

MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

TERRITOIRE DU CAMEROUN

INSTITUT DE RECHERCHES

IRCAM

LES SOLS DU REBOISEMENT DE GAROUA

YAOUNDÉ

B. P. 193

A. COMBEAU
Mai 1955

IRCAM

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
& TECHNIQUE OUTRE-MER

INSTITUT DE RECHERCHES DU CAMEROUN

Section de PEDOLOGIE

LES SOLS DU REBOISEMENT DE GAROUA

A. COMBEAU
Mai 1955

Le périmètre de reboisement de GAROUA est situé à 5 km. environ au nord de GAROUA, sur la route reliant cette ville à MOKOLO. Il occupe une zone à peu près plane, à proximité du massif du Tinguelin qui domine la plaine au Nord-Est du reboisement, et à 3 ou 4 km. de celui-ci.

Les sols se sont formés exclusivement sur des matériaux arrachés à ce massif au cours de plusieurs cycles d'érosion, dont les plus récents peuvent être mis en évidence par l'examen des profils. L'un au moins de ces cycles a été extrêmement violent.

Les massifs voisins de GAROUA sont couronnés par des tables de grès ferrugineux. Les matériaux arrachés sont donc constitués par des sables quartzeux ferruginisés ou par des fragments de grès ferrugineux violets. Les distances de transport ont été faibles.

Le climat sous lequel ont évolué ces sédiments est un climat tropical typique : 900 mm. de pluie, répartis en une saison de pluie de mai à octobre. Température élevée en saison sèche :

maximum moyen 40°
minimum moyen 16°6

Hygroscopicité très faible en saison sèche.

Végétation naturelle : savane arbustive peu dense régulièrement soumise aux feux de brousse.

LES SOLS

Les profils observés se rattachent pour la plupart à un type de sol assez constant, et caractéristique des sols sur colluvions. Le sol type se présente de la façon suivante :

- un horizon humifère en apparence (à peine décelable) gris-beige clair, très sableux, très particulaire, de faible épaisseur (10 cm. environ)
- un horizon beige clair, apparemment très lessivé, sableux, particulaire, d'épaisseur variable, le plus souvent de 10 à 50 cm.
- un banc pierreux et rocheux, épais de 20 à 50 cm. constitué par des blocs de grande taille (certains peuvent atteindre 50 x 30 x 10 cm.) plus ou moins enchevêtrés, le plus souvent sans colmatage d'éléments fins. Ces blocs sont en général des grès violets, très ferrugineux, arrachés sans doute aux tables gréseuses qui couronnent les montagnes voisines. On note également des quartz laiteux ou rubéfiés. Ce banc rocheux, qui s'étend sur la plus grande partie de la zone étudiée, témoigne d'une période d'érosion intense et vraisemblablement assez courte.
- un horizon de couleur brique, avec taches jaunâtres, assez graveleux, mais compact, argilo-sableux. La présence de cet horizon est facultative. Par ailleurs, dans quelques cas, on peut retrouver quelques colluvions analogues au-dessus du banc pierreux.

Cet horizon de couleur brique, sous-jacent au banc pierreux, est parfois coupé (exemple : profil n° I) par de minces niveaux cuirassés, brun violacé à brun-jaune, à allure d'aliôs. Un tel niveau peut également marquer la base de l'horizon.

- Un horizon plus homogène, compact, de couleur rosée, vestige d'un colluvionnement plus régulier et moins intense.

Il semble donc que la genèse de ce type de sol puisse être schématisée ainsi :

- 1°) une période de remblayage régulier et relativement modéré.
- 2°) ensuite, intensification de la sédimentation. Mouvements de nappe phréatique permettant la formation de niveaux ferrugineux durcis.
- 3°) Période brève de colluvionnement intense correspondant à une très forte érosion des hauteurs voisines (banc pierreux)
- 4°) Dépôt de colluvions plus fines pendant une période sans doute assez longue.

Les sols d'un type très voisin de ce schéma couvrent approximativement les 3/4 de la zone étudiée, avec quelques variations dans l'importance relative des horizons.

