

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO
(I.N.É.A.C.)

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU MINISTÈRE BELGE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA CULTURE

CARTE DES SOLS ET DE LA VEGETATION DU CONGO, DU RWANDA ET DU BURUNDI

21. — PAYSANNAT BABUA

A

NOTICE EXPLICATIVE

DE LA

CARTE DES SOLS

PAR

R. FRANKART

Pédologue

BRUXELLES

1967

ISM - WAGENINGEN

country : *Zaire*

subject :

scale :

map ref. :

libr. ref. : *AF4 - 53.21*

ISRIC LIBRARY

ZR - 67.01

Wageningen
The Netherlands

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRICOLE DU CONGO
(INAC)

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU MINISTRE FÉDÉRAL
DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA CULTURE

CARTE DES SOLS ET DE LA VÉGÉTATION DU CONGO ET DU BURUNDI

NOTICE EXPLICATIVE

DE LA

CARTE DES SOLS

NOTICE EXPLICATIVE

DE LA

CARTE DES SOLS

IL. FRANKAUF

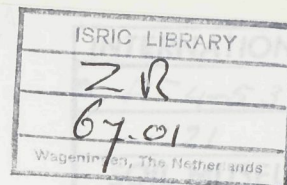
1960-1961

1960-1961

NOTICE EXPLICATIVE

DE LA

CARTE DES SOLS



PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO
(I.N.É.A.C.)

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU MINISTÈRE BELGE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA CULTURE

CARTE DES SOLS ET DE LA VEGETATION DU CONGO, DU RWANDA ET DU BURUNDI

21. — PAYSANNAT BABUA

A

NOTICE EXPLICATIVE

DE LA

CARTE DES SOLS

PAR

R. FRANKART

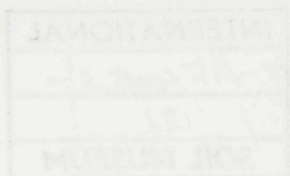
Pédologue

Scanned from original by ISRIC – World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

BRUXELLES

1967

15n 4218



PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL
POUR L'ÉTUDE AGRICOLE DU CONGO
(INELAC)

ÉDITÉ PAR LE MINISTRE DU MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA CULTURE

CARTE DES SOLS ET DE LA VÉGÉTATION DU CONGO, DU RWANDA ET DU BURUNDI

ET — PAYSANAT BASA

A

NOTICE EXPLICATIVE

DE LA

CARTE DES SOLS

PAR

R. FRANKART

1960

1960

1960

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION	9
CHAPITRE PREMIER. — Le milieu	13
§ 1. Climat	13
§ 2. Géologie	14
§ 3. Géomorphologie	15
§ 4. Végétation	16
CHAPITRE II. — Les sols.	19
§ 1. Classification des sols	19
A. Principes	19
B. Rappel de quelques définitions	21
C. Les unités cartographiques	22
D. Nomenclature	23
E. Méthodes de travail	24
§ 2. Les matériaux originels en relation avec le milieu	24
A. Les matériaux originels polygénétiques	24
1. Les matériaux originels influencés par les granits	27
a. Les matériaux originels argileux Dn	27
b. Les matériaux originels argilo-sablonneux Dp	28
2. Les matériaux originels influencés par les roches basiques Dm	28
3. Les matériaux originels graveleux latéritiques Dg	29
B. Les matériaux originels dérivés d'un substratum rocheux	29
1. Les matériaux originels dérivés des roches basiques DM.	29
2. Les matériaux originels dérivés des granits	30
a. Les matériaux originels argilo-graveleux Dq	30
b. Les matériaux originels argileux DN	30
C. Les matériaux alluvionnaires	31
1. Les alluvions anciennes	31
2. Les alluvions récentes	31

	Pages
§ 3. Caractéristiques analytiques	31
A. Répartition du taux d'argile dans le profil pédologique	31
B. La matière organique totale et le rapport C/N	33
C. Influence des conditions écologiques sur le degré de saturation des sols	34
§ 4. Description des unités cartographiques	41
A. Matériaux originels polygénétiques dérivés d'un substratum rocheux en relation avec des surfaces latérisées	41
1. Matériaux originels influencés par les granits	41
a. Matériaux originels argileux Dn	41
b. Matériaux originels argilo-sablonneux Dp	42
2. Matériaux originels influencés par les roches basiques	43
Matériaux originels argileux lourds Dm	43
3. Matériaux graveleux latéritiques	44
B. Matériaux originels en relation étroite avec le substratum rocheux	45
1. Matériaux originels dérivés des roches basiques	45
Matériaux originels argilo-limoneux DM.	45
2. Matériaux originels dérivés des granits	45
a. Matériaux originels argileux DN	45
b. Matériaux originels argilo-graveleux Dq	46
3. Matériaux originels graveleux	46
a. Matériaux originels dérivés des roches basiques DgM.	46
b. Matériaux originels dérivés des granits Dgr	47
C. Matériaux originels alluvio-colluvionnaires à hydromorphie	47
D. Matériaux originels alluvionnaires	47
1. Les alluvions anciennes	47
2. Les alluvions récentes	49
CHAPITRE III. — Utilisation des sols	53
§ 1. Classes d'aptitude des sols	53
A. Aptitudes des sols.	54
B. Limitations	55

C. Aménagements	56
1. Amendements organiques	56
2. Amendements minéraux	56
a. Fumure phosphatée	56
b. Fumure azotée	58
c. Fumure potassique	58
§ 2. Les bases théoriques de l'intensification de l'agriculture en paysannat Babua et leur application pratique	59
§ 3. Réponse des sols aux engrais phosphatés	61
BIBLIOGRAPHIE	65
ANNEXE. — Description et analyse des principales séries de sols	67

INTRODUCTION

Le Territoire de Bambesa appartient administrativement au District du Bas Uele situé dans la Province orientale de la République démocratique du Congo. Centré sur un point de coordonnées 3°N et 26°E, il couvre plus de 900 000 ha (figure 1). Dès 1947 ce Territoire fut organisé en un vaste paysannat d'agriculture extensive, connu sous le nom de paysannat Babua. Cette initiative s'est révélée un succès tant du point de vue social qu'économique.

A la lumière des résultats de l'expérimentation agronomique réalisée à la Station de Recherches agronomiques de l'I.N.É.A.C. à Bambesa, ainsi que des informations recueillies par le Service des Essais locaux de l'Uele (SELU-COTONCO), les Services de l'Agriculture appuyés en cela par l'I.N.É.A.C. estimèrent que cette région offrait des garanties suffisantes (bonne aptitude agricole des sols, réponse favorable aux engrais) pour justifier l'élaboration d'un programme de grande envergure visant à la promotion de l'agriculture congolaise. La substitution au système d'exploitation extensif actuel d'un système semi-intensif, lui-même étape vers une intensification généralisée de l'agriculture, en était l'objectif.

Au vu des interactions sols-engrais-aménagements, il s'avéra indispensable d'appuyer la planification de ce programme sur une étude pédologique semi-détaillée.

L'enquête pédologique fut entreprise, en collaboration, par l'I.N.É.A.C., les Services de l'Agriculture et les Sociétés cotonnières : COTONCO (Compagnie Cotonnière Congolaise) et N.A.H.V. (Nieuwe Amsterdamse Handels Vereniging). La COGERCO (Comité de Gestion des Réserves Cotonnières) subventionna la réalisation des travaux de terrain qui débutèrent en avril 1957 et prirent fin en décembre 1959.

L'équipe de prospection était composée de : MM. P.E. RENAULT, Ingénieur agronome, Chef cartographe, en service d'octobre 1957 à décembre 1959, MOT, agent COTONCO, cartographe en service d'avril 1957 à avril 1958, WARLET, agent COTONCO, cartographe en service d'avril 1957 à décembre 1959. M. VERHOEVEN, agent N.A.H.V., agronome, cartographe, en service de février 1958 à décembre 1959.

De nombreux stagiaires cartographes collaborèrent également à la réalisation de cette enquête.

Les travaux de corrélation et la supervision technique étaient assurés par M. R. FRANKART, pédologue à l'I.N.É.A.C.

Le document cartographique devant servir de base à la planification, il est apparu opportun d'accorder une importance toute particulière aux problèmes de mise en valeur des sols. Aussi s'est-on efforcé de définir l'aptitude agricole des diverses unités pédologiques ainsi que leurs limitations.

On a, en outre, synthétisé les résultats de l'expérimentation agronomique en tentant d'en dégager les mécanismes inducteurs. Les bases théoriques de l'intensification de l'agriculture en paysannat Babua et leur application pratique sont également énoncées.



Fig. 1

La carte pédologique du paysannat Babua est divisée en cinq blocs comportant chacun quatre à cinq planchettes de superficie et d'échelle variables. Dans le présent travail, seules deux planchettes (Bloc I, planchette Bambesa; Bloc IV, planchette Moore), que l'on peut considérer comme représentatives de l'ensemble de la zone étudiée, sont publiées.

Les originaux des autres planchettes ou les documents de base nécessaires à leur élaboration se trouvent en dépôt au Service du Cadastre de la Province Orientale à Kisangani et/ou au Service de l'Agriculture du Territoire de Bambesa.

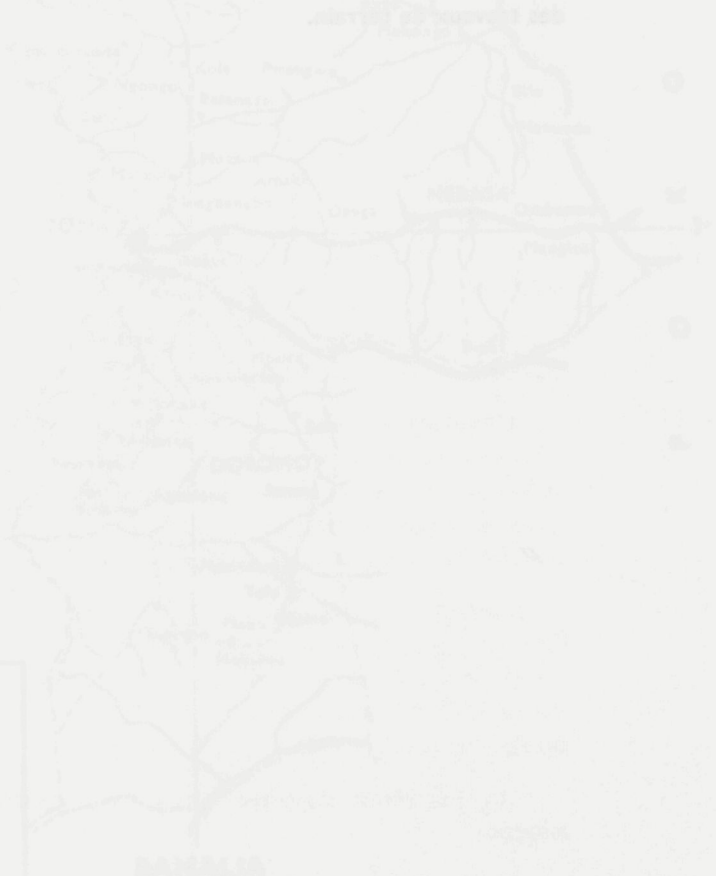
Les données rapportées dans cette étude sont applicables, sans aucune restriction, à l'ensemble de la région étudiée tant en ce qui concerne les conclusions pédologiques qu'agronomiques; dans ce but aucune modification n'a été apportée à la légende pédologique utilisée lors des travaux de terrain.

PU/MS (gms)	MOURE (gms)
100	100
200	200
300	300
400	400
500	500
600	600
700	700
800	800
900	900
1000	1000
1100	1100
1200	1200
1300	1300
1400	1400
1500	1500
1600	1600
1700	1700
1800	1800
1900	1900
2000	2000
2100	2100
2200	2200
2300	2300
2400	2400
2500	2500
2600	2600
2700	2700
2800	2800
2900	2900
3000	3000
3100	3100
3200	3200
3300	3300
3400	3400
3500	3500
3600	3600
3700	3700
3800	3800
3900	3900
4000	4000
4100	4100
4200	4200
4300	4300
4400	4400
4500	4500
4600	4600
4700	4700
4800	4800
4900	4900
5000	5000
5100	5100
5200	5200
5300	5300
5400	5400
5500	5500
5600	5600
5700	5700
5800	5800
5900	5900
6000	6000
6100	6100
6200	6200
6300	6300
6400	6400
6500	6500
6600	6600
6700	6700
6800	6800
6900	6900
7000	7000
7100	7100
7200	7200
7300	7300
7400	7400
7500	7500
7600	7600
7700	7700
7800	7800
7900	7900
8000	8000
8100	8100
8200	8200
8300	8300
8400	8400
8500	8500
8600	8600
8700	8700
8800	8800
8900	8900
9000	9000
9100	9100
9200	9200
9300	9300
9400	9400
9500	9500
9600	9600
9700	9700
9800	9800
9900	9900
10000	10000

La carte géologique de la région de la Vallée du Rhône est divisée en cinq blocs composant chacun quatre à cinq planches de cartes géologiques. Dans le présent travail, seuls deux blocs (Bloc I et Bloc II) sont publiés. Les autres blocs (Bloc III, Bloc IV, Bloc V, Bloc VI) ne sont pas considérés comme représentatifs de la région de la Vallée du Rhône.

Les cartes géologiques de la région de la Vallée du Rhône sont divisées en cinq blocs composant chacun quatre à cinq planches de cartes géologiques. Dans le présent travail, seuls deux blocs (Bloc I et Bloc II) sont publiés. Les autres blocs (Bloc III, Bloc IV, Bloc V, Bloc VI) ne sont pas considérés comme représentatifs de la région de la Vallée du Rhône.

Les cartes géologiques de la région de la Vallée du Rhône sont divisées en cinq blocs composant chacun quatre à cinq planches de cartes géologiques. Dans le présent travail, seuls deux blocs (Bloc I et Bloc II) sont publiés. Les autres blocs (Bloc III, Bloc IV, Bloc V, Bloc VI) ne sont pas considérés comme représentatifs de la région de la Vallée du Rhône.



CHAPITRE PREMIER

LE MILIEU

§ 1. — CLIMAT

Le climat du territoire de Bambesa appartient dans son ensemble au type climatique Am de KÖPPEN [3].

La pluviométrie moyenne annuelle établie pour la décade 1940-1949 est de l'ordre de 1 720 mm, les valeurs extrêmes enregistrées ont été de 2 032 et 1 560 mm. Le nombre de jours de pluies par année oscille autour de 160. On y observe une saison sèche d'une durée moyenne de 65 jours qui débute vers le 7 décembre et se termine aux environs du 11 février [4].

Précipitations moyennes mensuelles relevées à la Station de Bambesa (25°43'E; 3°27'N) au cours de la décade 1940-1949 [4].

PLUIES (mm)		JOURS DE PLUIE
Janvier	38,9	4,4
Février	63,5	5,7
Mars	117,9	10,9
Avril	190,2	15,6
Mai	191,5	18,0
Juin	149,9	16,5
Juillet	202,8	18,5
Août	200,4	18,6
Septembre	200,3	16,5
Octobre	216,7	19,6
Novembre	118,6	11,5
Décembre	29,8	5,0
Total	1 720,5	160,8

La température moyenne annuelle voisine 24°C ; l'amplitude moyenne mensuelle se maintient autour de 10°C pendant les mois pluvieux et atteint son maximum (14-15°) durant la saison sèche. Les minimums absolus sont de l'ordre de 7-8°C.

§ 2. — GÉOLOGIE

La zone étudiée se rattache géologiquement à la vaste région du Nord-Est du Congo constituée de formations antérieures au Groupe de la Lindi; CAHEN [5] y distingue :

Formation du Nil occidental.

Elle est constituée de gneiss, micaschistes, amphibolites gneissiques. Des roches quartzitiques, des quartzophyllades et des calcaires cristallins y ont été également signalés. Ce complexe est surmonté de formations appartenant au système du Kibali.

La direction générale des couches varie du Sud-Ouest-Nord-Est au Sud et du Sud-Est-Nord-Ouest au Nord de sorte que, depuis les rives occidentales du lac Albert jusqu'à la frontière du Soudan, cette formation dessine un grand arc à concavité tournée vers l'Ouest. L'ensemble paraît plissé d'une seule et même manière.

Le granit, fréquemment rencontré, est gneissique et l'ensemble est recoupé par le granit post-Kibalien non gneissique.

Groupe du Kibali.

Il diffère de la formation du Nil occidental par sa composition lithologique et son état de métamorphisme. Ce groupe s'étire en direction générale Est-Sud-Est — Ouest-Nord-Ouest.

Il comprend des roches d'origine sédimentaire : schistes divers (séricitoschistes, chloritoschistes, schistes graphiteux, talcschistes), quartzites, conglomérats, roches carbonatées, itabirites. Un granit non gneissique est postérieur au Groupe du Kibali.

Là où ils sont en contact, le Groupe du Kibali repose sur la Formation du Nil occidental par une discordance dont les natures stratigraphiques et tectoniques sont encore indécises.

Formations alluviales.

Elles complètent l'inventaire géologique de la région. L'Uele, la Bima et le Bomokandi ont développé de larges plaines alluviales où dominent les alluvions anciennes; seule une étroite frange alluvionnaire récente court le long du lit actuel.

Dans le Territoire de Bambesa, le Groupe du Kibali est représenté par des îlots itabiritiques qui coiffent de rares unités paysagiques. Hormis les dépôts alluvionnaires, la plus grande partie de la région est à rattacher aux formations cristallophylliennes du Nil occidental.

Les affleurements, que l'on peut localiser dans toutes les situations topographiques, sont généralement formés de granit, parfois de granit gneissique. On note également de nombreuses petites intrusions basiques. Des roches calcaires sont signalées dans la Bima et l'Uele.

§ 3. — GÉOMORPHOLOGIE

A. — Complexe indifférencié.

La région, largement ondulée, est formée de reliefs pénéplanés surmontés localement de massifs résiduels : crêtes, buttes, collines.

1. Les surfaces de pénéplanation.

Ces surfaces pénéplanées, dont l'altitude voisine 650 m, sont découpées par un réseau hydrographique dense, d'allure dendritique où les phénomènes de capture sont relativement fréquents. Les vallées larges, cernées de versants symétriques d'inclinaison moyenne sont parcourues par des rivières à cours sinueux, lent, parfois à anses marécageuses; leur débit est très variable et quelques unes se tarissent périodiquement. Les grandes rivières : Uele, Bima et Bomokandi, qui coulent dans de larges plaines alluviales ont un cours plus tourmenté interrompu par des rapides. Hormis quelques variantes, le modèle paysagique répond au schéma suivant : larges plateaux aux flancs desquels se dessinent plusieurs paliers ou replats latérisés, vestiges de cycles de pénéplanation, eux-mêmes reflets des fluctuations climatiques du Tertiaire et Quaternaire. Ces surfaces d'érosion, que l'on identifie de manière systématique dans toute la région située au Nord du fleuve Congo, depuis Buta jusqu'à la crête Congo-Nil, sont au nombre de trois. Des versants à pente faible à moyenne (2 à 5°) les relient.

a. La surface de pénéplanation supérieure.

Assimilable au groupe des surfaces fin-Tertiaires [5] elle coiffe les unités paysagiques. Son altitude absolue varie de 610 à 640 m dans le territoire de Bambesa et croît progressivement vers le Nord et le Nord-Est pour atteindre 900 m au voisinage de la crête Congo-Nil (Aba). Cette surface surplombe les dépressions alluviales actuelles de 25 à 45 mètres.

Elle forme un niveau tabulaire où se dessine un micro-relief engendré par les affaissements locaux. Les parties déprimées, peu importantes, sont colmatées par des sols profonds tandis que la majeure partie de la surface est recouverte d'une nappe meuble de gravillons ferruginisés, d'épaisseur variable (1 à 3 m), reposant sur le saprolithe ou sur un niveau cuirassé. Des lambeaux de cuirasse latéritique subsistent localement, principalement en bordure de la surface; certains paraissent être le résultat d'une recimentation des débris ferruginisés par des apports latéraux de sesquioxides.

Au voisinage des grandes rivières, (Uele, Bomokandi, Bima) et plus particulièrement dans la partie méridionale de la région, la surface supérieure d'érosion s'individualise. La transition vers les surfaces inférieures ou vers les plaines alluviales est soulignée par des versants à pente forte. Ce caractère morphologique peut être induit par la proximité du niveau de base qui guide l'agressivité des agents d'érosion.

b. La surface de pénéplanation intermédiaire.

Elle forme un replat généralement cuirassé sur les versants des unités paysagiques à quelques 8-20 m au-dessus des vallées actuelles. Gravillons latéritiques et débris de cuirasses ferrugineuses

y abondent. CAHEN [5] citant de HEIZELIN, situe sa formation pour la région de la Garamba, au Pléistocène moyen (Kamasien *sensu lato*, climat humide) et son induration au Pléistocène moyen ou supérieur (climat oscillant).

c. Les basses terrasses.

Elles surplombent les vallées de 2 à 7 m et sont formées par une nappe graveleuse à forte concentration de fragments de quartz. A ce niveau on note souvent le développement d'un horizon plinthis.

2. Les massifs résiduels.

Les reliefs pénéplanés sont localement surmontés de massifs résiduels (buttes, collines) généralement latérisés dont les versants à pente forte (supérieure à 25 %) sont couverts d'éboulis ou d'affleurements rocheux à degrés divers d'altération. Les granits et roches basiques sont les faciès les mieux représentés; les îlots itabiritiques sont rares. Leur maintien est le fait, soit de leur résistance à l'érosion, soit de l'éloignement du niveau de base déterminant l'ampleur du phénomène de pénéplanation. CAHEN [5] attribue leur dégagement à la mi-Pliocène.

Des affleurements rocheux peuvent être localisés dans toutes les positions topographiques.

B. — Les plaines alluviales.

Les rivières Uele, Bima et Bomokandi coulent dans de larges plaines alluviales (0,3 à 4 km) où dominent les dépôts anciens. Les formations actuelles forment une frange étroite qui borde le lit de la rivière, elle comprend les berges naturelles et les dépressions sises en contrebas. Les tributaires du second et troisième ordre coulent dans des vallées relativement larges. Un escarpement, souligné par un niveau cuirassé, forme la transition entre les reliefs pénéplanés et les plaines alluviales.

§ 4. — VÉGÉTATION

Dans son étude écologique de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* aux Ueles, GERARD [18] écrit :

« La limite nord de la grande forêt ombrophile équatoriale longe les cours de l'Uele et Bomokandi et englobe la région étudiée. Cette dernière appartient au Territoire phytogéographique du District forestier central de la grande forêt qui est celui des forêts denses sempervirentes mêlées de forêts denses semi-décidues de remplacement; les premiers sont représentés notamment par les peuplements à *Gilbertiodendron* et *Julbernardia*. Ces essences sociales sont typiquement barochores et leur pouvoir de dissémination faible; leurs peuplements purs sont remplacés après défrichement par des groupements hétérogènes contenant un certain nombre d'éléments caducifoliés (*Celtis*, *Albizzia*, *Cordia*), dans les sous-bois desquels dominent des violacées. »

La zone marginale de la grande forêt sempervirente est occupée par des groupements où les forêts denses semi-décidues prennent le pas sur les forêts denses sempervirentes.

Les formations édaphiques du fond des vallées sont dépendantes surtout de la variation du plan d'eau. En dehors des forêts ripicoles des grandes rivières (*Irvingia*), la forêt édaphique la mieux représentée dans la région est la forêt marécageuse à *Mytragine* et *Uapaca*, les forêts riveraines et vallicoïles sont toujours associées aux forêts semi-décidues. Dans le cas où des peuplements purs à *Gilbertiodendron* occupent la région on passe sans transition de ceux-ci à la forêt marécageuse».

