

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL  
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE  
(INÉAC)

CARTOGRAPHIE  
ET CARACTÉRISATION PÉDOLOGIQUE  
DE LA CATENA DE YANGAMBI

PAR

**L. DE LEENHEER,**

Professeur à l'Institut Agronomique de Gand

**J. D'HOORE ET K. SYS**

Assistants à la Division d'Agrologie de l'INÉAC

---

SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 55  
1952

---

---

PRIX : 50 Fr.

---

**Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge**  
**I. N. É. A. C.**

(A. R. du 22-12-33 et du 21-12-39).

L'INÉAC, créé pour promouvoir le développement scientifique de l'agriculture au Congo belge, exerce les attributions suivantes :

1. Administration de Stations de recherches dont la gestion lui est confiée par le Ministère des Colonies.
2. Organisation de missions d'études agronomiques et formation d'experts et de spécialistes.
3. Études, recherches, expérimentation et, en général, tous travaux quelconques se rapportant à son objet.

**Administration :**

A. COMMISSION.

*Président :*

**M. GODDING, R.**, ancien Ministre des Colonies.

*Vice-Président :*

**M. JURION, F.**, Directeur général de l'INÉAC.

*Secrétaire :*

**M. LEBRUN, J.**, Secrétaire général de l'INÉAC.

*Membres :*

- MM. BOUILLENNE, R.**, Membre de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;
- BRIEN, P.**, Membre de l'Institut Royal Colonial Belge;
- DEBAUCHE, H.**, Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;
- DE WILDE, L.**, Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gand;
- DUBOIS, A.**, Directeur de l'Institut de Médecine Tropicale « Prince Léopold », à Anvers;
- DUMON, A.**, Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;
- GEURDEN, L.**, Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'État, à Gand;
- GILLIEAUX, P.**, Membre du Comité Cotonnier Congolais;
- GUILLAUME, A.**, Secrétaire général du Comité Spécial du Katanga;
- HARROY, J.-P.**, Secrétaire général de l'Institut pour la Recherche Scientifique en Afrique Centrale;
- HELBIG DE BALZAC, L.**, Président du Comité National du Kivu;
- HENRARD, J.**, Directeur du Service de l'Agriculture, des Forêts, de l'Élevage et de la Colonisation, au Ministère des Colonies;
- HOMÈS, M.**, Professeur à l'Université de Bruxelles;
- LAUDE, N.**, Directeur de l'Institut Universitaire des Territoires d'Outre-Mer, à Anvers;
- MAYNÉ, R.**, Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux;
- OPSOMER, J.**, Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;
- PEETERS, G.**, Professeur à l'Université de Gand;
- PONCELET, L.**, Météorologiste à l'Institut Royal Météorologique d'Uccle;
- ROBYNS, W.**, Membre de l'Académie Royale Flamande des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;
- SCHOENAERS, F.**, Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'État, à Cureghem;



**CARTOGRAPHIE  
ET CARACTÉRISATION PÉDOLOGIQUE  
DE LA CATENA DE YANGAMBI**



**PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL  
POUR L'ÉTUDE AGRONOMIQUE DU CONGO BELGE  
(INÉAC)**

**CARTOGRAPHIE  
ET CARACTÉRISATION PÉDOLOGIQUE  
DE LA CATENA DE YANGAMBI**

**PAR**

**L. DE LEENHEER,**

Professeur à l'Institut Agronomique de Gand

**J. D'HOORE ET K. SYS**

Assistants à la Division d'Agrologie de l'INÉAC

**SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 55  
1952**



## TABLE DES MATIÈRES

	Pages
<b>INTRODUCTION . . . . .</b>	7
1. La cartographie des sols et sa terminologie . . . . .	7
2. L'échantillonnage des sols . . . . .	11
<b>CHAPITRE I. La cartographie de la catena de Yangambi . . . . .</b>	13
A. <i>Situation géographique</i> . . . . .	13
B. <i>Physiographie générale de la région</i> . . . . .	13
C. <i>Genèse des sols de Yangambi</i> . . . . .	17
D. <i>Légende de la carte pédologique</i> . . . . .	19
1. Série de Yangambi . . . . .	19
2. Série de Yakonde . . . . .	20
3. Le complexe Bonde-Boto . . . . .	20
<b>CHAPITRE II. La caractérisation granulométrique, chimique et physico-chimique de la catena de Yangambi . . . . .</b>	23
A. <i>La granulométrie</i> . . . . .	23
1. Données analytiques . . . . .	23
2. Interprétation de la composition granulométrique et des variations locales . . . . .	27
a) Composition granulométrique et origine éolienne . . . . .	27
b) Uniformité de la fraction sableuse et le colluvionnement . . . . .	31
c) Répartition des éléments inférieurs à 20 $\mu$ . . . . .	34
B. <i>Caractérisation chimique et physico-chimique</i> . . . . .	37
1. Variations des teneurs en fer libre . . . . .	37
2. Capacité de sorption ou valeur T . . . . .	40
<b>CHAPITRE III. La caractérisation minérologique de la catena de Yangambi . . . . .</b>	42
A. <i>Minéralogie de la fractions sableuse</i> . . . . .	42
1. Sols des plateaux . . . . .	42
2. Sols colluvionnés (Y 2 et Y 3) . . . . .	44
3. Sols sur alluvions . . . . .	47



B. <i>Caractérisation minérolgique de la fraction argileuse</i> . . . . .	48
1. Examen roentgénographique . . . . .	48
2. Etude de déshydratation . . . . .	49
a) Analyse thermique . . . . .	49
b) Courbe de déshydratation . . . . .	49
c) Réhydratation . . . . .	52
CHAPITRE IV. <b>Données complémentaires et conclusions</b> . . . . .	53
A. <i>Les termitières</i> . . . . .	53
B. <i>Le banc ferrugineux de Yangambi</i> . . . . .	54
C. <i>Caractérisation rapide du sédiment éolien de Yangambi par analyses simplifiées</i> . . . . .	56
1. Distribution granulométrique . . . . .	56
2. Association minérolgique . . . . .	58
D. <i>Aperçu récapitulatif des divers types de sol caractérisés</i> . . . . .	59
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	62

## INTRODUCTION

### 1. La cartographie des sols et sa terminologie.

Le phénomène de migration ou de déplacement, généralement vertical, de certains éléments du sol, constitue le processus essentiel de l'organisation du sol en place, qui se traduit par la formation de différents horizons. L'ensemble de ces horizons est appelé « profil pédologique » et son épaisseur totale est déterminée par la profondeur à laquelle le climat et la vie organique du sol exercent encore une influence notable, ou par la profondeur à laquelle apparaît la nappe phréatique, la roche compacte ou une couche géologique imperméable.

Les phénomènes de migration sont déterminés, d'une part, par la nature et la solubilité des éléments constitutifs du sol et, d'autre part, par le pédoclimat (température, mouvements de l'eau et aération du sol). Avec le facteur temps, ces deux séries de facteurs détermineront le degré de lixiviation des sols. Dès que l'organisation du profil est en équilibre avec le pédoclimat, le profil a atteint sa maturité.

#### a) *La loi de zonalité.*

On sait que plus un sol se rapproche de sa maturité, moins il porte l'empreinte de la roche-mère et plus l'influence du pédoclimat est dominante.

Ce fait, très important pour les études pédogénétiques, fut observé la première fois par DOKOUTCHAEV qui en 1877-1878, au cours de ses prospections en Russie méridionale, rencontra un même type de sol noir (tchernozem) sur des roches-mères différentes (loess, craie et granit) et sises dans une même zone climatique. Des observations en d'autres régions de la Russie lui permirent d'établir en outre l'existence d'un type de sol mûr différent pour chaque zone climatique (11). Sur ces bases DOKOUTCHAEV formula la « loi de zonalité » suivant laquelle la répartition géographique des grands groupes de sol correspond à celle des grandes zones climatiques. Un argument particulièrement

probat éayait cette théorie : à chaque zone climatique, en Russie d'Europe, correspond une zone de végétation caractéristique, répondant elle-même à un type de sol bien caractérisé. On distingue, du Nord au Sud de la Russie : les toundras ou steppes marécageuses subarctiques, les sols forestiers fortement podzolisés, les podzols ou sols lessivés recouverts de bruyères ou de forêts de résineux, les tchernozems dégradés ou sols forestiers gris, les tchernozems ou sols noirs des steppes, les sols semi-désertiques et les sols salins.

Cette zonalité, que nous appellerons « horizontale », se trouve d'ailleurs confirmée dans les régions montagneuses par une « zonalité verticale », l'action de l'altitude sur le pédoclimat s'avérant analogue à l'influence de la latitude. On assiste en hauteur à une succession de profils pédologiques nettement différents au fur et à mesure que les précipitations augmentent et que la température diminue.

Pendant SIBIRTZEV, élève de DOKOUTCHAEV, considérant que de nombreux profils ne pouvaient être interprétés comme des *profils zonaux*, c'est-à-dire soumis à la loi de zonalité, distingua dans son système génétique de classification (1895), en dehors des profils zonaux, les *profils intrazonaux* et les *profils azonaux*. Ces derniers comprennent des sols qui n'ont pu atteindre leur maturité, généralement grâce à un rajeunissement régulier. Tel est le cas des sols alluvionnaires. Dans les *profils intrazonaux*, le phénomène de lixiviation verticale n'a pas eu lieu, soit parce que le climat était trop aride (sols salins et sols alcalins : *sols halomorphes*), soit à cause d'une nappe phréatique située trop près de la surface (*sols hydromorphes*). D'après SIBIRTZEV, les sols intrazonaux comprennent également les types de profils qui constituent un faciès particulier, dû à un climat local.

Actuellement les pédologues admettent unanimement que la loi de zonalité a permis une classification mondiale en grands groupes de sols. Cette dernière, essentiellement climatique, est donc valable sur tous les continents.

#### b) *La catena*.

Si, dans une étude pédogénétique, le climat constitue le facteur primordial, l'influence du relief s'avère souvent prédominante à l'échelle régionale. Le relief, voire le microrelief, suffit pour provoquer toute une gamme de pédoclimats différents, donnant lieu au développement de profils pédologiques correspondants.

G. MILNE (16) a introduit en 1935 le terme « catena » pour exprimer une succession de profils différents, se répétant régulièrement dans une région caractérisée par certains traits topographiques. Ainsi une région vallonnée est habituellement constituée par des *sols éluviaux*, au faite des collines, et par des *sols colluviaux* et *alluviaux*, sur les versants et au fond des vallées. Ces sols, pédologiquement différents et dont le

## INTRODUCTION

caractère argileux s'accroît souvent à mesure qu'on se rapproche du fond de la vallée, constituent les termes d'une même catena.

Notons que la définition de la catena postule une roche-mère identique pour toute la série de profils. Une même succession topographique sur deux entités lithologiques différentes fournira deux catenas différentes.

Étant donné l'homogénéité remarquable du sédiment générateur des sols de plateaux dans la région de Yangambi, nous observons une catena quasi unique qui s'étend sur une surface très étendue.

### c) *La classification taxonomique.*

Vers 1900, le Département de l'Agriculture des États-Unis entreprit sur tout le territoire une classification des sols basée essentiellement sur les propriétés et conditions physiques du sol. Seules les caractéristiques apparentes sur le terrain, comme la texture, telle qu'elle peut être déterminée au toucher et à la vue, la profondeur du sol et du sous-sol, la teneur en gravier, l'état de drainage et la végétation naturelle ou une relation connue avec la production végétale, sont reportées sur la carte (WHITNEY, 20).

Le système de nomenclature employé portait d'une région agricole connue, considérée comme « classe », et portait un nom local; la limitation géographique de pareille « classe du sol » était évidente.

Cette classe comprenait un nombre indéterminé de types, désignés par le nom local suivi d'une indication sur la texture de la couche arable, par exemple « Miami silt loam ». Plus tard, les types furent groupés en séries en prenant comme critère une *origine* géologique commune de la roche-mère (par exemple, l'origine glaciaire de tous les sols de Miami ne justifiait qu'une seule série de sols, malgré les différences possibles dans la *composition* de la roche-mère).

Progressivement certains critères de classification furent modifiés, telle l'origine géologique comme base d'une série, qui fut remplacée par la composition lithologique de la roche-mère.

