

MINISTÈRE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

TERRITOIRE DU CAMEROUN

INSTITUT DE RECHERCHES

IRCAM

ETUDE PEDOLOGIQUE
DE LA FERME DE MULTIPLICATION DE BANSOA

G. BACHELIER

D. MARTIN

Septembre 1956

YAOUNDÉ

B. P. 193

IRCAM

ETUDE PEDOLOGIQUE
DE LA FERME DE MULTIPLICATION
DE B A N S O A

G. BACHELIER

D. MARTIN .

AOUT 1956.

INTRODUCTION

La Ferme de multiplication de BANSOA se localise dans l'OUEST-CAMEROUN, à 20 km. environ à l'Est de DSCHANG, sur le terrain de la Station du quinquina.

Le climat y est celui des hauts-plateaux bamiléés dit " camerounien d'altitude "; il est caractérisé par un régime des pluies subéquatorial à allure tropicale, qui présente une saison sèche de Novembre à Mars, et une saison des pluies de Mars à Octobre.

Un léger crochet en Août dans la courbe des précipitations rappelle la petite saison sèche du climat équatorial tandis que le maximum des précipitations de Septembre correspond à la grande saison des pluies.

Ce climat est humide mais les variations de température sont faibles et l'humidité relative élevée toute l'année, encore que dans les parties montagneuses les variations climatologiques soient plus accentuées.

A DSCHANG (altitude 1.382 m.) les extrema absolus de température sont de 9°,5 en Janvier et 32°,2 en Mars.

A titre de documentation, nous joignons ici les quelques données climatologiques que nous avons pu trouver dans les annales 1952 du Service Météorologique du Cameroun.

Du point de vue géologique, la ferme de multiplication est située sur le plateau de basalte ancien à proximité des hauteurs granitiques de la " fenêtre de Batié ", mais l'ancien recouvrement basaltique très souvent ne se trahit plus que par les terres rouges auxquelles il a donné naissance.

	BANSOA.		D S C H A N G				
	Précipitations.		Températures.		Humidité relative	Evapora- tion.	
	Réparti- tion.	Réparti- tion.	Moyennes des maxi- ma journali- ers	Moyennes des mini- ma journali- ers	Moyennes des maxi- ma journali- ers	Moyennes des mini- ma journali- ers	
	-	-	Tx.	Tn.	Ux.	Un.	
Janvier	16,6	27,4	26,6	13,6	94	43	82,5
Février	23,6	53,5	27,1	14,3	93	43	79,3
Mars	96,1	124,1	27,1	15,4	93	49	72,5
Avril	147,4	172,8	26,3	16,1	95	61	53,1
Mai	157,3	217,2	25,4	16,2	95	63	53,2
Juin	178,2	223,0	24,3	15,4	96	70	36,3
Juillet	196,8	213,5	22,8	15,5	97	75	28,8
Août	169,3	218,1	22,7	15,6	97	75	28,5
Septembre	309,8	328,8	23,9	15,4	97	70	28,5
Octobre	221,5	256,0	24,4	15,2	95	62	49,4
Novembre	35,0	52,8	25,2	14,4	95	50	77,8
Décembre	8,7	10,0	26,0	13,1	95	29	103,1
	sur 8 ans		sur période de 10 ans			sur période de 6 ans	sur 7 ans

P E D O L O G I E

Les sols du terrain de la ferme sont en effet constitués par cette terre rouge issue du basalte ancien. Mais, étant donné la proximité du socle cristallin et les remaniements pédologiques locaux, les fractions sableuses et gravillonnaires de ces sols sont très riches en quartz, qui soulignent l'importance de l'apport cristallin,

Ces sols, ainsi que nous le verrons plus en détail, se rattachent au groupe des sols rouges ferrallitiques, le $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ variant de 1,8 à 2 en surface et de 1,1 à 1,2 en profondeur.

Mis à part, les profils hydromorphes (BO 6, 7, 8 et 17) que nous examinerons à la fin, tous les autres profils pédologiques du terrain de la ferme se rattachent à la même série pédologique.

Nous en examinerons successivement les différentes caractéristiques physiques et chimiques .

