

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

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

SECTION DE PÉDOLOGIE

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE
de la
ZONE LOKA-KABIA

E. GUICHARD

1960

PUBLICATION N°

41

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

SECTION PEDOLOGIE

E TUDE P EDOLOGIQUE

DE LA ZONE LOKA - KABIA

- TABLE DES MATIERES -

=====

	<u>PAGES</u>
- GENERALITES.	3
- LES SOLS.	16
- LES SOLS BEIGES SABLEUX.	20
- LES ARGILES A NODULES CALCAIRES.	27
- LES LIMONS.	37
- SERIE D'AMBASGLAO.	45
- LES SOLS A ALCALIS.	49
- COUVERTURES - HORIZONS SOUS COUVERTURES.	53
- PERMEABILITE PORCHET.	59
- RESISTANCE DU SOL A LA PENETRATION.	71
- STABILITE STRUCTURALE.	76
- CONCLUSION.	82
- METHODES D'ANALYSES.	85
- BIBLIOGRAPHIE.	86
- TABLEAUX D'ANALYSES.	87.....104

- GENERALITES -
=====

L'étude de la Zone LOKA-KABIA fait suite à celle d'ERE-LOKA. Elle a été entreprise à la demande des Services de l'Agriculture et du Génie Rural du Tchad, après création d'une convention entre le Gouvernement du Tchad et l'ORSTOM.

Elle s'inscrit à l'intérieur d'une étude plus générale au 1/200.000e réalisée autrefois par la Commission LOGONE-TCHAD.

Au stade de détail, il faut relever en outre une enquête agricole dans la Zone des LED (ERE-LOKA), les rapports agricoles des sous-secteurs, le levé topographique au 1/50.000e de la Satet et les mesures hydrologiques de l'ORSTOM-Génie Rural.

De plus, le Génie Rural a fait exécuter la couverture photographique aérienne au 1/20.000e et il apparaît de plus en plus clairement que son utilisation est fondamentale pour la pédologie. Mais il faut que l'échelle de la photographie soit fixée en fonction de celle de la cartographie : par exemple, 1/20.000e pour une carte au 1/50.000e.

D'une manière générale, le choix de l'échelle cartographique semble devoir être fixé comme suit : reconnaissance générale au 1/200.000e; avant-projet au 1/50.000e; implantation à grande échelle (1/2.000e, 1/5.000e ou 1/10.000e). Aussi le 1/20.000e d'ERE-LOKA n'a pas été réédité cette année, un 1/50.000e assez détaillé étant suffisant à ce stade des études.

Nous avons réemployé les mêmes principes de représentation cartographique que dans la carte précédente. Mais nous avons introduit quelques variantes :

Nous distinguons deux catégories dans la série des argiles à nodules calcaires; les argiles peu effondrées, pour lesquelles les trous sont comblés par un colluvionnement local d'argile, de limon et de matière organique et où la surface du sol est presque plane; à BOUMO nous avons installé des parcelles d'observations de riziculture sur ce type de sol.

.../...

Les argiles très effondrées ou effondrées, ayant parfois une couverture sableuse, mais sans rapport avec le remplissage des creux. Les argiles effondrées sont plus typiquement des sols microérodés.

En dehors de quelques zones hétérogènes, nous avons employé la teinte unique pour la représentation des limons; ceci afin de faire ressortir l'homogénéité, en particulier sur la rive gauche de la LOKA.

Il nous a paru intéressant de dessiner un 1/100.000e de vocation des sols. Mais il est bon de noter que le choix des cultures en fonction du type de sol n'est pas impératif mais indicatif, l'expérimentation devant finalement décider du choix des cultures et de leur optimum de rendement.

En outre, intervient un facteur important, limitant le plus souvent, qui est l'inondation. Il est donc nécessaire d'exploiter cette esquisse à l'aide des documents hydrologiques.

Nous avons repris un 1/100.000e de densité de végétation qui fait ressortir certains détails intéressants; par exemple un couvert arbustif relativement important sur des argiles à nodules calcaires peu effondrées.

SITUATION.-

La zone LOKA-KABIA se trouve sur les cartes I.G.N. 1/100.000e GOUNOU-GAYA et FIANGA; à l'intérieur des villages BORGOSANGA, KAORAN, LEO M'BASSA, GOUNOU-GAYA, DJARAO-BORO. Elle couvre 49.000 ha. Elle prolonge vers le N.-O., la zone ERE-LOKA.

DESCRIPTION SCHEMATIQUE.-

Le schéma suivant est valable au point de vue physique, géologique, pédologique, hydrologique.

- 1 - une masse sableuse au Nord (SITTA, KAORAN) entaillée de dépressions intérieures.
- 2 - une masse sableuse au Sud (DJARAO), en prolongement des sables de KELO, entaillée de dépressions intérieures (BORO-BAYE, GOND).
- 3 - la grande dépression de capture au centre.
- 4 - au Sud-Ouest, la KABIA.

La dépression de capture se divise elle-même en quatre parties, du Nord au Sud :

- a) des argiles à nodules relativement boisées et moins inondées.
- b) une petite dépression en prolongement du HORGUINA.
- c) une ligne de buttes.
- d) la grande dépression de capture drainée en son centre par la LOKA.

TOPOGRAPHIE.-

Un profil en travers dans la dépression de capture met en relief le schéma précédent.

La terrasse d'argile à nodules au Nord de HORGUINA, presque inexistante dans ERE-LOKA, prend ici une grande extension; elle est drainée à hauteur de GUENE par un chenal qui se jette dans la LOKA.

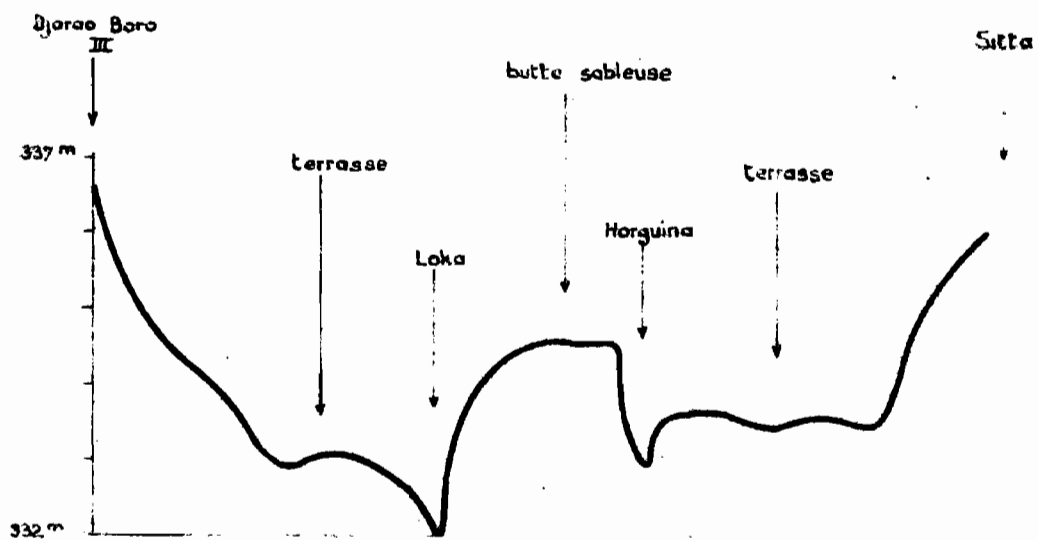
Entre KALAPA et SAHOURA la ligne de buttes est interrompue par un chenal qui se dirige normalement à la LOKA.

Les buttes de GALE et KOUFOU sont surélevées de 2 à 3 m. au-dessus des sables.

Sur la route, le dénivelé entre le haut de la butte de sable de DJARAO-BORO III et le début des argiles (direction DJIDI-BAGAYE) est de 2 m.

Au croisement de la route DJARAO-BORO III - DJIDI-BAGAYE et la LOKA le dénivelé entre le fond du lit de la LOKA et le rebord de la terrasse des argiles à nodules (Borne IGN XXI) est d'environ 2 m.

Profil en travers dans la grande
Dépression de Capture



Echelle des longueurs 1/100.000

CRT 6166

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°

LE: 17-11-60

DES: L. TRENOU

VISA:

TUBE N°

P

HYDROGRAPHIE.-

Les plaines sont drainées par deux rivières :

La LOKA, dont le tracé est bien marqué depuis le Lac BORO et la KABIA. Elles confluent à l'Ouest de BORGOSANGA. Le Lac BORO contient de l'eau pendant toute la saison sèche; il en est de même pour un certain nombre de mares dans le lit de la LOKA, de la KABIA et pour une mare au N-O. de DJARAO-BORO III.

HYDROLOGIE.-

D'après les renseignements obtenus des populations, qui ne sont qu'estimatifs et variables d'une année sur l'autre, les sables sur la route sont inondés jusqu'à mi-chemin entre KOUFOU et SITTA, où n'émergent que les buttes de KAORAN, GALE et KOUFOU.

Sur la route Nord de SITTA, au prélèvement n° 16, champ de riz avec 30 cm d'eau (cuvettes intérieures).

Sur la route de SITTA à DJIDI-BAGAYE, l'inondation commence vers la fin des sables; au trou n° 2 sur argiles à nodules, peu boisées, 70 cm d'eau. A la borne IGN XXI, (trou n° 31) 1,5 m. d'eau au-dessus de la terrasse, soit 3,5 m. au-dessus du fond du lit de la LOKA. Dans le milieu de la dépression HORGUINA au n° 24, 60 cm d'eau. Sur les limons de la rive gauche de la LOKA (n° 35 et 36) 70 cm à 1 m. d'eau. Dans les dépressions intérieures au Sud de BORO-BAYE, 30 à 40 cm d'eau environ.

La circulation des eaux se fait par la LOKA et la dépression HORGUINA avec écoulement partiel par des chenaux secondaires. Les cuvettes intérieures sont alimentées par les pluies sans circulation apparente. Dans la dépression centrale, la crue débute environ début Septembre, maximum début Octobre, et se termine début Novembre.

Le facteur eau est le plus souvent le facteur limitant, en ce qui concerne les cultures et le développement de la végétation : il sélectionne arbres, arbustes et graminées et leur densité de population; il est défavorable au riz et au coton par manque ou excès.

PLUVIOMETRIE.-

Elle est hétérogène d'une année sur l'autre et d'un point à un autre. La moyenne sur 8 ans à KELO, LAI, GOUNOU-GAYA est de l'ordre de 1.050 mm.

L'année 1959 est plus abondante à GOUNOU-GAYA qu'à KELO et LAI. L'année 1960 est plus humide que 1959 d'une manière générale dans le Sud TCHAD.

La pluviométrie de GOUNOU-GAYA est en principe plus représentative de la zone LOKA-KABIA, que KELO et LAI.

La saison des pluies débute en Avril-Mai, avec maximum en Juillet-Août-Septembre; fin des pluies en Octobre.

NAPPE PHREATIQUE.-

Une mesure sommaire de débit de puits réalisée au campement de SITTA donne, pour un rabattement de nappe de 27 cm, un débit maximum à cette profondeur d'environ 100 l/heure. Le puits mesure 50 cm de diamètre et se remplit sur une hauteur de 27 cm en 1 h 35, soit un volume d'eau d'environ 53 litres. La mesure ne nous permet pas d'établir la courbe du débit en fonction de la profondeur de la nappe mais donne un ordre de grandeur indiquant un débit faible. C'est celui que l'on observe dans ce genre de puits situés dans les sables exondés où la nappe à l'équilibre est à SITTA à 2,7 m.; la granulométrie de la paroi filtrante, à ce niveau, étant la suivante :

Argile	25 %
Limon	3
Sable fin	23
Sable grossier	49

Les puits en ciment sur la route BORGO-SANGA-SITTA sont plus profonds et la nappe plus abondante :

BORGO-SANGA	15 m. environ
GUENE I) 7 à 9 m.
GUENE II	

.../...

- PLUVIOMETRIE KELO, LAI, GOUNOU-GAYA -

=====

1959 - 1960

=====

	1959			1960		
	KELO	LAI	GOUNOU-GAYA	KELO	LAI	GOUNOU-GAYA
J	0	0	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	0
M	5	2,8	1,5	0	0	0
A	62	25,7	14,1	70,3	127	58,6
M	98,6	77	109	70	64,3	12,4
J	122,4	76,4	218,8	175	109,8	203,1
J	163,1	177,5	97,2	387,4	338,6	203,5
A	260,8	300,4	389	290,3	216,2	302
S	270,8	272,9	370,7	369,2	214,2	227,8
O	32,3	6,6	0	30,5	49,5	61
N	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0
T	1035	939,3	1201,3	1400,7	1119,6	1068,4

A DJARAO-BORO III, puits creusé par les habitants sur le sommet de la butte, nappe à 4 m., plus abondante qu'à SITTA.

Au trou n° 2, dans les argiles à nodules calcaires, la série s'arrête environ à 4,5 m.; au-dessous, le sol est argilo-sableux à sablo-argileux. On commence à voir apparaître l'eau à 4,5 m. qui remonte dans le trou de sonde de 75 cm en 15 minutes, etc... Les fentes de retrait descendent jusqu'à 1,7 m. et au-dessous l'argile est légèrement humide; début des taches d'oxydo-réduction à partir de 2,3 m.

Au trou n° 53, dans des argiles à nodules peu argileuses, à 300 m. au Nord de la fin des sables, la nappe apparaît à 3,8 m.

En résumé, nappe de surface dans les argiles et les sables vers 3 à 4 m.; nappe plus abondante dans les sables de 7 à 15 m.

VEGETATION.-

On distingue les végétations : graminéenne, à dominance arbustive et arbustive à tendance soudanienne.

La prairie graminéenne est installée dans la grande dépression de capture où la hauteur d'eau d'inondation est importante. Cependant on la retrouve aussi avec quelques arbustes sur les sables à l'Est de KOUFOU et vers GONO.

Lorsque la hauteur d'eau d'inondation est moins importante, la végétation arbustive peut prendre pied et la densité du couvert végétal est en relation d'une part avec cette hauteur d'eau, d'autre part avec le défrichement nécessaire à la culture.

Dans les sables exondés, où l'engorgement temporaire est négligeable, la densité arbustive est en relation avec le défrichement. La végétation est donc fonction de trois facteurs : eau (inondation, engorgement, rétention), sol, action humaine.

.../...

Voici quelques exemples d'associations végétales :

Dans la dépression de la LOKA, graminées détruites par les feux en saison sèche, pas d'arbres.

Sur les sables, en partie inondés, vers GALE, analogue avec quelques Ficus sur termitières.

Au trou n° 5, végétation assez dense sur argiles à nodules peu effondrées, inondation faible (30-40 cm) : Bauhinia reticulata, Combretum, Terminalia macroptera, Entada africana, Gardenia.

Sur des sols plats, peu inondés, Terminalia macroptera plus ou moins denses, souvent en peuplements exclusifs.

Dans les nagas au Nord de la route SITTA-KADRAN, on trouve des complexes arbustifs liés aux complexes de sol; dans les parties planes avec couverture fine, peu inondées, Terminalia macroptera et Combretum; sur des petites buttes avec couverture de sable et horizon inférieur compact, arbustes denses : Lanea humilis, Hyphaene thebaïca en repousses, Sterculia setigera, Entada africana, Bauhinia reticulata, Balanites aegyptiaca, Combretum, Asparagus; cette formation dense est répartie en flots au milieu des Terminalia et Combretum peu nombreux. Au Nord de ZEBE, et au prélèvement n° 20 par exemple, les Terminalia cèdent la place dans les parties planes aux Graminées et sur les "buttettes", fondamentalement demeurent les repousses d'Hyphaene, avec Annona senegalensis, etc.

Sur la photo aérienne ce faciès a l'apparence d'un tacheté gris et blanc où l'on reconnaît le rond gris de la végétation des buttettes, entouré du blanc des nagas voisinant avec le gris des parties planes à graminées. Cette association existait déjà sur ERE-LOKA, au prélèvement n° 5 vers LEO-M'BAYA, mais sans naga : flots d'arbustes au milieu d'espaces découverts.

Au Sud-Est de ES, la formation sur naga est analogue avec Tamarindus indica, etc., mais plus dense qu'au Nord; même type de formation en flots, au prélèvement n° 52.

.../...

A l'Est de KOBE, végétation dense avec Acacia seyal, Combretum, Lannea humilis, Bauhinia reticulata.

Acacia seyal également sur les argiles à nodules peu effondrées à l'Est de GONO.

Sur des sables peu inondés au Nord de DJARAO-BORO III, Prosopis africana, Parkia, Bauhinia reticulata, Annona senegalensis, Terminalia avicennioides.

Sur les sables exondés vers BORGEO-SANGA, végétation à tendance soudanienne où les grands arbres demeurent mais les arbustes sont détruits périodiquement par les défrichements : Sclerocarya birrea, Sterculia setigera, Ficus, Prosopis africana, Parkia filicoidea, Tamarindus indica et Guiera senegalensis, Terminalia avicennioides, Bauhinia reticulata, Ziziphus, Cissus quadrangularis.

GEOLOGIE.-

On distingue les séries suivantes :

1 - Série des sables de KELO au Sud, vers GOUNOU-GAYA, BAYDOU; la limite vers le Nord est imprécise.

2 - Série des argiles à nodules calcaires : série alluviale fine ancienne qui couvre la dépression de capture mais existe également dans les cuvettes intérieures de GONO, DJARAO, LARA au Sud et BALA, YANTOKA au Nord. Dans la vallée de la KABIA les argiles existent en profondeur (profil n° 51).

L'épaisseur des argiles à nodules a été mesurée en 3 points :

Profil n°	7	-	2,35 m.	sous couverture sableuse
"	2	-	4,5 m.	de 15 cm.
"	31	-	3 m.	

3 - Série sableuse récente :

a) au Sud, DJARAO, KOBE, KOULGOUSSE, GONO, KASSINGAO.

.../...

b) au milieu, l'alignement sableux de DJIDI-BAGAYE à DIMA, etc.

c) au Nord, BORGO-SANGA à KAORAN.

On a recueilli des graviers de feldspath dans les rejets de puits de GUENE et de DJIDI-BAGAYE.

Dans les cuvettes, les horizons inférieurs présentent souvent un recouvrement de sables grossiers (vers GONO et au N. YANTOKA).

4 - Série alluviale récente, ou série d'Ambasglao, très argileuse (60 à 80 %) dans la vallée de la KABIA seulement et ses indentations (profil 45).

5 - Série limoneuse récente :

Horizon supérieur gris.

Horizon inférieur jaunâtre.

Rive gauche de la LOKA, LARA, KASSINGAO, KABIA.

Les argiles à nodules calcaires présentent parfois un faciès moins argileux, type profil n° 53.

Dans la KABIA, profil n° 51 : série d'Ambasglao sur argiles à nodules.

Profil n° 49, en bordure de la KABIA sur bourrelet, 2^e horizon limoneux intercalé entre 2 horizons d'Ambasglao. La série d'Ambasglao pouvant alors apparaître comme contemporaine de la série limoneuse, les argiles se déposant dans les cuvettes et les limons sur les bourrelets.

Dessous les argiles à nodules, horizons argilo-sableux à sablo-argileux à sables grossiers, contenant la nappe.

POPULATION.-

La population est de race Massa.

Elle est concentrée en villages sur les buttes sableuses, laissant vides les zones inondées. On remarque trois lignes de villages :

1^o - BORGOSANGA, SITTA, KAORAN.

2^o - DJIDI-BAGAYE, SAHOURA, DIMA.

3^o - DJARAO-BORO III, BORO-BAYE, KOBE.

Au Sud, les villages sont épars mais peu nombreux : DJARAO-BORO I, GOLO, GONO, etc.

Les chefs de cantons sont installés à DJARAO-BORO III et à ZEBE (nom du chef), village de KAORAN déplacé vers l'Ouest.

AGRONOMIE.-

a) Le coton - Il est cultivé sur les sols sableux. Les rendements sont faibles et varient de 50 à 300 kg/ha suivant les années. En année de crue et de fortes pluies, les champs sont inondés et la récolte est nulle. A part la région de BORGOSANGA et de GOUNOU-GAYA, c'est une zone limite pour le coton.

b) Le riz - Se cultive moins que dans la région d'ERE et de MARBA-GOGOR. Les cultivateurs ayant quelques espoirs dans le coton se lancent peu dans le riz. Son prix par rapport au mil est également un obstacle à sa commercialisation. Cependant les surfaces pourraient être étendues par de petits aménagements régularisant l'inondation. Le riz et le coton obéissent à un mouvement antagoniste en fonction de l'eau : à la suite d'une mauvaise récolte de coton, due à une trop forte inondation, on essaye le riz l'année suivante, qui sera malheureusement trop sèche pour une bonne récolte. D'après les documents des agents de propagande, la surface cultivée en riz dans les DJARAO est de 260 ha.

Nous avons observé par ailleurs des champs de cultures au pied Nord de la butte de DJIDI-BAGAYE, en bordure de l'inondation; au pied Sud des sables de SITTA; sur la route Nord de SITTA à 1 km du campement; vers KOUFOU, GALE, KAORAN, etc.

c) Revenu - Le revenu obtenu avec la culture du riz est généralement le double de celui obtenu avec le coton. Dans la région LOKA-KABIA, il est supérieur au double par suite des faibles rendements de coton.

Un actif cultive environ 1/2 ha de coton avec un rendement de 150 kg/ha et commercialisé à 26 fr. le kg., soit un revenu de 2.000 fr.

Pour le riz, s'il cultivait aussi 1/2 ha avec un rendement de 1.000 kg et commercialisant à 12 fr. le kg., il gagnerait 6.000 fr. En réalité tout le riz n'est pas commercialisé, et les rendements varient d'une année à l'autre.

Il est cependant plus intéressant de cultiver du riz que du coton. Son extension est freinée par l'inorganisation du marché d'achat, les inégalités interannuelles et la préférence réservée au mil.

d) Autres cultures - Le kédéanga (mil de couleur rouge) est cultivé sur sols sableux exondés et faiblement inondés. Il est pratiqué sur billons et constitue la base de l'alimentation mil. Il est semé en Juin, quand les premières pluies sont bien installées.

Sur les sols exondés des villages, sont cultivés : gadéna (mil rouge), déouada, saïda (doukoum en arabe, petit mil), l'arachide, pois de terre (sovieanga) et divers : cousida (concombre sur sols peu inondés), guina (karkandji en arabe), tagalaona (sésame). Sur les sols légers peu inondés, dana (eleusine) et poroka (mil repiqué).

DIVISION ADMINISTRATIVE.-

La LOKA sert de limite à deux sous-préfectures : au Nord, celle de FIANGA, préfecture BONGOR (Mayo-Kebbi); au Sud, celle de GOUNOU-GAYA, préfecture MOUNDOU (Logone).

- LES SOLS -
=====

Les sols de la zone LOKA-KABIA sont analogues à ceux d'ERE-LOKA. Nous n'avons pas noté l'apparition de types nouveaux. Par contre, les buttes témoins de sables rouges de KELO et les sols argileux n'existent pas ici. La répartition schématique des sols est la même que dans ERE-LOKA.

Les sables du Nord et du Sud occupent une place importante mais contiennent des cuvettes intérieures ayant subi des alluvionnements plus récents et parfois des recouvrements sableux.

Les argiles à nodules calcaires dominent dans la dépression de capture; leur granulométrie est plus riche en argile dont le taux s'élève souvent à 50 %, mais leurs qualités physiques et pédologiques sont analogues à des argiles plus grossières. Dans la dépression HORGUINA, elles alternent avec des limons et des sables; et au Nord de celle-ci, alors que les argiles ne formaient qu'une mince bande de bordure dans ERE-LOKA, elles s'élargissent dans LOKA-KABIA et occupent la moitié de la surface des argiles homogènes.

Par ailleurs, elles sont en alternance avec d'autres sédiments, et peu effondrées.