Dans le terroir inventorié et actuellement mis en valeur de manière rationnelle dans le cadre du paysannat, GERARD étudiant les séries postculturales rapporte : « La composition floristique et l'aspect des groupements postculturels dépendent principalement de trois facteurs : la formation végétale dans laquelle a été établie la culture (forêt sempervirente semi-décidue, secondaire ou recrus d'âge divers), le genre de culture (sarclée ou non) et la longueur du cycle cultural.

La nature du sol influe également, car, d'une manière très générale, les sols sablonneux non épuisés par les cultures se colonisent plus rapidement en espèces ligneuses que les sols graveleux.

Cependant on peut dire d'une façon générale que dans les Ueles, les stades juvéniles des formations guinéennes sempervirentes et semi-décidues consistent surtout en recrus à *Trema* et *Harungana*, mêlés de rejets de souches, précédés par une couverture d'herbacées nitrophiles ubiquistes postculturales, d'autant plus persistante que la culture a été plus longue.

A ces jachères succèdent des recrus à *Vernonia conferta*, *Spathodes campenulata*, *Bridelia* sp.

Dans les cas de dégradation grave de la couverture, suite à une remise en culture trop rapide de ces jachères, les sols sont souvent envahis par un fourré à *Dichrostachys glomerata*. Si les dégradations s'accroissent, ils sont remplacés par une formation herbeuse à *Imperata* entretenue par les feux. Lorsque celle-ci est épargnée, elle est recolonisée par une strate arbustive (*Rauvolfia*, *Harungana*, *Spathodea*) qui évoluera lentement vers une forêt secondaire pour autant qu'elle ne soit pas défrichée à nouveau.

Les recrus forestiers monophytiques à *Musanga* de grande étendue sont assez rares dans cette région. Souvent, sur les bons sols, les recrus forestiers font place par suite des méthodes culturales abusives, à des jachères à *Pennisetum purpureum*. Celles-ci ne résistent à l'envahissement par le recru forestier (*Albizia* sp., *Vernonia amygdalis*) que lorsqu'elles sont périodiquement incinérées. D'autre part, elles évoluent, par dégradation, vers les faciès graminéens habituels des savanes guinéennes, constituant ainsi le stade intermédiaire entre la forêt et la savane à *Hyparrhenia-Loudetia*.

Citons pour terminer, la formation secondaire qu'est la palmeraie semi-anthropique qui joue un grand rôle économique dans les Ueles, où elle est localement très étendue (Gwane, Dembia, Paulis).

La densité de palmiers est souvent telle qu'ils empêchent par leur ombre et leurs racines tout autre recru important ».

CHAPITRE II

LES SOLS

§ 1. — CLASSIFICATION DES SOLS

A. — Principes.

Les principes de classification adoptés s'identifient à ceux définis par le Groupe Cartographie de l'I.N.É.A.C. [28].

Cette classification morphogénétique interprète au niveau supérieur le degré d'évolution du profil en relation avec le degré d'altération du matériau originel et la présence d'horizons pédogénétiques. L'influence du pédoclimat (température et humidité), la présence d'horizons génétiques particuliers, la position géomorphologique du profil, la nature de la roche mère sont les critères de différenciation utilisés pour la caractérisation des catégories inférieures.

1. *Ordre des kaolisols.*

La majorité des matériaux originels développés dans les reliefs bien drainés sont à ranger parmi les kaolisols. Cet Ordre groupe les matériaux ayant atteint la maturité, complètement ou fortement altérés. Le minéral argileux dominant est la kaolinite, mélangée à d'importantes quantités d'oxydes libres. La fraction argileuse peut également contenir des quantités appréciables de gels.

2. *Les Sous-Ordres des kaolisols.*

Cette catégorie du système de classification interprète les caractères induits par le pédoclimat, lui-même sous la dépendance étroite du climat aérien que caractérisent la température et la pluviométrie (cfr tableau page 19).

Ces concepts appliqués aux sols étudiés permettent de ranger les matériaux bien drainés parmi les hygrokaolisols (absence de dessèchement du profil, faible degré de saturation) et les matériaux à engorgement permanent ou temporaire parmi les hydrokaolisols.

3. *Grands Groupes et Sous-Groupes des kaolisols.*

a) *Grand Groupe des ferrisols.*

Ils désignent des matériaux originels livrés à une pédogénèse active, faiblement altérés que caractérisent, soit la présence de revêtements argileux sur les faces des agrégats, soit un rapport

limon fin/argile supérieur à 0,15 sur les roches cristallophylliennes et 0,20 sur les roches sédimentaires et alluvions, soit la présence de minéraux altérables en quantité appréciable.

Les ferrisols de la zone équatoriale paraissent apparentés aux sols faiblement ferralitiques de la classification française [1].

Ce sont des sols minéraux à profils A-B-C à horizon A₁ faible sans horizon A₂ et B textural ensemble.

Sous-Ordres des kaolisols.

Humidité \ Température	Pédoclimat chaud	Pédoclimat froid
Pas de dessèchement prononcé du profil	Hygrokaolisols	Hygrokaolisols humifères
Dessèchement du profil Taux de saturation inférieur à 40 % dans les horizons B et C	Hygroxérokaolisols	Hygroxérokaolisols humifères
Dessèchement prononcé du profil. Taux de saturation supérieur à 40 % des horizons B et C	Xérokaolisols	Xérokaolisols humifères
Engorgement du solum par une nappe d'eau	Hydrokaolisols	

(1). — *Sous-Groupes des ferrisols.*

Ferrisols orthotypes : Profil A-B-C à horizon B₂ structural, avec présence de revêtements argileux dans l'ensemble du profil, sur plus de 50 % des unités structurales. La couleur au Munsell a une intensité supérieure à 4/4 dans l'horizon C.

Ferrisols intergrades sols récents tropicaux : Profil A-C ou A-B-C développé dans un matériau à rapport limon/argile supérieur à 0,20 sur roches sédimentaires et alluvions, à 0,15 sur roches éruptives ou métamorphiques, ou à plus de 10 % de minéraux altérables avec ou sans revêtements.

Ferrisols intergrades ferralsols : Profil A-B-C à horizon B₂ structural, avec revêtements argileux sur moins de 50 % de la surface des agrégats dans l'horizon B₂, ou ne continuant pas dans le C.

Ferrisols faiblement ferrisoliques : Profil A-B-C à horizon B₂ caractérisé par la présence de revêtements argileux sur plus de 20 % des unités structurales.

Ferrisols intergrades vers les hydrokaolisols : Présence d'un horizon bariolé en profondeur.

b). Grand Groupe des ferrasols.

Ils regroupent les matériaux kaolisoliques fortement altérés que caractérisent l'absence : de revêtements argileux, de rapport limon fin/argile élevé et de réserve appréciable en minéraux altérables.

De plus, le chroma est généralement élevé et les fractions argileuses manquent de plasticité et d'adhésivité. Les ferralsols s'identifient aux sols ferrallitiques de la classification française [1].

(1). — Sous-Groupes des ferralsols.

Ferralsols orthotypes : Profil sans horizon A₂ et sans horizon bariolé, développé dans matériau ferralsolique ayant plus de 20 % d'argile avant la profondeur de 100 cm.

Ferralsols intergrades ferrisols : Apparition d'un matériau ferrisolique entre 30 et 100 cm.

Ferralsols intergrades arénoferrals : Recouvrement ferralsolique contenant moins de 20 % d'argile entre 30 et 100 cm de profondeur, avec limite inférieure abrupte.

Ferralsols intergrades podsols : Profil semblable à l'orthotype mais à horizon A₂ blanchi.

Ferralsols intergrades sols hydrokaolisols : Plinthite avant 200 cm.

Ferralsols faiblement lessivés : Profil à horizon (A₂) appauvri en argile, massif, sans horizon B textural sous-jacent.

B. — Rappel de quelques définitions [28].

1. Horizons de surface.

Horizon A₁ forestier : horizon A₁ dans lequel la matière organique résulte d'une décomposition purement biologique.

Horizon A₁ de savane : horizon A₁ caractérisé par la présence de charbon de bois et de cendres.

Horizon A₁ faible : horizon A₁ d'épaisseur inférieure à 10 cm ou d'épaisseur comprise entre 10 et 20 cm avec une teneur en carbone inférieure à 2 %.

Horizon A_1 prononcé : horizon A_1 plus épais que 10 cm, de couleur Munsell 3/2 ou plus foncée avec une teneur en carbone supérieure à 2 %. Lorsque la teneur en carbone est inférieure à 2 % l'épaisseur doit dépasser 20 cm avec une couleur Munsell 3/2 ou plus foncée.

Horizon A_p : horizon de surface labouré ou mélangé d'une autre façon à du matériel situé en dessous de l'horizon A_1 originel.

Horizon $A_{(2p)}$: horizon partiellement blanchi des sols podsoliques non humifères de surface ou en dessous de A_1 , avec tâches claires d'un diamètre supérieur à 0,5 cm dont la couleur est définie par les particules sableuses lavées : la superficie des tâches représente au moins 25 % de la masse.

2. Horizons de profondeur.

Horizon B structural (B_{2s}) : horizon non textural, caractérisé par une structure polyédrique mieux développée que dans les horizons sous et sus-jacents, présentant des revêtements argileux sur une partie appréciable des unités structurales et ayant une consistance plus ferme que le A et le C.

Horizon B de consistance (B_{2c}) : horizon non textural et non structural avec consistance plus ferme que les horizons sous et sus-jacents ou structure polyédrique subanguleuse moyennement ou faiblement développée.

Horizon B textural (B_{2t}) : horizon d'illuviation d'argile présentant une teneur en argile supérieure à un cinquième de la teneur en argile des horizons A et C sus- et sous-jacents. Les revêtements argileux (« clay skins ») seuls ne sont pas un critère valable pour désigner un horizon B_2 comme B_{2t} .

Horizon (G) : horizon de réduction intense, gris.

Horizon (g) : horizon rouillé.

Plinthite (V) : matériau non humifère, fortement altéré, riche en oxydes libres, de couleur hétérogène, bariolée. La couleur de fond est jaune claire à grisâtre tachetée de brun. Les tâches brunes ou rouges apparaissent sous forme concrétionnaire, friable ou compacte, elles s'indurent irréversiblement lors d'un dessèchement.

Saprolithe r : saprolithe de couleur homogène non bariolé.

Saprolithe (r) : saprolithe bariolé.

C. — Les unités cartographiques.

L'unité taxonomique de base est la série qui groupe les profils ayant des horizons génétiques similaires en ce qui concerne leurs caractères distinctifs et leur arrangement dans le profil et qui se sont développés dans un même matériau originel [29].

La caractérisation des séries s'appuie sur des éléments empruntés à la régogénèse (matériau originel) et à la pédogénèse *sensu stricto* (type de profil).

D. — Nomenclature.

Dans la nomenclature régionale, chaque série est définie par un symbole prenant en considération la nature lithologique de la roche mère, la texture, la couleur, le drainage et la profondeur de la couche des terres superficielles en application des critères ci-dessous.

Dans la description des unités pédologiques cette nomenclature régionale a été traduite dans les termes conventionnels proposés par la Groupe Cartographie de l'I.N.É.A.C. [28].

1. Nature lithologique de la roche mère:

- D : matériaux originels dérivés des formations cristallophylliennes (granits et injections basiques);
- B : matériaux originels dérivés des roches basiques;
- F : matériaux originels alluvionnaires.

2. Texture:

- m : argile lourde, plus de 70 % d'éléments fins (argile plus limon fin);
- n : argile, 50 à 70 % d'éléments fins;
- p : argile sablonneuse, 30 à 50 % d'éléments fins;
- q : argile graveleuse granito-quartzitique;
- g : argile graveleuse latéritique;
- gr : graviers granito-quartzitiques;

3. Couleurs:

- rouge foncé : 0 (sous forêt), 10 (sous savane) : couleur Munsell 10R ou plus;
- rouge : 1 (sous forêt), 11 (sous savane) : l'ensemble du profil est dans l'échelle Munsell 2,5YR, les horizons A et la partie supérieure du B peuvent être dans l'échelle 5YR;
- ocre rouge : 2 (sous forêt), 12 (sous savane) : l'ensemble du profil est dans l'échelle 5YR; les horizons de surface peuvent avoir une couleur 7,5YR;
- jaune : 3 (sous forêt), 13 (sous savane) : l'ensemble du profil est dans les échelles 7,5YR ou 10YR,

4. Drainage:

- 43.2 : profil imparfaitement à modérément bien drainé;
- 43.3 : profil mal drainé à engorgement temporaire de surface;
- 43.4 : profil à engorgement permanent;
- 41 : profil à horizon plinthite

5. Epaisseur des terres superficielles meubles non graveleuses:

- g : présence d'une nappe graveleuse avant 120 cm de profondeur;
- gm : présence de la nappe graveleuse entre 30 et 70 cm;
- gp : présence de la nappe graveleuse entre 70 et 120 cm.

E. — Méthodes de travail.

L'équipe de prospection a disposé pour son étude d'une couverture aérienne à l'échelle approximative du 1/33.000 à 1/40.000. En l'absence de méthodes mécaniques pour réaliser l'aérotriangulation, cette dernière a été réalisée par la méthode du papier calque sans contrôle au sol. Malgré les imperfections inhérentes à la méthode, les résultats acquis peuvent être considérés comme satisfaisants. L'échelle de la carte fut déterminée par cheminement le long des axes routiers, pistes etc.; d'une manière générale, elle s'identifiait à celle des photos aériennes.

La photographie aérienne a servi de carte de terrain; les observations pédologiques étaient reportées sur un papier calque appliqué sur la photographie et les limites tracées sous le stéréoscope.

Le but de l'étude pédologique, à savoir l'établissement d'une carte semi-détaillée utilisant la phase de la série comme unité cartographique, a guidé dans une large mesure le choix de la méthode appliquée.

Dans les régions pénéplanées, forestières où les variations altitudinales sont de l'ordre de grandeur de la hauteur du couvert végétal, l'intérêt que revêt l'interprétation des photographies aériennes dans la localisation des limites entre les unités pédologiques est souvent limité. Dans notre cas ces limitations étaient dues, d'une part au type d'étude réalisé (cartographie semi-détaillée), d'autre part aux difficultés à dégager des corrélations entre les éléments de l'analyse et les caractéristiques pédologiques des sols. Toutefois les photos nous livrèrent un excellent fond planimétrique et facilitèrent le choix des itinéraires à étudier. De plus, l'étude stéréoscopique permit d'augmenter la précision des limites pédologiques tout en réduisant le nombre d'observations.

Les restrictions énoncées plus haut nous ont amené à réaliser les travaux de cartographie en appliquant partiellement les méthodes conventionnelles. Les observations pédologiques furent effectuées tous les 100 m le long d'axes ouverts tous les 400 m environ.

§ 2. — LES MATÉRIAUX ORIGINELS EN RELATION AVEC LE MILIEU

A. — Les matériaux originels polygénétiques.

On rangera sous cette dénomination les matériaux originels ayant subi plusieurs pédogénèses; dans la région étudiée ils sont en relation étroite avec les reliefs pénéplanés latérisés.

Une coupe effectuée dans le régolithe, c'est-à-dire dans la partie superficielle meuble de l'écorce terrestre, montre l'arrangement et la succession des diverses couches dans les reliefs pénéplanés bien drainés. Son organisation est le reflet de phénomènes multiples et malaisés à définir ayant souvent trait à des pédogénèses anciennes, principalement induites par les alternances climatiques du Quaternaire.

Dans le régolithe on distingue successivement : la couche des terres superficielles, la nappe de gravat et le saprolithe; l'ensemble reposant sur la roche non altérée.

(a). La couche des terres superficielles.

Elle forme un manteau superficiel meuble dont l'épaisseur peut dépasser 3 m. Cette couche repose par une discordance abrupte sur une nappe graveleuse.

Dans les reliefs bien drainés où les origines sédimentaire et éolienne doivent être exclues, les formations latéritiques interfèrent dans la genèse des matériaux originels. Malgré cette interaction, la filiation avec la nature lithologique du substratum reste étroite et se traduit dans la composition granulométrique et minéralogique [12].

La genèse des terres superficielles est un problème fort controversé. Parmi les hypothèses émises, certaines attribuent une origine allochtone aux terres de recouvrement tandis que d'autres y voient le résultat d'une altération en place. Il n'entre pas dans nos intentions de soumettre ces diverses hypothèses à une étude critique, cependant l'importance du problème nous autorise à évoquer succinctement quelques unes des théories auxquelles on fait appel.

Parmi les partisans de l'origine allochtone nous pouvons citer de HEIZELIN [7] qui au terme d'études réalisées dans le Haut-Ituri (République démocratique du Congo) rapporte : « Les nappes de gravat intercalées dans les sols observés sont d'origine variée mais toutes résultent de l'érosion superficielle et ont subi un triage mécanique et une abrasion sous l'effet du ruissellement ou d'une sédimentation plus régulière. Toutes ont séjourné en surface à quelque moment et aucune n'est le résultat d'une transformation pédologique du substratum ». Certains font appel au transport éolien, au mécanisme de colluvionnement, aux processus de sédimentation, aux apports verticaux dus aux activités de la faune et plus particulièrement des termites. Ces dernières hypothèses ont pu être vérifiées dans de nombreux cas.

D'autres, par contre, rejettent les théories de recouvrement, notamment LAPORTE [21] pour qui les différentes couches du régolithe résultent de l'évolution et de différenciation des sols en place. Pour appuyer cette hypothèse il entrevoit divers mécanismes. Il attribue notamment à la faune du sol un pouvoir d'homogénéisation entraînant le mouvement descendant des matériaux grossiers au sein d'une masse de texture fine. Il fait également appel à des mécanismes physiques provoquant les mêmes effets tels que (a) la possibilité pour les corps grossiers de migrer par gravité dans le profil pédologique en application de la loi de STOKES où le liquide visqueux serait le sol, (b) les effets de pression réalisés dans un matériau hétérogène, (c) les pertes de rigidité, (d) les alternances d'humidification et de dessiccation.

Dans son mémoire explicatif de la carte des sols d'Afrique D'HOORE rapporte [32] : « Sur les soubassements rocheux, les recouvrements meubles sont fréquemment séparés des couches altérées profondes (dont la structure rappelle d'ailleurs souvent celle de la roche) par des « stone lines » ou « nappes de gravat » de nature et d'origine diverses et souvent controversées. Si en général on attribue aux constituants de ces nappes un caractère résiduel détritique, certains pédologues invoquent des phénomènes de néoformation en place, surtout quand il s'agit de matériaux ferruginisés. Il est un fait que la constitution et la forme de certains de ces éléments grossiers (cailloux roulés, débris de cuirasse arrondis, couverts de patines lisses et brillantes); appuient l'hypothèse qu'ils ont jadis pu être exposés à la surface ce qui pour d'autres (débris de roches rubéfiées, débris de veines de quartz) est moins probable. Dans le cas des nappes de gravat jadis exposées, comparables alors aux regs actuels des déserts, le recouvrement subséquent peut s'expliquer par apport éolien, par colluvionnement ou par action biologique (termites)

et la « stone line » est à considérer comme une particularité du matériau originel au même titre qu'une stratification. Pour les nappes de gravat jamais exposées, leur concentration à certains niveaux peut résulter soit de phénomènes de colluvionnement et de solifluction, soit de remaniements mécaniques dont les profils sont normalement le siège : le renversement périodique des arbres, la décomposition de leurs souches et appareils radiculaires, le travail des animaux fouisseurs, l'action des termites, des vers et le remplissage par colluvionnement des vides ainsi laissés. Ces actions combinées peuvent avoir comme effet global, la concentration, à la limite inférieure de la couche remaniée, des débris grossiers à l'origine dispersés dans le matériau originel; dans cette alternative, la nappe de gravat est une conséquence de la pédogénèse actuelle.

Toutefois, vu le caractère polygénétique de beaucoup de matériaux originels en Afrique tropicale, il est souvent difficile d'établir avec certitude la nature et l'origine de la ou des multiples « stone lines » que l'on peut observer dans un profil pédologique. Mais, comme il est peu douteux que beaucoup recèlent des indications précieuses sur les antécédents climatiques et pédologiques des profils qu'ils traversent, leur étude revêt un intérêt pédogénétique certain ».

Dans tout le Nord-Est du Congo, l'horizon graveleux est présent dans la majorité des profils, quoique la nature de ses constituants puisse être variée. La transition entre les terres superficielles et la nappe de gravat est toujours abrupte tandis que la transition entre cette dernière et le saprolithe peut être graduelle.

La discordance avec la couche des terres superficielles pourrait nous incliner à croire qu'il n'y a pas de relation directe entre celles-ci et le saprolithe. Dans certains cas, le caractère d'allochtonie trouve des arguments supplémentaires dans la présence d'une nappe graveleuse où l'on identifie des galets roulés ou des cailloux éolisés. Il semble cependant acquis que dans les reliefs bien drainés des relations étroites existent généralement entre les couches superficielles et le saprolithe mais que le manteau superficiel a pu subir des remaniements et des déplacements à faible distance (observations morphoscopiques des sables); FRANKART [13].

Le profil pédologique s'est développé soit uniquement dans les terres de recouvrement, soit dans ces dernières et la nappe de gravat : il peut même atteindre le saprolithe. Ainsi sommes-nous parfois en présence de trois matériaux originels, d'âge et d'origine différents, soumis actuellement à une même pédogénèse.

(b). Couche graveleuse.

Sa composition, tant qualitative que quantitative, est très variable et partiellement induite par le cadre géomorphologique. Elle est généralement meuble, parfois cimentée et peut atteindre plusieurs mètres d'épaisseur.

Le gravat est formé de concrétions latéritiques, de fragments de quartz, de débris rocheux rubéfiés, de cailloux roulés, etc.

(c). Saprolithe (roche altérée).

Il dérive de l'altération du substratum rocheux, son épaisseur est très variable (2 à 10 m et plus) et sa morphologie complexe. La partie supérieure de cet étage, où se développe parfois une structure, est généralement formée de matériel fortement altéré auquel se mêlent des concrétions ou nodules ferrugineux dont la fréquence décroît en profondeur. A cet étage succède graduellement une zone d'argile bariolée, faiblement ou non structurée qui s'enrichit progressivement en débris rocheux à degrés divers d'altération. Insensiblement on aborde la zone de la roche altérée où on identifie la structure originelle de cette dernière; ce faciès peut être très épais.

(d). Le substratum consolidé (roche non altérée).

Dans la région sous revue le sous-bassement géologique est principalement formé de roches acides granitiques (gneissiques) à 2 micas, de structure et texture variables que percent en de nombreux endroits des petits pointements basiques.

Ces roches mères ainsi que les formations latérisées, héritées de pédogénèses anciennes, président à la genèse des matériaux originels cartographiés sous le symbole D (Dn, Dm, Dp, Dq).

1. Les matériaux originels influencés par les granits.

a. Les matériaux originels argileux Dn (NIL) ⁽¹⁾.

Ils tapissent les versants des plateaux d'un manteau superficiel dont l'épaisseur varie de 30 à 400 centimètres.

Tous les termes des catenas de couleur et de texture y sont représentés et leur gradient évolue de manière sensiblement parallèle; les termes les plus colorés, c'est-à-dire les plus riches en fer, se révélant être ceux à pourcentage en éléments fins les plus élevés.

Les teneurs en éléments fins (0 à 20 μ) sont de l'ordre de 61,57 et 52 % suivant que l'on considère les termes rouges (2,5 YR) ocre rouge (5 YR) et jaunes (7,5 YR, 10 YR) tandis que les pourcentages de fer libre sur l'argile sont respectivement de 9,4 - 7,8 et 5,2. Les pourcentages de sable fin (20-250 μ) sont sensiblement égaux à ceux des sables grossiers (250-2 000 μ) avec toutefois un léger maximum dans la fraction de 100 à 250 μ . La teneur en limon fin (2-20 μ) est relativement constante et très faible, elle excède rarement 3 %, corrélativement le rapport limon fin/argile, expression du degré d'altération, se maintient à des valeurs très basses comprises entre 0,04 et 0,06 (synonymes d'une altération très forte).