Une carte jointe à ce rapport localise les profils étudiés et deux tableaux placés en annexe y rassemblent les différents résultats analytiques obtenus.

I. SOLS NON HYDROMORPHES.

MORPHOLOGIE DES PROFILS PEDOLOGIQUES.

Le sol-type de la série Bansa se présente ainsi :

- En surface, un horizon humifère brun foncé à structure grenue ou grumeleuse épais de 40 cm.
- puis un horizon de terre rouge dans lequel les vers et les insectes ont déterminé une descente de terre brune, dont les trainées sont en général visibles jusqu'à 1 mètre.

La structure des agrégats de cet horizon encore grumeleuse vers le haut devient rapidement nuciforme puis polyédrique en profondeur conjointement à l'accroissement de la texture argileuse de la terre.

La forte épaisseur de l'horizon brun supérieur et la distinction très nette de cet horizon par rapport à l'horizon rouge sous-jacent laissent supposer que nous avons affaire à un sol complexe, où, dans la distinction des deux horizons, les facteurs pédologiques habituels ne sont pas les seuls responsables.

Nous reviendrons sur ce point en examinant les résultats des analyses totales.

Le profil-type que nous venons d'examiner peut présenter différentes variantes, dont les causes déterminantes sont :

- l'influence d'anciennes habitations indigènes qui, indirectement, ont enrichi superficiellement le sol et modifié la couleur de l'horizon humifère en le rendant plus gris (exemple BO 11 brun-gris foncé et BO 121 brun-gris).

- l'humidité plus forte des bas de pente qui, en permettant une richesse plus grande en matière organique et humus rendent aussi superficiellement la couleur des terres plus grises (exemple B0 41 brun-gris foncé et B0⁵¹ brun-gris).

- l'érosion, qui a surtout joué sur le versant Sud-Est de la colline principale en diminuant fortement l'horizon brun humifère des sols.

Ce versant (cf. carte) est caractérisé par des sols dégradés qui apparaissent superficiellement plus rouges.

La structure des agrégats y est polyédrique et, à sec, la terre est souvent pulvérulente par suite d'une structure instable.

Citons comme exemple le profil B0 10 où l'horizon brun n'est épais que de 10 cm.

Sur le versant Sud-Est de la colline dite " du grand canarium ", l'érosion a dû aussi se manifester mais une végétation abondante de Tephrosia a conservé la structure grumoleuse de l'horizon superficiel et, si les horizons humifères souvent plus profonds (80 cm. pour B0 14, 60 cm. pour B0 15 et 40 cm. pour B0 16) sont de couleur brun-rouge, il se peut que ce ne soit pas obligatoirement l'érosion qui en soit la cause mais peut-être à l'inverse, que ce soit l'influence des anciennes habitations qui aient diminué la tonalité rouge des sols de la colline principale ; nous ne le croyons cependant pas.

GRANULOMETRIE.

Si l'on considère le schéma ci-joint, nous voyons qu'à part les sols hydromorphes (dont les numéros d'échantillons sont soulignés d'un trait), tous les autres profils ont un horizon brun humifère sablo-limoneux à argilo-sableux, et un horizon rouge sous-jacent argileux.

EXAMEN DES SABLES ET DES GRAVIERS.

Nous noterons plus particulièrement :

- de nombreux quartz peu émoussés soulignant la proximité du socle qui affleure en plusieurs endroits de la Station du quinquina sous forme de filons de quartz à altération type " verre craquelé " .

- des agrégats terreux stables dans les horizons superficiels.

- des débris de poterie dont certains très anciens, altérés et réduits se confondent avec les agrégats terreux précédents ; tous les intermédiaires peuvent se rencontrer entre ces agrégats terreux et les morceaux de poterie saine.

- des concrétions silicieuses indiquant la nette latéritisation de ces sols.

La silice en partant a floclé localement en englobant la terre présente d'où en surface des concrétions silico-terreuses et en profondeur des concrétions silico-ferriques ; concrétions à pâte fine d'aspect caractéristique présentant des cassures conchoïdales à surface gréseuse.

Dans les bas-fonds, la silice, par suite de l'engorgement dû à la proximité de la nappe phréatique, a floclé plus énergiquement.

