être analysés, il y en a qui sont beaucoup plus influents que d'autres sur la différenciation des sols.

Il s'agit :

- . du matériau originel et sa mise en place (Géologie)
- . de la topographie
- . des inondations (Hydrographie)

Les autres facteurs :

- . le climat
- . la végétation
- . l'action de l'homme.

n'ont qu'un rôle moindre : le climat caractérisé par des hautes températures, faibles précipitations et évaporation élevée impose une certaine inertie à la dynamique de l'eau au sein du sol ralentissant l'évolution pédologique ; n'étant pas favorable à la végétation celle-ci n'est pas abondante ce qui entraîne un faible apport de matière organique au sol.

\*

\* \*



## C H A P I T R E    I I I

## P R O S P E C T I O N   E T   E T U D E   P E D O L O G I Q U E

① M E T H O D O L O G I E   D E   L ' E T U D E

Selon J. KILIAN 1974, l'évolution d'un sol et d'une forme de relief sont indissociables l'un de l'autre car ils résultent tous deux d'une infinité d'interactions s'exerçant simultanément ou de façon concurrentielle. Autrement dit, il y a une interaction entre la pédogenèse et la morphogenèse.

Cependant, ces processus ont des vitesses relatives différentes selon la nature du milieu où ils agissent. Il faut donc faire la part de l'action de chacun de ces processus ; c'est la notion de Bilan Morphogenèse-Pédogenèse proposé par J. TRICART (1973) qui nous permet d'orienter la démarche à suivre en vue d'une prospection cartographique.

On a vu (Chapitre II) que la genèse des sols de la région est modulée par l'inondation en fonction de la topographie. Deux processus de diversification des sols en découlent :

- La durée de l'inondation conditionne la durée de l'action de l'engorgement donc de l'anaerobiose des sols.
- Les processus de mise en place des matériaux sont à l'origine de la différenciation texturale.

Ainsi, on s'inspirera de la méthode dite des "systèmes de paysage" utilisée par R. BERTRAND (1974) : dans un premier temps, l'étude des photographies aériennes à 1/15.000° et à 1/50 000° a permis de dégager les unités paysagiques majeures ou mineures. Ce sont essentiellement des unités géomorphologiques ou d'associations végétales.

On disposait aussi d'un plan topographique à 1/5 000° ce qui a facilité la prospection.

La méthode utilisée a été donc la confrontation de ces deux types de documents d'une part entre eux et d'autre part avec les observations de terrain. Les premiers profils ont été placés en conséquence (distribués selon les unités paysagiques repérées) et la prospection s'est poursuivie par des aller-retours entre la carte topographique, les photos et les profils, aboutissant à l'emplacement de nouveaux profils qui, avec les précédents, constituaient un nouveau point de départ. Les manuels de R. MAIGNIEN (1969) - (1980), ont été utilement consultés au cours de la prospection.

Tout cela a conduit, entre le 3 Décembre 1981 et le 30 Mars 1982, à 136 profils et 50 contrôles tarière ce qui donne une densité d'observations à l'ha de 0,19. Ces profils ont une profondeur moyenne de 1,50 m. 54 d'entre eux ont été analysés au laboratoire (192 échantillons). Les résultats d'analyse se trouvent aux annexes.

\*

\* \*

## Ⓑ LES UNITES PEDOLOGIQUES

### 1 - INTRODUCTION

#### 1.1. La classification utilisée

Pour rendre compte de la différenciation des sols de la région, la classification française C.P.C.S. (1967) s'est avérée la plus commode. Elle distingue : des classes, sous-classes, groupes, sous-groupes et familles :

\* La Classe : définit le mode et le degré d'évolution pédologique des sols.

On a pu distinguer 3 classes dans le périmètre de Kobilò :

- . Les sols peu évolués
- . Les sols hydromorphes
- . Les vertisols

\* La Sous-Classe : est définie par le pédo-climat

- . Les sols peu évolués sont d'origine non climatique
- . Les hydromorphes sont peu humifères
- . Les vertisols sont à drainage externe nul.

\* Le Groupe : est défini par les caractères morphologiques du sol qui correspondent à des processus d'évolution.

- . Les sols peu évolués sont {
  - . d'érosion
  - . d'apport alluvial
- . Les sols hydromorphes sont {
  - . à pseudogley
  - . à redistribution du calcaire.
- . Les vertisols sont à structure anguleuse.

\* Le Sous-Groupe : détermine soit l'intensité du processus fondamental d'évolution caractéristique du groupe, soit la manifestation d'un processus secondaire indiqué par certains éléments nouveaux du profil.

- . Les sols peu évolués sont {
  - . régosoliques
  - . modaux
  - . hydromorphes
  - . vertiques
  - . alcalisés
- . Les sols hydromorphes sont {
  - . modaux
  - . vertiques
  - . à nodules
- . Les vertisols sont {
  - . hydromorphes

\* La Famille tient compte de la nature du matériau originel :

- . Les sols peu évolués sont {
  - . sur gravillons et cuirasse
  - . sur alluvions
- . Les sols hydromorphes sont sur alluvions et sur argile de décantation
- . Les vertisols sont sur argile.

### 1.2. Critères de différenciation

Comme on a pu le constater ces sols subissent une pédogenèse peu agressive. Ceci entraîne une difficile différenciation entre certains de ces sols notamment entre les sols peu évolués hydromorphes et les hydromorphes minéraux à pseudogley. En effet, ces sols sont fréquemment juxtaposés au sein de la même unité géomorphologique passant de l'un à l'autre par l'affirmation des caractères de l'un,

tandis que ceux de l'autre s'atténuent. Pour les différencier, des critères d'intensité et d'abondance de taches d'hydromorphie ont été adoptés :

Selon S.E.D.A.G.R.I. (1973) :

Peu évolué hydromorphe : absence ou très peu de taches dans l'horizon de surface (quand elles existent les taches sont peu contrastées)

Hydromorphe : nombreuses taches dans l'horizon de surface.

Cependant, les sols des bourrelets de berge présentent des nombreuses taches d'hydromorphie dès la surface. On a préféré ici privilégier l'aspect évolution des matériaux au détriment de l'intensité d'hydromorphie, ce qui a conduit au classement de ces sols dans les peu évolués.

L'intensité et l'importance de certains caractères dans ces sols est très variable. Ainsi, par exemple, pour différencier un peu évolué hydromorphe d'un peu évolué modal ou ceux-ci d'un peu évolué vertique, il faudra établir une échelle d'intensité des caractères de différenciation car le passage d'un sol à l'autre est en réalité continu. Un caractère paraîtra donc au niveau de faciès s'il est faible ou peu influent et au niveau de sous-groupe s'il est plus intense (Tableau n° 16).

TABLEAU N° 16 : Classement en fonction des seuils et critères de différenciation.

	Symbole	FACIES	Sous-GROUPE	CLASSE
Vertique	v	. Horizon à structure lenticulaire, agrégats présentant des surfaces luisantes	. Idem . Fentes de retrait . Morphologie locale ondulée à légèrement bosselée.	. Idem . Idem . Morphologie locale très bosselée : Gilgaï . A 50 % . Faces de glissement
Hydromorphe	h	Reflets de taches d'oxydo-réduction ou moins de 5 % de taches peu nettes	Taches d'oxydo-réduction peu contrastées à limites peu nettes et rares dans les horizons de surface.	Taches dès la surface bien contrastées et à limites nettes couvrant plus de 30 % de la matrice.
	i	Horizon de surface gris avec des taches rouille au niveau des pores et emplacements de racines	-	-
	p	Présence de concrétions (>5%) Fe-Mn de type pisolitique.	-	-
Alcalisé	a	Na/T >10 %	Na/T > 18 %	
Calcaire	ca	Présence de nodules calcaires dans les horizons de profondeur (> 60 cm)	Présence de nodules calcaires à moins de 60 cm de profondeur.	-

- \* Le faciès i a été désigné par "hydromorphie par imbibition capillaire". C'est une imbibition par submersion temporaire, faite par imprégnation à partir de la nappe superficielle.
  
- \* On entend par taches d'oxydo-réduction, un ensemble de taches ocre-rouille (expression du fer oxydé  $Fe^{+++}$ ) et de taches grises (expression du fer réduit  $Fe^{++}$ ).

### 1.3. Remarques sur la description des profils

Dans la description des profils qui suivent :

- . Les résultats d'analyse présentés sont tirés de fiches plus complètes se trouvant en annexes.
- . La plasticité indiquée n'est pas une donnée du sol en place mais une donnée déterminée en laboratoire (notée Ip).
- . Les mesures de conductivité ont été faites à 20°C.
- . Le choix des résultats est celui de ceux qui sont susceptibles de compter pour la classification du sol ou dans la différenciation des unités de la carte factorielle.
- . Le langage utilisé est celui du "Manuel pour la description des sols sur le terrain" de R. MAIGNIEN (1980).

\*

\*


\*

2 - SOLS PEU EVOLUES

Ces sols constituent 50 % du secteur étudié. Ce sont des sols n'ayant subi qu'une faible évolution traduite par un horizon peu humifère faiblement structuré. Généralement de couleur brun-olive, ces sols, de profil faiblement différencié, se situent à une cote I G N supérieure à 11,6 m épargnant à l'horizon de surface la submersion lors des crues moyennes (Tableau n° 12 et fig. 11) d'où le faible caractère d'hydromorphie de cet horizon.

Tous les sols rencontrés sont d'origine non climatique et appartiennent à une exception près (sol peu évolué d'érosion regosolique) ou groupe des sols peu évolués d'apport alluvial avec 4 sous-groupes. On a alors différencié cinq unités :

- 1 - Sols peu évolués regosoliques
- 2 - Sols peu évolués modaux
- 3 - Sols peu évolués hydromorphes
- 4 - Sols peu évolués vertiques
- 5 - Sols peu évolués alcalisés.

2.1.	* SOLS PEU EVOLUES REGOSOLIQUES *	1	
------	-----------------------------------	---	---

Ce sont des sols d'origine non climatique d'érosion sur matériaux gravillonnaires et cuirasse. Représentent 2 % du secteur.

Profil type n° 11

Date d'observation : le 8 Décembre 1981

Situation : près du cimetière de Kobilu

Unité géomorphologique : moyenen terrasse

Topographie : à mi pente du glacis

Cote I G N : 13,2 m

Morphologie locale : plane

Végétation : Peuplement très clair (10 % de couverture du sol) de  
Balanites aegyptiaca de taille moyenne 5 m.

- 0 - 30 cm : Horizon sec, de couleur rose (5 YR 7/3), sableux gravillons ferrugineux indurés (50 %) couleur lie-de-vin (2,5 YR 3/4) à distribution généralisée, de forme arrondie 1 à 3 cm de diamètre. Structure massive à débit polyédrique grossier, fragile, porosité moyenne, pas de racines ; transition distincte et régulière avec :
- 30 - 50 cm : Horizon gravillonnaire brun-jaune rougeâtre (5 YR 6/6) sablo-faiblement argileux, structure massive à débit polyédrique moyen, gravillons et débris de la cuirasse sous-jacente (80 %); autres caractères identiques à l'horizon supérieur transition distincte et régulière avec la :
- 50-60 cm et plus: Cuirasse marron-rouge à lie-de-vin, à aspect de surface pisolitique.

2.2.	* SOLS PEU EVOLUES MODAUX *	2	<input type="text"/>
------	-----------------------------	---	----------------------

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

Sur matériaux très fins et moyens, ils représentent 6 % du secteur et occupent certaines parties moyennes (Cote I G N de 12,4 m) du premier remblai indifférencié.

#### Profil type n° 18

Sol peu évolué d'origine non climatique d'apport alluvial modal sur matériaux très fins et moyens faciès alcalisé, pisolitique et calcaire.

Date d'observation : le 11 Décembre 1981

Unité géomorphologique : Premier remblai indifférencié

Topographie : Plate (pente voisine de zéro)

Cote I G N : 12,4 m

Morphologie locale : plane

Végétation : Strate arbustive très claire à Acacia seyal et Ziziphus mucronata

Strate herbacée à graminées (couverture 100 %).

0 - 20 cm : Brun vif (7,5 YR 5/6) sec, 5 % de taches ocre-rouille peu nettes ; peu humifère [M.O. = 0,9 ] ; texture argileuse:

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
41,0	12,2	7,2	20,5	13,2

Structure polyédrique subanguleuse moyenne et nette à surstructure cubique ; compact, fragile, plastique [Ip = 16,3] . Très poreux, agrégats à pores tubulaires fins et très fins sans orientation dominante. Quelques racines d'herbacées très fines d'orientation quelconque. Pas d'éléments secondaires. Quelques fentes de 1 mm de large et 15 cm de profondeur. Transition distincte et ondulée.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité Labo. (cm/h)	C/N	Nat/T (%)
5,9	0,064	0,47	11,3	4,9

20 - 55 cm : Brun vif (7,5 YR 5/6) sec ; pas de taches, texture argileuse :

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
42,0	12,2	5,1	20,3	14,3

Structure polyédrique moyenne et fine peu nette ; compact, peu fragile plastique [Ip = 16,2] . Poreux, agrégats à pores tubulaires très fins sans orientation dominante. Rares racines ligneuses fines d'orientation horizontale. 10 % de concrétions ferromanganiques à distribution généralisée. Transition graduelle et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité Labo. (cm/h)	C/N	Na/t (%)
6,5	0,036	0,10	10,4	9,6

55 - 90 cm : Brun vif (7,5 YR 5/6) sec, pas de taches, limono-argileux sableux

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
32,8	8,7	4,6	26,8	21,9



Structure polyédrique à angles vifs moyenne peu nette ; très compact, dur plastique [  $I_p = 14,6$  ]. Peu poreux, agrégats à pores tubulaires très fins sans orientation dominante. Pas de racines. 10 % de concrétions ferromanganiques de diamètre 5 mm à distribution généralisée. 5 % de nodules peu indurés d'une substance blanche ne produisant pas d'effervescence à froid à l'acide chlorhydrique, se mouillant avec difficulté. Transition distincte et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité (Labo.(cm/h)	C/N	Na/T (%)
7,9	0,180	0,17	6,5	7,8

90 - 130 et plus : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4), sec ; pas de taches; limono-argileux sableux.

Argile ( % )	Limon fin ( % )	Limon grossier ( % )	Sable fin ( % )	Sable grossier ( % )
28,1	8,7	4,5	29,5	24,4

Structure massive ; très compact, très dur et plastique [  $I_p = 13,9$  ]. Non poreux. Pas de racines. 20 % de pisolites ferromanganiques. 10 % de calcaires de diamètre <1 cm et distribution généralisée.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité Labo.(cm/h)	C/N	Na/T (%)
9,0	0,205	10,0	10,7	11,3

Observations : - Forte activité biologique (nids et galeries d'insectes) dans les deux premiers horizons.

- Pas d'effervescence dans la terre fine au test acide chlorhydrique.

\* - Le rapport Na/T est de 11,3 en profondeur ; cet horizon est très compact et très dur ; son pH est de 9,0 et la perméabilité labo est nulle. C'est un horizon alcalinisé. On reviendra sur le problème de l'alcalinisation au sous-chapitre C.

- La substance blanche trouvée dans le troisième horizon a été analysée aux S.S.C. de l'ORSTOM à Paris (B. DABIN). Sa présence a altéré ces valeurs des cations échangeables conduisant à une surévaluation de  $\Sigma BE$  donc de S/T. Les problèmes seront également traités au sous-chapitre C.

- C/N de l'ordre de 10 indique une matière organique très évoluée.

- On constate pour les horizons de profondeur une conductivité légère pour la région.

\* Variations autour du profil :

Le profil n° 30 est en tout point semblable à celui-ci, sauf dans la texture des deux derniers horizons : argileuse et limono-argileuse.

2.3.	* SOLS PEU EVOLUES HYDROMORPHES *	3	○
------	-----------------------------------	---	---

Ces sols sont sur matériaux alluviaux et occupent 30 % du secteur. Deux critères différents de classification ont été utilisés (voir III-B 1.2. p. 36) entraînant une certaine différenciation entre les sols peu évolués hydromorphes des deltas de rupture et les peu évolués hydromorphes du premier remblai indifférencié. Ceux du premier remblai indifférencié ont une texture très fine et fine et rares taches d'hydromorphie dans l'horizon de surface, tandis que ceux des deltas de rupture ont des textures moyennes et grossières pouvant présenter des taches dès la surface.

Deux profils types sont décrits ici. Dans cette unité 39 profils ont été observés dont 11 analysés (voir annexes).

Profil type n° 56

Sol peu évolué d'origine non climatique d'apport alluvial (premier remblai indifférencié) hydromorphe à pseudogley sur alluvions : faciès calcaire et pisolitique.

Date d'observation : le 26 Janvier 1982

Unité géomorphologique : premier remblai indifférencié

Topographie : plate (pente voisine de zéro)

Cote I G N : 11,8 m

Morphologie locale : plane

Végétation : peuplement arbustif très clair à Ziziphus mucronata  
Strate herbacée à graminées (50 % de taux de couverture).

0 - 30 cm : Brun (10 YR 5/3) sec, 5 % de taches peu nettes, moyennement humifères [MO : 2,0 %] texture limono-argileuse :

Argile (%)	Limón fin (%)	Limón grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
37,5	14,2	11,9	19,9	10,8

Structure polyédrique subanguleuse fine peu nette à surstructure cubique. Peu compact, fragile, friable, plastique [Ip = 17,7]. Très poreux, agrégats à pores tubulaires très fins, sans orientation dominante. Racines d'herbacées très fines sans orientation préférentielle. Pas d'éléments secondaires. Transition graduelle et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T (%)
5,6	0,059	2,12	11,1	2,5

30 - 60 cm : Brun (10 YR 5/3) sec, 2 % de taches d'oxydoréduction peu contrastées à limites peu nettes. Texture argileuse.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
44,2	11,7	6,3	18,8	13,4

Structure polyédrique fine peu nette à surstructure cubique. Peu compact, fragile, friable, plastique [ $I_p = 19,8$ ]. Poreux, agrégats à pores tubulaires très fins sans orientation dominante. Quelques racines ligneuses fines sans orientation préférentielle. Pas d'éléments secondaires. Transition distincte et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo (cm/h)	C/N	Na/T %
6,0	0,038	0,39	9,8	8,3

60 - 90 cm : Brun (10 YR 5/3) sec ; 10 % de taches rouille. Argileux.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
44,7	12,2	7,0	18,0	11,5

Structure massive à débit polyédrique à angles vifs. Très compact, peu fragile, très plastique [ $I_p = 20,6$ ]. Peu poreux, pores tubulaires très fins sans orientation dominante. Pas de racines. 2 % de pisolites ferromanganeuses. A distribution généralisée. Transition distincte et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo (cm/h)	C/N	Na/T %
8,5	0,105	0,12	10,4	9,0

90 - 150 cm et plus : Brun jaunâtre (10 YR 6/3) sec ; 20 % de taches d'oxydo-réduction. Argileux.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
49,5	11,2	3,3	16,3	10,5

Structure massive. Très compact, dur, très plastique [ $I_p = 24,2$ ]. Peu poreux ; pores tubulaires très fins sans orientation dominante. Pas de racines. 5 % de concrétions ferro-manganiques (pisolites) à distribution généralisée. 10 % de nodules calcaires indurés de diamètre compris entre 0,5 à 2 cm à distribution généralisée.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo ( cm/h )	C/N	Na/T (%)
8,6	0,120	0,17	11,7	8,9

Observations : Les deux premiers horizons présentent des fentes et des agrégats tapissés de sable.

La terre fine ne présente pas d'effervescence au test acide.

\* Variations autour de ce profil :

Les principales différences entre les profils correspondant à ce profil type sont soit au niveau de la texture, soit au niveau du faciès (la variation des caractères de profondeur sont mentionnées au niveau du faciès). Voici un tableau synoptique des différents textures et faciès rencontrés :

TABLEAU N° 17 : Variations de texture et de faciès autour du profil type n° 56 -

	Texture Faciès	TF	F/TF	F/M	
P - pisolitique a - alcalisé ca - concrétions $CaCO_3$ V - verticale (56) - N° de profil	P	(5) (20)	-	-	Horizons de surface ↓ F/TF ↑ Horizons de profondeur
	a P	(29)	-	-	
	ca P	-	(56)	-	
	V ca P	(6) (17) (22)	-	-	
	a ca P	(60)	(92)	-	
	V a ca P	-	-	(58)	

Le faciès pisolitique est commun à tous ces profils ; ce sont les signes d'une hydromorphie ancienne.

Profil type n° 2 :

Sol peu évolué d'origine non climatique d'apport alluvial (Delta de rupture de levée) hydromorphé à pseudogley sur alluvions.

Date d'observation : le 7 Décembre 1981

Unité géomorphologique : delta de rupture de levée

Topographie : plate (pente voisine de zéro)

Cote I G N : 13,3 m

Morphologie locale : très ravinée

Végétation : tapis herbacé dense à graminées (20 à 30 cm)

0 - 20 cm : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sec, 30 % de taches peu contrastées rouille à limites peu nettes. Peu humifère [M.O. = 0,3] . Texture limoneuse :

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
19,4	12,7	26,3	37,7	0,7

Structure polyédrique subanguleuse nette moyenne et fine. Peu compact, fragile peu plastique [Ip = 7,8] . Très poreux, agrégats à pores tubulaires fins et très fins sans orientation dominante. Quelques racines d'herbacées très fines. Pas d'éléments secondaires. Transition distincte régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. ( cm/h )	C/N	Na/T %
5,5	5,8	2,51	11,3	0,9

20 - 50 cm : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sec 40 % de taches rouille contrastées à limites nettes. Texture limoneuse.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
21,9	13,9	15,9	44,3	1,2

Structure polyédrique subanguleuse nette fine à surstructure prismatique. Peu compact, fragile, peu plastique [ Ip = 9,8: ] . Très poreux, agrégats à pores tubulaires fins et très fins sans orientation dominante. Pas de racines. Pas d'éléments secondaires. Transition distincte et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. ( cm/h )	C/N	Na/T (%)
5,5	6,5	1,32	11,3	2,3

50 - 80 cm : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sec. 10 % de taches ocre-rouille peu contrastées. Texture limono-argileuse.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
29,1	16,6	20,5	29,7	0,4

Structure massive à éclats polyédriques subanguleux fins. Compact, fragile, plastique [Ip = 11,2]. Poreux à pores vésiculaires et tubulaires fins sans orientation dominante. Pas de racines. Pas d'éléments secondaires. Transition distincte et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,4	9,1	0,71	13,3	2,3

80 - 130 et plus : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sec ; quelques taches d'oxydo-réduction. Texture argileuse :

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
45,5	19,9	13,8	14,0	1,8

Structure massive. Très compact, dur, plastique [Ip = 17,6]. Peu poreux à pores très fins sans orientation dominante. Ni racines ni éléments secondaires.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,1	14,4	0,75	13,0	5,1

Observations : - Litage de sable entre les 2 premiers horizons.

\* On constate une très grande variation texturale de haut en bas du profil. L'horizon de profondeur est constitué d'argiles de décantation sédimentées avant la rupture de la levée.

Le pH est légèrement acide. La matière organique est très évoluée en surface. Les valeurs de Na/T sont faibles.

\* Variations autour de ce profil.

Les sols du côté gauche de la boucle du Diamel ont une texture grossière. Ceux du côté droit de la boucle ont une texture moyenne en surface et fine en profondeur.

Ces sols de bourrelets de berge sont morphologiquement très hétérogènes ; on assiste clairement à des superpositions de différents apports alluviaux. Dans certains profils, les limites entre horizons sont obliques ou discontinues.

Fig.13 — Répartition des points représentatifs des textures des sols peu évolués hydromorphes

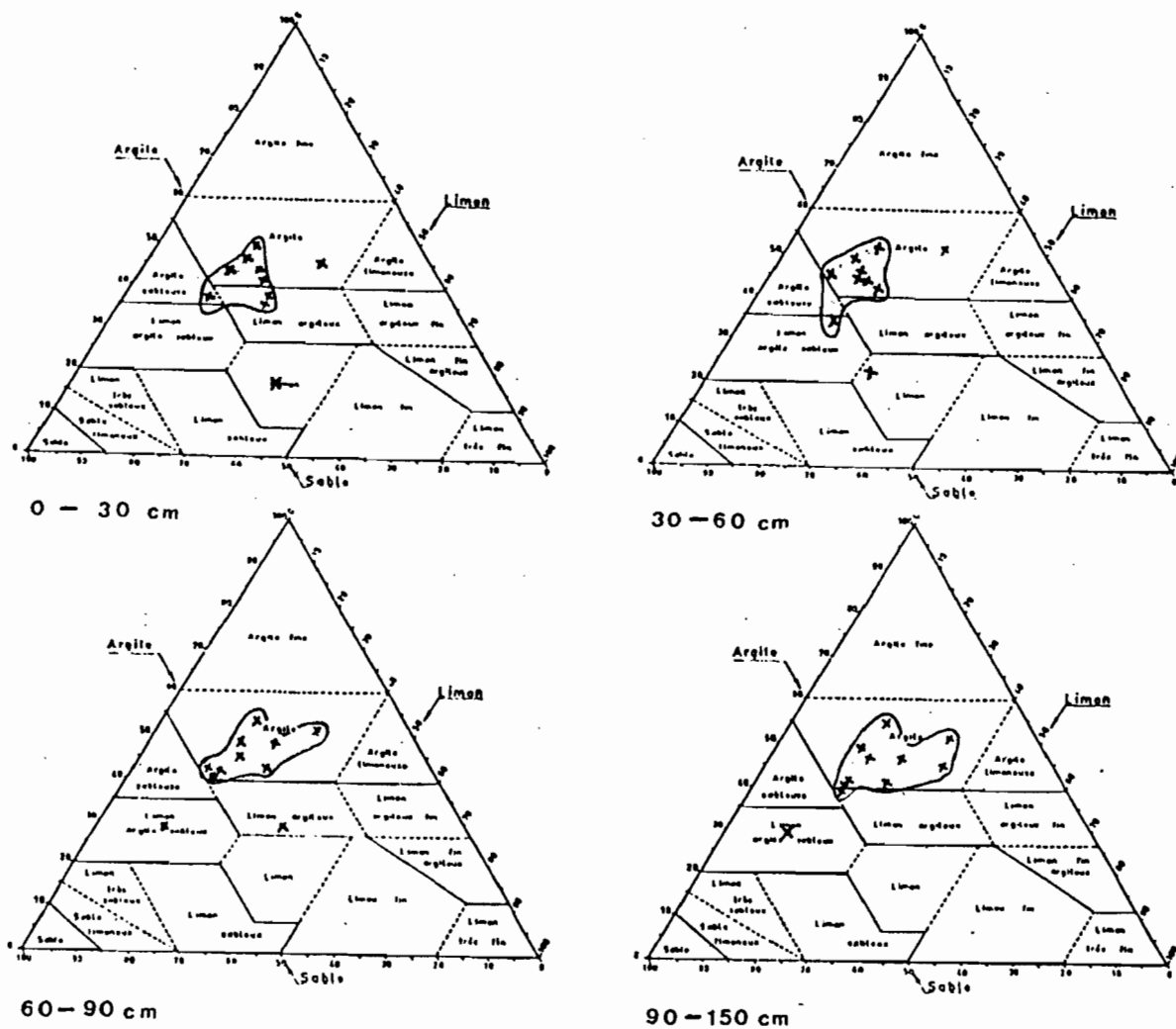



TABLEAU N° 18 : Valeurs moyennes des principaux résultats analytiques des sols peu évolués hydromorphes

	Surface 0 - 60 cm		Profondeur 60 - 150 cm	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
C %	3,59	2,48	-	-
C/N	11,22	2,20	-	-
T	18,90	4,31	20,38	2,77
S/T %	90,4	7,9	95,1	9,5
Na/T %	5,3	4,2	8,4	3,3
pH	6,6	1,0	7,0	2,2
Conductivité 20°C (mmhos/cm)	0,065	0,044	0,174	0,149
Perméabilité labo (cm/h)	0,93	0,84	0,42	0,41
pF 4,2	11,2	3,6	13,6	2,1

\* La figure 13 représente la répartition des textures, par tranches de sol de 30 cm, des sols peu évolués hydromorphes. On y constate une certaine homogénéité : les points sont groupés). En surface on a des horizons à texture argileuse et limono-argileuse ; ces textures deviennent plus argileuses en profondeur.

Le tableau n° 18 présente les valeurs moyennes des principaux résultats analytiques des sols peu évolués hydromorphes. Ces sols sont donc : peu humifères, à matière organique très évoluée, saturés en bases échangeables et à pH neutre. Les valeurs de l'écart-type nous indiquent que la conductivité, la perméabilité (laboratoire) et la valeur de Na/T présentent une très grande variation dans ces sols.

2.4.	* SOLS PEU EVOLUES VERTIQUES *	4	
------	--------------------------------	---	---

Ce sont des sols sur matériaux très fins et fins, se situant dans des dépressions et occupant 6 % du secteur. De couleur brun-olive, ils se caractérisent par un horizon à structure lenticulaire nette, des fentes de retrait et une morphologie locale ondulée à légèrement bosselée.

Trois profils ont été observés et analysés, (résultats en annexes).

Profil type n° 23 :

Sols peu évolué d'origine non climatique d'apport alluvial (dépressions) verticale sur alluvions, faciès pisolitique.

Date d'observation : le 12 Décembre 1981

Unité géomorphologique : dépression du premier remblai indifférencié

Topographie : au milieu de la forme

Cote I G N : 11,8

Morphologie locale : ondulée (longueur d'onde : 5 m, amplitude : 5 cm ;  
fentes : 2 cm de large, 50 cm de profondeur)

Végétation : strate arbustive très claire à *Acacia seyal* et *Ziziphus mucronata*

strate herbacée à graminées et à *Borreria verticulata* (75 % de couverture).

0 - 20 cm : Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) ; sec. 5 % de taches grises peu contrastées - peu humifère [ M.O. = 0,5 ] ; texture argileuse :

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
49,0	8,2	6,0	23,7	7,6



Structure polyédrique nette fine et moyenne à surstructure cubique. Peu compact, fragile, plastique [  $I_p = 22,8$  ]. Très poreux, agrégats à pores tubulaires fins et très fins sans orientation dominante. Quelques racines d'herbacées, fines à distribution régulière et direction quelconque. 20 % de pisolites ferro-manganiques de diamètre 5 cm à distribution généralisée. Transition distincte et ondulée.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,5	12,6	1,69	10,0	1,2

20 - 50 cm : Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) sec. 5 % de taches grises peu contrastées. Argileux.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
48,5	8,4	5,8	22,7	8,6

Structure polyédrique nette à angles très vifs moyenne et fine à surstructure prismatique. Compact, fragile, plastique [  $I_p = 22,6$  ]. Poreux à pores très fins sans orientation dominante. Pas de racines. Pas d'éléments secondaires. Transition graduelle et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
4,7	13,6	1,26	13,5	2,5

50 - 100 cm : Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) sec. 5 % de taches grises peu contrastées. Argileux.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
48,5	7,5	5,7	23,9	8,4

Structure lenticulaire fine très nette. Compact, peu fragile, plastique [  $I_p = 22,3$  ]. Poreux à pores tubulaires fins sans orientation dominante. Ni racines, ni éléments secondaires. Transition graduelle et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,3	14,2	0,93	12,8	4,2

100 - 150 cm et plus : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sec.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
48,0	7,5	5,3	24,5	8,6

Structure massive à éclats anguleux moyens. Très compact, dur, plastique [  $I_p = 22,0$  ]. Peu poreux à pores tubulaires fins sans orientation dominante. Pas de racines. Pas d'éléments secondaires.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,5	15,2	0,67	13,3	5,9

Observations : Présence de sable entre les fentes et sur la surface des agrégats dans les trois premiers horizons.

\* On constate un taux de sable fin assez important ( ~ 23 %) dans ce sol. Ce sable est probablement une des causes de l'estompage des caractères verticaux car les agrégats se cassent facilement en polyèdres à arêtes vives et à multiples facettes pour la plupart couvertes de sable fin ce qui leur donne un aspect rugueux. Ce sol présente un pH acide, une matière organique bien évoluée, des valeurs faibles, de Na/T et une perméabilité labo moyenne en surface et faible en profondeur.

\* Variations autour de ce profil

Le profil 93 présente un horizon de profondeur de texture fine comportant 10 % de nodules calcaires indurés. Le pH est plus élevé.

Le profil 34 n'a pas un taux élevé de sable fin (voir fig. 14).

\*

\* \*

\* D'après le tableau n° 19, on constate que ces sols sont peu humifères à matière organique très évoluée, saturés en bases échangeables, à pH neutre et à perméabilité labo moyenne en surface.

Les valeurs des écarts-types indiquent une certaine homogénéité des résultats analytiques.

Fig. 14 - Répartition des points représentatifs des textures des sols peu évolués vertiques.

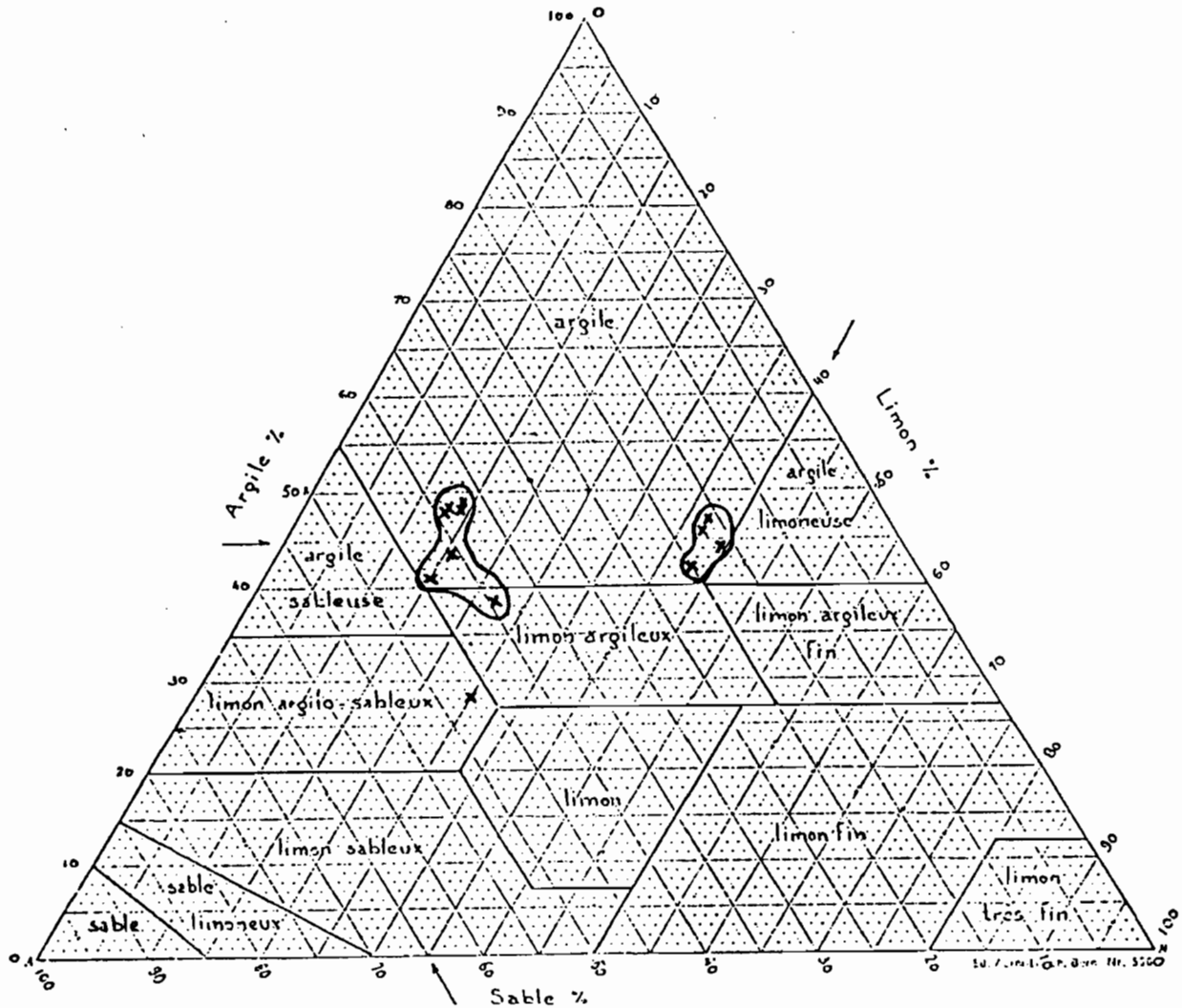



TABLEAU N° 19 : Valeurs moyennes des principaux résultats analytiques des sols peu évolués vertiques.