Ces matériaux sont fortement altérés et leur réserve en minéraux altérables très faible. ROEBBEN [27] qui a étudié en détail les sols de la catena dérivée des formations cristallophyl-liennes, signale la présence de 1 à 2 % de feldspaths (orthose, microcline, albite) associés à de la muscovite dans la fraction de 50 à 300 μ des sols hydromorphes et jaunes, tandis que dans les sols plus rouges les feldspaths sont très rares ou absents, la muscovite y est également moins bien représentée. On verra dans un paragraphe ultérieur l'importance qu'il faut attribuer à la richesse en minéraux altérables des matériaux originels dans l'appréciation de la fertilité des sols. En ce qui concerne le mica muscovite on a tout lieu de croire qu'il est très peu ou pas altérable et on est en droit de le considérer comme un minéral résiduel, inerte au point de vue physico-chimique. Les sols ont subi une altération allitique très poussée dont témoignent les données ⁽²⁾ ci-dessous:

Série	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
				Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃
Dn - 43	45,10	30,45	3,28	1,33
Dn - 3	39,50	34,10	7,20	0,96
Dn - 2	36,10	33,55	10,19	0,82
Dn - 1	17,02	35,32	14,81	0,34

⁽¹⁾ (NIL) caractérisation des unités pédologiques en application des conventions proposées par la classification des sols congolais.

⁽²⁾ Résultats fournis par le Laboratoire des Colloïdes des Sols Tropicaux, Louvain. Travaux réalisés par M. ROEBBEN sous la direction du Professeur J.J. FRIPIAT.

Le microscope électronique révèle une kaolinite de petite taille, moyennement à bien cristallisée du type fire-clay accompagnée parfois de traces de mica-illite, notamment au bas des catenas où la nappe phréatique apparaît temporairement dans le profil.

Les teneurs en oxydes de fer et d'aluminium atteignent plus de 40 % dans les terres rouges et ocre rouge. L'aluminium s'y trouve partiellement sous forme de gibbsite tandis que le fer est généralement amorphe quoique l'on puisse parfois identifier des traces de goethite [16]. La teneur en gibbsite diminue lorsqu'au sein de la catena on passe des sols rouges aux sols à drainage défectueux où elle est absente, par contre, dans cette situation topographique on note un enrichissement relatif en SiO_2 [15].

Ce faisceau de facteurs précise le caractère kaolinitique des matériaux originels Dn. En l'absence de réserve en minéraux altérables, de teneur élevée en limon fin, seule la présence de revêtements argileux différenciera au sein des kaolisols les matériaux ferrisoliques des matériaux ferralsoliques.

b. Les matériaux originels argilo-sablonneux Dp (NAL).

Confinés au bas des catenas, en bordure des dépressions alluviales, ils chevauchent parfois les basses terrasses; leur extension est limitée.

Ces matériaux ferralsoliques, à réserve en minéraux altérables très faible à nulle, ont des teneurs en éléments fins comprises entre 30 et 50 % avec dominance des sables grossiers; leur rapport limon fin/argile est inférieur à 0,10. L'argile est de nature kaolinitique; la capacité d'échange oscille autour de 15 m.équ./100 g d'argile. La gibbsite peut être très faiblement représentée tandis que les pourcentages de fer libre excèdent rarement 4 pour cent.

Dans de nombreux cas, ces sols sont surmontés d'un matériau d'épaisseur variable plus léger, sablonneux (10 à 20 % d'éléments fins), à rapport limon fin/argile voisin de 0,20 quoiqu'à teneur absolue en limon fin inférieure à 5 %. Ces sols ont été cartographiés sous le symbole SDp; la transition entre les matériaux sablonneux et argilo-sablonneux est souvent distincte ou abrupte. Il n'est pas rare d'identifier dans ces profils une ébauche d'horizon $A_{(2p)}$ à grains de sable dépourvus de revêtements.

Cette discordance texturale peut être la conséquence des processus d'éluviation latéraux, verticaux ou due à la superposition de deux matériaux originels. La présence dans les horizons légers de poches s'identifiant texturalement au matériel sous-jacent nous incline à accepter la première hypothèse.

2. Les matériaux originels influencés par les roches basiques.

Les matériaux originels argileux lourds Dm (BOL).

La présence dans le substratum cristallophyllien de pointements basiques (gabbros, diorites, amphibolites) conditionne la genèse d'un matériel originel argileux lourd, à teneur en éléments fins supérieure à 70 % et à rapport limon fin/argile faible (0,04). Les caractères minéralogiques de la fraction fine s'alignent sur ceux de matériaux Dn: argile kaolinitique de petite taille, diversément cristallisée, parfois associée à des micas hydratés. La capacité d'échange est voisine de 15—20 m.équ./100 g d'argile. Seuls les termes rouges et ocre rouge ont été identifiés; la gibbsite est toujours présente et les teneurs en fer libre sur argile sont supérieures à 12—15 pour cent.

Ces sols s'étalent autour des affleurements basiques, que ces derniers soient isolés ou associés à des roches acides. Ils sont principalement localisés entre les deux surfaces supérieures d'aplanissement. La présence de revêtements argileux leur confère un caractère ferrisolique.

3. *Les matériaux originels graveleux latéritiques Dg.*

Leur extension est très importante. Ils coiffent les sommets de toutes les unités paysagiques et caractérisent les ressauts qui se dessinent sur leurs versants. La composition qualitative des nappes graveleuses semble relativement homogène. Le matériel latéritique, ultime stade de l'altération allitique, y forme l'élément dominant. Les concrétions normalement arrondies ou à angles fortement émoussés sont formées d'une cuticule résistante, luisante où l'on décèle souvent la superposition de films ferrugineux, concentriques, translucides enrobant un noyau poreux ou non; dans le premier cas il est formé d'une pâte hétérogène rouge dans laquelle baignent des minuscules cristaux de quartz, dans le second il est constitué d'une masse rouge pourpre homogène, compacte. La patine qui enrobe les concrétions est souvent nettement plus foncée dans les horizons superficiels qu'en profondeur. Sauf de rares exceptions (voisinage d'affleurements), il est impossible de déceler dans ces concrétions une quelconque structure rocheuse. Ces formations latérisées sont généralement des accumulations absolues [9].

Mêlés à ces éléments latéritiques, on note la présence de graviers de quartz dont la fréquence croît lorsqu'on se rapproche des dépressions. Les débris rocheux ferruginisés n'envahissent la nappe de graviers qu'au voisinage immédiat des affleurements. Signalons que l'influence des formations granito-granulitiques se traduit par une augmentation des petits graviers de quartz (arènes).

Si la majorité des éléments graveleux a des dimensions qui s'inscrivent entre 1 et 2,5 cm de diamètre, on peut cependant identifier dans cette masse des blocs latéritiques, des débris quartzueux filonniens, des fragments rocheux, etc.

Les graviers sont enrobés dans une pâte dont la texture est étroitement liée à l'unité géomorphologique dans laquelle ils sont développés. Dans de nombreux cas, les concrétions occupent des loges dont les parois sont tapissées de revêtements luisants épais, continus ou non que nous appelons « revêtements alvéolaires ».

B. — Les matériaux originels dérivés d'un substratum rocheux.

Ils groupent les matériaux dont la genèse n'est pas ou très faiblement influencée par les formations latérisées.

1. *Les matériaux originels dérivés des roches basiques.*

Les matériaux originels argilo-limoneux ocre DM (BO).

Ils occupent des superficies réduites confinées au voisinage immédiat des affleurements basiques. Leur faible extension rend malaisée leur cartographie à l'échelle utilisée, aussi ont-ils été groupés avec les sols minéraux bruts et les régosols graveleux sur roches basiques.

La couche des terres superficielles repose généralement sur le saprolithe par l'intermédiaire d'une nappe graveleuse formée de débris rocheux basiques fortement altérés associés à des concrétions latéritiques. Localement le manteau meuble repose en discordance sur la roche peu ou pas altérée.

La kaolinite est le minéral argileux dominant associé à de la gibbsite. Les teneurs en Fe_2O_3 /argile sont supérieures à 12 pour cent.

Les terres superficielles ferrisoliques ont une texture argilo-limoneuse (50 à 60 % d'éléments fins, plus de 10 % de limon fin) et un rapport limon fin/argile supérieur à 0,15 ce qui traduit un degré d'altération plus faible que celui des matériaux développés dans les paysages pénéplanés latérisés.

La structure est bien développée et les agrégats sont couverts d'enduits luisants, épais.

2. Les matériaux originels dérivés des granits.

a. Les matériaux originels argilo-graveleux Dq.

En auréole des affleurements granitiques quelque peu importants, s'étale un manteau peu épais de terres légères à caractère graveleux variable. Le gravier est formé d'une arène granitique angulaire de dimensions homogènes (diamètre inférieur à 5 mm). Les terres superficielles reposent généralement en discordance sur une argile graveleuse où les gravillons granito-quartzitiques sont associés à des concrétions latéritiques et des fragments de quartz. La transition vers le saprolithe bariolé est graduelle.

Les horizons légers ont une texture sablonneuse grossière à sablonno-argileuse (15 à 30 % d'éléments fins, 35 à 50 % de sable grossier), à rapport limon/argile supérieur à 0,15 et à teneur en limon fin comprise entre 3 et 7 %, tandis que les horizons argilo-graveleux sous-jacents ont un rapport limon/argile inférieur à 0,10 et une teneur faible en limon.

L'existence de cette discordance granulométrique, structurale, nous incline à accepter en première analyse l'hypothèse d'une origine polygénétique du matériau originel. Cependant on pourrait arguer de la présence très locale, au sein des horizons superficiels, de noyaux résiduels s'identifiant morphologiquement aux couches sous-jacentes, pour accréditer l'évolution pédogénétique comme élément inducteur de la discontinuité entrevue.

La kaolinite est le minéral argileux dominant associé à de faibles quantités de micas hydratés; la gibbsite est généralement absente. La réserve en minéraux altérables des horizons superficiels légers paraît appréciable.

b. Les matériaux originels argileux DN (NI).

Ils couvrent les versants de quelques buttes granitiques qui coiffent le paysage le long de l'Uele. Ces matériaux ont une texture argileuse où le limon fin est bien représenté sans pour autant atteindre 10 % de la composition granulométrique. A mesure que l'on se rapproche des dépressions le pourcentage de limon ainsi que l'intensité et l'abondance des revêtements argileux diminuent, par contre, le pourcentage de fer libre augmente. Ce fait entraîne le développement de catenas où les termes les plus rouges sont localisés en contre-bas des termes peu colorés.

C. — Les matériaux alluvionnaires.

1. Les alluvions anciennes.

Les grandes rivières (Uele, Bima, Bomokandi) coulent dans de larges plaines alluviales formées en majeure partie d'alluvions anciennes. La garniture minéralogique est principalement formée de kaolinite de taille variable, généralement bien cristallisée associée à des micas hydratés. Le mica muscovite est toujours présent dans la fraction argileuse. La capacité d'échange couvre une large gamme de valeurs : 20 à 40 m.éq./100 g argile. La gibbsite est absente et la réserve en minéraux altérables très faible à nulle.

2. Les alluvions récentes.

Elles dessinent une frange étroite, discontinue, qui court le long du lit actuel de la rivière et forment les berges naturelles et les atterrissements qui se trouvent en contre-bas. Elles sont riches en minéraux altérables et leur teneur en limon fin est très élevée. Les digues de retrait ont une texture légère (sableuse à sablonneuse) tandis que les dépressions sont colmatées par des sédiments argilo-limoneux.

§ 3. — CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES

A. — Répartition du taux d'argile dans le profil pédologique.

Dans la majorité des sols argileux à argilo-sableux non lessivés et non érodés, la distribution de la teneur en argile dans le profil pédologique répond au schéma suivant (figure 2) : de la surface jusqu'à une profondeur voisine de 40-60 cm on note une forte augmentation de la teneur en argile qui peut atteindre 25 % et plus. Cette augmentation peut être graduelle ou s'effectuer par paliers successifs. Un saut textural net marque généralement la transition entre les horizons humifères et les horizons B₁ ou B₂. A partir de ceux-ci et jusqu'au contact avec la nappe de gravier le taux d'argile reste quasi constant ; les amplitudes de variations gravitent autour de 3 pour cent.

Peut-on parler d'horizon B textural, illuvial (B_{2t}) ?

La classification [28] que nous avons adoptée définit l'horizon textural comme « un horizon d'illuviation d'argile présentant une teneur en argile supérieure à un cinquième de la teneur en argile des horizons sus et sous-jacents. Les revêtements argileux (« clay skins ») seuls ne sont pas un critère valable pour désigner un horizon B₂ comme B_{2t} ».

Dans cette conception, aucun des horizons enrichis en argile ne peut être assimilé à un horizon B₂ textural. Ajoutons que dans les cas étudiés, il n'y a pas de corrélation entre cette zone illuviale et la présence de revêtements.

Cependant il n'est pas impossible que certains B₂ répondent à la définition de l'horizon « argilique » de la classification américaine [29] : « horizon enrichi en argile par rapport à l'horizon A, ne contenant pas nécessairement plus d'argile que l'horizon C mais plus riche en fraction

argileuse fine et possédant des revêtements argileux sur les faces verticales et horizontales des unités structurales et des argiles orientées ».

Dans cette éventualité, de nombreux sols dépourvus d'horizon « oxique » mais ayant un horizon « argilique » pourraient, en application des critères définis par la classification américaine, être rangés parmi les ultisols [29].

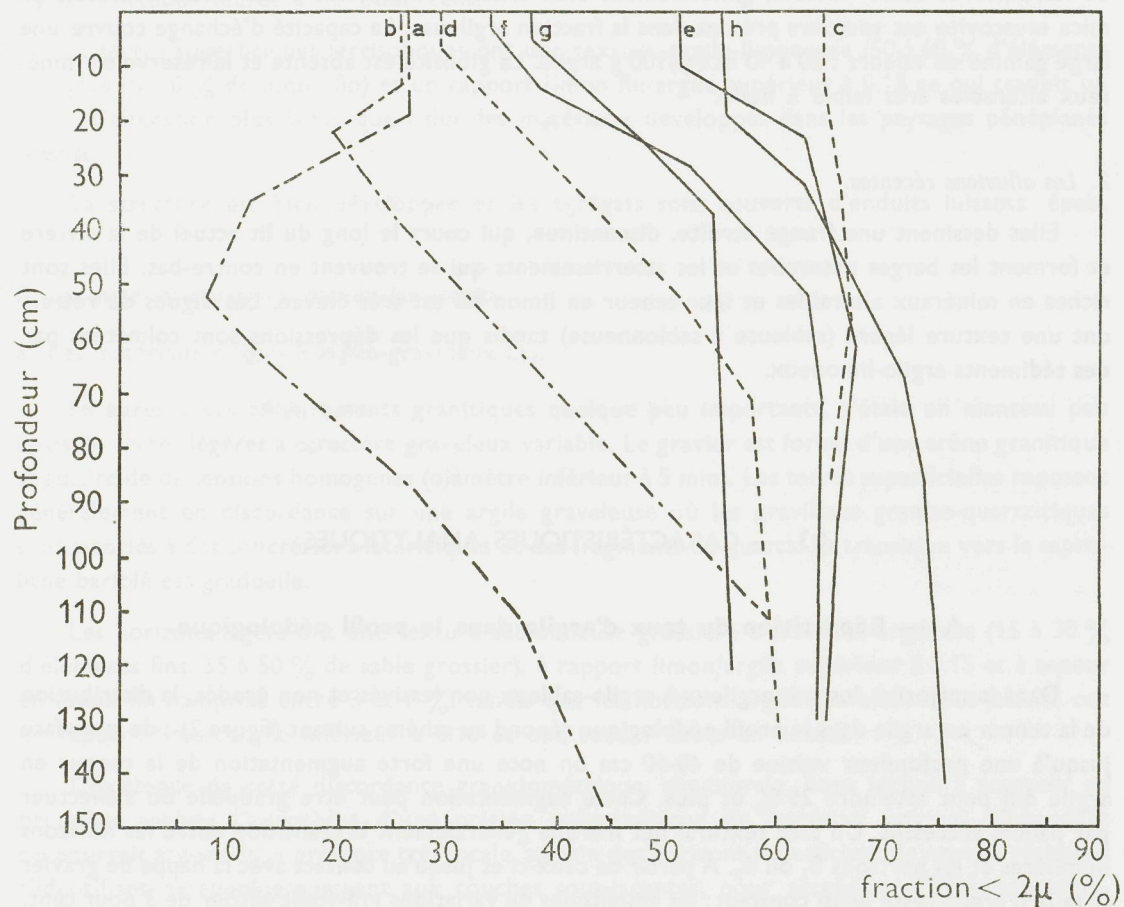


Fig. 2. — Répartition du taux d'argile dans le profil pédologique.

- Sous forêt primaire:* (c) ferrisol argileux rouge, profil n° 245 — série Dn1
 (d) ferrisol argileux ocre rouge, profil n° 8 — série Dn2
- Sous cultures:* (e) ferrisol argileux rouge, profil n° 24 — série Dn1
 (f) ferrisol argileux ocre rouge, profil n° 5 — série Dn2
 (g) ferrisol argileux jeune, profil n° 22 — série Dn3
 (h) ferrisol argileux lourd, profil n° 3 — série Dm1
- Sols « lessivés »:* (a) ferrisol argilo-sablonneux à recouvrement léger, profil n° 23 — série SDp3
 (b) ferrisol argilo-graveleux latéritique, profil n° 13, — série Dg1

Quoiqu'il en soit, le caractère généralisé de cette distribution de l'argile dans les profils étudiés lui enlève toute valeur comme critère différentiel; c'est la raison pour laquelle, nous avons adopté, à la lumière des connaissances actuelles, la définition de l'horizon B textural telle que proposée par le Groupe Cartographie de l'I.N.É.A.C. [28].

Parmi les mécanismes inducteurs de cette évolution texturale on peut citer les processus d'éluviation verticale et latérale sans pouvoir dégager leur incidence relative. Signalons seulement que sous cultures ou jachères, l'éluviation latérale est très intense et que ses effets semblent quelque peu tamponnés sous forêt. Les mécanismes spécifiques de l'éluviation verticale sont encore controversés : migration d'argile fine, d'argile grossière, des éléments constitutifs individualisés (aluminium et silice) suivie d'une synthèse (néogénese) dans l'horizon enrichi. Les problèmes restent posés.

Dans les sols « faiblement lessivés », sous les horizons humifères, on relève la présence d'un horizon appauvri en argile sans que ce dernier ne revête nécessairement les caractéristiques particulières des horizons A_2 podzoliques. Dans cet horizon éluvial, mal structuré, à intensité de couleur plus claire que celui des horizons sus- et sous-jacents, les grains de sable dépourvus de leurs revêtements sont dispersés dans l'horizon ou forment des plages de dimensions variables, décolorées, distinctes, meubles. Leur origine éluviale est rendue plus vraisemblable par la présence de noyaux résiduels s'identifiant morphologiquement et texturalement aux horizons sous-jacents.

Au sein des substrats graveleux, le faciès éluvial se traduit par la différenciation, sous l'horizon humifère, d'un horizon meuble, sans cohésion formé d'une masse gravillonnaire dont les espaces interstitiels sont totalement ou partiellement évidés de matériel fin. Sous cet horizon éluvial on note la formation d'un horizon compact, induré, à espaces intergravillonnaires peu aérés. Les gravillons sont logés dans les alvéoles dont les parois sont tapissées d'un enduit luisant, d'épaisseur variable, continu ou non, auquel nous avons donné le nom de « revêtements alvéolaires ». L'intensité de ces derniers semble être liée au degré de lessivage.

B. — La matière organique totale et le rapport C/N.

L'expression quantitative de la matière organique totale est obtenue en multipliant le pourcentage de carbone par le facteur 1,72. Remarquons tout d'abord avec FORESTIER [11] que le pourcentage de C de l'horizon de surface augmente, dans une même entité écologique, en raison directe avec la teneur en éléments fins comme le confirme le tableau ci-après.

Relation entre les teneurs en éléments fins (0-20 μ)
et le pourcentage de C des horizons humifères des sols postforestiers de l'Uele.

Teneurs en éléments fins (0-20 μ)											
0-20 %		20-30 %		30-40 %		40-50 %		50-60 %		60 %	
C (%)	C/N	C (%)	C/N	C (%)	C/N	C (%)	C/N	C (%)	C/N	C (%)	C/N
0,69	8,9	1,40	8,1	1,65	8,2	2,10	9,1	2,46	10,4	2,64	9,0

Les valeurs de C qui caractérisent uniquement l'horizon A_1 accusent une chute de 50 % dans les horizons d'infiltration humifère (A_3) et se fixent autour de 0,3-0,4 % vers 100-120 cm de profondeur.

Le rapport C/N des horizons de surface forestiers ou postforestiers varie de 8 à 10,5; dès 20 cm il se rétrécit et s'inscrit entre 6 et 8. Dans les lambeaux de savane anthropique qui ceignent la forêt ce rapport est toujours supérieur à 10, les valeurs moyennes étant voisines de 12-13 [12].

C. — Influence des conditions écologiques sur le degré de saturation des sols.

Les données rapportées ici ne sont pas les conclusions d'une étude systématique conduite suivant un protocole déterminé mais uniquement, une synthèse des renseignements glanés lors de la caractérisation analytique des unités cartographiques.

Les figures 3 et 4 mettent en lumière l'incidence des facteurs écologiques sur la richesse en calcium échangeable et sur la saturation partielle du complexe adsorbant par ce même cation (extraction par HCl N/10).

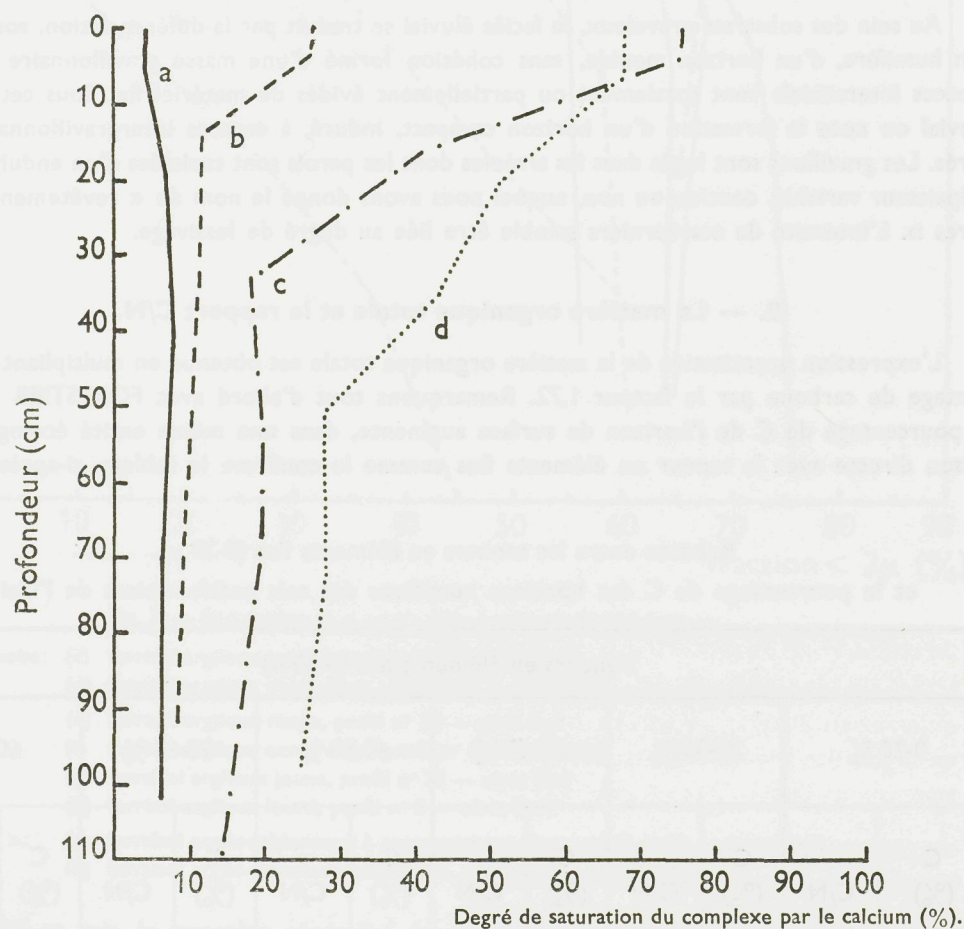


Fig. 3. — Evolution du degré de saturation du complexe adsorbant par le calcium en fonction de la profondeur.