Les concrétions silico-ferriques prennent un aspect mamelonné (échantillon BO 172) et l'on peut trouver dans les fractions sableuses et gravillonnaires des géodes de calcédoine ou même des concrétions indépendantes et mamelonnées de couleur blanchâtre (profils BO 6 et BO 7).

Les valeurs très faibles du rapport $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ soulignent ce départ de la silice qui correspond à une très nette latéritisation de ces sols.

Signalons encore dans les horizons rouges :

- des petites concrétions ferrugineuses de couleur brique.
- quelques grains de magnétite.
- et sur la hauteur de la colline principale, quelques vieilles concrétions hématisées, roulées et patinées (échantillon BO 13).

ANALYSES TOTALES (cf. tableau II en annexe).

L'analyse totale de deux de ces sols (cf. tableau analyses totales) donne comme résultats :

quartz + insolubles	23 à 25 %
silice libre	16 à 19 %
alumine horizon brun	16 à 17 %
horizon rouge	25 à 26 %
fer	9,5 à 13,5 %
titane horizon brun	1 à 1,5 %
horizon rouge	2 à 2,5 %

L'alumine et le titane apparaissent nettement plus faibles dans les horizons bruns que dans les horizons rouges sous-jacents, et ceci même si on tient compte des 9 à 10 % de matières organiques de l'horizon supérieur.

Si l'on répartit en effet proportionnellement sur les autres valeurs la différence des teneurs en matières organiques des deux horizons, compte tenu des pertes au feu, les horizons supérieurs par rapport aux horizons rouges sous-jacents apparaissent plus riches en silice et en fer mais plus pauvres en alumine et titane.

Les horizons bruns supérieurs sont moins latéritisés que les horizons rouges sous-jacents et l'on ne doit pas envisager un départ d'alumine et de titane dans les horizons bruns supérieurs, ce qui serait opposé aux connaissances pédologiques ; mais au contraire un non-départ ou mieux un départ encore limité de la silice et du fer, qui, corrélativement, fait apparaître plus faibles l'alumine et le titane.

Le fait que l'horizon supérieur soit moins latéritisé que l'horizon inférieur prouve que ces deux horizons ont eu une pédogenèse différente, ce qui laissait déjà supposer l'épaisseur anormale de l'horizon brun supérieur.

Etant donné ce que nous savons des sols du plateau bamiléké, nous pouvons considérer les horizons bruns supérieurs comme provenant d'un remaniement de la terre rouge avec apport très vraisemblable par les vents de cendres volcaniques issues de l'explosion quaternaire qui a donné naissance aux lapillis de FOUMBOT.

AZOTE, CARBONE, MATIERE ORGANIQUE ET HUMUS.

Dans l'horizon brun supérieur, ces sols possèdent une bonne teneur en matières organiques qui varie entre 5,5 et 10 % selon les conditions de pédogenèse ; les sols de bas de pente et les sols d'anciennes cases sont en général plus organiques.

L'azote total est satisfaisant, le rapport C/N compris entre 10 et 20 indique une matière organique bien évoluée mais l'humus est déficient comme dans la plupart des sols tropicaux.

Dans l'horizon rouge sous-jacent, la matière organique diminue rapidement et varie seulement entre 1,5 et 2,5 %.

L'azote total y est déficient mais le rapport C/N reste satisfaisant. L'humus (méthode Chaminate) y devient indosable.

BASES ECHANGEABLES, DEGRE DE SATURATION, EQUILIBRES CATIONIQUES.

Ces sols sont chimiquement riches.

L'horizon brun supérieur renferme de 10 à 17 ME pour 100 gr. de bases échangeables et l'horizon rouge sous-jacent de 4 à 10.

Le degré de saturation S/T est d'environ 50 % avec une valeur plus faible pour les sols de bas de pente et un peu plus forte pour les horizons rouges sous-jacents.

Le calcium et le magnésium sont très bien représentés et le rapport $\frac{Mg}{Ca}$ est satisfaisant pour tous les échantillons analysés.

Le potassium est suffisant, et le sodium, toujours présent, n'atteint jamais des teneurs nuisibles (rapport $\frac{Na}{Ca}$ satisfaisant).