Dans sa monographie sur la classification des sols, MARBUT (15) distingue en 1920, six catégories différentes. D'autres regroupements ou modifications furent introduits par après <sup>1</sup>.

On peut résumer comme suit les bases de la classification taxonomique admise actuellement aux États-Unis. Dans les catégories supérieures on distingue trois *ordres* : les sols zonaux, les sols intrazonaux et les sols azonaux. Les critères sont essentiellement génétiques.

Les ordres sont subdivisés en plusieurs *sous-ordres*. En plus de critères génétiques, tels que couvert végétal naturel, degré de lixiviation,

1. Le problème de la classification des sols a été exposé dans la revue *Soil Science* (LXVII, 2, 1949). Plusieurs suggestions ont été reprises dans le « *Soil Survey Manual* » de l'USDA, publié en août 1951 par le Département de l'Agriculture des États-Unis.

etc., on fait appel à des caractères morphologiques, par exemple, couleur plus ou moins foncée du sol avec la teneur en matières organiques.

Les sous-ordres se divisent en *grands groupes de sols*. Les caractères distinctifs deviennent de plus en plus morphologiques. De nombreux grands groupes de sols ont déjà été décrits : podzols, tchernozems, etc.

Dans les catégories inférieures on considère la famille, la série et le type.

*La série*, la catégorie la mieux définie jusqu'à présent, est un groupe de sols dont les horizons génétiques sont similaires aux points de vue des propriétés distinctives et de l'arrangement dans le profil, sauf en ce qui concerne la texture des couches superficielles. La série se développe à partir d'un matériel de départ défini.

*Le type* est une subdivision de la série, basée uniquement sur la texture des couches superficielles.

Le grand nombre de séries décrites a nécessité l'adoption d'une catégorie complémentaire et encore insuffisamment définie : la « *famille* », qui groupe des séries apparentées.

*La phase* et *la variante* sont des catégories auxiliaires, utilisables à chaque stade de la classification taxonomique.

La subdivision en phases est basée uniquement sur des propriétés qui sont en relation directe avec l'utilisation du sol par l'homme; par exemple l'inclinaison du terrain, le degré d'érosion, la présence de grosses pierres, etc. La phase est surtout employée comme subdivision d'un type de sol.

La variante est surtout utilisée à l'étage de la série. Elle constitue en réalité une série à part, mais les différences avec une autre série, beaucoup plus répandue, sont trop minimes pour justifier sa ségrégation.

Légèrement différentes et moins rigides sont les définitions introduites par R. TAVERNIER (18) pour la cartographie des sols en Belgique :

« On réunit dans un même type les sols qui ont une valeur agricole sensiblement égale et un profil comparable. Une carte des « types de sols » est très détaillée et son levé nécessite une ou plusieurs observations à l'hectare. On groupe les types de sols en séries de sols. Une série englobe les sols dont le profil présente un ou plusieurs caractères communs, mais qui néanmoins peuvent avoir des propriétés et des rendements fort différents. Il existe de nombreuses normes pour grouper les types de sols en séries. Ainsi des sols qui diffèrent au point de vue génétique ne peuvent jamais être groupés dans une même série, de même que des sols dont l'état de drainage est différent.

» On groupe donc les types de sols en séries, sur la base d'une genèse commune ou d'une morphologie comparable. Les cartes des séries de sols sont déjà des cartes d'ensemble, mais les détails qu'elles contiennent en font des cartes régionales.

## INTRODUCTION

» A leur tour, les séries de sols peuvent se grouper en provinces de sols, qui correspondent approximativement aux régions naturelles (en Belgique). Dans une province de sols, on rencontre donc des sols qui peuvent différer en ce qui concerne la constitution de leur profil et leur qualité agricole, mais qui sont situés dans une même région. Souvent il est nécessaire, à cause de la grande hétérogénéité des profils d'une même région naturelle, d'introduire un échelon intermédiaire dans le système de classification, notamment le paysage pédologique. Le paysage groupe des séries de sols d'une même région naturelle, qui ont certains caractères communs.

» Plusieurs régions naturelles peuvent appartenir à un même groupe de sols tels que « podzol », « tchernozem », « latérite », etc. Cette classification est basée sur les conditions d'altération de la couche superficielle et les groupes de sols correspondent approximativement aux grandes zones climatologiques. »

### 2. L'échantillonnage des sols.

La détermination des caractéristiques ou propriétés permanentes d'un sol doit précéder normalement l'étude de ses propriétés temporaires. L'interprétation scientifique de celles-ci requiert d'ailleurs une connaissance suffisante de celles-là.

Dès lors, nous estimons qu'une distinction s'impose entre la valeur agricole potentielle d'une terre et sa fertilité. La valeur agricole est la résultante d'un ensemble de propriétés plus ou moins constantes, inhérentes aux constituants du sol et généralement étrangères à l'influence humaine; la fertilité, par contre, est la résultante de la valeur agricole, d'une part, et de propriétés temporaires, d'autre part, qui sont généralement dues aux techniques culturales.

La notion de la valeur agricole d'une terre est étroitement liée à la nature du profil entier; l'étude de cette valeur agricole doit par conséquent s'étendre à l'espace vital que peut occuper le système racinaire et ne peut se limiter à la couche arable.

Le développement du système racinaire est un des facteurs qui déterminent la production du végétal; celle-ci permet d'apprécier la valeur agricole d'une terre. La fertilité, par contre, peut être étudiée sur des échantillons de la couche arable.

L'étude systématique des profils d'une région fera inévitablement ressortir certains facteurs de fertilité, extra-pédologiques, telles la position de la nappe phréatique et ses oscillations saisonnières, qui ne manqueront pas de laisser leur empreinte sur le profil par suite de la présence d'un horizon gleyifié, par exemple, ou d'une zone de réduction permanente.

Une des difficultés essentielles de l'étude des facteurs de la fertilité du sol (*sensu stricto*) réside dans le choix judicieux des échantillons. De multiples précautions sont requises pour déterminer par voie analytique un de ces facteurs afin d'assurer une constance maximum des autres conditions.

D'autre part, afin de réduire les prises au minimum, tout en augmentant la valeur statistique des résultats, l'échantillon sera prélevé dans des circonstances telles que l'échantillonnage acquière une signification géographique valable pour une aire donnée.

A notre avis, la seule technique d'échantillonnage pédologique conforme aux différentes conditions précitées repose sur les résultats d'une cartographie pédologique exécutée sur des bases pédogénétiques. En effet, l'unité de classification est dans le cas présent, le type pédologique, c'est-à-dire le type de profil; la prise en considération de l'ensemble du profil permet ainsi de s'assurer si l'échantillonnage vertical a été fait dans une entité lithologique ou non; d'autre part, la répartition horizontale des échantillons prélevés étant basée sur l'extension des types de profils, les matériaux acquièrent donc une signification géographique.

La valeur agricole des différents types pédologiques reconnus au cours du levé pédologique sera facilement mise en évidence grâce à l'étude de caractéristiques pédologiques des types en présence et aux récoltes expérimentales qui fourniront une estimation approximative de la productivité.

## CHAPITRE PREMIER

### **La cartographie de la catena de Yangambi.**

#### A. SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La région de Yangambi, baignée par le fleuve Congo, est située dans la partie Nord-Est de la Cuvette centrale. Les coordonnées s'établissent comme suit pour le centre administratif de la station (km 5) : Latitude : 0° 45' N. Longitude : 24° 29' E.

#### B. PHYSIOGRAPHIE GÉNÉRALE DE LA RÉGION

##### **1. Les formations géologiques dans la catena de Yangambi.**

La catena de Yangambi — qui peut être considérée comme type de catena — s'est développée sur une entité lithologique très homogène, non stratifiée, « le sable ocre jaune de Yangambi ».

Dès 1941, VAN STRAELEN (19) a attiré l'attention sur la nature éolienne possible de ce sédiment. Cette hypothèse fut confirmée par les observations de DE HEINZELIN en 1950 (5).

Ce sédiment sablonneux repose sur un banc de texture grossière fortement enrichi en fer qui recouvre à son tour un sédiment fluvio-lacustre bien stratifié. On retrouve ces deux dernières formations sur les falaises du Fleuve et aux têtes de sources des petits affluents<sup>1</sup>.

##### **2. Morphologie de la région.**

Au point de vue morphologique, la région de Yangambi est caractérisée par une série de plateaux entrecoupés de vallées. L'unité de la catena est ainsi déterminée par un plateau, une pente et une vallée :

###### a) *Le plateau.*

La surface topographique du plateau est horizontale ou sub-horizontale, les seules irrégularités du relief étant dues aux termitières.

---

1. Nous renvoyons, à ce sujet, à une note infrapaginale de la publication (9), page 15.



L'altitude des plateaux croît en s'éloignant du fleuve Congo vers le Nord, pour atteindre un maximum sur la crête Congo-Aruwimi.

L'altitude moyenne est d'environ 80 m au-dessus du niveau moyen du Fleuve. Les interfluves sont étroits à proximité du Fleuve mais s'élargissent considérablement vers l'intérieur.

b) *Les vallées.*

L'altitude des fonds de vallée varie entre 10 et 20 m au-dessus du niveau moyen du Fleuve.

A partir du sommet, jusqu'à 15 m au-dessus de la rivière, la pente est modérée et varie de 2 à 4 %.

De cette altitude jusqu'au fond de la vallée, la pente est généralement plus prononcée ou même abrupte.

Aux endroits où la rivière forme des méandres, la rive intérieure est reliée au plateau par une pente douce, tandis que la rive extérieure est formée par un flanc raide qui remonte jusque 15 à 20 m au-dessus de la base d'érosion.

Le fond des vallées est presque horizontal. La pente longitudinale est peu prononcée et ne dépasse guère 0,5 %.

La bande marécageuse riveraine peut atteindre une largeur de 100 à 150 m; dans les petites vallées, le fond est entièrement occupé par la rivière. Localement, surtout du côté intérieur des méandres, le fond est très large et est légèrement surélevé par rapport à la bande marécageuse; il est colmaté par des dépôts colluvionnaires, constitués de sables délavés gris ou blancs.

### 3. Système hydrographique.

Le plateau de Yangambi est drainé par les tributaires du fleuve Congo, qui forment un système hydrographique d'autant plus dense qu'on se rapproche du Fleuve. Les principales rivières sont : la Lilanda, la Bonde et la Lobilo.

### 4. Climatologie.

E. BERNARD (3) caractérise le climat de Yangambi en ces termes :

« Par sa position géographique — au cœur du continent africain et sur l'équateur — Yangambi (0° 49' N., 24° 29' E., 500 m), Centre de recherches de l'I.N.É.A.C., offre un type remarquable de climat équatorial continental, à ombrophilie bien plus fortement atténuée que sa situation en pleine Province forestière guinéenne pourrait le laisser croire.

» La radiation globale journalière et l'insolation sont relativement faibles. Yangambi jouit annuellement de 1.952 h de soleil ce qui repré-

CARTOGRAPHIE

sente 45 % de l'insolation possible. Le régime moyen des précipitations (cf. tableau I) reproduit bien la double périodicité propre aux régions équatoriales. Ce régime se caractérise ici par une nette dissymétrie entre chacun des deux minima solsticiaux ou des deux maxima équinoxiaux. Ainsi la saison de janvier-février est nettement la plus sèche de l'année, alors que le second minimum en juin est à peine esquissé. La petite saison des pluies est bien marquée en mai. La grande saison des pluies se produit de septembre à novembre avec un maximum principal en octobre.

» D'après ce régime moyen, les pluies semblent assez bien réparties sur toute l'année. Une lame d'eau annuelle de 1875 mm se distribue mensuellement entre 94 mm (février) et 241 mm (octobre). Mais ces moyennes dissimulent la haute variabilité des régimes annuels successifs. Des périodes de grande sécheresse plus ou moins interrompues par quelques petites pluies se réalisent fréquemment de mi-décembre à fin mars. »

TABLEAU I

*Régime de quelques éléments éoclimatiques observés à Yangambi, km 5, pendant la période 1940-1950*

(d'après le Rapport annuel 1951).