	Surface Ø - 60 cm		Profondeur 60 - 150 cm	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
C %	3,66	1,5	-	-
C/N	11,7	1,1	-	-
T	16,82	2,84	16,58	0,93
S/T %	85	11	89	9
Na/T %	1,3	0,8	4,1	2,8
pH	6,0	1,1	6,5	1,3
Conductivité 20°C (mmhos/cm)	0,058	0,021	0,093	0,029
Perméabilité labo (cm/h)	1,41	0,59	0,69	0,29
pF	12,4	2,4	14,4	1,0

2.5	* SOLS PEU EVOLUES ALCALISES *	5	
-----	--------------------------------	---	---

Ces sols ont été trouvés sur certaines parties hautes du premier remblai indifférencié et en bordure d'une cuvette près du village de Kobilu. Ils occupent 6 % du secteur étudié et sont sur matériaux grossiers et très fins.

Trois profils ont été analysés.

Profil type n° 66

Sol peu évolué d'origine non climatique d'apport alluvial (partie haute du premier remblai indifférencié) alcalisé sur matériaux grossiers, faciès : hydromorphe et pisolitique.

Date d'observation : le 28 Janvier 1982

Unité géomorphologique : partie haute du premier remblai indifférencié

Topographie : en haut de la forme

Cote I G N : 13,5

Morphologie locale : plane.

Végétation : strate arbustive très claire (10 % de taux de couverture) de Balanites et de Ziziphus ; strate herbacée claire (30 % de taux de couverture) à graminées.

0 à 60 cm : Rose (5 YR 8/3) à reflets rouille, peu organique [ M.O. = 0,3 % ] .  
Texture limono très sableuse :

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
12,4	1,7	3,8	54,8	25,9

Structure massive à débit polyédrique subanguleux ; fragile, très friable, non plastique, non collant. Très poreux, pores tubulaires très fins sans orientation dominante. Rares racines très fines d'herbacées dans la partie supérieure de l'horizon. Transition distincte et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo (cm/h)	C/N	Na/T %
6,0	0,016	4,85	11,1	1,9

60 à 100 cm : Rose (5 YR 8/3), ni taches, ni reflets ; limono très sableux.

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
17,9	2,0	3,3	48,9	25,7

Structure massive, très compact, dur. Poreux à pores tubulaires très fins. Pas de racines. Concrétions ferro-manganiques très nombreuses (50 %) de diamètre 0,5 à 1 cm. Transition distincte et régulière.

pH	Conductivité 25°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo (cm/h)	C/N	Na/T %
5,7	0,063	0,87	-	15,2

100 à 150 cm et plus : Gris clair (10 YR 7/2), reflets rouille ; limono très sableux

Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)
18,4	2,5	3,4	51,4	23,6

Structure massive, très compact, très dur. Peu poreux, pores tubulaires très fins. Pas de racines. 10 % de concrétions Fe-Mn.

pH	Conductivité 25°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo (cm/h)	C/N	Na/T %
5,8	0,152	0,21	-	19,6

La valeur Na/T est très élevée en profondeur : 19,6 %. Ce taux a été le facteur de classement de ce sol (Tableau 16). Cette alcalisation se traduit par une forte compacité de l'horizon.

#### Variations autour de ce profil :

Les profils 97 et 108 présentent les mêmes caractéristiques morphologiques mais le taux de concrétions ferro-manganiques est nettement inférieur (5 %). La couleur de ces sols est aussi différente : brun jaunâtre clair (10 YR 6/4), aussi bien que la texture qui est moyenne dès les 30 cm. Il est intéressant de noter qu'à l'emplacement du profil 108, les arbres sont tous morts.

Les profils 94 et 134 sont en tous points semblables aux profils des sols peu évolués

hydromorphes à faciès vertiques, pisolitique, calcaire et alcalisé ; seule la valeur Na/T est nettement plus élevée ( > 20 %).

\*  
\*       \*  
\*

Etant donné que la classification d'un sol peu évolué dans cette unité est déterminé seulement par la valeur de Na/T, des sols morphologique et analytiquement différents y sont réunis. Ainsi un traitement statistique des résultats analytiques en vue d'obtention de valeurs moyennes n'a pas une grande signification.

#### 2.6. Conclusions et discussion sur les sols peu évolués

Les sols peu évolués d'apport alluvial (1) trouvés dans le secteur, sont des sols peu humifères, à matière organique très évoluée et saturés en cations échangeables.

##### • Le pH

En général neutre, il est cependant très élevé en profondeur dans les sols peu évolués alcalisés et dans la plupart de ceux présentant le faciès alcalisé. Ce sont les sols peu évolués vertiques qui présentent les pH les plus faibles.

##### • Texture

On peut, d'après la figure 15, dire que les sols peu évolués du périmètre sont sur matériaux très fins et fins [ le taux moyen d'argile de ces sols est de 40,7 % ]. Les quelques exceptions sont imputées à certains sols peu évolués alcalisés et à un nombre réduit d'horizons des autres sols.

Certains sols des bourrelets de berge (non analysés) présentent au diagnostic tactile, une texture grossière.

On pourra avoir une idée de l'étendue des sols peu évolués de textures très fines et fines en comparant les cartes factorielle et pédologique.

---

(1) On n'a pas tenu compte des sols peu évolués d'érosion car l'unique profil n'a pas été analysé.

Fig.15— Répartition des points représentatifs des textures des sols peu évolués

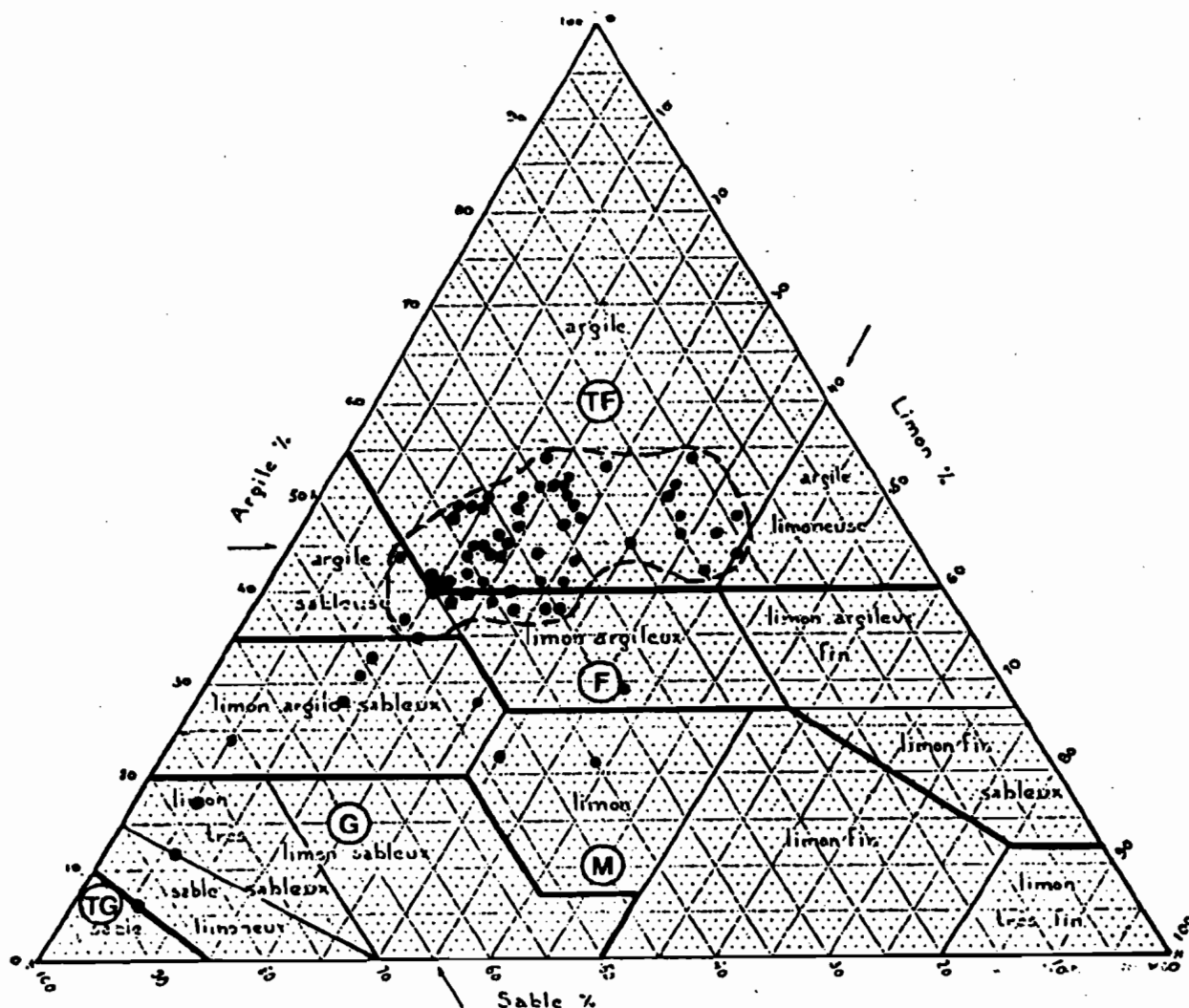


TABLEAU N° 20 : Valeurs statistiques et équations de régression (pF 4,2 et CEC) = f (A %) des sols peu évolués.

	N		Moyenne	Ecart-Type	Variance	Equations de regression	Coefficients de corrélation
Sols peu évolués (Vertiques inclus)	65	pF 4,2	12,35	2,99	8,82	pF 4,2 = 0,27 (A) + 1,53	0,927
		A %	40,74	10,44	107,23		
		CEC	18,25	4,32	18,23	CEC = 0,36 (A) + 3,43	0,880
Sols peu évolués (Vertiques exclus)	43	A %	43,7	5,9	32,4	CEC = 0,32 (A) + 2,53	0,953
		CEC	16,7	2,0	3,7		
Sols peu évolués vertiques seuls	12	A %	40,1	11,1	121,7	CEC = 0,38 (A) + 3,21	0,925
		CEC	18,6	4,6	21,0		

Courbe CEC en fonction du taux d'argile des sols peu évolués

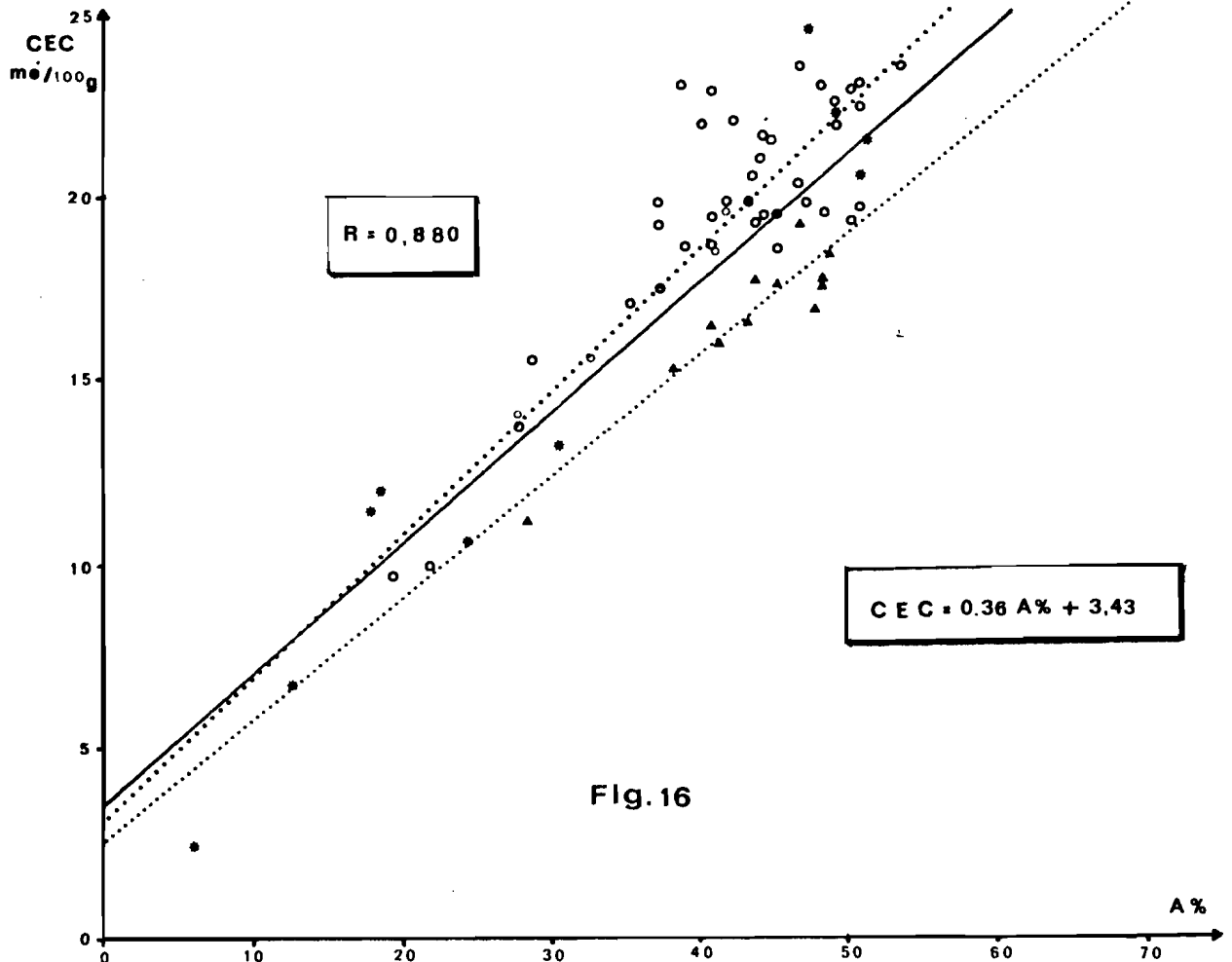


Fig.16

Legende commune aux figures 16 et 17	
—	tous les peu évolués
.....	peu évolués sans les vertiques
.....	» » vertiques
○	② peu évolués modaux
○	③ peu évolués hydromorphes
△	④ peu évolués vertiques
*	⑤ peu évolués alcalisés

Courbe  $pF_{4,2}$  en fonction du taux d'argile des sols peu évolués

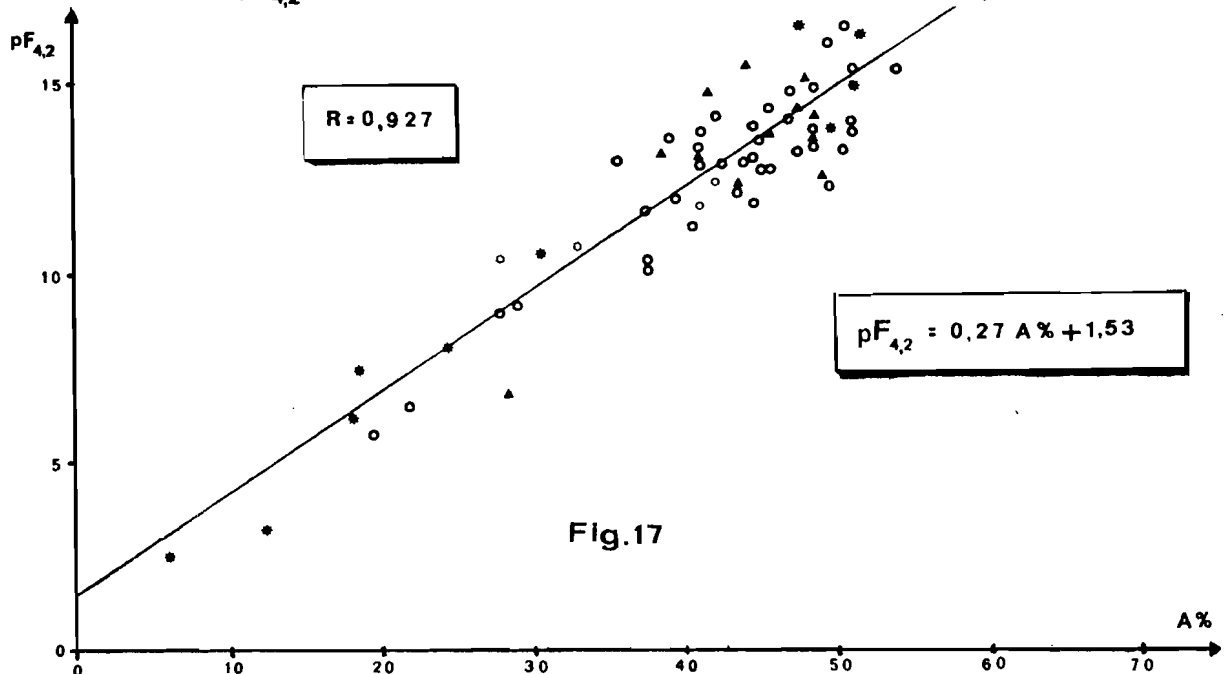


Fig.17



• Capacité d'échange cationique

La capacité d'échange cationique moyenne est de l'ordre de 18,25 mé/100 g (cf. Tableau n° 20).

On a présenté la variation de la CEC en fonction du taux d'argile (Fig. 16).

La corrélation obtenue ( $R = 0,880$ ) est bonne.

La capacité d'échange des sols peu évolués vertiques est inférieure à celle des autres sols pour un même taux d'argile. On améliore les coefficients de corrélation si l'on calcule les droites de régression séparément pour les sols peu évolués vertiques et pour les autres sols. Les coefficients de corrélation et les équations des droites de régression se trouvent au tableau n° 20. Ces droites sont en pointillé sur la figure 16.

• Le pH 4,2

On a calculé les équations des droites de régression du pF 4,2 en fonction du taux d'argile, argile + limons fins et argile plus limons totaux. La meilleure corrélation a été obtenue pour la droite du pF 4,2 en fonction du taux d'argile ( $R = 0,927$ ). On a représenté cette droite sur la figure 17. Les paramètres statistiques et l'équation de la droite se trouvent au tableau n° 20.

De l'observation de la figure 17, on constate que toutes les unités présentent des points répondant à la même équation de régression ; en effet, ces points sont répartis de façon homogène de part et d'autre de la droite de régression.

\*

\*

\*

3 - SOLS HYDROMORPHES

Les sols hydromorphes sont caractérisés par une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau (CPCS 1967). Selon le taux de matière organique, trois sous-classes sont définies par cette classification. Une seule est représentée sur le périmètre de Kobilu : celle des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères caractérisée par un taux de matière organique inférieur à 8 % sur une profondeur de 20 cm. En effet, tous les sols hydromorphes du casier de Kobilu (48 % du secteur) sont pauvres en matière organique, celle-ci ne dépassant jamais les 2 %

Les sols hydromorphes rencontrés sur le secteur sont sur matériaux dont les textures vont de très fines dans les cuvettes à grossières sur glacis de moyenne terrasse.

On trouve ces sols dans toutes les unités géomorphologiques. Ils présentent parfois un faible degré d'évolution se confondant avec des sols peu évolués hydromorphes. On avait déjà fait allusion à la difficile différenciation de ces sols vis-à-vis des sols peu évolués hydromorphes (voir chapitre III-B 1.2.)

L'hydromorphie s'exprime par des caractères de couleur (taches de composés réduits ou réoxydés après réduction) ou de redistribution d'éléments solubilisables : oxyde de fer et manganèse (en milieu réduit), calcaire, etc... Ces formes d'expression se trouvent représentées à Kobilu.

On a classé les sols rencontrés dans les groupes et sous-groupes suivants :

- A pseudo-gley d'ensemble . modaux - unité 6
- . verticales - unité 7
- A redistribution du calcaire . à nodules - unité 8

3.1.	* SOLS HYDROMORPHES MODAUX *	6	
------	------------------------------	---	--

Ce sont des sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley d'ensemble. Ils peuvent être à taches ou à taches et concrétions. Ils occupent 32 % du périmètre et sont sur matériaux très fins et fins (argiles de décantation) dans les cuvettes et sur matériaux fins moyens et grossiers (alluvions) dans les autres unités.

On décrira deux profils types : N° 37 sur argile de décantation (matériaux très fins et fins ; n° 28 sur alluvions (matériaux moyens).

67 profils ont été observés dont 27 analysés (voir annexes)

a) Sols sur argile de décantation

Profil type n° 37 :

Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley d'ensemble (cuvettes) sur argiles de décantation ; faciès hydromorphe par imbibition capillaire.

Date d'observation : Le 20 Janvier 1982  
 Unité géomorphologique : Cuvette de décantation  
 Topographie : Au centre de la forme  
 Cote IGN : 11,2 m  
 Morphologie locale : \* Légèrement bosselée (longueur d'onde : 30 cm ; amplitude : 5 cm  
 \* Fentes à dessin polygonal (profondeur 30 cm, longueur 3 à 4 cm).  
 Végétation : : Arborée à *Acacia nilotica* (10 à 15 m de hauteur) ; densité claire.

0 - 20 cm : Gris (10 YR 6/1) sec, 10 % de taches ocre-rouille sous forme de revêtements des pores et des emplacements de racines [M.O. = 1,9] - Texture argilo-limoneuse.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
42,7	22,6	20,2	9,0	0,4

Structure polyédrique subanguleuse fine peu nette. Peu compact, fragile, très plastique [Ip = 20,9] . Poreux, agrégats à pores nombreux moyens et fins, vacuolaires et vésiculaires, orientation oblique à horizontale. Pas de racines. Pas d'éléments secondaires. Transition nette et régulière.

pH	Conductivité 20° (mmhos/cm)	Perméabilité Labo (cm/h)	C/N	Na/T (%)
4,5	0,077	0,54	10,2	0,7

20 - 50 cm : Gris (10 YR 6/1) sec, 10 % de taches ocre-rouille de formes irrégulières contrastées à limites peu nettes. Texture argileuse.

Argile	Limon fin	Limon grossier	Sable fin	Sable grossier
46,0	20,6	16,0	10,0	1,2

Structure polyédrique fine nette à surstructure lamellaire fine. Compact peu fragile, très plastique [Ip = 21,2] . Poreux, agrégats à pores nombreux fins et très fins, tubulaires sans orientation dominante. Rares racines ligneuses moyennes horizontales. Transition distincte et régulière.

pH	Conductivité 20° (mmhos/cm)	Perméabilité Labo. (cm/h)	C/N	Na/t (%)
5,1	0,079	0,69	10,7	1,4

50 - 90 cm : Brun-jaunâtre foncé (10 YR 4/4) sec - 20 % de taches ocre-rouille moyennes de formes irrégulières peu contrastées à limites peu nettes. Texture argileuse.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
43,2	19,1	19,3	10,7	2,1

Structure polyédrique moyenne et fine nette. Compact, peu fragile, très plastique [Ip = 20,6] . Peu poreux, agrégats à pores tubulaires très fins peu nombreux sans orientation dominante. Rares racines ligneuses horizontales. Transition distincte et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité Labo. (cm/h)	C/N	Na/T (%)
5,7	0,058	0,39	10,7	2,7

90 - 140 cm et plus : Gris clair (10 YR 7/1) sec 20 % de taches ocre-rouille moyennes de formes irrégulières contrastées à limites nettes. Texture limono-argileuse.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
36,8	17,9	24,1	12,6	2,5

Structure polyédrique moyenne nette. Compact, dur, plastique [Ip = 19,4] . Peu poreux, agrégats à pores tubulaires très fins peu nombreux sans orientation dominante. Pas de racines. Rares taches ferro-manganiques noires.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité Labo. (cm/h)	C/N	Na/T (%)
7,0	0,090	0,22	10,8	5,8

Observations : . Les agrégats des horizons 20-50 et 50-90 cm présentent des faces horizontales luisantes (dûes à l'hydromorphie).  
 . La couleur "gris-clair" est une appréciation globale. En réalité, l'horizon est polychrome.

\* La dynamique de l'eau dans ce profil a deux volets : d'une part les horizons de profondeur subissent les effets du battement saisonnier de la nappe (alternance oxydo-réductrice) et d'autre part l'eau s'accumule en surface créant pendant un certain temps des conditions d'anaérobiose d'où la couleur grise des horizons de surface. L'air piégé dans la masse boueuse (cause du type de porosité décrit) et les racines sont la raison de la présence des revêtements ocre-rouille (milieu oxydant).

\* Variations autour de ce profil

Neuf profils ont été considérés dans cette sous-unité. Voici le tableau synoptique des différentes textures et faciès rencontrés.

TABLEAU N° 21 : Variations de texture et de faciès autour du profil type n° 37

	Texture					
	Faciès	TF	TF/F	TF/M	F	
p - pisolitique		-	-	-	(46) (31)	Horizon de surface ↓ TF / M ↑ Horizons de profondeur
i - imbibition capillaire	p	(150)	(133)	-	- -	
v - verticale	i	-	(37) (105)	-	- -	
(37) N° de profil	ip	(33)	-	(54)	-	
	vi	(48)	-	-	-	

Les profils ne subissant pas une imbibition capillaire sont de couleur "brun jaunâtre clair" (10 YR 6/4) et présentent des taches moyennes bien contrastées rouille à limites nettes, de formes irrégulières, tout le long du profil.

\*

\* \* \*

Le tableau N° 22 (traitement statistique des résultats d'analyse) nous indique que ces sols sont peu humifères, à matière organique très évoluée, saturés en bases, à pH peu acide, non salés et ont une perméabilité faible.

Le pH, la valeur T et le pF 4,2, varient très peu d'un profil à l'autre (faible valeur de l'écart-type).

TABLEAU N° 22 : Valeurs moyennes des principaux résultats analytiques des sols hydromorphes modaux sur argile de décantation.

	Surface 0-60 cm		Profondeur 10-15 cm	
	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
C %	5,03	2,99	-	-
C/N	10,2	0,8	-	-
T	16,13	2,5	14,19	2,9
S/T %	81	9,8	88	8,7
Na/T %	1,0	0,5	3,0	2,7
pH	5,6	0,6	6,2	0,7
Conductivité 20°C (mmhos/cm)	0,062	0,039	0,056	0,030
Perméabilité Labo. (cm/h)	0,98	0,53	0,66	0,61
pF 4,2	12,7	2,2	12,5	2,8

La valeur T diminue de 2 mé/100 g en profondeur par rapport à la surface.

Les valeurs de Na/T sont faibles même en profondeur. Cependant, l'écart-type indique une forte variation de ces valeurs en profondeur.

\*

\* \* \*

#### b) Sols sur alluvions

##### Profil type N° 28

Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley d'ensemble sur alluvions ; faciès pisolitique.

Date d'observation : Le 14 Décembre 1981  
 Unité géomorphologique : Dépression du premier remblai indifférencié  
 Topographie : En bordure de la forme  
 Cote I G N : 11,9 m  
 Morphologie locale : Plane  
 Végétation : Arbustive claire à Acacia seyal et Ziziphus mucronata.

0 - 30 cm : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sec. 10 % de taches ocre, fines de formes irrégulières peu contrastées et à limites peu nettes. [Matière organique = 0,4 %] . Limono-argileux-sableux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
35,0	9,4	9,1	29,3	13,2

Structure polyédrique subanguleuse fine peu nette. Peu compact, fragile, plastique [Ip = 16,5] . Poreux, agrégats à pores tubulaires très nombreux fins et très fins sans orientation dominante. Racines d'herbacées très fines. Transition distincte et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,3	10,2	1,87	14,0	1,1

30 - 70 cm : Brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sec. 10 % de taches moyennes ocre-rouille et claires (taches d'oxydo-réduction) de formes irrégulières contrastées à limites peu nettes. Limono-argileux-sableux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
34,5	8,9	9,5	29,8	13,5

Structure polyédrique moyenne peu nette à surstructure prismatique. Compact, peu fragile plastique [Ip = 16,0] . Poreux, agrégats à pores tubulaires nombreux fins sans orientation dominante. Pas de racines. Concrétions ferro-manganiques (2 %) généralisées de diamètre  $\leq$  5 mm. Transition distincte et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,6	10,9	1,03	11,8	2,1

70-130 cm et plus: Gris clair (10 YR 7/2) sec. 30 % de taches rouille moyennes d'aspect marbré, contrastées à limites nettes. Limono-argileux-sableux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
32,6	10,9	9,6	29,6	12,8

Structure massive à éclats polyédriques. Compact, dur, plastique [ Ip = 16,1 ] . Peu poreux, pores tubulaires très fins sans orientation dominante. Pas de racines. 10 % de concrétions ferromanganiques à distribution généralisée de diamètre ≤ 5 mm.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
6,6	11,2	0,38	12,8	3,4

Observations : Présence d'une pellicule de battance couverte de sable fin.

\* On distingue nettement la présence de la nappe saisonnière par le caractère prismatique et légèrement blanchi (taches claires) de l'horizon 30-70 cm.

\* Variations autour de ce profil

La couleur générale de ces sols est le brun jaunâtre clair (10 YR 6/4). Voici le tableau des différents faciès et textures rencontrés.

TABLEAU N° 23 : Variations de texture et de faciès autour du profil type N° 28

Textures ▶	F	F/M	M/TF	M/F	M	M/G	G/M	G	P - pisolitique ca - calcaire a - alcalisé
Faciès ▼									
	-	(26)	-	(1) (10)	(40)	(15)	(59)	-	
P	(9)	(21) (104)	(14)	(24)	(13) (27) (28) (16)	(103)	-	(11)	Horizon de surface M / TF Horizons de profondeur
Ca a P	-	-	-	-	(4) (135)	-	-	-	(28) N° de profil

Les sols qui n'ont pas de concrétions ferromanganiques présentent des parties blanches sableuses ( 5 YR 8/1).

Les autres différences concernent l'aspect des taches et la profondeur d'apparition des pisolites.

\*

\* \*



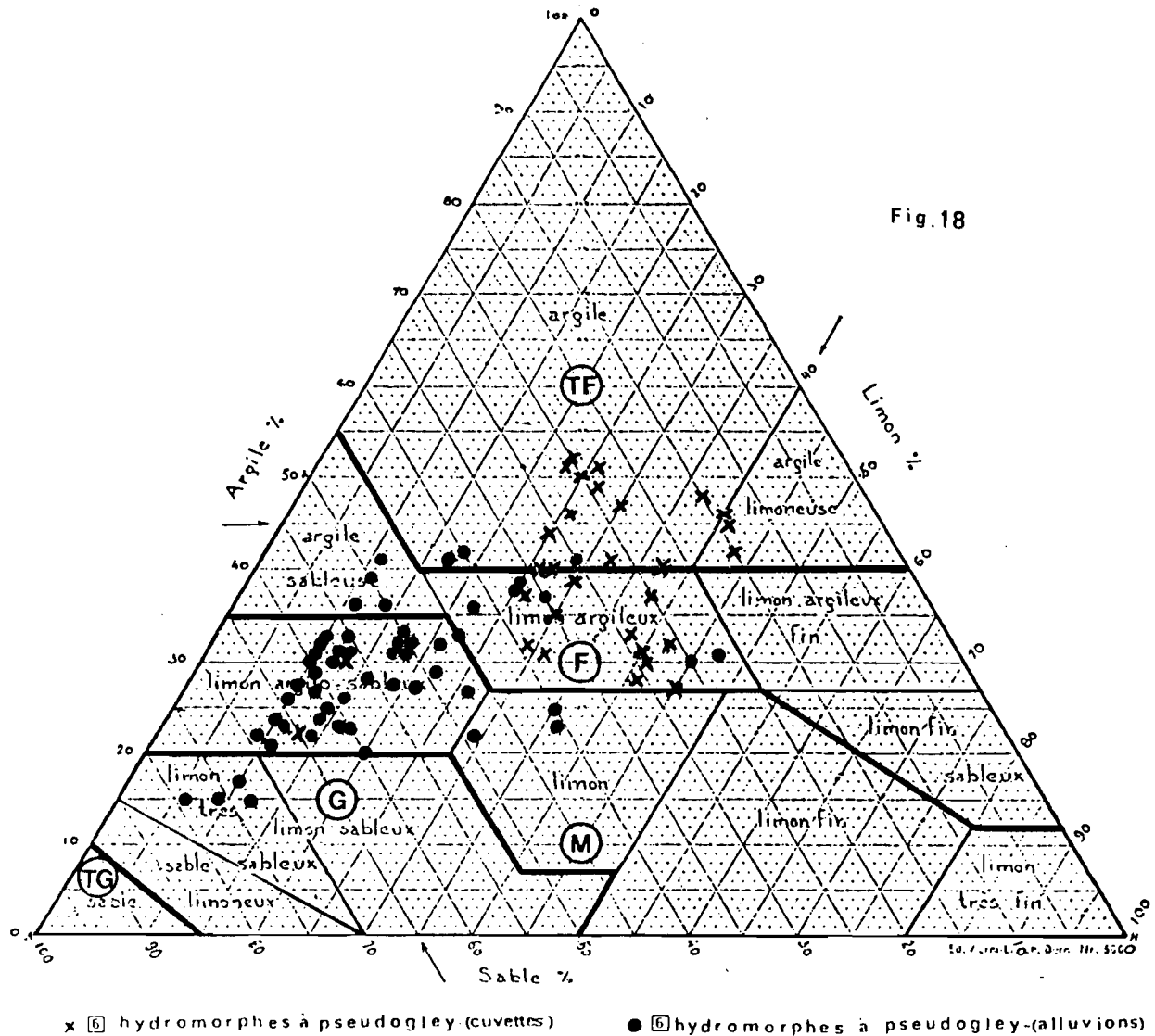


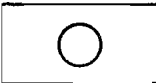
TABLEAU N° 24 : Valeurs moyennes des principaux résultats analytiques des sols hydromorphes modaux sur alluvions.

	Surface 0 - 60 cm		Profondeur 60-150 cm	
	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
C %	2,53	1,58	-	-
C/N	11,1	1,6	-	-
T	12,89	2,90	13,80	6,12
S/T %	82	15,3	92	8,4
Na/T %	2,5	3,7	4,3	4,3
pH	5,8	0,8	6,7	1,0
Conductivité 20°C (mmhos/cm)	0,076	0,056	0,067	0,068
Perméabilité Labo. (cm/h)	1,88	1,28	0,99	0,86
pF 4,2	8,9	2,1	9,2	2,5

- \* La figure 18 rend bien compte de la différence texturale entre les sols hydromorphes modaux de cuvette et ceux des autres unités géomorphologiques.
- \* Le traitement statistique (TABLEAU N° 24) des données d'analyse nous conduisent aux mêmes remarques que pour les sols sur argile de décantation. Cependant, la valeur T augmente en profondeur et ils sont plus perméables.

\*

\*       \*

3.2	* SOLS HYDROMORPHES VERTIQUES *	7	
-----	---------------------------------	---	---

Ce sont des sols hydromorphes peu humifères à pseudo-gley d'ensemble. Ils occupent 12 % du secteur et sont sur argiles de décantation (cuvettes).

Le caractère verticale se manifeste par un horizon dont les agrégats présentent des surfaces luisantes et structure lenticulaire, par des fentes de retrait et par une morphologie locale légèrement bosselée à bosselée.

Parmi 6 profils décrits, 4 ont été analysés ; (résultats en annexes).

Profil type n° 3 :

Sol hydromorphe peu humifère à pseudo-gley d'ensemble (cuvettes) verticale sur argile de décantation.

Date d'observation : Le 07 Décembre 1981  
 Unité géomorphologique: Cuvette  
 Topographie : Milieu de la forme  
 Cote I G N : 10,6 m  
 Morphologie locale : : Très bosselée [ longueur d'onde : 40 cm ;  
 amplitude : 15 cm ] fentes à dessin poly-  
 gonal [ largeur : 3 cm ; profondeur 30 cm ]  
 Végétation : Claire à Acacia nilotica (10 à 20 m de taille)

0 - 30 cm : Beige (10 YR 6/3) sec ; 20 % de taches ocre-rouille contrastées à limites nettes. Peu humifère [ M. O. = 0,9 % ]. Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
52,9	16,2	5,4	17,0	3,5

Structure polyédrique subanguleuse nette fine à surstructure cubique. Peu compact, fragile, très plastique [Ip = 23,0] . Poreux agrégats à pores tubulaires fins très nombreux sans orientation dominante. Quelques racines ligneuses fines d'orientation horizontale. Pas d'éléments secondaires. Transition distincte et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité Labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,1	14,7	0,91	12,5	0,3

30 - 60 cm : Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) sec. 10 % de taches rouille et 5 % de taches grises, fines de formes irrégulières, peu contrastées à limites peu nettes. Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
53,7	16,9	6,3	12,2	4,4

Structure lenticulaire moyenne et fine peu nette. Compact peu fragile, très plastique [Ip = 23,3] . Peu poreux, agrégats à pores tubulaires peu nombreux très fins sans orientation dominante. Quelques racines ligneuses moyennes horizontales. 5 % de pisolites. Transition distincte et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
6,4	15,3	0,70	13,0	0,6

60-120 cm et plus: Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) Sec. 10 % de taches rouille et 5 % de taches grises fines de formes irrégulières, peu contrastées à limites peu nettes. Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
51,2	16,2	5,6	17,8	4,2

Structure massive à éclats polyédriques. Compact, dur très plastique [ $I_p = 22,8$ ]. Très peu poreux. Pas de racines. 10 % de pisolites ferro-manganiques à distribution généralisée.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,8	16,2	0,58	11,6	1,5

Observations : . Quelques faces de glissement dans le deuxième horizon .  
 . Matière organique visible à l'emplacement des racines  
 . Forte activité biologique (nids d'insectes).