Si l'on fait la moyenne de tous les échantillons analysés (exception faite des sols hydromorphes ou alluviaux), on obtient comme " sol moyen " un sol qui se présenterait ainsi :

	en ME pour 100 gr.					
	Ca	Mg	K	Na	S	S/T
Horizon brun	9,8	3,7	0,6	0,1	14,2	0,48
Horizon rouge	4,1	1,8	0,3	0,1	6,3	0,57

L'horizon supérieur y est à peu près deux fois plus riche que l'horizon sous-jacent, mais la répartition proportionnelle des bases entre elles reste la même entre les deux horizons.

BASES TOTALES - RESERVE MINERALE.

Ces sols sont riches en calcium et les réserves en cet élément sont abondantes.

Il en est de même dans les horizons bruns pour le magnésium, mais dans les horizons rouges sous-jacents les valeurs pour cet élément ne sont plus que moyennes.

Le potassium total est partout déficient et plus encore dans l'horizon rouge que dans l'horizon brun ; les réserves en cet élément sont partout très pauvres.

Seuls les sols de la colline du grand canarium semblent bénéficier localement (profils 14 et 16) et seulement dans l'horizon brun, de teneurs moyennes de potassium total ; les réserves y restent cependant pauvres.

Le sodium total est abondant et les réserves très satisfaisantes.

PHOSPHORE ASSIMILABLE ET PHOSPHORE TOTAL.

Le phosphore assimilable est partout extrêmement déficient.

Etant donné les fortes teneurs en calcium échangeable de ces sols, on pourrait espérer une mobilisation facile du phosphore total qui compenserait cette carence mais, malheureusement le phosphore total est souvent à peine moyen dans les horizons bruns et en général déficient dans les horizons rouges sous-jacents.

Seuls les sols de la colline du grand canarium apparaissent mieux pourvus en cet élément ; il en était déjà de même pour le potassium.

pH.

Le pH varie de 5,8 à 6,15 pour la colline principale et de 6 à 6,4 pour la colline du grand canarium. Dans les deux cas, l'horizon rouge sous-jacent est en général de 1 à 2 dixièmes d'unité pH plus élevé que l'horizon brun supérieur.

POROSITE ET RETENTION D'EAU.

La porosité de ces sols varie de 47 à 60 pour 100 cc. dans les horizons humifères de surface, et de 40 à 50 pour 100 cc. dans les horizons rouges sous-jacents, les moyennes étant respectivement de 55,2 % et 42,7 %.

La rétention d'eau varie de 41 à 60 pour 100 gr. dans les horizons humifères de surface et de 32 à 38 pour 100 gr. dans les horizons rouges sous-jacents, la moyenne étant respectivement de 48 % et 34,2 %.

Ces différentes valeurs sont très correctes et correspondent assez bien avec les autres caractéristiques physico-chimiques précédemment examinées.

Une structure meilleure en surface, une texture moins argileuse et une teneur plus forte en matières organiques justifient les différences de porosité et de rétention d'eau entre les deux horizons des différents profils.

CONCLUSIONS SUR LES SOLS NON HYDROMORPHES.

De cette analyse, il ressort que ces sols sont actuellement très fertiles, mais il est nécessaire pour leur conserver cette fertilité et éviter leur dégradation, de :

- limiter au maximum l'érosion par des cultures selon les courbes de niveau avec, si nécessaire, comme pour les sols dégradés situés au Sud-Est de la colline principale, des lignes de niveau conservées en jachère permanente.
- entretenir leur complexe organique par des engrais verts, des paillasses ou des composts azotés.
- accroître leur réserve en potassium et phosphore, ce qui se fera déjà avec les apports organiques mais pourrait éventuellement, surtout pour la colline principale, se faire aussi avec un engrais chimique difficilement mobilisable comme des scories phospho-potassiques.