- (a) : forêt primaire; profil n° 245
- (b) : forêt secondaire; profil n° 8
- (c) : jachères forestières; profil n° 21
- (d) : cultures; profil n° 4

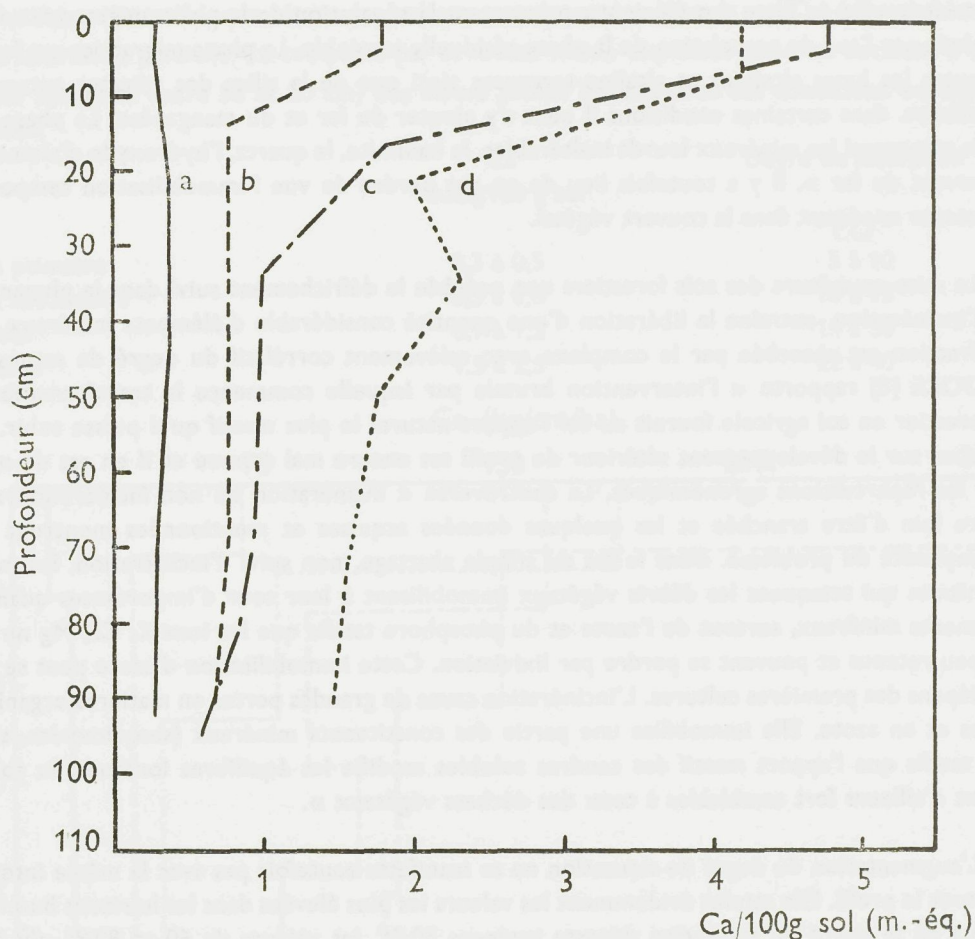


Fig. 4. — Teneur en calcium échangeable en fonction de la profondeur.

- (a) : forêt primaire, profil n° 245
- (b) : forêt secondaire, profil n° 8
- (c) : jachères forestières, profil n° 21
- (d) : cultures, profil n° 4

Si, dans les sols étudiés, le calcium est l'élément dominant de la garniture cationique, il n'est pas inutile de signaler que les teneurs en K échangeable des horizons B et C s'incrivent entre 0,15 et 0,25 m.éq./100 g de sol tandis que dans les horizons superficiels des valeurs voisines de 1 m.éq./100 g de sol peuvent parfois être notées.

Quoique l'on soit conscient de l'intense lixiviation qui affecte les sols développés sous les climats équatoriaux humides, on est impressionné par la désaturation très poussée des sols sous forêt à *Gilbertiodendron* [18] de la région étudiée. La saturation partielle en calcium n'excède pas 10 % et se maintient constante dans tout le profil; les teneurs en Ca échangeable étant comprises entre 0,3 et 0,7 m.éq./100 g (test HCl N/10) tandis que le pH est de l'ordre de 5. Des valeurs du même ordre de grandeur sont relevées dans les terroirs forestiers de la Cuvette centrale congolaise. Cette désaturation est d'ailleurs évoquée par ERHART qui écrit [33] : « la biostasie est caractérisée par le développement maximal de la forêt qui atteint son climax et joue par-

faitement le rôle de filtre des éléments, permettant la séparation de la phase migratrice soluble entraînée par l'eau de percolation de la phase résiduelle insoluble. La phase migratrice est formée de toutes les bases alcalines et alcalino-terreuses ainsi que de la silice des silicates autres que la kaolinite, dans certaines conditions il peut s'y ajouter du fer et du manganèse. La phase résiduelle comprend les minéraux lourds inaltérables, la kaolinite, le quartz, l'hydroxyde d'aluminium et souvent du fer ». Il y a toutefois lieu de ne pas perdre de vue l'immobilisation temporaire d'éléments minéraux dans la couvert végétal.

La mise en culture des sols forestiers que précède le défrichement suivi dans la plupart des cas d'incinération, entraîne la libération d'une quantité considérable d'éléments minéraux dont une fraction est absorbée par le complexe avec relèvement corrélatif du degré de saturation. D'HOORE [8] rapporte « l'intervention brutale par laquelle commence la transformation du sol forestier en sol agricole fournit au sol l'apport naturel le plus massif qu'il puisse subir. Son influence sur le développement ultérieur du profil est encore mal connue et il en est de même pour les répercussions agronomiques. La controverse « incinération ou non incinération » est encore loin d'être tranchée et les quelques données acquises et mentionnées montrent bien la complexité du problème. Dans le cas du simple abattage, non suivi d'incinération, les micro-organismes qui attaquent les débris végétaux immobilisent à leur tour d'importantes quantités d'éléments minéraux, surtout de l'azote et du phosphore tandis que les ions K, Ca, Mg ne sont que peu retenus et peuvent se perdre par lixiviation. Cette immobilisation d'azote peut se faire aux dépens des premières cultures. L'incinération cause de grandes pertes en matières organiques brutes et en azote. Elle immobilise une partie des constituants minéraux (sesquioxides, silice, etc.) tandis que l'apport massif des cendres solubles modifie les équilibres ioniques du sol qui étaient d'ailleurs fort semblables à ceux des déchets végétaux ».

L'augmentation du degré de saturation ne se manifeste toutefois pas avec la même intensité dans tout le profil. Elle atteint évidemment les valeurs les plus élevées dans les horizons humifères (A_1 - A_3) où le degré de saturation dépasse toujours 50 %, les valeurs de 60 et 80 % n'y étant pas rares ⁽¹⁾. Sous ces horizons superficiels dont l'épaisseur voisine 15-20 cm, l'augmentation du degré de saturation est beaucoup plus faible; dans les horizons B, entre 20 et 80 cm, il oscille entre 25 et 40 %, plus bas, dans les horizons C, il tend vers des valeurs comprises entre 15 et 25 %. Les variations des teneurs en Ca échangeable épousent la même allure. Les capacités d'échange des sols étudiés sont de l'ordre de 10 à 15 m.équ./100 g d'argile.

Les résultats dont nous disposons n'autorisent pas une étude statistique permettant de chiffrer en valeur absolue les variations de la composition de la garniture cationique du sol en fonction des diverses conditions écologiques entrevues. Cependant leur interprétation graphique met en lumière certaines tendances que nous nous efforcerons d'expliquer. Les conditions écologiques dont il sera fait état, sont associées aux séries végétales évolutives progressives ou régressives.

Les teneurs en Ca échangeable déterminées par extraction à l'HCl N/10 montrent des variations assez inattendues.

⁽¹⁾ Dans la plupart des études du bilan minéral, l'inventaire « sol » se limite à ces horizons superficiels.

A titre orientatif, nous citons les valeurs extrêmes des teneurs en Ca échangeable ainsi que la saturation partielle du complexe par ce même cation exprimés pour les horizons B (profondeur comprise entre 50 et 80 cm) des divers profils étudiés sous des conditions écologiques variables.

	Ca m.éq/100 g sol	Degré de saturation (%)
Forêt primaire	0,3 à 0,5	5 à 10
Forêt secondaire	0,5 à 0,8	10 à 15
Jachères	0,7 à 1,2	15 à 30
Cultures	1,5 à 2,5	22 à 40

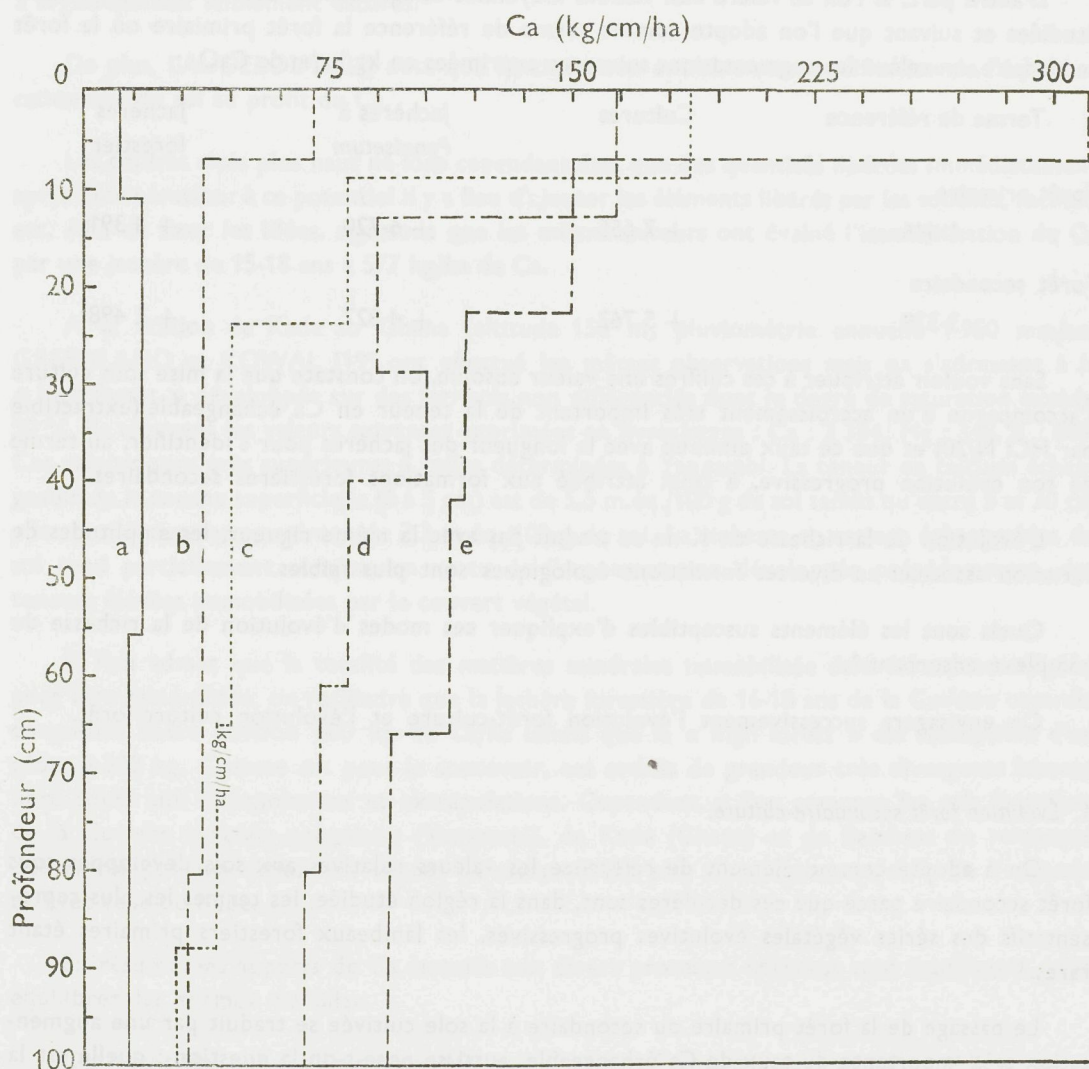


Fig. 5. — Teneur en calcium échangeable exprimée en kg/cm/ha de profondeur.

- (a) : forêt primaire, profil n° 245
- (b) : forêt secondaire, profil n° 8
- (c) : jachères forestières, profil n° 21
- (e, d) : cultures. profils n° 14 et 4

Traduites en kilogrammes de CaO par hectare et pour une épaisseur de 100 cm, en tenant compte des teneurs moyennes en CaO pour chacun des horizons, on obtient les valeurs moyennes suivantes (figure 5) (poids spécifique de la terre : 1,5) :

Forêt primaire	1 446 kg/ha/m de Ca
Forêt secondaire	3 339 kg/ha/m de Ca
Jachère forestière	5 837 kg/ha/m de Ca
Jachère pennisetum	8 166 kg/ha/m de Ca
Cultures	9 101 kg/ha/m de Ca

D'autre part, si l'on se réfère aux valeurs moyennes calculées pour les diverses formations étudiées et suivant que l'on adopte comme terme de référence la forêt primaire où la forêt secondaire, on relève les augmentations suivantes exprimées en kg/ha/m de CaO :

Terme de référence	Cultures	Jachères à <i>Pennisetum</i>	Jachères forestier
Forêt primaire			
1 446	+ 7 655	+ 6 720	+ 4 391
Forêt secondaire			
3 339	+ 5 762	+ 4 827	+ 2 498

Sans vouloir attribuer à ces chiffres une valeur absolue, on constate que la mise sous culture s'accompagne d'un accroissement très important de la teneur en Ca échangeable (extractible par HCl N/20) et que ce taux diminue avec la longueur des jachères pour s'identifier, au terme de son évolution progressive, à celui attribué aux formations forestières secondaires.

L'évolution de la richesse en K ne se traduit pas avec la même rigueur, les amplitudes de variation associées aux diverses formations écologiques sont plus faibles.

Quels sont les éléments susceptibles d'expliquer ces modes d'évolution de la richesse du complexe adsorbant ?

On envisagera successivement l'évolution forêt-culture et l'évolution culture-forêt.

1. Évolution forêt secondaire-culture.

On a adopté comme élément de référence les valeurs relatives aux sols développés sous forêt secondaire parce que ces dernières sont, dans la région étudiée, les termes les plus représentatifs des séries végétales évolutives progressives, les lambeaux forestiers primaires étant rares.

Le passage de la forêt primaire ou secondaire à la sole cultivée se traduit par une augmentation très importante du taux de Ca échangeable, aussi se pose-t-on la question : quelle est la source de Ca permettant de justifier cet enrichissement ? Si l'on admet, que, dans la région étudiée, on doit exclure tout apport extérieur de Ca sous forme d'amendements minéraux on est tout normalement enclin à rechercher ces réserves dans les parties aériennes et souterraines du couvert végétal.

LAUDELOUT [26] a étudié l'effet d'une fumure minérale résultant de l'incinération d'une jachère forestière de 16-18 ans à Yangambi. Il a déterminé le potentiel minéral qui sera mis à la disposition du cycle cultural. L'analyse des échantillons prélevés avant et après incinération lui permet d'évaluer l'apport d'éléments minéraux qu'il chiffre comme suit : Ca : 280 kg/ha; Mg 75 kg/ha; K 125 kg/ha.

LAUDELOUT et MEYER [25] font d'autre part remarquer que la composition cationique du sol forestier de Yangambi était similaire et probablement une résultante de la composition cationique de la matière végétale retournée au sol par la végétation ou d'une manière imagée que les cations du sol ne constitueraient que le placement à court terme du capital minéral circulant de la végétation. Les sols qui supportent cette végétation sont des hygro-ferralsols argileux à argilo-sableux faiblement saturés.

De plus, LAUDELOUT [24] note que l'incinération entraîne une modification de l'équilibre cationique du sol au profit du Ca.

Les chiffres cités plus haut ne font cependant état que des quantités libérées immédiatement après l'incinération : à ce potentiel il y a lieu d'ajouter les éléments libérés par les souches, racines, etc. Afin de fixer les idées, signalons que les mêmes auteurs ont évalué l'immobilisation du Ca par une jachère de 15-18 ans à 577 kg/ha de Ca.

A la Station de Kade au Ghana (altitude 150 m; pluviométrie annuelle 1 950 mm/an) GREENLAND et KOWAL [19] ont effectué les mêmes observations mais en s'adressant à la « high forest » développée sur des ferrisols non différenciés dont le degré de saturation excède 50 %. Ils trouvent les valeurs suivantes exprimées en livres/acres : Ca : 2 384; Mg : 348, K : 809. Ces valeurs sont très supérieures à celles déterminées à Yangambi. La teneur en calcium échangeable de la couche superficielle (0 à 5 cm) est de 5,5 m.éq./100 g de sol tandis qu'entre 5 et 30 cm elle se maintient aux environs de 2,3 m.éq./100 g de sol. La richesse en cations échangeables du sol rend partiellement compte, en vertu de l'argumentation développée précédemment, des teneurs élevées immobilisées par le couvert végétal.

Si l'on admet que la totalité des matières minérales immobilisée dans le couvert végétal peut être minéralisée, on retiendra que la jachère forestière de 16-18 ans de la Cuvette centrale congolaise libère environ 600 kg de Ca/ha tandis que la « high forest » est susceptible d'en céder 2 300 kg. Comme on peut le concevoir, ces ordres de grandeur très divergents laissent libre cours aux interpolations et extrapolations. Cependant, si l'on compare les sols forestiers de la Cuvette centrale congolaise (Yangambi), de Kade (Ghana) et de Bambesa on remarque que la composition cationique de ces derniers offrent plus d'analogie avec celle de Yangambi qu'avec celle de Kade.

En résumé, les apports de Ca associés aux divers processus entrevus sont insuffisants pour équilibrer les termes du bilan.

Ces quantités, qui oscillent entre 600 et 2 300 kg de Ca/ha, ne peuvent, même si l'on adopte le terme le plus favorable, rendre compte des différences rapportées. En outre, la contribution à ce bilan des produits d'altération des minéraux primaires est infime ou nulle, les substrats étudiés en étant pratiquement dépourvus. L'intervention de la (micro) faune et (micro) flore nous échappe actuellement.

Aussi est-on en droit de se demander si sous forêt primaire ou secondaire certains éléments tels que le calcium, ne sont pas combinés à la matière organique sous une forme qui échappe à la méthode utilisée pour caractériser la richesse en bases échangeables (HCl N/20).

BATISSE [2] a soumis des sols à divers traitements (extraction à l'acétate d' NH_4 , à l'HCl, avec ou sans prétraitement à H_2O_2) afin d'étudier les éléments minéraux fixés dans le sol sous forme organique. Il en tire les conclusions suivantes : « Pour les radicaux basiques, le premier lavage à l'acétate d' NH_4 de terre naturelle non traitée à H_2O_2 , déplace presque toujours une quantité plus importante qu'un second lavage précédé d'un traitement à l' H_2O_2 . Le CaO a le comportement le plus simple. Le premier lavage à l'acétate libère la plus grande partie de cet élément (3 010 mg/kg de terre contre 105 mg/kg). Le traitement à l' H_2O_2 intensifie donc la mise en solution et laisserait supposer que la matière organique peut jouer un certain rôle dans le blocage des bases.

Cette hypothèse est tentante mais devrait recevoir, dans notre cas particulier, une confirmation analytique.

Si elle se vérifiait, on pourrait concevoir que dans les sols forestiers des quantités appréciables de Ca sont retenues dans un état relativement immobile, échappant ainsi aux phénomènes de lixiviation. La destruction du couvert forestier associée aux travaux de préparation de la sole (incinération, labour) engendreraient des conditions favorables à une mobilisation rapide du potentiel antérieurement bloqué. Les bases libérées seraient responsables de l'augmentation rapide du degré de saturation relevé dans les horizons superficiels; de plus, elles seraient susceptibles de migrer dans le profil. Le front ainsi créé se déplacerait rapidement en profondeur, dans les délais d'un cycle cultural (± 2 ans). Les travaux de préparation du sol forestier détruisant la litière et ameublissant les couches superficielles favorisent l'infiltration des eaux météoriques au détriment du ruissellement et facilitent de la sorte la migration des éléments minéraux. Il nous est impossible de préjuger de l'intensité de la lixiviation qui se manifeste dans ces sols; il est cependant logique d'admettre qu'elle est limitée, les bases libérées migrant dans un matériau fortement désaturé, donc très avide d'elles.

2. Évolution cultures-forêt secondaire.

La mise en jachère de longue durée des sols cultivés s'accompagne d'une désaturation progressive du complexe adsorbant; 30-40 ans paraissent suffir pour ramener le taux de saturation à des valeurs voisines de celles qui caractérisent les sols forestiers primaires ou secondaires.

Pour interpréter cette évolution on doit faire appel à des mécanismes entraînant soit la mobilisation des éléments minéraux, soit leur exportation.

a. Mobilisation.

Immobilisation par la jachère forestière. — LAUDELOUT [26] a étudié les immobilisations totales en éléments minéraux des jachères au cours du temps. Il constate que l'immobilisation est importante dès le jeune âge : en cinq ans on obtient déjà une quantité de matières sèches (112 t/ha) supérieure à la moitié de ce qu'elle est à dix-huit ans (173 t/ha). A dix-huit ans elle immobilise 557 kg/ha de Ca, 236 kg/ha de Mg et 600 kg/ha de K. On ne doit cependant pas perdre de vue qu'une fraction de ce matériel immobilisé est impliquée dans le cycle

annuel des éléments minéraux. LAUDELOUT et MEYER [25] ont calculé les éléments minéraux associés au cycle annuel d'une parasoleraie et citent les valeurs suivantes : Ca : 124 kg/ha; Mg: 43 kg/ha; K : 104 kg/ha.

Immobilisation éventuelle sous formes organiques: Principalement dans les horizons humifères, en application de l'hypothèse énoncée précédemment.

Exportation. — Exportation par les cultures, exportation par lixiviation ou lessivage.

§ 4. — DESCRIPTION DES UNITÉS CARTOGRAPHIQUES

A. — Matériaux originels polygénétiques dérivés d'un substratum rocheux en relation avec des surfaces latérisées.

1. Matériaux originels influencés par les granits.

a. Les matériaux originels argileux (Dn).

Série Dn-O/(NIL-(S)O) (1).

Hygro-ferrisols intergrades ferralsols argileux (60-70 % d'éléments fins) rouge foncé à horizon A₁ faible, sablonno-argileux à argilo-sablonneux (30 à 40 % d'éléments fins). Profil A-B_{2s}- C/D à horizon B₂ structural moyennement bien développé, les revêtements argileux sont peu épais, discontinus; dans les horizons C faiblement structurés, parfois massifs, les revêtements sont absents tandis que l'on note la présence de pseudoconcrétions. Les terres superficielles ont une épaisseur supérieure à 120 centimètres.

Ces sols tapissent les versants des unités paysagiques entre les surfaces d'érosion supérieure et intermédiaire et colmatent les dépressions qui se dessinent au sommet des plateaux.

Phase: DnL-O.

Profil où la texture argileuse (plus de 50 % d'éléments fins) se manifeste avant quarante centimètres de profondeur. Dans cette phase les horizons A sont argilo-sableux à argileux (35 à 50 % d'éléments fins).