DATE	Précipitation en mm	TEMPÉRATURES		
		Minima journaliers moyens	Maxima journaliers moyens	Moyennes
Janvier . . .	96	19,5	29,9	24,7
Février . . .	93	19,8	30,7	25,3
Mars . . . .	152	20,2	30,1	25,5
Avril . . . .	152	20,2	30,4	25,3
Mai . . . . .	183	20,0	29,7	24,9
Juin . . . . .	131	19,8	29,3	24,5
Juillet . . . .	161	19,2	28,1	23,7
Août . . . . .	168	19,2	28,3	23,8
Septembre . .	176	19,4	29,1	24,2
Octobre . . .	239	19,4	29,4	24,5
Novembre . .	188	19,7	29,3	24,5
Décembre . .	125	19,6	29,2	24,4
Année . . . .	1864	19,7	29,5	24,6



## C. GENÈSE DES SOLS DE YANGAMBI

Suivant les observations faites sur le terrain, au cours du travail de prospection et de cartographie pédologique de la région de Yangambi proprement dite (section Yangambi 1), la succession des différents profils peut être représentée schématiquement par deux coupes (fig. 1 et 2).

La première, la coupe AB, est perpendiculaire à un tributaire du Fleuve, la rivière Bonde. Elle illustre également l'allure morphologique de l'unité de la catena de Yangambi.

La deuxième coupe, CD, part du plateau et se dirige parallèlement à la rivière Bonde en direction du Fleuve.

Nous avons indiqué l'emplacement de ces deux coupes sur la figure 3, extraite de la carte pédologique de la région.

L'examen des données géologiques, géomorphologiques, paléoclimatologiques et pédologiques, permet de reconstituer comme suit la succession des phénomènes qui ont donné naissance à la catena locale.

### 1. Apport du dépôt éolien.

D'après DE HEINZELIN (*op. cit.*), la couche éolienne daterait de la période aride mi-pléistocène. Le sédiment éolien s'est probablement déposé sous forme de dunes. Le paysage présentait donc déjà un relief vallonné à la fin de la période aride.

### 2. Sculpture du relief actuel.

L'érosion post-désertique a atténué le relief. D'après WAYLAND (21), le début de l'holocène aurait été caractérisé en Afrique centrale par une série de périodes pluviales rapprochées.

Ces périodes de forte pluviosité, sur un terrain vallonné et peu couvert par la végétation serait responsable d'une érosion très marquée. Ces circonstances pourraient expliquer les grandes accumulations de sable au bas des pentes et dans le fond des vallées sèches. Plusieurs sources sises sur les bords du fleuve ont donné lieu par érosion insécante aux multiples ruisseaux à vallée jeune, fortement encaissée, et dont les têtes de source se trouvent au-dessus des couches moins perméables du sédiment busirien. Cette manière de voir se confirme au fur et à mesure que la prospection de la région progresse.

L'intensité de ces phénomènes a diminué progressivement avec l'installation et le développement du manteau forestier. Le phénomène de ruissellement et d'érosion diffus joue, dès lors, le rôle principal.

Les particules ne sont pas transportées au loin à cause de la diminution de la vitesse du filet d'eau ou de sa disparition totale par infiltration. Leur déplacement a lieu le plus souvent par étapes successives

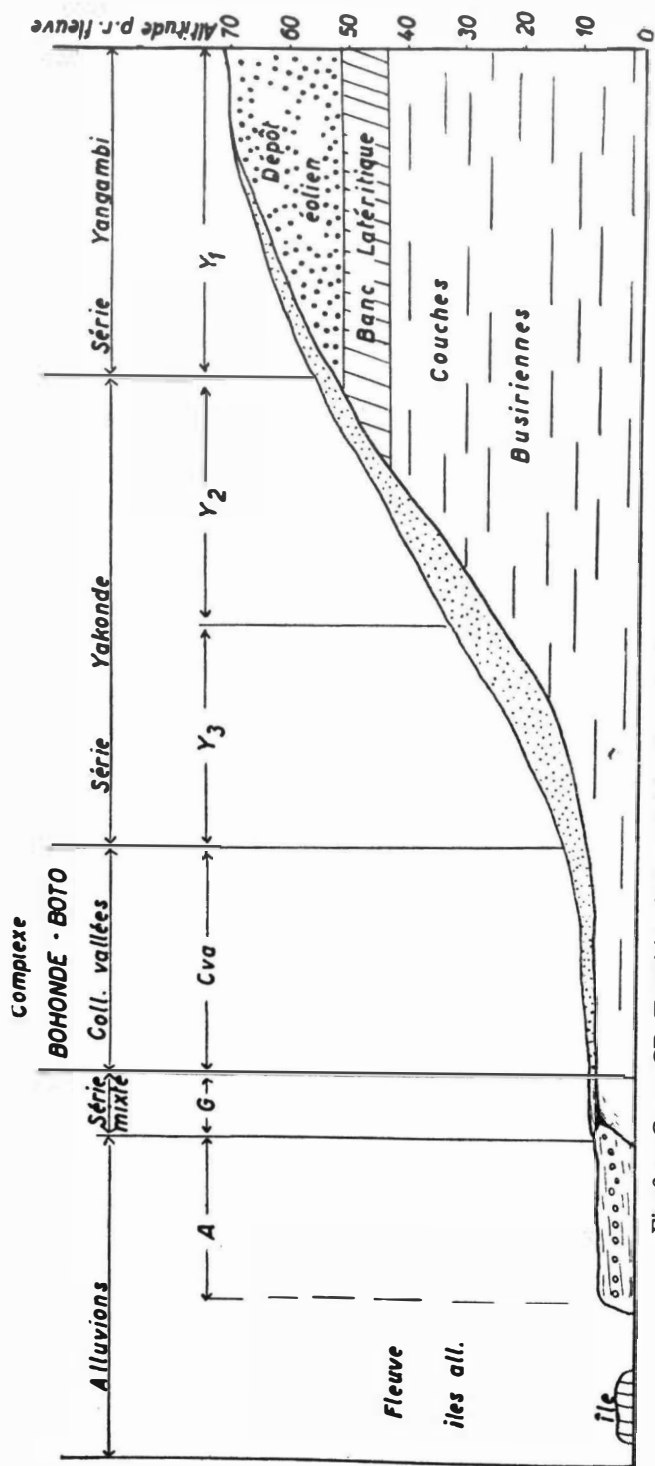


Fig. 2. — Coupe CD. Transition du plateau à la plaine alluvionnaire, 1 km ouest de la rivière Bonde.

## CARTOGRAPHIE

au cours desquelles les fractions sablonneuses et sableuses n'ont pas subi de changements dans leur composition; les éléments solubles et les particules les plus fines, comme l'argile peptisée, ont cependant été entraînés plus loin que les fractions sableuses. Les couches meubles les plus basses ont subi plus d'étapes successives que les couches meubles situées plus haut sur la pente. Ce phénomène pourrait expliquer pourquoi les dépôts colluvionnaires deviennent graduellement moins argileux vers le bas des pentes.

Le ruissellement diffus a différencié les différents termes de la catena.

Sur le plateau de Yangambi, les termitières sont d'autant plus nombreuses et plus grandes que le terrain est plus riche en argile. Abondantes sur les sommets (30 % de la surface), elles sont encore bien représentées sur les flancs, mais se raréfient sur les sols sablonneux des basses pentes et des vallées.

Étant donné la grande surface occupée par les termitières et les modifications pédologiques notables provoquées dans les sols par les termitières, le facteur pédogénétique « faune » n'est pas à négliger.

### D. LÉGENDE DE LA CARTE PÉDOLOGIQUE

La carte de reconnaissance de la région de Yangambi, levée à raison d'un sondage par 10 ha, donne une idée globale de la répartition géographique des différents sols de la catena de Yangambi.

Dans cette catena, deux séries normales et une série complexe ont été cartographiées avec leurs types respectifs.

#### 1. Série de Yangambi.

Cette série, développée sur le sédiment éolien fortement altéré, mais en place, est monotype.

TYPE Y 1 (Yangambi argilo-sablonneux) :

*Localisation.* Ces sols occupent le sommet du plateau et des pentes.

*Nature du sol.* Sur les sommets des plateaux, le profil-type est argilo-sablonneux ocre rouge (7.5 YR 5/6 - 6/4). Les profils Y 1 sur le haut des pentes sont parfois ocre jaune (10 YR 6/4 - 7/2). La couche humifère est peu épaisse et la profondeur d'infiltration des matières humiques est faible.

La structure est granuleuse et le sol, même exposé aux radiations solaires, demeure frais.

## 2. Série de Yakonde.

Cette série, développée sur le sédiment éolien remanié par colluvionnement, comprend deux types :

TYPE Y 2 (Yakonde sablo-argileux) :

*Localisation.* Ces sols sont situés à mi-pente.

*Nature du sol.* Le profil type est sablo-argileux ocre jaune (7.5 YR 6/4). Il est plus léger en surface qu'en profondeur.

Au-dessous du profil pédologique, se retrouve le sédiment éolien non remanié. Dans ces profils, la couche humifère est mieux développée et l'infiltration plus profonde. La structure est pulvérulente en surface, finement granuleuse ensuite pour devenir granuleuse en profondeur.

TYPE Y 3 (Yakonde sablonneux) :

*Localisation.* Ces sols s'étendent de la mi-pente jusqu'au fond des vallées.

*Nature du sol.* Le profil type est sablonneux ocre jaune (7.5 YR 5/5 - 10 YR - 7/4). On observe parfois des horizons nettement plus sablonneux. La couche humifère est bien développée et l'infiltration est assez profonde. La structure est pulvérulente en surface, plus granuleuse en profondeur, quoique l'agrégation soit faible par suite des faibles teneurs en argile. Sous culture, les cinquante centimètres supérieurs se dessèchent rapidement.

## 3. Le complexe Bonde-Boto.

Ce complexe peut se dissocier en différentes séries dont les aires restreintes ne justifient pas actuellement une représentation cartographique distincte. Il groupe les derniers termes des matériaux colluvionnés dans les fonds des rivières. Ces matériaux sont en partie remaniés par les rivières et mélangés avec du matériel busirien, ou avec des alluvions récentes du fleuve Congo.

### SÉRIE BOTO

PHASE Cv 1 :

*Localisation.* Ces sols, situés au bas des pentes, s'étendent parallèlement aux rivières jusqu'à une altitude de 15 à 25 m au-dessus du niveau moyen.

*Nature du sol.* Le profil type est sablonneux, jaune ou ocre jaune (10 YR 6/4, - 2,5 Y 8/4). La couche humifère est bien développée et la zone d'infiltration est plus profonde que chez les types précédents.

La végétation forestière est plus développée en ces endroits. Ces sols ne montrent aucune structure.

#### PHASE Cv :

*Localisation.* Ce sont des formations horizontales ou subhorizontales que l'on rencontre dans les fonds de vallées larges. Ces colluvions ont été remaniées par l'eau des rivières.

*Nature du sol.* Le profil type est sablonneux brun grisâtre ou blanc grisâtre (2,5 Y 5/2). La couche humifère est bien développée, mais l'infiltration est peu profonde par suite de l'élévation de la nappe phréatique.

#### PHASE Cv a :

*Localisation.* Ces sols sont situés le long du fleuve Congo. Les éléments colluvionnés sont mélangés à des alluvions récentes du Fleuve.

*Nature des sols.* Le profil typique est sablonneux, légèrement argileux. La couche humifère est plus développée que sur les plateaux. Structure peu prononcée.

La classification de cette dernière phase est provisoire. Il est vraisemblable qu'elle sera rattachée aux « alluvions récentes du Fleuve », quand celles-ci auront été cartographiées.

### SÉRIE BONDE

#### PHASE AT :

*Localisation.* Dans le fond des vallées des tributaires, sous forme de minces bandes marécageuses.

*Nature du sol.* Profils sablonneux, sablonno-argileux et profils hétérogènes. Le sol est riche en matières organiques; on rencontre localement des tourbières, épaisses de 70 à 100 cm, qui reposent sur du sable blanc.