Des sols différents ont pu être observés sur une superficie restreinte, le long d'un axe jalonné par les profils 7-16 - 18 - 23. Il s'agit vraisemblablement d'une zone plus basse à l'origine, et dans laquelle se sont accumulés sur une épaisseur plus grande les sédiments du dernier cycle de colluvionnement. Le banc pierreux n'a pas été observé dans les 2 mètres supérieurs. Les sédiments ont ensuite évolué soit en milieu humide (exemple profil 7 dans une zone basse), soit en milieu sec (profil 23). Les profils n° 16 et 18 appartiennent à un type intermédiaire, entre la dépression (type profil 7) et le profil type.

En milieu humide, on observe la formation d'un sol lessivé dans l'horizon supérieur et pulvérulent, gris à blanchâtre, avec concrétionnement du fer à faible profondeur et formation de cuirasse (vers 70 cm.)

En milieu sec, prend naissance un sol de couleur brique, profond et assez homogène.

Les profils correspondant à ces divers types de sols sont les suivants :

Profil 22 - Topographie plane. Pente très légère vers le N.N.E.

=====	
0 - 50	" Horizon beige clair, à peine plus gris dans les 10 cm. superficiels. Apparemment très lessivé. Très sableux, très particulière.
50 - 100	" Passage à un horizon brique, argilo-sableux, à éléments grossiers. Nombreux quartz rubéfiés.
100 - 140	" Banc pierreux composé de débris de grès ferrugineux, de quelques concrétions et de quartz laiteux roulés, parfois rubéfiés.
140 - 170	" Horizon brique compact, argilo-sableux, avec graviers et sables quartzeux.
170	" Zone gris-rosé de colluvions plus fines.

<u>Profil I</u>	Topographie : comme précédemment. Très légère pente vers le sud.
0 - 10	" Horizon gris beige, pâle, très sableux, très particulière
10 - 50	" Horizon beige clair, lessivé, sableux, particulière.
50 - 80	" Banc pierreux de débris gréseux et de galets, L'épaisseur de ce banc varie assez notablement d'une face à l'autre de la fosse
80 - 170	" Horizon brun-rouge, assez graveleux (quartz roulés). Cet horizon est coupé vers 135 par une plaque mince (1 cm. environ) mais continue, de grès ferrugineux fin violacé, rappelant un alios.
170	" Nouvelle couche mince (1 cm. environ) d'un lit cuirassé mais paraissant en décomposition (taches jaunâtres sur fond violet, ensemble assez friable)
170	" Colluvions rosâtres, sableuses, assez fines, compactes

Peuvent être rattachés à ces deux profils caractéristiques les fosses 2, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 15, 19, 20. Les modifications portent sur l'épaisseur de l'horizon beige, parfois totalement supprimé lorsque le banc pierreux affleure (profil 5). Nous noterons également des différences dans l'épaisseur du niveau cuirassé qui peut parfois atteindre 5 à 6 cm. et devient alors entièrement dur (Profil 6).

Les descriptions des profils des sols formés sur colluvions moins hétérogènes sont les suivantes :

<u>Profil 7</u>	- Dans une dépression orientée vers l'O.S.O.
0 - 30	" Horizon gris blanchâtre, sableux, très particulière
30 - 70	" Horizon gris à taches rouille, nombreuses, mais non durcies, assez argileux
70	" Cuirasse brun-rouge, très dure, à taches blanchâtres

Il s'agit de toute évidence d'une cuirasse de nappe.

Profil I6 - En bordure de la dépression.

0 - 30	" Horizon gris, légèrement humifère, sableux, particulière
30 - 100	" Horizon blanchâtre, à taches rouille diffuses. Sableux compact, très peu de graviers.
100 - 130	" Les taches rouille deviennent plus nombreuses et durcissent nettement
130	" Cuirasse brun-rouille.

Profil 23 - Topographie comparable à celle du profil 22.
 =====
 Absence presque totale de graviers dans le profil.

0 - 25	"	Horizon gris, sableux, nettement particulaire
	"	"
25 - 60	"	Horizon beige rougeâtre, encore sableux, mais assez compact
	"	"
60 - 170	"	Horizon rouge-brique, argilo-sableux, compact
	"	"
170	"	Couleur passe au jaunâtre. Toujours argilo-sableux.

Donc, ensemble homogène et très distinct du sol type.