La ligne de butte de DJIDI-BAGAYE-SAHOURA prolonge celle de MINI-MOLLOM-M'BELE. Nous avons vu que cette dorsale était brisée à hauteur d'ERE probablement sous l'action des eaux issues du confluent TANDJILE-LOGONE et se dirigeant vers le S.O. ne laissant subsister que des buttes témoins; de même au niveau de DJIDI-BAGAYE la butte a été entaillée par la LOKA dont les eaux vont rejoindre la KABIA.

Les sols cartographiés en violet sont apparentés aux argiles à nodules mais en général ils sont surmontés d'une couverture qui masque les caractères pédologiques de celles-ci; de plus la granulométrie est souvent plus grossière; ils sont peut-être un produit de remaniement des argiles ou un matériau déposé dans une zone soumise à une plus grande turbulence.

Les limons sont assez remarquables par leur homogénéité, en particulier sur la rive gauche de la LOKA. C'est là un limon sableux, pulvérulent. Nous n'avons pas représenté ici les horizons inférieurs qui sont très rarement extrapolables et souvent très variables; sauf au Nord du Lac BORO : limon sur argiles à nodules. Les limons plus argileux sont relativement peu importants. Dans le lit majeur de la KABIA, les limons sableux se trouvent sur les bourrelets et les limons plus argileux dans les creux. Une particularité de cette dépression, c'est la stratification des limons alternant aussi avec des argiles.

Il est intéressant de noter la réapparition de la série argileuse dite série d'Ambasglao que nous avons cartographiée au voisinage de la TANDJILE. Cette série se retrouve dans la KABIA. On ne la trouve pas dans la dépression de capture. On peut donc présumer que c'est un alluvionnement propre à la TANDJILE et à la KABIA et que ces deux rivières ont des caractères communs. Cet alluvionnement est cependant de faible puissance car il couvre une petite surface et au voisinage de la TANDJILE il se dégrade rapidement pour donner les sols argileux (couleur jaune ERE-LOKA).

Les nagas sont assez importantes mais le plus souvent en alternance avec d'autres sols. Elles sont réparties dissymétriquement sur les deux bordures de la dépression de capture : il n'y en a pas sur la bordure Nord, mais elles existent sur la bordure Sud. Leur caractère fondamental de terrain est leur compacité, liée à une teneur élevée en sodium échangeable.

Cependant, des sols n'ayant pas l'apparence de naga sont parfois également compacts. Par exemple au profil n° 57, dans une zone fortement inondée, sous une couverture de limon sableux à partir de 60 cm de profondeur, les horizons sont extrêmement compacts; ceci est lié aussi à une teneur élevée en sodium. LEPOUTRE et BOUTEYRE ont noté également sur le Casier A des argiles à nodules inondées présentant le caractère de sol à alcali.

SUPERFICIES.-

Les chiffres des surfaces ont été obtenus en planimétrant la carte au 1/50.000e

La surface totale cartographiée représente 49.000 ha.

La zone de capture, comprise entre les 2 masses sableuses du Nord et du Sud, représente 16.000 ha.

Les limons -

La grande zone de limon sableux au Sud de la LOKA, couvre 1.800 ha. Il faut y ajouter quelques taches à l'Ouest, soit 250 ha.

Au Nord du Lac BORO, limon sur argile à nodules calcaires, soit 230 ha.

Le reste représente 1.400 ha environ (KABIA, KASSINGAO, LARA).

Les zones où le limon est en alternance avec d'autres types de sol, n'ont pas été planimétrées (dépression HORGUINA, BORO-BAYE).

Les argiles à nodules calcaires -

effondrées de la zone de capture.

- Au Nord de la dépression HORGUINA (1) - 1.900 ha.
- Au Nord de la LOKA, grande zone homogène - 2.400ha.
- Au Sud de la LOKA, des taches isolées - 920 ha.

.../...

(1) - La dépression HORGUINA est hachurée vert et bleu au Nord de DJIDI-BAGAYE-DINA sur la carte 1/50.000e.

peu effondrées.

- Au Nord de HORGUINA (zone de capture) - 2.300 ha.
- Au Sud de HORGUINA - 1.300 ha, dont 800 ha d'un seul tenant au Sud de DJIDI-BAGAYE. Les 500 autres, planimétrés aussi dans les cuvettes intérieures de la masse sableuse Sud.

Les zones où les argiles alternent avec d'autres sols n'ont pas été planimétrées.

Série d'Ambasqlao -

750 ha environ dans la vallée de la KABIA.

- LES SOLS BEIGES SABLEUX -
=====

Ils représentent une bonne partie des terres cartographiées. L'on peut distinguer :

1^o - Des sables exondés vers GOUNOU-GAYA et à l'Ouest de SITTA (cf. carte de végétation et de vocation des sols). Ils sont plus particulièrement reconnaissables par la végétation assez dense et de type soudanienne où résistent de grands arbres, Parkia, Tamarindus, Prosopis et Terminalia avicennioides.

Des buttes de village, qui s'érigent au-dessus de la pénéplaine avoisinante : DJARAO-BORO, SITTA, BAYDOU, GONO, etc. Profils 4, 6, 9, 47.

2^o - Des sables inondés vers DJARAO-BAYDOU, cuvette à riz; dans la dépression de capture, quelques taches au voisinage de la LOKA.

3^o - Les sables restants sont faiblement inondés. La circulation de l'eau en profondeur s'y fait mal et la nappe en saison des pluies remonte assez près de la surface. Profils 10, 18, 38.

Géologiquement, ils appartiennent le plus souvent à une série récente car l'on trouve dans les rejets de puits de nombreux feldspath et parfois assez gros.

OBSERVATIONS PEDOLOGIQUES.-

Les rejets de puits contiennent aussi très souvent de nombreux gravillons ferrugineux qui ont peut-être été formés à une époque où les variations d'oxydo-réduction étaient plus importantes. Ces gravillons ferrugineux se retrouvent bien souvent en surface des argiles à nodules calcaires en provenance des sables voisins ou transportés par les eaux d'inondation.

Pédologiquement les sables sont des sols peu compacts et faciles à creuser. Cependant si l'on observe une coupe desséchée au soleil, le peu d'argile contenue dans le profil a suffi à cimenter fortement le matériau qui devient alors très résistant à une action mécanique; cette résistance s'annule par réhumectation.

Les mesures de perméabilité en place montrent une circulation assez rapide de l'eau dans le profil sec, plus grande dans les sables suffisamment particulaires. Un certain taux de matière organique, une certaine compacité, un horizon inférieur plus argileux peuvent diminuer la perméabilité. Ce ne sont pas les sols les plus perméables de cette région.

Voici un profil de carrière, sec servant de puits n° 9 au campement de SITTA.

0-80 cm - horizon sableux, beige, sec. Compacité assez grande, due au profil desséché.

80-270 cm - horizon sablo-argileux, beige-blanchâtre avec taches rouilles moyennement nombreuses et vieilles. Concrétions ferrugineuses.

à 270 cm - matériau blanchâtre, sablo-argileux contenant la nappe...

Ce dernier se rencontre le plus souvent à hauteur de la nappe et on le retrouve dans les rejets des puits mélangés avec des graviers de feldspath et des concrétions. L'argile y est dispersée, et l'eau du puits, trouble. Sa granulométrie est variable, sableuse dans l'horizon 43, à argilo-sableuse à 30 % d'argile.

Dans un profil frais, l'horizon de surface est particulière et de couleur grise à noire si le profil est humide.

Les taches d'hydromorphie commencent vers 70 cm. dans les profils peu inondés (10 et 18). Elles représentent un premier stade d'oxydo-réduction dont le suivant est le concrétionnement.

Voici une description de profil de sable peu inondé au n° 38 au Nord du campement de DJARAD-BORO III, au voisinage de la route.

- 0 - 30 cm - horizon beige, sableux, un peu humifère, particulaire peu compact.
- 30-100 cm - horizon analogue au précédent. Pas de concrétions.
- 100-170 cm - horizon sableux, beige un peu blanchâtre, avec concrétions ferrugineuses moyennement nombreuses.
- 170-230 cm - horizon sablo-argileux, gris blanchâtre à taches ocres et concrétions ferrugineuses, compact, un peu humide.

Au profil n° 4, à DJIDI-BAGAYE, dans un puits, les concrétions ferrugineuses commencent vers 1 m., mais elles sont enrobées de $\text{CO}_3 \text{Ca}$, ce qui leur donne l'apparence de nodules calcaires.

ETUDE CHIMIQUE.-

La granulométrie est assez variable suivant les profils.

L'horizon supérieur est le plus souvent sableux à 5 % d'argile environ.

Le taux d'argile s'élève jusqu'à 25 % en profondeur.

Les sables grossiers sont la fraction dominante : en général 50 %, parfois 60 % (soit au Sud, soit sur la ligne de butte médiane).

Les limons sont négligeables.

Au profil n° 18, la richesse en argile s'élève jusqu'à 40 % à partir de 150 cm; c'est un matériau humide et pâteux qui se pénètre à la tarière, gris blanc à taches ocres. Il est de même nature que celui du fond des puits; il appartient à un alluvionnement différent des profils de sables beiges.

Le pH à l'eau est compris entre 5 et 7.

Les pH des horizons supérieurs exondés sont plus élevés que leurs homologues peu inondés.

Dans les deux cas, en général, le pH baisse vers la faible profondeur et se relève au-dessus de l'horizon de surface, à plus grande profondeur; ceci en relation en particulier avec le taux plus élevé en argile et en bases du complexe de cet horizon. Le pH à KCl N est inférieur au pH à l'eau mais la différence entre les deux n'est que de quelques dixièmes d'unités pH.

Capacité d'échange (T) (NH₄)

La capacité d'échange en milliéquivalents pour 100 grammes de terre peut-être considérée comme de l'ordre de 5 - 7 pour les horizons de surface et aux environs de 10 en profondeur dans les horizons sablo-argileux.

Cependant on note quelques particularités :

- L'horizon 182 est faible, car c'est un horizon particulière de sable lessivé.
- Entre 471 et 472 à même granulométrie, la différence correspond à la matière organique, relativement élevée en surface.

La comparaison avec les bases échangeables fait apparaître : en dehors du profil 4 saturé à 100 % (correspondant à un pH voisin de 7) un ~~déficit~~ déficit de saturation.

Le complexe est saturé de 20 à 40 % environ en surface et à 50 % environ en profondeur.

Les ions complémentaires sont les ions H⁺ responsables de l'acidité des horizons.

Bases échangeables.

C'est pratiquement toujours le calcium qui domine, suivi du magnésium; potassium et sodium sont en quantité négligeable (sodium souvent supérieur à potassium).

Au profil n° 4 le taux de calcium échangeable est élevé et atteint 25 meq à 150 cm. Cela correspond aux observations de calcarification sur les concrétions ferrugineuses.

Par ailleurs et grosso-modo nous avons :

2 meq de	Ca.
0,5 " de	Mg.
0,2 " de	K .
0,2 " de	Na

La somme des bases serait alors de 3 meq.

Matière organique.

Le taux de matière organique est relativement élevé pour des sols sableux, 1 à 1,5 %. Les profils exondés sembleraient être plus organiques. Mais ces valeurs de surface décroissent rapidement en profondeur, et l'on peut considérer une épaisseur de 20 cm, comme humifère, et possédant une bonne activité microbienne.

En profondeur, le taux de matière organique baisse de 0,5 à 0,2 %. Le taux d'azote est relativement élevé et il est difficile d'obtenir en surface même dans les profils exondés un C/N supérieur à 10. En profondeur le rapport C/N baisse à une valeur inférieure à 8. Les valeurs de la matière organique, de l'azote et du rapport C/N sont variables, on le sait, en fonction du temps. Elles évoluent d'une année à l'autre; elles sont différentes en saison sèche et en saison des pluies. Elles subissent des modifications suivant la culture et le travail du sol.

AGRONOMIE.-

D'après les renseignements et les observations que nous avons pu recueillir les sols beiges sont ceux qui supportent toute l'activité agronomique régionale; agronomie alimentaire par les mils, industrielle par le coton. A part quelques champs de riz sur sols différents, les autres sols ne sont presque pas utilisés.

.../...

Or les sols sableux, s'ils possèdent certaines qualités, facilité du travail du sol, exondaison favorable certaines années, ne sont pas riches chimiquement; ils ne reçoivent pas de fumure et les jachères sont écourtées par besoin de place. De plus la culture du coton est aléatoire car l'inondation et l'engorgement sont périodiques.

Aussi il serait bon de :

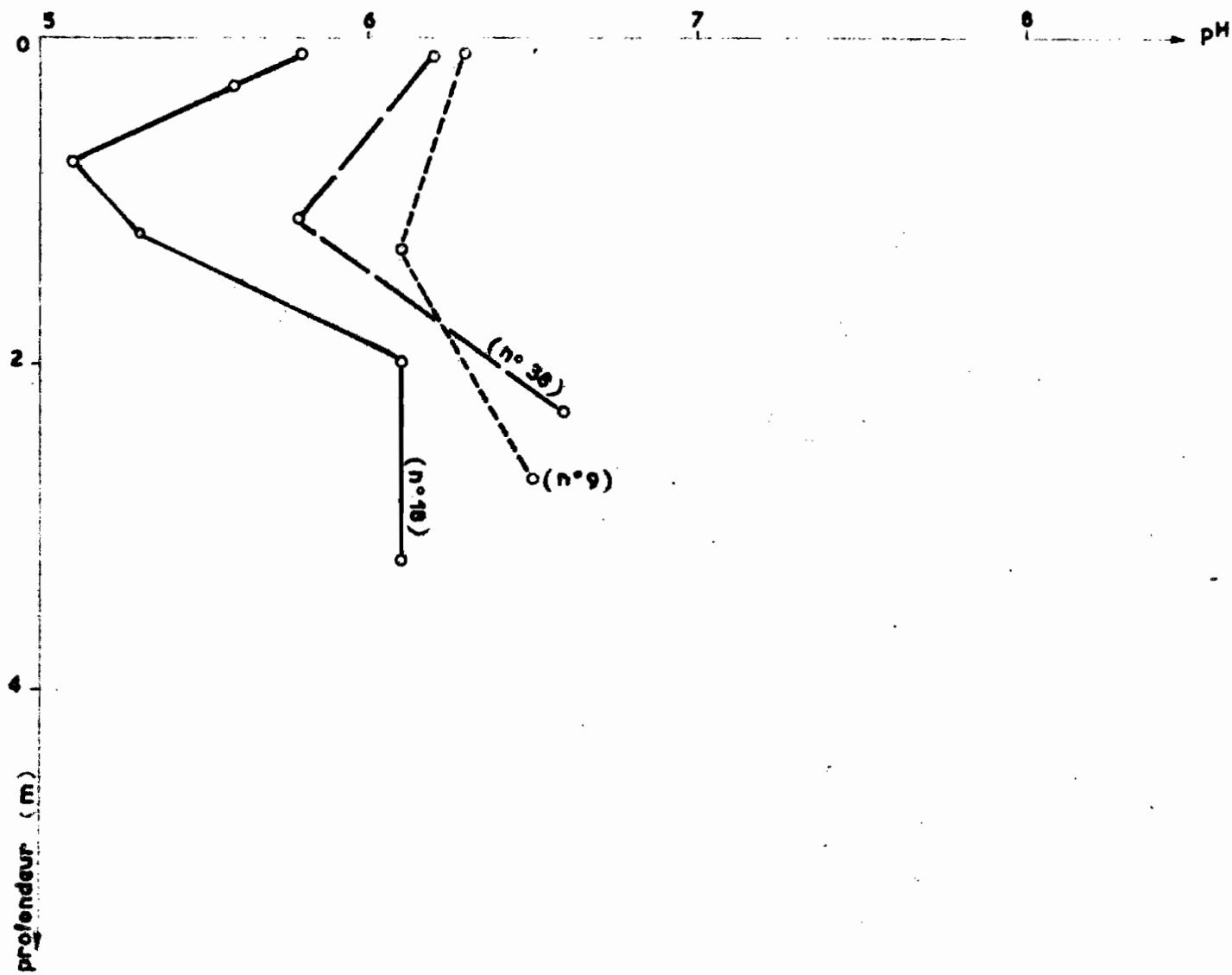
1^o - Localiser la culture du coton dans les seuls sols exondés cités dans la première partie du paragraphe 1 de ce chapitre, soit vers GOUNDOU-GAYA et à l'Ouest de SITTA; ce qui correspond à une surface négligeable.

2^o - Conserver les cultures traditionnelles sur les mêmes sols : Kédéanga, cultures de case, arachide.

3^o - Essayer d'expérimenter l'arachide "improved", de cycle court sur les sols peu inondés, soit sur les mêmes qui sont utilisés pour le kédéanga par exemple.

4^o - Reporter l'activité humaine sur les sols inondés.

Variations du pH (H₂O) avec la profondeur
 (Sols sableux et sables sur sablo-argileux à argilo-sableux)



CRT 6170

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°	LE 7 2 61	DES: L TRENOU	VISA:	TUBE N°	P
--------	-----------	---------------	-------	---------	---

- LES ARGILES A NODULES CALCAIRES -

=====

SITUATION DE LA SERIE.-

Les argiles à nodules dominent dans la dépression de capture et plus particulièrement entre la LOKA et la masse sableuse Nord; elles sont interrompues par la ligne de butte DJIDI-BAGAYE-DIMA.

On notera la dissymétrie de la grande dépression de capture : la LOKA est bordée au Nord par les argiles, au Sud par les limons. Des argiles à nodules se retrouvent dans les cuvettes Nord et Sud souvent en alternance avec d'autres sols ou sous couvertures.

FACIES.-

Les argiles présentent deux faciès principaux :

Les argiles effondrées; où la surface est très tourmentée et la circulation difficile; les horizons supérieurs se différencient peu du reste du profil. Elles sont soumises à une microérosion entraînant au loin les éléments fins. Le relief se maintient par suite des variations de volume dues au gonflement en saison des pluies et au retrait en saison sèche. Pendant cette saison le matériau est fissuré, très compact et de couleur beige-jaunâtre.

Ces sols portent en général la prairie graminéenne à Hyparrhenia et sont soumis à une forte inondation. Ils dominent entre la LOKA et la butte DJIDI-BAGAYE-DIMA, où ils font suite à leurs homologues de la zone ERE-LOKA. On observe quelques taches au Sud de la LOKA, en bordure des sables. Au Nord de la dépression HORGUINA, ces argiles voisinent avec les argiles peu effondrées. Elles n'existent que dans la dépression de capture.

Les argiles peu effondrées sont analogues à celles observées sur la ferme de BOUMO où elles sont cultivées. C'est pour cette raison qu'ici nous les avons cartographiées séparément. Les résultats des récoltes en riz sur BOUMO pourront, dans une certaine mesure, être extrapolés.

.../...

Malheureusement l'essai coton sur argile à BOUMO n'a pas pu être mis en place par suite des difficultés d'assainissement. Ce sont des sols où les effondrements sont peu marqués et où la surface est presque plane. Cependant les effondrements existent, mais ils ont été comblés par micro-alluvionnement de limon, argile, matière organique, cendres; parfois au centre du creux demeure le trou d'effondrement.

Ce genre de sol présente donc une micro-hétérogénéité très grande entre la série type beige-jaunâtre et les creux comblés gris-noir; les creux représentent environ 1/3 de la surface totale.

Dans les creux, le matériau est relativement meuble. Sur les bombements on observe les nodules calcaires comme dans les argiles effondrées.

Au point de vue agronomique les rendements riz rendent compte de l'hétérogénéité du sol; la venue est mauvaise sur les bombements à pH plus élevé et meilleure dans les creux, plus acides. Ces sols sont beaucoup moins inondés que les précédents et on y observe souvent une végétation arbustive dense.

Dans la dépression de capture ils dominent entre HORGUINA et la masse sableuse Nord; dans la grande dépression de capture, à l'Ouest de la grande zone limoneuse.

On les observe aussi dans les cuvettes intérieures du Nord et du Sud le plus souvent en alternance avec d'autres types de sol.

Les autres variantes observées sont :

- Recouvrement de sable sur argile à nodules calcaires.
- Dans les argiles effondrées, l'horizon supérieur est parfois beaucoup plus sableux et contient même des éléments supérieurs à 2 mm (graviers et gravillons) (profil n° 25).
- Parfois la couverture est plus étendue et a la forme d'une tache sableuse.
- L'on observe également (n° 53) un profil pédologiquement analogue aux argiles mais de granulométrie argilo-sableuse.

- Sous recouvrement supérieur ce matériau est moins net; il est sablo-argileux à argilo-sableux et serait plutôt une série dérivée des argiles à nodules.
- Enfin les argiles à nodules alternent avec d'autres sols dans les zones hétérogènes.

GRAVILLONS FERRUGINEUX.-

On les observe souvent sur les bombements des argiles en association parfois avec des graviers de quartz. Ils sont très nombreux, lisses et arrondis. Au Sud de DJARAO-BORO III par exemple, ils sont localisés seulement sur le bombement et ne glissent pas dans les creux. Certains profils dans les argiles montrent l'absence de gravillons ferrugineux; dans d'autres cas c'est l'inverse. Il est difficile de conclure à un apport antérieur par les eaux d'inondation ou à une formation en place, avec concentration sur le même principe que pour les nodules à calcaires.

SONDAGES PROFONDS.-

Quelques sondages à grande profondeur nous ont permis de déterminer l'épaisseur de la série. Cette épaisseur est variable suivant la surface topographique.

Profil n°	7	2,35 m.
	2	4,5
	31	3
	53	3,8 (profil argilo-sableux)

La cote de base de la série peut-être estimée à 330m. Elle serait un peu plus basse au profil n° 2.

La fin de la série est marquée par la remontée de la nappe de quelques dizaines de cm lorsque l'on creuse la base de la série. Le matériau contenant la nappe est de granulométrie argilo-sableuse vers le haut; au profil n° 31, c'est un mélange individualisé de sable fluide, blanc (314) et d'argilo-sableux gris-bleu.

La granulométrie est la plus argileuse vers le milieu puis elle décroît vers le bas : comparer 312 et 313, 23 et 24, 72 et 73.

Au profil n° 2 - Les fentes descendent jusqu'à 1,7 m. environ. Les nodules calcaires sont peu nombreux, localisés entre 1,5 et 2 m. Les couleurs évoluent de beige-jaunâtre à beige-gris; puis vers 2,3 m. de beige-gris à gris-bleu; ensuite l'ocre apparaît et devient dominant à la base.

Le sol commence à être humide à la base des fentes de retrait, et on peut le pénétrer à la tarière. A la base, il est pâteux au voisinage de la nappe.

La remontée de l'eau dans le trou de sonde (10 cm de diamètre) s'est faite de la manière suivante :

de 4,5	à	4	m	en	5')	
4,5	à	3,8			10')	soit 75 cm en 15'
4,5	à	3,75			15')	

Le profil n° 31 - Est situé sur la berge de la LOKA. Le sommet du trou est 1,5 m. plus bas que le sommet de la terrasse d'argiles à nodules. L'épaisseur des argiles au trou est de 1,5 m. À quelques mètres de distance dans le fond du lit nous avons creusé un autre trou de 1 m. de profondeur dont la surface est de 0,5 m. plus bas que celle du trou précédent. Nous atteignons donc au fond la cote de base des argiles. Dans ce profil l'on observe en surface un matériau argilo-limoneux noir puis du sable blanc.

Il s'ensuit que dans son cours la LOKA a entièrement entaillé les argiles puis a rempli une partie de son lit avec des sédiments variés.

DESCRIPTION DE PROFILS.-

Profil n° 30 - Dans argiles effondrées. Surface très tourmentée. Végétation graminéenne. Touffes déchaussées.

0 - 20 cm - horizon mélangé de graviers de quartz et de petits gravillons, argilo-sableux à sables grossiers, brun, polyédrique fin, peu compact.