\* \* \*

L'importance relative, au point de vue de leur répartition géographique, des différentes séries et types pédologiques, a été établie pour les premiers 10.000 ha cartographiés. Parmi ceux-ci :

a) la série éluvionnaire, dite « Série Yangambi (Y 1) » couvre 36,3 % de la surface totale;

b) dans la série colluvionnaire pure, dite « Série Yakonde (Y 2 et Y 3) », le type Y 2 s'étend sur 28,4 % de la surface et le type Y 3 sur 25,2 % de la surface;



LA CATENA DE YANGAMBI

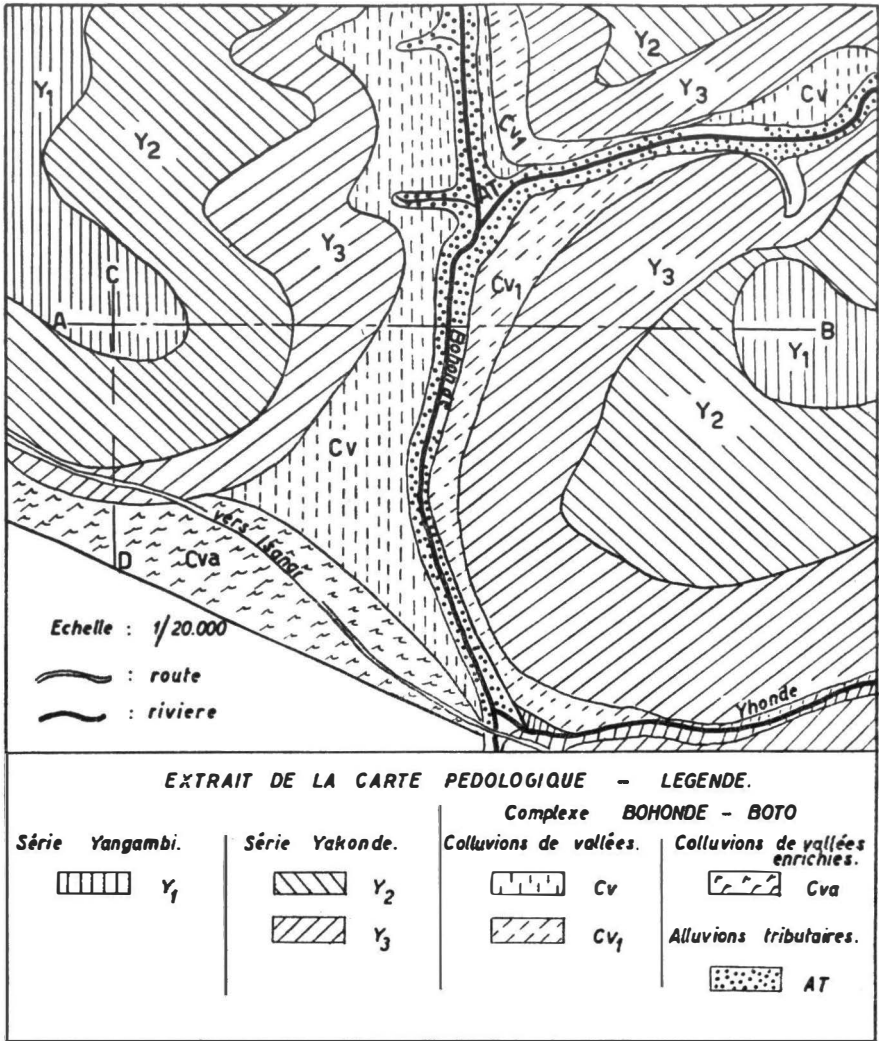


Fig. 3. — Extrait de la carte pédologique de la région de Yangambi.

c) les colluvions des vallées et les alluvions, réunies sous la dénomination « Complexe Bonde-Boto », couvrent 10,1 % de la surface.

La figure 3 représente un extrait de la carte pédologique de Yangambi, établie d'après cette légende.

## CHAPITRE II

### La caractérisation granulométrique, chimique et physicochimique de la catena de Yangambi.

#### A. LA GRANULOMÉTRIE

##### 1. Données analytiques.

###### a) *Composition moyenne.*

Les sols de la région de Yangambi présentent une composition granulométrique remarquable, tant par la grande uniformité qui caractérise la composition de la fraction sableuse de 2000 à 20  $\mu$ , que par l'absence presque totale de grains d'un diamètre compris entre 20 et 2  $\mu$ . La teneur en argile, assez variable, oscille entre 2 et 35 %. Cette argile cependant est extrêmement fine, la majeure partie des particules ayant un diamètre inférieur à 0,2  $\mu$ .

Les analyses granulométriques détaillées faites sur un grand nombre d'échantillons du type de sol le plus répandu à Yangambi (Y 1) donnent une courbe de distribution moyenne (fig. 4, p. 24).

Diamètre des particules (en $\mu$ )	Pourcentage	Fractions (Échelle d'ATTERBERG)	Pourcentage
0 - 0,2	16,5	< 2 $\mu$	29,1
0,2- 0,5	9,8		
0,5- 2	2,8	2- 20 $\mu$	1,2
2 - 20	1,2		
20 - 75	2,5	20- 200 $\mu$	15,7
75 - 125	5,5		
125 - 250	19,6	200-2000 $\mu$	54,0
250 - 500	33,4		
500 -1000	8,6		
1000 -2000	0,1		
	100,0		100,0

L'allure moyenne de la courbe cumulative et distributive du sol entier est représentée par les figures 4 et 5.

Le palier horizontal de la courbe cumulative démontre que la « lacune granulométrique » s'étend même de 50 à 0,7  $\mu$  (au lieu de 20 à 2  $\mu$ ), la teneur moyenne pour cette fraction n'atteignant que 2,8 %.

La courbe de distribution du matériel total présente deux maxima bien distincts.

Il y a donc lieu de considérer séparément les fractions sableuse et argileuse. Il importerait, enfin, d'expliquer la genèse d'un sédiment dont les fractions sableuse et argileuse semblent être d'origine différente.

b) *Granulométrie de la fraction sableuse.*

Quand on considère uniquement la fraction sableuse (2000 à 20  $\mu$ ) des sols de la région de Yangambi, à l'exception des sols d'origine nettement alluvionnaire et du matériel retrié des termitières, on est frappé par la grande uniformité dans la composition granulométrique.

Les échantillons qui nous ont conduit à cette conclusion provenaient de sols apparemment les plus divers de la région, les teneurs en argile variant de 2 à 35 %.

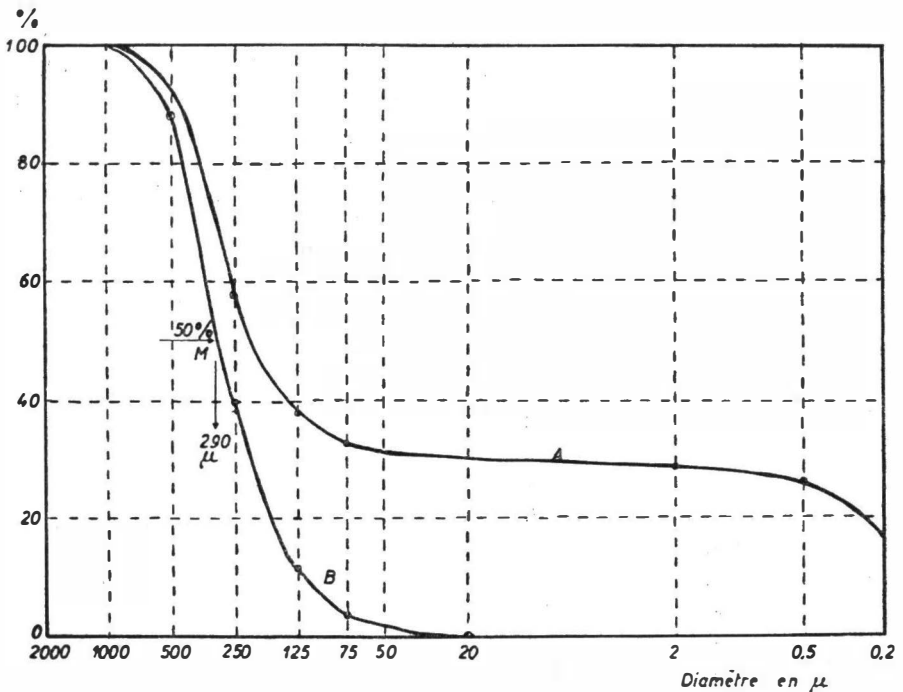


Fig. 4. — Courbe cumulative du résultat de l'analyse granulométrique.  
A : moyenne du sol entier. — B : moyenne de la fraction sableuse 2000-20  $\mu$ .

# Publications de l'INÉAC

Les publications de l'INÉAC peuvent être échangées contre des publications similaires et des périodiques émanant des Institutions belges ou étrangères. S'adresser : 12, rue aux Laines, à Bruxelles. Elles peuvent être obtenues moyennant versement du prix de vente au n° 8737 du compte chèques postaux de l'Institut.

Les études sont publiées sous la responsabilité de leurs auteurs.

## SÉRIE SCIENTIFIQUE

1. LEBRUN, J., **Les essences forestières des régions montagneuses du Congo oriental**, 264 pp., 28 fig., 18 pl., 25 fr., 1935 (épuisé).
2. STEYAERT, R.-L., **Un parasite naturel du *Stephanoderes*. Le *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILLEMIN**, 46 pp., 16 fig., 5 fr., 1935 (épuisé).
3. GHESQUIRÈRE, J., **État sanitaire de quelques palmeraies de la province de Coquilhatville**, 40 pp., 15 fr., 1935.
4. STANER, P., **Quelques plantes congolaises à fruits comestibles**, 56 pp., 9 fig., 9 fr., 1935 (épuisé).
5. BEIRNAERT, A., **Introduction à la biologie florale du palmier à huile**, 42 pp., 28 fig., 12 fr., 1935 (épuisé).
6. JURION, F., **La brûlure des caféiers**, 28 pp., 30 fig., 8 fr., 1936 (épuisé).
7. STEYAERT, R.-L., **Étude des facteurs météorologiques régissant la pullulation du *Rhizoctomia Solani* KÜHN sur le cotonnier**, 27 pp., 3 fig., 20 fr., 1936.
8. LEROY, J.-V., **Observations relatives à quelques insectes attaquant le caféier**, 30 pp., 9 fig., 10 fr., 1936 (épuisé).
9. STEYAERT, R.-L., **Le port et la pathologie du cotonnier. — Influence des facteurs météorologiques**, 32 pp., 11 fig., 17 tabl., 30 fr., 1936 (épuisé).
10. LEROY, J.-V., **Observations relatives à quelques hémiptères du cotonnier**, 20 pp., 18 pl., 9 fig., 35 fr., 1936 (épuisé).
11. STOFFELS, E., **La sélection du caféier *arabica* à la station de Mulungu. (Premières communications)**, 41 pp., 22 fig., 12 fr., 1936 (épuisé).
12. OPSOMER, J.-E., **Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yangambi. I. La technique des essais**, 25 pp., 2 fig., 15 tabl., 25 fr., 1937.
13. STEYAERT, R.-L., **Présence du *Sclerospora Maydis* (RAC.) PALM (*S. javanica* PALM) au Congo belge**, 16 pp., 1 pl., 15 fr., 1937.
14. OPSOMER, J.-E., **Notes techniques sur la conduite des essais avec plantes annuelles et l'analyse des résultats**, 79 pp., 16 fig., 20 fr., 1937 (épuisé).
15. OPSOMER, J.-E., **Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yangambi. II. Études de biologie florale. — Essais d'hybridation**, 39 pp., 7 fig., 25 fr., 1938.
16. STEYAERT, R.-L., **La sélection du cotonnier pour la résistance aux stigmatomycoses**, 29 pp., 10 tabl., 8 fig., 20 fr., 1939.
17. GILBERT, G., **Observations préliminaires sur la morphologie des plantules forestières au Congo belge**, 28 pp., 7 fig., 20 fr., 1939.
18. STEYAERT, R.-L., **Notes sur deux conditions pathologiques de l'*Elaeis guineensis***, 13 pp., 5 fig., 10 fr., 1939.
19. HENDRICKX, F., **Observations sur la maladie verruqueuse des fruits du caféier**, 11 pp., 1 fig., 10 fr., 1939.
20. HENRARD, P., **Réaction de la microflore du sol aux feux de brousse. — Essai préliminaire exécuté dans la région de Kisantu**, 23 pp., 15 fr., 1939.
21. SOYER, D., **La "rosette" de l'arachide. — Recherches sur les vecteurs possibles de la maladie**, 23 pp., 7 fig., 18 fr., 1939.
22. FERRAND, M., **Observations sur les variations de la concentration du latex *in situ* par la microméthode de la goutte du latex**, 33 pp., 1 fig., 20 fr., 1941.