Série Dn-I/(NIL-(S)I).

Hygro-ferrisols intergrades ferralsols argileux (55-70 % d'éléments fins) rouges à horizon A₁ faible, sablonno-argileux à argilo-sablonneux (30 à 40 % d'éléments fins). Caractérisation morphologique et localisation identiques à la série Dn-O.

Phase: DnL - I (cfr DnL-O).

Série Dn-2/(NIL-(F)2).

Hygro-ferrisols faiblement ferrisoliqes argileux (50 à 70 % d'éléments fins) ocre rouge à horizon A₁ faible sablonno-argileux (20 à 30 % d'éléments fins). L'horizon B₂ est moyenne-

(1) Caractérisation des unités pédologiques en application des conventions proposées par la classification des sols de l'I.N.É.A.C.

ment bien structuré; des revêtements peu épais, discontinus, couvrent généralement moins de 40 % des agrégats. Les horizons C sont quelque peu massifs, faiblement ou pas structurés, envahis de pseudoconcrétions.

Cette unité occupe les versants des plateaux situés sous le niveau de la surface intermédiaire de pénéplanation. Sa présence dans l'ambiance des sols rouges est généralement le fait de conditions édaphiques particulières induites notamment par l'existence à faible profondeur d'un niveau cuirassé imperméable. Son extension revêt une grande importance dans la partie méridionale de la région que drainent les rivières Bima et Rubi.

Phase: Dn L-2 : la texture est argileuse dès les 40 premiers centimètres, corrélativement le pourcentage d'éléments fins des horizons A oscille entre 30 et 40 pour cent.

Série Dn-3 (NIL-F3).

Hygro-ferralsols ou hygro-ferrisols faiblement ferrisoliques argileux (50 à 60 % d'éléments fins) jaunes à horizon A₁ faible, sablonneux à sablonno-argileux (15 à 25 % d'éléments fins). Les revêtements argileux sont absents ou rares, l'horizon B a une structure polyédrique moyennement bien développée. Les pseudoconcrétions sont nombreuses dans l'horizon C faiblement ou non structuré.

La série chevauche les basses terrasses et son extension est variable au sein de l'unité paysagique.

Phase: Dn L-3 : texture argileuse avant 40 cm, corrélativement, la texture des horizons A peut atteindre 40-45 % d'éléments fins.

b. Les matériaux originels argilo-sablonneux (Dp).

Série Dp-3 (NAL-F3).

Hygro-ferralsols argilo-sablonneux (30 à 50 % d'éléments fins) jaunes localisés au voisinage des basses terrasses où ils occupent des surfaces souvent réduites. Le profil est du type A-B_{2c}-C à horizon B₂ de consistance, dépourvu de revêtements. Les horizons humifères ont une texture sablonneuse à sablonno-argileuse; d'une manière générale on ne note pas de saut textural dans le profil.

Série Dp-4I (NAL-F3V).

Hygro-ferralsols intergrades hydro-kaolisols argilo-sablonneux à horizon plinthe en profondeur. Ses caractéristiques texturales et sa localisation sont à rapprocher de celles de la série Dp-3.

Série Dp-43.2 (NAL-6).

Hygro-ferralsols argilo-sablonneux imparfaitement à modérément bien drainés.

Série Dp-43.3 (NAL-8).

Hydro-kaolisols argilo-sablonneux mal drainés.

Série SDp-3 (NA(E)L-F3).

Hygro-ferralsols (intergrades arénoferrals) légèrement lessivés argilo-sablonneux jaunes. Les horizons superficiels sont sablonneux grossiers (10-15 % d'éléments fins), massifs, très faiblement ou non structurés. Sous l'horizon A₁ s'est développé un horizon légèrement lessivé, décoloré, où abondent les grains de sable dépourvus de revêtements ; cet horizon s'apparente à la définition d'un horizon A_(2p) de la classification congolaise [28]. Il repose par une transition distincte, parfois irrégulière, sur un matériau nettement plus lourd, dont la structure moyennement à faiblement développée est instable.

Les profils sont du type A₁-A_(2p)-B-C à horizon B₂ de consistance. Le développement de ce type de profil peut vraisemblablement être considéré comme le résultat d'une évolution pédogénétique.

Ces sols forment souvent une frange étroite longeant les dépressions hydromorphes.

Phases: SDp-3 : l'épaisseur des horizons sablonneux est comprise entre 40 et 80 cm.

S2Dp-3 : l'épaisseur des horizons sablonneux est supérieure à 80 cm.

Série SDp-4I (NA(E)L-F3V).

Hygro-ferralsols (intergrades arénoferrals) légèrement lessivés argilo-sablonneux jaunes à horizon plinthite en profondeur.

Ses caractéristiques sont identiques à celles de la série SDp-3 sauf en ce qui concerne la base du profil où se différencie un horizon plinthite (matériau non humifère, fortement altéré, riche en oxydes de fer libre, de couleur hétérogène, bariolé, qui s'indure de manière irréversible lors d'un dessèchement).

2. Les matériaux originels influencés par les roches basiques.

Les matériaux originels argileux lourds (Dm).

Série Dm-O (BOL-(S)O).

Hygro-ferrisols (intergrades ferralsols) argileux lourds (plus de 70 % d'éléments fins) rouge foncé. Ils sont principalement localisés sur les flancs des unités paysagiques où abondent les pointements basiques (gabbros, dolérites, amphibolites). Le matériel meuble repose sur une nappe graveleuse dans laquelle on identifie parfois des débris rocheux basiques altérés, rubéfiés. Dans cette unité la nappe graveleuse affleure fréquemment.

Les horizons humifères sont généralement argileux, l'horizon B₂ structural est bien développé et de nombreux agrégats sont couverts d'une patine luisante, relativement épaisse mais discontinue; la transition vers les horizons C faiblement structurés, à revêtements argileux rares mais où l'on note des pseudoconcrétions, est assez brusque.

Phase: DmL-O : texture argileuse avant 40 cm.

Série Dm-I (BOL-(S)I).

Hygro-ferrisols intergrades ferralsols argileux lourds rouges. Genèse, localisation et caractéristiques identiques à celles de la série Dm-O mais son extension est plus importante.

Phase: DmL-1 : texture argileuse dès 40 cm.

Série Dm-2 (BOL-(S)2).

Hygro-ferralsols intergrades ferralsols argileux lourds ocre rouge d'extension très limitée.

Phase: DmL-2 : texture argileuse dès 40 cm.

3. Les matériaux graveleux latéritiques.

Ils désignent les matériaux originels où la nappe graveleuse apparaît avant 30 cm de profondeur. Dans les reliefs pénéplanés, latérisés, ils couvrent des surfaces très importantes. Ils coiffent d'un manteau quasi continu le sommet des plateaux qui forme la surface supérieure de pénéplanation et constituent les ressauts qui se dessinent sur les flancs des unités paysagiques. Le démantèlement (sous végétation forestière et climat tropical) des cuirasses ferrugineuses anciennes est responsable de la genèse de ces nappes graveleuses. De très nombreux lambeaux cuirassés subsistent, principalement au niveau des ressauts, mais leur trop faible extension ne permet pas leur cartographie à l'échelle utilisée. Il est vraisemblable que certaines de ces cuirasses sont liées à des phénomènes secondaires de recimentation.

Les profils qui s'y sont développés sont du type A-C ou A-D suivant que la différenciation atteint ou non la nappe graveleuse. On peut également les interpréter comme des profils A-B_u-C, l'horizon B_u graveleux étant considéré comme un horizon illuvial.

Lorsque la nappe graveleuse affleure, l'infiltration humifère peut atteindre une profondeur supérieure à 40 cm; elle est favorisée par l'hétérogénéité du matériau où l'élément graveleux atteint des pourcentages compris entre 50 et 70 % conférant ainsi à la masse une grande perméabilité et porosité. Ces mêmes facteurs rendent ces sols plus vulnérables à l'érosion et au lessivage. Aussi, est-il fréquent, d'isoler dans ces profils, que ce soit sous forêt ou sous culture, un horizon éluvial caractérisé par l'entraînement d'une fraction des éléments fins qui garnissaient les espaces intergravillonnaires et assuraient la cohésion de la masse. Sous cet horizon graveleux éluvial massif, dépourvu de consistance, sans structure, réduit à un amas de graviers sans cohésion, se différencie un horizon illuvial où l'on observe non seulement une augmentation de la teneur en éléments fins mais également de la compacité. Dans cette zone d'illuviation les graviers paraissent incruster dans ses loges que tapissent des films argileux, luisants, dont l'épaisseur et la continuité semblent être influencées par l'intensité du lessivage. La compacité de cet horizon, sans atteindre celle d'un pan, est parfois suffisante pour inhiber fortement le potentiel agricole de ces sols par son action sur le bilan hydrique et sur le développement racinaire. Ce faciès n'a pas pu être cartographié à l'échelle utilisée; sa présence ne répondait d'ailleurs à aucune loi de répartition topographique.

La puissance de la nappe graveleuse, morphologiquement homogène ou hétérogène, peut être supérieure à 4 m; l'hétérogénéité est due soit à la présence d'un niveau cuirassé, soit aux matériaux constitutifs. La transition vers le saprolithe fortement altéré est parfois graduelle.

Série Dg-I (GA-I).

Hygro-ferralsols argilo-graveleux latéritiques rouges. L'horizon A₁ faible est argilo-sablonneux (35 à 45 % d'éléments fins) dans les zones influencées par les formations granitiques (matériaux Dn) et argileux (50 % et plus d'éléments fins) là où l'action des roches basiques est prépondérante (matériaux Dm). La couleur des horizons superficiels est ocre rouge (échelle Munsell 5YR).

Les concrétions latéritiques arrondies ou à angles fortement émoussés, à films superficiels indurés auxquelles se mêlent des blocs latéritiques constituent plus de 80 % de la masse graveleuse.

Cette unité a une très grande extension : elle forme le dôme des unités paysagiques et le niveau d'aplanissement intermédiaire.

Phases: Dgm-1 : gravat présent entre 0 et 10 cm.

Dg-1 : gravat présent entre 10 et 30 cm.

Série Dg-2 (GA-2).

Hygro-ferralsols argilo-graveleux latéritiques ocre. Les horizons superficiels de couleur ocre jaune (échelle Munsell 7,5YR) ont une texture argilo-sablonneuse (30 à 40 % d'éléments fins). Ils sont principalement localisés au voisinage de la surface intermédiaire d'érosion.

Phases: Dgm-2 : Cf caractères Dgm-1.

Dg-2 : Cf caractères Dg-1.

Série Dg-3 (GA-3).

Hygro-ferralsols argilo-graveleux latéritiques jaunes. Les horizons superficiels de couleur jaune (échelle Munsell 10YR) sont sablonno-argileux (15 à 30 % d'éléments fins).

La nappe de gravat est plus hétérogène que dans les séries Dg-1 et Dg-2; la proportion de graviers de quartz y est plus élevée et la texture du matériel intersticiel plus légère (40-55 % d'éléments fins). Cette unité couvre les basses terrasses.

B. — Les matériaux originels en relation étroite avec la substratum rocheux.

1. Matériaux originels dérivés de roches basiques.

Matériaux originels argilo-limoneux (DM).

Série DM-1 (BO-(s)1).

Hygro-ferralsols intergrades sols récents tropicaux argilo-limoneux lourds rouges et ocre.

Le profil du type A-B_{2s}-C s'est développé dans un matériau originel ferrisolique à rapport limon fin/argile supérieur à 0,15; le pourcentage de limon fin excède souvent 10 %. Ces sols à pédogénèse active ont un très bon développement structural, de plus, des recouvrements argileux, épais, continus, luisants enrobent la majorité des agrégats.

Le matériel meuble repose soit sur une nappe de gravat hétérogène formée de concrétions latéritiques mêlées à des débris rocheux basiques, soit sur la roche peu ou pas altérée.

Leur extension est faible, ils forment une auréole autour des pointements basiques.

2. Matériaux originels dérivés de roches granitiques.

a. Matériaux originels argileux (DN).

Série DN2 (NI-(s)2).

Hygro-ferralsols intergrades sols récents tropicaux argileux ocre rouge.

Ces sols de très faible extension se sont développés dans des matériaux originels à rapport limon fin/argile supérieur ou voisin de 0,15, faiblement influencés par les formations latérisées. Outre leur teneur élevée en limon fin, ils sont caractérisés par un excellent développement structural : la majorité des agrégats sont couverts de revêtements épais, continus dont le développement est maximal dans les horizons B.

Ils couvrent le sommet des versants adossés aux collines où dominent les affleurements granitiques. Il n'est pas rare de noter dans ces mêmes situations topographiques des caténas où la succession habituelle des couleurs du sol est inversée c'est-à-dire que les sols les plus rouges y occupent le bas de versants, les sols jaunes ou ocre jaune tapissant le haut de ces derniers. Ce fait peut être mis en relation avec le degré d'altération des matériaux originels; les sols les plus rouges étant les plus altérés.

Série DN-3 (NI-(s)3).

Hygro-ferrisols intergrades sols tropicaux récents ocre jaune et jaunes. Localisation, caractéristiques identiques à la série DN-2.

b. Matériaux originel argilo-graveleux (Dq).

Série Dq-2.

Hygro-ferralsols argilo-graveleux granito-quartzitiques ocre.

Le matériau originel dans lequel on peut isoler de rares concrétions latéritiques possède les caractéristiques d'un matériau ferrisolique en ce qui concerne son rapport limon fin/argile qui oscille autour de 0,10. Reposant sur ce dernier par une transition abrupte, s'étale un manteau ferrisolique d'épaisseur variable, léger sablonneux à sablonno-argileux, à rapport limon/argile généralement élevé. L'argile graveleuse passe par une transition graduelle au saprolithe bariolé très fortement altéré.

Phases: Gr1-Dq2 : épaisseur du matériau ferrisolique inférieure à 60 cm.

Gr2-Dq2 : épaisseur du matériau ferrisolique supérieure à 60 cm.

Dans ces deux types, il est fréquent d'isoler, au contact de l'argile graveleuse, un horizon lessivé, graveleux granito-quartzitique, dépourvu de structure.

Série Dq-3.

Hygro-ferralsols argilo-graveleux granito-quartzitiques jaunes.

Caractéristiques identiques à la série Dq-2 mais son extension est plus importante.

Phases: Gr1-Dq3 : cfr Gr1-Dq2.

Gr2-Dq3 : cfr Gr2-Dq2.

3. Matériaux originels graveleux.

a. Matériaux originels dérivés des roches basiques.

Série DgM-1 (GAB-(s)1).

Hygro-ferrisols intergrades sols récents tropicaux argilo-limoneux graveleux rouges.

La nappe graveleuse hétérogène est formée de débris rocheux basiques à divers degrés d'altération et de concrétions latéritiques. Elle couvre le sommet et les flancs des pointements basiques. Le cailloutis est noyé dans un matériel ferrisolique argileux ou argilo-limoneux, à rapport limon fin/argile supérieur à 0,15. Il repose sur le saprolithe ou sur la roche peu altérée. Les revêtements argileux sont épais et nombreux dans tout le profil.

b. Matériaux originels dérivés des granits.

Série Dgr-3.

Elle groupe tous les matériaux originels caractérisés par la présence d'un substrat très graveleux granito-quartzitique à moins de 20 cm de profondeur. Le matériel fin est de texture légère, sablonneux à sablonno-argileux, à rapport limon fin/argile supérieur à 0,15. Ce matériau repose par une transition abrupte sur l'argile graveleuse.

C. — Matériaux originels alluvio-colluvionnaires à hydromorphie.

Complexe D-43.

Il groupe les formations alluvio-colluvionnaires, à engorgement temporaire de surface (hydro-kaolisols) qui colmatent les dépressions. Les sédiments sont de texture très variable et le lit des rivières est généralement encombré de débris rocheux, souvent à dominance de quartz.

D. — Les matériaux originels alluvionnaires.

1. Les alluvions anciennes.

Série Fa-13 [FO-S13].

Hygro-ferrisols alluvionnaires argileux (plus de 60 % d'éléments fins) jaunes.

Les profils sont du type A-B_{2s}-C à horizon B₂ structural; les revêtements argileux sont encore présents dans l'horizon C. Les horizons A₁ de savane (incinérés), parfois prononcés, sont argilo-sableux à argileux. Le pourcentage de limon fin peut atteindre 10 %. Localement ces matériaux reposent sur une nappe graveleuse que l'on peut assimiler à une ancienne terrasse fluviale. Cette remarque peut être appliquée à toutes les formations alluviales reposant sur une nappe de graviers.

Série Fa-41 (FO-S13V).

Hygro-ferrisols alluvionnaires argileux jaunes à horizon plinthite.

Ses caractéristiques sont identiques à celles de la série précédente hormis la présence d'un horizon plinthite que caractérisent des plages d'individualisation de fer diffuses, rares et non indurées; elles se multiplient rapidement en profondeur, simultanément leur degré d'induration augmente. Dans certains cas, ces taches confluent pour former un réseau à mailles ferrugineuses, compactes entre lesquelles subsiste un matériau réduit généralement friable.

Série Fb-13 (FAI-F13).

Hygro-ferralsols alluvionnaires argilo-sablonneux (35 à 50 % d'éléments fins) jaunes à horizon B_2 de consistance. Les horizons A_1 de savane, parfois prononcés, couvrent une gamme texturale assez large (20 à 40 % d'éléments fins). Le pourcentage de limon fin se révèle parfois supérieur à 10 % ce qui confère alors un caractère ferrisolique au matériau orginel.

Série Fb-41 (FAI-F13V).

Hygro-ferralsols alluvionnaires argilo-sablonneux à horizon plinthite.

Ses caractéristiques s'identifient à celles de la série Fb-13 sauf en ce qui concerne la présence de l'horizon plinthite.

Série Fc-13 (FU-F13).

Hygro-ferralsols alluvionnaires sablonneux à sablonno-argileux jaunes.

Profil A-C ou A-B-C à horizon A_1 de savane léger (12 à 15 % d'éléments fins). Dans ces profils le lessivage peut être très intense et entraîner la formation d'un horizon $A_{(2p)}$, massif où abondent plages décolorées et sables lavés.

Série Fc-41 (FU-F13V).

Hygro-ferralsols alluvionnaires sablonneux à sablonno-argileux jaunes à horizon plinthite.

Caractéristiques identiques à celles de la série Fc-13 sauf la différenciation en profondeur d'un horizon plinthite (cfr Fa-41).

Série Fd-13 (FOY-F13).

Hygro-ferralsols alluvionnaires argilo-sableux (40 à 60 % d'éléments fins) jaunes.

Série Fd-41 (FOY-F13V).

Hygro-ferralsols alluvionnaires argilo-sableux à horizon plinthite.

Complexe F-43.

Il groupe toutes les alluvions anciennes à drainage défectueux. Les profils sont du type A-B-C_g ou A-B_g-C_g à horizons rouillés ou A-G à horizons gleyfiés.

Dans les plaines marécageuses ces profils sont surmontés d'un horizon A₁ prononcé, « mucky », formé d'un mélange de matières minérales et organiques peu décomposées.

2. Les alluvions récentes.

Complexe Fe.

Il englobe les sols minéraux bruts de texture légère qui forment les berges de retrait et les sols récents argileux ou argilo-limoneux à hydromorphie qui colmatent les dépressions situées en contre-bas.

Géomorphologie	Lithologie	Symboles	Texture (% éléments fins)	SOLS RECENTS		KAO						LISO
				Sols minéraux bruts	Sols récents tropicaux	HYGRO-						FERRISOL
						Inter- grades Sols récents tropicaux	Orthotypes					
Matériaux originels						hydro- morphes		[0-10] rouge sombre	[1-11] rouge	[2-12] ocre	[3-13] jaune	[0-10] rouge sombre
polygénétiques en relation avec des surfaces latérisées	Roches basiques	Dm [BOL]	> 70	B				Dm-O [BOL-S0]				Dm-0 [BOL-(S)0]
	Granites	Dn [NIL] Dp [NAL] SDP [NA(E)]	50-70 30-50 30-50	N								Dn-0 [NIL-(S)0]
	graviers latériti- ques + roches basiques	Dg [GA] Dg-M [GAB]	graveleuse graveleuse	D			DgM-1 [GAB-(s)1]					
en relation directe avec le substratum rocheux	Roches basiques	DM [BO]	> 70				DM-1 [BO-(s)1]					
	Granites	DN [NI] Dq [NIE] Gr-Dq [GN]	50-70 graveleuse				DN-2 [NI-(s)2]				DN-3 [NI-S3]	
	graviers graniti- ques											
alluvionnaires	Alluvions	Fa [FO] Fb [FAI] Fd (FOY) Fc [FE] Fg [gF]	60-80 40-60 40-60 10-30 graveleuse								Fa-13 [FO-S13]	
	Alluvions actuelles	Fe				Fe						

* Symboles adoptés par le Groupe Carthographie des Sols de l'I.N.É.A.C.

FERRISOLS

[illegible]

CHAPITRE III

UTILISATION DES SOLS

§ 1. — CLASSES D'APTITUDE DES SOLS

Une enquête pédologique semi-détaillée réalisée sur une superficie aussi vaste (plus de 900 000 ha) ne pouvait être entreprise qu'en fonction d'objectifs précis. Dans ce cas particulier elle s'adressait à une région à potentiel agricole relativement élevé, faisant l'objet, depuis de nombreuses années (1947), d'une agriculture organisée. On y trouvait associés de nombreux facteurs favorables à l'introduction d'un système progressiste d'agriculture permettant de passer sans trop de heurts du stade actuel d'agriculture extensive à celle d'agriculture semi-intensive, elle-même étape vers une exploitation intensive.

Au nombre des facteurs invoqués on doit citer : la bonne aptitude agricole des sols liée à des conditions écologiques autorisant l'implantation d'un faisceau très large de cultures industrielles et l'existence de facteurs socio-économiques favorables.

Utilisation des sols.

Le coton constitue dans les Ueles la spéculation agricole sur laquelle doit être axé tout programme de planification qu'il soit extensif ou intensif. C'est pourquoi on définira principalement l'aptitude agricole des sols en fonction de leur réponse à cette culture.

Dans le cadre de cette classification de la valeur agricole de terres on envisagera les limitations qui peuvent les affecter et on précisera les aménagements susceptibles de guider leur mise en valeur vers un système semi-intensif ou intensif.

La définition de la fertilité d'un sol s'appuie sur l'interprétation de ses caractéristiques physiques, chimiques et morphologiques telles que la texture, la structure, le degré de saturation, la réserve en minéraux altérables, la nature des argiles et des oxydes associés, le développement morphologique.

Dans le cas présent, il appert que tous les autres facteurs de production étant semblables :

- la teneur en limon fin et/ou en minéraux altérables qui caractérise le degré d'altération du sol influence fortement sa fertilité. Les sols les moins altérés étant évidemment les plus fertiles;
- qu'il existe un gradient de fertilité décroissant des matériaux ferrisoliques vers les matériaux ferralsoliques et qu'au sein des matériaux ferrisoliques ce gradient s'aligne sur la densité et l'intensité des revêtements (argileux) qui recouvrent les faces des éléments structuraux;
- que la fertilité décroît avec l'abaissement du pH [15];

— que les oxydes associés (fer et alumine) influencent dans une large mesure la réponse aux engrais phosphatés tant par leur abondance que par leur forme (amorphe ou cristalline).

Pour DE PLAEN [10] le territoire de Bambesa appartient à la zone caractérisée par des rendements moyens supérieurs à 800 kg de coton-grains/ha en première année, à chute de production faible (+ 10 %) en seconde année. La chute de production s'accroît progressivement au cours du temps pour atteindre 40 % en quatrième année.