20 - 50 cm - horizon argileux, gris beige, très compact, polyédrique moyen.

.../...

Profil n° 13 - Dans un creux d'argiles peu effondrées. Végétation moyennement dense à Terminalia macroptera. La surface du trou est noire par suite d'une pluie nocturne. L'eau pénètre bien l'horizon supérieur du profil, alors que dans le bombement voisin, la pluie n'a pénétré que de quelques cm.

0 - 20 cm - horizon argilo-sableux avec limon, noir, humifère, peu compact par suite de l'humidification.

20 - 60 cm - horizon argileux, beige gris, contient peu de limon, devient analogue à un profil sur bombement, compact à très compact, deux nodules calcaires à 60 cm.

PRELEVEMENTS AGRONOMIQUES - COMPARAISON AVEC CREUX ET BOMBEMENT.-

Aux profils n° 5 et 32 nous avons effectué des prélèvements "agronomiques", soit une dizaine de trous. Nous avons séparé les horizons de surface (0 - 15 cm) et de profondeur (20 - 30) mais mélangé les bombements et les creux. Au profil n° 5 il s'agit d'un paysage arbustif, moyennement dense à peu dense avec Terminalia macroptera, Bauhinia reticulata, Combretum sp., Entada africana, Gardenia sp.

La granulométrie donne les résultats suivants :

Sg	20 %		
Sf	25 % en surface,	20 en profondeur.	
Limon	13	"	12
Argile	36	"	47

A BOUHO, les sols sont un peu moins argileux, 10 % en moins en profondeur. Au profil 13 dans un creux et 14 sur bombement, l'horizon de surface d'un creux est moins argileux (34) que celui d'un bombement (53). Il contient plus de limon (22 contre 10) et plus de sables grossiers (31 contre 20). La granulométrie de profondeur d'un creux est analogue à celle d'un bombement.

Matière organique.

Les différences sont plus nettes dans les horizons de surface :

Bombement	:	0,8 %
Prélèv. Agro.	:	2,2
Creux	:	3,1

En profondeur, les taux sont de 1 % environ, sauf pour un bombement où ils s'abaissent davantage, 0,3 %.

En Azote, en surface :

Bombement	:	0,05 %
Prélèv. Agro.	:	0,11
Creux	:	0,16

Les C/N de l'horizon de profondeur d'un bombement et d'un creux sont plus bas qu'en surface (7,5 - 6).

Le pH.

Augmente en général avec la profondeur. Il est relativement acide en surface d'un creux (5 contre 6,2 en profondeur); un creux se comporte alors d'une certaine manière par rapport à un bombement comme un horizon lessivé.

D'autre part un sol sur argiles à nodules n'est pas particulièrement plus basique qu'un sol beige. La présence de nodules calcaires au voisinage immédiat de l'échantillon prélevé est la cause de l'élévation du pH.

EX. n° 14 : nodules nombreux sur le sol.

nodules nombreux dans le profil.

nodules non prélevés.

Il apparaît que du $\text{CO}_3 \text{Ca}$ des nodules se redissout et le calcium vient saturer le complexe, déterminant une élévation de pH. A une certaine distance des nodules, le sol demeure relativement acide.

Les bases - Capacité d'échange pH.

Les taux de Ca échangeable sont nettement plus élevés que dans les sols sableux. Le profil 14 avec nodules au voisinage des prélèvements contient plus de Ca.

Le taux de saturation est d'ailleurs très élevé et atteint 92 % en profondeur. La capacité d'échange est plus élevée que pour les sols sableux et le taux de saturation est supérieur à 50 %.

Les quantités de potassium et sodium sont faibles.

Agronomie.

Les comparaisons entre creux et bombements lorsque ceux-ci sont couronnés de nodules calcaires font apparaître les différences très nettes dans les valeurs du pH. En ce qui concerne le riz, les rendements sur bombements seront nettement moins bons que dans les creux. Comme il est trop difficile d'éliminer les bombements, on se contentera d'une valeur moyenne. On pourrait imaginer une récolte des nodules en espérant une baisse du pH; cela représenterait un travail assez considérable.

ANALYSES DE PROFILS.-

Nous avons encore un certain nombre de profils sur argiles à nodules en dehors de ceux précédemment cités :

N° 2, 31, 25, 30, 44, 7 (sous couverture sableuse), 51 (2), 16 (2), 15 (2), 24 (2). Ils représentent des sols sans couverture supérieure, ou sous couverture variée (sables, sablo-argileux, argile d'Ambasglao).

Granulométrie.

Elle est plus fine que dans la moyenne des profils de la zone ERE-LOKA. Ce sont ici des sols argileux avec 40 à 50 % d'argile.

Les limons sont de l'ordre de 10 %.

Les sables grossiers de 20 à 25 %.

.../...

Matière organique.

Elle est de l'ordre de 1 %. Plus élevée lorsque l'horizon de surface est plus sableux, plus faible lorsqu'il est dégradé.

Le rapport C/N est voisin de 10 et s'abaisse en profondeur.

Le pH:

Est relativement acide et s'élève en profondeur, pour diminuer ensuite.

- Profil n° 2 - quelques nodules de 1,5 à 2 m.
- 31 - nodules assez nombreux jusqu'à 1 m.

Bases échangeables.

Le taux de calcium est dominant : de 10 à 15 meq/100 gr. environ.

Le magnésium est environ le 1/4 de cette valeur.

Les taux de potassium et de sodium sont faibles.

Dans quelques profils le taux de sodium s'élève et l'on voisine avec la limite des sols à alcalis.

	<u>horizon 23</u>	<u>312</u>	<u>313</u>	<u>512</u>	
Na / Ca %:	18,4	26	19	17,5	:
Na / S %:	12	17	11,6	10,5	:
Na / T %:	11	16			:

Somme des bases - Capacité d'échange.

La somme des bases est de l'ordre de 15 à 20 meq/100 gr. La capacité d'échange est un peu supérieure, ce qui nous donne un taux de saturation relativement élevé, 80 à 95 %.

Pour les sols sableux, il est souvent inférieur à 50 % et l'on observe parfois des taux de 15 à 20 %. (Taux de saturation $v = \frac{S}{C} 100 =$ rapport multiplié par 100 de la somme des bases échangeables sur la capacité d'échange)

.../...

Les corrélations entre le pH et le taux de saturation ont été mises en évidence sur certains sols par OLLAT et COMBEAU. De même en ce qui concerne la capacité d'échange, l'argile et la matière organique. Graphiquement ce sont des droites à corrélation directe.

Agronomie.

Sur l'esquisse de vocation des sols nous avons cartographié :

les argiles effondrées : terres à berbéré.

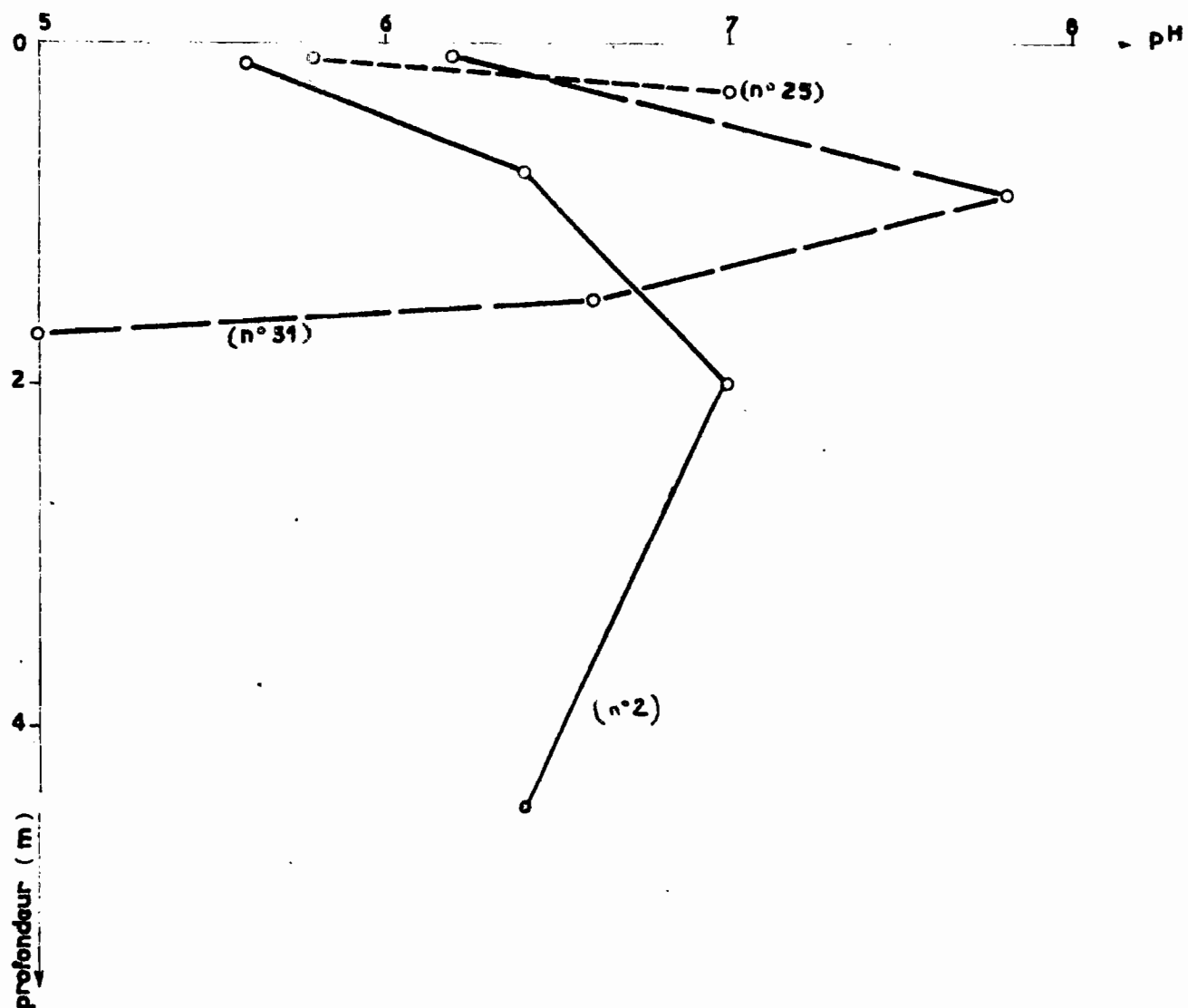
les argiles peu effondrées, les alternances argiles ou argiles peu effondrées et limons : terres à berbéré ou à riz.

Dans cette deuxième catégorie il y a en effet une hétérogénéité grande ou petite dont une partie est utilisable pour le riz.

Les terres très effondrées, sont préférables pour le mil.

L'expérimentation de BOUMO sur sols peu effondrés fournira des valeurs de rendements.

Variations du pH (H₂O) avec la profondeur
(Argiles à nodules calcaires)



CRT 6178

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED 1°

LE 7-2-61

DES L. TRENOU

VISA.

TUBE N°

P

- LES LIMONS -
=====

On distingue trois catégories de limons :

Les limons sableux.

Les limons sablo-argileux à argilo-sableux.

Les couvertures de sables fins et limons.

Enfin les limons alternent avec d'autres types de sols.

1 - Les limons sableux sont géographiquement les plus importants. On les reconnaît par leur structure pulvérulente, leur cohésion nulle qui les font s'envoler au passage d'une voiture. Cependant ce caractère n'est pas constant. Dans cette prospection, nous avons remarqué nombre de sols limoneux ne faisant pas déflation sous l'action d'un agent mécanique destructeur de structure; celle-ci peut-être stabilisée par une pluie récente, une granulométrie plus argileuse, une inondation plus importante, une non destruction des graminées par les feux, etc. Les profils limoneux peuvent atteindre 20 à 40 cm d'épaisseur.

On distingue en général deux horizons nettement différenciés :

Horizon supérieur gris ou brun

Horizon inférieur beige-jaunâtre.

Les limons sableux représentent une belle homogénéité sur la rive gauche de la LOKA; celle-ci est perturbée à l'Est par des taches d'argiles à nodules et de sols compacts; à l'Ouest, les limons sont découpés par des chenaux d'argiles à nodules. On les retrouve à KASSINGAO (dépression intérieure) et dans la KABIA : indentation de LARA, partie Sud de la KABIA (au Nord limon sableux et sablo-argileux à argilo-sableux).

2 - Les limons plus argileux ont une granulométrie sablo-argileuse à argilo-sableuse. Cette augmentation du taux d'argile leur fait perdre leur pulvérulence.

.../...

En effet, sur le terrain, ils se rapprocheraient des sols sablo-argileux, n'était-ce leur texture fine. Ils ont une cohésion marquée et une structure définie. On observe parfois les deux horizons analogues aux limons sableux. Ces limons occupent une surface plus restreinte.

Au Nord du Lac BORO, les limons sur argiles sont mélangés à limons sableux et sablo-argileux. Nous avons noté par ailleurs quelques taches : au prélèvement n° 37, au Sud de 35, au Nord de 40.

3 - Les couvertures de sables fins et limons sont des séries dérivées des précédentes; elles sont peu épaisses et moins riches en limons.

4 - Zones hétérogènes. Les limons alternent avec des argiles à nodules dans la dépression HORGUINA (limons souvent au bord, argiles au milieu); vers BORO-BAYE.

STRATIGRAPHIE.-

La série limoneuse est une série alluviale récente. Son actualité est peu visible par suite de la limpidité des eaux (filtrées en début de débordement par les herbes) qui submergent les dépressions. Les dénivellés que l'on observe à hauteur des diguettes à poissons proviennent d'un remaniement local. Certaines cuvettes (Est de KASSINGAO) sont remplies d'un limon sableux particulièrement typique; or cette cuvette est apparemment enfermée dans les sables et sans communication avec les eaux d'inondation de la vallée de la LOKA.

La série limoneuse est la plupart du temps située au sommet du profil; les séries plus récentes ne seraient alors que colluvio-pluviales à partir des sables légèrement surélevés.

Dans la vallée de la KABIA, certaines observations montrent que la série limoneuse entre en concurrence avec la série d'Ambasglao.

.../...

Profil n° 48

Limon A. S. gris

L. S. jaunâtre

Ambasglao brun

N° 49 (bord de KABIA)

Ambasglao brun à taches rouges

L. S. A. jaunâtre

Ambasglao gris clair

Autre profil Sud de 4° (sur la route)

L. S.

L. jaunâtre (peu net)

Ambasglao brun

Ambasglao gris-blanc

On observe donc deux horizons de limon jaunâtre dont le plus bas est parfois intercalé entre deux séries argileuses.

Nous supposons la série d'Ambasglao et la série limoneuse de même période mais alluvionnant différemment suivant la surface topographique qui elle-même évolue en fonction de l'alluvionnement. Un point donné joue tantôt le rôle de cuvette : il reçoit un alluvionnement argileux, tantôt celui de bourrelet : il reçoit un alluvionnement limoneux, etc.

En topographie actuelle, on observe :

<u>Sur bourrelet</u>	:	<u>Dans cuvette</u>
L. sableux foncé	:	Ambasglao brun
L. jaunâtre	:	L. jaunâtre
Ambasglao gris	:	Ambasglao gris

Les limons reposent sur des horizons variés, sable, argile, sablo-argileux. En général les horizons inférieurs ne sont pas très compacts, mais ce n'est pas toujours le cas; par exemple dans la grande zone limoneuse au Sud de la LOKA on relève des horizons inférieurs compacts : 412, 333, 572, 573, 574.

.../...

Cette compacité est parfois en relation avec une proportion élevée de sodium sur le complexe :

	412	:	572	:	573	:	574	:
Na / Ca %	22	:	50	:	37	:	20	:
Na / S	13,5	:	27	:	23	:	14	:
Na / T	7,5	:	14,5	:	19	:	10	:

Ce qui n'est pas le cas pour l'horizon 333 très compact (Na/Ca = 7,5).

DESCRIPTION DE PROFILS.-

Limon sableux, profil n° 36, végétation arbustive nulle, végétation graminéenne brûlée par les feux, surface du sol plane et non pulvérulente, pas de déflation éolienne.

- 0 - 15 cm - horizon de limon sableux, pas compact, particulaire, brun, cohésion très faible à nulle.
- 15 - 30 - horizon analogue, un peu plus argileux, beige-jaunâtre.
- 30 - 70... - horizon sablo-argileux à sables grossiers, beige-jaunâtre avec petits points blancs de quartz ou feldspath et quelques taches ocres.

A partir de 50, compacité très grande, analogue à celle d'une naga, mais Na/Ca % = 8.

Limon sablo-argileux à argilo-sableux, n° 42, zone sans arbres, 30 cm. d'eau pendant la période humide, graminées détruites par les feux, surface plane.

- 0 - 15 cm - horizon gris, sablo-argileux avec limons et sables fins, peu compact.
- 15 - 35 - horizon brun à taches ocres et rouilles, argilo-sableux avec limons, peu compact.
- 35 - 45... - horizon sablo-argileux à sables grossiers, compacité moyenne.

.../...

ANALYSES.-

Granulométrie.

Les limons sableux ont été analysés sur les horizons : 231, 331 332, 351 352, 361 362, 391 392, 411, 451, 461 462, 482, 571. Ils contiennent peu d'argile : en général 8 %. Environ 20 % de limon. Dans la zone ERE-LOKA nous avons observé des horizons plus riches en limon (30 et parfois 40 %). 50 % de sable fin. Peu de sable grossier.

Les limons sont donc caractérisés par les teneurs en limon et en sable fin.

Les limons sablo-argileux à argilo-sableux ont été analysés sur les horizons : 371 372, 401 402, 421 422, 431 432, 481, 492, 551; les horizons 271, 281 et 282 sont moins argileux.

Ils se différencient des précédents par l'augmentation du taux d'argile au détriment du sable grossier, et parfois du sable fin. Le taux de limon demeure aux environs de 20 %.

Matière organique.

L'épaisseur de l'horizon humifère foncé est de l'ordre de 20 cm. mais à 40 ou 50 cm on trouve encore un taux relativement élevé de matière organique.

En fait le taux élevé de matière organique est une des caractéristiques essentielle des limons; de l'ordre de 3 à 4 % et parfois 7 % dans l'indentation de la KABIA, au village LARA.

Cette matière organique confère aux limons une richesse chimique équivalente à celle obtenue par l'argile, car la capacité de fixation des bases de la matière organique est plusieurs fois supérieure à celle de l'argile. Cependant cette richesse demeure fragile, car la matière organique se dégrade rapidement avec la culture et le travail du sol. Il reste alors un support inerte qui a besoin d'être remis en jachère inondée.

.../...

La pratique de l'écobuage a pour but de mettre immédiatement à la disposition des plantes les réserves chimiques fixées par la matière organique. L'effet est analogue à celui d'un engrais. En culture traditionnelle, l'écobuage se fait une année puis on fait place à la jachère.

Les taux d'azote correspondent aux valeurs élevées de matière organique, soit environ 0,20 %.

Azote et carbone diminuent avec la profondeur.

Le rapport C/N est plus élevé en surface qu'en profondeur, soit environ 10 contre 8.

Les limons sablo-argileux ont des taux qui se maintiennent aux environs de 3 %; une richesse plus stable que les limons sableux due à la présence d'argile.

pH.

Le pH est relativement acide : compris entre 5 et 6. Les variations du pH avec la profondeur sont peu importantes; on observe parfois une légère augmentation de quelques dixièmes d'unité avec la profondeur.

Bases échangeables.

Les taux des bases sont assez faibles. Les limons se situent entre les sables et les argiles.

En général, on obtient :

Ca	4	meq / 100 gr.
Mg	0,7	
K	0,2	
Na	0,3	
S	5	

Le sodium est en quantité négligeable. Le rapport Na/Ca % est faible. Dans l'horizon n° 451, il est cependant de 22 en relation avec l'horizon inférieur d'Ambasglao. Cependant cela ne modifie pas la structure.

.../...

La capacité d'échange est de l'ordre de 15 à 20 meq et le taux de saturation de 30 % environ; ce qui correspond aux valeurs acides du pH.

D'après DENOLON 100 gr. d'argile fixe environ 40 meq.
et 100 gr. de matière organique environ
400 meq.

Ce qui donne la relation suivante :

$$0,4 x + 4 y = T \quad \left\{ \begin{array}{l} x = \text{argile en \%} \\ y = \text{matière organique en \%} \\ T = \text{capacité d'échange en meq/100 gr.} \end{array} \right.$$

Cette relation est assez vérifiée pour quelques horizons de limons.

N°	:231	:331	332	:352	:361	362	:451	:462	:571	:
T analysé	:15	:16,7	10	:13,6	:20,7	15,4	:28,6	:15,3	:10	:
T calculé	:15,2	:17	12,4	:12,4	:16,4	12,8	:32,4	:17,2	:13,2	:

Les limons sablo-argileux à argilo-sableux sont plus riches en bases :

5 meq de Ca.

Un peu plus de magnésium.

Somme des bases : 8 meq.

La capacité d'échange est de 20 meq et le taux de saturation compris entre 30 et 50 %.

La relation précédente est également assez bien respectée.

AGRONOMIE.-

Les limons sont peu cultivés. Nous avons noté des cultures d'Eleusine aux environs du prélèvement n° 49; du riz, au bord de la dépression HORGUINA au Nord de DJIDI-BAGAYE, à l'Est de DJARAO-BORO III et en bordure Sud de la grande dépression de capture.

.../...

La culture du riz est peu pratiquée par suite du manque d'habitude des cultivateurs et du mauvais contrôle de l'eau. Il serait possible de récupérer des terres à riz après s'être assuré la maîtrise de l'eau.

Sur la carte de vocation des sols, les terres à riz de première catégorie correspondent aux limons. Les terres à riz ou à berbéré, correspondent en partie aux sols où les limons alternent avec des argiles à nodules peu effondrées, par exemple vers SORO-BAYE.

Les sols à limons sont intéressants pour la culture du riz car ils sont peu difficiles à travailler, sont situés dans des endroits soumis à l'inondation et possèdent souvent en profondeur un horizon compact peu perméable qui permet une meilleure rétention de l'eau. De plus ils ont un pH acide compris entre 5 et 6 (par suite du faible taux de saturation du complexe absorbant), qui convient au riz.

Cependant il ne faut pas oublier qu'ils sont peu stables car leur richesse est liée à la matière organique et celle-ci diminue avec la culture. Il est donc important de suivre l'évolution de la matière organique en fonction du temps de culture. Il est probable qu'il faudra prévoir une jachère inondée. Il faudrait aussi leur assurer une certaine couverture en saison sèche pour les protéger contre l'érosion éolienne et essayer d'améliorer la structure en augmentant la cohésion. Sur la ferme de BOUMO dans les parcelles labourées en saison sèche et dans les extensions sous graminées nous avons noté une meilleure cohésion. D'une part, on observait sur le terrain un grand nombre de mottes, d'autre part, la surface du sol non labourée n'était pas pulvérulente. L'éco-buage produit en général de bons rendements la première année, mais cette pratique n'est pas à recommander si l'on ne fait pas ensuite une jachère inondée permettant au stock de matière organique de se reconstituer.

- SERIE D'AMBASGLAO -
=====

Ce sont des sols très argileux de granulométrie analogue à celle des polders à BOL. Ils ont une structure bien différenciée de celles des autres types de sol rencontrés; polyédrique fine; de plus la cohésion entre les macro-agrégats est très faible de sorte que la compacité elle-même est réduite.

LOCALISATION.-

Ils ont été observés exclusivement dans la KABIA et en profondeur dans l'indentation de la KABIA aux environs de LARA (n° 45); pas dans la dépression de capture. Ce fait est à mettre en parallèle avec les observations d'ERE-LOKA. En effet, nous les avons observés exclusivement en bordure de la TANDJILE vers AMBASGLAO et pas plus loin à l'Ouest que QUEKETT; ils se prolongeaient à l'Ouest en se dégradant en sols argileux.