\* Le taux d'argile est  $> 50\%$  . D'après les critères de classification utilisés (Tableau 16), on aurait pu considérer ce sol comme un vertisol. Mais les caractères d'hydromorphie sont assez importants pour qu'on le classe comme sol hydromorphe.

\* Variations autour de ce profil:

Les profils de cette unité ne présentent pas beaucoup de différences entre eux. Les profils 69 et 51 ne comportent pas de pisolites et l'horizon de profondeur de ce dernier est alcalisé.

\*

\* \*

On constate une faible variation du pH, de la valeur T, de C/N et du pF 4,2 entre les sols de cette unité (Tableau n° 25).

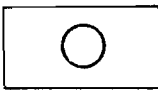
La valeur T diminue en profondeur. La valeur Na/T est faible mais varie beaucoup de sol à sol (écart-type de l'ordre de la valeur).

**TABLEAU N° 25 :** Valeurs moyennes des principaux résultats analytiques des sols hydromorphes vertiques.

	Surface 0 - 60 cm		Profondeur 60-150 cm	
	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
C %	4,79	3,06	-	-
C/N	11,7	1,2	-	-
T	18,90	3,1	17,8	1,5
S/T %	77	5,6	89	9,9
Na/T %	1,1	1,0	4,7	4,2
pH	5,8	0,5	6,3	0,4
Conductivité 20°C (mmhos/cm)	0,029	0,009	0,066	0,041
Perméabilité labo. (cm/h)	0,93	0,51	0,50	0,49
pF 4,2	14,4	1,0	14,5	1,7

\*

\* \*

3.3	* SOLS HYDROMORPHES (Ca) *	8	
-----	----------------------------	---	---

Ce sont des sols hydromorphes peu humifères à redistribution du calcaire (cuvettes) à nodules sur matériaux très fins et moyens.

Ils occupent 4 % du secteur.

Les nodules calcaires sont en quantité importante et apparaissent à moins de 60 cm de profondeur.

Trois profils ont été décrits dont deux analysés (résultats en annexes).

Profil type n° 81 :

Date d'observation : Le 30 Janvier 1982  
 Unité géomorphologique : Cuvette  
 Topographie : Au centre de la forme  
 Cote I G N : 10,5 m  
 Morphologie locale : Coupelles de dessiccation ; fentes à dessin polygonal [largeur 2 cm ; profondeur 20 cm]  
 Végétation : sol nu.

0 - 10 cm : Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) sec. Peu humifère [M.O. = 0,4 %] Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
46,2	15,9	11,5	15,6	5,8

Structure polyédrique moyenne nette. Peu compact, peu fragile, très plastique [Ip = 23,2] . Poreux, agrégats à pores tubulaires très fins peu nombreux. Pas de racines. 10 % de pisolites. Transition distincte et ondulée.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité Labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
6,8	0,057	1,38	10,4	0,4

10 - 50 cm : Brun jaunâtre foncé (10 YR 4/4) sec - Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
46,2	14,4	12,6	16,1	4,0

Structure lamellaire fine peu nette. Compact, peu fragile, très plastique [Ip = 22,6] . poreux, agrégats à pores tubulaires très fins peu nombreux d'orientation quelconque. Pas de racines. 10 % de pisolites. Transition graduelle et régulière.

pH	Conductivité 20° (mmhos/cm)	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
7,1	0,042	0,70	-	0,5

50 - 90 cm : Horizon polychrome (terre fine brun jaunâtre foncé) sec. 10 % de taches ocre et 20 % de taches grises, contrastées à limites peu nettes de formes irrégulières. Limono-argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
31,8	15,4	14,4	19,4	12,9

Structure polyédrique subanguleuse moyenne nette. Compact peu fragile, plastique [Ip = 17,0] . Peu poreux, agrégats à pores tubulaires très fins peu nombreux sans orientation dominante. Pas de racines. 60 % de nodules calcaires indurés de taille de l'ordre de 3 cm à distribution généralisée. Transition graduelle et régulière.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
8,7	0,095	0,42	-	0,3

90-160 cm et plus : Horizon polychrome (terre fine brun jaunâtre foncé) sec. 40 % de taches ocre-rouille et 10 % de taches grises, contrastées à limites nettes de formes irrégulières. Limono-argileux-sableux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
20,4	15,9	6,0	40,6	10,4

Structure polyédrique subanguleuse moyenne nette. Compact, peu fraile, peu plastique [Ip = 11,8] . Peu poreux, agrégats à pores tubulaires très fins, peu nombreux sans orientation dominante. Pas de racines. 40 % de nodules calcaires indurés de taille comprise entre 1 cm et 3 cm, à distribution généralisée. 5 % de pisolites ferro-manganiques.

pH	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
8,9	0,096	1,30	-	0,7

#### Variations autour de ce profil:

Le profil n° 25 est bien différent des deux autres. Il a été classé dans cette unité car les nodules calcaires (plus petits et moins nombreux) apparaissent dès la surface. La texture est moyenne en surface et fine en profondeur ; son pH est alcalin de haut en bas du profil. Celui-ci ne présente que rares taches d'oxydo-réduction mais nombreuses concrétions ferro-manganiques.

\*

\*

\*

### 3.4. Conclusions et discussion sur les sols hydromorphes

- \* D'après la place que la C.P.C.S. (1967) donne aux sols hydromorphes, ceux-ci sont des sols évolués. Cependant, les sols du casier de Kobilò présentent un faible degré d'évolution. L'horizon humifère est parfois absent. L'inexistence de cet horizon est souvent due à une érosion de nappe constatée par le caractère glacé de la surface du sol ; on retrouve une partie de cet horizon aux pieds des touffes d'herbes environnantes. Les cuvettes en aval des zones où on a observé cette érosion présentent une couche de matériaux colluviés ayant des taux de matière organique supérieurs à la moyenne générale (cf. le taux de C % des sols hydromorphes de cuvettes (modaux et vertiques)).
  
- \* Les sols hydromorphes de Kobilò sont des sols à matière organique très évoluée, de pH peu acide (de l'ordre de 6), saturés en bases et ayant (à une exception près) une valeur de Na/T faible.
  
- \* Texture  
La figure 19 nous élucide la nette séparation texturale entre les sols hydromorphes de cuvette et ceux des autres unités.  
A noter la grande concentration des textures des sols hydromorphes sur alluvions dans le domaine limono-argileux-sableux.
  
- \* C.E.C.  
La corrélation C.E.C. - taux d'argile est moyenne ( $R = 0,622$ ) si on considère les sols hydromorphes en bloc. Si l'on considère chaque unité séparément, elle ne s'améliore guère. La bonne corrélation est obtenue lorsque on prend d'une part les sols de cuvettes (hydromorphes modaux sur argile et hydromorphes vertiques(1) ) et d'autre part les sols hydromorphes sur alluvions, les coefficients de corrélation sont meilleurs : 0,827 et 0,801 respectivement. On a dressé les droites de régression sur la figure 20 des résultats statistiques se trouvent au tableau n° 26.

---

(1) Les sols hydromorphes calcaires (2 profils) n'ont pas été pris en compte.



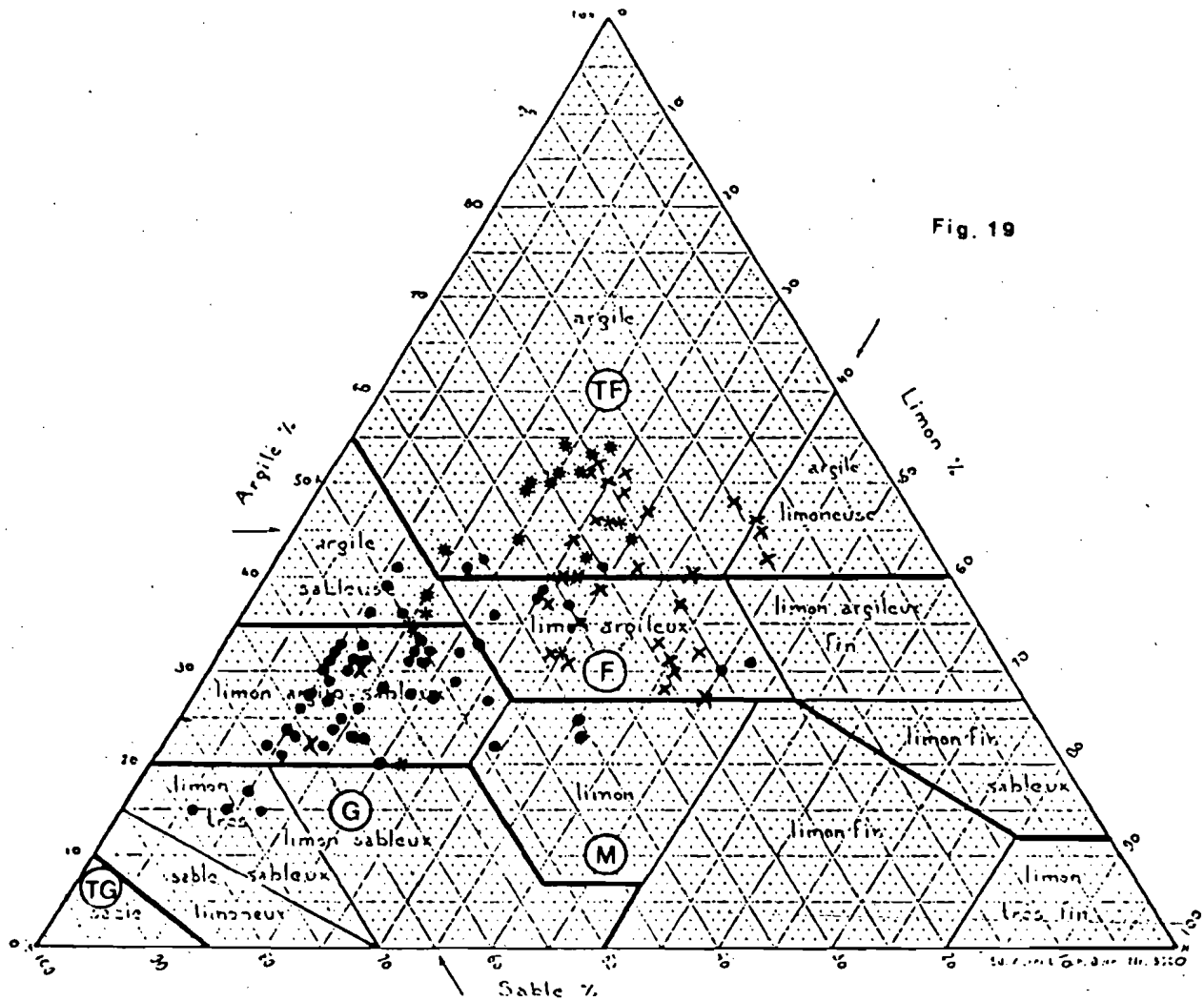


Fig. 19

- [TG] hydromorphes à pseudogley (alluvions)    \* [TF] hydromorphes verticales - (cuvettes)
- x [F] hydromorphes à pseudogley (cuvettes)    \* [G] hydromorphes Ca

TABLEAU N° 26 : Valeurs statistiques et équations de régression CEC = f (A %) et pF 4,2 = f (A + Lf) % des sols hydromorphes

	N		Moyenne	Ecart type	Variance	Equations de régression	Coefficients de corrélation
HYDROMORPHES	116	A %	35,3	9,4	87,5	$pF_{4,2} = 0,29 A \% + 0,75$	0,862
		A+Lf %	46,9	13,6	184,3	$pF_{4,2} = 0,20(A+Lf)\% + 1,58$	0,909
		pF 4,2	10,9	3,0	8,9		
		CEC	15,12	4,98	24,59	$CEC = 0,33 A \% + 3,49$	0,622
Hydromorphes à pseudogley d'ensemble (cuvettes) nodaux + verticales	50	A %	41,5	8,2	65,9	$CEC = 0,31 A \% + 3,43$	0,827
		CEC	16,17	3,04	9,08		
Hydromorphes à pseudogley d'ensemble (alluvions)	64	A %	29,7	6,8	45,6	$CEC = 0,37 A \% + 1,71$	0,801
		CEC	12,63	3,13	9,62		

### Courbes CEC en fonction du taux d'argile des sols hydromorphes

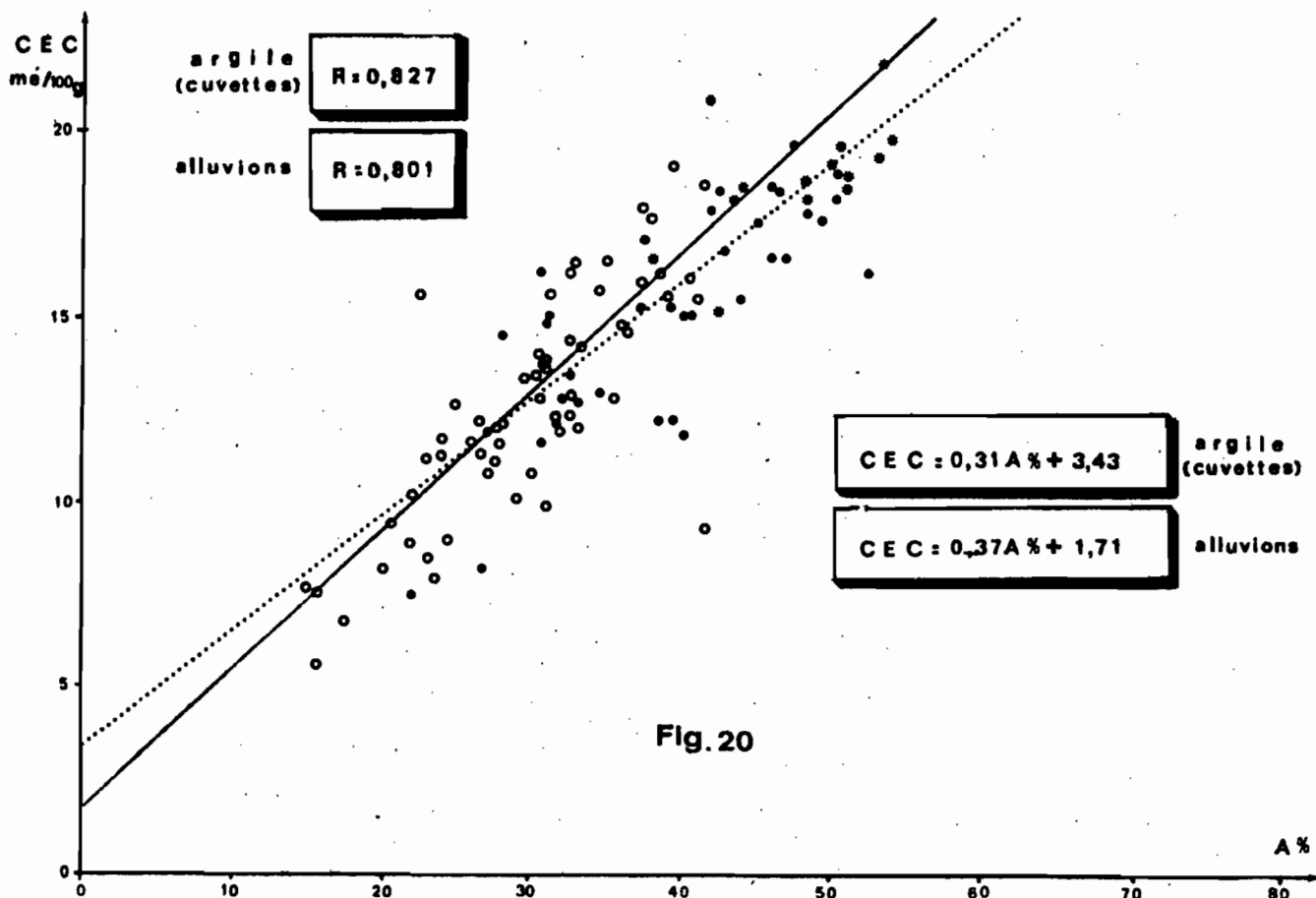


Fig. 20

courbes:		Legende commune aux figures 20 et 21	
— — —	sols hydromorphes	• 7	sols hydromorphes verticaux
— — —	» » sur alluvions	• 8	» » modaux sur argile } (cuvettes)
.....	» » sur argile	• 9	» » sur alluvions
		* 10	(Ca)

### Courbe $pF_{4,2}$ en fonction du taux d'argile des sols hydromorphes

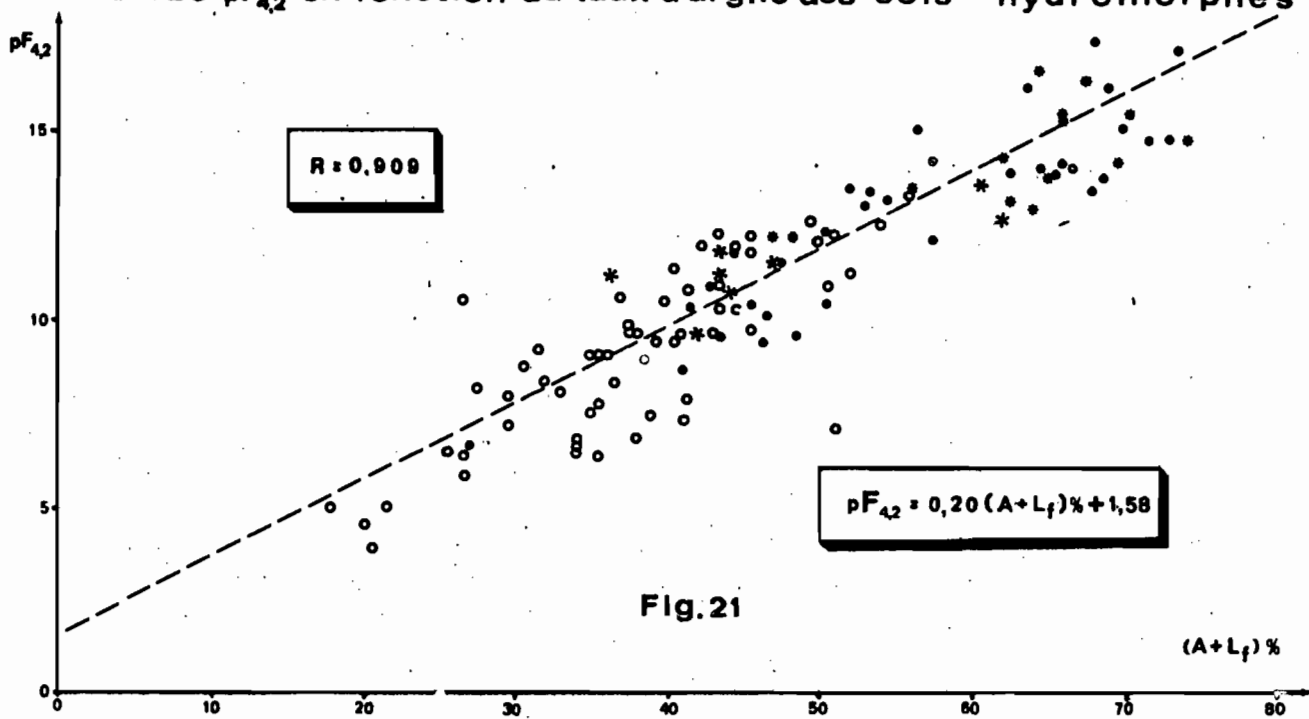


Fig. 21

\* Le pF 4,2

Parmi les droites de regression  $pF\ 4,2 = f(A\ \%)$ ,  $pF\ 4,2 = f(A+Lf)\ \%$  et  $pF\ 4,2 = f(A+LT)\ \%$ , la meilleure corrélation a été trouvée pour celle considérant le taux d'argile + limons fins ;  $R = 0,909$ . Cette droite est représentée sur la fig. 21. Les paramètres statistiques se trouvent au tableau N° 26.

\*


\*

\*

4 - VERTISOLS

Selon la C.P.C.S. (1967), ces sols présentent de larges agrégats gauchis à faces striées, un micro-relief gilgaï, horizons ne se différenciant que par leur structure, larges fentes de dessiccation, structure polyédrique à prismatique, macro-porosité très faible, cohésion et consistance très fortes, argile gonflante dont le taux est  $> 40\ \%$  et couleur foncée.

Les vertisols trouvés à Kobilò sont de la sous-classe à drainage externe nul, du groupe à structure anguleuse et ou sous-groupe hydromorphe unité N° 9.

4.1.	* VERTISOLS HYDROMORPHE *	9	
------	---------------------------	---	---

Le vertisol (1 seul profil) trouvé dans le secteur représente 2 % de celui-ci. Il est sur matériaux argileux.

Profil type n° 7 :

Vertisol à drainage externe nul à structure anguleuse (cuvettes) hydromorphe sur matériaux argileux ; faciès calcaire et pisolitique.

Date d'observation : Le 08 Décembre 1981  
 Unité géomorphologique : Cuvette  
 Topographie : Au centre de la forme  
 Cote I G N : 11,9 m  
 Morphologie locale : Gilgaï (longueur d'onde : 80 cm ;  
 amplitude : 30 cm) ;  
 fentes (largeur : 5 cm ; profondeur 40cm)  
 Végétation : Arborée claire à *Acacia nilotica* (taille :  
 10 m).

0 - 20 cm : Brun (10 YR 5/3) sec. Rares taches (2 %) ocre arrondies, dans les premiers cm. Peu humifère [ M.O. = 0,7 %]. Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
55,9	11,4	5,2	15,0	6,8

Structure polyédrique moyenne nette à surstructure prismatique. Compact, peu fragile, très plastique [Ip = 26,7] . Poreux agrégats à pores tubulaires très fins, peu nombreux sans orientation dominante. Racines très fines sans direction préférentielle. 10 % de pisolithes. Transition directe et ondulée.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T %
5,7	14,0	0,25	10,5	1,5

20 - 80 cm : Brun (10 YR 4/3) frais. Sans taches. Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
54,7	11,4	4,5	15,8	5,7

Structure polyédrique moyenne très nette à angles très vifs. Agrégats à surfaces luisantes. Compact, dur, très plastique [Ip = 26,4] . Peu poreux agrégats à pores tubulaires très fins et rares. Racines ligneuses fines horizontales. Quelques nodules calcaires. Transition graduelle et régulière.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T
8,0	15,8	0,14	10,5	6,7

80-130 cm et plus : Brun (10 YR 4/3) frais. Sans taches. Argileux.

Argile %	Limon fin %	Limon grossier %	Sable fin %	Sable grossier %
56,2	14,7	5,5	11,0	5,2

Structure massive à éclats anguleux. Très compact, dur, très plastique [Ip = 28,4] . Non poreux. Pas de racines. 15 % de nodules calcaires.

pH	pF 4,2	Perméabilité labo. (cm/h)	C/N	Na/T ù
7,5	17,5	0,08	11,0	9,5

Observations : . Faces de glissement obliques dans le deuxième horizon  
 . Très forte activité biologique (nids d'insectes)  
 . Sable tapissant les surfaces de certains agrégats.

\* Ce sol n'est pas un vertisol typique car les agrégats gauchis sont de petites dimensions, leurs faces sont peu luisantes et la CEC n'atteint pas 30 mé/100 g.

Cependant, il présente des caractères vertiques beaucoup plus accentués que ceux des peu évolués vertiques déjà décrits. C'est par souci de distinction que l'on a décidé de le classer ainsi, d'autant plus que la CEC et le taux d'argile sont les plus élevés du secteur.

\*

\* \*

## 5 - CARACTERISTIQUES GLOBALES

On a considéré tous les sols analysés du casier de Kobilu.

### 5.1. Texture

Les teneurs en argile et en sable sont les plus importantes dans les sols de Kobilu. La fig. 22 qui regroupe toutes les textures rencontrées en est l'illustration.

La répartition des unités de sol dans le triangle des textures est donnée dans la figure 23.

★ Répartition des points représentatifs des textures des sols de KOBILLO ★

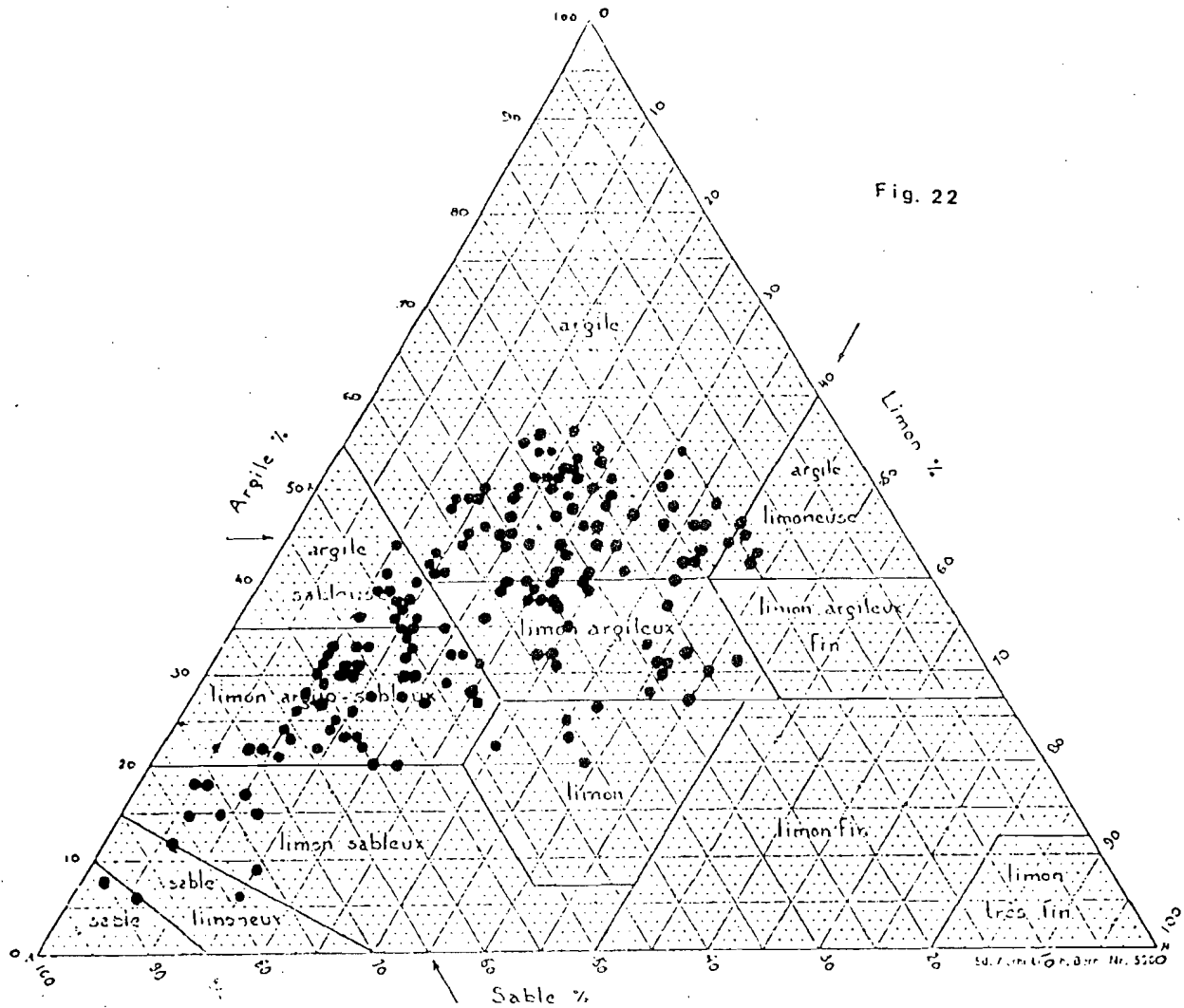


Fig. 22

TABLEAU N° 27 : Régression à 3 variables entre la CEC, le taux d'argile et le taux de M.O. pour les horizons de surface des sols du périmètre de Kobillo.

<b>CEC</b>	N	100	<u>EQUATION DU PLAN</u>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">CEC = 3,94 + 0,31 A % + 1,11 M.O. %</div>
	Moyenne	16,29	
	Ecart type	4,61	
	Variance	21,04	
CMER (Carré moyen des écarts résiduels)		8,3409	<u>C M E R / C M T</u>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">0,392</div>
CMT (Carré total moyen)		21,2567	
Ecart type de b <sub>1</sub>		0,0275	
Ecart type de b <sub>2</sub>		0,7296	

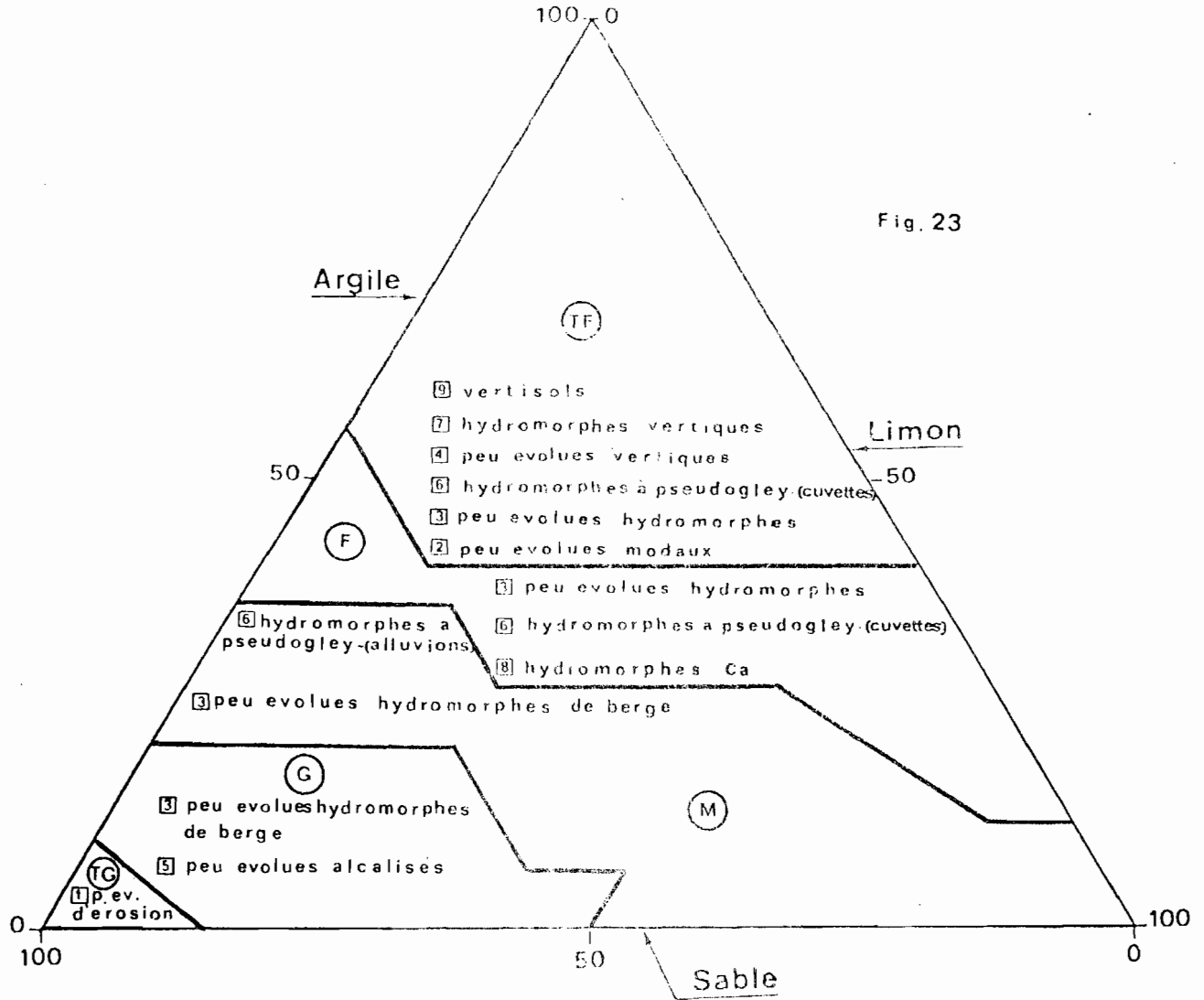


TABLEAU N° 28 : Régression à 3 variables entre le pF 4,2, le taux d'argile et le taux de limons fins pour les sols du casier de Kobilu.

pF 4,2	N	184	<u>EQUATION DU PLAN</u> $pF\ 4,2 = 1,12 + 0,24\ A\ \% + 0,11\ Lf\ \%$
	Moyenne	11,51	
	Ecart-Type	3,08	
	Variance	9,45	
CMER (Carré moyen des écarts résiduels)		1,355	<u>C M E R / C M T</u> $0,143$
CMT (Carré total moyen)		9,501	
Ecart type de b <sub>1</sub>		0,0098	
Ecart type de b <sub>2</sub>		0,0185	

5.2. C E C

L'équation de régression à 3 variables, pour la corrélation de la CEC avec le taux d'argile et de matière organique (pour les horizons de surface) est présentée au tableau n° 27.

La corrélation est moyenne. Elle est donnée par le rapport CMER/CMT (1) (carré moyen des écarts résiduels/carré total moyen) qui est de 0,392.

5.3. pF\_4,2\_

On a réalisé la régression à 3 variables pour le pF 4,2, le taux d'argile et le taux de limon fin.

L'équation du plan de régression et respectifs paramètres statistiques sont présentés au tableau n° 28.

La corrélation est bonne CMER/CMT (1) = 0,143.

\*

\*   \*   \*

## © DISCUSSION DES OBSERVATIONS ET DES RESULTATS ANALYTIQUES

### 1 - SUREVALUATION DE S/T

#### 1.1. Constatation et hypothèses sur les causes

On a remarqué que les résultats analytiques accusaient une valeur de S/T très supérieure à 100 % pour un certain nombre d'échantillons. La valeur S a été surestimée et/ou T sous-évaluée.

La mesure de T a été faite par la méthode au nitrate de potassium à pH 7. Or on sait que cette mesure est d'autant plus sous-estimée vis-à-vis de la CEC réelle des sols ayant un pH alcalin, que ceux-ci comportent de charges variables. P. SEGALEN et J.C. BRION (1981).

---

(1) Cette valeur varie de 0 à 1 et la corrélation est d'autant meilleure que ce rapport est petit.



Trois arguments nous ont mené à conclure que la valeur T n'est pas la cause de la surévaluation de S/T :

- \* Selon S.E.D.A.G.R.I. (1973), c'est la kaolinite que domine dans les sols entre Bakel et Kaédi. La kaolinite occupe une position intermédiaire entre les constituants à charge variable et ceux à charge permanente, ce qui implique une faible erreur d'estimation de la CEC.
- \* Parmi les échantillons sursaturés, il y en a une dizaine qui ont un pH de l'ordre de 7.
- \* On a trouvé une valeur de S/T de 218 % . L'erreur éventuelle sur T ne saurait l'expliquer.

Il s'en suit que les teneurs en cations sont probablement surestimées. Mais tous les cations ou certains ? En général, tous les horizons d'un même profil ne présentent pas une valeur de S/T surestimée ; en plus, la valeur de T est relativement constante de haut en bas du profil. On peut donc suivre la variation des teneurs en cations le long du profil.

Trois cas se sont présentés :

- 1/ - Augmentation considérable de la valeur de  $\text{Ca}^{++}$
- 2/ - Augmentation des teneurs en  $\text{Ca}^{++}$   $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Na}^+$
- 3/ - Idem 2 - mais variation beaucoup plus rapide de  $\text{Ca}^+$  (c'est-à-dire les 2 cas précédents à la fois).

Le premier cas se vérifie lors de la présence de nodules calcaires. C'est un problème connu : lorsque l'on fait percoler de l'acétate d'ammonium lors de la mesure de la  $\Sigma\text{BE}$  le  $\text{CaCO}_3$  est dissout.

Pour les autres cas, le rapprochement a été fait avec l'éventuelle présence de la substance blanche non identifiée sur le terrain (Cf. III-B - p. 42).

#### 1.2. La substance blanche non identifiée sur le terrain

Cette substance a été analysée aux SSC de l'ORSTOM à Paris. En voici les principales conclusions :

- . Par sa solubilité on pouvait penser au gypse.
- . Cependant, le diagramme X n'accuse que du quartz, un peu de kaolinite et des traces de gypse et de calcite.
- . Pas de sulfates
- . Présence de carbonates
- . Présence possible d'une forme de  $\text{CaCO}_3$ .