Le degré de conservation des sols que reflète assez fidèlement le couvert végétal tant par sa composition floristique que par son développement, joue, cela va sans dire, un rôle déterminant dans la productivité. Il est prouvé que dans les conditions locales de l'Uele, une jachère courte (6-8 ans) est insuffisante pour restaurer la fertilité initiale du sol forestier et ce fait est d'autant plus accusé que la sole étudiée a été soumise à un plus long cycle cultural [30].

L'expérimentation agronomique a permis de mettre en évidence les relations entre les caractères morphologiques du profil, son degré de conservation reflété par le développement du couvert végétal et la production du cotonnier.

Dans l'appréciation des classes d'aptitude on envisagera à la fois les cultures annuelles et pluriannuelles.

Par cultures annuelles, on désigne les cultures vivrières (arachides, maïs, courges, riz, etc.) et industrielles (cotonnier). Parmi les cultures pluriannuelles seuls le caféier et le palmier retiendront notre attention car les conditions climatiques sont marginales pour le cacaoyer qui de ce fait est peu cultivé.

Les plantations de caféiers sont nombreuses. Outre les grandes exploitations gérées principalement par des non africains, on a, depuis 1958, procédé à l'installation de parcelles individuelles dans le cadre du paysannat. Aucun déséquilibre minéral susceptible d'influencer la productivité n'a été décelé jusqu'ici dans les terroirs non dégradés, soumis à des pratiques culturales adéquates [14]. D'une manière générale, tous les sols à bon degré de conservation, sous réserve d'application de méthodes phytotechniques rationnelles, sont aptes à la culture du caféier; les productions annuelles des sols à (très) bonne aptitude agricole, en conditions climatiques normales et sans aménagement particulier oscillent autour de 1 t de café marchand/ha. Une réserve toutefois s'impose pour les sols graveleux latéritiques; si les sols graveleux non lessivés répondent favorablement à la caféiculture, il n'en va plus de même des sols graveleux lessivés à bilan hydrique particulièrement défavorisé.

Le palmier ne fait pas l'objet de plantation systématique mais les palmeraies subspontanées sont nombreuses et constituent une importante source de revenus pour le fermier.

Quelques noyaux réduits d'élevage sont disséminés dans la région.

A. — Aptitude des sols.

1. Excellente aptitude agricole. — Cultures annuelles et pluriannuelles.

DM(g)-1, DM(g)-2; DN(g)-2, DN(g)-3.

2. *Très bonne aptitude agricole.*

IIA : Sols profonds — Cultures pluriannuelles et annuelles.

Dm (L, g)-O, Dm (L, g)-1, Dn (L, g)-1, Dn (L, g)-2.

IIb : Sols graveleux — Cultures annuelles, cultures pluriannuelles : quelques réserves pour le caféier ; à déconseiller pour le palmier.

Dg(m)-1, Dg (m)-2.

3. *Bonne aptitude agricole :*

IIIA : Sols profonds — Cultures annuelles.

Cultures pluriannuelles : quelques réserves pour le caféier, pas de restriction pour le palmier.

Dn (L, g)-3, Dp-2, Dp-3.

IIIB : Sols graveleux — Cultures annuelles.

Cultures pluriannuelles : nettes réserves cfr classe II.

Dg (m)-3.

4. *Aptitude agricole moyenne à faible.*

IVA : Sols profonds — Cultures annuelles.

Cultures pérennes : à déconseiller pour le caféier.

SDp-2, SDp-3, D-41, SDn, F (anciennes).

IVb : Sols graveleux — Cultures annuelles.

Fg.

5. *Sans aptitude agricole.*

Va : sols hydromorphes (engorgement).

D-43, Dn-43, Dp-43.

Vb : Sols minéraux bruts, cuirasse latéritique, affleurements rocheux.

A titre orientatif et en se référant aux résultats obtenus par le Service des Essais locaux de l'Uele (S.E.L.U.), sur des sols forestiers non dégradés, on peut attribuer aux diverses classes d'aptitude les productivités moyennes suivantes exprimées en coton-graines/ha ⁽¹⁾.

I. Excellente aptitude agricole : rendement supérieur à 1 200 kg/ha;

II. Très bonne aptitude agricole : rendement supérieur à 1 000 kg/ha;

III et IV. Bonne aptitude agricole et aptitude agricole moyenne à faible rendement compris entre 1 000 et 600 kg/ha.

B. — Limitations.

Les classes d'aptitude telles que définies s'adressent à des sols à bon degré de conservation ; elles peuvent être affectées d'un certain nombre de limitations qui découlent principalement :

(1) Rendements pour des conditions climatiques favorables.

— du caractère graveleux des sols: il constitue une entrave à la mécanisation si cette dernière doit être appliquée à tous les travaux agricoles (préparation, enfouissement) et influence défavorablement le bilan hydrique du profil surtout si la texture du matériel intergravillonnaire est légère ou fait défaut (sols lessivés). De plus, la compacité de la nappe graveleuse peut être telle qu'elle constitue un obstacle mécanique ou physiologique pour le système racinaire.

— du degré d'hydromorphie: les sols à engorgement temporaire ou permanent de surface sont exclus de tout aménagement agricole.

— de la susceptibilité à l'érosion: cette dernière fonction de la pente, de la texture, etc., peut être aisément contrôlée par des méthodes phytotechniques adéquates.

— de la dégradation des horizons humifères.

C. — Aménagements.

Parmi les facteurs susceptibles d'améliorer la productivité, les apports d'engrais minéraux et organiques sont les seuls qui ont été étudiés. La mécanisation de la culture cotonnière dans l'Uele forestier n'a pas encore reçu un début d'exécution ni d'étude. On verra plus loin dans quelles conditions on pourrait envisager son application.

Quoique, dans ces régions la saison sèche soit de courte durée (60-70 jours), la pratique de l'irrigation (aspersion, canaux) dans les plantations de caféier s'avère économiquement rentable, plus particulièrement pour les parcelles établies sur sols graveleux où les effets d'une saison sèche quelque peu prononcée se traduisent par d'importantes chutes de production.

1. Amendements organiques.

Des essais permanents menés depuis neuf ans à la Station de l'I.N.É.A.C. à Bambesa sur des ferralsols argilo-graveleux rouges (Dg-1) ont prouvé qu'il était théoriquement possible de maintenir la productivité d'un sol par apport massif de matières organiques (100 t/ha de *Pennisetum purpureum*) et que la combinaison paillage/engrais minéraux lui était toujours significativement supérieure.

Quoique édifiantes quant aux possibilités de maintenir ou restaurer la productivité d'un sol, ces méthodes, du point de vue rentabilité économique, ne sont pas pratiquement transposables dans le cadre d'une agriculture semi-intensive appliquée à grande échelle.

2. Amendements minéraux.

Les conclusions rapportées ci-dessous sont empruntées aux Rapports annuels et synthétiques de la Station de Recherches Agronomiques de l'I.N.É.A.C. à Bambesa [30]. Elles considèrent uniquement la réponse du cotonnier aux fumures minérales.

a. Fumure phosphatée.

LAUDELOUT [22] interprète la réaction de la majorité des sols fortement altérés (ferralsols et ferrisols) aux amendements phosphatés comme suit :

— l'altération pédogénétique en milieu tropical entraîne la destruction du réseau cristallin des aluminosilicates jusqu'au stade kaolinite et au-delà, conduisant à la formation d'oxydes de fer et d'aluminium à cristallinité variable présentant invariablement un pouvoir de fixation élevé pour le phosphore.

— en outre, la désaturation des colloïdes minéraux du sol conduit à la formation d'argiles saturées en hydrogène; celles-ci se transforment rapidement en argiles saturées en aluminium qui, à leur tour, fixent énergiquement les phosphates ajoutés ou présents dans les solutions du sol.

— cette déficience généralisée en phosphore, s'ajoutant à la toxicité de l'aluminium libre saturant les argiles et qui est spécifiquement neutralisée par le phosphore, conduit à une nécessité quasi généralisée d'une fumure phosphatée pour la grande majorité des sols africains.

— d'autre part, il a été démontré que l'assimilabilité des phosphates de fer et d'aluminium par les plantes était pratiquement équivalente à celle du superphosphate, pourvu bien entendu qu'il s'agisse de phosphate fraîchement précipité. Ce n'est que la progression très lente de la cristallisation de ces phosphates qui réduit leur assimilabilité, qui devient finalement nulle.

(1) Réponse des principales unités pédologiques aux engrais phosphatés [30]. (La culture de référence est le cotonnier.)

(a) *Cultures après vieilles jachères forestières ou jachères à Pennisetum.*

— Après défrichement forestier, l'application de 100 kg de supertriple/ha (48 % de P_2O_5) entraîne pour les séries Dn(g)-O, Dn(g)-I, Dn(g)-2, Dm(g)-O, Dm(g)-1, Dm(g)-2, Dg-1, Dg-2, une augmentation de rendement de 25-30 %; d'autre part, l'arrière-effet sur la culture vivrière suivante s'élève également entre 25 et 30 %. Ajoutons que la fumure phosphatée donnée à la première culture de cotonnier provoque encore sur la deuxième culture cotonnière une augmentation voisine de 20 pour cent.

— Dans les sols jaunes Dn(g)-3, Dp-3 les réactions sont très variables et souvent faibles.

— Les sols jaunes argilo-sablonneux à gravillons granito-quartzitiques Dq-3 montrent, par contre, une réaction très nette (25-30 %) aux engrais phosphatés.

— Dans tous les types de sols rouges ou ocre rouge, une deuxième application de phosphore sur la seconde culture cotonnière provoque par rapport au témoin non fumé une augmentation de rendement plus élevée qu'au cours de la première année. Il faut noter qu'après défrichement de vieilles jachères le rendement est souvent supérieur en seconde année.

— Si dans un cycle cultural de trois ans, les deux premières cultures cotonnières ont reçu une fumure phosphatée de 100 kg/ha de superphosphate triple, l'arrière-effet de ces fumures sur des plantes vivrières et le cotonnier de troisième année est proportionnellement plus élevé que celui que l'on observe en seconde année après une seule fumure. Il peut atteindre 50 % tant sur arachides que sur cotonnier mais à ce moment la chute de rendement du témoin voisine 10-20 pour cent.

(b) *Cultures sur sols dégradés.*

La dégradation est induite par un cycle cultural trop long ou par une période de jachères trop courte.

— Sur les séries Dm(g)-0, Dm(g)-1, Dn(g)-1, Dn(g)-2, Dn(g)-0; l'application de 100 kg/ha de superphosphate triple entraîne une augmentation supérieure à 100 %; le rendement du témoin est de l'ordre 600 kg/ha.

— Lorsque la même fumure est répétée en seconde année on note une augmentation semblable mais par rapport à un témoin qui accuse une chute très sensible de rendement (rendement 300-450 kg/ha).

— Dans les sols jaunes la fumure phosphatée influence le rendement dès la première année.

b. Fumure azotée.

L'influence de la fumure azotée ne semble pas être affectée par la forme (ammoniacale ou nitrique) sous laquelle elle est appliquée.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue l'action acidifiante des engrais ammoniacaux qui peut être préjudiciable pour les sols faiblement saturés.

(a) Cultures après vieilles jachères forestières ou jachères à Pennisetum.

Pour les sols argileux rouges et ocre l'action bénéfique de l'azote (15-25 %) ne se manifeste qu'en troisième année alors que pour les sols jaunes cet effet peut apparaître en première année.

(b) Cultures après courtes jachères (sols dégradés).

L'action de l'engrais azoté se manifeste dès la première année.

c. Fumure potassique.

Aucune action statistiquement valable n'a pu être mise en évidence.

Quelle est la meilleure utilisation des sols?

A la question «quelles spéculations agricoles doit-on attribuer aux divers types de sol » ?, DE COENE, se basant sur les nombreuses observations et essais réalisés à la Station de Bambesa conclut [6] : « Les sols les mieux adaptés à la culture intensive, de par leurs caractéristiques pédologiques et leur situation topographique (pente nulle à faible) sont ceux des séries : DM-1, DN-1, DN-2, Dm(g)-1, Dm(g)-2, Dn(g)-1, Dn(g)-2. Les sols graveleux latéritiques ocre et rouges peuvent aussi convenir, pour autant que le manteau superficiel argileux ou argilo-sableux soit suffisamment épais (plus de 20 cm) et que la pente soit faible. Ils pourraient cependant présenter des limitations en cas de mécanisation de certaines opérations culturales.

Les sols graveleux minces ocre et rouges, conviennent, s'ils sont bien conservés, pour la culture du caféier en l'absence toutefois d'horizons « cuirassés » à faible profondeur. Le caféier s'accommode aussi des sols précédents.

Les sols jaunes profonds Dn(g)-3 répondent parfaitement à la culture de palmier à huile. Il n'est pas à priori exclu d'y intensifier les cultures annuelles mais ils réagissent moins bien aux engrais. Les observations sont encore insuffisantes pour se faire une idée précise de leur valeur et ils sont d'ailleurs peu représentés dans la région Babua sauf dans la zone sud.

Les sols hydromorphes des fonds de vallées n'ont aucune valeur agricole.

§ 2. — LES BASES THÉORIQUES DE L'INTENSIFICATION DE L'AGRICULTURE EN PAYSANNAT BABUA ET LEUR APPLICATION PRATIQUE [6]

Jusqu'en 1957, les fermiers Babua poursuivaient l'exploitation du sol suivant des méthodes extensives basées sur une rotation de courte durée suivie d'une longue jachère forestière. Dans des couloirs orientés Est-Ouest la rotation suivante est appliquée :

Première année — Saison A: maïs, courges, arachides (45 ares), riz (5 ares)

— Saison B: cotonnier (45 ares), riz (5 ares).

Deuxième année — Saison A: arachides (50 ares)

— Saison B: cotonnier (50 ares) + bananeraies dans les cotonniers.

Troisième à sixième année — bananiers dans jachères.

Sixième à dix-septième année — jachères forestières.

La durée de repos sous jachère forestière est de quinze années, elle est jugée à peine suffisante pour restaurer la fertilité initiale des sols.

Dès 1957, un premier pas vers l'intensification de l'exploitation fut entrepris par application sur la culture cotonnière d'une fumure phosphatée. Cette orientation vers une agriculture progressiste trouvait ses fondements dans les résultats agronomiques encourageants obtenus, sur des sols représentatifs de l'ensemble du paysannat Babua, à la Station de Recherches agronomiques de Bambesa et par le Service des Essais locaux de l'Uele (S.E.L.U.).

Ces essais, confirmés dans le temps, ont montré :

— que l'épandage, à la levée des cotonniers, de 100 kg/ha de superphosphate triple augmente le rendement de 30 à 45 %, si l'on s'adresse à des sols bien conservés (potentiel de production allant de 900 à 1 200 kg/ha en fonction des conditions climatiques) et même de 100 % si l'application est faite sur des sols surexploités. Indépendamment de son effet principal, cette fumure provoque un arrière-effet certain sur les cultures d'arachides et de cotonnier de l'année suivante (augmentation respective des récoltes de 25 et 20 %).

— que l'application d'une nouvelle dose de 100 kg/ha de superphosphate triple sur cotonnier en deuxième année, provoque une augmentation de productivité de 30 % sur bons sols, de 70 % sur sols dégradés, par rapport à la non application de cette deuxième dose, et l'arrière-effet tant sur arachides que sur cotonniers s'élève en troisième année à 50 pour cent.

Ces enseignements, dont la rentabilité avait été mise en lumière, ont permis aux expérimentateurs d'aborder sur des bases solides les étapes susceptibles de conduire l'agriculture vers un système d'exploitation plus intensif.

Dans cette optique on a proposé de transposer ces conclusions dans le domaine pratique et de les vulgariser suivant le protocole ci-dessous :

- 1° Soit l'application de 100 kg/ha de superphosphate triple sur la première culture cotonnière et exploitation de l'arrière-effet en deuxième année.
- 2° Soit l'application de 100 kg/ha de superphosphate triple sur chacune des deux premières cultures de cotonnier et l'exploitation de l'arrière-effet en troisième année, allongeant ainsi

le cycle de culture sarclée de un an et évitant le défrichement annuel, tout en maintenant les mêmes superficies emblavées.

Ces tests ont débuté en 1957 dans des centres de démonstration qui s'adressaient à un nombre restreint de planteurs. En 1958 et 1959, ces noyaux furent multipliés en nombre et en surface. L'opération fut positive dans l'ensemble.

Durant cette période l'expérimentation se poursuivait à la Station de Bambesa, afin de rechercher les modalités autorisant une intensification plus poussée. Les objectifs visés étaient les suivants :

1. Suppression de la jachère forestière
2. Allongement de la rotation des cultures annuelles
3. Choix des sols en fonction des spéculations agricoles
4. Possibilité de mécanisation lors du second cycle cultural
5. Introduction éventuelle de l'élevage.

1. Suppression de la jachère forestière.

L'exécution des travaux de préparation de la sole forestière (abattage, dessouchement, débardage) accapare une partie très importante de l'activité du fermier, limitant ainsi les possibilités d'extention. Une aide mécanique dans ce domaine est par trop onéreuse que pour être rentable à brève échéance. Cependant si l'on envisage une mécanisation ultérieure des opérations, il est indispensable que les soles soient complètement débardées et désouchées. Ceci ne peut s'effectuer en une seule année et doit s'échelonner sur plusieurs saisons culturales ce qui entraîne une prolongation du cycle des cultures sarclées. Durant cette période, le fermier, qui ne sera pas astreint au défrichement annuel, pourra se consacrer à parfaire le débardage et le désouchement du terrain. Cinq à six ans paraissent suffir pour éliminer la totalité des branches, troncs et souches des arbres.

2. Allongement du cycle des cultures sarclées.

Si l'allongement du cycle cultural conditionne pour une large part la suppression de la jachère forestière il est toutefois subordonné au maintien d'un niveau de productivité assurant la rentabilité du fonds. Pour atteindre cet objectif on s'est appuyé sur les améliorations foncières que constituent les engrais minéraux et les cultures améliorantes de légumineuses.

Un essai établi sur des ferralsols graveleux latéritiques argileux rouges (série GA-1) a montré qu'il est possible de prolonger la rotation pendant six ans, en maintenant un taux de fertilité élevé, moyennant l'application annuelle sur la culture cotonnière, d'une fumure phosphatée et azotée, à la dose de 100 kg/ha de superphosphate triple plus 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque. Les données ci-après illustrent ces conclusions [30].

Année	Rendements (kg/ha)		Caractéristiques climatiques
	Maïs	Coton-graines	
1954		1 626	
1955	3 910	1 791	favorable
1956	4 035	720	très défavorable
1957	3 876	1 684	favorable
1958	2 046	1 102	défavorable
1959	2 722	1 236	

D'autres essais ont, en outre, permis de préciser que :

- pendant les deux premières années de culture, seule la fumure phosphatée agit positivement tant par son effet direct sur le cotonnier qu'en arrière-effet sur les plantes vivrières. La dose de 48 kg/ha de P_2O_5 est nécessaire mais il est inutile de la dépasser même aux cours des années suivantes.
- la fumure azotée ne commence à produire un effet positif qu'à partir de la troisième année.
- au cours des trois premières années d'exploitation, l'application d'une fumure minérale sur les plantes vivrières n'entraîne aucune augmentation notable des rendements; l'arrière-effet de l'engrais appliqué au cotonnier étant suffisant.
- pendant les quatre premières années, une culture dérobée de légumineuse de sidération ne provoque aucune amélioration de la productivité des plantes vivrières et du cotonnier.

3. Possibilités de mécanisation lors du second cycle culturel.

La mécanisation ne pourra être entrevue fonctionnellement et économiquement qu'au cours du second cycle cultural. Elle intéressera notamment les travaux de labours nécessaires à l'enfouissement des cultures dérobées, les travaux de sarclage et le transport.

4. Introduction éventuelle de l'élevage.

Les sols en repos sous graminées ou légumineuses pourront servir de pâturages temporaires à condition toutefois d'éviter la surcharge et en ne perdant pas de vue que l'objectif poursuivi par les cultures de sidération est de reconstituer un capital humifère au sol.

§ 3. — RÉPONSE DES SOLS AUX ENGRAIS PHOSPHATÉS

Sans préjuger des effets qui pourraient avoir le CaO et le SO_2 apporté par le superphosphate triple, ce sont donc principalement les réponses des sols à cet engrais phosphaté qui ont permis l'élaboration du programme d'intensification de l'agriculture.

Quels sont les mécanismes qui induisent les interactions sols-engrais phosphatés?

GASTUCHE, FRIPIAT et SOKOLSKY [17], qui ont étudié le problème de la fixation du phosphore par les hydroxydes de fer et d'aluminium amorphes et cristallisés, font précéder leurs études d'une revue bibliographique à laquelle nous faisons de très larges emprunts.

« La rétrogradation du phosphore qui désigne l'ensemble des phénomènes qui conduisent à une diminution de l'assimilabilité de ce dernier par la plante se produit en deux étapes : l'une très rapide de l'ordre de l'heure; l'autre très lente de l'ordre de la semaine, du mois, de l'année».

Plusieurs facteurs sont tenus pour responsable de ce phénomène :

— dans les sols riches en chaux, formation de phosphate tricalcique peu assimilable (ELLIS et TRUOG)

— influence de la matière organique; cette dernière peut complexer le fer et l'aluminium soustrayant ainsi le phosphore à leur action insolubilisatrice; d'autre part, de nombreux dérivés organiques peuvent se combiner au phosphore et le rendre plus ou moins assimilable;

— dans les sols acides tropicaux la rétrogradation est causée, tantôt par les minéraux argileux, tantôt par leurs revêtements d'oxydes ferriques et/ou aluminiques.

DE PLAEN [10] rapporte que, dans les Ueles, la réaction au phosphore est d'autant plus marquée que les sols sont plus argileux et plus riches en oxydes de fer. Ultérieurement ROEBBEN [27] a prouvé que ces sols contiennent également des gels et des hydroxydes d'aluminium.

LAUDELOUT et FRIPIAT [22] comparent en vase de végétation la fixation du phosphore par des sols provenant de Yangambi (kaolinite, fer) et de Bambesa (kaolinite, fer, gibbsite et gel d'alumine) et constatent qu'en présence de quantités croissantes de phosphore, le rendement en matière végétale (riz) passe par un maximum pour les sols de Yangambi tandis que des quantités considérables peuvent être ajoutées aux sols de Bambesa sans que l'on remarque de saturation. ROEBBEN [27] démontrera par la suite que ces sols sont particulièrement riches en une forme de fer et d'aluminium « peu résistante » à une extraction par un réactif acide HCl N. Le rendement agricole en première année est d'autant plus favorable que le sol contient une quantité importante de fer et d'aluminium peu résistant mais il est suivi d'une chute d'autant plus prononcée les années suivantes.

LAUDELOUT et MARTIN [23] rapportent que les phosphates fraîchement précipités contiennent une forme de phosphore dont l'assimilabilité est comparable initialement à celle des superphosphates mais qui décroît progressivement en cours de vieillissement. Pour certains, la rétrogradation s'opère par échange entre les ions phosphates et les groupes hydroxyles de surface des argiles, cette étape correspondrait à la phase rapide, l'évolution lente proviendrait d'hydroxyles réticulaires [17]. Pour d'autres, il s'agirait de substitution isomorphique $\text{PO}_4^{3-}/\text{SiO}_4^{4-}$.

Il semble toutefois que la couche aluminique joue un rôle déterminant. DE PLAEN [10] observe que les rendements en coton-graines diminuent avec le pH du sol, KUCZAROW [20] met cette propriété en relation avec la teneur en aluminium échangeable. MARTIN et LAUDELOUT [23] remarquent qu'il existe une relation très nette entre le degré d'alumination d'une montmorillonite acide, le pH et la fixation de phosphate.

Pour LOW et BLACK [31] la fixation de phosphate par la kaolinite se fait par l'intermédiaire de la couche aluminique, la silice réticulaire passant en solution (phosphatolyse).