Il s'ensuit que nous considérons cette série comme un alluvionnement propre des rivières TANDJILE et KABIA qui se différencierait d'un alluvionnement LOGONE par une sédimentation plus fine.

STRATIGRAPHIE.-

En surface la série d'Ambasglao alterne avec les limons; limons sur bourrelet et argile d'Ambasglao dans les cuvettes.

Dans les profils, comme nous l'avons vu, nous observons souvent des limons intercalés dans les argiles.

Cette série est assez épaisse : au profil n° 49 le 1er horizon d'Ambasglao mesure 30 cm d'épaisseur, puis il reprend de 60 à 250 cm.... Ce profil a été observé sur la berge même de la KABIA.

Au profil n° 51, nous avons pu observer que la série d'Ambasglao repose de 0 à 50 cm sur les argiles à nodules calcaires.

.../...

Dans ce même profil, il existe des nodules en surface du sol mais pas dans l'argile d'Ambasglao. Par ailleurs de très gros nodules ont été remarqués en surface du sol, sur argile d'Ambasglao; mais nous ne pensons pas qu'ils aient pu être formés dans cette série.

La surface du sol est parfois mamelonnée mais ce mouvement doit être le résultat des variations de volume des argiles à nodules sous-jacentes.

DESCRIPTION DE PROFIL.-

Profil n° 51 - surface de sol sans végétation arbus-tive - inondation de 60 cm - surface du sol ondulée - trou sur un bombement avec nodules calcaires en surface.

- 0 - 20 cm - horizon argileux, brunâtre, grenu à polyédrique très fin, les agrégats mesurent $1/2 \text{ cm}^3$ et ne sont pas reliés entre eux comme le sont des graviers, peu compact, il est presque possible de creuser le trou à la pelle.
- 20 - 50 - horizon de structure analogue, argileux gris à taches rouges, peu compact, polyédrique fin.
- 50 - 60... - horizon argileux (de type à nodules calcaires), gris-beige, polyédrique moyen, compacité moyenne.

Dans un profil ancien, sec, on remarque une structure prismatique en surface qui se délite en grands pans; entre les agrégats, les vides sont le résultat du retrait dû à la dessiccation.

La structure est parfois polyédrique plus grossière, c'est-à-dire que les agrégats sont plus volumineux. Cette structure est à rapprocher de celle des polders de BOL ayant subi quelques cycles culturaux. En profondeur, les effets de l'oxydo-réduction se manifestent par les teintes gris clair et rouge (dans les argiles à nodules, gris clair et ocre). Il est probable que cette structure est obtenue par la forte teneur en argile en relation avec un certain taux de matière organique.

.../...

ANALYSES.-

Elles portent sur les horizons : n° 452, 483, 491, 493, 501 502, 511.

Granulométrie.

Ce sont des sols contenant très peu de sable grossier (moins de 10 %); donc à texture très fine.

60 à 80 % d'argile.

10 à 15 % de limon.

15 à 20 % de sable fin.

pH.

Les pH sont acides, de l'ordre de 5,3. L'écart avec pH KCl N est environ 1 unité pH. Le pH varie peu avec la profondeur.

Matière organique.

Les taux sont plus élevés que dans les argiles à nodules. En surface, on trouve des valeurs de 2,3 (0 - 10 cm) qui se maintiennent encore à 1 % jusqu'à 50 cm de profondeur. Le rapport C/N est souvent inférieur à 8.

Bases échangeables.

Les taux de bases sont plus élevés que dans les limons, sauf pour les n° 491 et 502, mais moins que dans les argiles à nodules.

Voici l'ordre de grandeur :

Ca = 7
Mg = 1,5
K = 0,3
Na = 0,7
S = 9,5

Il est intéressant de noter les taux relativement élevés de magnésium et de sodium échangeables.

.../...

Le rapport Na/Ca % échangeable est de :

N°	:	452	:	483	:	491	:	493	:	501	:	502	:	511	:
Na / Ca %	:	30	:	9,5	:	25	:	19	:	9,3	:	18	:	16	:

Il n'a pas d'influence nette sur la compacité, sauf pour l'horizon n° 452 qui est relativement compact. On ne peut pas dire qu'il affecte la structure, par son état polyédrique fin bien structuré, puisque ce caractère est net également pour les horizons ayant un rapport Na/Ca faible.

Pour l'échantillon n° 452, le pH relativement élevé (7) semble être lié à un taux de sodium élevé, un rapport Na/Ca élevé; taux de saturation moyen (51%).

L'échantillon n° 491, par exemple, ayant un rapport Na/Ca élevé (25) mais des taux de sodium (0,5) et des états de saturation (11) faibles, conserve un pH faible (5,3).

L'état de saturation est environ 45 %.

La capacité de saturation est de 21 meq environ.

AGRONOMIE.-

Ces sols sont peu cultivés par suite de leur position géographique, soumise à une forte inondation de la KABIA. Ils sont dans son lit majeur et dans les cuvettes. Sur la carte de vocation des sols, ils ont été notés en terres à riz par suite de la facilité relative à être inondés. Par eux-mêmes ils ont peut-être une perméabilité assez grande mais ils reposent souvent sur un niveau d'argile à nodules plus imperméable. Ils sont faciles à travailler par leur bonne structure. Ils pourraient être affectés à d'autres cultures dans le cadre de petits aménagements qui modifieraient le régime hydrique.

- LES SOLS A ALCALIS -
=====

Ce sont des sols très compacts, sans végétation, et à rapport Na/Ca % élevé.

LOCALISATION.-

Ils couvrent une surface qui apparaît importante car ils alternent très souvent avec d'autres sols. Ils prédominent dans les cuvettes intérieures du Nord et du Sud. Dans la dépression de capture ils sont absents, sauf sur la bordure Sud qui présente à cet égard une dissymétrie avec la bordure Nord.

Dans la région de YANTOKA, ce sont des étendues assez vastes sans culture.

Au S-E de GOU, l'on a observé un faciès particulier assez net, marqué par une microhétérogénéité en trois points :

- Une surface grise, à végétation graminéenne, de type argilo-sableux, à couverture et peu compacte.
- Des plages stériles avec horizon supérieur sableux particulière (0 - 20 cm) et horizon inférieur très compact (nagas).
- Des buttes avec végétation arbustive en îlot (Lannea, Hyphaene en repousses, Sterculia, Entada, Bauhinia, Balanites) à horizon supérieur sableux particulière, mais plus épais (0-50) et horizon inférieur très compact (naga).

Le plus souvent les nagas sont au voisinage d'argiles à nodules dont elles font parfois la limite. On retrouve parfois les argiles en profondeur (n° 203). Vers GONO, BAYDOU, elles sont plus sableuses.

.../...

PEDOGENESE.-

Ces nagas sont des formations pédologiques qui résultent de l'action des facteurs climatiques sur le facteur sol.

Le facteur sol est représenté par deux horizons superposés de texture différente :

un horizon supérieur sableux

un horizon inférieur plus argileux.

L'action climatique est :

l'action de l'eau : de pluie, colluvionnement,
inondation.

l'évaporation de saison sèche.

Il en résulte un mouvement des solutions du sol vers le haut et un enrichissement préférentiel du complexe en sodium. Le mouvement est favorisé par l'horizon supérieur sableux, qui peut disparaître ensuite, entraîné par l'érosion.

DESCRIPTIONS DE PROFILS.-

N° 20 - trou sur plage stérile.

0 - 20 cm - horizon sableux, à sable grossier, beige, particulaire.

20 - 40 - horizon sableux, à sable grossier, beige, très compact, difficultés pour descendre à la barre à mine.

40 - 50... - horizon argilo-sableux avec nodules calcaires, gris-beige, compacité moyenne à forte, un peu humide, concrétions ferrugineuses.

Sur une buttette sableuse voisine avec nombreuses repousses d'Hyphaene thebaïca et Sterculia setigera.

0 - 50 cm - horizon sableux, particulaire, beige.

50 - 60 cm - horizon argilo-sableux, très compact.

.../...

Profil n° 34 - analogue au n° 20; 75 - 80 ... sableux avec n. c.

Profil n° 52 - 2 horizons sableux.

Profil n° 54 - pas d'horizon supérieur sableux; l'horizon supérieur est peu compact, de tendance particulière.

ANALYSES CHIMIQUES.-

Sur les horizons : 171 172, 201 202 203, 341 342 343, 521 522, 541 542, 561 562.

Granulométrie.

Les horizons supérieurs qui sont sableux sont à dominance de sable grossier (50 à 60 %). Les horizons inférieurs sont peu argileux en général, 20 - 30 % d'argile; peu de limon (souvent inférieur à 6 %); 20 - 30 % de sable fin.

Matière organique.

La matière organique des horizons supérieurs sableux est analogue à celle des sables beiges (1 à 1,5 %). En profondeur, 0,5 % environ. Le rapport C/N est de l'ordre de 10 en surface et aux environs de 8 en profondeur.

pH.

Le pH (H₂O) des horizons supérieurs est de l'ordre de 6.

Le pH (K Cl N) est de l'ordre de 5,7.

Le pH (H₂O) des horizons inférieurs est plus élevé : 7 à 8,5.

Le pH (K Cl) " " est d'environ 6.

L'action de K Cl sur le pH est de l'abaisser par rapport au pH (H₂O) en libérant par échange des ions H⁺ qui étaient encore fixés sur le complexe lors de la mesure de pH (H₂O).

Les pH des horizons supérieurs sont plus bas que ceux des horizons inférieurs parce que :

- d'une part le taux de saturation des horizons supérieurs est faible, 20 à 30 %, donc possibilité de libération d'ions H⁺.

.../...

- d'autre part, pour les horizons inférieurs :
 - leur taux de saturation est plus élevé, 50 à 80 %.
 - il y a une quantité relativement importante de sodium sur le complexe.

L'écart entre les deux pH est de :

0,3 à 0,8 pour les horizons supérieurs.

1 à 1,8 " inférieurs.

Ils se comportent assez comme deux types de sols différents.

Bases échangeables.

Le fait essentiel est le rapport Na/Ca % élevé. Il n'a pas une grande signification dans les horizons supérieurs qui sont pauvres en bases.

Le rapport Na/S % est plus homogène et compris entre 40 et 60.

N°	:171	172:201	202	203:341	342	343:521	522:541	542:561	562:
Na/Ca %:	26	66:10	300	400:22	130	100:22	80 :17	130:25	110:
Na/S %:	15	38:6,2	62	70:12,5	42	41:12,5	41 :10	52:15	43:

Les taux de sodium en profondeur varient de 2 à 8 meq/100 gr., en moyenne 3.

Les taux de potassium sont négligeables.

Peu de magnésium.

Relativement peu de calcium.

AGRONOMIE.-

Les nages sont abandonnées par les cultivateurs car elles sont trop difficiles à travailler. Leur compacité est néfaste à la pénétration des houes et des racines. Leur récupération pourrait se faire après des travaux importants nécessitant un lessivage du sodium en profondeur avec drainage. Elles présentent donc peu d'intérêt.

- COUVERTURES - HORIZONS SOUS COUVERTURES -
=====

Dans certaines zones, la différence entre horizons supérieurs et inférieurs est nettement marquée. Il ne s'agit pas alors de types de sols différenciés avec horizons issus d'une certaine pédogénèse mais plutôt de profils tronqués résultant d'alluvionnement et de colluvionnement différents. Par exemple, couvertures supérieures sableuses grossières ou fines (sable fin et limon) sur horizons inférieurs sablo-argileux et argilo-sableux. Ces horizons présentent certaines analogies avec les horizons correspondants des types de sol déjà définis.

I - COUVERTURE GROSSIERE.-

C'est une couverture peu épaisse à dominance de sable grossier. Elle est analogue à l'horizon supérieur d'un sol beige; mais s'en différencie par sa position topographique et l'utilisation agronomique qui en résulte.

Les couvertures grossières se trouvent en général dans des cuvettes et en relief dans les zones inondées. Suivant le degré d'inondation qu'elles supportent elles ont été cartographiées en hachures inclinées de sable beige peu inondé à exondé ou de sable beige inondé.

On les observe dans les cuvettes intérieures des sables Nord; sur les buttes de la dépression de capture, particulièrement entre HORGUINA et GALE-GUENE; dans les cuvettes intérieures des sables Sud. Etant donné l'hétérogénéité de certaines surfaces, elles sont souvent cartographiées en zones complexes.

Elles ont été amenées, soit par un colluvionnement dont le point de départ était les sables voisins, soit par un alluvionnement de type en nappe ou de type en bourrelet (bordure Nord HORGUINA).

.../...

PEDOLOGIE :

C'est un horizon peu épais, de 0 à 15 cm, de couleur gris ou brun suivant le taux de matière organique, sableux, peu compact, de tendance particulière.

Pris indépendamment, cet horizon est analogue à celui d'un sol beige mais il repose en général sur des horizons plus argileux, ce qui modifie profondément le régime hydrique du profil.

ANALYSES :

Elles portent sur les horizons 7 (1), 8 (1), 19 (1). Elles donnent des résultats analogues à ceux des sols beiges. Dominance de sable grossier : 40 à 60 % - peu de limon - peu d'argile 10 %.

Le taux de matière organique est assez élevé, 1,5 %, souvent par suite de la position dans les points bas. Le rapport C/N voisin de 10; en général, inférieur à 10 dans les zones basses.

Le pH est acide, de l'ordre de 6.

Le taux des bases échangeables est faible, avec dominance de calcium, au total environ 3 meq.

AGRONOMIE :

Ces zones peuvent être utilisées pour la culture du riz lorsque les couvertures sableuses sont dans des cuvettes. En effet les horizons supérieurs sont peu difficiles à travailler; l'eau est retenue au-dessus du sol par suite du niveau imperméable que représente souvent l'horizon inférieur; celui-ci est relativement plus riche et peut-être exploré par les racines. Sur les buttes, domine la culture de kédéanga. Dans les cuvettes, on peut aussi cultiver le mil de décrue.

.../...

II - COUVERTURE DE SABLES FINS ET LIMONS.

Cette catégorie ne se différencie pédologiquement du type limon que par son épaisseur moins grande et sa richesse en limon moins élevée. On peut la considérer comme un sous-type des limons.

Elle représente une surface relativement homogène, dans la dépression de capture, au Nord du Lac BORO (au Nord des limons sur argiles) et autour du profil n° 1. Par ailleurs, elle alterne avec d'autres séries où il est difficile de la représenter isolément : dans les cuvettes intérieures du Nord, au Sud de DIMA, autour du profil n° 53.

Elle a été amenée par un alluvionnement de nature analogue à celui qui a déposé les limons, principalement dans les zones à forte inondation.

PÉDOLOGIE :

C'est un horizon peu épais (0 - 10 cm), qui ne s'en-voile pas par déflation éolienne et qui repose sur des horizons relativement compacts dans les zones fortement inondées.

Il est gris ou brun, suivant la richesse en matière organique; peu compact, de structure grenue à polyédrique fine; cohésion faible.

ANALYSES :

Elles ont été faites sur les horizons n° : 11, 31, 111, 121, 161, 211, 221, 261, 291.

Ces horizons contiennent : une forte proportion de sable fin, 45 à 55 %. Un taux de limon moins élevé que dans les limons sableux, 15 % environ. Un taux d'argile plus élevé 15 %, qui empêche la déflation éolienne, permet la structure grenue ou polyédrique fine et augmente la cohésion : analogie avec limons sableux et sablo-argileux.

Le taux de matière organique est moins élevé que dans les limons sableux (qui font souvent 3 à 4 %), 2 % environ. Le rapport C/N est voisin de 10.

.../...

Le pH est acide : 5,2 à 5,5, comme pour les limons.

Le taux des bases échangeables est faible, analogue à celui des limons. Le calcium est toujours dominant et le magnésium, relativement plus important.

AGRONOMIE :

Les couvertures sableuses fines avec limons sont peu cultivées quand elles sont soumises à une forte inondation.

Au Nord du Lac BORD, aux environs du prélèvement n° 3 et 53, on peut y cultiver du riz; dans les cuvettes intérieures, au Nord, alterner le riz et le mil de décrue.

III - HORIZONS INFÉRIEURS SABLO-ARGILEUX ET ARGILO-SABLEUX.-

Ils ont été représentés par une teinte violette. Certains horizons se rapprochent des argiles à nodules par leurs caractères pédologiques : granulométrie, couleur, nodules, imperméabilité, compacité; l'évidence de la série argile à nodules est beaucoup moins certaine lorsqu'elle se présente sous couverture. Ces horizons sont peut-être une série dérivée des argiles à nodules. Ils ont été cependant différenciés pour deux raisons :

Ils ont une moins grande richesse en argile.

Ils sont sous couverture.

Ils occupent les zones précédemment citées à propos des couvertures : cuvettes intérieures Nord et Sud; dans la dépression de capture, Nord Lac BORD, Sud DIMA, environs prélèvements n° 1, 53.

PÉDOLOGIE :

N° 12.

15 - 45 cm - horizon beige-jaunâtre avec quelques taches ocres de même couleur que les argiles à nodules, sablo-argileux, pas de nodules, compacité moyenne à forte, cohésion moyenne à forte.

.../...

N° 222.

40 - 80 cm - horizon analogue, compact, avec taches rouilles nombreuses.

Profil n° 57.

- 0 - 60 cm - limon sableux gris, limon jaunâtre, sable particulaire.
- 60 - 75 ' - horizon sablo-argileux très compact (voir le taux de Na) beige-jaunâtre à taches brunes.
- 75 - 250.. - horizon sablo-argileux, la compacité diminue avec l'humidité du profil, quelques nodules vers 1 m., concrétions ferrugineuses noires, peu nombreuses de 180 à 250 cm, beige-jaunâtre avec taches ocres; vers le bas devient gris et jaunâtre; peu de fentes de retrait, par suite de la couverture limoneuse; nappe à 310 cm.

ANALYSES :

Au point de vue granulométrie, nous avons analysé des échantillons sablo-argileux : 12, 32, 82, 112, 192, 262, 363, 412, 572 573 574. Argilo-sableux : 122, 212, 222, 232, 333, 531 532 533 534 535, 552.

Les échantillons sablo-argileux contiennent :

20 à 30 % d'argile.

peu de limon, moins de 5 %.

20 % de sable fin.

dominance de sable grossier 50 %.

Dans les échantillons argilo-sableux, le taux d'argile s'élève à 30 - 35 % au détriment des sables grossiers.

Teneur en matière organique faible, car ce sont des horizons de profondeur.

.../...

Le pH varie entre 5 et 8 en relation avec l'influence du sodium et de la saturation du complexe.

Bases échangeables :

- dans les horizons 192, 572 573 574, on note un pH de 7 à 8 et des taux de Na de 1 à 2,3, avec rapports Na/S % de 14 à 27.

- les horizons 222, 532 533 534 535, ont un pH élevé 7 à 8, sans excès de Na, sans doute par suite d'un taux de saturation élevé (53 contient des nodules de 80 cm à 2 m.).

La somme des bases est de l'ordre de 5 à 8 meq, plus élevée lorsque le profil renferme des nodules calcaires.

AGRONOMIE :

Nous avons observé des cultures et des jachères de riz entre GOU et BALA, au n° 21, 16, au voisinage de 1 (au Sud de la butte sableuse).

Les zones trop inondées ne sont pas cultivées.

Les cultures à pratiquer sont riz ou berbéré dans les cuvettes, mil kédéanga sur les buttes.

- PERMEABILITE PORCHET -
=====

Un certain nombre de mesures ont été réalisées sur le terrain pour étudier la perméabilité en fonction du type de sol.

THEORIE.-

La méthode PORCHET est tirée de la loi de DARCY donnant la relation entre le débit d'un certain volume d'eau par rapport à la section d'écoulement, la vitesse de filtration et la pente motrice. Elle a été adaptée pour l'étude de la filtration quand le trou de sondage n'atteint pas le niveau de la nappe. Dans ce cas on creuse un trou que l'on remplit d'eau et l'on étudie les variations du niveau en fonction du temps.

Pour obtenir la formule on part de celle de DARCY où l'on suppose la pente motrice égale à l'unité; on transforme le débit en vitesse de filtration et en surface des parois filtrantes (fond et surface latérale du trou) d'une part et en dérivée de la variation du niveau en fonction du temps, d'autre part. L'intégrale nous conduit finalement à l'équation :

$$\log \left(h + \frac{R}{2} \right) = - \frac{2 K}{2,3 R} t + C$$

qui est l'expression d'une droite dans la représentation :

- (y = $\log \left(h + \frac{R}{2} \right)$ en coordonnées logarithmiques.
- (x = t en coordonnées ordinaires.

Le problème revient donc à mesurer les valeurs de $h + \frac{R}{2}$ et de t que l'on reportera sur un graphique. La

La lecture du graphique nous permettra de déterminer

$$\text{tgc} = \frac{2 K}{2,3 R} \text{ c'est-à-dire finalement } K.$$

.../...

EXPERIMENTATION.-

On creuse à la tarière un trou de diamètre, 10 cm = 2R. Il est important d'avoir toujours le même diamètre dans toutes les mesures car le rayon intervient dans le calcul de K; d'autre part si on l'obtient K avec un abaque, celui-ci n'est valable que pour la section déterminée; si l'on fait varier la section il faut multiplier la valeur de K trouvée par un certain coefficient.

Le trou peut avoir des profondeurs variables, car la hauteur n'intervient pas dans l'expression de K. Nous opérons en général de 0 à 30 cm ou suivant l'épaisseur des horizons, H'_1 .

Etant donné la forme conique du bout de la sonde il est bon de gratter un peu le fond du trou de sorte que sa section verticale soit rectangulaire car la formule a été établie pour un trou cylindrique.

On place en surface du trou une plaquette de tôle qui nous sert de repère pour mesurer les hauteurs.

On remplit le trou, rapidement mais sans le dégrader et en une seule fois. Immédiatement après on mesure les distances entre le rebord de la plaquette et le niveau de l'eau en fonction du temps, le temps 0 correspondant au moment où le trou est plein.

On note donc une série de valeurs H_0, H_1 etc... et des temps 0 15'' - 30'' - 45'' 1' 2' 3' etc.

En général, on a peine à noter la première minute car le trou filtre très vite. Si par la suite le trou filtre très lentement on peut espacer les temps de mesures. Les mesures peuvent durer moins de 5 minutes à plusieurs heures si le sol est perméable; en général, elles durent une vingtaine de minutes.

Quand le trou est vide on mesure la hauteur finale, H'_2 car il s'est éboulé un peu de terre; la hauteur moyenne du trou sera donc :

$$H = \frac{H'_1 + H'_2}{2}$$

.../...

En résumé, il faut noter sur le terrain $H'_1, H'_2, 2R$, et le tableau des variations H_0, H_1, H_2 du niveau en fonction de t .

Pour construire le graphique, ce qui importe ce sont les hauteurs mouillées et non les hauteurs par rapport à la plaquette. On établit un deuxième tableau :

$$h = H - H_0 \text{ etc. en fonction de } t.$$

et plus exactement :

$$h + \frac{R}{2} = (H - H_0) + \frac{R}{2} \text{ etc. en fonction du temps.}$$

REPRESENTATION GRAPHIQUE.-

On reporte sur un graphique les valeurs de $h + \frac{R}{2}$ en ordonnée et t en abscisse. Les ordonnées sont en divisions logarithmiques et les abscisses en divisions décimales. L'unité logarithmique employée est de 12,5 cm; 1 cm représente 1 minute. Même remarque pour chacune de ces deux coordonnées que pour le diamètre du trou. Pour les divisions logarithmiques on se sert de la réglette d'une règle à calcul. On obtient une courbe dont la partie initiale est arrondie avec concavité tournée vers le haut, puis une droite. C'est cette portion de droite que l'on utilise pour le calcul de K . Dans la portion courbe, il existe une infinité de valeurs de K que l'on obtient en mesurant les pentes des tangentes.