On a fait à Dakar les analyses suivantes : Bases, pH et conductivité sur l'extrait 1/10 et l'attaque  $\text{HNO}_3$  (Tableau 29).

TABLEAU N° 29 : Résultats d'analyse de la substance blanche.

	Mé/100 g				pH	Conductivité 25°C (mmhos/cm)
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		
Extrait 1/10	2,69	1,00	0,11	2,50	7,5	0,39
Attaque $\text{HNO}_3$	44,6	25,5	2,00	4,08	-	-

La substance ne fait pas d'effervescence à froid à l'acide chloridrique mais en rechauffant l'effervescence survient. Ce comportement et les taux importants de  $\text{Ca}^{++}$  et de  $\text{Mg}^{++}$  nous ont fait penser à la présence de la dolomite.

### 1.3. Correction approximative des résultats surévalués.

Du fait même d'une surévaluation de S, on ne saura estimer la valeur S/T réelle. ainsi, dans les corrections, on a posé cette valeur au départ en tenant compte de S/T des autres horizons ou des autres profils de la même unité.

#### a) Sols à excès de $\text{Ca}^{++}$

Une fois posé  $V' = S'/T$  on calcule  $S - S'$  qui nous donne l'excès en Ca

#### b) Sols accusant la présence de la substance blanche.

D'après le tableau N° 29, on a établi les équations suivantes :

$$(1) \quad \underbrace{44,6 x}_{\text{Ca}^{++}} + \underbrace{25,5x}_{\text{Mg}^{++}} + \underbrace{2,00x}_{\text{K}^+} + \underbrace{4,08x}_{\text{Na}^+} = \underbrace{76,18x}_{\text{quantité totale de cations présents dans la substance blanche.}}$$

x - facteur de proportionnalité.

$$(2) \quad (V - V') T = S - S'$$

quantité en excès de la ΣBE

Tenant compte de l'hypothèse de la surestimation de V due à la présence de la substance blanche, on peut dire que (1) = (2) d'où  $x = \frac{(V - V')T}{76,18}$

Sachant x on a déterminé les excès partiels des différents cations : ex. : excès de  $\text{Ca}^{++} = 44,6 x$ .

Remarque : Puisque l'on a constaté que le taux de  $\text{K}^+$  ne variait pas le long du profil, l'équation (1) devient :  $(1)' = 44,6x + 25,5x + 4,08x = 74,18x$ .

c) Présence de nodules Ca et de la substance blanche.

On estime la part de chaque facteur en % et on commence par retrancher le  $\text{Ca}^{++}$  (des nodules) trouvé en excès. On continue ensuite par les opérations décrites en b) sans oublier de retrancher de S l'excès de  $\text{Ca}^{++}$  (nodules) déjà calculé.

\* Les résultats corrigés (consignés en annexes) sont du même ordre de grandeur des teneurs en bases des horizons du même sol n'ayant pas de S/T surestimé. C'est un argument à la faveur de la démarche entreprise.

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que ces résultats corrigés n'ont qu'un caractère approximatif. Ils dépendent de la valeur V' intuitivement imposée et de l'imprécision sur T.

\*

\*

\*

## 2 - ALCALISATION

### 2.1. Introduction

On a constaté dans un certain nombre d'horizons une valeur de Na/T assez

importante. Lorsque cela se produit le sol est considéré alcalisé. Le seuil désigné comme critique par plusieurs auteurs est de 15 %. Nous avons considéré les seuils de 10 % et 18 % par souci de classification. (Tableau N° 16).

La plupart des sols alcalisés trouvés s'accompagnent d'une élévation considérable ( $\geq 8,5$ ) du pH (alcalinisation).

## 2.2. Sols à Na/T élevé

### a) Causes

L'alcalisation est probablement liée à la présence d'anions bicarbonatés dans les eaux d'irrigation. Cet ion a une tendance à précipiter le calcium et le magnésium du sol sous forme de carbonates de calcium et de magnésium. Ceci mène à un enrichissement du complexe en sodium - B. YARON (1973). On peut faire le rapprochement de cette théorie avec la présence de la substance blanche trouvée. On a déjà vu (III.C.1.) que cette substance est un carbonate de Ca et Mg ; d'autre part, tous les sols où elle a été décelée ont un Na/T d'autant plus élevé que la surestimation de S/T (donc du taux de la substance) est grande : le profil 134 (unité 5) par exemple accuse un Na/T de 18,8 % pour un S/T de 198 % .

Le risque d'alcalisation a été caractérisé par la valeur RSC - EATON (1950) (Cf. II-D. 1.2.).

Nous avons dit que selon WILCOX (1958), l'eau du fleuve était sans danger pour l'irrigation. Cependant, ARANY (1956) a montré que pour une RSC donnée, l'eau peut être dangereuse pour les sols à pH alcalin (c'est souvent le cas à Kobiló). D'autre part, l'eau peut se concentrer au niveau du sol par évaporation (surtout lorsque le drainage est réduit)

### b) Conséquences

L'augmentation du taux de sodium sur le complexe entraîne une dispersion des argiles donc une prise en masse de l'horizon aboutissant à une extrême compacité et à une perméabilité nulle.

### 2.3. Les sols alcalisés à pH $\geq$ 8,5 (alcaninisation)

#### a) Causes

Le pH élevé dans la vallée du Sénégal est attribué (SEDAGRI 1973) à la probable formation de carbonate de soude en faible quantité.

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer la présence de carbonate de soude dans les sols :

- \* Décomposition hydrolytique du sodium du complexe adsorbant et fixation sur le  $\text{CO}_2$  dissout dans l'eau - GEDROZ IN DE SIGMOND (1938).
- \* Par précipitation de  $\text{CaCO}_3$  contenu dans l'eau d'irrigation libérant une molécule de  $\text{CO}_2$  pouvant agir sur le sodium EATON (1950) ; KELLEY (1962).

#### b) Conséquences

En plus des conséquences de l'alcalisation, le pH élevé est un danger pour les plantes ; il y a en plus blocage total des oligo-éléments.

### 2.4. Conclusion

A Kobilou, le problème n'est pas pour l'instant très grave, étant donné qu'en général les horizons alcalinisés se trouvent en profondeur. Cependant, l'existence des phénomènes d'alcalisation montre qu'il sera nécessaire d'assurer un drainage correct des sols irrigués pour éviter une aggravation du problème.



## C H A P I T R E I V

L A C A R T E F A C T O R I E L L E  
M I S E E N V A L E U R E T N I V E A U D E F E R T I L I T É(A) M É T H O D O L O G I E1 - I N T R O D U C T I O N

Ce type de cartographie a été utilisé en Tunisie par J.-Y. LOYER (1974) et au Sénégal par E. BRAUDEAU (1978), J.-Y. LOYER et A. MTIMET (1979), et J.-Y. LE BRUSQ (1980). Dès lors, il s'est constitué méthode de travail systématique, pour toute étude de cartographie pédologique faite par l'ORSTOM dans la vallée du fleuve Sénégal. La conception et la réalisation de ces cartes factorielles a fait l'objet d'une note explicative par J.-Y. LOYER (1981) dont voici les principales considérations :

Dans le domaine de la mise en valeur trois types de cartes sont habituellement utilisés : cartes pédologiques, cartes de caractéristiques et cartes d'aptitudes culturales

Ces cartes s'avèrent peu satisfaisantes pour les raisons que voici : les cartes pédologiques sont de difficile compréhension aux non spécialistes, celles de caractéristiques présentent un nombre élevé de propriétés d'où une représentation complexe, et celles d'aptitudes ont un caractère socio-économique et politiquement engagé et sont en outre subjectives

La cartographie factorielle est par contre moins engagée et de type analytique. De portée plus limitée et plus conjoncturelle, elle ne doit livrer à l'utilisateur que les facteurs du milieu utiles aux objectifs envisagés. Ces facteurs préalablement sélectionnés et discutés par tous les praticiens liés au projet en question, seront hiérarchisés selon leur degré d'influence et l'échelle de travail.

Dans tous les cas étudiés, la profondeur du sol est considérée comme un facteur important au plus haut niveau. Le sol est alors découpé en unités cartographiques dans les sens horizontal et vertical définissant des espaces volumiques.

2 - CAS DU CASIER DE KOBILU2.1. Les facteurs retenus (hiérarchisés)

Ces facteurs sont représentés au tableau n° 30 ci-dessous.

TABLEAU N° 30 : Facteurs retenus dans la carte factorielle de Kobilu (hiérarchisés)

PRINCIPAUX	SECONDAIRES	EXTERNES
Profondeur	Salure	Submersion temporaire
Texture	Acidité-pH	Débris de cuirasse
	Perméabilité	Occupation du sol
	Indice de plasticité calcaire	Morphologie locale
	Horizon très compact	
	Concrétions ferrugineuses	

2.2. Représentation cartographique

Ces facteurs externes sont représentés dans l'unité cartographique. Les facteurs de la couche 0-30 cm sont représentés dans l'unité cartographique et répétés en marge de la carte au niveau n° 1 du cartouche correspondant. Les caractères de profondeur sont représentés dans des cartouches situés en marge de la carte et reliés à l'unité cartographique par un numéro. Les autres couches retenues sont :

30 à 60 cm - niveau 2 du cartouche

60 à 90 cm - niveau 3 du cartouche

90 à 150 cm - niveau 4 du cartouche



Lorsqu'une couche est hétérogène, le niveau correspondant est divisé en 2 parties par un trait oblique. Les caractères de la partie supérieure de la couche sont indiqués dans la moitié gauche et ceux de la partie inférieure dans la moitié droite.

Les classes de textures simplifiées sont représentées par des couleurs différentes dans un triangle granulométrique en marge de la carte. La couleur représentant la texture des différentes couches correspond à celle indiquée sur ce triangle.

Ⓑ LES FACTEURS CARTOGRAPHIÉS LES PLUS IMPORTANTS ET LEURS CONSÉQUENCES  
SUR LA MISE EN VALEUR

1 - LA TEXTURE

On a regroupé les classes de texture du triangle U.S.D.A. de la façon suivante :

- TF - Très fine : argile, argile limoneuse
- F - Fine : argile sableuse, limon argileux, limon argileux fin, limon fin sableux.
- M - Moyenne : limon argilo-sableux, limon, limon fin, limon très fin.
- G - Grossière : sable limoneux, limon sableux, limon très sableux.
- TG - Très grossière : sable.

- \* Dans les unités où les profils n'ont pas été analysés, la texture a seulement été évaluée par le diagnostic tactile.
- \* La texture est en corrélation avec la capacité d'échange, la teneur en eau du sol, les mouvements de retrait-gonflement et beaucoup d'autres facteurs (cf. chapitre III) ; elle constitue donc un très important facteur de la mise en valeur.
- \* Les textures très fines et grossières posent des problèmes pour le travail du sol ; les premières par les mouvements de retrait-gonflement et les secondes par la cimentation des horizons au dessèchement. Les textures moyennes sont les plus faciles à travailler.
- \* Les points représentatifs des sols du périmètre sont regroupés dans la fig. 24 sous forme de zones colorées dont les couleurs représentent les textures simplifiées choisies.  
 Pour la répartition dans le triangle granulométrique des unités pédologiques cf. Fig. 23.

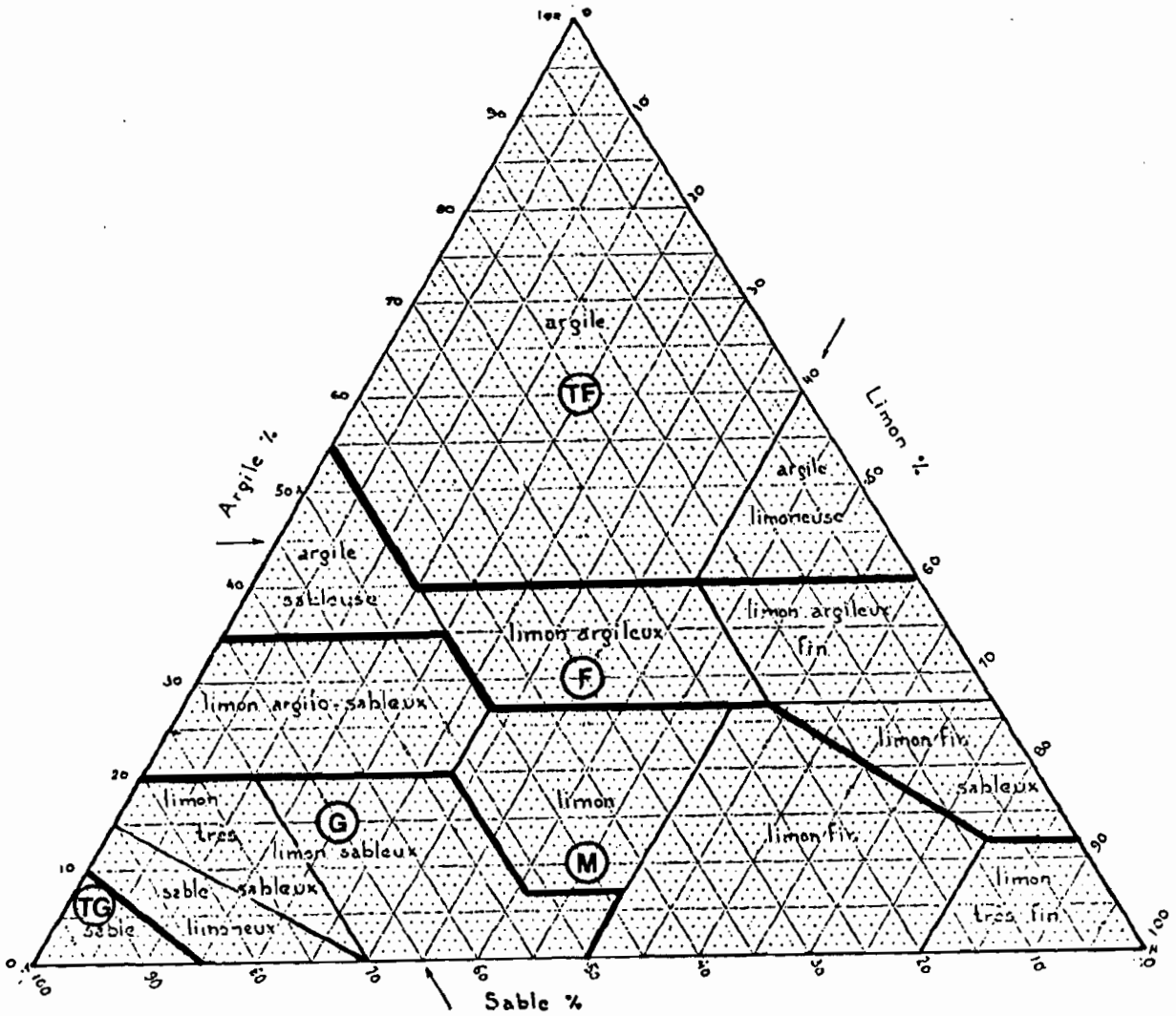
2 - LA SALURE ET L'ALCALISATION

Les sols du périmètre sont très peu salés. Voici les classes retenues pour la conductivité de l'extrait 1/5 :

Conductivité	Na/T 10 %	Na/T 10 %	d° de salure
0,15 mmhos/cm	sans signe	□	non salé
De 0,15 à 0,50 mmhos/cm	□	□	peu salé
De 0,50 à 1,00 mmhos/cm	◼	◼	moyennement salé

Le problème de l'alcalisation a été traité au chapitre III-C





Limite des Textures simplifiées **———**  
 Limite des Textures U. S. D. A. **———**

**TEXTURES SIMPLIFIÉES**

Les domaines colorés sont ceux dans lesquels se situent les textures observées sur le périmètre de Kobbé






Texture très fine	TF	
Texture fine	F	
Texture moyenne	M	
Texture grossière	G	
Texture très grossière	TG	

Fig. 24

3 - L'ACIDITE (le pH)

Voici les classes choisies (pH eau 1/2,5)

○	De 4 à 5,5 .....	acide
◐	De 5,5 à 7,5 .....	peu acide à neutre
◑	De 7,5 à 8,5 .....	alcalin
●	8,5 .....	très alcalin

- \* Les pH  $\leq 5$  peuvent être nuisibles aux cultures en engendrant des toxicités en Al et en Mn, en ayant un effet inhibiteur sur l'alimentation azotée et en bloquant le phosphore. Un amendement calcaire (chaulage) est certainement utile. Le rendement en riz commence à baisser en dessous de pH 5
- \* La classe ◐ convient à la plupart des cultures
- \* La classe ◑ est aussi convenable, on a voulu marquer la présence du calcaire.
- \* La classe ● a un effet négatif sur les cultures (présence de carbonates) mais en général on la trouve seulement en profondeur.

4 - LA PERMEABILITE

Les mesures de la perméabilité ont été faites au laboratoire par la méthode de percolation préconisée par HENIN et al. (1969).

Les valeurs limites retenues sont les suivantes : voir SEDAGRI (1973)

K <sub>1</sub>	0,5 cm/h .....	imperméable
K <sub>2</sub>	De 0,5 à 1,0 cm/h .....	faible à très faible
K <sub>3</sub>	De 1,0 à 7 cm/h .....	moyenne
K <sub>4</sub>	7 cm/h .....	forte

- \* Les horizons alcalisés sont imperméables (on trouve des valeurs nulles de K)
- \* La corrélation perméabilité texture est en général bonne.

## 5 - L'INDICE DE PLASTICITÉ

L'indication de cet indice a été jugée utile car des travaux d'aménagement vont avoir lieu dans le secteur. Il existe des normes pour la construction de digues et de remblais compactés ; les voici (d'après HYDROPLAN):

- a) Les matériaux pour construction de remblais compactés des digues de protection satisferont aux conditions suivantes :
  - . pourcentage inférieur à  $80\mu \geq 50 \%$
  - . Indice de plasticité compris entre 8 et 20
- b) Les matériaux pour remblais compactés de canaux, satisferont aux conditions suivantes :
  - . pourcentage inférieur à  $80\mu \geq 50 \%$
  - . Indice de plasticité compris entre 10 et 30
- c) Les matériaux pour les 40 cm supérieurs de remblai de piste de circulation satisferont aux conditions suivantes :
  - . pourcentage inférieur à  $80\mu \geq 50 \%$
  - . Indice de plasticité compris entre 6 et 20

\* Les classes retenues ont été inspirées de ces normes :

P <sub>1</sub>	-	Ip	de	0	à	6	.....non plastique
P <sub>2</sub>	-	Ip	de	6	à	10	.....peu plastique
P <sub>3</sub>	-	Ip	de	10	à	20	..... plastique
P <sub>4</sub>	-	Ip	de	20	à	30	.....très plastique

\* La détermination de ces indices et leur exploitation font l'objet du chapitre V.

## © NIVEAU DE FERTILITÉ

### 1 - INTRODUCTION

Tout classement utilisé a un caractère subjectif. Ceci est dû à la nature très complexe et variée des facteurs édaphiques influençant la fertilité qui par ailleurs dépend du type de culture envisagé, du climat, des méthodes culturales utilisées, etc...

Certains auteurs, J.P. MULLER et M. GAVAUD (1976) et B. DABIN et R. MAIGNIEN (1979) ont conçu des méthodologies et donné des classements du type que voici :

1 - très bas	4 - moyen
2 - bas	5 - bon
3 - médiocre	6 - très bon

Ces chiffres sont affectés à la fertilité déterminée par l'analyse de chaque critère ou facteur envisagé (équilibre azote-pH, porosité, CEC, etc...).

A Kobilu, on a tenu compte d'un certain nombre d'aspects influents.

## 2 - LES ASPECTS INFLUENTS

### 2.1. Les carences

La quantité de certains éléments chimiques indispensables aux diverses cultures peut être insuffisante. Ces carences peuvent être absolues ou relatives à un autre élément. Voici les normes retenues pour les cultures en irrigué dans le domaine tropical.

- \* Potassium - Les carences en potassium sont liées à l'équilibre des bases échangeables K mé/S (somme des bases); le potassium doit être > à 2 % de S (exprimé en mé) et rester > 0,1 mé en valeur absolue B. DABIN et R. MAIGNIEN (1979).  
D'autre part, le rapport Mg/K doit être < 20.
- \* Magnésium - Il y a risque de carence en Mg si le rapport Mg/K (en mé) est inférieur à 3 PEDOLOGIE et DEVELOPPEMENT (1970)
- \* Calcium - Risque de carence si  $Ca < 2 \text{ m.é.}$  J.P. MULLER et M. GAVAUD (1976)  
J.JR. SANIK, A.T. PERKINS et W.G. SCHRENK (1952) estiment que le rapport Ca/Mg optimum serait de 4.
- \* Phosphore assimilable - Extrait par le réactif OLSEN modifié a comme valeur critique, pour une teneur en azote total donnée, la valeur  $\frac{N \text{ total}}{20}$  ou  $\frac{P_{205} \text{ total}}{10}$  B. DABIN et R. MAIGNIEN (1979).

## 2.2. Les équilibres

Il y a un certain nombre de constituants qui sont en équilibre avec d'autres facteurs tels le pH, la teneur en éléments fins ou simplement entre eux.

### \* Fertilité N = (pH)

On s'est servi du diagramme de DABIN (1970) et NULLER et GAVAUD (1976) Ces diagrammes sont reproduits dans la figure 27.

### \* Rapport azote sur phosphore total

On s'est référé aux abaques de fertilité des sols tropicaux de B. DABIN (1961). Fig. 25

### \* Equilibre K échangeable = f (éléments texturaux fins)

On a utilisé le diagramme de référence établi selon BOYER (1970) Fig. 26

## 2.3. Contraintes

Il s'agit des contraintes provoquées par les excès du sodium, telles que la compacité du sol, la présence de carbonate de soude, l'imperméabilité, etc... On se basera sur le rapport Na/T.

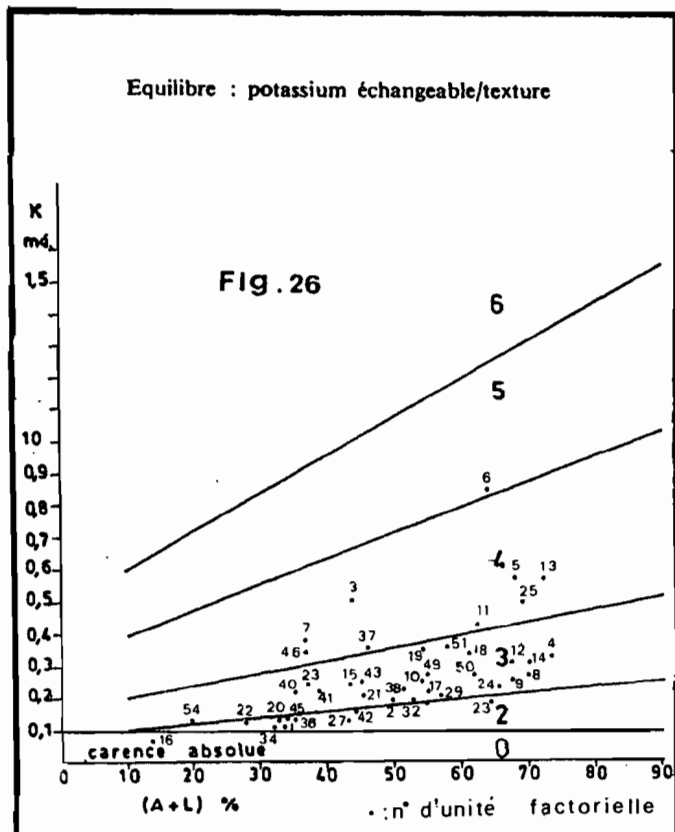
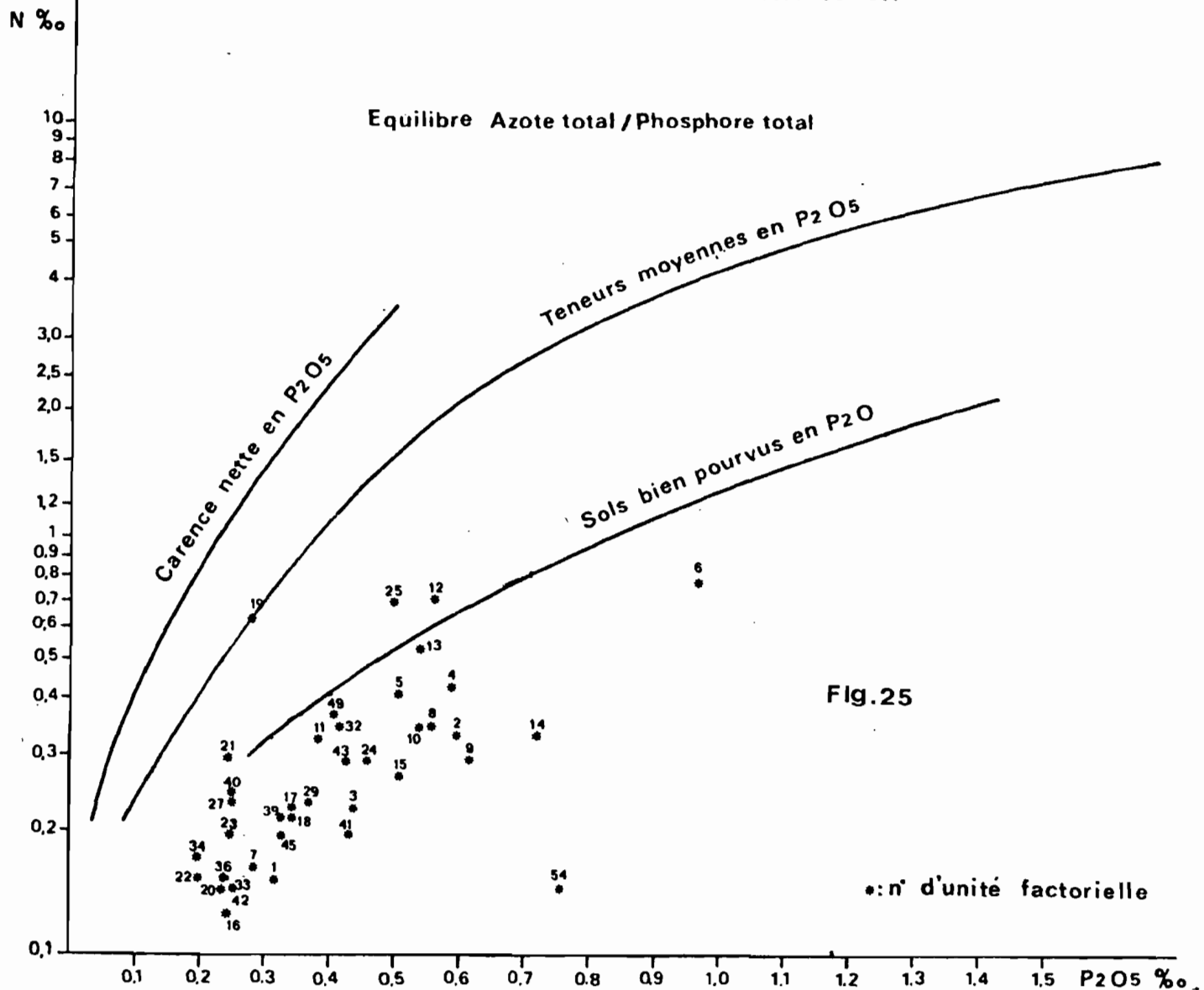
## 2.4. Complexe adsorbant et texture

\* L'indice  $S^2/A + L_f$  proposé par FORESTIER (1959-1960) est considéré par DABIN et MAIGNIEN (1979) comme un indice de fertilité globale.

TABLEAU N°31 : Echelle de fertilité pour le rapport  $S^2/A + L_f$ .

$S^2/A + L_f$	Niveau de fertilité	Echelle
< 0,5	Mauvais	1-2
0,5 - 1,0	Médiocre	3
1,0 - 2,5	Moyen	4
2,5 - 5	Bon	5
> 5	Très bon	6

\* La corrélation CEC - A % est bonne (cf. Chapitre III-B)



Equilibre azote total/pH (échelle de fertilité)

Fig. 27

- riziculture Humide -																		
7	2	3	4	5	6	7												
6	3	4	5	6	7													
5,5	2	3	4	5	6	7												
5	2	3	4	5	6	7												
4,5	2		3	4	5	6												
	0,1		0,5		1,0				6,0									
- cultures diverses -																		
7	2	4	5	6	7													
6,5	2	3	4	5	6	7												
6	1	3	4	5	6	7												
5	1		3	4	5	6												
4,5	1		3	4	5													
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
	N %																	

▲

◀ Fertilité 1. très bas 3. médiocre 5. bon 7. exceptionnel  
2. bas 4. moyen 6. très bon

## 2.5. La fertilité physique

### \* Réserve en eau utile

En général, on l'évalue par la différence des humidités à pF 3 et à pF 4,2. Mais on a pas eu les résultats des humidités à pF 3 à cause d'une panne du matériel.

D'après J.Y. LE BRUSQ (1980), les sols à texture très fine ont une réserve utile de 6 à 9 %, ceux à texture moyenne de 3 à 6 % et ceux à texture grossière de 0,5 à 3 % .

\* Des considérations sur la structure, la macroporosité, les fentes et autres aspects physiques seront tirés de l'observation terrain.

## 3 - LA DEMARCHE UTILISEE A KOBILO

### 3.1. Méthodologie

On a pris le niveau de fertilité azotée pour les cultures diverses comme base de départ. On a augmenté ou diminué cette valeur selon le poids positif ou négatif du bilan de l'influence des critères suivants : carences, contraintes, équilibres, niveau de fertilité azotée pour le riz,  $S^2/A + Lf$ , facteurs cartographiés (cf. Chapitre IV-B), fertilité physique.

Un tableau synoptique a été dressé.

De l'évaluation subjective du poids du bilan une première classification est née. Ensuite, à la lumière de celle-ci, on a comparé tous ces sols entre eux et on procède à certains ajustements aboutissant ainsi au classement définitif.

\* Procédure : on a commencé par calculer tous les rapports caractéristiques et construire les graphiques. De l'analyse des données ainsi obtenues, on a écarté du tableau synoptique les facteurs ayant une influence égale ou homogène sur tous les sols.

### 3.2. Les premiers résultats

- De l'observation du graphique sur l'équilibre N total/ $P_2O_5$  total (Fig. 25), on constate que tous ces sols sont bien pourvus en phosphore total.
- Le rapport Mg/K est toujours > à 3 ; donc pas de carence en Mg.
- La valeur du calcium échangeable est supérieure à 2 m.é. dans tous les sols. Cependant, le rapport Ca/Mg est faible.
- La figure 26 et les rapports Mg/K et K/S nous montrent que certains sols sont carencés en potassium.

TABLEAU N° 32 : Tableau synoptique pour l'évaluation du niveau de fertilité de chaque unité factorielle.

Unité Carte Fact.	N° Profil analysé	Mg K	K S	N tot. 20	Na T	Carences		Alcali-sation	Facteurs Car-tographiés		Fertili-té physi-que	Niveau de fertilité				Fertilité retenue	
						K	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass.		Surf.	Prof.		K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	K = f(A+L <sub>f</sub> )	Azotée		S <sup>2</sup> A+L <sub>f</sub>
								Div.							Riz		
1	(2)	32,09	0,010	0,008	1,6	*	*			K <sub>3</sub>	/	2	1	2	4	2	
2	(46)	19,79	0,018	0,017	1,3	*				K <sub>3</sub>	/	3	3	5	4	4	
3	(1)	7,26	0,050	0,012	3,9		*		*		/	4	1	4	4	3	
4	(34)	20,69	0,021	0,022	1,5	*				K <sub>3</sub>	/	3	2	4	5	4	
5	(33)	10,48	0,040	0,021	1,6						/	4	2	4	5	4	
6	(37)	5,64	0,066	0,041	1,1					⊙	/	5	4	5	4	5	
7	(40)	7,90	0,044	0,009	1,2					K <sub>3</sub>	/	4	1	3	4	3	
8	(3)	23,46	0,016	0,018	0,5	*	*				/	3	3	5	5	3	
9	(19)	23,46	0,016	0,015	0,9	*	*			K <sub>3</sub>	/	3	3	5	5	4	
10	(18)	23,13	0,015	0,018	7,8	*	*		*	K <sub>1</sub>	/	3	3	5	5	3	
11	(51)	14,38	0,027	0,016	3,1				*	K <sub>1</sub>	/	4	3	5	5	4	
12	(69)	20,15	0,018	0,037	1,1	*	*			K <sub>3</sub>	/	3	3	5	5	4	
13	(48)	9,35	0,043	0,028	1,1					K <sub>1</sub>	/	4	4	5	4	5	
14	(20)	25,00	0,017	0,017	1,1	*	*			K <sub>3</sub>	⊙	3	2	3	5	3	
15	(31)	21,02	0,016	0,014	0,9	*				K <sub>3</sub>	/	3	1	4	5	3	
16	(66)	14,13	0,022	0,007	1,9	*			*	K <sub>3</sub>	\	0	1	3	3	1	
17	(6)(17)(22)	33,13	0,010	0,012	7,0	*				K <sub>1</sub>	/	3	4	3	6	4	
18	(60)	25,80	0,013	0,011	3,6	*			*	K <sub>3</sub>	/	3	4	3	6	4	
19	(56)	20,09	0,019	0,033	5,4	*					/	3	4	6	6	5	
20	(4)	24,52	0,012	0,008	11,4	*	*	*	*		\	2	2	3	5	1	
21	(58)	30,76	0,012	0,015	15,0	*		*	*	K <sub>1</sub>	/	3	5	3	6	3	
22	(59)	21,15	0,016	0,008	0,8	*				K <sub>3</sub>	⊙	2	1	2	4	2	
23	(5)	27,23	0,008	0,010	5,9	*	*				/	2	4	3	6	4	
24	(7)	19,05	0,010	0,015	4,1	*	*			K <sub>1</sub>	/	3	5	3	6	5	
25	(54)	13,57	0,030	0,043	0,7					K <sub>3</sub>	/	4	2	4	5	4	
26	(97)	7,09	0,040	0,008	8,4		/		*	K <sub>1</sub>	\	2	2	2	4	1	
27	(21)	34,52	0,011	0,012	1,6	*	*			K <sub>3</sub>	/	2	1	4	5	3	
28	(135)	22,60	0,021	0,015	10,8	*	/	*	*		\	3	4	3	5	3	
29	(23)	28,54	0,013	0,012	1,9	*	*			K <sub>3</sub>	/	3	1	3	5	3	
30	(92)	25,37	0,010	0,021	1,9	*	/		*	K <sub>3</sub>	●	3	-	-	6	3	
31	(93)	18,41	0,013	0,015	6,4	*	/			K <sub>3</sub>	/	2	4	3	5	4	
32	(9)	33,91	0,010	0,018	4,4	*	*			K <sub>1</sub>	→	3	3	5	6	3	
33	(10)	12,12	0,024	0,008	7,7						\	3	2	3	6	3	
34	(13)	24,71	0,011	0,009	1,9	*				K <sub>3</sub>	/	2	1	2	5	2	
35	(105)	4,32	0,068	0,033	1,5		/			K <sub>1</sub>	→	5	5	6	5	5	
36	(14)	25,77	0,014	0,008	0,5	*				K <sub>3</sub>	/	2	1	3	4	2	
37	(104)	13,04	0,028	0,039	0,6					K <sub>3</sub>	/	4	3	4	5	4	
38	(133)	17,05	0,018	0,018	0,7	*	/			K <sub>3</sub>	/	3	3	4	5	4	
39	(25)	27,31	0,008	0,011	0,9	*	*			K <sub>3</sub>	●	2	-	-	6	3	
40	(24)	16,58	0,020	0,013	1,0		*			K <sub>3</sub>	/	3	1	3	5	3	
41	(27)	19,91	0,018	0,010	0,7	*				K <sub>3</sub>	/	3	1	4	5	3	
42	(28)	29,93	0,010	0,008	1,6	*				K <sub>3</sub>	/	2	1	2	5	2	
43	(26)	19,57	0,016	0,015	0,6	*	*			K <sub>3</sub>	/	3	3	5	5	4	
44	(134)	26,20	0,014	0,029	8,5	*	/		*		/	3	6	4	6	4	
45	(15)	29,75	0,012	0,010	0,9	*				K <sub>3</sub>	⊙	2	1	3	5	3	
46	(103)	4,29	0,044	0,030	0,6					K <sub>3</sub>	/	4	3	4	3	4	
47	(16)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	4	
48	(30)	/	/	/	/	/	/	/	/	K <sub>1</sub>	/	/	/	/	/	4	
49	(29)	21,76	0,016	0,019	5,8	*			*		/	3	3	5	5	4	
50	(81)	23,00	0,013	0,013	0,4	*	/				/	3	4	3	6	4	
51	(150)	12,28	0,029	0,033	1,6		/			K <sub>3</sub>	/	3	3	5	4	4	
52	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	\	/	/	/	/	1	
53	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	→	/	/	/	/	2	
54	(11)	10,08	0,031	0,008	0,7					K <sub>3</sub>	\	3	1	2	3	1	
55	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	\	/	/	/	/	1	

/ = non analysé.