Résultats analytiques -

=====

Granulométrie : Dans tous les cas, les sols sont très sableux en surface (moins de 10% d'argile), mais les teneurs en éléments fins augmentent rapidement avec la profondeur. L'horizon beige clair est encore sableux (6 à 14 % d'argile) mais à partir de 50 cm. environ (en moyenne) les sols sont argilo-sableux (25 à 35 % d'argile). Notons que les taux des sables grossiers sont toujours élevés et souvent supérieurs à 50 % du poids de la terre fine. Sables grossiers et fins sont constitués essentiellement par des quartz hyalins ou laiteux et par de rares fragments de grès. Comme l'on pouvait s'y attendre, le profil n° 7 se distingue des autres : en particulier, par une teneur élevée en argile dès 50 cm. de profondeur (47 %).

Le profil n° 16 demeure nettement sableux en profondeur (14 % d'argile à 90 cm.)

Réaction : Il s'agit de sols neutres et parfois même légèrement basiques en surface. Le pH, d'une valeur proche de 7,0 en surface, diminue avec la profondeur pour atteindre 6,1 à 6,5 entre 50 et 100 cm. Il croit ensuite pour se stabiliser à 6,6 - 6,7 en dessous de 150 cm.

Notons que le profil 23 est le plus régulier, et que le profil 7 est nettement différent des autres, conséquence logique de sa situation et de son évolution : il est nettement acide (pH = 5,0).

La déficience en azote est encore plus accusée. Les teneurs, assez homogènes, ne dépassent pas 0,6 ‰, classant ces sols parmi les plus pauvres. En profondeur, les teneurs s'équilibrent entre 0,2 et 0,3 ‰.

Le rapport C/N est presque toujours très élevé. Souvent supérieur à 15 en surface. Il indique une mauvaise décomposition de la matière organique.

Bases échangeables -

Les teneurs en bases échangeables sont dans l'ensemble assez faibles. La somme des bases échangeables (S) qui est, pour l'horizon supérieur du sol type, de 3 milliéquivalents pour 100 grammes de sol, tombe à 1 milliéquivalent dans l'horizon beige sous-jacent, mais remonte à 3,5 milliéquivalents entre 50 et 100 cm., pour décroître dans le banc pierreux.

Les sols de la dépression sont plus déficients que le sol type, surtout dans les horizons supérieurs. Quant au profil 23, ses variations suivent celles du profil type, mais avec une amplitude moindre, passant de 2,8 Milliéquivalents en surface, à 1,9 milliéquivalents vers 40 cm., 3,3 milliéquivalents à 1 mètre et 2,6 milliéquivalents vers 2 mètres de profondeur.

En ce qui concerne le calcium échangeable, on note une évolution strictement parallèle à celle signalée pour S. Pour le sol type, le taux de CaO échangeable passe de 2 milliéquivalents dans l'horizon humifère à 0,7 dans l'horizon lessivé beige, 2,2 vers 70 cm. et 1,2 sous le banc pierreux.

Pauvreté plus accusée des sols de la dépression (en particulier de l'horizon superficiel du profil 7). Variation plus limitée du profil 23 (qui oscille entre 2 et 1,3 milliéquivalents).

On note pour le potassium échangeable, des teneurs en général moyennes : 0,25 à 0,30 milliéquivalents en surface, diminution assez peu accusée dans l'horizon sous-jacent, pour revenir vers 60 cm. environ à des taux de l'ordre de 0,3 à 0,4 milliéquivalent. On observe que les horizons superficiels des sols de la dépression (7, 16, 18) sont nettement plus pauvres.

Tous les échantillons étudiés ont des teneurs en magnésium échangeable nettement inférieures à celles en calcium échangeable. Le rapport $\frac{Ca}{Mg}$ varie entre 3 et 6, valeur satisfaisante.

Le sodium échangeable n'existe qu'en quantités extrêmement faibles dans tous les échantillons.

Bases totales -

Les valeurs du calcium total, qui évoluent parallèlement à celles obtenues pour le calcium échangeable, sont à peine supérieures à celles-ci. Les réserves en cet élément sont donc presque nulles, et dans tout le profil, inférieures à 1 milliéquivalent pour 100 grammes de sol. Ces chiffres sont extrêmement faibles.

Les déficiences sont beaucoup moins marquées en ce qui concerne le potassium total : faibles en surface (0,5 à 0,6 milliéquivalent), les réserves passent à 1,5 milliéquivalent environ vers 70 cm. et atteignent 2 à 3 milliéquivalents en profondeur. Ces chiffres sont faibles, mais non catastrophiques. Nous observerons que le potassium total suit assez exactement la teneur en

argile.