DETERMINATION DE K PAR LE CALCUL.-

$$K = \frac{2,3}{2} R \operatorname{tg} \alpha \qquad \operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x}$$

On mesure $\frac{y}{x}$ sur le graphique.

.../...

Si l'on a opéré avec (1 trou 2 R = 10 cm.
(unité logarithmique = 12,5 cm.
(1 minute = 60 secondes = 1 cm.

en tenant compte des unités :

$$K \text{ m/s} = \frac{2,3}{2} \cdot 0,05 \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{12,5} \cdot \frac{y}{x}$$

$$\text{soit } K \text{ m/s} = 76,5 \cdot 10^{-6} \frac{y}{x}$$

DETERMINATION DE K PAR L'ABAQUE.-

On construit l'abaque à partir de la formule précédente, compte-tenu des mêmes valeurs pour 2 R, unité logarithmique et unité des temps en donnant des valeurs à x et y pour obtenir un faisceau de droites représentant K. On fait glisser l'abaque sur le graphique en maintenant les axes des ordonnées en coïncidence jusqu'à ce que l'on trouve une droite de l'abaque qui coïncide avec la droite du graphique.

SIGNIFICATION DE K.-

D'après des résultats obtenus en France, on estime :

$K < 10^{-6}$ m/s	terrains très peu perméables
$10^{-6} < K < 5 \cdot 10^{-6}$	" peu perméables
$5 \cdot 10^{-6} < K < 50 \cdot 10^{-6}$	" perméables
$50 \cdot 10^{-6} < K$	" très perméables

RESULTATS.-

Voici les valeurs de K en m/s en fonction des types de sols :

Limons	(sableux	($160 \cdot 10^{-6}$
	((175
	(sablo-argileux	= $75 \cdot 10^{-6}$
	(sablo-argileux	immédiatement au-dessus d'un horizon
	(imperméable	= $12 \cdot 10^{-6}$

.../...

($12 \cdot 10^{-6}$)
 (22)
 Sables (44) horizon humifère
 (17)
 ($80 \cdot 10^{-6}$) horizon particulaire lessivé

 Sablo-argileux $25 \cdot 10^{-6}$ humide (en profondeur)
 Sablo-argileux très compact = $0,03 \cdot 10^{-6}$

On en conclue que les sols peuvent se ranger dans l'ordre de perméabilité décroissante :

- (Limons sableux - très perméables
- (Sols beiges sableux - perméables
- (Argile à nodules calcaires et nagas - imperméables

Voici un exemple de la vitesse de filtration dans une naga (n° 38); l'horizon supérieur sableux a été retiré - trou de 10 cm de diamètre et 19,5 de profondeur :

(heures)	temps :	H_t cm :	h_t cm :	$h_t + \frac{R}{2}$ cm :			
0	:	0	:	19,5	:	22)
4,30	:	6,1	:	13,4	:	15,9)
12	:	7,7	:	11,8	:	14,3)
22,30	:	8,1	:	11,4	:	13,9)
27	:	8,6	:	10,9	:	13,4)
34	:	9,2	:	10,3	:	12,8)
46	:	9,8	:	9,7	:	12,2)
51	:	10,2	:	9,3	:	11,8)

$K = 0,03 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

La différence de perméabilité entre les nagas (et sols compacts) et les sables est très grande : 500 à 600 fois moins; tandis que les sables ne sont que 8 fois moins perméables que les limons.

.../...

REMARQUES.-

Les mesures de perméabilité en place sont faciles à réaliser dans la plupart des cas. Cependant dans les argiles à nodules, il est impossible d'opérer lorsque la série affleure en surface car les fentes de retrait sont nombreuses et la méthode n'a plus de signification. On ne peut pas opérer au-dessous des fentes car le sol se fend pendant la mesure qui dure longtemps.

Certains accidents peuvent perturber la mesure : trous, racines, cailloux.

Dans les sols trop filtrants, on se contente d'une estimation (sols de dune).

FORME DE L'INFILTRATION.-

Il est intéressant d'observer la forme du volume mouillé après la mesure. Ceci a été réalisé sur un limon ($K = 75 \cdot 10^{-6}$ m/s). De nombreuses autres observations ont été faites sur des sols sableux (DILBINI). Dans le cas du profil n° 28, le volume mouillé est à peu de chose près une sphère dont le centre est le fond du trou et dont le plan tangent horizontal supérieur est à quelques cm au-dessous de la surface du sol (en réalité il y a un raccordement de l'infiltration à la surface du trou vers le haut, et le volume n'est pas exactement une sphère). Tout se passe donc comme si tout le volume d'eau introduit dans le trou était concentré en un point (le centre de la sphère) et s'infiltrait radialement dans toutes les directions : l'influence de la pesanteur sur la circulation est donc nulle. C'est une circulation par diffusion capillaire.

Des mesures sur sol sableux à DILBINI nous ont donné les formes suivantes :

Méthode MUNTZ (la paroi filtrante est un cercle dans un plan horizontal) : le volume mouillé est un ellipsoïde de révolution, dont le grand axe est horizontal et souvent le double du petit axe.

Méthode PORCHET. Sur des trous de 30 cm de profondeur : ellipsoïde de grand axe vertical.

.../...

Il semble donc que la forme du volume mouillé dépend en particulier des parois filtrantes.

- le fond seul est perméable à ellipsoïde horizontal
- le fond et les parois sont perméables :

pour un rapport $\frac{\text{Surface latérale}}{\text{Surface du fond}}$ bien choisi = sphère

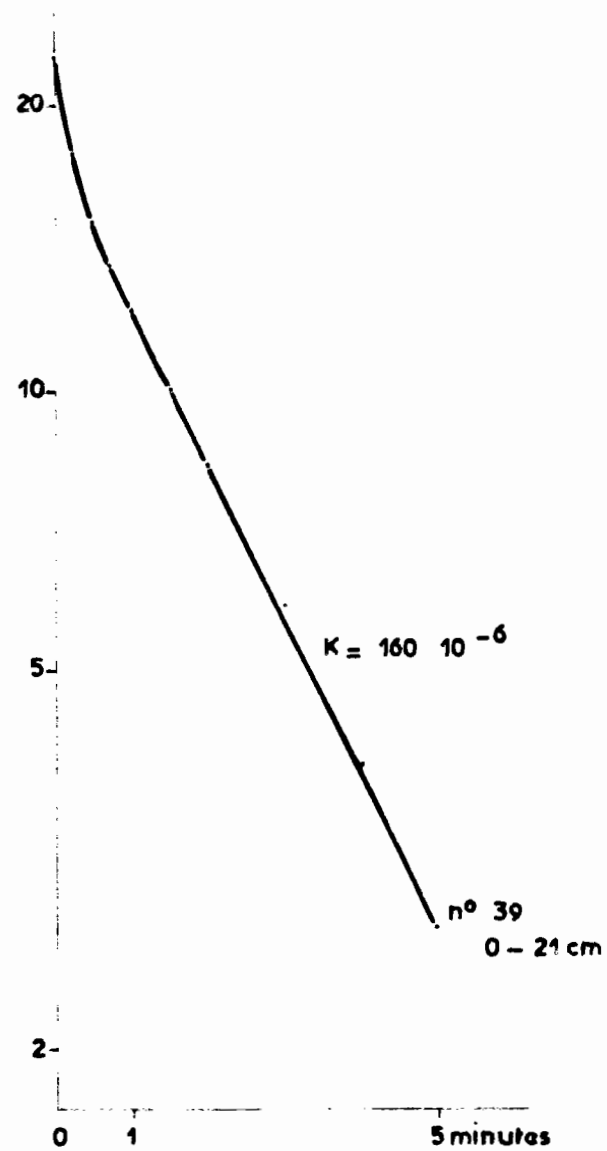
pour un rapport supérieur au précédent = $\frac{\text{ellipsoïde}}{\text{vertical}}$
c'est-à-dire trou plus profond

Il apparait encore que la circulation est moins influencée par la pesanteur que par d'autres forces. La circulation maximum se ferait dans le cas de MUNTZ dans le sens horizontal et en général parallèlement au plan de la source.

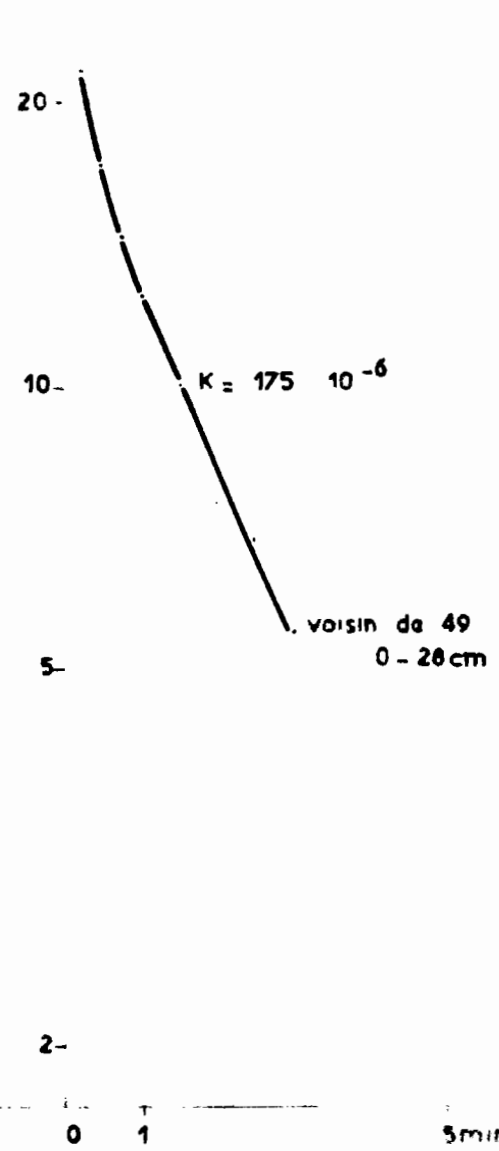
INFILTRATION ET PLUVIOMETRIE.-

Ces mesures ont été faites en sol sec. En sol humide les valeurs de K sont beaucoup plus faibles. Car d'une part les canalicules sont en partie remplis d'eau, d'autre part ils se bouchent partiellement. La valeur de K dépend de l'état de saturation en eau du sol. Etant donné une valeur de K correspondant à un certain état de saturation, on peut savoir l'effet d'une pluie de x mm/h, soit $x \cdot 0,3 \cdot 10^{-6}$ m/s en comparant sa vitesse à la vitesse d'infiltration du sol. Dans le cas où la vitesse de la pluie est supérieure à celle du sol une partie de l'eau ruisselle, d'où possibilités d'érosion.

$\frac{h + R}{\Delta + \frac{R}{2}}$
30-cm



$\frac{h + R}{\Delta + \frac{R}{2}}$
30-cm

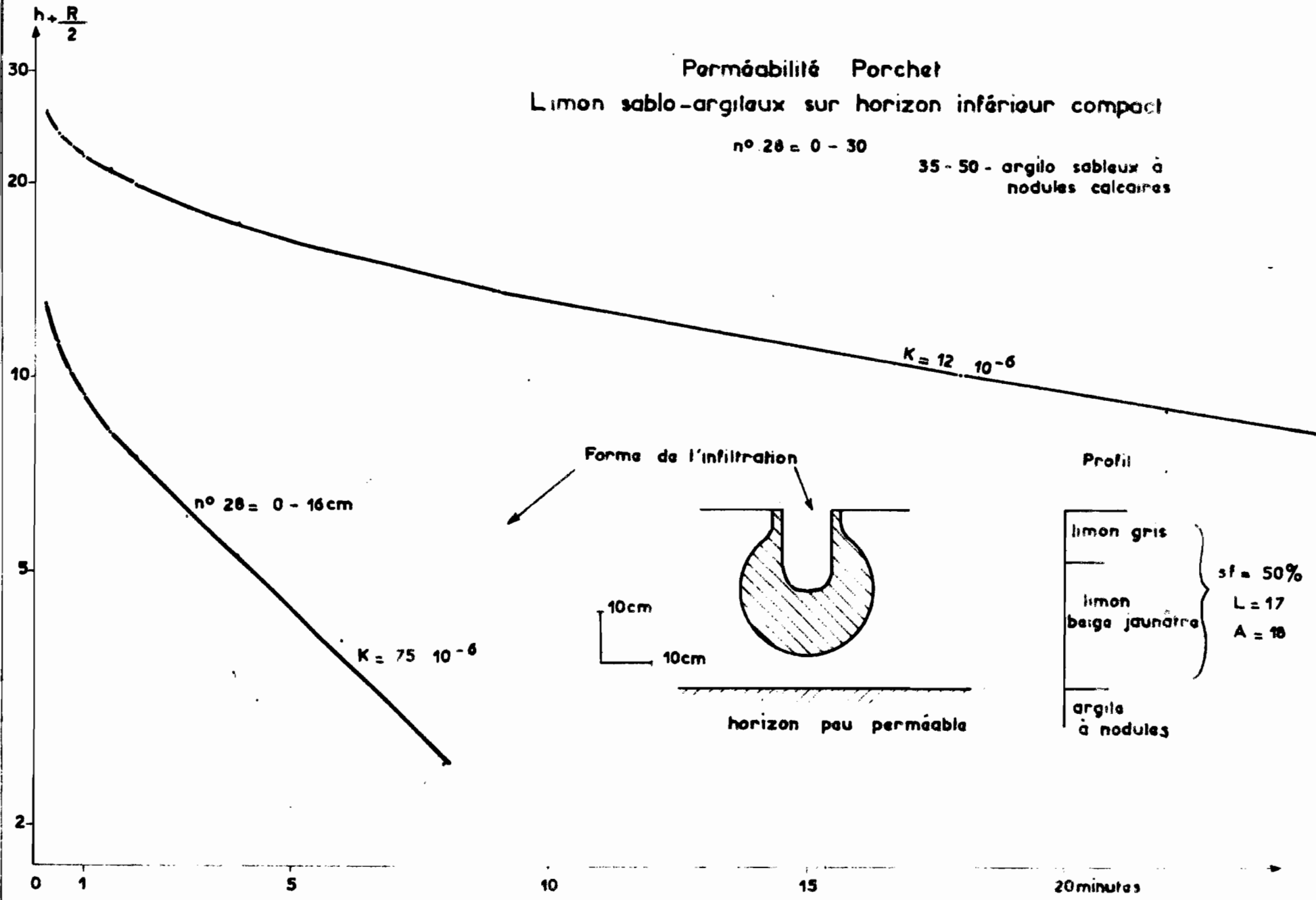


Perméabilité Porchet
Limons sablon

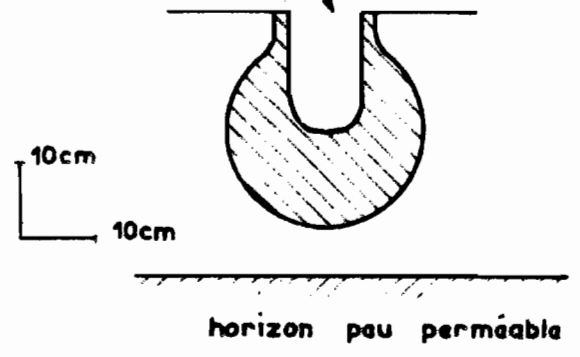
CRT 6175

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

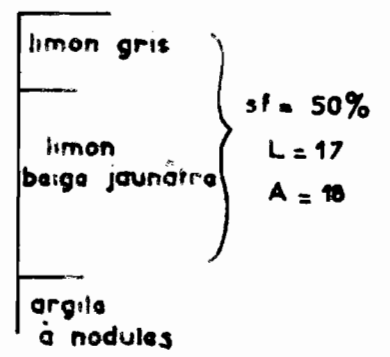
ED 1° LE 7-2-67 DES L. TRENDU VISA TUBE N P



Forme de l'infiltration



Profil

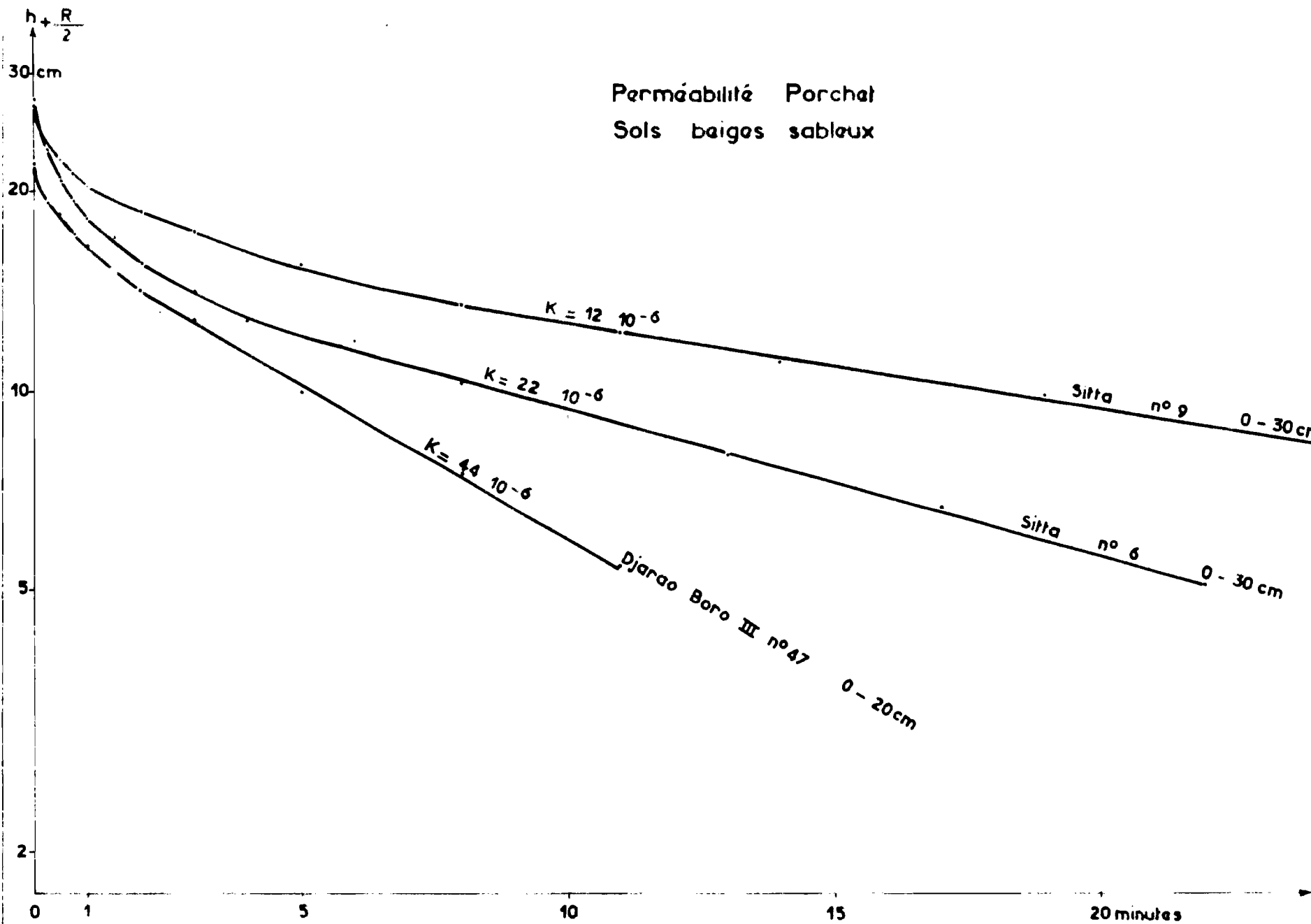


CRT 6173

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE 7-2 67 | DES. L. TRENOU | VISA | J. BE N° | P