GASTUCHE, FRIPIAT et SOKOLSKY [17] ont étudié le mode de rétention des phosphates en milieu acide (pH 4,6) par des échantillons ferriques, aluminiques, alumino-siliciques différant entre eux par leur degré de cristallisation. Leurs conclusions sont les suivantes :

« En présence d'une solution M/100, les substances cristallines ne fixent pratiquement pas de phosphore alors que les gels l'absorbent en quantités considérables; de plus, les gels d'aluminium en absorbent approximativement deux fois plus que les gels de fer. Le gel d'aluminium frais et le gel pré-gibbsitique subissent en outre un changement macroscopique de structure.

En solution KH_2PO_4 M, les éléments cristallins manifestent une capacité de fixation appréciable, bien que restant largement inférieure à celle des éléments amorphes. La différence de comportement entre les gels de fer et d'alumine s'accroît encore. Le gel pré-gibbsitique phosphaté précipite en un produit blanchâtre ».

La caractérisation relative des possibilités de déplacement s'est appuyée sur la méthode TRUOG. Elle montre qu'en solution M/100 les gels ferriques fixent et restituent moins de phosphore que les produits aluminiques, le phosphore fixé par ces derniers étant lui-même peu mobilisable. En solution M, les gels d'aluminium et même la gibbsite en absorbent des quantités nettement plus élevées mais l'élément est aisément mobilisable. Par contre, les gels ferriques en absorbent moins qu'en M/100 mais la fraction déplaçable est plus élevée.

Les auteurs tirent de ces faits la conclusion agronomique suivante : « lorsque dans un sol riche en gels aluminiques et ferriques, on distribue l'engrais phosphaté de façon à ce que se réalise localement une concentration élevée en ion phosphate, la rétrogradation est le fait principalement des composés aluminiques. Lorsque la concentration locale en phosphore est plus faible, la rétrogradation est plus poussée et elle résulte de l'action conjointe des gels ferriques et aluminiques à partir d'une solution de KH_2PO_4 .

La fixation du phosphore s'effectue sous la forme de PO_4^{3-} en solution M/100 tandis qu'en solution molaire M les composés aluminiques retiennent l'élément sous la forme de H_2PO_4^- , plus solubles. Dans ces dernières conditions les composés ferriques cristallisent sous forme de goëthite et le taux de fixation est faible ».

Cette longue digression n'est pas inutile car elle éclaire d'un jour nouveau les résultats de l'expérimentation agronomique.

Elle justifie notamment la supériorité du mode d'épandage des engrais phosphatés en poquets vis-à-vis des autres méthodes, effet lié aux hautes concentrations locales réalisées au voisinage immédiat du plant.

Elle rend compte des réactions positives, hautement significatives notées principalement dans les sols rouges et ocre à teneur élevée en sesquioxydes amorphes ou cristallisés ainsi que des arrière-effets des amendements phosphatés.

La réponse des sols jaunes, pauvres en sesquioxydes, est très variable et ses causes encore controversées (teneur en sesquioxides, richesse latente en P assimilable, etc.).

Le premier effet de la dépression est la diminution de la production de l'industrie et de l'agriculture.

Le second effet est la diminution de la consommation des produits de l'industrie et de l'agriculture.

Le troisième effet est la diminution de la production de l'industrie et de l'agriculture.

Le quatrième effet est la diminution de la consommation des produits de l'industrie et de l'agriculture.

Le cinquième effet est la diminution de la production de l'industrie et de l'agriculture.

Le sixième effet est la diminution de la consommation des produits de l'industrie et de l'agriculture.

Le septième effet est la diminution de la production de l'industrie et de l'agriculture.

Le huitième effet est la diminution de la consommation des produits de l'industrie et de l'agriculture.

Le neuvième effet est la diminution de la production de l'industrie et de l'agriculture.

Le dixième effet est la diminution de la consommation des produits de l'industrie et de l'agriculture.

Le onzième effet est la diminution de la production de l'industrie et de l'agriculture.

Le douzième effet est la diminution de la consommation des produits de l'industrie et de l'agriculture.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] AUBERT, G., La classification des sols : la classification pédologique française, *Cahiers O.R.S.T.O.M., Pédologie*, 3, p. 1-7 (1963).
- [2] BASTISSE, E.M., Étude de quelques éléments minéraux fixés dans les sols sous forme organique, Publications I.N.R.A., VIII, 4, p. 585-600 (1957).
- [3] BULTOT, F., Carte des régions climatiques du Congo belge établie d'après les critères de KÖPPEN (Comm. n° 2 du Bureau Climat.), Publ. I.N.É.A.C., Coll. in -4° (1950).
- [4] BULTOT, F., Saisons et périodes sèches et pluvieuses au Congo belge et au Ruanda-Urundi (Comm. n° 9 du Bureau Climat.), Publ. I.N.É.A.C., Coll. in -4° (1954).
- [5] CAHEN, L., Géologie du Congo belge, Ed. Vaillant-Carmanne, Liège (1954).
- [6] DE COENE, R., Les bases théoriques de l'intensification de l'agriculture en Paysannat Babua et leur application pratique, I.N.É.A.C. (inédit) (1959).
- [7] de HEINZELIN, J., Sols, paléosols et désertifications anciennes dans le Secteur nord-oriental du bassin du Congo, Publ. I.N.É.A.C., Coll. in-4° (1952).
- [8] D'HOORE, J., Influence de la mise en culture sur l'évolution des sols de la zone de forêt dense de basse et moyenne altitude, Colloque C.C.T.A./U.N.E.S.C.O. sur les relations entre la végétation et les sols. Adiopo-doumé. Côte d'Ivoire - 1959. Publication U.N.E.S.C.O., Paris (1960).
- [9] D'HOORE, J., L'accumulation des sesquioxides libres dans les sols tropicaux, Publ. I.N.É.A.C., Série scient. n° 62 (1952).
- [10] DE PLAEN, G., Délimitation des diverses régions cotonnières de la zone Nord, *Bull. Inf. I.N.É.A.C.*, VI, 5, p. 285-300 (1957).
- [11] FORESTIER, J., Fertilité des sols des caféières en République centrafricaine, *Agronomie trop.*, XIV, 3, p. 306-48 (1959).
- [12] FRANKART, R., Notice explicative de la carte des sols. Publ. I.N.É.A.C., Carte Sols et Végétation Congo, Rwanda, Burundi, Livraison 14 : Uele (1960).
- [13] FRANKART, R., Contribution à la connaissance des sols des Uele, Laboratoire des Colloïdes des sols tropicaux, Univ. de Louvain (inédit) (1959).
- [14] FRANKART, R. et CROEGAERT, J., Contribution à l'étude de la nutrition minérale du caféier Robusta en Uele, Publ. I.N.É.A.C., Série scient. n° 80 (1959).
- [15] FRANKART, R., GASTUCHE, M.C. et FRIPIAT, J.J., Étude des argiles de l'Uele, Publ. I.N.É.A.C., Série scient. n° 86 (1960).
- [16] FRIPIAT, J.J., GASTUCHE, M.C., COUVREUR, J. et FOCAN, A., Les argiles des sols de l'Uele, V^e Congrès Int. Sci. Sol, Léopoldville, Actes et Comptes Rendus, IV, P. 237-47 (1954).
- [17] GASTUCHE, M.C., FRIPIAT, J.J. et SOKOLSKY, S., Fixation du phosphore par des hydroxydes de fer et d'aluminium amorphes et cristallisés, *Pédologie*, XIII, p. 155-80 (1963).
- [18] GERARD, P., Étude écologique de la forêt dense à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la région de l'Uele, Publ. I.N.É.A.C., Série scient. n° 87 (1960).
- [19] GREENLAND, D.J. et KOWAL, J.M., Nutrient content of the moist tropical forest of Ghana, *Plant and Soils*, XII, 2, p. 154-74 (1960).
- [20] KUCZAROW, W., in Rapports annuels de la Section pédologique de la Station I.N.É.A.C. de Mulungu (1950-1959).

- [21] LAPORTE, J., Reconnaissance pédologique le long de la voie ferrée Comilog, République du Congo, O.R.S.T.O.M. I.R.S.C. Brazzaville (rapport stencillé) (1962).
- [22] LAUDELOUT, H. et FRIPIAT, J., A comparative study with P_{32} of various methods for determining available phosphorus in Belgian Congo Soils, C.R. II^e Conf. Interafr. Sols, Léopoldville, II, p. 1487-91 (1954).
- [23] LAUDELOUT, H. et DEVRED, R., Contribution à l'étude des problèmes de reboisement et de la conservation des sols. Étude de la régénération naturelle et artificielle de la végétation et ses effets sur la conservation des sols. Expériences de Yangambi, I.N.É.A.C. (1961).
- [24] LAUDELOUT, H. et MEYER, J., Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise, V^e Congrès Int. Sci. Sol, Léopoldville, Actes et Comptes Rendus, II, p. 267-72 (1954).
- [25] LAUDELOUT, H., Étude sur l'apport d'éléments minéraux résultant de l'incinération de la jachère forestière, II^e Conf. Interafr. Sols, Léopoldville, I, p. 383-8 (1954).
- [26] MARTIN, H. et LAUDELOUT, H., La fixation des phosphates par les suspensions d'argile acide, *Agricultura*, Louvain, IX, 2, p. 317-31 (1961).
- [27] ROEBBEN, H., Invloed van enkele indirecte bodemkundige factoren op de produktiviteit der katoenplantages in de Oost-Provincie der Republik Kongo, Thèse de Doctorat (1962) (inédit).
- [28] SYS, C. et coll., La cartographie des sols au Congo, Ses principes et ses méthodes, Publ. I.N.É.A.C., Série techn. n° 66 (1960).
- [29] XXX, Soil classification. A comprehensive system, 7th Approximation, Soil Survey Staff, Soil Conserv. Serv., U.S. Dept Agric. (1960).
- [30] XXX, Rapports synthétiques et rapports annuels de la Station de Recherches agronomiques de l'I.N.É.A.C. à Bambesa (inédit, rapports stencillés).
- [31] LOW, P.F. et BLACK, C.A., *Soil Sci.*, LXX, p. 273-00 (1950).
- [32] Commission de Coopération technique en Afrique (C.C.T.A.) Projet conjoint n° 11. La carte des sols d'Afrique au 1/5.000.000. Mémoire explicatif par D'HOORE, J.L. (1964).
- [33] ERHART, H., La genèse des sols en tant que phénomène géologique, MASSON et C^{ie}, Paris (1956).

ANNEXE

DESCRIPTION ET ANALYSE
DES PRINCIPALES SÉRIES DE SOLS

Analyses

du

Laboratoire central de Pédologie à Yangambi

SERIE Dn-1, PHASE Dn-1 (NIL - (S) 1)

(Série Dn-1, phase Dn-1, NIL - (S) 1)

Description

TABLE DES MATIERES

	Pages
Série Dn-1, phase Dn L-1 (NIL - (S) 1)	71
Série Dn-2, phase Dn L-2 (NIL - (F) 2)	73
Série Dn-3 (NIL - F3)	75
Série S2Dp - 41 (NA (E) L - F3V)	77
Série Dm - O (BOL - (S) O)	79
Série Dg - 1 (GA - F1)	81
Série Dg - 2 (GA - F2)	82
Série Fa - 41 (Fô - S 13V)	83
Série Fb - 13 (FAI - F13)	84
Série Fd - 41 (FOY - F13V)	85
Complexe Fe	86
Série Dq - 1	87

Note sur les unités utilisées dans les tableaux d'analyse

Granulométrie : en % de la partie minérale du sol séché à l'air, en microns.

Carbone et azote : en % du sol séché à l'air.

Bases échangeables : en m.équ. pour 100 g de sol; extraction à l'acide chlorhydrique N/20,

Capacité d'échange des bases : en m.équ. pour 100 g de sol.

Phosphore : en millionième de l'élément (TRUOG).

Fer libre : en % de Fe_2O_3 sur argile.

SERIE Dn-1, PHASE DnL-1 (NIL-(S)1)

(Situation : Bambesa, jachère forestière)

Description.	
Hygro-ferrisol intergrade ferralsol forestier, argileux, rouge, dérivé des granits.	
A ₀	1 cm - massif, pulvérulent, sec, grains simples; racelles nombreuses; brun-rouge (5 YR 4/3).
A ₁₁	8 cm - argilo-sableux; légèrement ferme en place, frais; structure grumeleuse fine à moyenne, moyennement développée, assez stable; activité biologique intense; racelles nombreuses; transition distincte et ondulante; brun-rouge (5 YR 4/3-4/4).
A ₃	18 cm - argilo-sableux; légèrement ferme en place, frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement développée, stable; revêtements peu épais, discontinus au niveau des grandes unités structurales, enduits épais dans conduits fauniques; activité biologique intense; racelles nombreuses; transition distincte et régulière; ocre rouge (5 YR 4/6).
B ₁	32 cm - argile; ferme en place, frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement développée, assez stable; revêtements peu épais, discontinus; activité biologique intense; racines et racelles plus nombreuses qu'en A ₃ ; transition graduelle et régulière; rouge foncé (2,5 YR 3/6).
B _{2s}	55 cm - argile; ferme en place, frais; structure polyédrique moyenne à grossière, moyennement bien développée, stable; revêtements peu épais, discontinus, nombreux; racelles assez nombreuses; transition graduelle et régulière; rouge foncé (2,5 YR 3/6).
B ₃	73 cm - argile; moins ferme en place que B _{2s} , frais; structure polyédrique moyenne à grossière, moyennement à faiblement développée, assez stable; revêtements assez nombreux; quelques nodules indurés; activité biologique faible; racelles peu nombreuses; rouge (2,5 YR 4/6).
C ₁	93 cm - argile; peu ferme à friable en place, frais; racelles rares; structure polyédrique subanguleuse, faiblement développée, peu stable; revêtements rares, transition diffuse et régulière; rouge (2,5 YR 4/6-3/6).
C ₂	250 cm - argile; friable en place, frais; structure polyédrique subanguleuse, faiblement développée, instable; revêtements très rares; racelles assez nombreuses; transition distincte et régulière; rouge (2,5 YR 4/6).
D ₁	390 cm - horizon graveleux latéritique, ferme en place mais devenant meuble en profondeur (310 cm), langues verticales friables colonisées par le système racinaire, matériel interstitiel argileux rouge, quelques coatings alvéolaires. Concrétions bien calibrées (0,5 à 2 cm de diamètre), arrondies, à pellicule superficielle légèrement indurée; noyau bariolé friable, poreux, criblé de grains de quartz; transition distincte mais irrégulière.
D ₂	420 cm - horizon cimenté, carapace ferrugineuse compacte; transition abrupte et irrégulière.
D ₃	570 cm - horizon graveleux hétérogène, friable en place, bariolé.

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁₁	1-8	2,5 YR 3/4	—	44,2	3,3	5,2	3,8	14,6	12,2	14,0	2,7
A ₃	18	2,5 YR 3/4	—	44,2	2,8	5,7	3,8	15,0	12,5	13,0	3,0
B ₁	32	2,5 YR 3/6	—	53,6	2,1	5,3	3,2	11,0	9,8	12,0	3,0
B _{2s}	55	2,5 YR 3/8	—	63,1	2,3	5,0	2,2	9,3	7,0	8,6	2,5
B ₃	73	2,5 YR 3/8	—	62,2	2,2	4,8	3,0	10,2	6,0	8,6	3,0
C ₁	93	2,5 YR 4/8	—	59,4	2,6	5,1	2,5	10,3	8,0	9,5	2,6
C ₂	250	2,5 YR 4/8	—	60,5	3,0	5,2	2,6	8,5	4,3	9,3	2,6
D ₁	390	2,5 YR 5/6	87	55,5	4,0	5,5	2,3	6,0	4,5	10,2	12,0
D ₃	420-570	2,5 YR 5/6	73	35,8	6,0	6,3	4,2	7,3	5,1	16,8	18,5

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁₁	1,98	0,205	5,6	6,5	0,30	14,5	traces	11,0
A ₃	1,93	0,088	5,0	2,2	0,19	8,2	traces	12,2
B ₁	0,81	0,076	4,9	1,7	0,15	7,9	traces	10,3
B _{2s}	0,59	0,058	4,6	1,2	0,09	6,8	traces	11,8
B ₃	0,41	0,043	4,4	0,9	0,07	5,6	traces	10,3
C ₁	0,33	0,036	4,3	0,8	0,09	5,2	traces	10,4
C ₂	—	—	5,2	0,7	0,13	4,5	2	10,5
D ₁	—	—	5,4	—	—	3,1	1	10,2
D ₃	—	—	6,2	—	—	3,0	traces	10,9

SERIE Dn-2, PHASE DnL-2 (NIL-(F)2)

(Situation : Bambesa, jachère forestière)

Description.

Hygro-ferrisol faiblement ferrisolique, argileux, ocre rouge, dérivé des granits.

- | | |
|-------------------|---|
| A _p | 18 cm - argilo-sablonneux; friable en place; très frais à humide; structure grumeleuse fine à moyenne, moyennement développée; radicelles et racines nombreuses; activité biologique intense; transition distincte et ondulante; brun-rouge (5 YR 4/3). |
| A _s | 29 cm - le matériel humifère a une texture argilo-sablonneuse tandis que le matériel ocre est argileux; ferme en place; frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement développée, stable; radicelles nombreuses; activité biologique importante; transition graduelle et régulière; ocre rouge (5 YR 4/6) et coulées humifères (5 YR 3/4). |
| B ₂₁ | 43 cm - argile; ferme en place; frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement développée; stable; revêtements discontinus peu nombreux; activité biologique importante; radicelles assez nombreuses; transition graduelle et régulière; ocre rouge (5 YR 4/6). |
| B _{2(c)} | 65 cm - argile; ferme en place; frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne à grossière, moyennement développée, stable; revêtements argileux peu épais sur environ 30 % des agrégats; activité biologique intense, enduits épais dans les canaux fauniques; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière; ocre rouge (5 YR 4/6). |
| B ₃ | 98 cm - idem B ₂₂ , mais la structure est moins bien développée; les revêtements sont aussi fréquents que dans le B ₂₂ ; transition graduelle et régulière. |
| C ₁ | 138 cm - argile; légèrement ferme à friable en place; frais; structure polyédrique moyenne à grossière, moyennement à faiblement développée; peu stable; radicelles très peu nombreuses; activité biologique réduite; revêtements argileux rares; nodules rares; transition graduelle et régulière; ocre rouge (5 YR 4/6). |
| C ₂ | 200 cm - argile, friable en place, frais; tendance massive; structure polyédrique subanguleuse moyenne, faiblement développée, friable; revêtements argileux absents; rares nodules peu fermes; transition distincte et régulière; ocre rouge (5 YR 4/6) tend vers rouge (2,5 YR 4/6). |

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A _p	18	5 YR 3/4	—	30,8	4,0	7,3	6,7	20,6	12,8	15,0	2,8
A ₃	29	5 YR 4/4	—	40,4	3,7	6,9	4,3	15,2	11,8	14,0	3,7
B ₂₁	43	5 YR 4/6	—	52,0	3,2	5,5	4,2	13,6	7,3	11,0	3,2
B _{2(c)}	65	5 YR 4/6	—	56,6	2,7	5,2	4,0	11,3	8,5	9,5	2,2
B ₃	98	5 YR 4/8	—	59,5	2,3	5,2	3,7	11,2	6,8	8,7	2,6
C ₁	138	5 YR 4/8	—	56,0	2,3	5,3	3,0	10,6	8,3	10,8	3,7
C ₂	200	5 YR 4/8	—	52,6	2,8	6,6	3,5	9,3	6,3	11,2	7,7

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A _p	0,77	0,076	7,2	3,4	2,40	9,6	19	7,6
A ₃	0,66	0,058	6,6	1,7	3,25	8,4	1	7,6
B ₂₁	0,56	0,045	4,9	1,3	2,60	8,1	traces	7,3
B _{2(c)}	0,53	0,046	4,7	1,1	1,30	7,4	traces	7,7
B ₃	0,44	0,032	4,8	1,1	0,25	6,3	traces	7,9
C ₁	—	—	4,7	1,1	0,10	6,9	1	8,5
C ₂	—	—	4,9	—	—	5,3	traces	8,3

SERIE Dn-3 (NIL-F3)

(Situation : Bambesa, vieille jachère forestière)

Description.

Hygro-ferralsol argileux, ocre jaune, dérivé des granits.

A ₀₀	2 cm - Litière.
A ₁₁	17 cm - sablonneux, massif, meuble, frais; structure grumeleuse fine, moyennement développée et grains simples; plages d'accumulation de sables (colorés ou lavés); radicelles et racines très nombreuses; activité biologique intense; transition graduelle et régulière; brun foncé (10 YR 4/3).
A ₁₂	32 cm - sablonno-argileux à sablonneux; massif; très frais, légèrement ferme en place; structure faiblement développée, quelques polyèdres subanguleux éclatant sous faible pression; racines très nombreuses; activité biologique intense; transition distincte et régulière; brun foncé (10 YR 4/3).
A ₃	47 cm - Argilo-sablonneux; légèrement ferme en place, frais; structure polyédrique subangulaire moyenne, faiblement développée, instable; radicelles nombreuses; transition graduelle et régulière; brun foncé (7,5 YR 4/4).
B _{2C}	77 cm - argile grossière; quelques rares concrétions latéritiques; structure polyédrique subanguleuse moyenne, assez bien développée, stable; radicelles nombreuses; bonne activité biologique; transition irrégulière mais distincte; brun franc (10 YR 5/6).
D ₁	247 cm - gravier latéritique; gravat de toutes formes et dimensions (1 à 5 cm de diamètre), quelques têtes latéritiques; concrétions à patine luisante, noyau bariolé et grains de quartz à angles émoussés ou arrondis; absence de coatings alvéolaires; présence locale de débris cuirassés; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière.
D ₂	272 cm - horizon de transition.
D ₃	296 cm - argilo-sablonneux, très légèrement graveleux, gravier granito-quartzitique, peu plastique, légèrement ferme en place; très frais; individualisation du fer sous forme de taches, langues à degrés divers d'induration, les nodules ont un noyau de couleur homogène rouge; quelques radicelles; brun pâle (10 YR 6/4), tâches de rouille ocre rouge (5 YR 4/8) et de réduction gris pâle (2,5 Y 7/2-7/3).
D ₄	346 cm - argile bariolée hydromorphe associée à quelques taches d'individualisation de fer rouge (2,5 YR 4/8) nettes, distinctes, quelque peu indurées; massif, très frais; quelques granuloquartz et débris de quartz laiteux; radicelles rares; gris pâle (5 Y 7/2).

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁₁	2-17	5 YR 4/3	—	17,5	3,0	7,9	6,5	26,0	16,3	17,8	5,0
A ₁₂	32	5 YR 4/3	traces	18,5	3,6	9,7	5,3	20,0	15,3	20,6	7,0
A ₃	47	5 YR 4/4	3	30,8	3,9	8,8	6,0	18,5	12,0	15,0	5,0
B _{2C}	77	5 YR 4/6	—	49,9	2,8	6,2	3,0	10,6	8,7	13,3	5,5
D ₁	247	5 YR 5/4	84	47,5	2,7	5,0	3,3	8,3	5,7	13,5	14,0
D ₂	272	7,5 YR 7/4	52	33,6	4,1	5,4	2,2	5,7	5,0	14,7	29,3
D ₃	296	7,5 YR 7/4	27	38,5	5,1	6,6	3,5	7,2	4,7	13,4	21,0
D ₄	346	10 YR 8/2	15	23,5	4,5	5,6	2,7	7,0	6,5	21,2	29,0

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁₁	0,59	0,069	4,7	0,8	0,13	4,0	1	4,7
A ₁₂	0,53	0,051	4,6	0,7	0,12	4,6	1	5,5
A ₃	0,40	0,033	4,7	1,3	0,07	5,8	traces	5,2
B _{2C}	0,39	0,015	4,6	1,1	0,09	7,8	1	5,1
D ₁	—	—	5,0	0,7	0,20	6,2	traces	4,0
D ₂	—	—	4,9	—	—	4,7	2	2,1
D ₃	—	—	5,0	—	—	4,5	1	1,3
D ₄	—	—	5,0	—	—	3,6	traces	0,5

SERIE S2Dp-41 (NA(E)L - F3V)

(Situation : Bambesa, jachère à *Pennisetum*)

Description.