### 3.3. Le tableau synoptique (Tableau n° 32)

- \* Les carences en Mg, Ca et phosphore total ne figurent pas dans ce tableau (cf. § 3.1.).
- \* Les valeurs analytiques utilisées sont les moyennes des valeurs des deux couches de surface : 0 - 30 cm et 30 - 60 cm.
- \* L'utilisateur doit consulter ce tableau à chaque fois que le niveau de fertilité est inférieur ou égal à 4. Il y rencontrera les motifs de ce classement et à l'analyse de la nature et l'importance des facteurs négatifs, il saura trouver les solutions appropriées.

### 3.4. Conclusions

#### a/ Sur les résultats

- \* **Tous ces sols ont** de faibles teneurs en potassium échangeable et la majorité en est même carencée..
- \* Les faibles teneurs en phosphore assimilable ne constituent pas un problème car les sols sont bien pourvus en P total et en milieu tropical des mécanismes encore mal connus de transfert du phosphore total du sol à la plante ont lieu.

#### b/ Sur la méthode

On insiste sur le caractère subjectif de la méthode. Les résultats doivent être pris à titre indicatif ; tout dépendra des exigences des cultures envisagées et des aménagements en vue.

La méthode est cependant comparative et on peut en effet avoir une notion de la fertilité d'un sol vis-à-vis d'un autre.

\*

\*

\*

## C H A P I T R E V :

**LIMITES D'ATTERBERG****Ⓐ INTRODUCTION****1 - SIGNIFICATION****1.1. États ou comportement des matériaux terreux**

Les limites d'Atterberg sont des mesures conventionnelles qui rendent compte du comportement mécanique des matériaux terreux en fonction des variations de la teneur en eau. On distingue trois types de comportement selon le taux croissant d'humidité, désignés par : état fragile ou solide, état plastique et état liquide. Voici les définitions selon HENIN (1973) :

- \* État solide : Il se caractérise par une rupture qui n'est pas précédée par une déformation irréversible importante des échantillons. Les fragments résultants ne se ressoudent pas par pétrissage, du moins sous des forces faibles.
- \* État plastique : Un matériau plastique reste sensiblement dans l'état de déformation où il se trouvait sous l'influence d'une contrainte quand celle-ci est supprimée, il se ressoude par pétrissage.
- \* État liquide : La substance déposée sur une surface qu'elle mouille parfaitement s'étend en formant une lame infiniment mince. L'épaisseur des lames liquides que l'on observe couramment est liée au fait que le support est plus ou moins mouillable.

Or, il s'avère que plus l'étendue du domaine plastique est grande, plus le travail du sol est facile. De ce fait est née la nécessité d'évaluer les taux d'humidité limites entre ces états : les limites d'Atterberg correspondent donc aux seuils de passage de l'état solide à l'état plastique (limite de plasticité L.P.) et de l'état plastique à l'état liquide (limite de liquidité L.L.). La différence L.L.-L.P. =  $I_p$  est l'indice de plasticité qui définit l'étendue du domaine plastique.

**1.2. Interprétation physique des changements d'état**

Cette interprétation a été donnée par Goldschmidt [cité par R.E. MEANS (1964)] . La surface des particules des constituants du sol ( $d \leq 2 \mu$ ) étant changée et les molécules d'eau étant polarisées, celles-ci se disposent et se concentrent autour des particules

formant un film continu d'eau (apparition de l'état plastique). L'eau se trouvant à la proximité immédiate est à l'état visqueux permettant le glissement des particules les unes par rapport aux autres sans changement de cohésion ni diminution des volumes des vides. Tant que ceci est vérifié, on est dans le domaine plastique. Le pourcentage d'eau à la rupture de la cohésion (à l'apparition d'eau libre entre les ensembles particule-eau adsorbée - eau visqueuse) représente la limite de liquidité. Celle-ci est d'autant plus élevée que la charge des surfaces des particules est grande, car l'épaisseur d'eau visqueuse est augmentée.

## 2 - DETERMINATION ET DEFINITION DES LIMITES

### 2.1. Limite de liquidité (L.L.)

Un certain nombre d'échantillons d'un même matériau, à taux d'humidités variables, sont placés dans une coupelle standard (faisant partie d'un instrument appelé appareil de CASAGRANDE). Pour chaque échantillon placé dans la coupelle, on trace un sillon standard et on soumet celle-là à un certain nombre de chocs dans des conditions déterminées (cf. le protocole donné par la fiche technique n° 16 du Bulletin du groupe de travail sur la dynamique actuelle des sols, 1973, N° 2 ORSTOM).

La limite de liquidité est le taux d'humidité pour lequel le sillon tracé se referme sur 1 cm après 25 chocs. (On fait 3 essais à taux d'humidité différents, on trace la courbe taux d'humidité - nombre de chocs, et on détermine la L.L. par interpolation à 25 chocs).

### 2.2. Limite de plasticité (L.P.)

On ajoute des quantités variables d'eau à des échantillons d'un même matériau et on forme après pétrissage, des rouleaux à la main ou entre deux plaques de verre, de plus en plus minces.

La L.P. correspond au taux d'humidité auquel il devient impossible de former des rouleaux de moins de 3 mm. (cf. le protocole cité ci-dessus).

\*  
\*   \*  
\*

## ⓑ LES SOLS DU CASIER DE KOBILO

### 1 - LES RESULTATS

#### 1.1. Les échantillons choisis

La première préoccupation dans le choix de ces échantillons était de parcourir l'éventail des textures trouvées ; ensuite de cerner l'influence de l'alcalisation sur les indices ; en dernier le rôle de la géomorphologie.

Pour ce faire, on a tout simplement choisi les profils types ; (le profil n° 66 a été remplacé par le profil 97 dû à son caractère trop sableux pour la réalisation de ces mesures). Pour une meilleure étude, des objectifs proposés d'autres profils ont été choisis : N°s 1 - 60 - 93 et 134.

### 1.2. La méthodologie suivie

On a suivi le protocole cité au début de ce chapitre. Cependant, par souci de rapidité et étant donné le faible pourcentage en éléments grossiers de ces sols, le tamisage n'a pas été fait sous l'eau mais à sec sur tamis de 0,50 mm.

### 1.3. Le rôle de la granulométrie

Plusieurs auteurs sont arrivés à la conclusion que les principaux facteurs de variation des limites d'Atterberg sont la granulométrie et la matière organique. On a étudié le rôle de la fraction argile plus limons fins sur la variation des limites d'Atterberg en tenant compte des considérations suivantes :

- \* Le tamisage pour les mesures granulométriques et pour les limites d'Atterberg n'obéit pas aux mêmes conditions (maille des tamis : 2,00 mm pour la granulométrie et 0,50 mm pour les limites d'Atterberg). On, ceci n'est pas un problème majeur car le taux d'éléments grossiers de ces sols est peu élevé. D'ailleurs, A. COMBEAU (1964), sur des sols de la vallée du Sénégal, a trouvé sensiblement les mêmes valeurs en faisant des comparaisons avec des résultats obtenus sous des mêmes conditions de tamisage.
- \* Ce même auteur a trouvé une meilleure corrélation en utilisant les taux d'argile + limons fins vis-à-vis des taux d'argile seule ou d'argile + limons totaux.
- \* Ces sols ayant un faible taux de matière organique, celle-ci est peu influente. L'influence de la M.O. a été démontrée par BAVER (1930) et estimée non significative par REMY (1971) pour les sols à un taux de M. O. < 1,5 % (cas des sols de Kobilou).

Les figures 28 - 29 et 30 représentent respectivement les courbes de L.L., L.P. et  $I_p$  en fonction du taux de  $A + L_f$ . Le traitement statistique et les droites de régression se trouvent au tableau N° 34.

## 2 - DISCUSSION DES RESULTATS

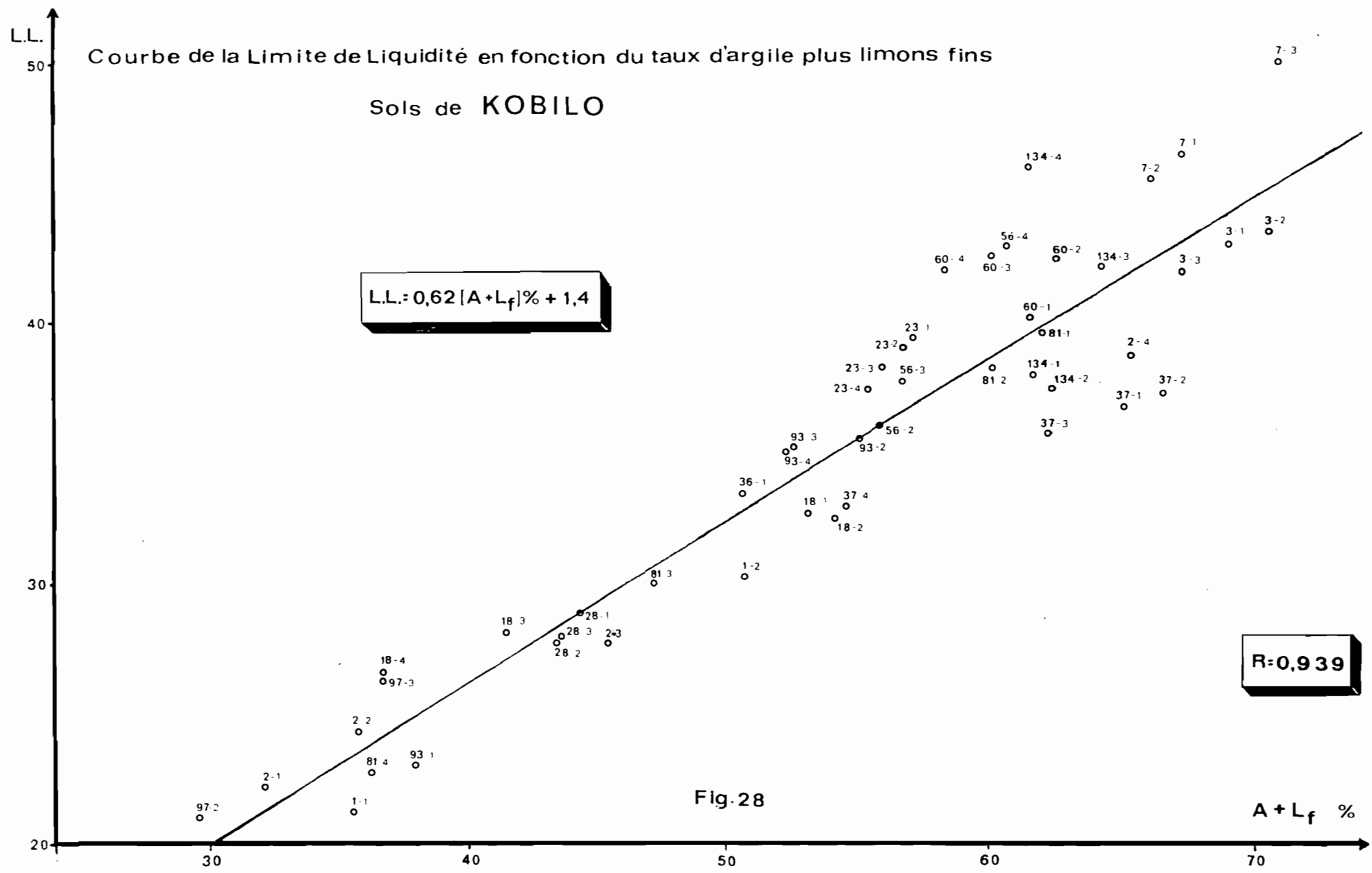
### 2.1. Le mode de variation

Les constatations de A. COMBEAU (1964) sont vérifiées : la limite de plasticité et la limite de liquidité croissent avec le taux d'éléments fins ( $A + L_f$ ) mais la limite de liquidité croît plus vite que la limite de plasticité ; le domaine plastique ( $I_p$ ) est d'autant plus grand que le sol est lourd.

Les coefficients de corrélation sont bons. La corrélation est meilleure pour la limite de liquidité (voir tableau N° 34).

TABLEAU N° 33 : Valeurs des limites d'Atterberg (Profils de Kobilò)

N° Profil	Horizon	C %	A	A + Lf	L. L.	L. P.	Ip	IA = $\frac{Ip}{A}$
①	1	3,2	21,9	35,6	21,2	12,9	8,3	0,38
	2	1,8	31,3	50,7	30,2	16,0	14,2	0,45
	3	1,5	30,3	50,2	/	/	/	/
②	1	1,7	19,4	32,1	22,2	14,4	7,8	0,40
	2	1,8	21,9	35,8	24,3	14,5	9,8	0,45
	3	2,0	29,1	45,7	27,7	14,5	12,2	0,42
	4	2,6	45,5	65,4	38,7	21,1	17,6	0,39
③	1	5,0	52,9	69,1	43,0	20,0	23,0	0,43
	2	4,0	53,7	70,6	43,5	20,2	23,3	0,43
	3	3,5	51,2	67,4	42,0	19,2	22,8	0,45
⑦	1	4,2	55,9	67,3	46,5	19,8	26,7	0,48
	2	2,1	54,7	66,1	45,5	19,1	26,4	0,48
	3	2,2	56,2	70,9	50,0	21,6	28,4	0,51
⑱	1	5,1	41,0	53,2	32,7	16,4	16,3	0,40
	2	2,5	42,0	54,2	32,5	16,3	16,2	0,39
	3	1,5	32,8	41,5	28,1	13,5	14,6	0,45
	4	1,0	28,1	36,8	26,6	12,7	13,9	0,49
⑳	1	2,8	49,0	57,2	39,4	17,6	22,8	0,47
	2	2,7	48,5	56,9	39,0	16,4	22,6	0,47
	3	3,2	48,5	56,0	38,2	15,9	22,3	0,46
	4	2,0	48,0	55,5	37,4	15,4	22,0	0,46
㉔	1	2,1	35,0	44,4	28,8	12,3	16,5	0,47
	2	1,6	34,5	43,4	27,7	11,7	16,0	0,46
	3	1,3	32,6	43,5	27,9	11,8	16,1	0,49
㉗	1	11,0	42,7	65,3	36,8	15,9	20,9	0,49
	2	6,0	46,0	66,6	37,2	16,0	21,2	0,46
	3	3,2	43,2	62,3	35,8	15,4	20,4	0,47
	4	2,2	36,8	54,7	33,0	13,6	19,4	0,53
㉞	1	12,2	37,5	51,7	33,5	15,8	17,7	0,47
	2	2,2	44,2	55,9	36,0	16,2	19,8	0,45
	3	2,0	44,7	56,9	37,7	17,1	20,6	0,46
	4	1,8	49,5	60,7	43,0	18,8	24,2	0,49
⑥0	1	3,3	50,7	61,6	40,2	17,2	23,0	0,45
	2	3,4	51,2	62,6	42,5	17,8	24,7	0,48
	3	2,0	48,7	60,1	42,6	17,9	24,7	0,51
	4	1,7	47,2	58,4	42,0	17,6	24,4	0,52
⑧1	1	2,7	46,2	62,1	39,7	16,5	23,2	0,50
	2	1,5	46,2	60,1	38,2	15,6	22,6	0,49
	3	2,4	31,8	47,2	30,0	13,0	17,0	0,53
	4	0,6	20,4	36,3	22,8	11,0	11,8	0,58
⑨3	1	4,6	28,3	38,0	23,0	11,0	12,0	0,42
	2	2,2	43,5	55,2	35,6	15,0	20,6	0,47
	3	/	41,0	52,7	35,3	14,9	20,4	0,50
	4	/	38,5	52,4	35,2	14,8	20,4	0,53
⑨7	1	1,6	6,0	8,7	Très sableux			
	2	1,4	24,4	29,6	21,0	10,5	9,6	0,39
	3	/	30,6	36,8	26,1	12,6	13,5	0,44
⑬4	1	12,7	49,7	61,8	38,0	16,9	21,1	0,42
	2	2,3	51,2	62,4	37,5	17,0	20,5	0,40
	3	/	51,7	64,1	42,2	17,4	24,8	0,48
	4	/	47,7	61,6	46,0	19,0	27,0	0,57



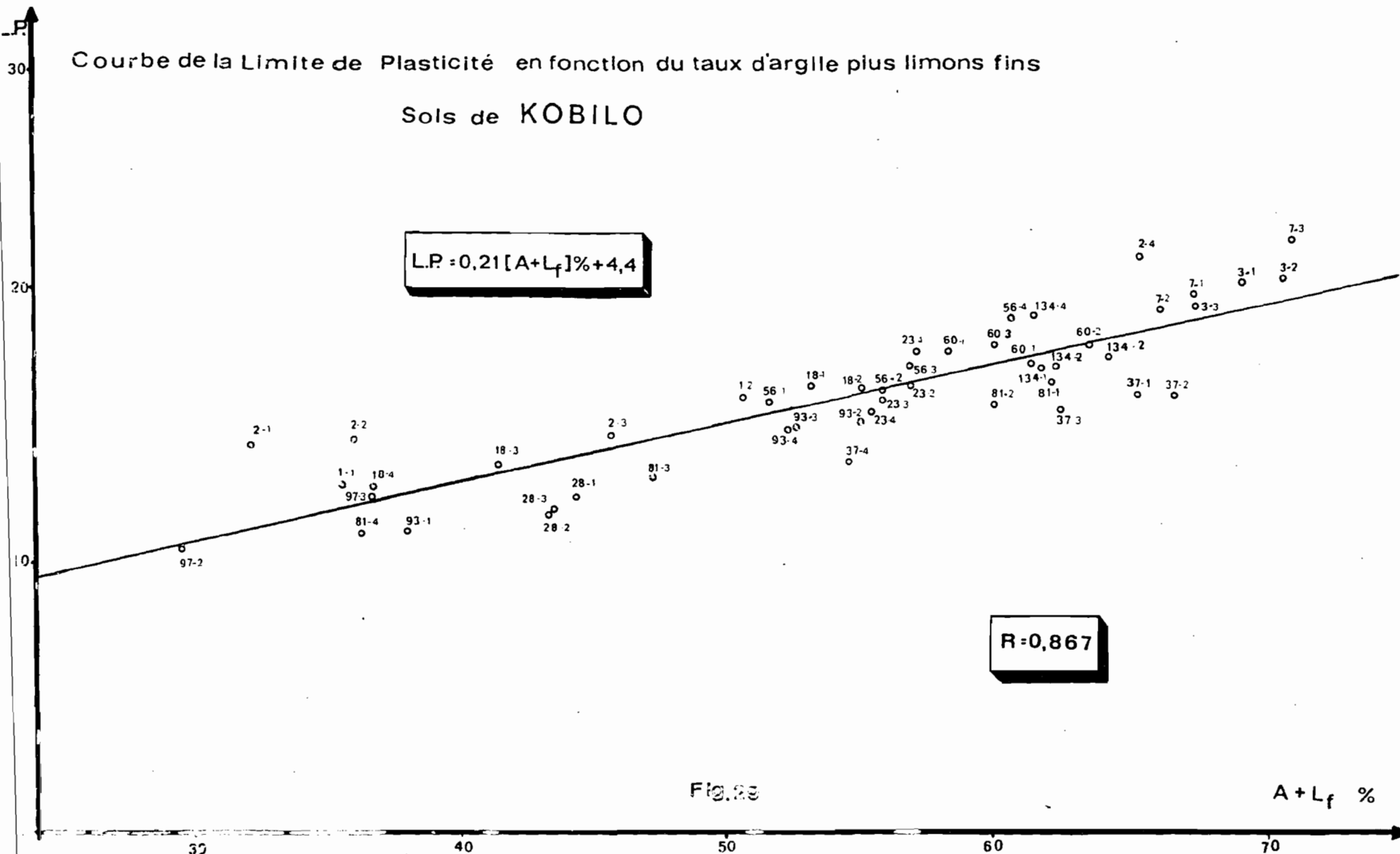


Fig. 23

# Courbe de l'Indice de Plasticité en fonction du taux d'argille plus limons fins

## Sols de KOBILLO

$$I_p = 0.42[A+L_f]\% - 3,3$$

Premier remblai indifférencié  
Cuvettes de décantation

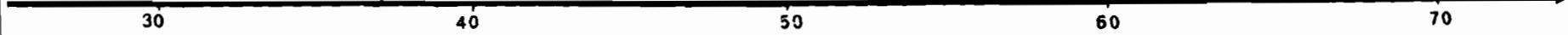
Delta de rupture de levée

$$R = 0,895$$

..... Ligne de séparation des unités géomorphologiques

Fig.30

A + L<sub>f</sub> %





**TABLEAU N° 34** : Droites de régression des limites d'Atterberg en fonction du taux d'argile + limons fins (Kobilo)

	N		Moyenne	Ecart-type	Variance	Equation de régression	Coefficients de corrélation
Tous les échantillons	49	A+Lf	54,2	11,1	121,5	L.L. = 0,62(A+Lf) + 1,4	0,939
		L.L.	35,2	7,4	53,6	L.P. = 0,21(A+Lf) + 4,4	0,867
		L.P.	15,9	2,7	7,2		
		Ip	19,3	5,2	26,4	Ip = 0,42(A+Lf) - 3,3	0,895
Horizons alcalisés exclus	37	A+Lf	53,7	12,0	140,8	Ip' = 0,42(A+Lf) - 3,9	0,930
		Ip'	18,6	5,4	28,4		
Horizons alcalisés	12	A+Lf	54,7	8,2	62,3	Ip'' = 0,47(A+Lf) - 4,3	0,970
		Ip''	21,7	4,0	14,9		

### 2.2. Relations entre les horizons d'un même profil

On vérifie en général une très bonne corrélation entre les valeurs des indices de plasticité des horizons. Elles sont alignées sur une même droite. Ceci car le matériau géologique est le même et seul le taux d'éléments fins joue.

En effet, lorsque le matériau géologique est différent, les minéraux argileux (ou les taux des mêmes) sont différents et ceci à une influence sur les limites d'Atterberg qui dépendent des charges des particules (Cf. V-A.1.2.) donc de la nature des argiles. SKEMPTON (1959) a défini un indice d'activité des argiles par la formule :

$$I_A = \frac{I_p}{A}$$

Cet indice a été calculé pour chaque échantillon et figure dans le tableau des résultats (n°33) Il est du même ordre pour un profil donné.

Mais on remarque (Fig. 30) que certains sols présentent des horizons dont la valeur de  $I_p$  s'écarte de la droite en question. Deux explications : 1) Présence d'un matériau géologique différent ; c'est le cas du profil N° 93 (UNITE 4) dont l'horizon de surface a été à juste titre cartographié comme un recouvrement (carte factorielle).

2) Influence de cations échangeables (différentes teneurs) ; on y revient au paragraphe 2.4.

### 2.3. Influence de la nature des matériaux

On constate que pour un même taux d'éléments fins les profils peuvent avoir des indices et limites différents. On a vu au paragraphe 2.2. l'origine de cette différence.

Les sols ayant un important taux de montmorillonite présentent des indices de plasticité supérieurs à ceux ayant de la kaolinite comme argile principale-R.E. MEANS (1964). L'indice d'activité en rend compte.

On remarque que les sols à tendance verticale sont ceux qui (à Kòbilo) présentent un indice de plasticité plus élevé.

On note une nette séparation (en pointillé sur la figure 30) entre les sols du premier remblai indifférencié et des cuvettes et ceux du delta de rupture.

#### 2.4. Influence des cations échangeables

Si l'on compare les pentes des droites correspondant à certains profils et de la droite générale de régression, on constate d'énormes différences.

D'autre part, certains profils présentent des indices de plasticité qui vont dans le sens inverse de la variation du taux d'éléments fins.

On a vérifié que le taux de Na<sup>+</sup> échangeable augmentait dans les horizons en question.

Or, selon WHITE cité par GRIMM (1971), lorsque on remplace un cation bivalent pour un monovalent sur une montmorillonite l'Ip s'élève et sur une kaolinite ou une illite l'Ip baisse. Lorsqu'il s'agit d'horizons de sols à tendance verticale (augmentation du taux de montmorillonite en profondeur) on a une augmentation de Ip. Ceci est vérifié pour les sols de cuvettes et remblais indifférenciés. Pour le profil n° 2 du delta de rupture, la valeur Ip diminue (on sait d'après SEDAGRI 1973 que le taux de Kaolinite est important dans les sols entre Bakel et Kaédi).

Lorsque l'augmentation du taux de sodium est régulier le long du profil, on a encore une droite. Dans un sol fortement alcalisé, les valeurs ne s'alignent pas (profil N° 134 - UNITE 4).

Des explications sur le mécanisme d'action des cations échangeables sur la variation des limites d'Atterberg sont données par R. YONG et B. WARKENTIN (1975).

Selon ces auteurs, la salure a aussi les mêmes effets. Le profil 60, présentant une plus forte conductivité en profondeur, en est l'illustration.

\* On a calculé des nouvelles droites de régression sans tenir compte des horizons à complexe enrichi en sodium. On a obtenu (voir tableau n° 34) une meilleure corrélation. De l'autre côté, on a calculé la droite de régression pour les horizons alcalisés ; la corrélation est excellente:  $R = 0,970$ .

A partir de ces deux droites, on a calculé les indices de plasticité (selon les cas) de tous les profils analysés de Kòbilo (résultats en annexes).

## © LES SOLS DE N'THIAGAR

### 1 - INTRODUCTION

#### 1.1. Objectifs de l'étude

Deux objectifs ont été à l'origine du choix de sols de N'THIAGAR (dans la Basse Vallée du Fleuve Sénégal) pour compléter cette étude des limites d'Atterberg :

- Pouvoir comparer le comportement (vis-à-vis des limites d'Atterberg) des sols de la Moyenne Vallée avec ceux de la Basse Vallée.
- Avoir une illustration de l'influence de la salure sur les limites d'Atterberg.

### 1.2. Situation et profils choisis

La cuvette de N'THIAGAR se situe à 5 km à l'ouest de Rosso. Elle a fait l'objet d'une étude pédologique par B. MOUGENOT (1982). Les échantillons choisis proviennent des prélèvements réalisés dans le cadre de l'étude en question.

On a choisi des sols ayant des textures proches de celles trouvées à Kobilu. Onze échantillons ont pu subir les tests d'Atterberg. On a suivi la même procédure que pour les sols de Kobilu (cf. V.B.1.2.).

### 2 - LES RESULTATS ET LEUR ANALYSE

Voici les limites d'Atterberg et les résultats analytiques plus importants pour l'étude des mêmes

**TABLEAU N° 35** : Résultats analytiques et valeurs des limites d'Atterberg (sols de N'THIAGAR).

N° Profil	N° Horizon	C %	A %	A+Lf %	Conductivité 20°C (mmhos/cm)	T (mé/100g)	Na/T	L. L.	L. P.	Ip	IA = $\frac{Ip}{A}$
34	1	11,90	42,2	60,1	0,15	22,89	8,9	41,5	20,9	20,6	0,49
	2	5,70	56,4	76,8	0,34	21,80	?	50,8	21,0	29,8	0,53
	3	5,80	56,9	77,5	0,62	21,75	?	53,0	22,6	30,4	0,53
	4	-	42,5	66,6	1,45	-	-	50,0	20,5	29,5	0,69
74	1	2,70	33,1	46,0	9,30	11,74	-	26,7	12,2	14,5	0,44
	2	3,00	34,3	47,2	10,00	10,57	-	28,0	12,2	15,8	0,46
	3	1,36	34,3	55,7	5,50	13,96	-	37,0	17,0	20,0	0,58
	4	-	32,6	54,5	4,30	14,38	-	38,8	14,0	24,8	0,76
206	2	1,70	49,0	72,9	7,00	19,10	-	35,0	16,5	18,5	0,38
	3	3,80	47,0	74,1	4,10	17,80	-	43,2	18,8	24,4	0,52
	4	-	23,6	40,7	4,30	9,50	-	31,0	13,8	17,2	0,73

#### 2 1. Le mode de variation en fonction du taux d'éléments fins

Tout ce qui a été dit sur le rôle de la granulométrie (cf. VB 1.3.) est valable. Voici les équations de régression pour les limites d'Atterberg en fonction du taux (A + Lf).

**TABLEAU N° 36** : Droites de régression des limites d'Atterberg en fonction du taux d'(A + Lf) (N'THIAGAR).

		Moyenne	Ecart-type	Variance	Equations de régression	Coefficients de corrélation
11	A + Lf	61,1	13,3	160,5	$L L = 0,56(A+Lf) + 5,13$	0,820
	L. L.	39,5	9,1	75,7		
	L. P.	17,2	3,8	13,0	$-L P = 0,23(A+Lf) + 2,97$	0,819
	Ip	22,3	5,8	30,6	$Ip = 0,33(A+Lf) + 2,15$	0,756

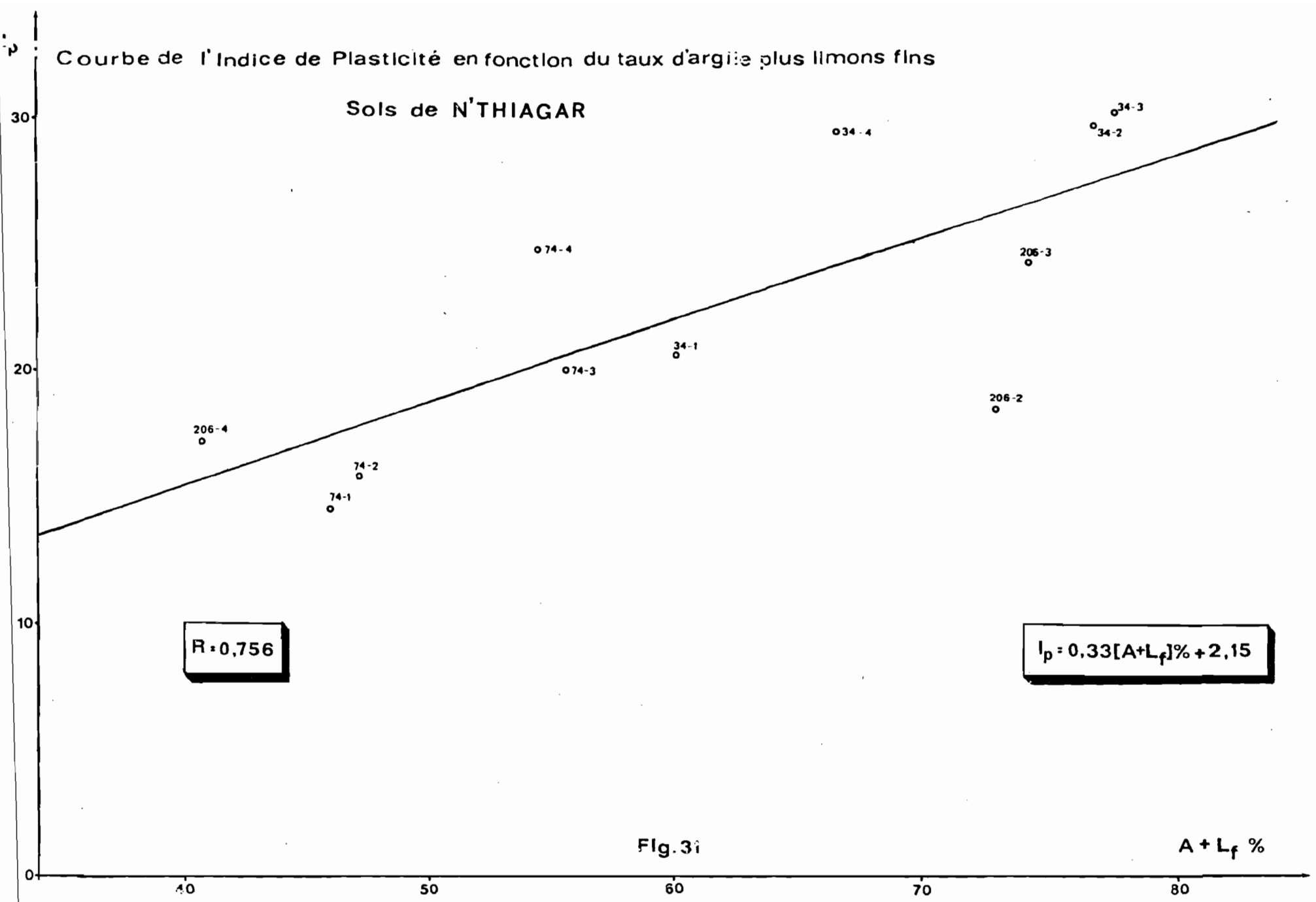


Fig. 3i

A + L<sub>f</sub> %

On constate que les pentes des droites de la LL et de la LP sont rigoureusement les mêmes que celles trouvées par A. COMBEAU (1964) dans la région du fleuve Sénégal. Les conclusions de cet auteur (déjà exposées - cf. V.B.2.1.) sont encore valables.

## 2.2. L'analyse des valeurs de l'indice de plasticité

### a) Profil 34 :

Ce profil a été cartographié comme un vertisol hydromorphe salé à nappe alcalisante en profondeur.

En effet l'horizon de profondeur, malgré sa faible teneur en éléments fins par rapport aux horizons supérieurs accuse un Ip très élevé (fig. 31). Trois facteurs contribuent à cela :

- . L'augmentation du taux de montmorillonite en profondeur (augmentation des caractères vertiques). D'ailleurs, d'après R.E. MEANS(1964) une limite de liquidité  $\geq 50$  est signe de présence d'argiles à forte activité.
- . De ce fait, l'augmentation de la salinité (de 0,62 mmhos/cm dans l'horizon 3 à 1,45 dans 4) provoque une augmentation de l'Ip R. YONG et B. WARKENTIN (1975)
- . La nappe alcalisante doit probablement induire une augmentation du sodium sur le complexe. On a déjà vu (V-B.2.4.) que cela entraîne pour la montmorillonite un accroissement de Ip.

### b) Profils 74 et 206 :

Ces sols sont des sols sodiques à structure dégradée salins à alcalins à surface poudreuse.

L'indice de plasticité varie dans le sens inverse de la conductivité. Dominance probable de la kaolinite et/ou de l'illite (on a un taux de l'ordre de 40 mé/100 g d'argile).

## 3 - COMPARAISON AVEC LES SOLS DE KOBILLO

### 3.1. Les droites de régression

Vis-à-vis des sols de N'THIAGAR, la pente de la droite de régression de la L.L. pour les sols de Kobillo est supérieure tandis que celle de la L.P. est inférieure ce qui donne pour l'indice de plasticité une pente plus grande.

Les coefficients de corrélation sont meilleurs pour la L.L. dans les deux cas. A Kobillo, on trouve une meilleure corrélation pour l'indice de plasticité que pour la L.P. ; à N'THIAGAR, c'est l'inverse

Les coefficients de corrélation à Kobillo sont supérieurs à ceux de N'THIAGAR ; (plus grand nombre d'échantillons testés et moins de facteurs de variation intervenant ).

### 3.2. Les indices de plasticité

Ils sont plus élevés à N'THIAGAR car l'effet de la salinité et des nappes alcalisantes joue considérablement, surtout lorsque le taux de montmorillonite augmente. D'autre part, les argiles de N'THIAGAR accusent un nombre de mé/100 g supérieur à celui des argiles de Kobilu.

## 4 - CONCLUSIONS SUR LES LIMITES D'ATTERBERG DES SOLS DE N'THIAGAR

L'étude des limites d'Atterberg dans la Basse Vallée est beaucoup plus complexe car plusieurs éléments interviennent.

D'autre part, du fait du nombre réduit d'échantillons testés on n'a pas pu tirer de conclusions scientifiquement valables et on n'a pas pu réaliser des régressions à trois variables.

## ① CONCLUSIONS

### 1 - SUR LES LIMITES ET INDICES EN GENERAL

#### 1.1. Utilité

- . Généralement les limites d'Atterberg sont utilisées dans le domaine du génie civil où l'ingénieur a besoin de connaître les seuils de compaction et les réactions des matériaux à l'eau.
- . En agronomie, l'utilisation est plus restreinte. Elle se limite à un rôle indicatif de la réaction du sol aux instruments de culture et à la connaissance du domaine plastique dont l'étendue facilite le travail du sol.
- . Les limites d'Atterberg ont une fonction indicatrice d'autres paramètres physiques comme la compressivité qui est liée à la limite de liquidité R.E.MEANS (1964).  
Des limites de liquidité et de plasticité élevées indiquent un sol sensible aux phénomènes de retrait-gonflement.
- . L'indice d'activité des argiles est un indicateur de la nature géologique des matériaux. On peut par exemple avoir une idée de l'homogénéité des matériaux géologiques si l'indice d'activité est constant le long d'un profil.