Perméabilité Porchat
Sols beiges sableux



CRT 6176

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

EU

1°

LE 7-2-63

DES L. TRENOC

VISA

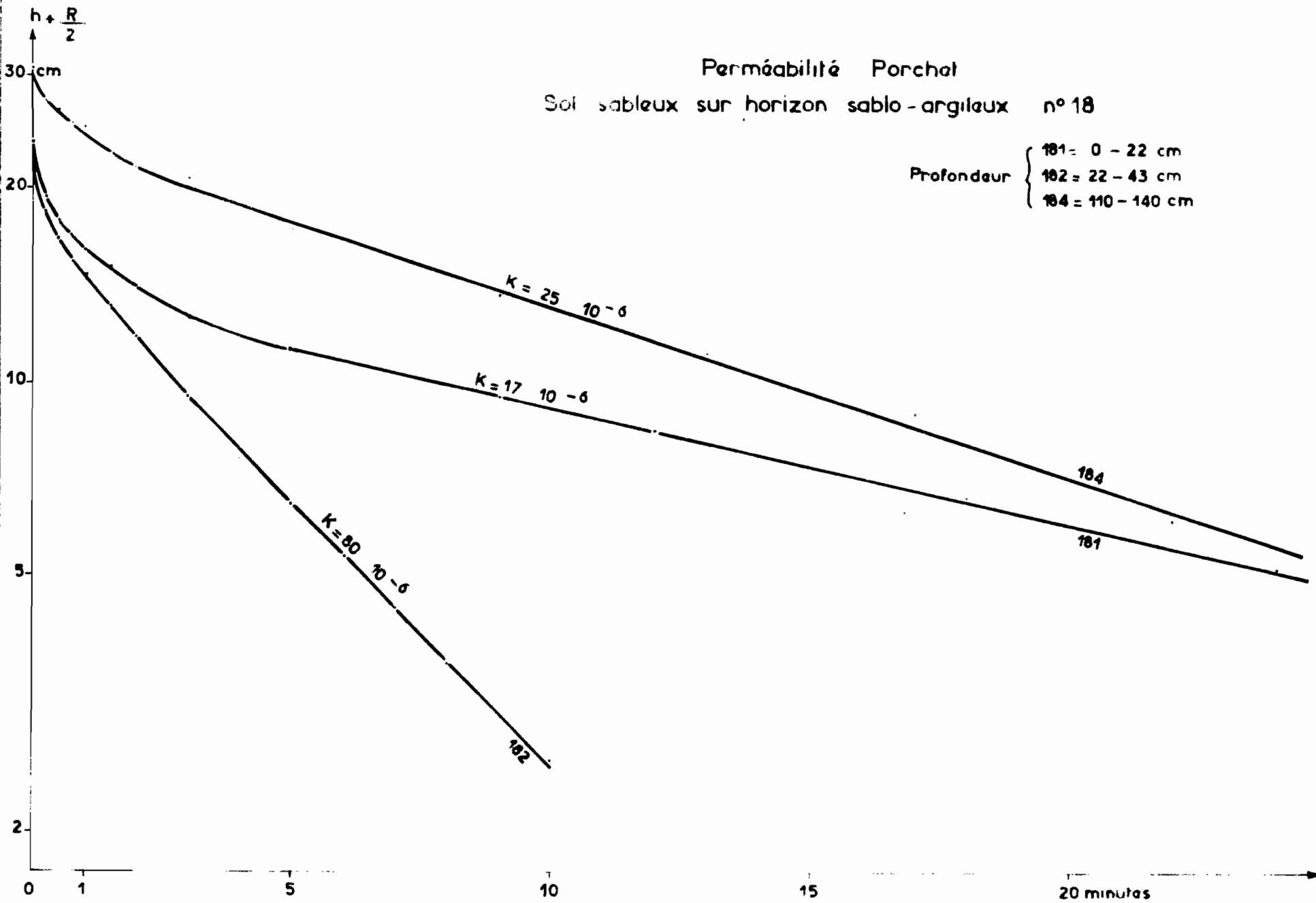
TUBE N°

P

Perméabilité Porchat

Sol sableux sur horizon sablo-argileux n° 18

Profondeur {
181 = 0 - 22 cm
182 = 22 - 43 cm
184 = 110 - 140 cm



CRT 6174

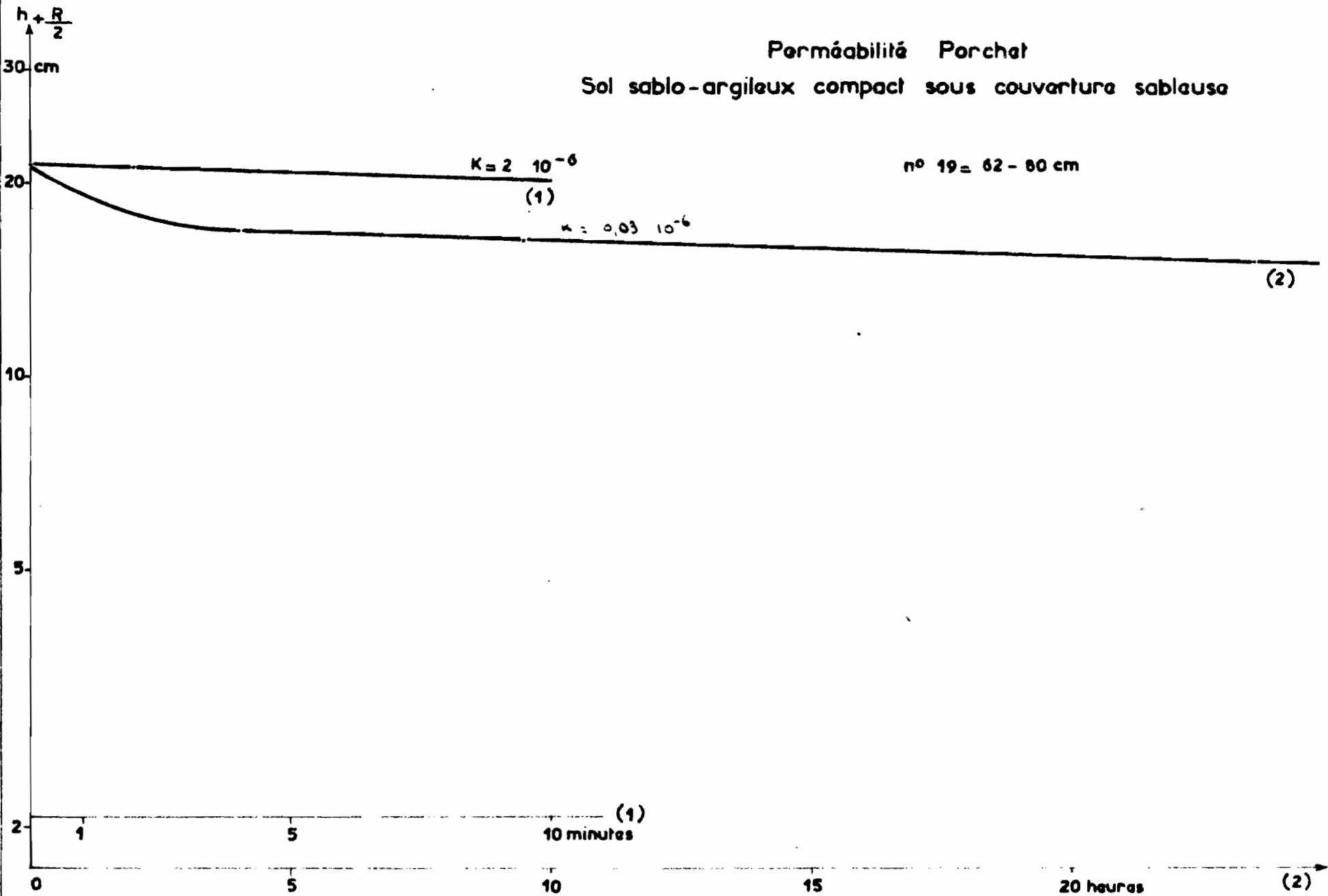
ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED 1° LE 7 2 67 DES TRENDS VISA ETIEN N P

Perméabilité Porchat

Sol sablo-argileux compact sous couverture sableuse

n° 19 = 62 - 80 cm



CRT 6177

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE: 7-2-61 | DES L. TRENOU | VISA. | TUBE N° | P

- RESISTANCE DU SOL A LA PENETRATION -
=====

Des études antérieures ont été faites sur les sols à arachides du Sénégal par DUBOIS, FAURE, BONFILS.... etc, conseillés par S. HENIN.

Le problème consiste à mesurer la résistance qu'oppose le sol à la pénétration d'une tige graduée. Nous nous sommes servis d'un appareil appelé pénétromètre. Il est composé d'une tige de 1,50 m. environ dont la partie supérieure sert de guide et la partie inférieure de 20 cm est graduée et s'enfonce dans le sol; entre les deux, une plaque circulaire, centrée, perpendiculaire à l'axe de la tige, sert de butée à la chute des poids; l'ensemble est solidaire, en métal et suffisamment résistant. Des poids, de 1 kg chacun (jusqu'à 3 kg) dont le centre est évidé glissent le long de la tige guide sur 1 m. de hauteur. La section de base du pénétromètre en contact avec le sol est circulaire et de 1 cm².

On mesure l'enfoncement de la tige graduée dans le sol sous l'action de l'énergie cinétique produite par les poids de 1, 2 ou 3 kg tombant de 1 m.

THEORIE.-

a) Energie cinétique :

L'énergie avec laquelle la base du pénétromètre frappe le sol est la même que la variation d'énergie du poids entre l'arrivée et le départ. L'énergie étant nulle au départ; l'énergie cinétique du poids est $\frac{1}{2} m v^2$ et dans le système d'unités M.K.S. $\frac{1}{2} m v^2 \frac{1}{9,81}$.

La vitesse des poids à l'arrivée étant pratiquement toujours la même (entre 1 et 3 kg) on a :

$$v^2 = 2 g e$$

$$g = 9,81$$

e = déplacement

ce qui nous donne l'équation d'un travail = m e
qu'on exprime en kgm.

.../...

D'autre part considérons 1 poids de 3 kg qui tombe de 1 m. ~~ou un poids de 1 kg qui tombe trois fois de suite de 1 m.~~

$$\text{on a : } \frac{1}{2} 3 m v^2 = 3 \cdot \frac{1}{2} m v^2$$

l'énergie totale produite après une opération d'une part et 3 opérations d'autre part est la même.

b) Résistance du sol :

Si le sol était un milieu homogène et si ses déformations étaient proportionnelles, pour une énergie reçue de 1 kgm, il se déformerait 3 fois moins qu'avec une énergie de 3 kgm.

En réalité, le sol réagit un peu suivant la loi du tout ou rien. Jusqu'à une certaine valeur limite, il ne se déforme pas, puis il se déforme. En effet, on peut imaginer que le sol reçoive n fois $\frac{m v^2}{2}$ sans s'enfoncer avec m assez petit et il s'enfoncera avec une fois $\frac{M v^2}{2}$ tout en ayant :

$$n \frac{m v^2}{2} > \frac{M v^2}{2}$$

Dans les mesures de laboratoire des travaux publics, on mesure l'enfoncement d'une tige dans un échantillon préparé. Cette opération s'appelle poinçonnement. On mesure l'enfoncement à vitesse constante. On a choisi la longueur d'enfoncement à donner par unité de temps, de manière à ce que la méthode s'applique à tous les sols, et on fait varier la pression. L'avantage par rapport à des chocs discontinus, c'est que l'on fait agir une charge proportionnelle à la résistance du sol.

RESULTATS.-

Bien que la méthode ne soit donc pas tout à fait comparative, nous en avons cependant tiré les renseignements suivants. (Voir graphiques)

.../...

La courbure de la courbe entre l'origine et la dernière chute de poids traduit :

frottement de la tige dans le sol (qui s'accroît avec la profondeur).

la résistance croissante du sol sous l'effet de poinçonnement.

la variation de résistance naturelle du profil avec la profondeur.

La courbe représente en général la résistance du sol à la pénétration. Celle-ci est fonction de la granulométrie, de l'état d'humidité, de la cohésion, de l'état structural.

Des petits ressauts dans la courbe traduisent l'hétérogénéité du sol.

Au plus la courbe est horizontale, au plus le sol est compact.

L'horizon supérieur des argiles à nodules est peu compact, plus sableux, un peu humifère, ce qui se traduit par un enfoncement rapide au début qui se ralentit en profondeur.

A 20 et à 50 cm nous avons fait deux mesures voisines. L'écart entre les courbes deux à deux traduit l'hétérogénéité du sol.

La comparaison entre argiles à nodules et naga est bonne : ces deux sols présentent les mêmes qualités de résistance à l'enfoncement.

Les limons, les sables (secs ou humides) sont bien moins résistants que les précédents.

Peu de différence entre un limon sableux et un limon sablo-argileux.

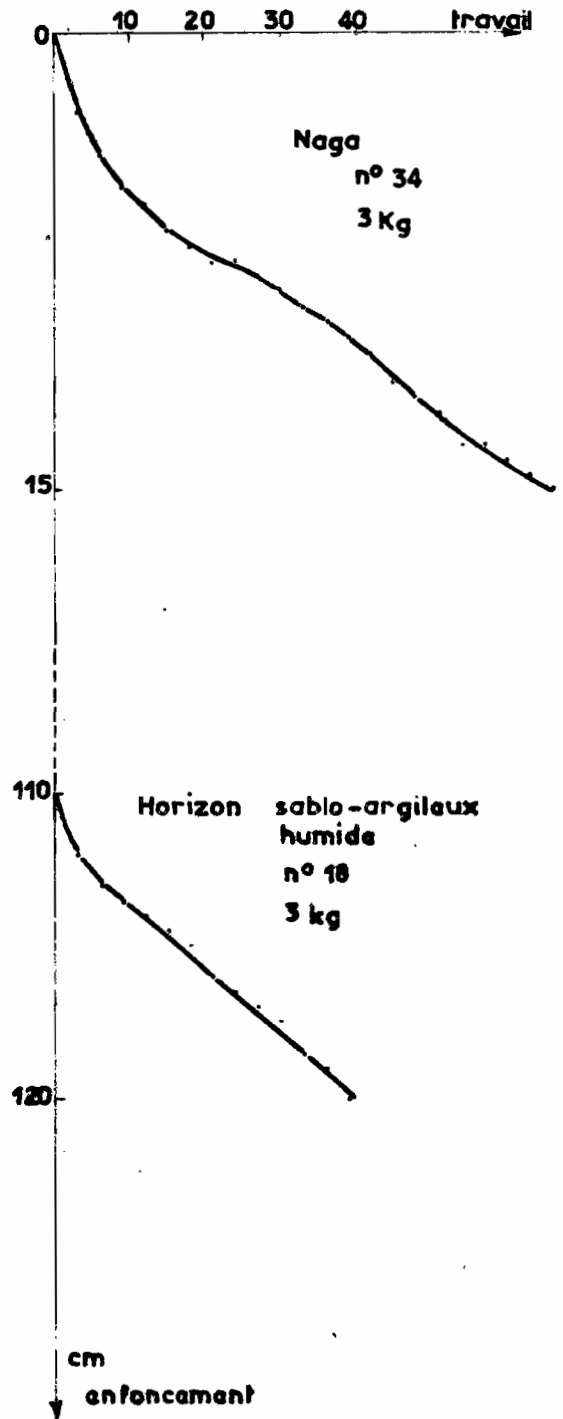
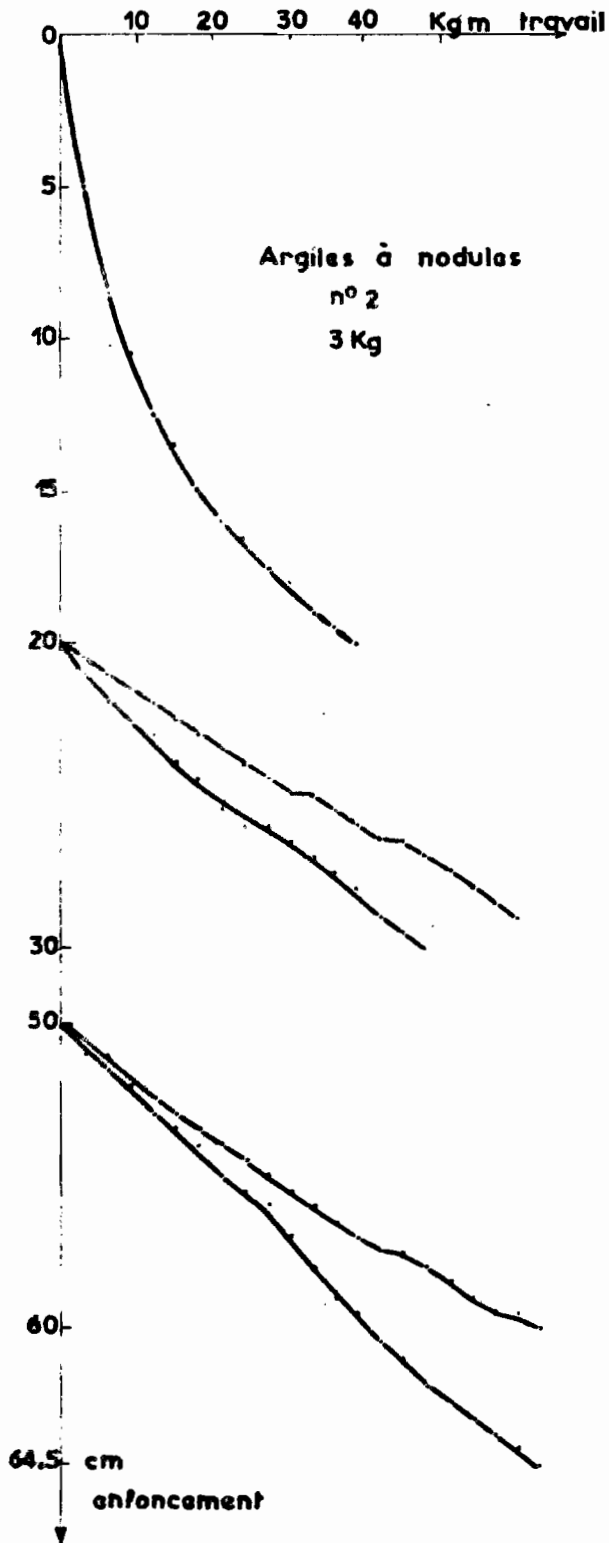
Le sable humide est le plus pénétrable.

Sur le graphique n° 18, sable sec, la différence entre les deux courbes représente :

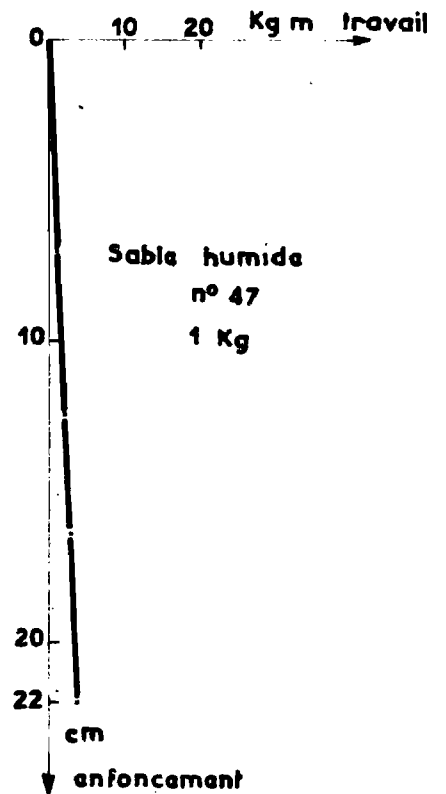
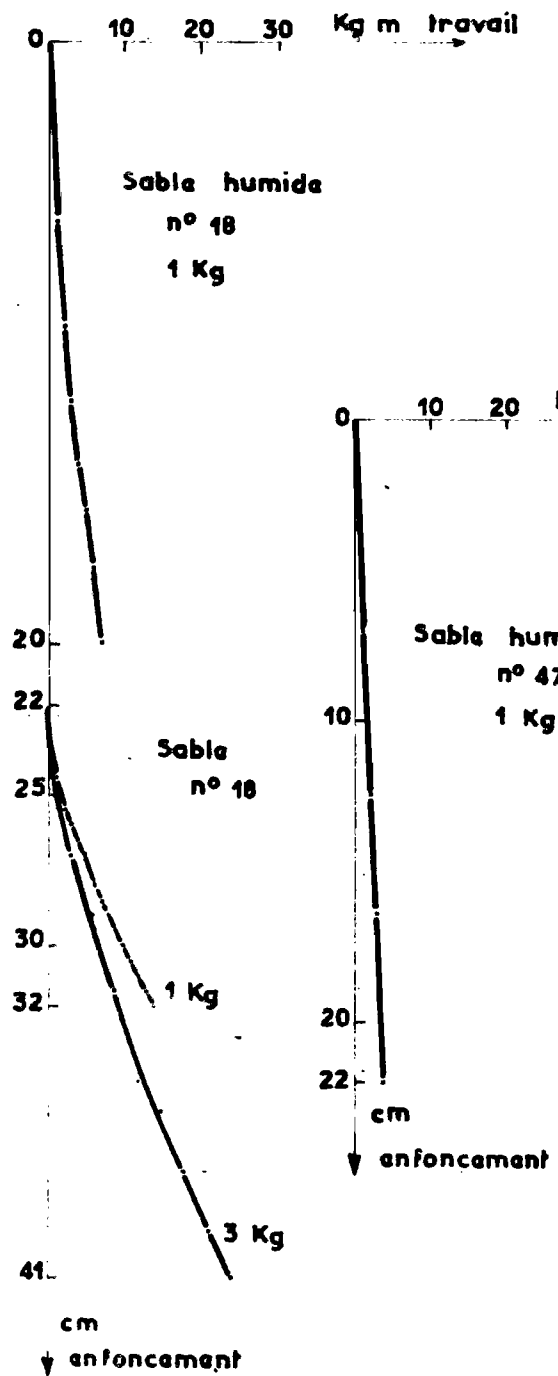
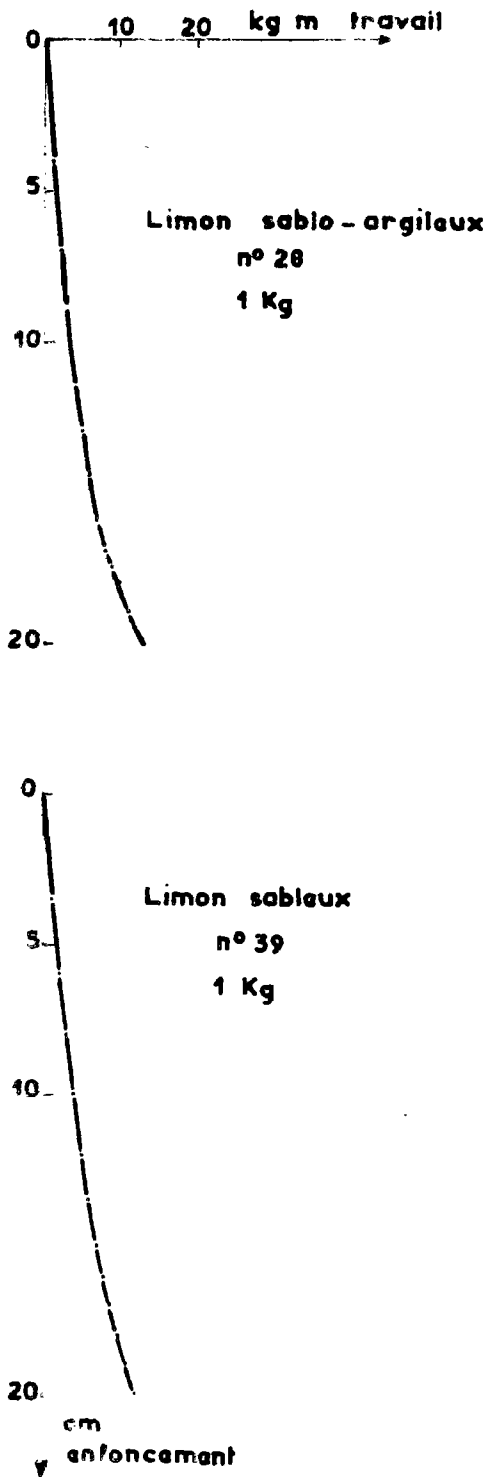
l'hétérogénéité du sol.

la différence d'effet entre les deux poids.

Resistance du sol à la Pénétration



Résistance du sol à la Pénétration



CRT 6179

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1° | LE: 7-2 61 | DES: L. TRENQU | VISA | TUBE N° | P

- STABILITE STRUCTURALE -
=====

La méthode d'analyse de la stabilité structurale a été mise au point par HENIN, COMBEAU, MONNIER, FEODOROFF, etc..

Elle consiste à déterminer K et Is; il existe entre eux une corrélation pour laquelle a été calculé la droite de régression de K par rapport à Is. La position des points représentatifs de K et Is par rapport à la droite permet d'apprécier diverses caractéristiques des sols.

ETUDE DE LA TERRE EN MILIEU CONCENTRE.-

Elle conduit à la formule :

$$K = \frac{e V}{H S} \text{ cm/heure}$$

e = hauteur en cm de la hauteur de terre soumise à la percolation.

V = volume recueilli au bout d'une heure en cm³.

H = hauteur entre la toile filtrante et la surface libre de l'eau en cm.

S = section intérieure du tube.

Il a été montré les corrélations hautement significatives entre :

log 10 K et le rapport Ca/Mg + K + Na

log 10 K et le rapport - (limon sur argile)

ANALYSE DES AGREGATS.-

On soumet la terre à trois prétraitements susceptibles de modifier ou non la stabilité des agrégats : action de l'eau, de l'alcool et du benzène. Suivant la réaction de l'échantillon à ces traitements on en déduit l'indice d'instabilité structurale:

$$I_s = \frac{(A + L) \text{ maximum } \%}{\text{moyenne des agrégats } \% - 0,9 \text{ S.G. } \%}$$

.../...

L'instabilité est proportionnelle au taux d'argile et limon obtenu avec l'agent destructeur de structure (benzène). Elle est inversement proportionnelle aux agrégats diminués d'une fraction des sables grossiers.

Il a été montré la corrélation hautement significative entre le taux d'éléments stables au benzène et le taux de matière organique.

Les terres sodiques ont une mauvaise stabilité, comme l'horizon cendreuse des podzols.

STABILITE STRUCTURALE ET GRANULOMETRIE.-

Il a été porté sur des graphiques, des terres sableuses et des terres argileuses qui se placent au voisinage de la droite de régression. Il apparaît que les unes ne se différencient pas obligatoirement des autres sur le graphique, car des facteurs autres que la granulométrie peuvent entrer en ligne de compte : par exemple la dispersion des éléments colloïdaux des sables peut les rendre compacts et battants comme une argile peu perméable.

Par ailleurs, une argile peu dispersée, avec agrégats stables peut assurer un bon drainage, comme une terre sableuse à bon ressuyage.

DROITE DE REGRESSION - REPRESENTATION GRAPHIQUE.-

L'équation de la droite de régression a été calculée sur les 50 premiers points expérimentaux. On exprime $\log 10 K$ en fonction de $\log 10 I_s$ suivant l'équation :

$$3 \log 10 K + 2,5 \log 10 I_s - 7,5 = 0.$$

La représentation graphique consiste à porter K et I_s avec des graduations logarithmiques ou à calculer $\log 10 K$ et $\log 10 I_s$ et à les porter avec des graduations ordinaires. On place la droite de régression et l'on observe la position des points expérimentaux sur le graphique et par rapport à la droite.

.../...