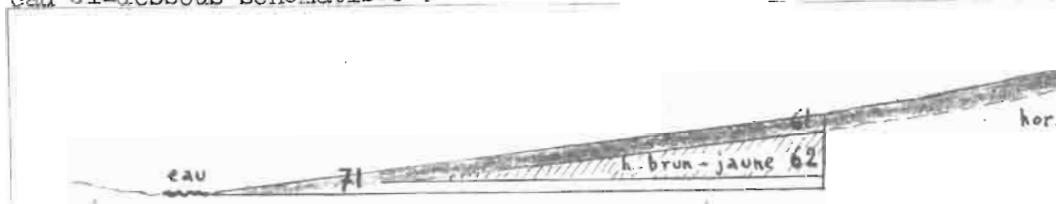
II. SOLS HYDROMORPHES.

Nous avons observé ces sols plus particulièrement en trois endroits, à savoir en BO 6 et 7, BO 8 et BO 17 (cf. carte).

Les profils BO 6, 7 et 8 correspondent à des sols hydromorphes inondés en saison des pluies.

Le profil BO 17 peut être considéré comme un sol exondé d'origine alluviale mais de formation hydromorphe, qui caractérise tout le bas-fond situé entre la route et la zone marécageuse de la raphiale (cf. carte).

Les profils BO 6 et BO 7 sont relevés le long d'une tranchée d'amenée d'eau ci-dessous schématisée :



Le profil BO 6 se présente ainsi :

- de 0 à 70 cm. : un horizon organique brun-olive foncé à structure grumelleuse (échantillon BO 61).
- de 70 à 160 cm. : un horizon brun-jaune argileux de bas-fond qui correspond à l'horizon rouge des profils précédents. (échantillon BO 62).
- à partir de 160 cm. : un gley gris à taches rouges.
- à 170 cm. : la nappe d'eau.

En passant de BO 6 à BO 7, l'horizon brun-jaune disparaît en biseau entre l'horizon de gley et l'horizon organique ; ce dernier devient brun-gris et plus argileux, le caractère gley s'y affirme et le chevelu radiculaire s'y accroît.

Dans le profil BO 8, l'horizon organique brun-gris foncé est profond de 70 cm. et il surmonte directement un gley jaune à structure fondue et à texture plastique. Ce gley correspond à la nappe d'eau de saison sèche-située à 80 cm. en Janvier 1956, date de notre passage.

Quant au profil BO 17, il se présente ainsi :

de 0 à 40 cm. : un horizon organique brun-gris foncé à structure grumeleuse-grenue et à fort chevelu radiculaire (échantillon BO 171).

de 40 à 50 cm. : un horizon brun-jaune très réduit où l'on observe une pénétration de la terre brune de l'horizon supérieur.

de 50 à 100 cm. : un horizon bariolé humide et collant (échantillon BO 172).

Tous ces sols sont plus limoneux ou sableux que les sols précédents, et l'on peut noter sur le schéma granulométrique de ce rapport, la position excentrique des échantillons de ces sols par rapport aux autres.

Ces sols sont aussi plus riches en débris végétaux mais non en matières organiques évoluées.

Chimiquement, ils diffèrent peu des précédents si ce n'est que le rapport Mg échangeable apparaît plus élevé alors qu'au contraire le magnésium total Ca aurait tendance à être plus faible dans les sols inondés en saison des pluies.

Le potassium total y est aussi déficient que dans les autres sols.

La porosité et la rétention d'eau sont élevées pour les horizons organiques, égales à celles des horizons rouges pour les horizons brun-jaune ou bariolés et très faibles pour les horizons de gley./-

-10-

ANNEXE
=====

- EXPRESSION DES RESULTATS -

Tous les résultats, sauf le gravier, se rapportent à une terre tamisée au tamis de 2 mm., et séchée à 105°;

- Analyses mécaniques :

A = Argile	de 0,0002 à 0,002 mm.	
L = Limon	de 0,002 à 0,02 mm.	
Sf = Sable fin	de 0,02 à 0,2 mm.	
Sgr = Sable grossier	de 0,2 à 2 mm.	
Gr = Gravier	de 2 à 20 mm.	

en % de la terre totale

- Eléments échangeables (c'est-à-dire les cations fixées sur les micelles argilo-humiques et susceptibles d'être "échangés" contre d'autres cations).

CaO, MgO, K₂O, Na₂O en milliéquivalents pour 100 gr. terre
S = bases échangeables totales en milliéquivalents pour 100 gr. de terre (M.E. % gr.)