#### 1.2. Insuffisances

Les limites d'Atterberg n'ont qu'une valeur de test, donc une valeur comparative. On ne doit pas les utiliser comme mesures directes des propriétés physiques du sol. Ceci par deux raisons :

- . Les tests sont réalisés sur des matériaux perturbés par pétrissage et malaxage et dépourvus d'éléments grossiers ; donc sous conditions différentes de celles du sol en place.
- . Il y a une certaine imprécision dans la détermination des limites due au facteur personnel de l'opérateur et au caractère conventionnel des définitions données.

## 2 - SUR LES LIMITES ET INDICES DES PÉRIMÈTRES ÉTUDIÉS

### 2.1. Les études entreprises

On a pu vérifier certaines théories sur les limites d'Atterberg dans les sols des deux périmètres étudiés notamment la variation linéaire avec le taux en éléments fins ; la forme de cette variation (pentes des droites), le rôle des cations échangeables, de la salinité et de la nature des matériaux géologiques.

Cependant, la diversité des paramètres en jeu était telle que la quantité d'échantillons testés était insuffisante.

### 2.2. Les études envisageables

- \* Pour mieux se rendre compte des phénomènes évoqués, pour y trouver des lois et corrélations, il faudrait reprendre l'étude avec un plus grand nombre d'échantillons, faire une analyse de la nature des argiles et entreprendre d'autres expériences comme par exemple réaliser des échanges de cations sur les échantillons en question et étudier la variation des indices.
- \* Des mesures d'instabilité structurale peuvent être envisagées afin de vérifier l'applicabilité en sols tropicaux de la relation de REMY (1971) liant  $I_s$  à la limite de liquidité et à la capacité de rétention.
- \* Une étude des positions relatives des taux d'humidité à pF 4,2, C.C., L.P. et L.L., nous indiquerait le comportement saisonnier du sol vis-à-vis des phénomènes de retrait-gonflement. Ceci pourrait être comparé d'une part à des observations directes et mesures in situ et d'autre part à des expériences de comportement de mottes.
- \* D'autres limites telles le point d'adhésivité et la limite de retrait auraient pu être étudiées.

\*

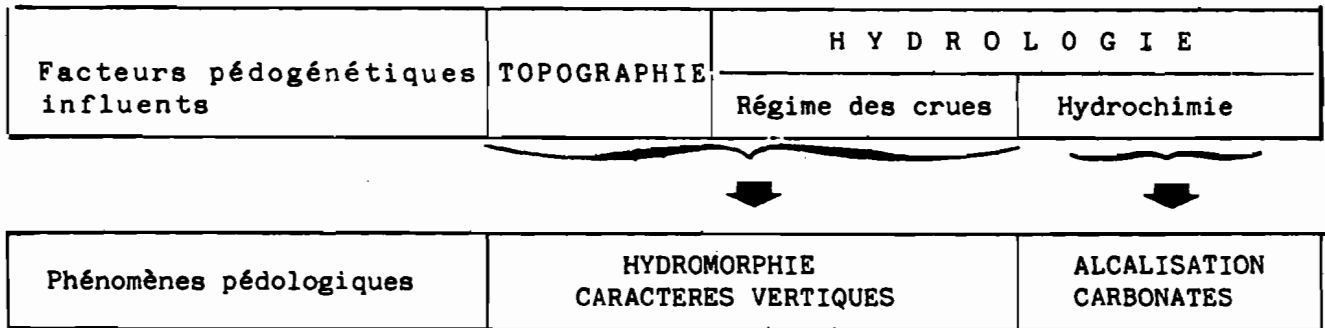
\*

\*

## CONCLUSION GÉNÉRALE

\* Les sols du casier de Kobilò sont caractérisés par une pédogénèse non salée, peu dépendante du climat et régie par la topographie et l'hydrologie.

La différenciation des unités est basée sur quatre phénomènes pédologiques dépendants des facteurs pédogénétiques en question : (par ordre d'importance) hydromorphie, caractères venticques, alcalisation et précipitation de carbonates. Voici un schéma synoptique.



\* La différenciation des deux principales classes (Peu Evolués - 50 % du secteur et Hydromorphes 48 %) n'est basée que sur l'intensité de l'hydromorphie. Les critères de la CPCS s'avèrent ici insuffisants.

\* Deux facteurs prennent une importance particulière dans ces sols de Kobilò : l'alcalisation et la précipitation de carbonates.

Il faudra faire une étude plus approfondie des mécanismes conduisant à ces phénomènes, notamment de la nature et genèse du carbonate double de Ca et Mg qui semblent liées à l'alcalisation. La compréhension de ces mécanismes conduirait à la détection des zones d'alcalisation potentielle.

En attendant, nous insistons sur le drainage des zones déjà alcalinisées et sur la surveillance régulière du pH.

\*

\*   \*



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

- ARANY S. (1956) - VIè Congrès Int. Soil. Sci. Soc. VI 22, 615-619.
- AUBREVILLE A. (1949) - Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale. Soc. Ed. Géogr. Marit. et col., Paris, pp. 103-140.
- BADO L. (1975) - Etude pédologique au 1/20 000° d'une partie de la cuvette de Nianga.  
Rapport de Stage - 2ème Année ORSTOM/DAKAR.
- BAVER L.D. (1930) - The Atterberg consistency constants : factors affecting their values and a new concept of their significance.  
J. Amer. Soc. Agron., Geneva, N.Y., 22, p. 935-948.
- BERTRAND R. (1974) - Les systèmes de paysage des plaines inondables du delta vif du Moyen Niger (MALI).  
L'Agronomie Tropicale N°s 2-3.
- BOULAIN J. (1979) - Cours de pédologie générale  
Institut National Agronomique.
- BOYER J. (1970) - Essai de synthèse des connaissances acquises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique-Intertropicale francophone.  
Multigr. ORSTOM/PARIS.
- BRAUDEAU E. (1978) - Etude pédologique de la cuvette de Nianga (Région du Fleuve Sénégal. ORSTOM/DAKAR.
- B.R.G.M. (1967) - Notice explicative de la carte géologique au 1/200 000è - "MATAM" - Direction des Mines et de la Géologie - Rép. du Sénégal.
- C.N.R.A. de BAMBEY (1965) - Groupe de Recherches sur l'Etude et l'Amélioration du Milieu.  
Rapport de Campagne 1965 de la Section de Bioclimatologie.
- COMBEAU A. (1964) - Remarques sur les facteurs de variation des limites d'Atterberg.  
Cah. ORSTOM Sér. Pédol. Vol. II n° 4 - pp. 29-39.
- COMBEAU A. (1975) - Erosion et conservation des sols - ORSTOM/PARIS.
- C.P.C.S. (1967) - Classification des sols. Travaux CPCS 1963-1967 - Edition 1967 - PARIS.
- DABIN B. (1961) - Les facteurs de fertilité des sols des régions tropicales en culture irriguée.  
Bull. Ass. Frse. Sol (8) 108-130 - Août 1961.
- DABIN B. (1970) - Pédologie et développement.  
Techniques Rurales en Afrique n° 10 - ORSTOM/BDPA.

- DABIN B. et MAIGNIEN R. (1979) - Principaux sols d'Afrique de l'Ouest et leurs potentialités agricoles.  
Cah. ORSTOM - sér. Pédol., vol. XVII, n° 4, 1979 : 235-257.
- DELORME G. (1963) - Répartition et durée des précipitations en Afrique Occidentale.  
Ministère des Travaux Publics, Direction Météorologique Nationale. Monographie n° 28, PARIS, 26 p.
- EATON F.M. (1950) - Significance of carbonates in irrigation waters Soil Sci. 69, 123-133.
- ELOUARD P. (1967) - Réunion de la commission du Lexique stratigraphique. Définition du Nouakchottien.  
Bull. Inst. fond. Afr. Noire, A, Sénégal, t. 29, n° 2.
- FORESTIER J. (1959/1960) - Fertilité des sols des caféières en Rép. Centrafricaine.  
Agron. Trop. t. XIV, n° 3, 306-348, t. XV n° 1 : 9-37.
- GRIMM R.E. (1971) - Applied Clay Mineralogy -  
I Vol. Mac Gram Hill - New-York.
- HENIN et al. (1969) - Le profil cultural.  
Masson, PARIS.
- HENIN S. (1973) - Cours de physique du sol - Tome II.  
Initiation - Documentations Techniques n° 29 - ORSTOM.
- KELLEY W.P. (1962) - Sodium carbonate and adsorbed sodium in semiarid soils.  
Soil Sc., vol. 94, n° 1, p. 1 à 5.
- MULLER d. P. et GAVAUD M. (1976) - Conception et réalisation d'une carte d'aptitudes culturales, à propos de la cartographie des sols de la vallée de la Bénoué au Cameroun -  
Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., vol. XIV, n° 2, 131-159.
- PEDOLOGIE et DEVELOPPEMENT (1970) - Techniques rurales en Afrique n° 10.  
ORSTOM/BDPA.
- REMY d. C. (1971) - Ann. Agr. T. 22 p. 267.
- RIQUIER J. (1963) - Formules d'évapotranspiration -  
Cah. ORSTOM, Sér. Pédol. Vol. 1 n° 4, 33-50.
- ROCHETTE C. (1974) - Le bassin du Fleuve Sénégal.  
Monographies hydrologiques - ORSTOM/PARIS.
- SANIK J.JR., PERKINS A.T. et SCH W. G. (1952) - The effect of the calcium-magnesium ratio on the solubility and availability of plants nutrients - Soil Science. Soc. of America Proceedings -  
Vol. 16, n° 3.
- S.E.D.A.G.R.I. (1973) - Etude hydro-agricole du bassin du Fleuve Sénégal -  
Etude pédologique - PARIS 1973 - 251 p.

- SEGALEN P. et BRION J.C. (1981) - Pédochimie - Troisième partie - Etude de quelques problèmes fondamentaux concernant les sols. Chap. 12. Les charges du sol - capacité d'échange - ORSTOM/PARIS.
- SIGMOND (G. in de) (1938) - The principle of soil science.  
The Murby, London.
- SKEMPTON A.W. (1959) - Proc. 3 int. cong. Soil mech. T. p. 57.
- TECHNIQUES RURALES EN AFRIQUES (1964) - N° d'Octobre 1964 - Ministères de la Coopération et de l'Agriculture - France.
- TRICART J. (1973) - La géomorphologie dans les études intégrées d'aménagement du milieu naturel.  
Ann. de Géographie, LXXXII 1973 - p. 421-53.
- KILIAN J. (1974) - Etude du milieu physique en vue de son aménagement.  
L'Agronomie Tropicale n°s 2-3.
- LE BRUSQ J.Y. (1980) - Etude pédologique des cuvettes de la vallée du Lampsar.  
ORSTOM/DAKAR.
- LOYER J.Y. (1974) - Les cartes d'utilisation des sols ; la carte factorielle - Application au domaine sylvo-pastoral de la Tunisie septentrionale.  
DRES/ORSTOM - D.S. TUNIS E.S. 91.
- LOYER J.Y., MTIMET A. (1979) - Etude pédologique de la cuvette de N'DIERBA (Région du Fleuve Sénégal) - ORSTOM, Centre de DAKAR.
- LOYER J.Y. (1981) - Conception et réalisation des cartes d'utilisation des sols dans la vallée du fleuve Sénégal : carte factorielle.  
ORSTOM/DAKAR.
- MAIGNIEN R. (1969) - Manuel de prospection pédologique.  
Initiations-Documentations techniques n° 11.  
ORSTOM/PARIS.
- MAIGNIEN R. (1980) - Manuel pour la description des sols sur le terrain -  
ORSTOM/PARIS.
- MEANS R.E. et PARCHER J.V. (1964) - Physical properties of soils -  
Constable and Company Limited, London WC 2.
- MICHEL P. (1968) - Genèse et évolution de la vallée du Sénégal, de Bakel à l'embouchure (Afrique Occidentale) -  
Zeitsch. Geomorph., Dtsch, t. 12, p. 318-349.
- MICHEL P. (1973) - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie -  
Etude géomorphologique -  
Mémoires ORSTOM n° 63 - PARIS.

# ANNEXES

- I RÉSULTATS ANALYTIQUES
- II RÉSULTATS CORRIGÉS
- III MÉTHODES DE LABORATOIRE UTILISÉES



ANNEXE I :  
LES RÉSULTATS ANALYTIQUES

\* On a préféré grouper les fiches de résultats analytiques par unité pédologique afin de faciliter des études comparatives et/ou statistiques.

\* Dans ces fiches :

Les résultats frappés d'un astérisque (\*) ont été corrigés ; les nouveaux résultats sont présentés en annexe II

\* On a estimé utile un tableau donnant la correspondance entre le n° du profil analysé, le n° de l'unité pédologique et le n° de l'unité factorielle :

N° de profil	N° d'unité pédologique	N° d'unité factorielle	N° de profil	N° d'unité pédologique	N° d'unité factorielle	N° de profil	N° d'unité pédologique	N° d'unité factorielle
①	6	3	②①	6	27	⑤④	6	25
②	3	1	②②	3	17	⑤⑥	3	19
③	7	8	②③	4	29	⑤⑧	3	21
④	6	20	②④	6	40	⑤⑨	6	22
⑤	3	23	②⑤	8	39	⑥⑩	3	18
⑥	3	17	②⑥	6	43	⑥⑥	5	16
⑦	9	24	②⑦	6	41	⑥⑨	7	12
⑧	6	32	②⑧	6	42	⑧①	8	50
⑩	6	33	②⑨	3	49	⑨②	3	30
⑪	6	54	③⑩	2	48	⑨③	4	31
⑬	6	34	③①	6	15	⑨⑦	5	26
⑭	6	36	③③	6	5	⑩③	6	46
⑮	6	45	③④	4	4	⑩④	6	37
⑯	6	47	③⑦	6	6	⑩⑤	6	35
⑰	3	17	④①	6	7	⑬③	6	38
⑱	2	10	④⑥	6	2	⑬④	5	44
⑲	7	9	④⑧	6	13	⑬⑤	6	28
⑳	3	14	⑤①	7	11	⑬⑤	6	51

\*

\*

2  BK018

**SOLS PEU ÉVOLUÉS  
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**

PROFIL TYPE

**D'APPORT ALLUVIAL ( terrasses, bourrelets  
de berge, glacis, dépressions )  
Sur alluvions**

Modaux

2

Famille	TF / M
Faciès	a c a p

\*

\*

Profondeur en cm	0 - 20	20 - 55	55 - 90	90 - 130
------------------	--------	---------	---------	----------

## GRANULOMETRIE

Humidité	3,5	4,5	3,5	3,5
Argile	41,0	42,0	32,8	28,1
Limon fin	12,2	12,2	8,7	8,7
Limon grossier	7,2	5,1	4,6	4,5
Sable fin	20,5	20,3	26,9	29,5
Sable grossier	13,2	14,3	21,9	24,4
Matière organique	0,9	0,4	0,3	0,2
Total	98,5	98,8	98,7	98,9

## MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	5,10	2,50	1,52	0,96
Azote	0,45	0,24	0,15	0,09
C/N	11,3	10,4	10,1	10,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,59	0,49	0,24	0,15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,010	0,013	0,005	0,005

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,9	6,5	7,9	9,0
pH KCl N	4,4	4,4	6,3	7,4

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	7,50	8,75	10,63*	10,39*
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	5,63	5,00	5,13	5,25
Potassium K <sup>+</sup> meq %	0,31	0,14	0,15	0,16
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,90	1,88	1,23	1,59
Somme S	14,34	15,77	17,13*	17,38*
Capacité d'échange l	18,53	19,66	15,62	14,09
S/T = V %	77	80	110*	123*
Calcaire %	/	/	/	0,40
Na/T %	4,9	9,6	7,8	11,3
Ca/Mg	1,3	1,8	2,1*	2,0*

Conductivité 20°C mmhos/cm	0,064	0,036	0,180	0,205
----------------------------	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	11,7	12,4	10,7	10,4
Perméabilité cm/h	0,47	0,10	0,17	0,00
Densité apparente	/	/	/	/
Limite de Liquidité L.L.	32,7	32,5	28,1	26,6
Limite de Plasticité I.P.	16,4	16,3	13,5	12,7
Indice de Plasticité Ip	16,3	16,2	14,6	13,9

RÉSULTATS ANALYTIQUES

2  BK030

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▶</span>	BK 030							
	Famille	Faciès						
	TF/F	ca P						

Profondeur en cm	0-20	20-55	55-90	90-130				
------------------	------	-------	-------	--------	--	--	--	--

GRANULOMETRIE

Humidité	5,0	6,0	4,5	3,5				
Argile	54,2	52,9	44,0	38,0				
Limon fin	22,6	15,4	13,7	13,7				
Limon grossier	8,3	8,5	8,6	9,3				
Sable fin	5,0	10,5	20,7	26,0				
Sable grossier	4,3	5,0	6,7	7,8				
Matière organique	/	/	/	/				
Total								

MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone								
Azote								
C/N								
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰								
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰								

ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,7	7,2	8,5	8,7				
pH KCl	4,8	5,1	6,9	7,4				

CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %								
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %								
Potassium								
Sodium Na <sup>+</sup> meq %								
Somme S								
Capacité d'échange T								
S/T = V %								
Calcaire %								
Na/T %								
Ca/Mg								

Conductivité mmhos/cm		0,080						
-----------------------	--	-------	--	--	--	--	--	--

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

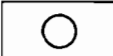
pF 4,2								
Perméabilité cm/h								
Densité apparente		1,87						

RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	28,2	24,6	19,9	17,7				
----------------------	------	------	------	------	--	--	--	--

\*

\*

3  BK056

SOLS PEU ÉVOLUÉS  
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE

PROFIL TYPE

D'APPORT ALLUVIAL ( terrasses, bourrelets  
de berge, glacis, dépressions )  
Sur alluvions

Hydromorphes 3

Famille	TF	
Faciès	Ca	p

\*

\*

Profondeur en cm	0 - 30	30 - 60	60 - 90	90 - 150
------------------	--------	---------	---------	----------

## GRANULOMETRIE

Humidité	4,5	5,0	5,5	7,5
Argile	37,5	44,2	44,7	49,5
Limon fin	14,2	11,7	12,2	11,2
Limon grossier	11,9	6,3	7,0	3,3
Sable fin	19,9	18,8	18,0	16,3
Sable grossier	10,8	13,4	11,5	10,5
Matière organique	2,1	0,4	0,4	0,3
Total	100,9	99,8	99,3	98,6

## MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	12,2	2,16	2,08	1,76
Azote	1,10	0,22	0,20	0,15
C/N	11,1	9,8	10,4	11,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,42	0,14	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,05	0,03	/	/

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,6	6,0	8,5	8,6
pH KCl N	4,3	4,0	6,2	6,9

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	9,63	9,25	13,38*	15,63*
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	6,38	6,88	8,75*	9,50*
Potassium K <sup>+</sup> meq %	0,50	0,16	0,16	0,18
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,50	1,60	2,13*	2,31*
Somme S	17,01	17,89	24,42*	27,62*
Capacité d'échange I	19,90	19,22	21,09	22,49
S/T = V %	85	93	116*	123*
Calcaire	/	/	0,20	0,27
Na/I %	2,5	8,3	10,1*	10,3*
Ca/Mg	1,5	1,3	1,5*	1,6*

Conductivité 20°C mmhos/cm	0,059	0,038	0,105	0,120
----------------------------	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pl 4,2	11,7	12,9	13,9	16,1
Perméabilité cm/h	2,12	0,39	0,12	0,17
Densité apparente	1,85	1,86	1,97	1,96
Limite de Liquidité L.L.	33,5	36,0	37,7	43,0
Limite de Plasticité L.P.	15,6	16,2	17,1	18,8
Indice de Plasticité Ip	17,7	19,8	20,6	24,2



## RÉSULTATS ANALYTIQUES

3  BK002

Profil Type n° 2

PROFIL TYPE

Sol peu évolué d'origine non climatique d'apport alluvial (Delta de rupture de levée) hydromorphe à pseudogley sur alluvions.

Profondeur en cm	0 - 20	20 - 50	50 - 80	80 - 130
------------------	--------	---------	---------	----------

## GRANULOMETRIE

Humidité	2,0	2,0	2,5	4,5
Argile	19,4	21,9	29,1	45,5
Limon fin	12,7	13,9	16,6	19,9
Limon grossier	26,3	15,9	20,5	13,8
Sable fin	37,7	44,3	29,7	14,0
Sable grossier	0,7	1,2	0,4	1,8
Matière organique	0,3	0,3	0,3	0,4
Total	99,1	99,5	99,1	99,9

## MATIERE ORGANIQUE (N %)o

Carbone	1,70	1,80	2,00	2,60
Azote	0,15	0,16	0,15	0,20
C/N	11,3	11,3	13,3	13,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %o	0,29	0,35	0,51	0,74
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %o	0,005	0,010	0,010	0,018

## ACIDITE


pH eau 1/2,5	5,5	5,5	5,4	5,1
pH KCl N	4,5	4,1	3,9	3,4

## CATIONS ECHANGIABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	5,00	4,75	6,13	7,13
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,31	3,75	4,88	4,88
Potassium K <sup>+</sup> meq %	0,13	0,09	0,11	0,16
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,09	0,23	0,36	0,96
Somme S	8,53	8,81	11,48	13,13
Capacité d'échange l	9,81	9,95	15,65	18,66
S/l - V %	87	89	73	70
Calcaire %	/	/	/	/
Na/l %	0,9	2,3	2,3	5,1
Ca/Mg	1,5	1,3	1,3	1,5

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pf 4,2	5,8	6,5	9,1	14,4
Perméabilité cm/h	2,51	1,32	0,71	0,75
Densité apparente	/	/	/	/
Limite de Liquidité L.L.	22,2	24,3	27,7	38,7
Limite de Plasticité l.P.	14,4	14,5	14,5	21,1
Indice de Plasticité Ip	7,8	9,8	12,2	17,6

PROFIL N° 	BK 005				BK 006			
	Famille		facies		famille		facies	
	TF		Pisolitique P		TF		V ca P	
Profondeur en cm	0 - 30	30 - 60	60-120		0 - 20	20 - 60	60 - 130	

## GRANULOMETRIE

Humidité	4,5	6,0	6,0		4,0	4,5	4,0	
Argile	49,5	51,2	53,9		44,7	43,7	39,5	
Limon fin	12,7	12,7	12,7		10,4	10,4	8,7	
Limon grossier	5,7	6,2	5,0		6,0	5,2	5,6	
Sable fin	18,6	18,4	15,7		23,2	21,6	26,2	
Sable grossier	8,3	4,8	6,2		10,7	13,3	15,1	
Matière organique	0,4	0,3	0,3		0,5	0,3	0,4	
Total	99,7	99,6	99,6		99,5	99,0	99,5	

## MATIERE ORGANIQUE en %

Carbone	2,04	1,92	1,92		2,76	1,92	/	
Azote	0,22	0,18	0,15		0,25	0,15	/	
C/N	9,3	10,7	12,8		11,0	12,8	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,18	0,31	0,21		0,38	0,29	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,005	0,005	0,000		0,023	0,018	/	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,5	7,6	8,0		6,6	7,7	7,7	
pH KCl	4,5	5,1	6,4		5,1	5,5	6,5	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	12,25	13,5	17,5		14,3	12,4	20,75*	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	4,13	4,31	4,06		6,00	5,88	5,06*	
Potassium	0,18	0,13	0,16		0,23	0,15	0,16	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,81	1,79	1,28		0,75	1,45	1,25*	
Somme S	17,37	19,73	22,97		21,28	19,88	28,22*	
Capacité d'échange I	21,92	22,49	23,48		21,55	19,79	18,59	
S/I = V %	79	88	98		99	100	152*	
Calcaire %	/	/	/		/	/	/	
Na/I %	3,7	8,0	5,5		3,5	7,3	6,7*	
Ca/Mg	3,0	3,1	4,3		2,4	2,1	3,4*	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

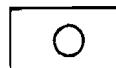
pf 4,2	12,3	13,8	15,4		11,8	12,1	12,0	
Perméabilité cm/h	0,71	0,64	0,91		0,40	0,42	0,48	
Densité apparente	/	/	/		/	/	/	

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	22,1	22,8	23,9		20,1	18,7	16,2	
----------------------	------	------	------	--	------	------	------	--

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

3



BK017  
BK020

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BKO 17				BKO 20			
	Famille		Faciés		Famille		facies	
	TF		V ca P		TF		Pisolitique (P)	

Profondeur en cm	0 - 15	15-50	50-90		0 -20	20-70	70-130	
------------------	--------	-------	-------	--	-------	-------	--------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	4,5	5,0	5,0		4,5	5,5	5,5	
Argile	45,5	44,7	40,8		47,7	50,9	50,4	
Limon fin	10,9	10,7	10,2		21,4	17,6	10,6	
Limon grossier	5,9	5,7	6,2		11,2	13,7	11,5	
Sable fin	20,2	19,4	22,0		10,6	6,6	7,1	
Sable grossier	11,3	13,7	14,5		4,0	4,5	4,5	
Matière organique	0,6	0,3	0,3		0,8	0,5	0,5	
Total	98,9	99,5	99,0		100,2	99,3	99,1	

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	3,72	1,92	1,92		4,80	3,16	3,10	
Azote	0,25	0,15	0,15		0,35	0,32	0,32	
C/N	14,9	12,8	12,8		13,70	9,9	9,7	
P2O5 total ‰	0,42	0,39	0,22		0,72	0,72	0,61	
P2O5 Assim. ‰	0,010	0,000	0,005		0,005	0,005	0,005	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,6	6,5	7,9		5,4	5,0	5,5	
pH KCl	4,4	4,6	6,4		4,4	4,0	4,0	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca++ meq %	8,13	8,63	12,25*		10,25	8,63	8,50	
Magnésium Mg++ meq %	6,25	5,88	6,75*		7,00	7,25	7,75	
Potassium	0,28	0,16	0,16		0,38	0,19	0,15	
Sodium Na+ meq %	1,04	1,56	1,43*		0,15	0,28	0,54	
Somme S	15,70	16,23	20,59*		17,78	16,35	16,94	
Capacité d'échange T	19,47	19,45	18,59		19,80	19,71	19,33	
S/T = V %	81	83	111*		90	83	88	
Calcaire %	/	/	/		/	/	/	
Na/T %	5,3	8,0	7,6*		0,8	1,4	2,8	
Ca/Mg	1,3	1,5	1,8*		1,5	1,2	1,1	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

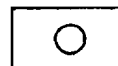
pF 4,2	12,7	13,0	13,3		13,2	15,4	16,6	
Perméabilité cm/h	0,20	0,38	0,36		2,01	1,23	0,94	
Densité apparente	/	/	/		/	/	/	

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	20,2	19,3	17,4		25,0	24,7	25,4	
----------------------	------	------	------	--	------	------	------	--

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

3



BK022  
BK029

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▶</span>	BKO 22				BKO 29			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	TF		V a p		TF		aP	

Profondeur en cm	0-20	20-50	50-80	80-120	0-20	20-50	50-90	90-130
------------------	------	-------	-------	--------	------	-------	-------	--------

### GRANULOMETRIE

Humidité	5,0	5,0	5,5	5,0	3,5	5,0	5,0	5,0
Argile	45,2	44,2	42,2	38,8	40,8	48,7	48,7	47,0
Limon fin	12,4	7,7	12,2	9,9	13,4	6,7	12,7	11,7
Limon grossier	7,6	2,5	1,7	6,6	10,7	8,3	10,3	10,8
Sable fin	20,6	31,7	28,5	28,2	25,5	22,7	16,1	19,0
Sable grossier	8,0	8,1	9,7	10,6	5,5	7,0	5,7	5,6
Matière organique	0,6	0,4	0,4	0,2	1,3	0,5	0,4	0,3
Total	99,4	99,6	100,2	99,3	100,8	98,9	98,9	99,4

### MATIÈRE ORGANIQUE en ‰

Carbone	3,70	2,60	2,04	1,20	7,70	2,70	2,12	1,60
Azote	0,36	0,24	0,15	0,12	0,55	0,20	0,15	0,15
C/N	10,3	10,8	13,6	10,0	14,0	13,5	14,1	10,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,36	0,27	0,24	0,15	0,48	0,34	0,43	0,22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,010	0,010	0,005	0,013	0,018	0,012	0,012	0,012

### ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,7	7,0	7,8	7,5	5,5	6,0	5,7	7,5
pH KCl	4,5	4,7	5,7	4,8	3,9	3,7	3,8	5,3

### CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	10,38	10,63	10,13	22,13*	9,38	9,13	10,0	11,1
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	7,75	7,00	8,25	11,75*	5,25	5,63	5,50	6,00
Potassium	0,20	0,15	0,20	0,20	0,35	0,15	0,13	0,14
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	1,38	1,81	1,95	2,38*	0,60	1,64	2,19	2,33
Somme S	19,71	19,59	20,53	36,46*	15,58	16,55	17,82	19,57
Capacité d'échange T	21,50	20,52	20,75	22,91	19,40	19,58	19,65	20,18
S/T = V %	92	95	99	159*	80	85	91	97
Calcaire %	/	/	/	2,43	/	/	/	/
Na/I %	6,4	8,8	9,4	10,4*	3,1	8,4	11,1	11,5
Ca/Mg	1,3	1,5	1,2	1,9*	1,8	1,6	1,8	1,9

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

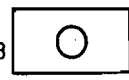
pH 4,2	12,7	13,5	14,2	13,6	12,9	13,4	14,9	14,8
Perméabilité cm/h	0,24	0,17	0,05	0,05	0,47	0,13	0,05	0,00
Densité apparente	/	/	/	/	/	/	/	/

### RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	20,2	17,8	18,8	16,5	18,8	19,3	24,8	23,5
----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

3



BK058  
BK060

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 058				BK 060			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	F/M		ca a P		TF		v ca a P	

Profondeur en cm	0-25	25-65	65-130		0-10	10-40	40-80	80-120
------------------	------	-------	--------	--	------	-------	-------	--------

### GRANULOMETRIE

Humidité	4,5	4,0	3,5		5,5	5,5	6,0	5,5
Argile	37,3	35,3	27,8		50,7	51,2	48,7	47,2
Limon fin	8,7	8,7	7,5		10,9	11,4	11,4	11,2
Limon grossier	5,4	7,2	5,5		8,5	7,2	6,7	7,6
Sable fin	32,7	32,6	41,5		17,1	17,7	19,5	21,0
Sable grossier	10,7	10,8	13,6		5,8	5,6	6,4	7,4
Matière organique	0,8	0,3	0,1		0,6	0,6	0,4	0,3
Total	100,1	98,9	99,5		99,1	99,2	99,1	100,2

### MATIÈRE ORGANIQUE en ‰

Carbone	4,40	1,73	0,69		3,28	3,36	4,04	1,66
Azote	0,44	0,16	0,06		0,28	0,27	0,15	0,12
C/N	10,0	10,8	11,5		11,7	12,4	13,6	13,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,32	0,15	/		0,31	0,36	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,03	0,01	/		0,02	0,02	/	/

### ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,1	8,0	9,1		7,2	6,2	8,0	3,3
pH KCl	3,7	5,7	6,7		5,0	5,8	6,4	6,8

### CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	6,50	8,75*	28,44*		15,00*	14,38*	24,00*	27,50*
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	5,13	6,25*	6,00		8,38	8,13	8,13	8,13
Potassium	0,23	0,14	0,11		0,35	0,29	0,18	0,23
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	1,60	3,05*	2,00		0,50	1,15	3,05	2,65
Somme S	13,46	18,19*	36,55*		24,23*	23,95*	35,36*	38,51*
Capacité d'échange I	17,54	17,14	13,80		22,87	23,07	23,01	23,46
S/I = V %	77	106*	265*		106*	104*	154*	164*
Calcaire %	/	0,10	0,33		/	/	0,97	1,53
Na/I %	9,1	17,8	14,5		2,2	5,0	13,26	11,3
Ca/Mg	1,3	1,4*	4,7*		1,8*	1,8*	3,0*	3,4*


Conductivité mmhos/cm	0,028	0,099	0,125		0,027	0,027	0,450	0,660
-----------------------	-------	-------	-------	--	-------	-------	-------	-------

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	10,3	13,0	9,0		13,3	13,9	13,8	14,1
Perméabilité cm/h	0,70	0,10	0,08		1,03	0,52	1,42	0,78
Densité apparente	1,87	1,84	2,00		1,91	1,87	1,96	1,99

### RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	17,5	16,5	12,4		23,0	24,7	24,7	24,4
----------------------	------	------	------	--	------	------	------	------

PROFIL N° 	BK 092							
	Famille	Faciès						
	F/TF	v c a a P						

Profondeur en cm	0-30	30-50	50-90	90-140				
------------------	------	-------	-------	--------	--	--	--	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	3,5	4,5	4,5	4,5				
Argile	37,5	40,3	42,5	41,0				
Limon fin	11,4	11,4	11,7	11,4				
Limon grossier	15,2	11,0	14,3	14,5				
Sable fin	22,2	23,8	18,0	17,8				
Sable grossier	9,3	7,7	8,7	10,3				
Matière organique	1,2	0,5	/	/				
Total	100,3	99,2	99,5					

## MATIERE ORGANIQUE en %

Carbone	6,70	2,80	/	/				
Azote	0,62	0,20	/	/				
C/N	10,8	14,0	/	/				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	/	/	/	/				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	/	/	/	/				

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	8,2	8,8	9,0	9,1				
pH KCl	6,7	7,2	7,5	7,7				

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	20,00*	20,25*	18,75*				
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,88	5,75	8,50*	12,00*			
Potassium	0,33	0,04	0,05	0,08			
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,01	0,80	2,04*	3,58*			
Somme S	24,22*	26,84*	29,34*	42,66*			
Capacité d'échange I	19,24	21,92	21,99	22,79			
S/I = V %	126*	122*	133*	185*			
Calcaire %	0,17	2,13	1,80	2,80			
Na/I %	0,05	3,6	9,3*	15,7*			
Ca/Mg	5,2*	3,5*	2,2*	2,3*			

Conductivité mhos/cm	0,094	0,145	0,185	0,270				
----------------------	-------	-------	-------	-------	--	--	--	--

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES


pF 4,2	10,1	11,2	12,9	13,8				
Perméabilité cm/h	3,06	1,61	0,51	0,12				
Densité apparente	2,03	1,00	2,01	2,01				

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	16,5	17,7	18,8	19,5				
----------------------	------	------	------	------	--	--	--	--

\* \*  
**SOLS PEU ÉVOLUÉS**  
**D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**

**D'APPORT ALLUVIAL ( terrasses, bourrelets  
de berge, glacis, dépressions )**  
**Sur alluvions**

4  BK023

**PROFIL TYPE**

Vertiques **4**

Famille	TF
Faciès	P

Profondeur en cm	0 - 20	20 - 50	50 - 100	100 - 150
------------------	--------	---------	----------	-----------

**GRANULOMETRIE**

Humidité	4,0	5,0	5,0	5,0
Argile	49,0	48,5	48,5	48,0
Limon fin	8,2	8,4	7,5	7,5
Limon grossier	6,0	5,8	5,7	5,3
Sable fin	23,7	22,7	23,9	24,5
Sable grossier	7,6	8,6	8,4	8,6
Matière organique	0,5	0,5	0,6	0,3
Total	99,0	99,5	99,6	99,2

**MATIERE ORGANIQUE EN ‰**

Carbone	2,80	2,70	3,20	2,00
Azote	0,28	0,20	0,25	0,15
C/N	10,0	13,5	12,8	13,3
P2O5 total ‰	0,40	0,33	0,30	0,35
P2O5 Assim. ‰	0,000	0,005	0,005	0,005

**ACIDITE**

pH eau 1/2,5	5,5	4,7	5,3	5,5
pH KCl. N	4,0	3,8	4,0	3,9

**CATIONS ECHANGEABLES**

Calcium Ca++ meq %	9,00	8,63	8,25	8,00
Magnésium Mg++ meq %	5,63	5,50	5,13	5,00
Potassium K+ meq %	0,24	0,15	0,15	0,16
Sodium Na+ meq %	0,23	0,45	0,74	1,00
Somme S	15,10	14,73	14,27	14,16
Capacité d'échange I	18,42	17,80	17,64	16,93
S/I = V %	82	83	81	84
Calcaire	/	/	/	/
Na/I %	1,2	2,5	4,2	5,9
Ca/Mg	1,6	1,6	1,6	1,6

**CARACTERISTIQUES PHYSIQUES**

pF 4,2	12,6	13,6	14,2	15,2
Perméabilité cm/h	1,69	1,26	0,93	0,67
Densité apparente	/	/	/	/
Limite de Liquidité L.L.	39,4	39,0	38,2	37,4
Limite de Plasticité L.P.	17,6	16,4	15,9	15,4
Indice de Plasticité Ip	22,8	22,6	22,3	22,0