RESULTATS.-

Voici quelques résultats de différents types de sol :
Argiles à nodules (surface 1)

N°:	51	52	:321	322:131	132:141	142:301	302:441	442:	72	73	:
K :	1	2	:0,95	1,5:	1	1,5:2,6	1	:2,6	1,4:1,3	1,5:1,4	0,8:
Is:	1,7	1,4:	2,1	1,8:2,2	2,7:2	3	:1,3	1,5:1,2	1,7:2,8	3,9:	

N°	:	21	22	23	24	:	311	312	313	315	:
K	:	2,5	0,7	0,14	0,08	:	1,4	0,3	0,05	0,43	:
Is	:	2	2,3	3,4	3,8	:	0,9	2,2	3,2	5	:
Na/Ca %	:	6	11,5	19	11	:	7	26	19	17	:

Les échantillons sont placés relativement assez loin de la droite de régression. Ils sont en général à moyenne et mauvaise structure par leur position à l'intérieur des droites passant par 0 et 0' et à droite.

Les profils n° 2 et 31 s'écartent davantage en profondeur de la droite de régression et deviennent à très mauvaise structure. Il est intéressant de noter la corrélation avec le rapport Na/Ca relativement élevé. Ces échantillons ont une perméabilité faible et une mauvaise structure.

Limons sableux (surface 2)

N°	:	231	:	331	332	:	351	352	:	361	362	:	391	392	:	411	:	451	:
K	:	1	:	1,5	2	:	1,5	2	:	1,3	2,6	:	1,7	3,4	:	2	:	1,6	:
Is	:	0,6	:	0,5	0,5	:	0,5	0,5	:	0,7	0,7	:	0,6	0,6	:	0,4	:	3	:

Les limons sableux sont un peu plus éloignés de la droite de régression que les argiles. Ce sont des sols à meilleure structure car ils se situent entre les deux droites passant par 0 et 0' et à gauche.

.../...

Ils ont une stabilité plus grande que les argiles mais une perméabilité peu différente. Ceci semble étonnant mais il est difficile de comparer les limons et les argiles au point de vue perméabilité sur le terrain; car les argiles, si elles sont sèches, sont fendues.

L'échantillon n° 451 ayant un rapport Na/Ca % de 22 et un taux élevé de matière organique a une perméabilité modifiée mais une instabilité plus grande.

Série d'Ambasqlao (surface n° 3)

N°	: 452	: 483	: 491	: 493	: 501	: 502	: 511	:
K	: 0,5	: 4,5	: 3,3	: 2,6	: 2,3	: 2,3	: 3,1	:
Is	: 1,3	: 1,8	: 1,4	: 2,1	: 1,6	: 1,9	: 1,8	:

Agrégats grossiers % après les trois prétraitements :

N°	: 452	: 483	: 491	: 493	: 501	: 502	: 511	:
Benzène	: 19	: 6	: 6	: 2	: 12	: 2	: 3	:
Alcool	: 61	: 67	: 77	: 67	: 66	: 70	: 61	:
Air	: 50	: 55	: 72	: 40	: 55	: 65	: 49	:

La fraction agrégée est forte avec l'alcool, moyenne avec l'air et très faible avec le benzène. Malgré la grande sensibilité au benzène, indiquant une faible stabilité, les taux d'agrégats étant élevés dans les deux autres prétraitements et le pourcentage de sable grossier étant faible, on obtient des valeurs de Is comprises entre 1,5 et 2 ce qui classe ces sols dans les meilleures structures que les argiles à nodules. De plus la perméabilité reste élevée ce qui indique une faible dispersion en milieu concentré, un bon drainage en saison des pluies.

L'échantillon 452 ayant un rapport Na/Ca élevé (30) voit sa perméabilité diminuer, mais sa stabilité est peu modifiée.

.../...

Nagas (surface n° 4) .

N°	: 171	172	: 201	202	203	: 341	342	343	:
K	: 0,8	0,08	: 0,32	0,07	0,05	: 0,4	0,06	0,08	:
Is	: 1	8,3	: 1	2	5	: 0,75	1,5	1,9	:

N°	: 521	522	: 541	542	: 561	562	:
K	: 0,32	0,12	: 0,9	0,08	: 0,3	0,03	:
Is	: 0,35	0,74	: 4,1	2,35	: 0,8	2,3	:

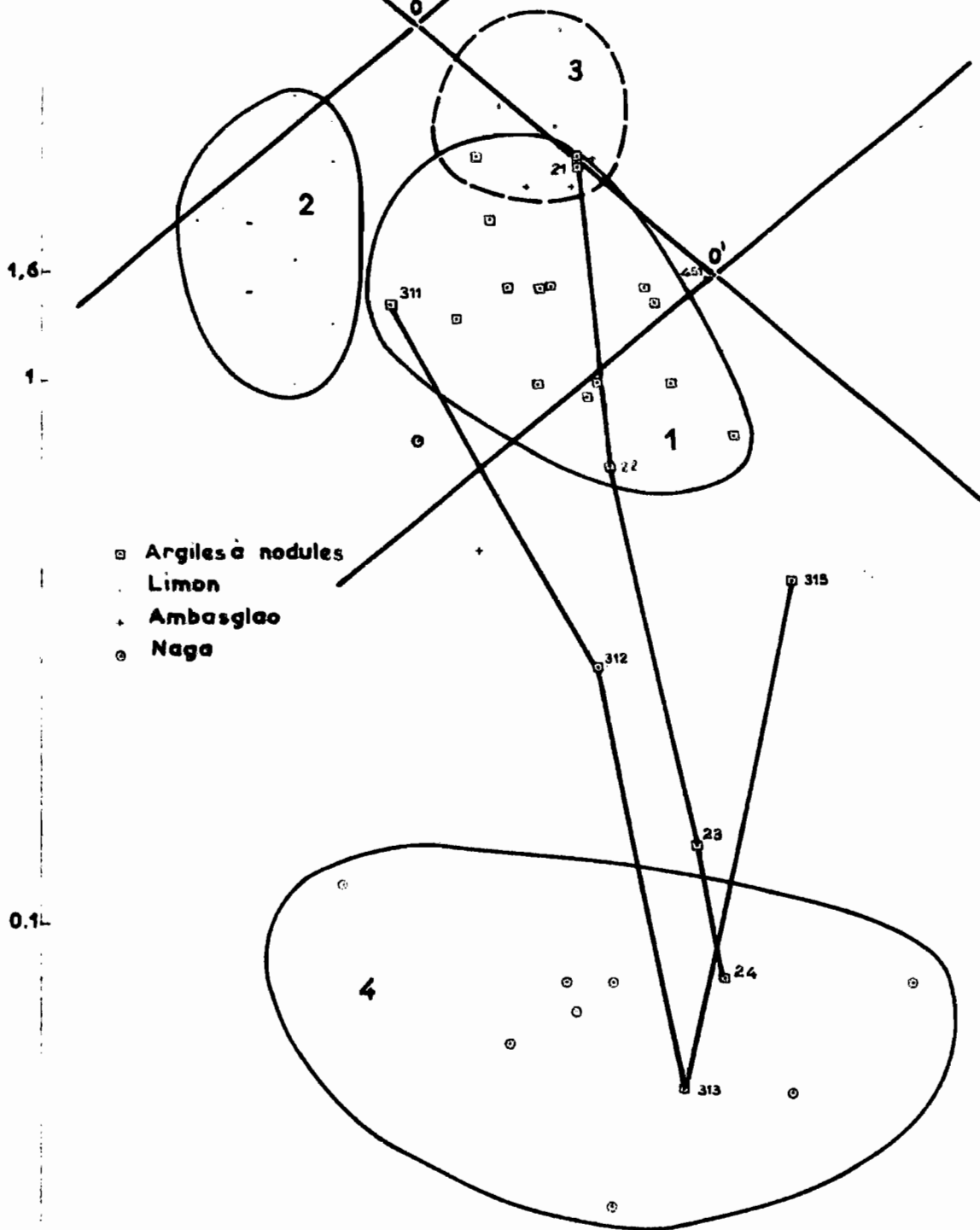
Les horizons 201, 341, 521, 541, 561, peu compacts à particuliers, en général sableux n'ont pas été représentés sur le graphique.

Les nagas sont caractérisées par une perméabilité très faible et un Is élevé. Elles ont une très mauvaise structure; elles sont compactes et les taux relativement élevés de sodium sur le complexe favorisent la dispersion en milieu concentré.

Les nagas suivent mal la droite générale de régression. La corrélation entre K et Is, si elle existe, exige l'équation d'une autre droite de régression.

10² K

STABILITE STRUCTURALE



- Argiles à nodules
- Limon
- + Ambasglao
- Naga

0.02
0.2

0.5 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 15

CRT 6181

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED: 1°	LE: 7-2-61	DES: L. TRENOU	VISA:	TUBE N°	P
--------	------------	----------------	-------	---------	---

- CONCLUSION -
=====

La zone LOKA-KABIA fait suite à la zone ERE-LOKA. Elle est soumise à une pluviométrie de 1.000 mm environ répartie pendant 4 à 5 mois.

C'est une pénéplaine, avec des différences de niveaux peu marquées. L'inondation se produit dans la dépression centrale de capture avec des eaux en provenance de la TANDJILE et du LOGONE. Les cuvettes intérieures sont inondées par les eaux colluvio-pluviales.

La végétation varie suivant les types de sol et le degré d'inondation : graminéenne, arbustive, tendance soudanienne. La nappe phréatique est peu profonde (3 à 4 m.) et peu puissante. Les séries géologiques représentées sont : les sables de KELO, les argiles à nodules, les sables récents, la série d'Ambasglao, les limons, les remaniements sableux.

LES SOLS.-

Les sables occupent une place relativement importante. Ils sont peu inondés en général, peu compacts, faciles à travailler et supportent la presque totalité de l'activité agronomique.

Les argiles à nodules dominent dans la dépression de capture, mais elles alternent par ailleurs (dans les cuvettes) avec d'autres sols. On distingue les argiles effondrées à vocation berbéré, et les argiles peu effondrées à vocation à riz ou berberé. Ce sont des sols compacts en saison sèche avec des fentes de retrait et des nodules calcaires en surface; ils sont plus ou moins effondrés; l'horizon supérieur est parfois plus sableux. Ils sont imperméables après gonflement en saison des pluies.

Les limons sableux sont importants (2.000 ha) au Sud de la LOKA. Souvent ils s'envolent sous l'action d'un choc et du vent; ils ont une structure pulvérulente, une cohésion nulle; ils sont riches en matière organique et soumis à une inondation de 1 m. environ.

.../...

La série d'Ambasglao n'existe que dans la KABIA. Elle est caractérisée par sa structure polyédrique fine, en petits agrégats relativement stables en milieu concentré et sa richesse en argile (60 - 80 %). C'est un sol peu compact, peu épais, stratifié avec les argiles à nodules ou les limons.

Les Nagas sont des sols stériles, très compacts, à mauvaise structure par suite d'un rapport Na/Ca % élevé (40-60).

PROPRIETES CHIMIQUES.-

Les propriétés chimiques des principaux sols ont été schématisées dans le tableau suivant :

	Sables	Argiles	Limons	Ambasglao	Naga
	surf. prof.:	à nodules:	S. SA-AS		surf. prof.:
Sg	50-60	20-25		8	50-60
Sf			50	15-20	
L		10	20	10-15	
A	5 25	40-50	8	60-80	20-30
pH H ₂ O	5-7		5-6	5,3	6 7-8,5
K Cl					5,7 6
M _o	1-1,5 0,5-0,2	1 (surf.)	3-4	2,3	1-1,5 0,5
N			0,2		
C/N	10 8	10	10	8	10 8
Ca	2	10-15	4 5	7	
Mg	0,5	3	0,7	1,5	
K	0,2		0,2	0,3	
Na	0,2		0,3	0,7	3
S	3	15-20	5 8	9,5	
T	5-7 10		15-20 20	21	
S/T %	20-40 50	80-95	30 30-50	45	
Na/S %					40-60
K		1-2	1,5-2	2-4	0,08
Is		1,5-3	0,6	1,8	2-4

.../...

AGRONOMIE.-

Les sols sableux sont pratiquement les seuls cultivés. On peut apporter les améliorations suivantes compte-tenu d'aménagements :

Diminution des surfaces cultivées en coton.

Extension du riz sur limons, sables avec horizon inférieur sablo-argileux ou argilo-sableux, argiles à nodules peu effondrées.

Culture du mil de décrue sur argiles à nodules effondrées.

Culture de l'arachide improved sur sables peu inondés.

- METHODES D'ANALYSES -

=====

Analyse mécanique : Sans destruction de la matière organique.
Chauffage pour détruire les agrégats -
Pipette ROBINSON.

pH : H₂O rapport sol / eau : 1/2,5
KCl N sur un autre échantillon de terre.

Carbone : Méthode ANNE modifiée (à froid)
M.O = C . 1,724.

Azote : KJELDAHL.

Bases échangeables : Extraction à l'acétate à 150 cc,
Dosage à l'IDERT, BONDY.

K . Is : Méthode COMBEAU - HENIN - MONNIER.

Capacité d'échange : Par dosage de NH₄.

- BIBLIOGRAPHIE -

=====

- Etude pédologique du bassin alluvionnaire du LOGONE-CHARI.
PIAS - LENEUF - ERHART.
- Etude pédologique de la zone ERE-LOKA.
GUICHARD - BARBERY - 1960.
- Etude pédologique au 1/20.000e du Casier A Nord BONGOR.
LEPOUTRE - BOUTEYRE.
- Dynamique du Sol. DEMOLON.
- Le profil ~~sculptural~~ structural. S. HENIN.
- Méthode de détermination de la capacité d'échange et du pH
d'un sol - Relations entre le complexe absorbant et le pH.
OLLAT - COMBEAU.
- Perméabilité PORCHET des sols. DE BEAUCORPS - CHEVRON-VILLETTE,
LANGLE - PUJOS - ROEDERER.
- Annales du C.R.A. de BAMBEY - 1954 1955 -
FAURE - BONFILS - DUBOIS.
- Flore forestière Soudano-Guinéenne. AUBREVILLE 1950.
- Lectures météorologiques - KELO - LAI - GOUNOU-GAYA.
- Photo-plans SATET Décembre 1956.
- Carte SATET 1/50.000e - Zone ERE-LOKA - 1956-58.

ECHANTILLONS	11	12	21	22	23	24	31	32	
Profondeur cm	0-15	45	0-20	75-80	200	450	0-10	60	
pH	H ₂ O	5,6	5,7	5,6	6,4	7	6,4	5,6	5,9
	KCl N	5,5		5,6	6,2	6,7	6		5,9
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine %	100	97,7	97,3	97,4	97,9	100	100	93,4	
Sable grossier %	17	48	23	21	23	24	28	62	
Sable fin %	46	25	19	17	17	23	51	8	
Limon %	16	4	8	7	8	9	9	2	
Argile %	19	22	49	54	52	44	11	27	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot. %	2,6	0,8	1,1	0,7			1,7	0,6	
Azote total %	0,14	0,07	0,062	0,043			0,09	0,06	
Carbone %	1,5	0,45	0,65	0,4			1,0	0,35	
C/N	10,4	7	10,4	9,3			11	5,8	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq % gr.	6,3	4	10	12	12	11	3	3,4	
Mg meq "	2,1	1,5	4,4	4	3,8	3,6	1,3	1,5	
K meq "	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	
Na meq "	0,4	0,3	0,6	1,4	2,2	1,2	0,3	0,6	
S meq "	9,1	5,9	15,2	17,7	18,2	16	4,8	5,8	
Cap. Ech. meq(T)%gr	12,4	0	18,8	20,7	19,9	18,3	6,8	9,2	

ECHANTILLONS	41	42	43	51	52	6	
Profondeur cm	0-20	50	180	0-15	20-30	0-30	
pH	H ₂ O	6,3	7,7	6,8	5,4	5,4	6,1
	KCl N		7	5,8	5,3	5,2	
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine %	99,8	99,2	98	99,5	98,5	100	
Sable grossier %	48	48	56	21	21	47	
Sable fin %	28	24	23	23	19	46	
Limon %	6	4	10	13	11	0	
Argile %	16	23	11	41	48	6	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat. org. tot. %	1,6	0,8	0,3	2,2	0,95	0,87	
Azote total %	0,086	0,052		0,11	0,056	0,04	
Carbone %	0,92	0,045		1,3	0,55	0,5	
C/N	10,9	8,7		11,8	9,8	12,5	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %gr	6,2	6,9	16,4	9	8,7	1	
Mg "	2	2,5	3,8	2,6	2,3	0,5	
K "	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	
Na "	1,4	1	2,2	0,4	0,5	0,1	
S "	9,9	10,6	22,8	12,3	11,7	1,7	
Cap. Ech. meq(T)"	10,2	11	24,8	18,3	16,5	4,3	

ECHANTILLONS		71	72	73	81	82	91	92	93	
Profondeur	cm	0-15	100-120	240-250	0-15	50	0-20	130	270	
pH	H ₂ O	5,5	6	6,7	6,1	6,4	6,3	6,1	6,5	
	KCl N		5,9	6,4		5,9		5,7	5,7	
<u>GRANULOMETRIE</u>										
Terre fine	%	98,6	100	99,6	100	100	99,9	95,3	85,6	
Sable grossier	%	57	31	44	47	40	50	55	49	
Sable fin	%	29	17	16	38	28	43	18	23	
Limon	%	1	4	2	4	5	1	2	3	
Argile	%	11	48	38	9	26	4	24	25	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>										
Mat. org. tot.	%	1,5	0,34		1,7	0,62	1,4	0,35	0,2	
Azote total	%	0,08	0,026		0,09	0,062	0,075	0,035		
Carbone	%	0,9	0,19		1	0,36	0,8	0,21		
C/N		11,2	7,3		11	5,8	10,6	5,4		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>										
Ca	meq	%gr	2	8,1	6,3	3,2	4,1	1,5	2	2,4
Mg	"	"	0,6	3	2,5	0,8	1	0,5	0	1,3
K	"	"	0,2	0,4	0,2	0,2	0,2	1,5	0,2	0,2
Na	"	"	0,2	0,4	0,5	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2
S	"	"	3	11,9	9,5	4,3	5,5	2,3	3,9	4,1
Cap. Ech.	meq(T)"		5,8	14,8	11	5,1	8,1	5,3	7,9	7,7

ECHANTILLONS		101	102	111	112	121	122	131	132	
Profondeur	cm	0-15	40-50	0-15	50	0-10	50	0-15	60	
pH	H ₂ O	5,4	5,3	5,3	5,4	5,2	6	5	6,2	
	KCl N	5,3	5,1	5,2	4,9	4,8	5,4	4,5	5,6	
<u>GRANULOMETRIE</u>										
Terre fine	%	99,9	99,3	100	100	100	96,3	82,2	99,2	
Sable grossier	%	60	64	15	55	19	38	31	26	
Sable fin	%	30	21	52	19	49	19	11	16	
Limon	%	4	3	18	3	12	7	22	9	
Argile	%	4	11	13	22	18	36	34	48	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>										
Mat. org. tot.	%	1,56	0,6	1,8	1	2,3	0,55	3,1	0,85	
Azote total	%	0,09	0,045	0,11	0,08	0,1	0,044	0,16	0,067	
Carbone	%	0,9	0,35	1,1	0,63	1,1	0,32	1,8	0,5	
C/N		10	7,8	10	7,8	11	7,3	11,2	7,5	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>										
Ca	meq	%gr	0,9	1,1	3,4	2,7	2,8	6,3	8,9	11,3
Mg	"	"	0,6	0,2	1,6	0,8	1,3	1,5	2,3	2,3
K	"	"	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
Na	"	"	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6
S	"	"	1,7	1,6	5,5	4	4,6	8,9	12,1	14,4
Cap. Ech.	meq(T)"		5,6	4,9	9,1	9,3	9,9	12,7	22,5	17,9

ECHANTILLONS		141	142	151	152	161	162	171	172
Profondeur	cm	0-15	60	80	50	0-10	50	0-10	30-50
pH	H ₂ O	7,2	7,7	7	6,8	5,5	5,7	6,5	8,5
	KCl N	6,7	7,1	6	5,9	5,1	5,3	6,2	7,4
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%	97,1	98,6	96	99,7	100	99,7	99,8	85
Sable grossier	%	19	16	57	21	17	17	39	31
Sable fin	%	16	17	13	22	51	29	51	38
Limon	%	10	10	4	11	15	9	4	6
Argile	%	53	56	25	45	15	44	5	24
CO ₃ Ca									traces
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot.	%	0,85	0,35	0,43	0,4	2,6	0,7	1,2	0,55
Azote total	%	0,05	0,031	0,037	0,034	0,13	0,07	0,07	0,04
Carbone	%	0,5	0,19	0,25	0,24	1,5	0,4	0,7	0,38
C/N		10	6,1	6,7	7	11,6	5,7	10	8
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca	meq %gr	14,6	14,5	5	13,5	3,5	5	1,9	8,4
Mg	" "	2,5	4,3	1,3	3,8	1	0,8	0,8	0,8
K	" "	0,2	0,4	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Na	" "	0,6	1,8	0,4	0,7	0,2	0,3	0,5	5,6
S	" "	17,9	21	6,9	18,3	4,9	6,2	3,3	14,9
Cap. Ech. meq(T)"		22,4	23	10,2	20,7	9,2	12,7		

ECHANTILLONS		181	182	183	184	185	186	191	192
Profondeur	cm	0-22	22-43	70-80	110-140	200	320	0-13	62-80
pH	H ₂ O	5,8	5,6	5,1	5,3	6,1	6,1	5,7	7,7
	KCl N	5,7	5,5	4,9	5,1	5,6	5,6	5	6,7
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%	100	100	98,8	98,9	99,6	93,5	100	98
Sable grossier	%	54	61	54	54	38	37	42	54
Sable fin	%	40	32	21	20	19	25	41	17
Limon	%	1	1	2	2	3	3	8	3
Argile	%	4	5	23	24	40	35	8	25
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot.	%	0,7	0,55					1,4	0,4
Azote total	%	0,04	0,036					0,08	0,034
Carbone	%	0,4	0,32					0,80	0,24
C/N		10	8,9					10	7
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca	meq %gr	0,7	0,7	2,2	2,6	6	5	1,1	4
Mg	" "	<0,2	<0,2	0,5	0,8	1,7	1,5	0,2	1,7
K	" "	<0,02	<0,02	0,2	0,1	0,2	0,06	0,06	0,2
Na	" "	0,1	0,1	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	1,3
S	" "	<1	1	3,1	3,7	8,3	6,9	<1,5	7,2
Cap. Ech. meq(T)	" "	5,4	2,4	5,7	6,4	11,6	9,6	7	7,5

ECHANTILLONS	201	202	203	211	212	221	222	
Profondeur cm	0-20	20-40	40-50	0-15	40	0-10	80	
pH	H ₂ O	5,4	7,3	8,7	5,3	5	5,2	7
	KCl N	5,1	6,3	6,9	4,8	4,5	4,8	6,1
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine %	98,4	97,6	99,7	100	100	100	100	
Sable grossier %	60	54	40	13	33	17	45	
Sable fin %	30	24	24	43	24	57	18	
Limon %	2	3	5	20	7	13	3	
Argile %	6	18	31	22	35	11	33	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat. org. tot. %	1,4	0,55	0,28	2,1	0,95	1,9	0,5	
Azote total %	0,08	0,04		0,115	0,063	0,11	0,035	
Carbone %	0,80	0,32		1,2	0,55	1,1	0,3	
C/N	10	7,9		10,4	8,7	10	8,5	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca meq %gr	1	1	2,2	4,4	2,4	2,4	6,1	
Mg "	0,5	0,7	1	1,8	0,7	1,5	2,4	
K "	< 0,02	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	
Na "	0,1	3	8	0,3	0,2	0,3	1	
S "	< 1,6	4,8	11,4	6,7	3,4	4,4	9,9	
Cap. Ech. meq(T)"	5,5	6,5	19,4	12,6	10,3	10	14,7	