Pour mémoire : 1 ME CaO = 0,028 gr.
1 ME MgO = 0,020 gr.
1 ME K₂O = 0,047 gr.
1 ME Na₂O = 0,031 gr.

T = capacité de saturation en bases échangeables en ME %

Rapport $\frac{S}{T}$ = degré de saturation du sol en bases échangeables.

- Eléments assimilables

P₂O₅ en ~~p.p.m. (parties par millions)~~ %.

- Eléments totaux

Quartz + insolubles, SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, MnO, TiO₂, en gr %

CaO, MgO, K₂O, Na₂O, P₂O₅ en milliéquivalents pour 100 gr. de terre.

Total de ces derniers éléments (Σ) en gr %

- Réserve minérale = bases totales - bases échangeables.

- Azote et matière organique.

N = Azote total en gr. % NH₄ = Azote ammoniacal en gr. %

C = Carbone en gr. % NO₃ = Azote nitrique, en gr. %

Rapport $\frac{C}{N}$ indiquant la qualité de la matière organique.

M.O. = Matières organiques, en gr. %

Humus en gr. ‰/oo

- pH

- $\frac{Mg}{Ca}$ et $\frac{Na}{Ca}$ = rapports calculés à partir des bases échangeables converties en milliéquivalents.

METHODES D'ANALYSE EMPLOYEES

- Analyses mécaniques réalisées par dispersion eu pyrophosphate de sodium et prélèvements à la pipette Robinson.

- Eléments échangeables, extraits par lessivage à l'acétate d'ammonium neutre N,

CaO, MgO, K₂O et Na₂O dosés par photométrie de flamme à Bondy (France).

S calculé à partir des bases échangeables converties en ME % .

T obtenu par lessivage à l'acétate d'ammonium N, rinçage à l'alcool, déplacement au ClNa et dosage de l'azote par le procédé Kjeldahl.

- Eléments assimilables

P₂O₅ dosé par la méthode citrique .

- Eléments totaux

SiO₂ , Fe₂O₃ , Al₂O₃ , MnO et TiO₂ dosés après attaque aux 3 acides.

CaO, MgO, K₂O et Na₂O mis en solution par attaque à chaud à l'acide nitrique

CaO et MgO dosés par les complexons

K₂O et Na₂O dosés par photométrie de flamme à Bondy (France).

P₂O₅ dosé par la méthode de Lorenz.

- Azote et matière organique

Carbone obtenu par attaque au bichromate en milieu sulfurique et dosage au sel de Mohr en présence de diphényl-amine.

Azote obtenu par la méthode Kjeldahl, catalyseur de Pregl .

Matières organiques (M.O.) M.O. % = C % x 1,724.