Magnésium et sodium existent en quantités assez faibles.

En ce qui concerne le phosphore total, on observe des teneurs satisfaisantes dans l' horizon humifère (1,4 à 2 ‰) mais insuffisantes dans les autres horizons (profil type: moins de 0,5 ‰). Le profil 23 échappe à cette règle : il est bien pourvu en phosphore total. L'assimilabilité de ce phosphore est faible dans tous les cas, en corrélation avec la pauvreté généralisée en calcium échangeable.

CONCLUSION

En résumé, la majeure partie du périmètre de reboisement repose sur des sols colluviaux présentant à faible profondeur un banc pierreux ou rocheux qui tranche nettement dans les profils. Ces sols, sableux dans leurs 50 cm. supérieurs, sont ensuite argilo-sableux (avec dominance des sables grossiers). Ils sont très proches de la neutralité avec légère tendance à l'acidification en profondeur.

Ces sols sont mal pourvus en matière organique et surtout en azote et en humus. On note de plus une certaine carence en calcium échangeable, et une déficience très marquée des réserves calciques. Les teneurs en phosphore laissent également à désirer.

Des sols d'un type différent ont pu être observés le long d'un axe jalonné par les profils n° 7, 16, 18, 21, 23. Ces sols se sont formés sur des colluvions moins hétérogènes et assez épaisses. L'un d'eux (n° 7) présente un profil de sol hydromorphe avec cuirasse de nappe. Les autres forment des termes de transition avec le sol type, et leur pauvreté est plus accusée encore. Le profil 23 échappe à cette règle et se caractérise par une grande régularité.

Les points qu'il importe de souligner sont :

- la réaction neutre
- la faible teneur en azote et matière organique
- la présence d'un banc pierreux
- la bonne texture des horizons profonds
- la carence accusée en calcium
- l'existence d'une zone basse à caractère très différent du reste (en particulier entre les profils 7 et 16).