ECHANTILLONS		231	232	241	242	251	252	261	262	
Profondeur	cm	0-30	40	0-10	40	0-10	30	0-10	10-30	
pH	H ₂ O	6,1	5,5	5,1	6,1	5,8	7	5,3	5,5	
	KCl N	4,9	5,4	5,1	5,3	5,2	6,3	5	5,1	
<u>GRANULOMETRIE</u>										
Terre fine	%	100	98,9	99,3	100	95,3	98,8	100	98,6	
Sable grossier	%	15	36	32	23	52	30	19	42	
Sable fin	%	52	21	33	20	17	15	49	25	
Limon	%	20	9	8	8	5	7	14	5	
Argile	%	11	33	25	48	24	47	16	26	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>										
Mat. org. tot.	%	2,7	0,66	2,2	0,52	2,2	0,42	1,5	1	
Azote total	%	0,17	0,05	0,15	0,064	0,13	0,044	0,08	0,075	
Carbone	%	1,60	0,38	1,3	0,31	1,32	0,24	0,9	0,63	
C/N		9,5	7,6	8,4	5	10,2	5,5	11	8,4	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>										
Ca	meq	%gr	3,2	8,1	5,2	10,9	5,2	12,1	2,8	4,1
Mg	"	"	1,3	3,7	2,7	3,8	1,7	3	1,2	1,7
K	"	"	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Na	"	"	0,3	0,4	0,4	1	0,3	0,7	0,4	0,3
S	"	"	5	12,4	8,7	15,9	7,5	16,1	4,6	6,3
Cap. Ech.	meq(T)"		15	15,4		18,2	11,6	18,5	12,7	13,4

ECHANTILLONS		271	272	281	282	291	292	301	302	
Profondeur	cm	0-15	40	0-10	15-30	0-10	40	0-15	50	
pH	H ₂ O	5,4	5,6	5,2	5,4	5,5	6,1	5,3	5,7	
	KCl N	5	5,1	4,7	4,7	5,2	5,1	4,7	4,9	
<u>GRANULOMETRIE</u>										
Terre fine	%	100	100	100	99,9	100	89,6	95,2	97,2	
Sable grossier	%	8	27	9	18	20	51	33	26	
Sable fin	%	48	30	49	51	53	11	24	20	
Limon	%	22	8	17	16	14	3	8	9	
Argile	%	18	33	22	14	11	34	33	44	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>										
Mat. org. tot.	%	3,1	0,85	2,8	1,5	2	1,2	1,5	0,7	
Azote total	%	0,21	0,07	0,15	0,11	0,12	0,087	0,095	0,054	
Carbone	%	1,8	0,5	1,6	0,9	1,2	0,68	0,86	0,4	
C/N		8,5	7,2	10,6	8,2	10	7,8	9	7,4	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>										
Ca	meq	%gr	6,1	5,6	5,4	3,4	3,3	4,5	7,4	11,7
Mg	"	"	2,2	2,5	2	1,1	1,4	1,8	3,1	4
K	"	"	1,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Na	"	"	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5	1,2
S	"	"	9,8	8,7	8,2	5,2	5,2	6,8	11,2	17,1
Cap. Ech.	meq(T)"		17,9	21,6		12	8,5	12,4	16,9	18,7

ECHANTILLONS		311	312	313	314	315	321	322
Profondeur	cm	0-15	90	150	170	170	0-10	20-30
pH	H ₂ O	6,2	7,8	6,6	5,6	5	5,6	5,3
	KCl N	5,4	6,9	5,3	5,6	4,6	4,9	4,8
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine	%	100	98,3	100	99,8	100	99,4	99,7
Sable grossier	%	22	25	29	79	16	20	19
Sable fin	%	15	14	24	16	45	28	21
Limon	%	9	9	10	1	8	14	13
Argile	%	53	51	37	6	31	35	46
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat. org. tot.	%	0,85	0,43	0,3			2,2	0,9
Azote total	%	0,06	0,04	0,034			0,12	0,046
Carbone	%	0,5	0,25	0,18			1,3	0,52
C/N		8,3	6,2	5,3			11	11,3
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca	meq %gr	14,2	13,8	8,4	0,9	5,9	5,7	7,4
Mg	" "	3,6	3,6	2,5	0,2	1,8	2	2,2
K	" "	0,2	0,3	0,1	0,02	0,2	0,2	0,3
Na	" "	1	3,6	1,6	0,4	1	0,6	0,9
S	" "	19	21,3	12,6	1,5	8,9	8,5	10,8
Cap. Ech. meq(T)"		22,4	22,6			18,6	14,4	20

ECHANTILLONS		331	332	333	341	342	343	351	352
Profondeur	cm	0-10	10-30	50	0-15	20-80	80-90	0-15	20-35
pH	H ₂ O	5,5	6,2	5,8	6,2	8,4	8,5	5,7	5,6
	KCl N	5,2	5,4	5,6	5,5	6,7	7,3	5,4	5,3
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%	100	99,3	95,9	99,7	98,8	90,6	100	100
Sable grossier	%	20	36	49	52	61	56	21	19
Sable fin	%	52	36	16	38	19	26	51	52
Limon	%	17	14	4	5	1	2	17	17
Argile	%	7	12	30	4	18	16	7	10
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot.	%	3,5	1,9		0,7	0,53		4,7	2,1
Azote total	%	0,21	0,14		0,04	0,033		0,27	0,16
Carbone	%	2	1,1		0,4	0,31		2,7	1,2
C/N		9,5	7,9		10	9,5		10	7,5
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca	meq %gr	3,6	3,1	4	0,9	1,8	2,6	3,1	
Mg	" "	0,9	1,1	1	0,5	1,1	0,9	1	
K	" "	0,5	0,3	0,2	0,02	0,2	0,1	0,3	
Na	" "	0,3	0,2	0,3	0,2	2,3	2,5	0,2	
S	" "	5,3	4,7	5,5	1,6	5,4	6,1	4,6	
Cap. Ech.	meq(T)"	16,7	10		10,2		10,2	15,7	13,6

ECHANTILLONS	361	362	363	371	372	381	382	383	
Profondeur cm	0-15	15-30	60-70	0-15	20-40	0-20	120-130	230	
pH	H ₂ O	5,6	5,5	6	5,2	5,3	6,2	5,8	6,6
	KCl N	5,2	6,2	5,6	4,9	5	6	5,2	5,7
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine %	100	100	99,9	100	100	99,5	89,8	93,9	
Sable grossier %	17	16	51	16	17	62	59	51	
Sable fin %	50	48	19	42	39	32	24	19	
Limon %	22	18	4	17	13	2	4	3	
Argile %	8	16	26	23	30	3	12	27	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot. %	3,3	1,6		1,7	0,95	1	0,2		
Azote total %	0,23	0,11		0,1	0,075	0,06	0,025		
Carbone %	1,9	0,93		1	0,55	0,6	0,11		
C/N	8,3	8,5		10	7,4	10	5		
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq %gr	2,1	3,7	5	3,8	4,5	1,2	2,1	4,5	
Mg " "	1	0,9	1,6	0,9	0,7	0,4	0,6	1,1	
K " "	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,04	0,1	0,4	
Na " "	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	
S " "	3,9	5,2	7,2	5,2	5,8	1,7	3	6,3	
Cap. Ech. meq(T) "	20,7	15,4	10,7	18		11,7	11,4	12,6	

ECHANTILLONS		391	392	401	402	411	412	421	422
Profondeur	cm	0-15	20-35	0-15	20-35	0-20	40	0-15	20-30
pH	H ₂ O	6	6	5,5	5,5	5,8	6,5	5,7	5,8
	KCl N	5,3	5,4	4,6	4,6	5,1	5,2	4,8	4,8
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine	%	100	100	100	100	100	100	100	98,7
Sable grossier	%	21	38	9	21	31	52	17	26
Sable fin	%	50	39	36	32	44	18	33	22
Limon	%	20	15	26	13	14	3	21	19
Argile	%	8	7	26	32	7	26	26	32
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot.	%	4,3	1,4	3,4	1,5	4	0,43	2,8	1,1
Azote total	%	0,25	0,1	0,2	0,12	0,23	0,027	0,14	0,09
Carbone	%	2,5	0,86	2	0,91	2,3	0,25	1,6	0,65
C/N		10	7,6	10	7,6	10	9,8	11,4	7,4
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca	meq %gr	4,1	2,6	6,8	4,5	2	4,1	7,3	6,5
Mg	"	0,7	0	1,6	0,9	0,6	2,2	2,2	2,2
K	"	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1
Na	"	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,9	0,4	0,4
S	"	5,4	3,1	9,1	5,7	3	7,4	10,1	9,2
Cap. Ech. meq(T)"		21,3	10,4	23	18,6		12	19,3	18,4

ECHANTILLONS	431	432	441	442	451	452	461	462	
Profondeur cm	0-15	20-35	0-20	50-60	0-20	50	0-15	20-35	
pH	H ₂ O	5,8	5,8	5,7	6,1	6,1	7	5,6	6
	KCl N	5	5,1	5	5,5	5,4	5,5	5,3	5,2
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine %	100	100	92,9	97,2	100	100	100	100	
Sable grossier %	30	20	43	26	10	12	19	15	
Sable fin %	31	33	29	23	55	14	47	54	
Limon %	12	21	7	9	25	10	18	24	
Argile %	24	24	19	41	3	63	8	3	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot. %	2,4	1,4	2,1	0,52	7,3	0,87	7,1	4	
Azote total %	0,13	0,1	0,11	0,04	0,42	0,08	0,35	0,3	
Carbone %	1,4	0,8	1,2	0,3	4,2	0,5	4,1	2,25	
C/N	11	8	10,8	7,4	10	6,2	11,6	7,5	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq %gr	6	7,3	3,1	6,2	5	7,8	3,9	3,5	
Mg " "	1,2	1,3	1	1,5	1	1,3	0,5	0,5	
K " "	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,2	
Na " "	0,3	0,4	0,2	0,3	1,1	2,3	0,5	0,3	
S " "	7,7	9,2	4,4	8,1	7,3	11,5	5,3	4,5	
Cap. Ech. meq(T)"		20,2	10,2	13,2	28,6	22,6		15,3	

ECHANTILLONS		471	472	481	482	483	491	492	493	
Profondeur	cm	0-20	50-70	0-10	30-40	70	20-30	30-50	150	
pH	H ₂ O	6,7	6,5	5,7	5,5	5,6	5,3	5,5	5,3	
	KCl N	6,1	6,1	4,9	4,6	5	4,3	4,5	4,1	
<u>GRANULOMETRIE</u>										
Terre fine	%	100	100	100	100	100	100	100	100	
Sable grossier	%	62	58	11	7	7	6	5	4	
Sable fin	%	32	32	25	47	20	18	43	13	
Limon	%	3	2	31	34	12	14	30	4	
Argile	%	2	4	31	11	61	60	20	79	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>										
Mat. org. tot.	%	1,4	0,35	3,8	1,22		1,34	1,6		
Azote total	%	0,062	0,017	0,2	0,09		0,078	0,11		
Carbone	%	0,78	0,2	2,2	0,7		0,77	0,95		
C/N		12,6	11,8	11	8		10	8,7	.	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>										
Ca	meq	%gr	0,9	0,5	7,5	3,1	7,4	1,9	1	6,3
Mg	"	"	0,2	0	2,9	0	0,7	0	0,5	1,8
K	"	"	0,06	0,02	0,6	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5
Na	"	"	0,1	0,1	0,6	0,5	0,7	0,5	0,7	1,2
S	"	"	1,2	0,6	11,6	3,8	9	2,6	2,5	9,8
Cap. Ech.	meq(T)"		8,6	2,4	21,6	25,5	22,2	22,4	25,6	20,1

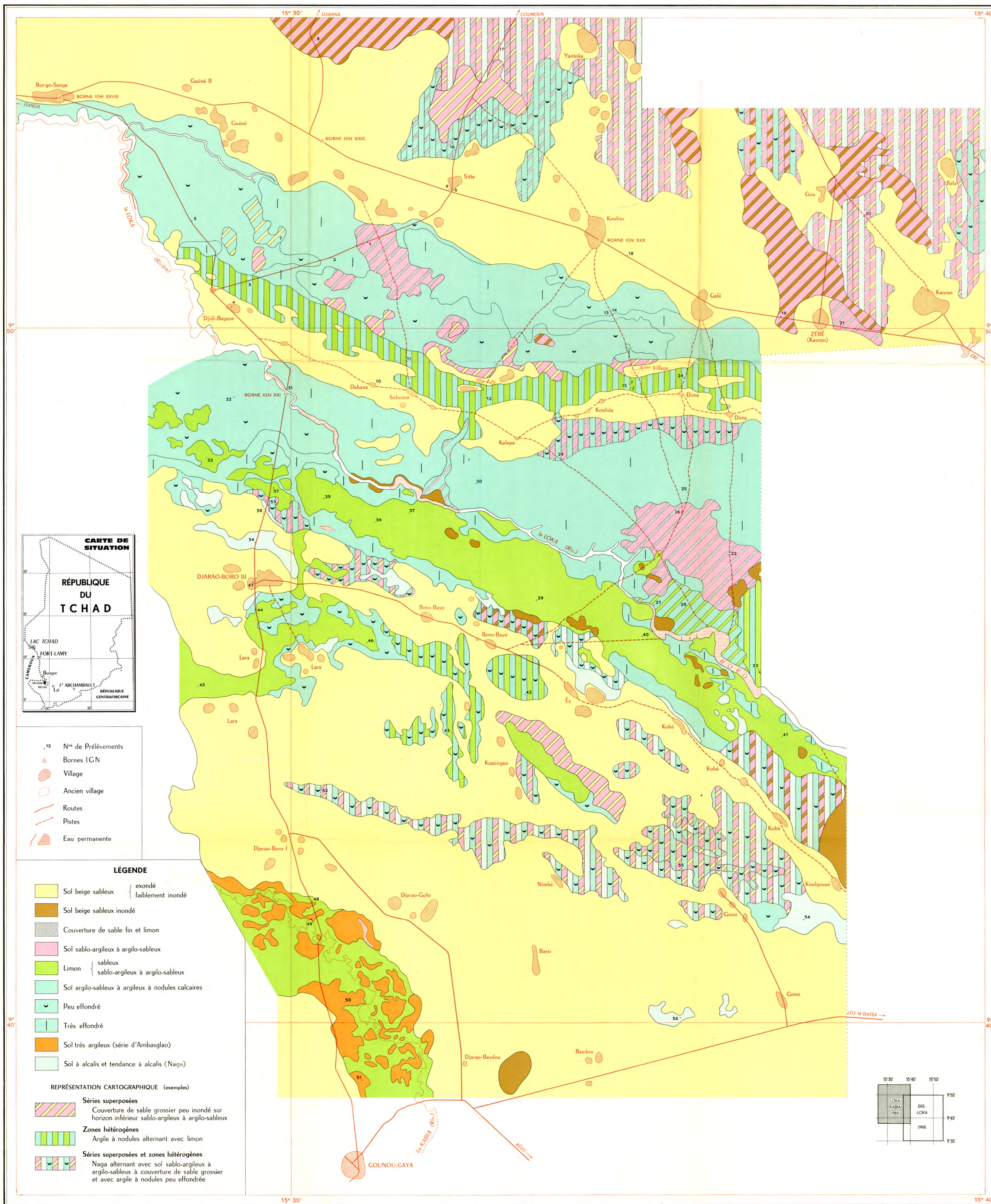
ECHANTILLONS	501	502	511	512	521	522	
Profondeur cm	0-10	30	40	60	0-30	30-40	
pH	H ₂ O	5,3	5,3	5,3	6,5	6,2	7,7
	KCl N	4,3	4,4	4,5	5,5	5,7	6,4
<u>GRANULOMETRIE</u>							
Terre fine %	100	100	100	100	100	100	
Sable grossier %	3	4	3	25	52	56	
Sable fin %	17	13	27	21	39	33	
Limon %	16	11	10	6	3	2	
Argile %	62	71	59	47	4	8	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>							
Mat. org. tot. %	2,3	1	0,76	0,6	0,85	0,4	
Azote total %	0,16	0,09	0,067	0,045	0,05	0,027	
Carbone %	1,36	0,6	0,44	0,35	0,5	0,24	
C/N	8,5	6,7	6,6	7,7	10	8,9	
<u>BASES ECHANGEABLES</u>							
Ca meq %gr	6,5	2,8	4,4	7,4	0,9	1,4	
Mg " "	2,7	0,5	2	3,5	0,5	0	
K " "	0,5	0,1	0,2	0,2	< 0,02	0,2	
Na " "	0,6	0,5	0,7	1,3	0,2	1,1	
S " "	10,3	3,9	7,3	12,4	< 1,6	2,7	
Cap. Ech. meq(T)"	23,6	24,6	17,4	17	2,25	3,75	

ECHANTILLONS		531	532	533	534	535	541	542
Profondeur	cm	0-20	80	200	260	380	0-10	10-30
pH	H ₂ O	5,7	7,5	8	7,7	7,5	6	6,7
	KCl N	5,2	6,8	7,3	6,9	6,4	5,2	5,4
<u>GRANULOMETRIE</u>								
Terre fine	%	98,2	98,3	99,7	98,5	90,6	100	100
Sable grossier	%	40	36	40	41	36	15	34
Sable fin	%	22	23	21	21	22	29	27
Limon	%	8	6	6	5	4	23	13
Argile	%	28	34	33	33	38	31	25
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>								
Mat. org. tot.	%	1,9	0,52				1,7	0,57
Azote total	%	0,12	0,04				0,09	0,042
Carbone	%	1,1	0,3				1	0,33
C/N		9,3	7,5				11	7,9
<u>BASES ECHANGEABLES</u>								
Ca	meq %gr	5,6	8,8	10,3	6,7	7,4	6	4,1
Mg	" "	1,8	2,3	2,9	3,5	3,8	3,2	0,6
K	" "	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
Na	" "	0,4	1,2	0,6	0,8	1	1	5,2
S	" "	8	12,7	14,2	11,3	12,5	10,4	10
Cap. Ech.	meq(T)"	11,3	13,9		11,5	14,7	14,4	

ECHANTILLONS	551	552	561	562	571	572	573	574	
Profondeur cm	0-10	25-40	0-20	20-30	0-20	60-75	100	200	
pH	H ₂ O	5,9	5,7	6,9	7,9	6	7,6	8,2	7,2
	KCl N	5,2	5,1	6,1	6,4	5,2	6,2	7	6
<u>GRANULOMETRIE</u>									
Terre fine %	100	100	100	98,9	100	100	98,8	100	
Sable grossier %	11	27	52	46	22	57	46	47	
Sable fin %	42	26	38	26	46	19	21	20	
Limon %	23	10	6	12	14	2	5	5	
Argile %	21	36	3	15	16	20	28	28	
<u>MATIERE ORGANIQUE</u>									
Mat. org. tot. %	3,1	0,98	1,6	0,6	1,7	0,65			
Azote total %	0,15	0,082	0,08	0,036	0,1	0,043			
Carbone %	1,8	0,57	0,9	0,35	1	0,39			
C/N	12	7	11	10	10	9,1			
<u>BASES ECHANGEABLES</u>									
Ca meq %gr	6,1	6,2	1,2	2,2	3,9	3,2	6,2	5,4	
Mg " "	2	1,8	0,5	1	1,1	0,7	1	1,3	
K " "	0,3	0,2	0,02	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	
Na " "	0,4	1,2	0,3	2,5	0,5	1,6	2,3	1,1	
S " "	8,8	9,4	2	5,8	5,6	5,9	9,9	8	
Cap. Ech. meq(T)"			2,1	6	10	11	12	10,9	

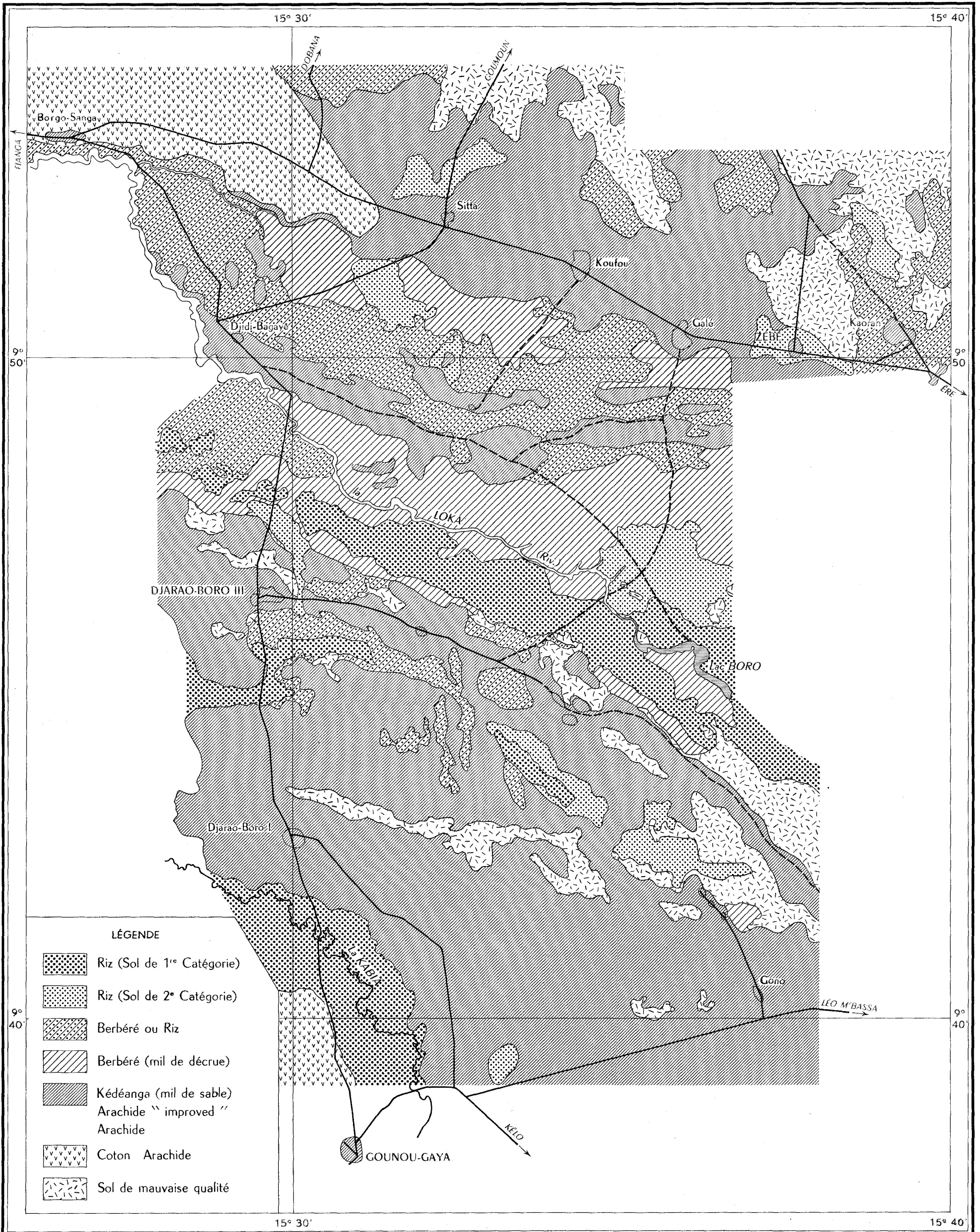
OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CARTE PÉDOLOGIQUE DE LA ZONE LOKA-KABIA

Dressée par E. GUICHARD



ESQUISSE DE VOCATION DES SOLS DE LA ZONE LOKA-KABIA

E. GUICHARD



CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES
FORT LAMY - 1961

Dessiné au SERVICE CARTOGRAPHIQUE DE L'O.R.S.T.O.M.

ECHELLE 1/100 000
0 5 Km

RÉFÉRENCES

- Cartes I.G.N. 1949 - 1/100.000 { Gounou-Gaya
Fianga
- Photo-plans SATET 1956-1958

ESQUISSE DE VÉGÉTATION DE LA ZONE LOKA-KABIA

E. GUICHARD