23. WOUTERS, W., Contribution à la biologie florale du maïs. — Sa pollinisation libre et sa pollinisation contrôlée en Afrique centrale, 51 pp., 11 fig., 30 fr., 1941.
24. OPSOMER, J.-E., Contribution à l'étude de l'hétérosis chez le riz, 30 pp., 1 fig., 18 fr., 1942.
- 24bis. VRIJDAGH, J., Étude sur la biologie des *Dysdercus supersticiosus* F. (Hemiptera) 19 pp., 10 tabl., 15 fr., 1941 (épuisé).
25. DE LEENHEER, L., Introduction à l'étude minéralogique des sols du Congo belge, 45 pp., 4 fig., 25 fr., 1944.
- 25bis. STOFFELS, E., La sélection du caféier *arabica* à la station de Mulungu, (Deuxièmes communications), 72 pp., 11 fig., 30 tabl., 50 fr., 1942 (épuisé).
26. HENDRICKX, F.-L., LEFEVRE, P.-C. et LEROY, J.-V., Les *Antestia* spp. au Kivu, 69 pp., 9 fig., 5 graph., 50 fr., 1942 (épuisé).
27. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., Contribution à l'étude génétique et biométrique des variétés d'*Elaeis guineensis* JACQUIN. (Communication n° 4 sur le palmier à huile), 100 pp., 9 fig., 34 tabl., 60 fr., 1941 (épuisé).
28. VRIJDAGH, J., Étude de l'acarirose du cotonnier, causée par *Hemitarsonemus latus* (BANKS) au Congo belge, 25 pp., 6 fig., 20 fr., 1942 (épuisé).
29. SOYER, D., Miride du cotonnier, *Creontiades pallidus* RAMB. *Capsidae* (Miridae), 15 pp., 8 fig., 25 fr., 1942 (épuisé).
30. LEFÈVRE, P.-C., Introduction à l'étude de *Helopeltis orophila* GHESQ., 46 pp., 6 graph., 10 tabl., 14 photos, 45 fr., 1942 (épuisé).
31. VRIJDAGH, J., Étude comparée sur la biologie de *Dysdercus nigrofasciatus* STAL, et *Dysdercus melanoderes* KARSCH., 32 pp., 1 fig., 3 pl. en couleur, 40 fr., 1942 (épuisé).
32. CASTAGNE, E., ADRIAENS, L. et ISTAS, R., Contribution à l'étude chimique de quelques bois congolais, 30 pp., 15 fr., 1946.
33. SOYER, D., Une nouvelle maladie du cotonnier. La Psyllose provoquée par *Paurocephala gossypii* RUSSELL, 40 pp., 1 pl., 9 fig., 50 fr., 1947.
34. WOUTERS, W., Contribution à l'étude taxonomique et caryologique du genre *Gossypium* et application à l'amélioration du cotonnier au Congo belge, 383 pp., 5 pl., 18 fig., 250 fr., 1948.
35. HENDRICKX, F.-L., *Sylloge fungorum congensium*, 216 pp., 100 fr., 1948.
36. FOUARGE, J., L'attaque du bois de Limba (*Terminalia superba* ENGL. et DIELS) par le *Lyctus brunneus* LE C., 17 pp., 9 fig., 15 fr., 1947.
37. DONIS, C., Essai d'économie forestière au Mayumbe, 92 pp., 3 cartes, 63 fig., 70 fr., 1948.
38. D'HOORE, J. et FRIPIAT, J., Recherches sur les variations de structure du sol à Yangambi, 60 pp., 8 fig., 30 fr., 1948.
39. HOMÈS, M. V., L'alimentation minérale du Palmier à huile *Elaeis guineensis* JACQ., 124 pp., 16 fig., 100 fr., 1949.
40. ENGELBEEN, M., Contribution expérimentale à l'étude de la Biologie florale de *Cinchona Ledgeriana* MOENS, 140 pp., 18 fig., 28 photos, 120 fr., 1949.
41. SCHMITZ, G., La Pyrale du Caféier Robusta *Dichocrocis crocodora* MEYRICK, biologie et moyens de lutte, 132 pp., 36 fig., 100 fr., 1949.
42. VANDERWEYEN, R. et ROELS, O., Les variétés d'*Elaeis guineensis* JACQUIN du type *albescens* et l'*Elaeis melanococca* GAERTNER (em. BAILEY), Note préliminaire, 24 pp., 16 fig., 3 pl., 30 fr., 1949.
43. GERMAIN, R., Reconnaissance géobotanique dans le Nord du Kwango, 22 pp., 13 fig., 25 fr., 1949.
44. LAUDELOUT, H. et D'HOORE, J., Influence du milieu sur les matières humiques en relation avec la microflore du sol dans la région de Yangambi, 32 pp., 20 fr., 1949.

45. LÉONARD, J., **Étude botanique des copaliers du Congo belge**, 158 pp., 23 photos, 16 fig., 3 pl., 130 fr., 1950.
46. KELLOGG, C.E. et DAVOL, F.D., **An exploratory study of soil groups in the Belgian Congo**, 73 pp., 35 photos, 100 fr., 1949.
47. LAUDELOUT, H., **Étude pédologique d'un essai de fumure minérale de l'« Elaeis » à Yangambi**, 21 pp., 25 fr., 1950.
48. IEPÈVRE, P.-C., ***Bruchus obtectus* SAY ou Bruche des haricots (*Phaseolus vulgaris* L.)** 68 pp., 35 fr., 1950.
49. LECOMTE, M., DE COENE, R. et CORCELLE, F., **Observations sur les réactions du cotonnier aux conditions de milieu**, 55 pp., 7 fig., 70 fr., 1951.
50. LAUDELOUT, H. et DU BOIS, H., **Microbiologie des sols latéritiques de l'Uele**, 36 pp., 30 fr., 1951.
51. DONIS, C. et MAUDOUX, E., **Sur l'uniformisation par le haut. Une méthode de conversion des forêts sauvages**, 80 pp., 4 fig. hors texte, 100 fr., 1951.
52. GERMAIN, R., **Les associations végétales de la plaine de la Ruzizi (Congo belge) en relation avec le milieu**, 322 pp., 28 fig., 83 photos, 180 fr., 1952.
53. ISTAS, J.-R. et RAEKELBOOM, E.-L., **Contribution à l'étude chimique des bois du Mayumbe**, 124 pp., 100 fr., 1952.
54. FRIPIAT, J.-J. et GASTUCHE, M.-C., **Étude physico-chimique des surfaces des argiles. Les combinaisons de la kaolinite avec les oxydes du fer trivalent**, 60 pp., 50 fr., 1952.
55. DE LEENHEER, L., D'HOORE, J. et Sys, K., **Cartographie et caractérisation pédologique de la Catena de Yangambi**, 62 pp., 50 fr., 1952.

#### SÉRIE TECHNIQUE

1. RINGOET, A., **Notes sur la préparation du café**, 52 pp., 13 fig., 5 fr., 1935 (épuisé).
2. SOYER, L., **Les méthodes de mensuration de la longueur des fibres du coton**, 27 pp., 12 fig., 3 fr., 1935 (épuisé).
3. SOYER, L., **Technique de l'autofécondation et de l'hybridation des fleurs du cotonnier**, 19 pp., 4 fig., 2 fr., 1935 (épuisé).
4. BEIRNAERT, A., **Germination des graines du palmier *Elaeis***, 39 pp., 7 fig., 8 fr., 1936 (épuisé).
5. WAELKENS, M., **Travaux de sélection du coton**, 107 pp., 23 fig., 50 fr., 1936.
6. FERRAND, M., **La multiplication de l'*Hevea brasiliensis* au Congo belge**, 34 pp., 11 fig., 12 fr., 1936 (épuisé).
7. REYPPENS, J.-L., **La production de la banane au Cameroun**, 22 pp., 20 fig., 8 fr., 1936 (épuisé).
8. PITTERY, R., **Quelques données sur l'expérimentation cotonnière. — Influence de la date des semis sur le rendement. — Essais comparatifs**, 61 pp., 47 tabl., 23 fig., 40 fr., 1936.
9. WAELKENS, M., **La purification du Triumph Big Boll dans l'Uele**, 44 pp., 22 fig., 30 fr., 1936.
10. WAELKENS, M., **La campagne cotonnière 1935-1936**, 46 pp., 9 fig., 25 fr., 1936.
11. WILBAUX, R., **Quelques données sur l'épuration de l'huile de palme**, 16 pp., 6 fig., 5 fr., 1937 (épuisé).
12. STOFFELS, E., **La taille du caféier *arabica* au Kivu**, 34 pp., 22 fig., 8 photos et 9 planches, 15 fr., 1937 (épuisé).
13. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du café par voie humide**, 50 pp., 3 fig., 12 fr., 1937 (épuisé).
14. SOYER, L., **Une méthode d'appréciation du coton-graines**, 30 pp., 7 fig., 9 tabl., 8 fr., 1937 (épuisé).

- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1938** (1<sup>re</sup> partie), 272 pp., 36 fig., 1 carte hors texte, 60 fr., 1939.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1938**, (2<sup>e</sup> partie), 216 pp., 50 fr., 1939.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1939**, 301 pp., 2 fig., 1 carte hors texte, 50 fr., 1941.
- \*\*\* **Rapport pour les Exercices 1940 et 1941**, 152 pp., 50 fr., 1943 (imprimé en Afrique) (épuisé).
- \*\*\* **Rapport pour les Exercices 1942 et 1943**, 154 pp., 50 fr., 1944 (imprimé en Afrique) (épuisé).
- \*\*\* **Rapport pour les Exercices 1944 et 1945**, 191 pp., 80 fr., 1947.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1946**, 184 pp., 70 fr., 1948.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1947**, 217 pp., 80 fr., 1948.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1948**, 290 pp., 150 fr., 1949.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1949**, 306 pp., 150 fr., 1950.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1950**, 392 pp., 160 fr., 1951.
- \*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1951**, 436 pp., 160 fr., 1952.
- GOBERT, P., **Le régime pluvial au Congo belge**, 45 pp., 4 tabl., 15 planches et 2 graphiques hors texte, 40 fr., 1938.
- BELOT, R.-M., **La sériciculture au Congo belge**, 148 pp., 65 fig., 15 fr., 1938 (épuisé).
- BAEYENS, J., **Les sols de l'Afrique centrale et spécialement du Congo belge**, t. I. Le Bas-Congo, 375 pp., 9 cartes, 31 fig., 40 ph., 50 tabl., 150 fr., 1938 (épuisé).
- LEBRUN, J., **Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo**, 183 pp., 19 pl., 80 fr., 1941 (épuisé).
- TONDEUR, R., **Recherches chimiques sur les alcaloïdes de l' « Erythrophleum »**, 52 pp., 50 fr., 1950.
- \*\*\* **Communications de l'I.N.É.A.C.**, Recueil n° 1, 66 pp., 7 fig., 60 fr., 1943 (imprimé en Afrique).
- \*\*\* **Communications de l'I.N.É.A.C.**, Recueil n° 2, 144 pp., 60 fr., 1945 (imprimé en Afrique).
- \*\*\* **Comptes rendus de la Semaine agricole de Yangambi** (du 26 février au 5 mars 1947), 2 vol. illustr., 952 pp., 500 fr., 1947.

## FICHES BIBLIOGRAPHIQUES

Les fiches bibliographiques éditées par l'Institut peuvent être distribuées au public moyennant un abonnement annuel de 500 francs (pour l'étranger, port en plus). Cette documentation bibliographique est éditée bimensuellement, en fascicules d'importance variable, et comprend environ 3000 fiches chaque année. Elle résulte du recensement régulier des acquisitions des bibliothèques de l'Institut qui reçoivent la plupart des publications périodiques et des ouvrages de fond intéressant la recherche agronomique en général et plus spécialement la mise en valeur agricole des pays tropicaux et subtropicaux.

Outre les indications bibliographiques habituelles, ces fiches comportent un indice de classification (établi d'après un système empirique calqué sur l'organisation de l'Institut) et un compte rendu sommaire en quelques lignes.

Un fascicule-spécimen peut être obtenu sur demande.

## BULLETIN D'INFORMATION DE L'INÉAC

1. Publié sous la même couverture que le **Bulletin agricole du Congo belge** (s'adresser à la Rédaction de ce dernier Bulletin, au Ministère des Colonies, 7, place Royale, Bruxelles).