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

4 ○ BK034  
BK093

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▶</span>	BK 034				BK 093			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	TF		P		TF/F		Ca P	

Profondeur en cm	0-20	20-60	60-120	120-140	0-15	15-50	50-100	100-150
------------------	------	-------	--------	---------	------	-------	--------	---------

## GRANULOMETRIE

Humidité	5,0	5,0	5,0	5,0	2,5	4,5	4,0	8,5
Argile	47,7	45,7	44,2	41,7	28,3	43,5	41,0	38,5
Limon fin	27,6	26,1	23,4	21,4	9,7	11,7	11,7	13,9
Limon grossier	9,8	11,0	16,7	16,6	15,3	3,8	3,3	8,0
Sable fin	7,4	10,3	8,7	12,1	33,3	27,3	25,1	23,8
Sable grossier	1,0	1,6	1,4	1,8	9,9	8,7	14,5	6,3
Matière organique	1,1	0,6	0,5	0,4	0,8	0,4	/	/
Total	99,6	100,3	99,9	99,0	99,8	99,9	99,6	99,0

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	6,15	3,52	2,88	2,44	4,60	2,20	/	/
Azote	0,54	0,31	0,30	0,24	0,40	0,18	/	/
C/N	11,4	11,4	9,6	10,2	11,5	12,2	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,57	0,61	/	/	/	/	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,03	0,05	/	/	/	/	/	/

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,5	5,5	6,0	5,9	6,7	7,9	8,2	8,2
pH KCl	4,0	4,1	4,3	4,5	5,2	6,0	6,7	6,8

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	7,13	7,00	6,88	6,38	7,88	16,25 *	18,13 *	18,25 *
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	6,00	6,00	6,50	6,13	2,63	3,63	3,88	4,50
Potassium	0,38	0,20	0,18	0,15	0,29	0,05	0,05	0,03
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,18	0,38	1,00	1,15	0,10	0,08	0,06	0,15
Somme S	13,69	13,58	14,56	13,81	10,90	20,01 *	22,12 *	22,93 *
Capacité d'échange T	19,13	17,68	17,28	16,10	11,27	16,64	16,48	15,04
S/T = V %	72	77	84	86	95	120 *	134 *	152 *
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	0,27	0,37
Na/T %	0,9	2,1	5,8	7,1	0,9	0,5	0,4	1,0
Ca/Mg	1,2	1,2	1,1	1,0	3,0	4,5 *	4,7 *	4,1 *

Conductivité mmhos/cm	0,057	0,038	0,066	0,070	0,050	0,088	0,110	0,125
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	14,4	13,7	15,6	14,8	7,8	12,3	13,1	13,2
Perméabilité cm/h	1,03	1,01	0,28	0,39	2,49	0,99	0,93	0,91
Densité apparente	1,70	1,56	1,87	1,94	1,71	1,83	1,99	1,95

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	27,6	26,1	24,4	22,5	12,0	20,6	20,4	20,4
----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------



\*

**SOLS PEU ÉVOLUÉS**  
**D'ORIGINE NON CLIMATIQUE**

**D'APPORT ALLUVIAL ( terrasses, bourrelets  
 de berge, glacis, dépressions )**  
 Sur alluvions

\*

5  BK066

PROFIL TYPE

Alcalisés

5

Famille	G
Faciès	h p

\*

\*

Profondeur en cm	0 - 60	60 - 100	100 - 150	
------------------	--------	----------	-----------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	1,0	2,5	2,5	
Argile	12,4	17,9	18,4	
Limon fin	1,7	2,0	2,5	
Limon grossier	3,8	3,3	3,4	
Sable fin	54,8	48,9	51,4	
Sable grossier	25,9	25,7	23,6	
Matière organique	0,3	/	/	
Total	99,9	100,3	101,8	

## MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	1,56	/	/	
Azote	0,14	/	/	
C/N	11,1	/	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,24	/	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,050	/	/	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,0	5,7	5,8	
pH KCl. N	3,8	3,6	3,8	


## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	2,38	3,88	4,75	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	1,13	1,25	1,38	
Potassium K <sup>+</sup> meq %	0,08	0,09	0,10	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,13	1,74	2,35	
Somme S	3,72	6,96	8,58	
Capacité d'échange l	6,84	11,48	12,00	
S/T = V %	54	61	72	
Calcaire	/	/	/	
Na/T %	1,9	15,2	19,6	
Ca/Mg	2,1	3,1	3,4	

Conductivité 20°C mmhos/cm	0,016	0,063	0,152	
----------------------------	-------	-------	-------	--

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	3,3	6,2	7,5	
Pernéabilité cm/h	4,85	0,87	0,21	
Densité apparente	1,66	1,88	1,86	
Limite de liquidité L.L.	/	/	/	
Limite de Plasticité L.P.	/	/	/	
Indice de Plasticité Ip	/	/	/	

PROFIL N° 	BK 097				BK 134			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	G/M		p h		TF		v h ca P	

Profondeur en cm	0-20	20-80	80-130		0-20	20-50	50-90	90-140
------------------	------	-------	--------	--	------	-------	-------	--------

## GRANULOMETRIE

Humidité	0,5	2,0	3,0		5,5	5,0	5,0	5,0
Argile	6,0	24,4	30,6		49,7	51,2	51,7	47,7
Limon fin	2,7	5,2	6,2		11,9	11,2	12,4	13,9
Limon grossier	2,8	4,7	6,4		9,7	9,3	9,0	10,0
Sable fin	57,9	42,2	35,8		15,6	15,0	13,5	15,0
Sable grossier	29,9	20,9	17,0		5,8	7,5	6,8	8,0
Matière organique	0,3	0,2	/		2,2	0,4	/	/
Total	100,1	99,6	99,0		100,4	99,6	98,4	99,6

## MATIÈRE ORGANIQUE en %

Carbone	1,60	1,44	/		12,7	2,30	/	/
Azote	0,15	0,14	/		0,92	0,24	/	/
C/N	10,7	10,3	/		13,8	9,6	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	/	/	/		/	/	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	/	/	/		/	/	/	/

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,7	8,2	8,9		6,0	8,3	9,0	9,3
pH KCl	4,9	6,5	7,2		4,9	6,4	7,4	7,9

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	1,50	6,25*	10,00*		13,50	11,75*	17,50*	28,00*
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	0,50	3,88*	5,75*		7,38	9,25*	11,50*	15,00*
Potassium	0,10	0,36	0,10		0,44	0,13	0,13	0,14
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,03	1,86*	3,10*		0,14	3,60*	4,90*	5,75*
Donne S	2,13	12,35*	18,95*		21,46	24,73*	34,03*	48,89*
Capacité d'échange l	2,54	10,69	13,18		22,35	20,54	21,47	24,64
l/l = v %	84	116*	144*		96	120*	159*	198*
Calcaire %	/	0,00	0,17		/	0,00	1,17	4,53
Na/l %	1,2	17,4*	23,5*		0,6	17,5*	22,8*	23,3*
Ca/Mg	3,0	1,6*	1,7*		1,8	1,3*	1,5*	1,9*

Conductivité mhos/cm	0,053	0,165	0,275		0,074	0,140	0,285	0,390
----------------------	-------	-------	-------	--	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pH 4,2	2,5	8,1	10,5		13,8	15,0	16,3	16,6
Pernéabilité cm/h	0,61	0,22	0,18		1,85	0,16	0,00	0,00
Densité apparente	1,74	1,83	1,98		1,82	1,92	1,92	1,94

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	/	9,6	13,5		21,1	20,5	24,8	27,0
----------------------	---	-----	------	--	------	------	------	------

\*

**SOLS HYDROMORPHES****PEU HUMIFERES****A PSEUDOGLEY D'ENSEMBLE (cuvettes  
de décantation, terrasses, glâcis)****Sur alluvions et sur argile de décantation**

\*

6

BK037

**PROFIL TYPE**Modaux **6**

Famille	TF / F
Faciès	I

\*

\*

Profondeur en cm	0 - 20	20 - 50	50 - 90	90 - 140
------------------	--------	---------	---------	----------

**GRANULOMETRIE**

Humidité	4,0	5,0	4,5	4,5
Argile	42,7	46,0	43,2	36,8
Limon fin	22,6	20,6	19,1	17,9
Limon grossier	20,2	16,0	19,3	24,1
Sable fin	9,0	10,0	10,7	12,6
Sable grossier	0,4	1,2	2,1	2,5
Matière organique	1,9	1,0	0,6	0,4
Total	100,8	99,8	99,5	98,8

**MATIERE ORGANIQUE EN %**

Carbone	11,0	5,98	3,20	2,16
Azote	1,08	0,56	0,30	0,20
C/N	10,2	10,7	10,7	10,8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,99	0,95	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,18	0,07	/	/

**ACIDITE**

pH eau 1/2,5	4,5	5,1	5,7	7,0
pH KCl. N	3,6	3,9	4,4	5,4

**CATIONS ECHANGEABLES**

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	6,25	7,13	7,00	6,50
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,38	5,63	6,00	6,63
Potassium K <sup>+</sup> meq %	0,85	0,75	0,55	0,33
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,13	0,25	0,45	0,88
Somme S	10,61	13,76	14,00	14,34
Capacité d'échange l	18,37	18,49	16,77	15,20
S/I = V %	58	74	83	94
Calcaire	/	/	/	/
Na/I %	0,7	1,4	2,7	5,8
Ca/Mg	1,8	1,3	1,2	1,0

Conductivité 20°C mmhos/cm	0,077	0,079	0,058	0,090
----------------------------	-------	-------	-------	-------

**CARACTERISTIQUES PHYSIQUES**

pF 4,2	13,8	13,9	13,8	13,1
Perméabilité cm/h	0,54	0,69	0,39	0,22
Densité apparente	1,60	1,66	1,79	1,82
Limite de Liquidité L.L.	36,8	37,2	35,8	33,0
Limite de Plasticité L.P.	15,9	16,0	15,4	13,6
Indice de Plasticité Ip	20,9	21,2	20,4	19,4

## RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

BK028

Profil Type n° 28

PROFIL TYPE

Sol hydromorphe peu humifère à pseudogley d'ensemble sur alluvions,  
faciès pisolitique

Profondeur en cm	0 - 30	30 - 70	70 - 130	
------------------	--------	---------	----------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	3,5	3,5	3,5	
Argile	35,0	34,5	32,6	
Limon fin	9,4	8,9	10,9	
Limon grossier	9,1	9,5	9,6	
Sable fin	29,3	29,8	29,6	
Sable grossier	13,2	13,5	12,8	
Matière organique	0,4	0,3	0,2	
Total	99,9	100,0	99,2	

## MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	2,10	1,64	1,28	
Azote	0,15	0,14	0,10	
C/N	14,0	11,8	12,8	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,26	0,23	0,20	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,018	0,012	0,012	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,3	5,6	6,6	
pH KCl N	4,2	4,4	4,6	

## CATIONS ECHANGIABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	9,75	10,0	11,3	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	4,50	3,88	3,50	
Potassium K <sup>+</sup> meq %	0,13	0,15	0,13	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,18	0,33	0,55	
Somme S	14,56	14,36	15,48	
Capacité d'échange l	16,50	15,70	16,23	
S/I = V %	88	91	95	
Calcaire %	/	/	/	
Na/I %	1,1	2,1	3,4	
Ca/Mg	2,2	2,6	3,2	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	10,2	10,9	11,2	
Perméabilité cm/h	1,87	1,03	0,38	
Densité apparente	/	/	/	
Limite de liquidité L.L.	28,8	27,7	27,9	
Limite de Plasticité L.P.	12,3	11,7	11,8	
Indice de Plasticité Ip	16,5	16,0	16,1	

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6  BK001  
BK004

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 001				BK 004			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	M/F				M		ca a P	

Profondeur en cm	0-30	30-70	70-120	0-20	20-70	70-120		
------------------	------	-------	--------	------	-------	--------	--	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	1,5	2,5	3,5		2,0	2,5	2,0	
Argile	21,9	31,2	30,3		26,6	26,1	23,9	
Limon fin	13,7	19,4	19,9		7,2	6,7	6,7	
Limon grossier	14,6	27,8	24,8		3,0	2,9	3,0	
Sable fin	40,3	17,8	19,6		37,9	35,4	36,2	
Sable grossier	6,3	1,5	2,3		23,0	25,9	26,9	
Matière organique	0,6	0,3	0,3		0,3	0,2	0,2	
Total	98,9	100,6	100,7		100,0	100,7	98,9	

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	3,20	1,80	1,52		1,64	1,36	0,96	
Azote	0,25	0,20	0,15		0,16	0,14	0,09	
C/N	12,80	9,0	10,1		10,3	9,7	10,7	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,60	0,27	0,25		0,32	0,16	0,11	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,013	0,005	0,000		0,005	0,005	0,005	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,7	5,0	6,2		5,0	7,5	8,8	
pH KCl	5,0	3,9	4,3		3,8	6,0	7,4	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	4,75	6,00	6,38		5,00	7,00	8,00*	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,13	4,13	4,63		3,13	3,00	3,13	
Potassium	0,70	0,30	0,21		0,16	0,09	0,11	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,08	0,70	1,28		1,18	1,44	1,75	
Somme S	8,66	11,13	12,50		9,46	11,53	12,99*	
Capacité d'échange T	10,25	13,09	13,38		11,39	11,60	11,35	
S/T = V %	84	85	94		83	99	114*	
Calcaire %	/	/	/		/	/	0,17	
Na/T %	0,8	5,3	9,6		10,4	12,4	15,4	
Ca/Mg	1,5	1,5	1,4		1,6	2,3	2,6*	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	6,3	10,6	12,0		6,4	8,0	8,7	
Perméabilité cm/h	0,86	0,62	0,21		1,99	0,44	0,13	
Densité apparente	/	/	/		/	/	/	

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	8,3	14,2	14,0		10,7	9,8	9,2	
----------------------	-----	------	------	--	------	-----	-----	--

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

BK009

BK010

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▶</span>	BK 009				BK 010			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	F		P		M/F			

Profondeur en cm	0-10	10-40	40-80	80-120	0-30	30-120		
------------------	------	-------	-------	--------	------	--------	--	--

### GRANULOMETRIE

Humidité	4,0	5,0	4,0	4,0	3,0	4,5		
Argile	39,3	41,5	37,8	31,1	25,0	33,1		
Limon fin	14,7	9,7	11,7	9,9	7,0	10,4		
Limon grossier	10,1	7,6	12,8	8,9	7,4	11,2		
Sable fin	20,1	24,2	22,9	29,5	38,7	31,0		
Sable grossier	10,3	10,8	10,1	14,9	16,9	8,7		
Matière organique	0,8	0,5	0,3	0,2	0,4	0,2		
Total	99,3	99,3	99,6	98,5	98,4	99,1		

### MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	4,52	2,80	1,90	1,44	2,60	0,92		
Azote	0,45	0,25	0,15	0,10	0,20	0,09		
C/N	10,0	11,2	12,7	14,4	13,0	10,2		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,48	0,35	0,28	0,13	0,37	0,14		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,018	0,013	0,013	0,013	0,033	0,010		

### ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,0	5,8	6,4	7,3	5,1	7,7		
pH KCl	4,0	4,0	4,6	6,4	4,0	6,2		

### CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	10,38	10,00	10,75	10,88*	6,88	12,38*		
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	7,06	4,81	4,69	4,38	3,00	3,06		
Potassium	0,25	0,10	0,14	0,13	0,35	0,14		
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,53	1,11	1,46	1,46	0,08	1,56		
Somme S	18,22	16,02	17,04	16,85*	10,31	17,24*		
Capacité d'échange T	19,01	18,46	17,58	15,73	12,66	16,53		
S/T = V %	96	87	97	107*	81	104*		
Calcaire %	/	/	/	/	/	/		
Na/T %	2,8	6,0	8,3	9,3	0,6	9,4		
Ca/Mg	1,5	2,1	2,3	2,5*	2,3	4,0*		

### CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	11,4	12,1	12,6	7,3	8,3	12,2		
Perméabilité cm/h	0,87	0,16	0,05	0,05	1,06	0,05		
Densité apparente	/	/	/	/	/	/		

### RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	18,7	17,3	16,8	13,2	9,5	14,3		
----------------------	------	------	------	------	-----	------	--	--

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6  BK011  
BK013

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 011				BK 013			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	G		P		M		P	
Profondeur en cm	0-40	40-120			0-20	20-60	60-120	

## GRANULOMETRIE

Humidité	1,5	0,5			2,0	3,5	3,0	
Argile	15,4	15,4			21,9	32,6	29,6	
Limon fin	4,7	2,7			4,5	4,7	6,2	
Limon grossier	4,3	3,7			4,8	5,0	5,8	
Sable fin	48,4	51,5			48,9	41,1	41,5	
Sable grossier	25,6	26,7			17,5	12,7	13,0	
Matière organique	0,3	0,2			0,4	0,3	0,2	
Total	100,2	100,7			100,0	99,9	99,3	

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	1,96	1,12			2,44	1,52	1,12	
Azote	0,15	0,10			0,20	0,15	0,10	
C/N	13,1	11,2			12,2	10,1	11,2	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,76	0,41			0,20	0,19	0,17	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,033	0,021			0,013	0,013	0,010	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,5	6,0			5,6	5,8	6,5	
pH KCl	4,4	4,3			4,4	4,3	5,0	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	2,75	2,50			4,75	8,25	9,00	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	1,31	1,25			2,13	3,06	3,13	
Potassium	0,13	0,11			0,13	0,08	0,10	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,05	0,06			0,08	0,34	0,56	
Somme S	4,24	3,92			7,09	11,73	12,79	
Capacité d'échange T	7,58	5,60			8,93	12,86	13,43	
S/T = V %	56	70			79	91	95	
Calcaire %	/	/			/	/	/	
Na/T %	0,7	1,1			0,9	2,6	4,2	
Ca/Mg	2,1	2,0			2,2	2,7	2,9	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

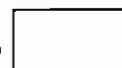
pF 4,2	4,5	5,0			5,8	9,8	9,7	
Perméabilité cm/h	2,73	1,57			1,64	0,63	0,27	
Densité apparente	/	/			/	/	/	

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	4,5	3,7			10,1	11,7	11,1	
----------------------	-----	-----	--	--	------	------	------	--

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6



BK014  
BK015

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 014				BK 015			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	M / TF		p		M/G			

Profondeur en cm	0-30	30-70	70-120		0-30	30-90	90-130	
------------------	------	-------	--------	--	------	-------	--------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	2,5	2,5	2,0		3,5	3,0	1,0	
Argile	28,8	29,8	41,3		22,4	33,3	17,4	
Limon fin	6,2	5,0	10,4		4,7	7,2	4,0	
Limon grossier	4,9	4,6	6,2		9,0	4,7	5,5	
Sable fin	42,0	42,9	30,4		42,6	37,1	54,1	
Sable grossier	15,0	14,4	8,9		17,1	14,1	18,4	
Matière organique	0,4	0,2	0,1		0,4	0,4	0,2	
Total	99,8	99,4	99,3		99,7	99,8	100,6	

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	2,44	1,15	0,76		2,60	2,24	0,92	
Azote	0,20	0,12	0,08		0,25	0,15	0,10	
C/N	12,2	9,6	9,5		10,4	14,9	9,2	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,34	0,14	0,13		0,40	0,25	0,18	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,010	0,013	0,010		0,013	0,018	0,010	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,0	5,8	6,1		5,0	5,0	5,4	
pH KCl	4,7	4,7	4,8		4,0	3,9	4,1	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	5,00	6,25	5,25		7,75	5,63	2,38	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,50	3,19	2,81		4,56	3,31	1,50	
Potassium	0,15	0,11	0,08		0,19	0,08	0,06	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,05	0,06	0,05		0,09	0,15	0,19	
Somme S	8,70	9,61	8,19		12,59	9,17	4,13	
Capacité d'échange I	10,08	10,89	9,30		15,64	12,05	6,09	
S/I = V %	86	88	88		80	76	68	
Calcaire %	/	/	/		/	/	/	
Na/I %	0,5	0,6	0,5		0,6	1,2	3,1	
Ca/Mg	1,4	2,0	1,9		1,7	1,7	1,6	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	7,5	8,9	7,0		10,5	9,3	5,0	
Perméabilité cm/h	1,51	1,27	1,67		1,82	1,90	1,61	
Densité apparente	/	/	/		/	/	/	

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS


Indice de plasticité	10,7	10,6	17,7		7,4	13,0	5,0	
----------------------	------	------	------	--	-----	------	-----	--



# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

BK016  
BK021

PROFIL N° 	BK 016				BK 021			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	M		P		F/M		P	

Profondeur en cm	0-30	30-80	80-130		0-30	30-80	80-120	
------------------	------	-------	--------	--	------	-------	--------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	2,5	3,0	3,0		3,0	3,0	3,0	
Argile	27,8	29,1	26,8		36,3	31,3	28,1	
Limon fin	9,4	9,2	9,9		9,2	9,9	7,5	
Limon grossier	9,5	12,6	10,9		4,3	7,4	8,9	
Sable fin	33,0	29,4	32,7		29,8	28,7	32,4	
Sable grossier	17,1	15,5	15,8		10,2	18,0	18,6	
Matière organique					0,6	0,3	0,2	
Total					99,4	98,6	98,4	

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone					3,24	1,64	1,28	
Azote					0,32	0,16	0,10	
C/N					10,1	10,3	12,8	
P2O5 total ‰					0,30	0,20	0,13	
P2O5 Assim. ‰					0,005	0,005	0,010	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,8	7,1	8,0		5,4	6,5	6,7	
pH KCl	4,4	5,2	6,0		4,1	5,3	5,0	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca++ meq %					6,88	6,75	6,13	
Magnésium Mg++ meq %					4,75	3,88	3,38	
Potassium					0,14	0,11	0,13	
Sodium Na+ meq %					0,19	0,23	0,59	
Somme S					11,96	10,97	10,23	
Capacité d'échange I					14,62	12,33	11,67	
S/I = V %					82	89	88	
Calcaire %					/	/	/	
Na/I %					1,3	1,9	5,1	
Ca/Mg					1,4	1,7	1,8	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2					9,7	9,5	9,1	
Perméabilité cm/h					3,19	1,08	0,21	
Densité apparente					/	/	/	

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	11,6	12,1	11,4		15,1	13,3	11,0	
----------------------	------	------	------	--	------	------	------	--

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6  BK024  
BK026

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 024				BK 026			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	M/F		P		F/M			

Profondeur en cm	0 - 5	5 - 40	40 - 90	90-130	0 - 20	20-60	60-100	100-140
------------------	-------	--------	---------	--------	--------	-------	--------	---------

## GRANULOMETRIE

Humidité	2.5	4.0	5.0	2.5	3.0	4.0	4.5	3.0
Argile	26.3	32.6	38.5	23.9	37.5	40.5	38.8	23.1
Limon fin	7.5	5.5	4.0	5.7	6.0	5.0	5.5	4.2
Limon grossier	7.1	6.4	6.6	7.8	6.0	6.3	5.6	6.9
Sable fin	42.5	38.8	32.9	44.2	35.6	33.6	33.1	44.9
Sable grossier	12.6	11.6	11.8	14.1	11.0	10.0	11.4	16.8
Matière organique	0.8	0.3	0.2	0.2	0.8	0.4	0.4	0.2
Total	99.3	99.2	99.0	98.4	99.9	99.8	99.3	99.1

## MATIERE ORGANIQUE en %

Carbone	4,50	1,70	1,44	0,88	4,36	2,20	2,12	1,04
Azote	0,35	0,15	0,15	0,09	0,40	0,20	0,15	0,10
C/N	12,9	11,3	11,3	9,8	10,5	11,0	14,1	10,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,26	0,25	0,25	0,14	0,44	0,42	0,39	0,17
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,005	0,005	0,000	0,000	0,013	0,010	0,010	0,010

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,0	5,5	6,5	6,1	6,1	6,0	5,7	6,0
pH KCl	4,0	4,5	5,0	5,0	4,6	4,4	4,5	4,7

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	5,50	7,75	10,00	7,63	9,50	10,13	10,00	6,88
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,25	3,88	4,63	3,13	4,50	4,50	4,50	3,38
Potassium	0,28	0,15	0,15	0,16	0,31	0,15	0,14	0,11
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,13	0,11	0,13	0,13	0,08	0,09	0,11	0,13
Somme S	9,16	11,89	14,91	11,05	14,39	14,87	14,75	10,50
Capacité d'échange I	12,20	14,36	16,17	11,81	15,94	16,03	15,56	11,16
S/I = V %	75	83	92	94	90	93	95	94
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	/	/
Na/I %	1,1	0,8	0,8	1,1	0,5	0,6	0,7	1,2
Ca/Mg	1,7	2,0	2,2	2,4	2,1	2,3	2,2	2,0

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pH 4,2	6,8	9,6	11,9	8,0	10,2	11,8	11,9	8,2
Perméabilité cm/h	3,54	2,62	1,95	1,73	2,03	2,02	1,61	1,53
Densité apparente	/	/	/	/	/	/	/	/

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	9,8	12,0	13,9	8,5	14,3	15,1	14,6	7,5
----------------------	-----	------	------	-----	------	------	------	-----

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6   BK027  
BK031

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 027				BK 031			
	Famille	Faciès			Famille	Faciès		
	M	P			F			
Profondeur en cm	0 - 30	30-90	90-130		0-20	20-60	60-100	100-130

## GRANULOMETRIE

Humidité	3,0	3,0	3,0		3,5	3,0	3,5	4,0
Argile	33,1	32,3	27,8		30,6	28,1	31,1	37,3
Limon fin	9,9	4,7	3,7		15,9	12,7	11,9	16,2
Limon grossier	6,7	5,0	6,4		24,6	28,5	27,9	22,1
Sable fin	37,8	39,2	43,9		21,3	26,0	24,3	17,7
Sable grossier	8,9	14,1	14,4		2,7	1,5	0,5	1,8
Matière organique	0,6	0,2	0,2		0,6	0,4	0,3	0,3
Total	100,0	98,5	99,4		99,2	100,2	99,5	99,4

## MATIERE ORGANIQUE en %

Carbone	3,70	1,40	1,12		3,60	2,20	1,68	1,68
Azote	0,30	0,10	0,12		0,33	0,20	0,15	0,15
C/N	12,3	14,0	9,3		10,9	11,0	11,2	11,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,38	0,47	0,29		0,52	0,49	0,50	0,48
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,018	0,013	0,018		0,018	0,012	0,012	0,022

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,3	6,5	6,1		6,0	5,5	5,1	5,0
pH KCl	4,1	5,0	4,8		5,0	4,1	3,6	3,6

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	7,00	7,88	6,88		9,88	7,25	6,25	6,75
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	4,13	4,63	4,50		5,25	4,00	4,13	5,00
Potassium	0,29	0,15	0,13		0,31	0,13	0,11	0,14
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,08	0,10	0,09		0,11	0,14	0,26	0,63
Somme S	11,50	12,76	11,60		15,55	11,52	10,75	12,52
Capacité d'échange T	14,21	13,42	12,15		16,20	14,53	14,80	17,00
S/T = V %	81	95	95		96	79	73	74
Calcaire %	/	/	/		/	/	/	/
Na/T %	0,6	0,7	0,2		0,7	1,0	1,8	3,7
Ca/Mg	1,7	1,7	1,5		1,9	1,8	1,5	1,4

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pf 4,2	9,6	10,6	9,2		9,3	8,6	10,3	13,3
Perméabilité cm/h	1,67	1,46	1,67		2,18	1,43	0,77	0,36
Densité apparente	/	/	/		/	/	/	/

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS


Indice de plasticité	14,1	11,6	9,3		15,4	13,2	14,1	18,5
----------------------	------	------	-----	--	------	------	------	------

## RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

BK033

BK040

PROFIL N° 	BK 033				BK 040			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	TF		i P		M			

Profondeur en cm	0-15	15-50	50-100	100-160	0-15	15-50	50-90	90-120
------------------	------	-------	--------	---------	------	-------	-------	--------

## GRANULOMETRIE

Humidité	4,5	5,0	4,0	5,0	2,5	3,0	3,0	5,0
Argile	50,7	46,0	34,5	40,5	27,3	24,6	22,9	40,8
Limon fin	20,8	18,4	14,2	15,9	10,4	9,4	9,9	15,4
Limon grossier	5,6	7,1	15,9	16,3	15,9	25,9	25,7	13,4
Sable fin	14,0	18,7	26,8	19,5	34,6	31,0	36,3	17,2
Sable grossier	2,2	4,0	4,1	2,1	8,5	4,9	1,8	6,5
Matière organique	1,0	0,4	0,2	0,3	0,4	0,2	/	/
Total	99,4	99,6	99,7	99,6	99,6	98,9	99,6	98,3

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	5,80	2,48	1,28	1,56	2,08	1,28	/	/
Azote	0,60	0,24	0,16	0,16	0,20	0,14	/	/
C/N	9,7	10,3	8,0	9,8	10,4	9,1	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,59	0,42	/	/	0,35	0,20	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,08	0,05	/	/	0,03	0,02	/	/

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,1	5,5	5,7	5,6	5,6	6,0	6,0	6,1
pH KCl	3,8	4,2	4,5	4,0	4,5	4,8	4,4	4,2

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	7,13	7,38	6,00	6,38	5,38	5,00	4,88	8,75
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	6,00	5,75	5,00	5,25	3,13	2,88	2,63	4,75
Potassium	0,68	0,43	0,15	0,13	0,38	0,38	0,38	0,53
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,20	0,35	0,75	1,10	0,10	0,13	0,25	0,53
Somme S	14,01	13,91	11,90	12,86	8,99	8,39	8,14	14,56
Capacité d'échange T	18,29	16,61	12,97	15,10	11,02	9,05	8,53	15,64
S/T = V %	77	84	92	85	82	93	95	93
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	/	/
Na/T %	1,1	2,1	5,8	7,3	0,9	1,4	2,9	3,4
Ca/Mg	1,2	1,3	1,2	1,2	1,7	1,7	1,9	1,8

Conductivité mmhos/cm	0,175	0,060	0,105	0,068	0,051	0,048	0,045	0,027
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	14,6	13,9	12,1	14,9	6,8	6,6	7,4	13,2
Perméabilité cm/h	0,51	0,59	0,49	0,09	1,34	1,83	0,73	0,31
Densité apparente	1,81	1,79	1,90	1,90	1,59	1,64	1,67	1,86


## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	26,0	23,0	16,5	20,0	11,9	10,3	9,8	19,6
----------------------	------	------	------	------	------	------	-----	------

## RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

BK046  
BK048

PROFIL N° 	BK 046				BK 048			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	F				TF		v i	

Profondeur en cm	0-10	10-50	50-95	95-150	0-10	10-60	60-90	90-140
------------------	------	-------	-------	--------	------	-------	-------	--------

## GRANULOMETRIE

Humidité	3,5	3,5	3,5	4,0	4,5	5,5	6,5	6,0
Argile	33,1	31,6	26,8	29,8	45,7	41,7	47,7	45,0
Limon fin	17,6	17,1	16,9	17,9	27,3	28,1	25,8	23,9
Limon grossier	20,4	25,2	27,7	22,8	13,1	15,3	11,4	16,9
Sable fin	21,2	18,9	22,9	24,1	8,4	8,4	7,1	7,1
Sable grossier	2,5	2,3	1,0	1,1	0,2	0,2	0,4	0,6
Matière organique	0,7	0,4	/	/	1,4	0,6	0,6	0,4
Total	99,0	99,0	98,8	99,7	100,6	99,8	99,5	99,9

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	4,32	2,40	/	/	8,08	3,54	3,28	2,60
Azote	0,44	0,24	/	/	0,74	0,35	0,32	0,25
C/N	9,8	10,0	/	/	10,9	10,1	10,3	10,4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,69	0,51	/	/	0,49	0,59	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,06	0,06	/	/	0,060	0,050	/	/

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,1	5,8	7,2	7,4	5,0	6,0	5,7	6,0
pH KCl	4,7	4,3	4,3	5,0	4,0	4,1	4,1	4,3

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	6,50	6,13	5,00	6,13	6,50	7,63	8,38	7,75
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,88	3,63	3,63	4,63	5,00	5,38	6,00	5,88
Potassium	0,23	0,15	0,10	0,10	0,78	0,33	0,18	0,15
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,18	0,13	0,45	1,18	0,13	0,25	0,40	0,50
Somme S	10,79	10,04	9,18	12,04	12,41	13,59	14,96	14,28
Capacité d'échange T	12,76	12,17	10,32	12,00	16,64	17,92	19,83	17,59
S/T = V %	85	82	89	100	75	76	75	82
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	/	/
Na/T %	1,4	1,1	4,4	9,8	0,8	1,4	2,0	2,8
Ca/Mg	1,7	1,7	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3

Conductivité mmhos/cm	0,031	0,016	0,018	0,062	0,037	0,023	0,029	0,032
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	10,4	9,5	9,5	11,5	14,7	15,0	17,0	15,9
Perméabilité cm/h	0,69	1,13	0,19	0,08	0,70	0,47	0,49	0,36
Densité apparente	1,59	1,63	1,77	1,77	1,70	1,63	1,86	1,93

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	17,3	16,5	14,4	16,0	26,6	25,3	26,8	24,9
----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

# RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

 BK 054  
 BK 059

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 054				BK 059			
	Famille	Faciès			Famille	Faciès		
	TF/M	i P			G/M			

Profondeur en cm	0-10	10-50	50-110	110-150	0-20	20-70	70-130	
------------------	------	-------	--------	---------	------	-------	--------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	5,0	5,5	3,5	2,0	1,5	3,5	5,5	
Argile	46,7	50,7	30,3	21,9	14,9	27,3	30,8	
Limon fin	21,6	17,4	8,4	5,0	5,5	8,0	8,5	
Limon grossier	8,8	5,7	4,1	3,2	6,7	3,9	4,5	
Sable fin	13,6	13,4	39,3	47,4	55,3	44,3	41,2	
Sable grossier	3,1	6,5	13,2	19,6	16,4	12,5	11,2	
Matière organique	1,0	0,6	0,4	0,1	0,3	0,3	/	
Total	99,8	99,8	99,2	99,2	100,6	99,8	99,7	

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	5,52	3,52	2,16	0,84	1,72	1,55	/	
Azote	0,52	0,33	0,20	0,10	0,16	0,16	/	
C/N	10,6	10,7	10,8	8,4	10,8	9,7	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,73	0,67	/	/	0,21	0,18	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,06	0,04	/	/	0,02	0,01	/	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,2	5,5	6,0	6,1	5,1	5,4	5,5	
pH KCl	3,9	4,3	4,6	4,8	4,0	4,1	3,9	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	8,13	9,00	5,75	3,38	3,75	6,50	8,00	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	6,13	6,63	4,25	2,50	2,25	3,25	3,50	
Potassium	0,49	0,45	0,15	0,10	0,15	0,11	0,13	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,11	0,13	0,15	0,10	0,05	0,10	0,14	
Somme S	14,86	16,21	10,30	6,08	6,20	9,96	11,77	
Capacité d'échange T	19,42	18,90	11,59	7,46	7,69	11,88	13,79	
S/T = v %	77	86	89	82	81	84	85	
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	/	
Na/T %	0,6	0,7	1,3	1,3	0,7	0,8	1,0	
Ca/Mg	1,3	1,4	1,4	1,4	1,7	2,0	2,3	

Conductivité mmhos/cm	0,018	0,021	0,025	0,016	0,059	0,038	0,017	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pf 4,2	13,6	13,3	8,9	6,7	3,9	7,7	9,4	
Perméabilité cm/h	0,98	1,89	2,33	1,72	7,29	3,66	2,59	
Densité apparente	1,69	1,63	1,79	1,86	1,59	1,92	1,94	

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS


Indice de plasticité	24,6	24,6	12,3	7,3	4,6	10,9	12,5	
----------------------	------	------	------	-----	-----	------	------	--

## RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

BK 103

BK 104

PROFIL N° 	BK 103				BK 104			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	M/G		P		F/M		P	
Profondeur en cm	0-20	20-40	40-90	90-150	0-30	30-70	70-150	

## GRANULOMETRIE

Humidité	2,5	3,0	2,0	2,0	3,0	3,5	2,0	
Argile	26,8	31,1	23,4	19,9	37,3	35,5	20,4	
Limon fin	9,9	5,0	6,0	6,7	14,9	4,5	5,0	
Limon grossier	10,7	7,0	9,6	12,9	13,1	6,7	6,4	
Sable fin	34,4	30,9	38,0	35,8	24,6	34,9	47,6	
Sable grossier	13,3	21,6	20,4	22,0	4,5	13,8	17,1	
Matière organique	1,1	0,2	0,1	0,1	1,5	0,3	0,1	
Total	98,7	98,8	99,5	99,4	98,9	99,2	98,6	