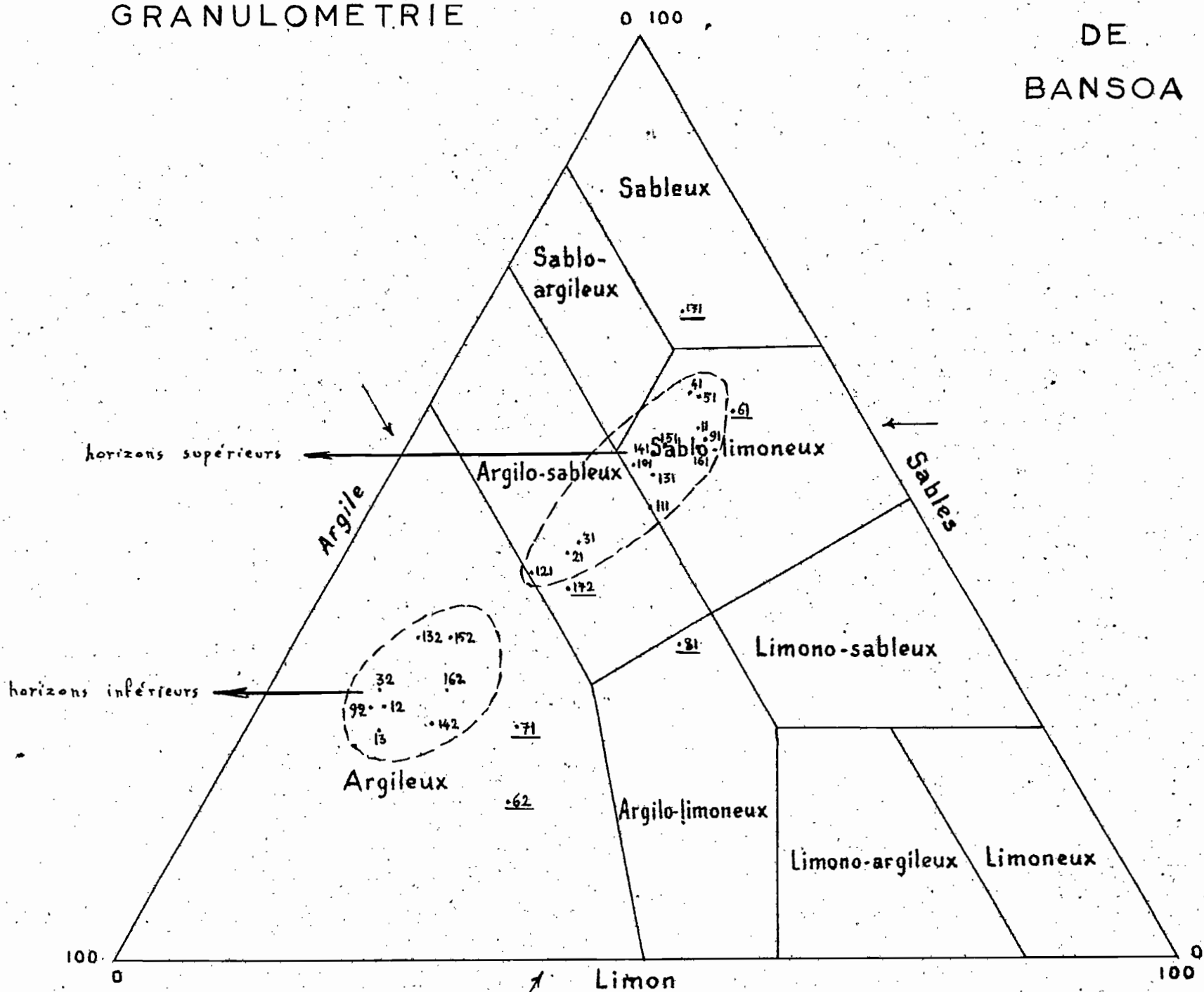
Humus par méthode Chaminade ; extraction à l'oxalate d'ammonium 3 % et dosage manganométrique.

- pH

relevé au potentiométrique .