2. Publié séparément (s'adresser à l'INÉAC).

Vol. I, 1952 (trimestriel) : 75 fr.

Vol. II, 1953 (bimestriel) : 100 fr.

15. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du cacao**, 71 pp., 9 fig., 40 fr., 1937 (épuisé).
16. SOYER, D., **Les caractéristiques du cotonnier au Lomami. — Étude comparative de cinq variétés de cotonniers expérimentées à la Station de Gandajika**, 60 pp., 14 fig., 3 pl., 24 tabl., 40 fr., 1937.
17. RINGOET, A., **La culture du quinquina. — Possibilités au Congo belge**, 40 pp., 9 fig., 10 fr., 1938 (épuisé).
18. GILLAIN, J., **Contribution à l'étude des races bovines indigènes au Congo belge**, 33 pp., 16 fig., 20 fr., 1938.
19. OPSOMER, J.-E. et CARNEWAL, J., **Rapport sur les essais comparatifs du décorticage de riz exécutés à Yangambi en 1936 et 1937**, 39 pp., 6 fig., 12 tabl. hors texte, 25 fr., 1938.
20. LECOMTE, M., **Recherches sur le cotonnier dans les régions de savane de l'Uele**, 38 pp., 4 fig., 8 photos, 20 fr., 1938.
21. WILBAUX, R., **Recherches sur la préparation du café par voie humide**, 45 pp., 11 fig., 30 fr., 1938.
22. BANNEUX, L., **Quelques données économiques sur le coton au Congo belge**, 46 pp., 25 fr., 1938.
23. GILLAIN, J., **"East Coast Fever". — Traitement et immunisation des bovidés**, 32 pp., 14 graphiques, 20 fr., 1939.
24. STOFFELS, E.-H.-J., **Le quinquina**, 51 pp., 21 fig., 3 pl., 12 tabl., 18 fr., 1939 (épuisé).
- 25a. FERRAND, M., **Directives pour l'établissement d'une plantation d'*Hevea* greffés au Congo belge**, 48 pp., 4 pl., 13 fig., 30 fr., 1941.
- 25b. FERRAND, M., **Aanwijzingen voor het aanleggen van een geënte *Hevea* aanplanting in Belgisch Congo**, 51 pp., 4 pl., 13 fig., 30 fr., 1941.
26. BEIRNAERT, A., **La technique culturale sous l'Équateur**, xi-86 pp., 1 portrait héliogr., 4 fig., 22 fr., 1941 (épuisé).
27. LIVENS, J., **L'étude du sol et sa nécessité au Congo belge**, 53 pp., 1 fig., 16 fr., 1943 (épuisé).
- 27bis. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., **Note préliminaire concernant l'influence du dispositif de plantation sur les rendements. (Communication n° 1 sur le palmier à huile)**, 26 pp., 8 tabl., 10 fr., 1940 (épuisé).
28. RINGOET, A., **Note sur la culture du cacaoyer et son avenir au Congo belge**, 82 pp., 6 fig., 36 fr., 1944.
- 28bis. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., **Les graines livrées par la station de Yangambi (Communication n° 2 sur le palmier à huile)**, 41 pp., 15 fr., 1941 (épuisé).
29. WAELKENS, M. et LECOMTE, M., **Le choix de la variété de coton dans les Districts de l'Uele et de l'Ubangui**, 31 pp., 7 tabl., 25 fr., 1941 (épuisé).
30. BEIRNAERT, A. et VANDERWEYEN, R., **Influence de l'origine variétale sur les rendements (Communication n° 3 sur le palmier à huile)**, 26 pp., 8 tabl., 20 fr., 1941 (épuisé).
31. POSKIN, J.-H., **La taille du caféier *robusta***, 59 pp., 8 fig., 25 photos, 60 fr., 1942 (épuisé).
32. BROUWERS, M.-J.-A., **La greffe de l'*Hevea* en pépinière et au champ**, 29 pp., 8 fig., 12 photos, 30 fr., 1943 (épuisé).
33. DE POERCK, R., **Note contributive à l'amélioration des agrumes au Congo belge**, 78 pp., 60 fr., 1945 (épuisé).
34. DE MEULEMEESTER, D. et RAES, G., **Caractéristiques de certaines variétés de coton spécialement congolaises, Première partie**, 110 pp., 40 fr., 1947.



35. DE MEULEMEESTER, D. et RAES, G., **Caractéristiques de certaines variétés de coton spécialement congolaises**, Deuxième partie, 37 pp., 40 fr., 1947.
36. LECOMTE, M., **Étude des qualités et des méthodes de multiplication des nouvelles variétés cotonnières au Congo belge**, 56 pp., 4 fig., 40 fr., 1949.
37. VANDERWEYEN, R. et MICLOTTE, H., **Valeur des graines d'*Elaeis guineensis* JACQ. livrées par la station de Yangambi**, 24 pp., 15 fr., 1949.
38. FOUARGE, J., SACRE, E. et MOTTET, A., **Appropriation des bois congolais aux besoins de la Métropole**, 17 pp., 20 fr., 1950.
39. PICHEL, R.-J., **Premiers résultats en matière de sélection précoce chez l'*Hevea***, 43 pp., 10 fig., 40 fr., 1951.
40. BAPTIST, A.-G., **Matériaux pour l'étude de l'économie rurale des populations de la Cuvette forestière du Congo belge**, 63 pp., 50 fr., 1951.

#### FLORE DU CONGO BELGE ET DU RUANDA-URUNDI

##### SPERMATOPHYTES

Volume I, 456 pp., 43 pl., 12 fig., édition sur papier ordinaire : 300 fr., édition sur papier bible : 500 fr., 1948.

Volume II, 620 pp., 58 pl., 9 fig., édition sur papier ordinaire : 300 fr., édition sur papier bible : 500 fr., 1951.

Volume III, 588 pp., 40 pl., 46 fig., édition sur papier ordinaire : 300 fr., édition sur papier bible : 500 fr., 1952.

##### COLLECTION IN-4°

#### LOUIS, J. et FOUARGE, J., **Essences forestières et bois du Congo.**

Fascicule 1. Introduction (*en préparation*).

Fascicule 2. *Afrormosia elata*, 22 pp., 6 pl., 3 fig., 55 fr., 1943.

Fascicule 3. *Guarea Thompsoni*, 38 pp., 4 pl., 8 fig., 85 fr., 1944.

Fascicule 4. *Entandrophragma palustre*, 75 pp., 4 pl., 5 fig., 180 fr., 1947.

Fascicule 5. *Guarea Laurentii*, XIV + 14 pp., 1 portrait héliogr., 3 pl., 60 fr., 1948.

Fascicule 6. *Macarobium Dewevrei*, 44 pp., 5 pl., 4 fig., 90 fr., 1949.

BERNARD, E., **Le climat écologique de la Cuvette centrale congolaise**, 240 pp., 36 fig., 2 cartes, 70 tabl., 300 fr., 1945.

BULTOT, F., **Régimes normaux et cartes des précipitations dans l'Est du Congo belge (Long. : 26° à 31° Est, Lat. : 4° Nord à 5° Sud) pour la période 1930 à 1946** (Communication n° 1 du Bureau climatologique), 56 pp., 1 fig., 1 pl., 13 cartes, 300 fr., 1950.

BULTOT, F., **Carte des régions climatiques du Congo belge établie d'après les critères de Köppen** (Communication n° 2 du Bureau climatologique), 16 pp., 1 carte, 80 fr., 1950.

BULTOT, F., **Sur le caractère organisé de la pluie au Congo belge** (Communication n° 6 du Bureau climatologique), 16 pp., 8 cartes, 80 fr., 1952.

\*\*\* **Chutes de pluie au Congo belge et au Ruanda-Urundi pendant la décade 1940-1949** (Communication n° 3 du Bureau climatologique), 248 pp., 160 fr., 1951.

\*\*\* **Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Année 1950** (Communication n° 4 du Bureau climatologique), 103 pp., 100 fr., 1952.

\*\*\* **Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Année 1951** (Communication n° 5 du Bureau climatologique), 99 pp., 100 fr., 1952.

##### HORS SÉRIE

\*\*\* **Renseignements économiques sur les plantations du secteur central de Yangambi**, 24 pp., 10 fr., 1935.

\*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1936**, 143 pp., 48 fig., 30 fr., 1937.

\*\*\* **Rapport annuel pour l'Exercice 1937**, 181 pp., 26 fig., 1 carte hors texte, 40 fr., 1938.

Les sables furent subdivisés en six fractions :

2000-1000 $\mu$	500-250 $\mu$	125-75 $\mu$
1000- 500 $\mu$	250-125 $\mu$	75-20 $\mu$

Les cinq premières furent séparées par tamisage, la dernière par sédimentation.

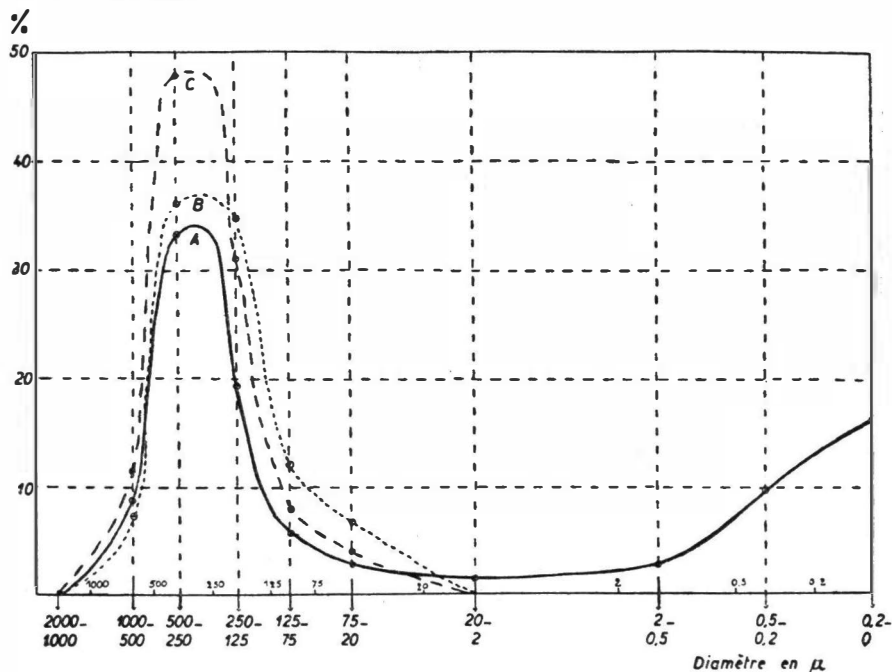


Fig. 5. — Courbe distributive des résultats de l'analyse granulométrique des sols de Yangambi.

- A. Composition moyenne du sol entier.
- B. Composition moyenne de la fraction sableuse des termitières.
- C. Composition moyenne de la fraction sableuse correspondant à la courbe A.

On a constaté que les grains de quartz, constituants pratiquement uniques de ces fractions, étaient très propres et que l'analyse granulométrique ne nécessitait pas d'opérations préparatoires violentes. Tous les résultats furent obtenus après oxydation par l'eau oxygénée et dispersion mécanique avec la soude caustique ou l'hexamétaphosphate de soude comme réactif de dispersion. Les contrôles effectués sur le matériel déferrisé, par la méthode de JEFFRIES (12) n'accusaient pas d'écarts marqués, sauf pour des échantillons pris à grande profondeur, supérieure à environ 10 m. Dans ceux-ci l'agrégation par les sesquioxides se faisait sentir jusque dans la fraction de 75 à 20  $\mu$  (pseudo-sable très fin).

LA CATENA DE YANGAMBI

Le tableau II donne la composition moyenne calculée sur 111 analyses, la déviation standard, le coefficient de variation, et le pourcentage des cas qui tombent dans l'écart ( $+\sigma -\sigma$ ).

TABLEAU II

*Valeurs granulométriques moyennes du sédiment de Yangambi*  
(2000 à 20  $\mu$ ).