Hygro-ferralsol intergrade arénoferral, lessivé à plinthite.

- | | |
|-----------------|--|
| A _{p1} | 16 cm - sablonneux, massif, frais; quelques grumeaux grossiers et grains simples de sable lavés, activité biologique réduite; radicelles assez nombreuses; transition graduelle et régulière; brun-gris très foncé (10 YR 3/2). |
| A _{p2} | 23 cm - sablonneux; massif; quelques grumeaux grossiers instables; nombreux grains de sable lavés; radicelles assez nombreuses; transition distincte et régulière; brun foncé (10 YR 4/3). |
| A ₂ | 59 cm - sableux; massif; très frais; sans structure; sables lavés blancs, roses, translucides; radicelles peu nombreuses; transition distincte et régulière; brun clair (10 YR 5/3). |
| AC | 68 cm - horizon de transition sablonneux au sein duquel subsistent des îlots de matériel plus lourd argilo-sablonneux brun (7,5 YR 5/6) identique à celui de l'horizon sous-jacent (phénomène tonghe); radicelles très rares; activité biologique très réduite; transition distincte et irrégulière; brun-jaune (10 YR 5/6). |
| C _{v1} | 98 cm - argilo-sablonneux à argileux, plinthite; compact en place; les plages d'individualisation du fer sont peu indurées et ceinturent les plages jaunes; radicelles absentes; transition diffuse et régulière; brun-jaune (10 YR 5/6) associé à brun (7,5 YR 5/6) et ocre rouge (5 YR 4/6). |
| C _{v2} | 130 cm - Idem que C _{v1} ; les plages d'individualisation se multiplient, les zones jaunâtres prennent des teintes de plus en plus réduites. |

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A _{p1}	16	7,5 YR 5/4	—	12,9	3,2	9,5	5,0	26,2	20,6	20,3	2,3
A _{p2}	23	7,5 YR 5/4	—	9,5	3,3	9,0	6,8	27,3	22,0	19,7	2,4
A ₂	59	7,5 YR 6/4	—	3,2	3,5	9,4	4,6	27,2	23,5	24,6	4,0
AC	68	7,5 YR 6/4	—	12,6	3,6	8,7	5,2	20,7	19,8	25,2	4,2
C _{v1}	92	5 YR 5/4	—	49,0	2,4	5,0	2,2	11,2	11,7	15,5	3,0
C _{v2}	130	5 YR 5/6	—	50,7	2,2	4,6	2,5	9,7	9,2	16,6	4,5

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A _{p1}	0,82	0,094	5,5	2,0	0,15	4,8	traces	4,5
A _{p2}	0,50	0,051	5,6	1,3	0,13	3,3	traces	4,3
A ₂	0,12	0,008	5,7	0,8	0,06	1,4	traces	2,8
AC	0,22	0,018	5,4	1,2	0,09	2,6	traces	5,1
C _{v1}	0,31	0,033	5,1	1,7	0,09	6,5	traces	5,8
C _{v2}	0,24	0,019	5,1	1,3	0,09	6,2	traces	6,1
t/ha/m	48,4	4,900						

SERIE Dm-O (BOL-(S) O)

(Situation : Bambesa, jeune jachère)

Description.

Hygro-ferrisol intergrade ferralsol, argileux lourd, rouge, dérivé des sols basiques.

A ₀₀ -A ₀	0,5 cm -
A ₁	3 cm - argile, non plastique, ne colle pas; structure grumeleuse fine; radicelles denses; transition distincte et régulière; rouge-brun foncé (2,5 YR 2/4).
A ₃	9 cm - argile, peu plastique; ferme en place; frais; structures granulaire grossière et polyédrique fine, assez bien développées; revêtements épais; radicelles nombreuses; transition graduelle et régulière; rouge-brun foncé (2,5 YR 3/4).
B ₁	27 cm - argile lourde; ferme en place, frais, peu plastique; structure polyédrique subanguleuse fine à moyenne, moyennement développée; revêtements épais, nombreux; racines et radicelles assez nombreuses; transition graduelle et régulière; rouge foncé (10 R 3/6).
B _{2s}	60 cm - argile lourde, peu plastique, ne colle pas; ferme, frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement bien développée, ferme; revêtements épais, continus; racines et radicelles assez nombreuses; présence de quelques concrétions latéritiques; transition graduelle et régulière; rouge foncé (10 R 3/6).
B ₃	86 cm - argile lourde; légèrement ferme en place, frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement développée; revêtements assez nombreux; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière; rouge foncé (10 R 3/6).
C	120 cm - argile lourde; très légèrement ferme en place, frais; structure polyédrique subanguleuse moyenne, faiblement développée, peu stable; encore quelques revêtements; radicelles peu nombreuses; transition abrupte; rouge foncé (10 R 3/6).
D	+ 120 cm - nappe graveleuse latéritique homogène.

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁	3	2,5 YR 3/2	—	63,5	5,4	4,1	3,0	7,5	6,3	8,0	2,2
A ₃	9	2,5 YR 3/4	—	66,2	5,7	5,0	3,6	7,2	4,7	6,0	1,6
B ₁	27	2,5 YR 3/4	—	70,2	4,3	3,9	3,2	6,3	4,3	6,2	1,6
B _{2s}	60	2,5 YR 3/4	—	77,1	4,4	3,2	2,3	4,5	3,0	4,0	1,5
B ₃	86	2,5 YR 3/4	—	79,4	4,4	2,7	2,3	3,7	2,5	3,5	1,5
C	120	2,5 YR 3/4	—	78,0	4,2	3,0	2,3	4,0	2,3	3,5	2,7

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁	4,44	0,383	6,0	14,9	0,65	15,6	1	13,7
A ₃	2,09	0,231	5,9	7,8	0,35	11,8	2	6,4
B ₁	0,85	0,101	5,3	3,1	0,19	6,9	traces	14,4
B _{2s}	0,57	0,073	4,7	2,7	0,20	6,0	traces	10,2
B ₃	0,53	0,058	5,9	2,8	0,21	5,8	traces	12,0
C	0,26	0,036	5,6	1,9	0,22	4,4	traces	13,6
t/ha/m	16,00	13,200						

SERIE Dg-1 (GA-F1)

(Situation : Bambesa, champ de cotonniers).

Description.

Hygro-ferralsol argilo-graveleux, latéritique rouge.

A ₀₀	}	mince litière.
A ₀		
A ₁	1 cm	- structure granulaire bien développée; rouge-brun foncé (2,5 YR 3/4).
A ₃	15 cm	- argile, peu plastique, ne colle pas; friable en place; très frais; coatings humiques assez nombreux; structures polyédrique et grumuleuse assez bien développées; radicelles nombreuses; transition abrupte et régulière; rouge-brun foncé (2,5 YR 3/4).
D ₁	45 cm	- argile très graveleuse, meuble, graviers latéritiques formés de concrétions compactes, à angles émoussés ou arrondis, de dimensions variables 0,5 à 2 cm, quelques unes atteignent plus de 5 cm. Matériel interstitiel compact, quelques coatings alvéolaires; radicelles peu nombreuses; rouge foncé (2,4 YR 3/6).
D ₂	90 cm	- idem.

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁	1	2,5 YR 3/2	—	60,0	5,5	3,9	3,3	6,3	6,5	10,5	4,0
A ₃	15	2,5 YR 3/2	—	63,2	5,4	4,5	4,0	9,0	6,0	5,5	2,4
D ₁	45	2,5 YR 3/4	85,1	63,9	4,2	3,7	3,1	5,2	4,0	8,7	7,2
D ₂	90	2,5 YR 3/4	84,0	79,7	3,5	2,0	1,5	1,7	1,7	4,7	5,2

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁	3,92	0,392	6,1	12,6	0,80	15,6	traces	10,4
A ₃	2,02	0,187	6,2	10,3	0,23	12,2	traces	14,1
D ₁	0,77	0,099	6,2	4,6	0,21	4,4	traces	14,4
D ₂	0,57	0,066	5,5	2,0	0,32	5,5	traces	10,9

SERIE Dg-2 (GA-F2)

(Situation : Bamesa, jachère forestière)

Description.

Hygro-ferralsol argilo-graveleux, latéritique ocre.

- A_{p1} 6 cm - argilo-sablonneux, friable, frais; structure grumeleuse fine, radicelles nombreuses; au plafond de l'horizon mince pellicule de matières organiques incinérées; quelques concrétions latéritiques; transition distincte et régulière; brun-gris foncé (10 YR 3/3).
- A_{p2} 20 cm - argilo-sablonneux très graveleux; légèrement ferme, frais; gravat latéritique homogène, concrétions arrondies ou à angles émoussés, diamètre voisin de 0,5 à 2 cm; radicelles nombreuses; transition graduelle et régulière; brun foncé (7,5 YR 4/4).
- C₁ 45 cm - argile très graveleuse latéritique, semblable à l'horizon précédent; quelques revêtements alvéolaires; horizon ferme en place; radicelles assez nombreuses; brun franc (7,5 YR 5/6).
- C₂ 93 cm - horizon de transition; ocre rouge (5 YR 5/6).
- D 130 cm - argile légèrement graveleuse, petites concrétions latéritiques, localement débris gréseux fortement altérés, horizon de transition vers l'argile d'altération.

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A _{p1}	6	5 YR 4/2	71,3	30,6	3,5	2,8	6,5	21,0	15,3	15,7	4,6
A _{p2}	20	5 YR 5/4	77,8	44,8	3,6	3,5	3,7	13,3	10,5	13,3	7,3
C ₁	45	5 YR 5/6	80,9	56,5	3,1	2,6	3,3	6,3	5,2	11,5	11,5
C ₂	93	5 YR 5/6	84,9	58,8	2,0	1,7	1,7	4,0	4,3	12,0	15,5
D	130	5 YR 5/6	70,7	58,8	2,3	2,2	2,7	5,3	2,7	10,0	16,0

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (TCa)	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A _{p1}	1,84	0,211	5,9	5,1	0,55	7,2	15	3,2
A _{p2}	0,79	0,104	4,8	0,9	0,38	4,5	traces	4,2
C ₁	0,59	0,080	5,1	0,7	0,46	4,4	2	4,2
C ₂	0,40	0,056	5,2	0,5	0,32	3,8	traces	4,3
D	0,24	0,022	5,2	0,7	0,28	3,3	traces	3,7
t/ha/m	86,60	11,300						

SERIE Fa-41 (Fô-S 13 V)

(Situation : Niangara, savane)

Description.

Hygro-ferrisol alluvionnaire, argileux jaune à plinthe et à horizon A₁ prononcé de savane.

A₁ 14 cm - argilo-limoneux lourd; structures grumeleuse et granulaire, fortement développées, stables; racelles nombreuses; transition graduelle et régulière; brun foncé (10 YR 2/2).

A₃ 34 cm - argilo-limoneux lourd; structure granulaire, très bien développée, stable; nombreux revêtements; racelles nombreuses; transition distincte et régulière; brun très foncé (10 YR 2/1).

V₁ 51 cm - argile (limoneuse) lourde; structures granulaire grossière et polyédrique petite, moyennement développées; peu ou pas de revêtement; plages d'individualisation de fer assez nombreuses, indurées; racelles rares; transition distincte et régulière; brun-gris (10 YR 4/2).

V₂ 100 cm - motif réticulaire dont les bandes indurées sont formées par l'individualisation du fer, entre les mailles matériel friable, argileux, jaune; racelles très rares à absentes.

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁	14	10 YR 2/2	—	60,5	10,5	10,8	3,7	4,3	5,5	4,2	0,5
A ₃	34	10 YR 2/2	—	64,1	8,2	10,3	3,2	4,6	5,3	3,8	0,5
V ₁	51	10 YR 4/2	5,4	66,8	8,2	9,9	3,1	4,0	4,0	3,3	0,7
V ₂	100		18,4	58,1	7,5	8,2	4,0	4,5	4,0	7,5	6,2

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁	2,11	—	5,0	2,4	0,15	11,6	traces	1,68
A ₃	1,70	—	4,9	1,1	0,09	10,0	traces	2,15
V ₁	1,26	0,076	4,9	0,9	0,08	9,4	traces	4,60
V ₂	0,44	0,045	5,2	0,7	0,11	7,6	traces	6,40

SERIE Fb-13 (FAI-F13)
(Situation : Niangara, savane)

Description.

- Hygro-ferralsol alluvionnaire argilo-sableux, jaune à horizon A₁ prononcé de savane.
- A₁ 19 cm - sablo-argileux; structure grumeleuse fine à moyenne; radicelles nombreuses; transition distincte et régulière; noir (10 YR 2/1).
- A₃ 41 cm - sablo-argileux; structure grumeleuse, moyennement développée; radicelles nombreuses; transition graduelle et régulière; brun-gris (10 YR 3/2).
- B₂C 63 cm - sablo-argileux; structure polyédrique subanguleuse, faiblement développée, peu stable; pas de revêtements; radicelles assez nombreuses; transition graduelle et régulière; brun foncé (10 YR 3/3).
- C₁ 90 cm - argilo-sableux; structure polyédrique subanguleuse, mal développée, instable; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière; brun-jaune (10 YR 4/4).
- C₂ 128 cm - idem, mais structure très mal développée; friable; transition abrupte et régulière.
- D + 128 cm - nappe graveleuse latéritique homogène.

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁	19	10 YR 2/1	—	29,5	2,9	10,4	8,7	17,2	16,3	12,7	2,3
A ₃	41	10 YR 3/2	—	34,1	2,5	10,8	8,5	16,0	13,8	11,5	2,8
B ₂ C	63	10 YR 3/3	—	33,2	2,6	11,5	8,5	14,0	12,0	12,2	6,0
C ₁	90	10 YR 5/4	—	40,1	2,8	12,2	8,7	12,6	10,3	10,0	3,3
C ₂	128	10 YR 5/4	—	42,7	2,6	11,8	7,6	12,5	9,5	8,6	4,7
D	+ 128	—	66,1	38,4	2,7	11,0	7,5	10,7	9,4	11,0	9,3

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁	1,16	0,075	5,4	2,0	0,14	7,2	0	1,30
A ₃	0,90	0,053	4,9	0,9	0,10	6,2	0	1,72
B ₂ C	0,67	0,046	5,0	0,8	0,10	5,5	0	1,38
C ₁	0,71	0,040	5,0	0,8	0,10	5,4	0	1,70
C ₂	0,43	0,037	5,0	0,8	0,12	5,6	0	3,80
D	0,48	0,040	5,3	0,8	0,26	6,1	0	2,10

SERIE Fd-41 (FOY - F 13 V)
(Situation : Niangara, savane)

Description.

Hygro-ferralsol alluvionnaire, argilo-sableux, à plinthite et horizon A₁ de savane.

- A₁ 12 cm - sablo-argileux; structure grumeleuse moyenne, moyennement développée; radicelles nombreuses; transition distincte et régulière; brun foncé (10 YR 2/2).
- A₃ 38 cm - argilo-sableux; structures grumeleuse et granulaire moyennes, moyennement bien développées; radicelles nombreuses; transition graduelle et régulière; brun foncé (10 YR 3/2).
- B_{2C} 63 cm - argilo-sableux; structure polyédrique subanguleuse moyenne, moyennement développée, peu stable; radicelles nombreuses; transition graduelle et régulière; brun-jaune (10 YR 4/3).
- C₁ 80 cm - argilo-sableux; structure polyédrique subanguleuse, faiblement développée, meuble; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière; brun-jaune (10 YR 4/4).
- C₂ 105 cm - argilo-sableux; structure faiblement développée instable; radicelles rares; transition graduelle et régulière; jaune (10 YR 5/6).
- C_v 160 cm - argilo-sableux; structure mal développée; présence de taches d'individualisation de fer, légèrement indurées et concrétionnées; radicelles rares; jaune (10 YR 5/6).

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁	12	10 YR 2/2	—	30,8	5,0	15,0	11,0	17,2	12,5	7,5	1,0
A ₃	38	10 YR 3/2	—	36,3	4,2	13,7	8,6	16,8	11,5	7,8	1,1
B _{2C}	63	10 YR 4/3	—	36,7	4,4	13,3	8,7	16,0	11,6	8,8	0,5
C ₁	80	10 YR 5/4	—	40,1	4,0	11,9	7,5	13,3	11,2	10,7	1,3
C ₂	105	10 YR 5/6	—	50,1	3,3	10,1	5,2	9,3	9,3	11,0	1,7
C _v	160	10 YR 5/6	16,3	48,1	5,2	10,6	6,5	8,7	8,2	10,5	2,2

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁	1,04	0,068	5,2	2,2	0,25	7,0	7	0,92
A ₃	0,64	0,057	4,9	1,2	0,08	7,0	3	1,22
B _{2C}	0,48	0,039	5,0	0,8	0,06	5,8	3	1,72
C ₁	0,34	0,034	5,0	1,1	0,07	5,9	3	1,75
C ₂	0,33	0,026	5,0	1,0	0,10	6,6	0	3,10
C _v	0,31	0,038	5,1	0,9	0,13	6,4	0	2,10

COMPLEXE Fe

(Profil situé sur la berge naturelle de l'Uele)

Description.

- A₁ 12 cm - sablo-argileux; structure grumeleuse faiblement développée; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière; brun très foncé (10 YR 2/2).
- A₃ 29 cm - sablo-argileux micacé; structure grumeleuse, moyennement développée; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière; brun foncé (10 YR 3/3).
- C₁ 44 cm - sablo-argileux micacé; structure faiblement développée, instable; radicelles rares; brun-jaune (10 YR 5/4).
- C₂ 69 cm - sablo-argileux micacé; structure mal développée, meuble; radicelles rares; transition graduelle et régulière; ocre jaune (7,5 YR 5/6).
- C₃ 150 cm - sablo-argileux micacé; sans structure; radicelles absentes; ocre jaune (7,5 YR 5/6).

Analyse.

Horizon	Pro-fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	1000-2000
A ₁	12	10 YR 2/2	—	20,0	4,3	10,6	34,6	29,1	1,0	0,3	0,1
A ₃	29	10 YR 3/3	—	23,2	4,3	9,7	33,0	28,5	0,8	0,3	0,2
C ₁	44	10 YR 5/4	—	24,2	4,0	9,5	30,6	30,5	0,7	0,3	0,2
C ₂	69	7,5 YR 5/6	—	26,4	4,2	9,8	29,3	29,3	0,7	0,3	0,0
C ₃	150	7,5 YR 5/6	—	26,1	4,4	8,4	31,0	29,3	0,6	0,2	0,0

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁	1,02	0,093	5,4	2,5	0,25		5	1,18
A ₃	0,52	0,054	5,2	1,2	0,09		traces	1,70
C ₁	0,28	0,037	5,2	1,2	0,09		traces	1,80
C ₂	0,22	0,027	5,3	1,2	0,09		traces	2,15
C ₃	0,21	0,020	5,3	1,6	0,09		1	1,95

SERIE Dq-1

(Situation : Bambesa, vieille jachère forestière)

Description.

Hygro-ferralsol, argilo-sablonneux à argileux, rouge, graveleux granito-quartzitique.

A ₁	9 cm - argilo-sablonneux, quelques graviers granito-quartzitiques; structure grumeleuse fine à moyenne, bien développée; frais à légèrement humide; racines et radicelles denses; transition distincte et régulière; brun-rouge (5 YR 3/4).
A ₃₁	20 cm - argilo-sablonneux, rares gravillons de quartz; structure grumeleuse moyenne à grossière, moyennement développée; très frais; radicelle nombreuses; transition graduelle et régulière; brun-rouge foncé (5 YR 3/4).
A ₃₂	29 cm - argilo-sablonneux graveleux granito-quartzitique; sans structure; gravillons anguleux, translucides, de dimension voisine de 2 mm; radicelles peu nombreuses; transition distincte; rouge-brun foncé (2,5 YR 3/4).
B ₁	56 cm - argilo-sablonneux à argileux graveleux granito-quartzitique; structure subanguleuse polyédrique grossière peu stable; radicelles peu nombreuses; transition graduelle et régulière; rouge foncé (2,5 YR 3/6).
B _{2c}	82 cm - argileux, légèrement graveleux; structure polyédrique subanguleuse grossière, moyennement développée, stable; peu de radicelles; transition graduelle; rouge foncé (2,5 YR 3/6).
C	106 cm - idem; rouge foncé (2,5 YR 3/6).
CD	120 cm - horizon de transition.
D ₁	150 cm - argile graveleuse; le gravier est formé de gravillons granito-quartzitiques et de concrétions ferrugineuses; radicelles nombreuses; rouge foncé (2,5 YR 3/6).
D ₂	200 cm - argile graveleuse; horizon d'enrichissement en concrétions latéritiques; rouge (2,5 YR 4/6).
D ₃	320 cm - argile graveleuse, gravier formé en dominance de petites concrétions latéritiques; rouge foncé (10R 3/6-4/6).
D ₄	450 cm - horizon très compact, très graveleux; sans structure; présence de plages jaunâtres (altération de roche); absence de concrétions latéritiques; rouge foncé (2,5 YR 4/6 - 10R 4/6).

Analyse.

Horizon	Pro- fondeur (cm)	Couleur Munsell du sol sec	Refus à 2 mm (%)	Granulométrie (μ)							
				0-2	2-20	20-50	50- 100	100- 250	250- 500	500- 1000	1000- 2000
A ₁	9	2,5 YR 4/2	2	32,8	3,8	4,2	5,5	17,4	11,7	14,1	10,5
A ₃₁	20	2,5 YR 5/4	9	30,8	3,6	4,2	7,0	17,1	12,3	15,5	9,5
A ₃₂	29	2,5 YR 5/4	32	32,8	3,3	3,9	4,3	14,0	11,2	15,3	15,2
B ₁	56	2,5 YR 5/6	22	47,2	3,2	3,3	4,6	9,6	7,3	11,8	13,0
B _{2C}	82	2,5 YR 5/6	13	49,7	3,2	2,8	3,5	8,6	6,3	11,6	14,3
C	106	2,5 YR 5/6	14	52,9	4,3	3,6	5,0	6,8	5,5	9,3	12,6
D ₁	150	2,5 YR 5/6	43	60,1	3,2	3,1	3,0	5,3	3,2	7,1	15,0
D ₂	200	2,5 YR 5/8	53	40,7	10,1	10,4	7,3	8,7	4,5	6,7	11,6
D ₃	320	2,5 YR 5/8	60	59,7	5,0	2,1	3,1	5,6	3,3	6,8	14,4
D ₄	450	2,5 YR 6/6	49	26,8	7,2	5,6	6,4	8,8	7,6	18,0	19,6

Horizon	C	N	pH	Bases échangeables		Capacité d'échange des bases (T _{Ca})	Phosphore	Fe ₂ O ₃
				Ca	K			
A ₁	1,37	0,144	6,1	4,5	0,48	8,4	5	3,0
A ₃₁	0,74	0,089	6,0	2,4	0,54	4,8	5	3,3
A ₃₂	0,52	0,063	5,4	1,1	0,54	6,3	6	3,3
B ₁	0,45	0,051	5,2	1,1	0,39	5,7	3	4,2
B _{2C}	0,38	0,041	5,2	1,0	0,13	5,6	2	5,1
C	0,35	0,032	5,1	1,0	0,14	5,6	2	5,4
D ₁	0,33	0,035	5,2	1,1	1,70	5,4	2	5,7
D ₂	0,06	0,018	5,5	0,9	0,15	5,5	1	5,7
D ₃	0,14	0,027	5,4	1,1	0,17	5,5	1	7,4
D ₄	0,08	0,009	5,1	0,6	0,12	4,0	0	6,4