## MATIÈRE ORGANIQUE en %

Carbone	6,40	1,40	0,76	0,60	8,60	2,00	0,84	
Azote	0,59	/	/	/	0,77	/	/	
C/N	10,8	/	/	/	11,2	/	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	/	/	/	/	/	/	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	/	/	/	/	/	/	/	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	4,9	7,1	7,4	7,3	4,8	5,6	6,0	
pH KCl	4,1	5,2	5,4	5,5	3,9	4,5	4,9	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	5,00	5,13	4,50	4,50	8,13	6,88	5,25	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	2,00	3,00	2,50	2,75	5,00	4,00	3,25	
Potassium	0,39	0,31	0,20	0,23	0,50	0,19	0,18	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,06	0,05	0,05	0,06	0,11	0,06	0,06	
Somme S	7,45	8,49	7,25	7,54	13,74	11,13	8,74	
Capacité d'échange T	10,8	9,94	8,08	8,15	18,10	12,80	9,40	
S/I = V %	69	85	90	93	76	87	93	
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	/	
Na/I %	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6	
Ca/Mg	2,5	1,7	1,8	1,6	1,6	1,7	1,6	

Conductivité mmhos/cm	0,086	0,035	0,032	0,045	0,110	0,042	0,034	
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pH 4,2	8,3	9,1	7,2	6,4	11,2	10,4	6,5	
Perméabilité cm/h	1,54	1,77	1,10	1,59	2,40	2,49	2,61	
Densité apparente	/	/	/	/	/	/	/	


## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	11,4	11,2	8,4	7,2	17,9	12,8	6,7	
----------------------	------	------	-----	-----	------	------	-----	--

RÉSULTATS ANALYTIQUES

6

BK105  
BK133

PROFIL N° 	BK 105				BK 133			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	TF/F		i		TF/F		P	

Profondeur en cm	0-30	30-50	50-90	90-150	0-10	10-40	40-90	90-150
------------------	------	-------	-------	--------	------	-------	-------	--------

GRANULOMETRIE

Humidité	4,0	4,0	4,0	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0
Argile	49,5	40,0	39,0	31,8	44,2	38,3	32,3	31,1
Limon fin	14,2	10,4	13,9	12,7	13,2	8,0	9,4	11,7
Limon grossier	11,1	15,2	16,1	15,8	12,0	17,6	19,2	19,1
Sable fin	16,9	21,5	20,3	25,5	22,2	24,7	25,8	23,4
Sable grossier	3,9	8,0	6,1	8,9	4,2	7,5	8,9	9,0
Matière organique	1,5	0,4	/	/	1,0	0,3	/	/
Total	101,1	99,5	99,4	98,2	100,3	99,9	99,1	98,3

MATIERE ORGANIQUE en %

Carbone	8,50	2,04	/	/	5,88	1,92	/	/
Azote	1,05	0,24	/	/	0,53	0,18	/	/
C/N	8,1	8,5	/	/	11,1	10,7	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	/	/	/	/	/	/	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	/	/	/	/	/	/	/	/

ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,5	7,0	6,5	6,5	5,4	5,9	6,5	6,8
pH KCl	4,3	5,4	5,0	5,1	4,2	4,7	4,8	5,0

CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	9,25	11,00*	11,25*	9,75*	8,38	8,00	11,50*	14,50*
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,63	4,75	5,38	4,50	4,00	3,50	2,38	2,00
Potassium	1,08	0,85	0,63	0,43	0,33	0,10	0,05	0,06
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,28	0,20	0,18	0,13	0,04	0,15	0,10	0,06
Somme S	14,24	16,80*	17,44*	14,81*	12,75	11,75	14,03*	16,62*
Capacité d'échange T	17,57	15,11	15,18	12,78	15,51	12,16	13,46	15,03
S/T = V %	81	111*	115*	116*	82	97	104*	111*
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	/	/
Na/T %	1,6	1,3	1,2	1,0	0,3	1,2	0,7	0,4
Ca/Mg	2,5	2,3*	2,1*	2,2*	2,1	2,3	4,8*	7,3*

Conductivité mmhos/cm	0,086	0,084	0,110	0,087	0,052	0,058	0,046	0,041
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------


CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pH 4,2	16,0	12,3	12,9	11,8	11,9	10,0	10,3	10,9
Perméabilité cm/h	0,39	0,36	0,31	0,19	1,61	1,53	1,25	0,71
Densité apparente	/	/	/	/	/	/	/	/

RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	19,8	17,2	14,0	14,7	20,1	15,4	13,5	14,0
----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------



PROFIL N° 	BK 135				BK 150			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	M		ca a P		TF		P	

Profondeur en cm	0-30	30-60	60-100	100-150	0-30	30-70	70-90	90-150
------------------	------	-------	--------	---------	------	-------	-------	--------

## GRANULOMETRIE

Humidité	3,0	4,0	3,0	3,5	4,5	4,5	4,5	6,0
Argile	31,6	35,8	32,1	30,3	48,5	40,0	39,5	52,4
Limon fin	9,7	9,7	9,2	10,2	16,4	11,7	17,9	15,7
Limon grossier	11,4	11,9	8,0	7,9	10,7	16,6	19,1	6,7
Sable fin	27,8	23,4	29,6	27,8	15,0	22,4	15,9	13,1
Sable grossier	15,3	14,2	17,2	19,1	4,0	3,8	2,4	4,5
Matière organique	0,7	0,2	/	/	1,9	0,4	/	/
Total	99,5	99,2	99,1	98,8	101,0	99,4	99,3	98,4

## MATIÈRE ORGANIQUE en %

Carbone	3,80	1,40	/	/	11,3	2,50	/	/
Azote	0,42	0,15	/	/	1,07	0,25	/	/
C/N	9,0	9,3	/	/	10,6	10,0	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	/	/	/	/	/	/	/	/
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	/	/	/	/	/	/	/	/

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,5	7,8	8,7	8,9	4,8	6,0	6,1	6,0
pH KCl	5,1	6,1	6,8	7,4	3,7	4,9	5,1	5,0

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	6,88*	8,25*	6,88*	8,00*	6,88	6,25	6,50	9,25*
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	5,50*	6,25*	6,63*	8,25*	4,23	3,75	4,25	7,25*
Potassium	0,43	0,06	0,08	0,08	0,50	0,15	0,09	0,06
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,80*	2,60*	1,34*	1,54*	0,31	0,18	0,11	0,20*
Somme S	13,61*	17,16*	14,93*	27,87*	11,94	10,33	10,25	17,06*
Capacité d'échange I	12,31	14,77	12,87	13,99	17,87	11,84	12,28	16,11
S/I = V %	111*	116*	116*	128*	67	87	89	106*
Calcaire %	/	/	0,03	0,13	/	/	/	/
Ca/I %	6,5*	17,6*	10,4*	11,0*	1,7	1,5	0,9	1,2
Ca/Mg	1,3*	1,3*	1,0*	1,0*	1,6	1,7	1,5	1,3*

Conductivité mmhos/cm	0,213	0,150	0,155	0,210	0,082	0,061	0,050	0,055
-----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pH 4,4	7,9	12,2	10,8	11,3	14,0	13,4	14,1	17,2
Perméabilité cm/h	2,20	0,35	0,13	0,05	1,71	1,02	1,02	0,92
Densité apparente	/	/	/	/	/	/	/	/

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	15,0	17,0	15,0	14,7	23,2	17,7	20,1	24,6
----------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

\*

## SOLS HYDROMORPHES

## PEU HUMIFERES

A PSEUDOGLEY D'ENSEMBLE (cuvettes  
de décantation, terrasses, glâcis)

Sur alluvions et sur argile de décantation

\*

7  BK003

## PROFIL TYPE

Vertiques 7

\*

\*

Famille	TF
Faciès	P

Profondeur en cm	0 - 30	30-60	60 - 120	
------------------	--------	-------	----------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	4,5	5,5	4,5	
Argile	52,9	53,7	51,2	
Limon fin	16,2	16,9	16,2	
Limon grossier	5,4	6,3	5,6	
Sable fin	17,0	12,2	17,8	
Sable grossier	3,5	4,4	4,2	
Matière organique	0,9	0,7	0,6	
Total	100,4	99,7	100,1	

## MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	5,00	4,00	3,48	
Azote	0,40	0,30	0,30	
C/N	12,5	13,0	11,6	
P2O5 total %	0,65	0,46	0,39	
P2O5 Assim. %	0,013	0,010	0,005	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,1	6,4	5,8	
pH KCl. N	4,2	4,9	4,3	

## CATIONS ECHANGEABLES

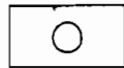
Calcium Ca++ meq %	9,25	9,88	8,75	
Magnésium Mg++ meq %	5,75	6,44	6,00	
Potassium K+ meq %	0,48	0,23	0,15	
Sodium Na+ meq %	0,06	0,13	0,28	
Somme S	15,54	16,66	15,18	
Capacité d'échange l	19,44	21,90	18,37	
S/l = V %	80	76	83	
Calcaire	/	/	/	
Na/l %	0,3	0,6	1,5	
Ca/Mg	1,6	1,5	1,5	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	14,7	15,3	16,2	
Perméabilité cm/h	0,91	0,70	0,58	
Densité apparente	/	/	/	
Limite de Liquidité L.L.	43,0	43,5	42,0	
Limite de Plasticité L.P.	20,0	20,2	19,2	
Indice de Plasticité Ip	23,0	23,3	22,8	

RÉSULTATS ANALYTIQUES

7



BK019  
BK051

PROFIL N°	BK 019				BK 051			
	Famille		Faciès		Famille		Faciès	
	TF		P		TF		a	

Profondeur en cm	0-20	20-50	50-90	90-120	0-50	50-90	90-150	
------------------	------	-------	-------	--------	------	-------	--------	--

GRANULOMETRIE

Humidité	5,0	6,0	5,0	4,0	5,0	6,0	6,5	
Argile	50,4	53,9	51,2	42,7	48,7	48,7	50,2	
Limon fin	14,4	15,2	14,9	11,4	13,4	13,9	14,4	
Limon grossier	5,2	3,5	4,7	2,4	4,9	4,2	3,8	
Sable fin	16,9	13,4	15,6	27,7	20,5	19,4	17,4	
Sable grossier	7,2	6,3	7,2	10,6	6,2	7,2	6,5	
Matière organique	0,7	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	
Total	99,8	98,9	99,2	99,2	99,3	99,9	99,3	

MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	3,88	3,24	3,60	2,20	3,36	2,88	2,80	
Azote	0,30	0,29	0,33	0,15	0,32	0,28	0,28	
C/N	12,9	11,2	10,9	14,7	10,5	10,3	10,0	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,69	0,55	0,49	0,30	0,39	0,32	/	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,005	0,005	0,005	0,010	0,04	0,03	/	

ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,0	6,0	6,3	5,8	6,2	7,0	6,5	
pH KCl	4,3	4,8	4,6	4,6	4,3	5,1	4,8	

CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	8,00	9,38	8,13	7,00	7,88	9,25	9,25	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	5,25	6,00	5,75	4,75	5,75	7,63	7,50	
Potassium	0,29	0,19	0,18	0,15	0,40	0,28	0,23	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,23	0,13	0,16	0,15	0,58	1,63	2,30	
Somme S	13,77	15,70	14,22	12,05	14,61	18,79	19,28	
Capacité d'échange T	19,59	19,82	18,72	15,13	18,25	18,65	19,10	
S/T = V %	70	79	76	80	80	101	101	
Calcaire %	/	/	/	/	/	/	/	
Na/T %	1,1	0,7	0,9	1,0	3,1	8,7	12,0	
Ca/Mg	1,5	1,7	1,4	1,5	1,4	1,2	1,2	

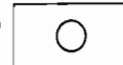
Conductivité mmhos/cm	/	/	/	/	0,029	0,077	0,120	
-----------------------	---	---	---	---	-------	-------	-------	--


CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	13,7	16,0	15,4	12,8	14,2	15,1	16,5	
Perméabilité cm/h	1,81	1,25	1,16	1,12	0,28	0,00	0,00	
Densité apparente	/	/	/	/	1,90	1,92	1,90	

RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	23,2	25,0	23,7	18,7	22,1	22,3	26,3	
----------------------	------	------	------	------	------	------	------	--



PROFIL N° 	BK 069							
	Famille	Faciès						

Profondeur en cm	0 - 20	20-50	50-100	100-150				
------------------	--------	-------	--------	---------	--	--	--	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	4,5	5,5	5,0	4,0				
Argile	41,7	44,2	43,5	37,8				
Limon fin	27,6	18,1	12,7	8,9				
Limon grossier	9,6	11,6	7,5	6,0				
Sable fin	14,6	16,6	24,4	36,0				
Sable grossier	1,3	3,1	5,5	6,4				
Matière organique	2,1	0,6	0,5	0,3				
Total	101,4	99,7	99,1	99,4				

## MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	12,2	3,76	2,88	1,76				
Azote	1,17	0,30	0,28	0,16				
C/N	10,4	12,5	10,3	11,0				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,69	0,43	/	/				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,02	0,03	/	/				

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,0	5,7	6,0	6,5				
pH KCl	3,8	3,9	4,2	4,5				

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	9,38	9,38	9,88	8,75				
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	4,88	6,00	5,88	5,00				
Potassium	0,38	0,16	0,16	0,19				
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,11	0,31	0,75	0,75				
Somme S	14,75	15,85	16,67	14,69				
Capacité d'échange T	20,77	18,50	18,17	16,46				
S/T = V %	71	86	92	89				
Calcaire %	/	/	/	/				
Na/T %	0,5	1,7	4,1	4,6				
Ca/Mg	1,9	1,6	1,7	1,8				

Conductivité mmhos/cm	0,037	0,020	0,033	0,035				
-----------------------	-------	-------	-------	-------	--	--	--	--

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pI 4,2	14,1	13,0	13,4	12,1				
Perméabilité cm/h	0,52	1,03	0,44	0,21				
Densité apparente	1,66	1,79	1,98	1,98				

## RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	25,1	22,1	14,6	15,6				
----------------------	------	------	------	------	--	--	--	--

\*

SOLS HYDROMORPHES  
PEU HUMIFERES

\*

8  BK081

PROFIL TYPE

## A REDISTRIBUTION DU CALCAIRE

cuvettes

Sur argile

A Nodules

8

Famille	TF / M
Faciès	p

\*

\*

Profondeur en cm	0 - 10	10 - 50	50 - 90	90 - 150
------------------	--------	---------	---------	----------

## GRANULOMETRIE

Humidité	4,0	5,5	4,5	5,0
Argile	46,2	46,2	31,8	20,4
Limon fin	15,9	14,4	15,4	15,9
Limon grossier	11,5	12,6	14,4	6,0
Sable fin	15,6	16,1	19,4	40,6
Sable grossier	5,8	4,0	12,9	10,4
Matière organique	0,4	0,3	0,4	0,1
Total	99,4	99,1	98,8	98,7

## MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	2,70	1,50	2,40	0,60
Azote	0,26	/	/	/
C/N	10,4	/	/	/
P2O5 total %	/	/	/	/
P2O5 Assim. %	/	/	/	/

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	6,8	7,1	8,7	8,9
pH KCl N	5,0	5,3	7,4	7,5

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca++ meq %	11,5	13,1	42,2*	39,1*
Magnésium Mg++ meq %	6,63	6,00	5,50	5,50
Potassium K+ meq %	0,61	0,40	0,25	0,24
Sodium Na+ meq %	0,08	0,10	0,06	0,14
Somme S	18,82	19,60	48,01*	44,98*
Capacité d'échange l	18,90	21,10	22,00	21,00
S/l = V %	100	93	218*	214*
Calcaire	/	/	13,2	6,33
Na/l %	0,4	0,5	0,3	0,7
Ca/Mg	1,7	2,2	7,7*	7,1*

Conductivité 20°C mmhos/cm	0,057	0,042	0,095	0,096
----------------------------	-------	-------	-------	-------

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	12,7	13,5	11,5	11,2
Perméabilité cm/h	1,38	0,70	0,42	1,30
Densité apparente	/	/	/	/
Limite de Liquidité L.L.	39,7	38,2	30,0	22,8
Limite de Plasticité L.P.	16,5	15,6	13,0	11,0
Indice de Plasticité Ip	23,2	22,6	17,0	11,8

RÉSULTATS ANALYTIQUES

8 O BK025

PROFIL N° <span style="font-size: 2em;">▷</span>	BK 025							
	Famille		Faciès					
	M/F		P					

Profondeur en cm	0-20	20-60	60-100	100-140				
------------------	------	-------	--------	---------	--	--	--	--

GRANULOMETRIE

Humidité	3,5	4,5	4,5	4,5				
Argile	34,0	36,3	35,5	35,0				
Limon fin	8,0	7,7	8,0	8,4				
Limon grossier	7,9	6,1	8,1	7,0				
Sable fin	32,6	33,5	31,9	32,7				
Sable grossier	12,7	11,1	10,9	11,5				
Matière organique	0,6	0,3	/	/				
Total	99,3	99,5	/	/				

MATIERE ORGANIQUE en ‰

Carbone	3,60	1,84	/	/				
Azote	0,28	0,15	/	/				
C/N	12,9	12,3	/	/				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,36	0,30	0,25	0,23				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. ‰	0,000	0,000	0,005	0,005				

ACIDITE

pH eau 1/2,5	8,4	8,3	8,5	8,7				
pH KCl	7,1	7,0	9,0	7,5				

CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	31,50*	32,50*	33,00*	30,00*				
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	4,13	6,25	8,88	13,25*				
Potassium	0,21	0,16	0,18	0,20				
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,21	0,19	0,30	1,38*				
Somme S	36,05*	39,10*	42,36*	44,83*				
Capacité d'échange I	24,20	24,97	24,62	24,83				
S/T = V %	149*	157*	172*	181*				
Calcaire %	3,33	2,57	2,77	2,97				
Na/I %	0,9	0,8	1,2	5,6*				
Ca/Mg	7,6*	5,2*	3,7*	2,3*				

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	9,5	10,7	11,1	11,8				
Perméabilité cm/h	3,36	3,28	1,57	0,86				
Densité apparente	/	/	/	/				

RÉSULTATS EXTRAPOLÉS

Indice de plasticité	13,7	14,5	14,3	14,2				
----------------------	------	------	------	------	--	--	--	--

\*

VERTISOLS  
 A DRAINAGE EXTERNE NUL  
 A STRUCTURE ANGULEUSE (cuvettes)  
 Sur matériaux argileux

\*

9 O BK 007

PROFIL TYPE

Hydromorphes

9

\*

\*

Famille	TF
Facies	Ca p

Profondeur en cm	0 - 20	20 - 80	80 - 130	
------------------	--------	---------	----------	--

## GRANULOMETRIE

Humidité	5,0	6,5	6,5	
Argile	55,9	54,7	56,2	
Limon fin	11,4	11,4	14,7	
Limon grossier	5,2	4,5	5,5	
Sable fin	15,0	15,8	11,0	
Sable grossier	6,8	5,7	5,2	
Matière organique	0,7	0,4	0,4	
Total	100	99	99,5	

## MATIERE ORGANIQUE EN %

Carbone	4,20	2,10	2,20	
Azote	0,40	0,20	0,20	
C/N	10,5	10,5	11,0	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,51	0,40	0,36	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Assim. %	0,018	0,010	0,013	

## ACIDITE

pH eau 1/2,5	5,7	8,0	7,5	
pH KCl N	4,1	6,2	6,5	

## CATIONS ECHANGEABLES

Calcium Ca <sup>++</sup> meq %	14,63	16,25	17,88	
Magnésium Mg <sup>++</sup> meq %	3,75	4,25	4,69	
Potassium K <sup>+</sup> meq %	0,24	0,18	0,20	
Sodium Na <sup>+</sup> meq %	0,38	1,68	2,43	
Somme S	19,00	22,37	25,20	
Capacité d'échange I	24,83	25,23	25,64	
S/I = V %	77	89	98	
Calcaire	/	/	/	
Na/I %	1,5	6,7	9,5	
Ca/Mg	3,9	3,8	3,8	

## CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

pF 4,2	14,0	15,8	17,5	
Perméabilité cm/h	0,25	0,14	0,08	
Densité apparente	/	/	/	
Limite de Liquidité L.L.	46,5	45,5	50,0	
Limite de Plasticité L.P.	19,8	19,1	21,6	
Indice de Plasticité Ip	26,7	26,4	28,4	

A N N E X E II :  
RÉSULTATS CORRIGÉS

N° Profil	N° Horizon	SURESTIMATION DE S		V'	VALEURS CORRIGÉES					
		dûe au CaCO <sub>3</sub>	dûe au (Ca,Mg)CO <sub>3</sub>		Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	S'	Na/T	Ca/Mg
4	3	★		100	6,36	-	-	11,35	-	1,4
6	3	★	★	100	11,89	5,40	1,14	18,59	6,2	2,2
9	4	★		100	9,76	-	-	15,73	-	2,2
10	2	★		85	9,19	-	-	14,05	-	3,0
17	3		★	85	9,37	5,10	1,17	15,80	6,3	1,8
18	3	★		85	6,78	-	-	13,28	-	1,3
	4	★		95	6,39	-	-	13,39	-	1,2
22	4		★	100	13,98	7,09	1,63	22,91	7,1	2,0
25	1	★		100	19,65	-	-	24,20	-	4,8
	2	★		100	18,37	-	-	24,97	-	2,9
	3	★		100	15,26	-	-	24,62	-	1,7
	4		★	100	17,98	6,37	0,28	24,83	1,1	2,8
56	3	★		95	10,74	7,24	1,89	19,93	9,0	1,5
	4	★		98	12,28	7,58	2,00	21,94	8,9	1,6
58	3		★	100	8,12	5,89	2,99	17,14	17,5	1,4
	4		★	100	5,09	-	-	13,80	-	0,9
60	1	★		100	13,64	-	-	22,87	-	1,6
	2	★		100	13,50	-	-	23,07	-	1,7
	3	★		100	11,65	-	-	23,01	-	1,4
	4	★		100	12,45	-	-	23,46	-	1,5
81	3	★		100	16,19	-	-	22,00	-	2,9
	4	★		100	15,02	-	-	21,00	-	2,7
92	1	★		80	11,17	-	-	15,39	-	2,9
	2	★		95	14,23	-	-	20,82	-	2,5
	3		★	95	13,67	5,60	1,58	20,80	7,2	2,4
	4		★	100	15,05	5,17	2,49	22,79	10,9	2,9
93	2	★		95	12,05	-	-	15,81	-	3,3
	3	★		100	12,49	-	-	16,48	-	3,2
	4	★		100	10,63	-	-	15,04	-	2,4
97	2		★	85	4,29	2,76	1,68	9,09	15,7	1,6
	3		★	95	6,13	3,54	2,75	12,52	20,8	1,7
105	2	★		95	8,55	-	-	14,36	-	1,8
	3	★		95	8,23	-	-	14,46	-	1,5
	4	★		95	7,08	-	-	12,74	-	1,6
133	3	★		100	10,93	-	-	13,46	-	4,6
	4	★		100	12,91	-	-	15,03	-	6,5
134	2		★	100	9,23	7,81	3,37	20,54	16,4	1,2
	3		★	100	9,95	7,18	4,21	21,47	19,6	1,4
	4		★	100	15,82	8,04	4,64	24,64	18,8	2,0
135	1		★	90	5,36	4,63	0,66	11,08	5,4	1,2
	2		★	90	5,93	4,92	2,39	13,20	16,2	1,2
	3		★	100	5,64	5,92	1,23	12,87	9,5	1,0
	4		★	100	5,67	6,92	1,33	13,99	9,5	0,8
150	4		★	90	8,19	6,65	0,10	14,50	0,6	1,2



## A N N E X E III :

### MÉTHODES DE LABORATOIRE UTILISÉES

Humidité à 105°C

Analyse mécanique : Destruction de la matière organique par l'eau oxygénée.  
Dispersion par agitation avec du pyrophosphate de sodium.  
Séparation des argile et limon fin par sédimentation.  
Séparation des sables par tamisage.

pH : dans l'eau et KCl (rapport 1/2,5).

Carbone et calcaire par calcination à 1000° et mesure au "carmhographe".  
(Le CO<sub>2</sub> est dosé dans une cellule conductimétrique).

Matière organique % de carbone x 1,724.

Azote Méthode Kjeldahl ; dosage par colorimétrie à l'auto-analyseur.

Bases échangeables : Percolation à l'acétate d'ammonium Ca et Mg par absorption atomique K et Na par spectrophotométrie d'émission de flamme.

Capacité d'échange : Percolation au chlorure de calcium et lavage au nitrate de potassium.  
Dosage : complexométrie et chlorométrie.

Extraits au 1,5 : - Ca et Mg par complexométrie à l'E.D.T.A.  
- K et Na par spectrophotométrie d'émission de flamme  
- Chlorure au chloromètre  
- Sulfate par gravimétrie.

Phosphore total : Attaque nitrique - Dosage à l'auto-analyseur du phosphomolybdate réduit.

Phosphore assimilable : Méthode Olsen et dosage comme ci-dessus.

Perméabilité : Méthode Henin par percolation sur colonne.

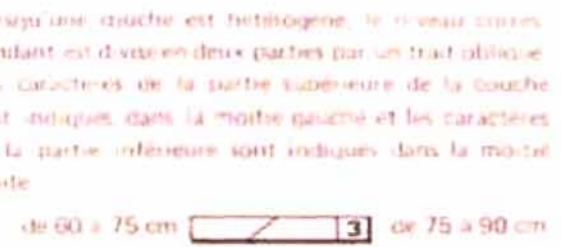
Densité apparente : Méthode de densité de mottes. Pesée de la motte et détermination de son volume par poussée d'Archimède.



REPRESENTATION DES FACTEURS

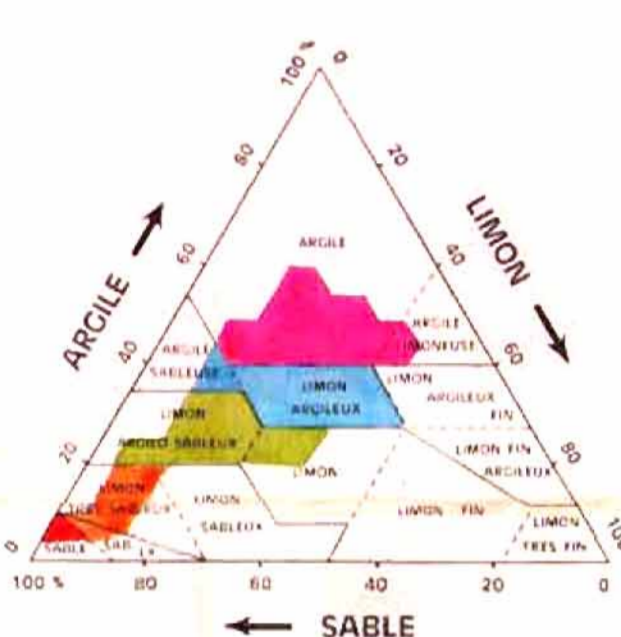
En SURFACE : de 0 à 30 cm
Les facteurs externes sont représentés dans l'unité cartographique.
Les facteurs de la couche 0-30 cm sont résumés dans l'unité cartographique et répétés en marge de la carte au niveau numéro 1 de la cartouche.

En PROFONDEUR : de 30 à 150 cm
Les caractères de profondeur sont représentés dans les cartouches situés en marge de la carte et dans l'unité cartographique par un numéro.

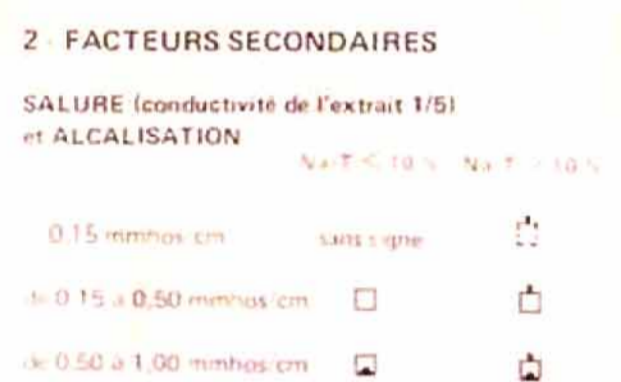


1 FACTEURS PRINCIPAUX
TEXTURE
La couleur représentant la texture des différentes couches correspond à celle indiquée sur le triangle des textures. Les domaines colorés sur ce plan-ci sont ceux dans lesquels se situent les textures.

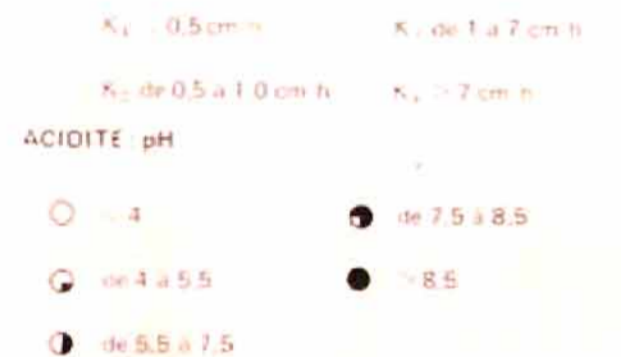
Si la couche 0-30 cm comprend un niveau superficiel de texture différente, celle-ci est représentée par une lettre majuscule correspondant aux textures superficielles: 1. fine, 2. moyenne.



2 FACTEURS SECONDAIRES
SALURE (conductivité de l'extrait 1/5) et ALCALISATION



PERMEABILITE (K en cm/heure)



INDICE DE PLASTICITE



GALCAIRE TOTAL



HORIZON TRES COMPACT

CONCRETIONS FERRUGINEUSES

3 FACTEURS EXTERNES

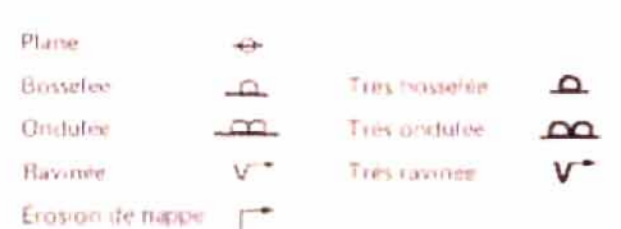
SUBMERSION TEMPORAIRE

DEBRIS DE CUIRASSE

OCCUPATION DU SOL



MORPHOLOGIE LOCALE

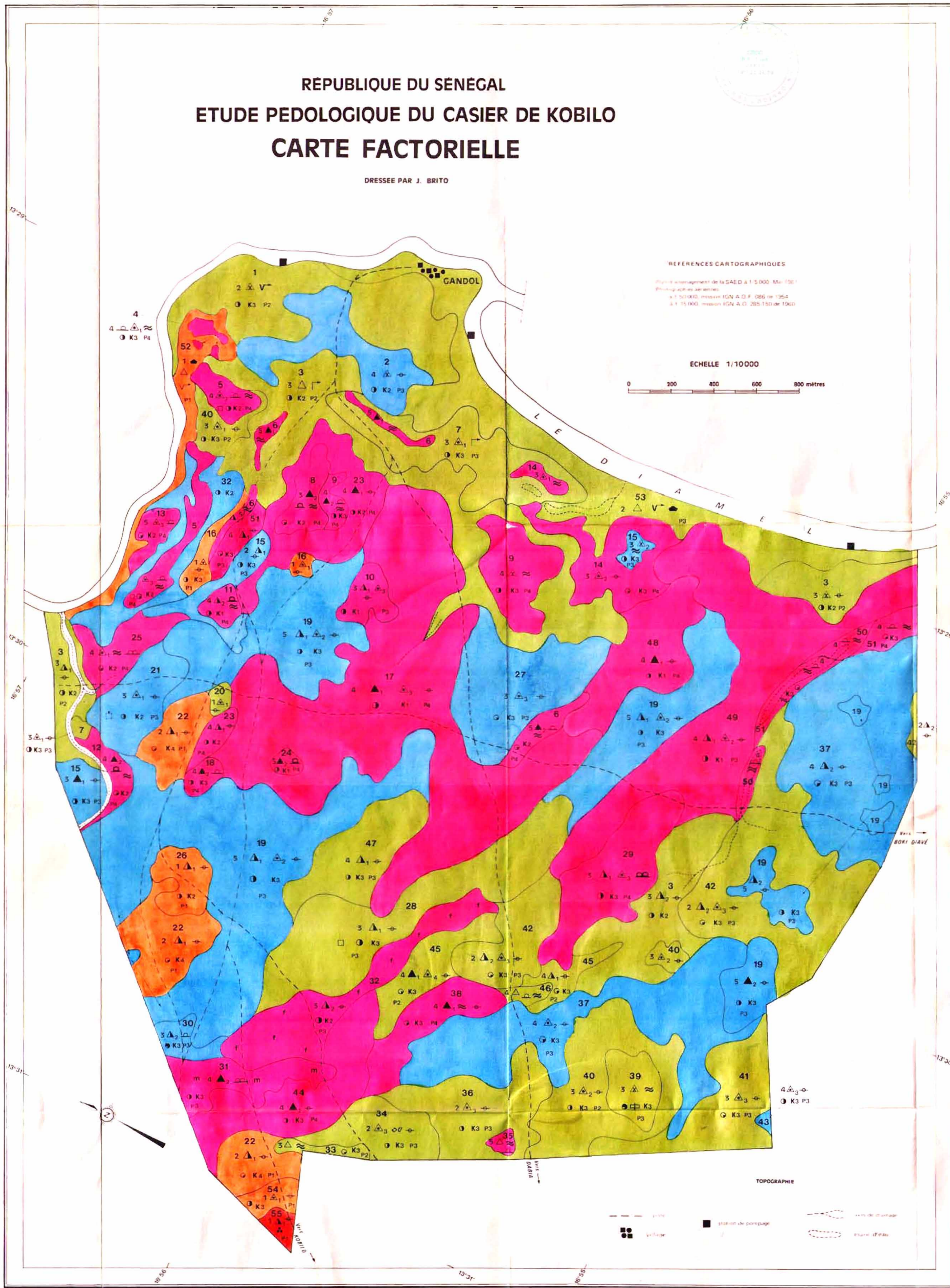


4 NIVEAU DE FERTILITE



REPUBLIQUE DU SENEGAL
ETUDE PEDOLOGIQUE DU CASIER DE KOBILU
CARTE FACTORIELLE

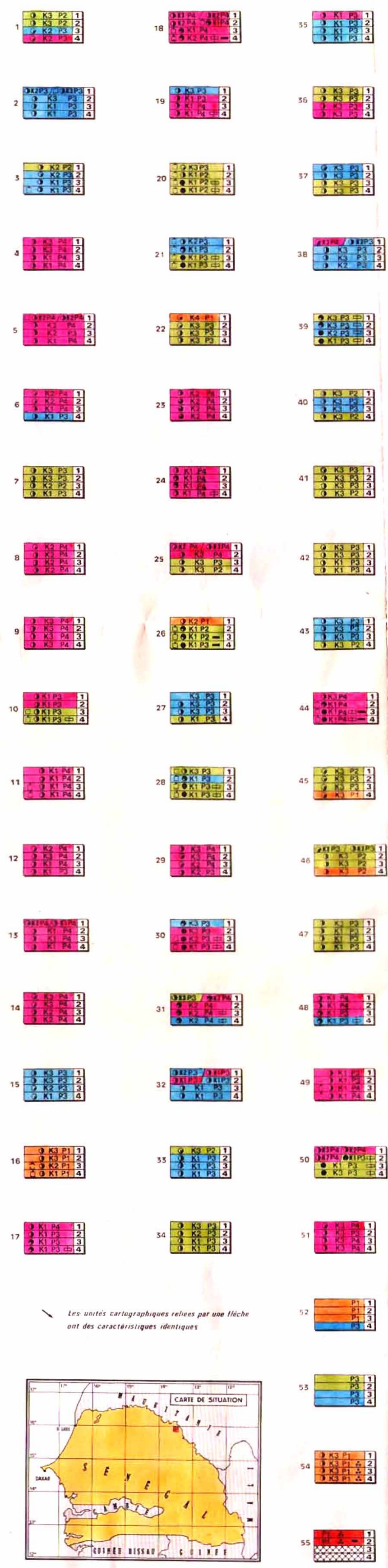
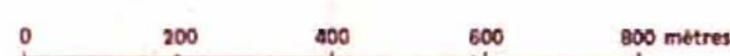
DRESSEE PAR J. BRITO



REFERENCES CARTOGRAPHIQUES

Plan d'aménagement de la SAED à 1:5000, Mai 1961
Plan d'aménagement agricole
à 1:50000, mission IGN, A.D.F. 386 de 1954
à 1:15000, mission IGN, A.D.F. 385-150 de 1960

ECHELLE 1/10000



Les unités cartographiques reliées par une flèche ont des caractéristiques identiques