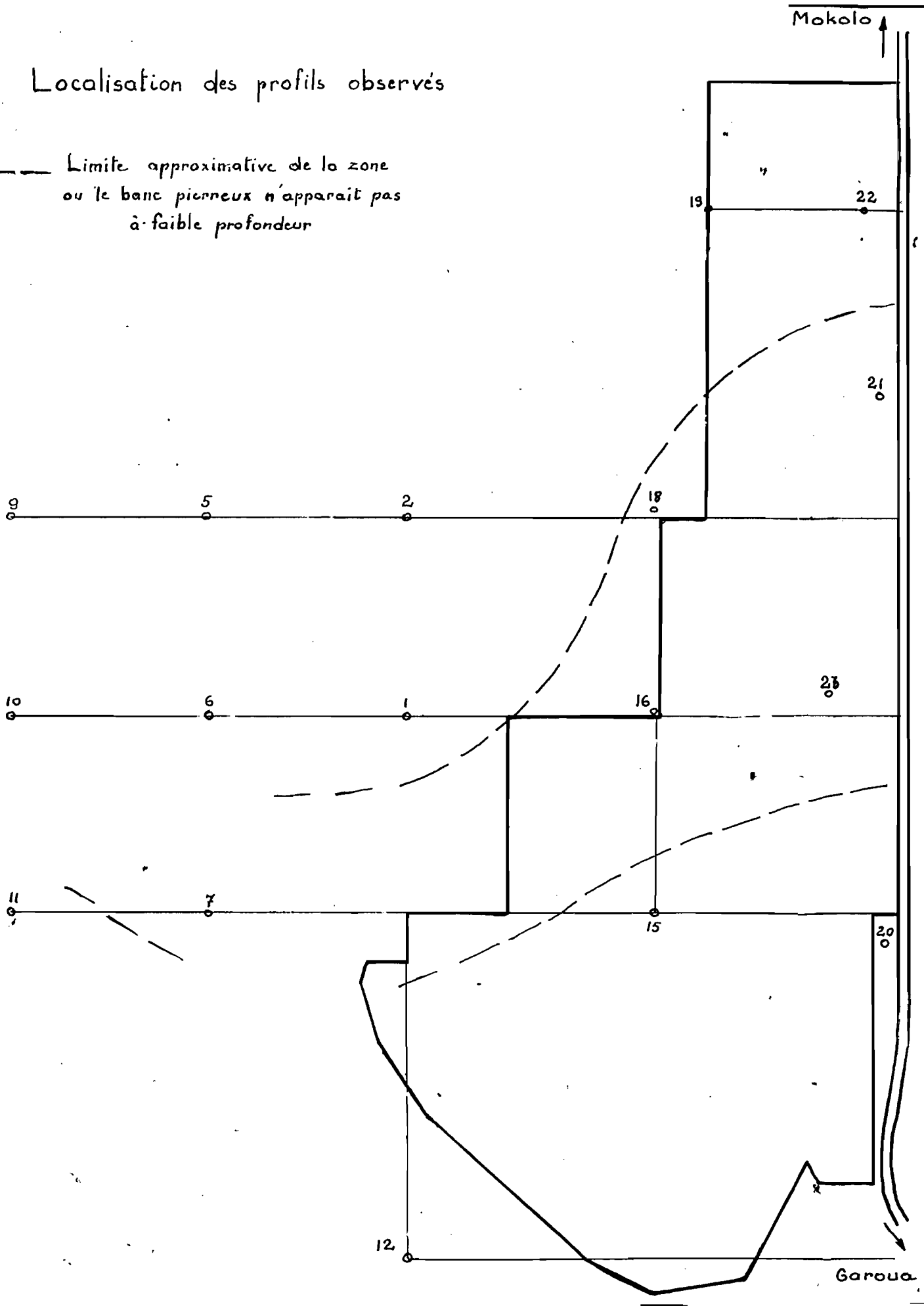
ANNEXE

IMPORTANCE DU BANC PIERREUX

<u>Profil</u>	<u>Profondeur</u>	<u>Epaisseur</u>
I	50	30
2	50	50
5	0	40
6	20	30
9	40	30
I0	30	I00
II	40	40
I2	30	30
I5	70	
I9	50	50
20	5	
22	I00	40

Localisation des profils observés

— Limite approximative de la zone
ou le banc pierreux n'apparaît pas
à faible profondeur



METHODES D'ANALYSES ET EXPRESSION DES
RESULTATS

Tous les ^{résultats} produits se rapportent à une terre tamisée
au tamis de 2 m/m et séchée à 105° (sauf le gravier).

Granulométrie - Dispersion au pyrophosphate de sodium et méthode
pipette de Robinson.

- A = Argile	: moins de 0,002 mm.	} total ramené à 100
- L = Limon	: 0,002 0,02 mm.	
- SF = Sable fin	: 0,02 0,2 mm.	
- SG = Sable grossier	: 0,2 2 mm.	
- G = Gravier	: 2 à 20 mm.	

Matière organique -

N = Azote total : dosé par la méthode Kjeldahl.

C = Carbone : attaque au bichromate de potassium et dosage au sel
de Mohr

MO = Matière organique totale : calculée d'après le taux de
carbone

H = Humus : méthode Chaminade à l'oxalate d'ammonium

pH = Mesure au potentiométrique Jouan.

Éléments échangeables -

Extraits par lessivage à l'acétate d'ammonium et
dosage par spectrophotomètre.

Résultats exprimés en % et en milliéquivalents pour
100 grammes de sol (meq. %)

- Calcium : 1 meq. CaO = 0,028 gr.

- Magnésium : 1 meq. MgO = 0,020 gr.

- Potassium : 1 meq. K₂O = 0,047 gr.

- Sodium : 1 meq. Na₂O² = 0,031 gr.

S = Somme des bases échangeables en milliéquivalents pour 100 grammes
de sol.

T = Capacité d'échange de bases.