Fraction (diamètre en $\mu$ )	Teneur (%)	Déviati on standard	Coefficient de variation	Pour cent ( $+\sigma -\sigma$ )
2000-1000	0,17	0,16	—	—
1000- 500	12,31	2,36	19,3	78,5
500- 250	47,86	3,57	7,5	73,0
250- 125	28,09	3,13	11,2	77,5
125- 75	7,96	1,78	22,4	77,5
75- 20	3,61	0,80	22,2	77,5

Le diamètre moyen arithmétique est de 335  $\mu$  ( $\pm\sigma=194 \mu$ ). Sur la courbe cumulative, nous pouvons établir graphiquement le diamètre médian et calculer la déviation quartile (fig. 6). Ce diamètre médian est de 290  $\mu$  et la déviation quartile géométrique n'atteint que 1,44. Or, d'après TRASK (cf. 13) une déviation quartile géométrique inférieure à 2,5 est caractéristique d'un sédiment bien trié.

La composition granulométrique moyenne fut comparée à celle d'échantillons provenant d'un puits de 18,5 m de profondeur. Les variations dans ces échantillons, pris de mètre en mètre, ne sont pas très significatives : les écarts n'excèdent pas  $2\sigma$ . Nous constatons seulement une légère augmentation des fractions les plus grossières. Pour l'échantillon le plus profond (18,5 m) le diamètre médian atteint 295  $\mu$  et la déviation 1,92. Rappelons toutefois qu'il ne s'agit pas ici d'une courbe de distribution moyenne mais d'une courbe obtenue sur un échantillon isolé. De plus, cet échantillon est le moins altéré de tous.

c) *Granulométrie de la fraction argileuse.*

En général, on constate que les teneurs en argiles sont les plus élevées sur les sommets et diminuent vers le bas des pentes, indépendamment de la composition granulométrique de la fraction sableuse, qui est pratiquement constante.

Les teneurs en argile des sols étudiés varient de 2 à 35 %, comme nous l'avons mentionné ci-dessus.

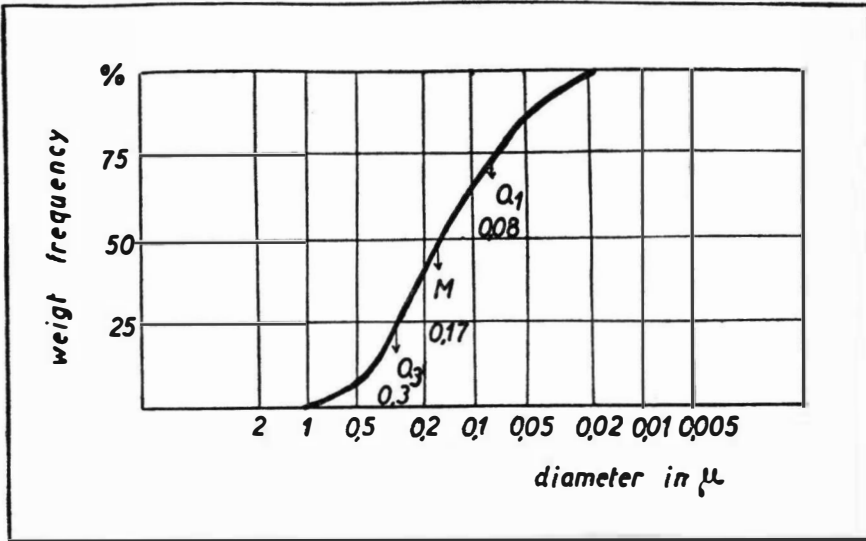


Fig. 6. — Quelques valeurs sur une courbe cumulative, d'après KRUMBEIN-PETTJOHN.

- M : « Median diameter » (frequency 50 %);
- $Q_1$  : first quartile (frequency 75 % smaller diameter);
- $Q_3$  : third quartile (frequency 25 % larger diameter);
- $QD_g = \sqrt{Q_3/Q_1}$  = geometric quartile deviation.

La détermination exacte de la granulométrie de la fraction inférieure à  $20 \mu$  nécessite une déferrisation complète, car il existe une agrégation assez importante dans la fraction argileuse, suite à des précipitations de sesquioxydes. La déferrisation accentue en général la « lacune granulométrique » et on constate que la fraction fine ne commence qu'à partir de particules d'un diamètre inférieur à  $0,5 \mu$ . Les chiffres suivants traduisent la composition moyenne approximative de la fraction argileuse non déferrisée du type Y 1 :

2- $0,5 \mu$  : 9 %       $0,5-0,2 \mu$  : 34 %       $0,2-0,0 \mu$  : 57 %

Après déferrisation la fraction la plus fine peut atteindre 70 % et plus de la fraction argileuse totale.

## 2. Interprétation de la composition granulométrique et des variations locales.

### a) Composition granulométrique et origine éolienne.

Se basant sur des arguments géographiques et géologiques, VAN STRAELEN et DE HEINZELIN ont attribué une origine éolienne au sédiment de Yangambi.

Les sédiments éoliens sont généralement très bien triés et très peu stratifiés. Les grains minéraux sont souvent arrondis mais moins parfaitement que dans des sédiments transportés par l'eau. Ces conditions se trouvent en partie réalisées dans les sédiments non alluvionnaires des environs de Yangambi.

Toutefois, la courbe de distribution de la fraction sableuse, par son allure quasi symétrique (déviations quartiles = 1,44) ne constitue pas en elle-même un argument décisif. La fraction sableuse du sol en place, composée presque uniquement de quartz, et donc très peu altérable, ne représente que 65 à 80 % du matériel. De plus, la « lacune granulométrique » dans la courbe, entre 50 et 0,5  $\mu$  mérite toute notre attention. Le sédiment se trouve ainsi constitué d'une fraction sableuse, 2000-50  $\mu$  et d'une fraction argileuse inférieure à 0,5  $\mu$ .

Il est difficile d'admettre que ces deux fractions se soient déposées simultanément sous forme d'éléments texturaux séparés, par voie éolienne. Aucune trace de stratifications marquées, surtout dans les couches profondes non remaniées par la végétation, ne renforce cette hypothèse. A notre avis, il semble logique de considérer la majeure partie des constituants de diamètre inférieur à 20  $\mu$  comme des produits de néoformation : en effet l'élément principal de cette fraction fine est le minéral argileux kaolinite, qui se forme généralement sur place à partir de produits d'altération.

Les analyses minéralogiques montrent que seuls les minéraux pratiquement inaltérables ont subsisté : le quartz, l'ilménite, la magnétite, le zircon, le rutile, la tourmaline et le disthène. Des minéraux plus altérables, on ne trouve que quelques rares feldspaths potassiques et muscovites, dans des proportions négligeables pour la fraction de diamètre supérieur à 50  $\mu$  (les deux minéraux altérables ne totalisent que 1 ‰). Rappelons que la fraction 2000-50  $\mu$  constitue, en général, les deux tiers du matériel. Le fait fut contrôlé jusqu'à une profondeur de 18,5 m.

La fraction 75 à 20  $\mu$  est légèrement plus riche en minéraux altérables, quoique leur teneur demeure minime (traces). Cette richesse augmente cependant faiblement avec la profondeur du profil, mais ne devient significative qu'à partir de 9 m de profondeur. Nous avons trouvé à cette profondeur 7 ‰ de muscovite et orthose; la teneur atteint 19 ‰ à 18,5 m.

La teneur en argile de néoformation et la pauvreté en minéraux altérables montrent que le sédiment, quoique géologiquement récent, a déjà atteint un stade d'altération très avancé. La faible teneur en éléments dissous des eaux de source, qui ont percolé à travers ce sédiment, confirme ces faits (Communication verbale de M. H. LAUDELOUT).

L'hypothèse de la formation *in situ* de la kaolinite aux dépens des minéraux altérables de la fraction sableuse, trouve un troisième argument dans des considérations basées sur des courbes de probabilité.

PÉDOLOGIE

Un sédiment qui a été déposé à vitesse constante, dans un milieu à caractéristiques uniformes, doit présenter une courbe de distribution normale. Il est cependant difficile de déceler graphiquement les petits écarts à la distribution normale parfaite en utilisant la courbe classique de GAUSS. Pour analyser la courbe de distribution, DOEGLAS et BREZE-SINSKA-SMITHUYZEN (10) rapportent les fréquences cumulées de chaque fraction en ordonnées sur une échelle divisée de 1 à 100 % d'après les valeurs de l'intégrale de la courbe de distribution idéale de GAUSS. Les diamètres figurent en abscisses sur une échelle arithmétique. Sur un tel graphique, une courbe parfaite de distribution de GAUSS se traduit par une ligne droite. Le choix des limites inférieure et supérieure de la fraction granulométrique la plus importante permet de représenter exactement la distribution. Celle-ci étant connue, on peut en déduire la teneur des différentes fractions pour une courbe de distribution réellement parfaite (fig. 7). Le tableau III rassemble ces données pour le sédiment de Yangambi.

TABLEAU III

*Composition réelle et théorique de la fraction sableuse 2000-20  $\mu$ .*

Fraction (diamètre en $\mu$ )	Composition réelle %		Composition théorique %		Différence %
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>
2000-1000	0,17	0,2	0,2	0,2	—
1000- 500	12,31	12,5	12,5	13,2	—0,7
500- 250	47,86	60,4	60,4	64,0	—3,6
250- 125	28,09	88,4	84,0	89,0	—0,6
125- 75	7,96	96,4	90,0	95,4	+1,0
75- 20	3,61	100,0	94,5	100,0	—

*a* = Intervalle granulométrique. — *b* = Fréquences pour chaque fraction. — *c* = Fréquences cumulées de la composition réelle. — *d* = Fréquences cumulées de la composition théorique, lues sur le graphique. — *e* = fréquences cumulées de la composition théorique, corrigées pour une somme totale de 100 %. — *f* = Différences entre composition réelle et théorique donnée par *c-e*.

La fraction de 1000-500  $\mu$  présente donc une teneur réelle qui est inférieure de 0,7 % à la teneur théorique; de même, les fractions de 500-250  $\mu$  et de 250-125  $\mu$  ont une teneur qui est trop basse, respectivement de 3,6 et 0,6 %.

Ces écarts se justifient si les minéraux altérables, présents lors du dépôt du sédiment, ont disparu par altération. Cette disparition est totale dans les fractions 1000-500  $\mu$  et 500-250  $\mu$ , où l'altération physique a d'abord permis aux grains de passer dans une fraction granulomé-

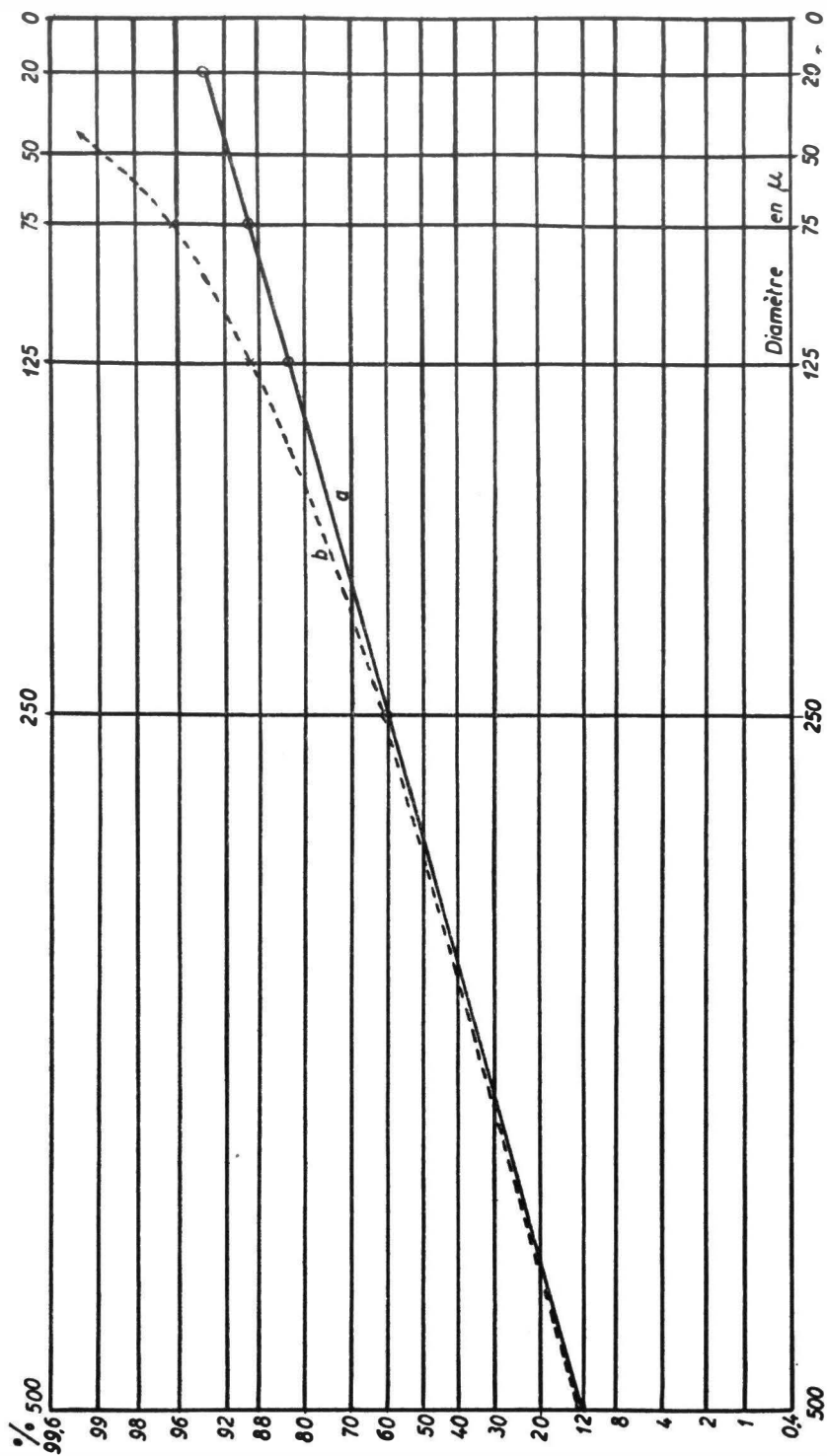


Fig. 7 — Courbe de distribution (sur réseau de probabilité) du sable de Yangambi.  
*a* : distribution idéale. — *b* : distribution réelle.