GRANULOMETRIE

FERME DE MULTIPLICATION
DE
BANSOA



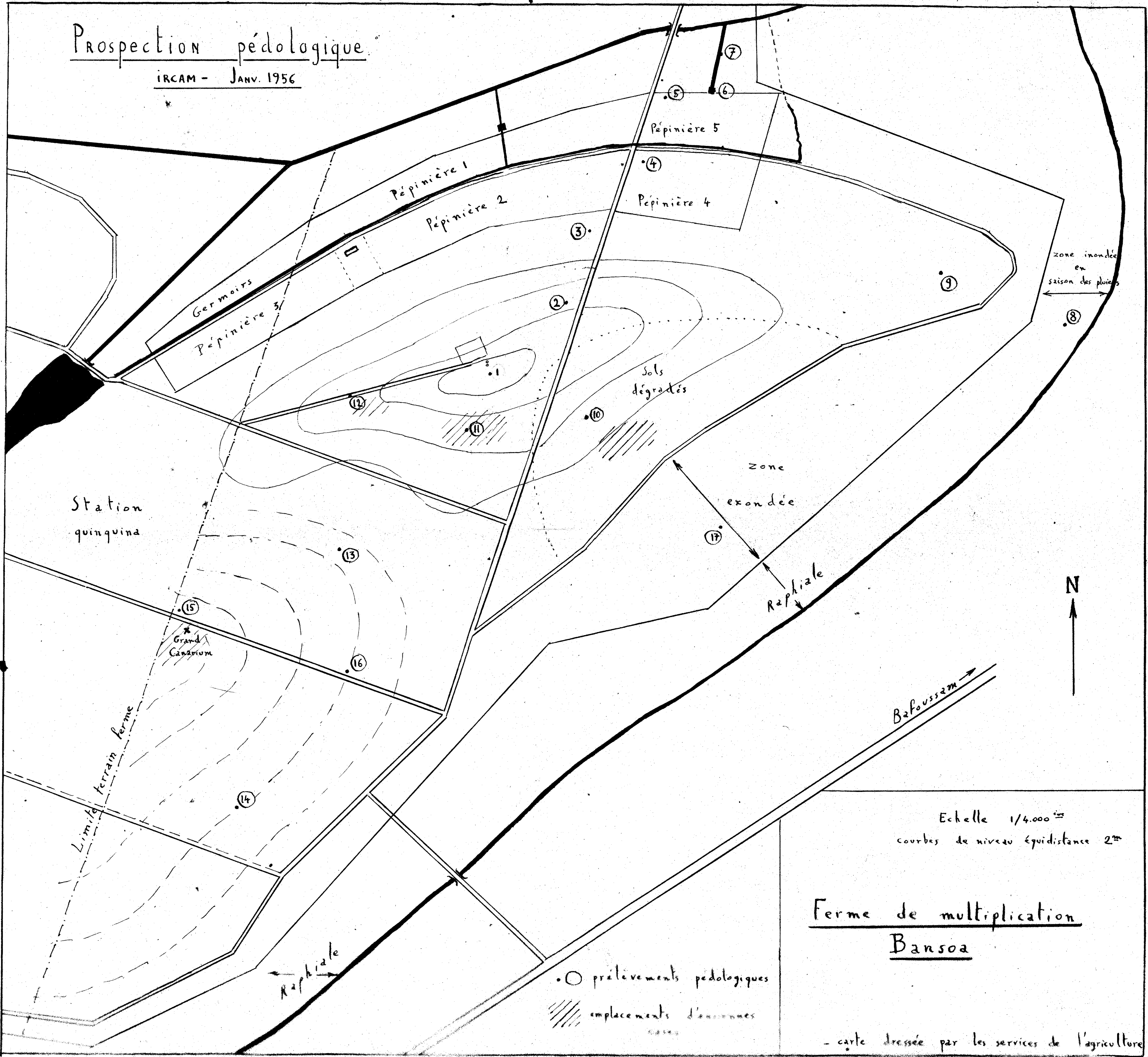
Sont soulignés d'un trait les échantillons des sols hydromorphes

ANALYSES TOTALES

ECHANTILLON	Quartz + ins. %	Si O ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fer total Fe ₂ O ₃ %	Fer ferreux Fe O %	Ti O ₂ %	Bases totales %	Perte au feu %	Total	Si O ₂ Al ₂ O ₃	Pourcentage du Fer dans la fraction argileuse Fe ₂ O ₃ %
11	23,8	19,1	15,8	13,6	0,12	1,5	2,0	23,2	99	2,05	11,1
12	25,3	16,6	25,8	10	0,06	2,3	0,6	17,9	98,5	1,09	13
13	24,2	17	26	10,5	0,04	2,4	0,6	17,3	98	1,11	
<u>62</u>	20,1	19,1	28,7	7,6	0,10	2,5	0,7	23	101,7	1,13	
<u>71</u>	21,4	17,5	26,6	7,3	0,13	1,2	0,7	24	98,7	1,12	
91	27,8	18,4	17,0	9,5		1,1	2,3	24,1	100,2	1,84	10,4
92	25,7	18,3	26	9,7		2,4	0,8	15,6	98,5	1,2	12,7

Prospection pédologique

IRCAM - JANV. 1956



Station quinquina

Germaires
Pépinière 3

Pépinière 1

Pépinière 2

Pépinière 5

Pépinière 4

zone inondée
en
saison des pluies

Sols
dégradés

zone
exondée

Raphia

Bafoussam

N
↑

Limite terrain ferme

Grand
Canarium

Raphia

○ prélèvements pédologiques
/// emplacements d'ancres
cases

Echelle 1/4.000^m
courbes de niveau équidistance 2^m

Ferme de multiplication
Bansoa

- carte dressée par les services de l'agriculture