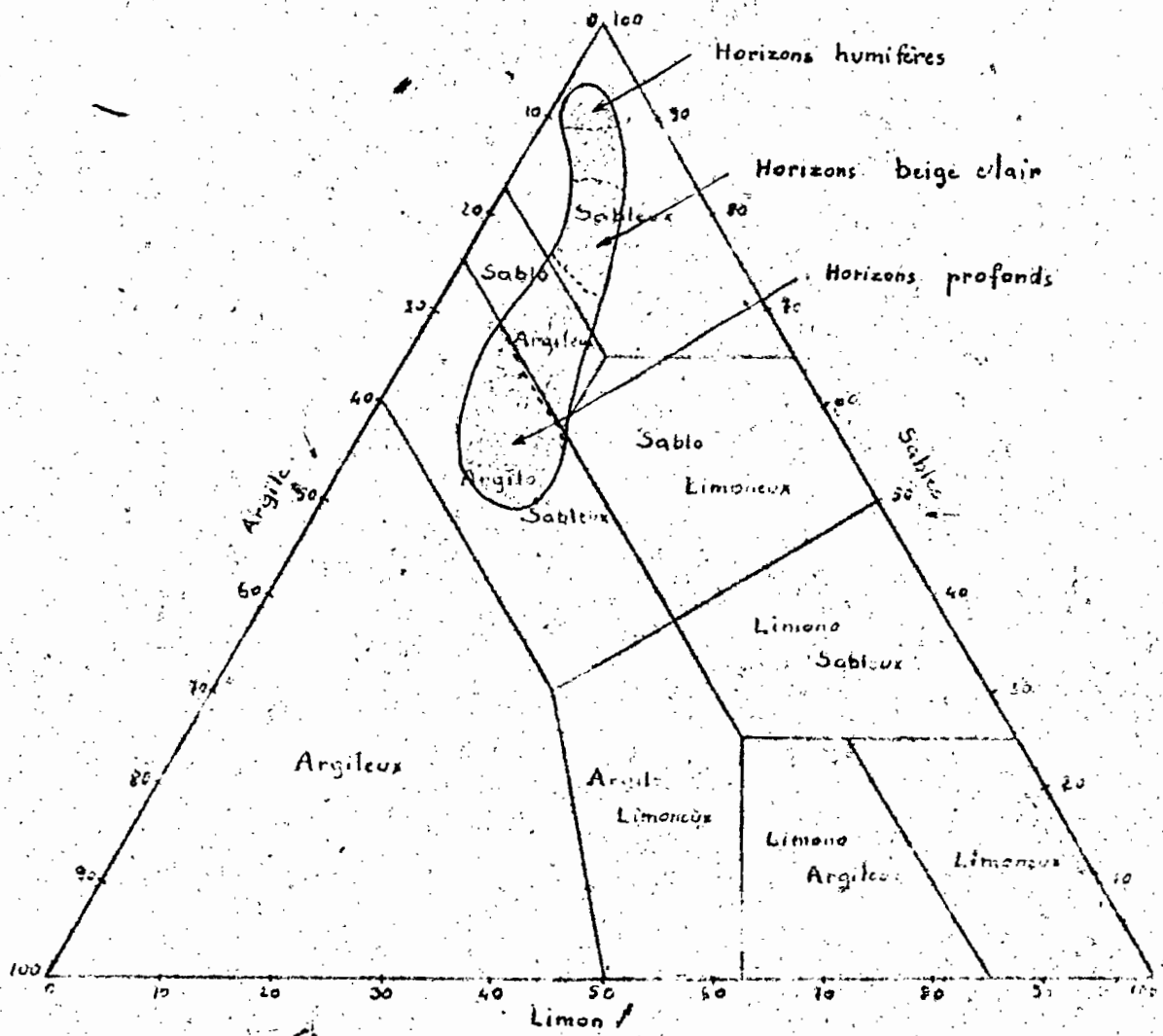
Éléments totaux -

Extraction par l'acide nitrique bouillant.

CaO, MgO, K₂O, Na₂O dosés par spectrophotométrie.

P₂O₅ dosé par la méthode de Lorenz.

Représentation graphique
de la granulométrie



Résultats Analytiques

Echantillons		Granulométrie						Matière Organique					Bases Echangeables							Bases Totales							pH						
Profil	Ech.	Prof. cms	A %	L %	SF %	SG %	G %	M.O. %	N %	C %	C/N	H %	% meq %				%			% meq %				P ₂ O ₅ total %									
													CaO %	MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	S	T	CaO %		MgO %	K ₂ O %	Na ₂ O %	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		
CG 22	221	10	3,3	5,2	30,5	61,0	1,3	1,2	0,4	0,7	17,5		0,55	0,12	0,12	0,03	2,0	0,6	0,3	0,1	3,0		0,75	0,50	0,35	0,25	2,7	2,5	0,7	0,8	1,6	7,4	
	222	30	6,6	4,2	28,1	61,1	1,4	0,4	0,2	0,3	15,0		0,19	<0,01	0,05	<0,01	0,7	<0,1	0,1	ε	0,9		0,19	0,38	0,25	0,20	0,7	1,9	0,5	0,6	0,2	7,0	
	223	70	36,2	6,3	16,5	41,0	7,4	0,4	0,2	0,2	10,0		0,61	0,17	0,12	0,03	2,2	0,9	0,3	0,1	3,5		0,88	0,81	0,98	0,24	3,1	4,1	2,1	0,8	0,5	6,4	
	225	160	28,1	9,0	17,4	45,5	50,0							0,35	0,07	0,15	<0,01	1,2	0,4	0,3	ε	1,9		0,75	0,81	0,98	0,35	2,7	4,1	2,1	1,2	0,3	6,7
CG 18	181	10	6,6	12,1	34,6	46,7	1,2	1,8	0,6	1,0	17		0,43	0,01	0,07	0,03	1,5	0,1	0,1	0,1	1,8		0,60	0,38	0,40	0,33	2,1	1,9	0,9	1,1	1,5	6,6	
	182	40	20,7	8,3	29,0	42,0	7,6	0,8	0,3	0,5	17		0,32	0,05	0,07	0,01	1,1	0,3	0,1	0,1	1,5		0,43	0,38	0,73	0,15	1,5	1,9	1,6	0,5	1,4	6,6	
	183	70	27,0	11,4	22,7	38,9	8,3	0,7	0,3	0,4	13,5		0,45	0,12	0,15	0,03	1,6	0,6	0,3	0,1	2,6		0,60	0,56	1,00	0,20	2,1	2,8	2,1	0,6	0,7	6,1	
	184	120	30,5	13,8	24,2	31,5	23,1							0,59	0,13	0,19	<0,01	2,1	0,7	0,4	ε	3,2		0,93	0,75	1,23	0,32	3,3	3,8	2,6	1,0	0,6	6,3
	185	190	32,5	12,6	21,8	33,1	31,6							0,53	0,13	0,19	0,03	1,9	0,7	0,4	0,1	3,1		0,88	0,81	1,40	0,32	3,1	4,1	3,0	1,0	0,6	6,6
CG 16	161	10	4,9	6,9	26,0	62,2		1,0	0,5	0,6	12		0,43	0,11	0,07	0,03	1,5	0,6	0,1	0,1	2,3		0,63	0,38	0,28	0,35	2,2	1,9	0,6	1,2		7,1	
	162	30	12,5	9,2	25,8	52,5		0,7	0,4	0,4	10		0,32	0,07	0,07	<0,01	1,1	0,4	0,1	ε	1,6		0,55	0,44	0,43	0,31	2,0	2,2	0,9	1,0		6,9	
	163	90	14,1	9,2	20,5	56,2								0,27	0,04	0,07	0,05	1,0	0,2	0,1	0,2	1,5		0,32	0,38	0,60	0,23	1,1	1,9	1,2	0,7		6,5
CG 23	231	10	5,4	5,6	39,5	49,5	2,2	0,8	0,3	0,45	15		0,56	0,07	0,16	0,03	2,0	0,4	0,3	0,1	2,8										2,0	6,8	
	232	40	11,8	9,2	36,1	42,9	2,4	0,6	0,3	0,4	13,5		0,37	0,07	0,09	<0,01	1,3	0,4	0,2	ε	1,9		0,68	0,44	0,40	0,35	2,4	2,2	0,9	1,1	0,6	6,8	
	233	100	27,5	4,7	22,2	45,6	2,7							0,53	0,17	0,15	0,03	1,9	0,9	0,3	0,1	3,3		0,68	0,63	1,05	0,18	2,4	3,2	2,2	0,6	1,6	6,8
	234	180	25,7	7,6	23,8	42,9	24,0							0,40	0,13	0,17	0,03	1,4	0,7	0,4	0,1	2,6		0,55	0,50	0,88	0,23	2,0	2,5	1,9	0,7	0,3	6,6
CG 7	71	20	13,4	10,6	22,5	53,5	11,8	0,9	0,4	0,5	12,5		0,16	<0,01	0,07	<0,01	0,6	<0,1	0,1	ε	0,8											5,0	
	72	50	46,6	9,6	16,5	27,3	6,9	0,8	0,5	0,5	10		0,27	<0,01	0,19	0,03	1,0	<0,1	0,4	0,1	1,6		0,38	0,63	1,48	0,25	1,4	3,2	3,2	0,8	0,2	4,9	

CG 22 : Sol type
 CG 7 : Sol hydromorphe
 CG 16 18 25 : Pourtour de la dépression