trique inférieure. Ce fait explique pourquoi la différence entre la teneur théorique et la teneur réelle est fortement atténuée pour la fraction de 250-125  $\mu$  (différence de  $-0,6\%$ ), alors qu'il y a déjà un excès dans la fraction 125-75  $\mu$  (différence de  $+1,0\%$ ). Il faut encore tenir compte à ce propos, de la teneur en minéraux opaques et lourds qui n'est certainement pas négligeable : elle atteint 26 ‰ à la profondeur de 6,5 m dans la fraction 74-20  $\mu$ , alors qu'elle est égale ou supérieure à 55 ‰ à partir de 10 m de profondeur (1).

Il est donc vraisemblable que les minéraux qui, par leur altération, ont donné lieu à la fraction argileuse de ces sols, ont présenté des diamètres de sédimentation du même ordre de grandeur que ceux de la fraction quartzuse.

En admettant cette hypothèse, on peut conclure que le sédiment de Yangambi a un caractère typiquement éolien et que sa courbe de distribution est pratiquement parfaite. Ces faits illustrent la rapidité de l'altération chimique sous un climat chaud et humide et prouvent que la muscovite ne peut pas être considérée comme un minéral stable dans une association minéralogique (comme le disthène et la tourmaline) contrairement à l'opinion de MILNER (17).

#### b) *Uniformité de la fraction sableuse et le colluvionnement.*

Nous avons souligné la grande uniformité des sables de Yangambi. Ces sables proviennent d'horizons très différents, tant par leur situation dans le profil que par leur teneur en argile et par la situation topographique du profil.

En général, les teneurs en argile sont les plus élevées sur les sommets et diminuent vers le bas des pentes, indépendamment de la composition granulométrique des fractions sableuses, qui demeurent quasi constantes.

L'aspect du paysage, ondulé mais coupé localement par des jeunes vallées en V, suggère l'existence de phénomènes de colluvionnement bien marqués, qui sont apparemment infirmés par la composition constante des fractions sableuses. En effet, un phénomène de colluvionnement de pente se conçoit difficilement sans triage simultané des éléments sableux.

Afin de répondre à cette question nous avons analysé quelques échantillons, recueillis dans un caniveau de route, où il ne peut s'agir que de matériel colluvionné. Dans le tableau IV nous comparons la composition moyenne des sables du sédiment de Yangambi à celle d'un

(1) Suivant les travaux récents de J. FRIPIAT et M.-C. GASTUCHE (Étude physico-chimique des surfaces des argiles, Publicat. INÉAC, série scientifique, n° 54, 1952), qui étayent notre hypothèse, la microscopie électronique des argiles de Yangambi a révélé des cristaux de kaolinite de forme quasi parfaite. (Voir photos face p. 32.)



LA CATENA DE YANGAMBI

échantillon colluvionné, après dispersion des argiles (8,9 %), et à celle du même échantillon, sans ce traitement préalable.

On notera que le maximum de la courbe de distribution se déplace vers des diamètres plus élevés dans l'échantillon colluvionné. La fraction 2, fraction la plus grossière dont les variations sont significatives, semble particulièrement sensible au triage.

TABLEAU IV

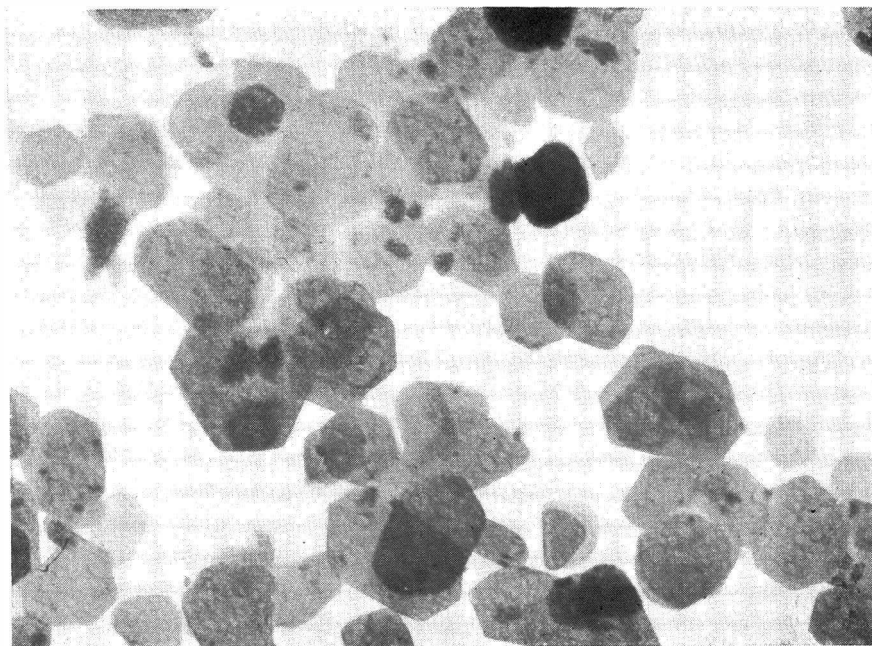
*Composition d'un sable colluvionné comparée à la composition moyenne du sable de Yangambi.*

Diamètre en $\mu$	Numéro de la fraction	Valeur moyenne du sédiment de Yangambi (en %)	Sable colluvionné (après dispersion) (en %)	Matériel colluvionné (sans préparation) (en %)
2000-1000	1	0,2	0,1	1,2
1000- 500	2	12,3	20,1	24,1
500- 250	3	47,9	57,1	54,3
250- 125	4	28,1	19,6	17,5
125- 75	5	7,9	2,9	2,8
75- 20	6	3,6	0,1	0,1

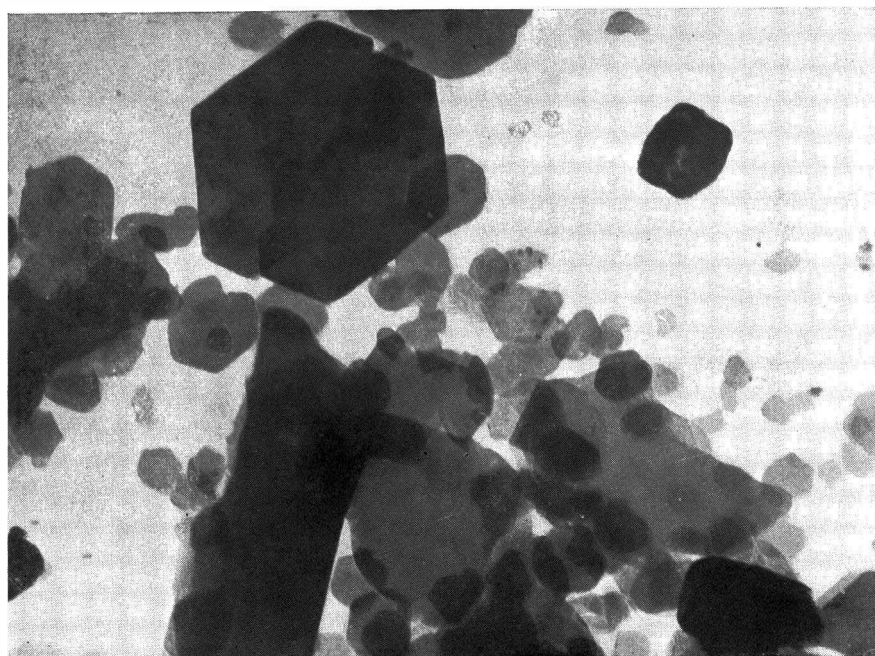
Le tamisage du matériel non dispersé donne des valeurs encore plus grandes. Une agrégation par l'argile à l'état floculé (8,9 %) forme des agrégats très stables. Le colluvionnement dans ce caniveau de route en pente est un cas de ruissellement intense sur sol découvert. Il s'agit évidemment d'un cas extrême dans les conditions actuelles de climat et de végétation. Ce phénomène relativement violent a pu causer un triage des sables; même dans ce cas, un effet d'agrégation assez prononcé subsiste.

On peut conclure que dans l'étude des phénomènes de colluvionnement, sur des sols tropicaux fortement agrégés, il est erroné de considérer les grains élémentaires comme parfaitement indépendants et soumis au triage d'après les lois de la sédimentation. Si un ruissellement normal ne parvient à détruire que partiellement les agrégats stables, liés par des argiles à l'état floculé, à fortiori faut-il admettre ce comportement pour le ruissellement diffus.

Conformément à nos observations, DISEKER et YODER [cités par BAVER (2)] ont constaté que dans le cas du « Cecil clay » le phénomène d'érosion transporte plutôt des agrégats que des éléments texturaux. Ces agrégats ont souvent un diamètre supérieur à celui des fractions sableuses les plus grossières. Un phénomène analogue a été observé par l'un d'entre nous sur des profils provenant d'un axe perpendiculaire



Kaolinite de Yangambi. Échantillon naturel ( $\times 81.000$ ).



Kaolinite de Yangambi complètement déferrifiée ( $\times 52.000$ ).

*Photos J.-J. Fripiat.*



## PÉDOLOGIE

à la rivière Kwilu au Kasai. Malgré une dénivellation de 125 m, aucune différence granulométrique n'a été constatée entre le sol éluvionnaire du plateau et le sol colluvionné le plus bas.

La composition constante des fractions sableuses s'explique si nous admettons que l'érosion qui a modelé le paysage actuel peut transporter des agrégats stables de diamètre supérieur à celui de la fraction sableuse la plus grossière. Le déplacement sélectif des argiles rend alors compte des différences en teneur de cet élément en fonction de la pente.

Trois types de colluvionnement peuvent se présenter suivant l'intensité du phénomène :

1<sup>o</sup> Seule l'argile est transportée, par ruissellement ou par migration latérale. La fraction sableuse reste immobile, cimentée en agrégats stables. L'argile doit être à l'état peptisé pour être mobile (voir plus loin).

2<sup>o</sup> Quand le phénomène d'érosion est plus accentué, ainsi qu'il a pu l'être à des époques antérieures (périodes pluviales), le diamètre du matériel transporté est plus élevé et peut excéder celui des éléments texturaux les plus grossiers. Les éléments transportés sont des agrégats stables.

3<sup>o</sup> Sur des pentes très abruptes, le phénomène de l'érosion, encore plus intense, a pu provoquer une désagrégation et de ce fait un retriage textural.

En guise d'exemple, nous citerons les résultats relatifs au profil 40, prélevé au fond d'une dépression dont les pentes sont assez abruptes (tableau V).

Nous y renseignons l'écart compris entre le taux de la fraction 2 (1000-500  $\mu$ ) et le pourcentage moyen de cette fraction (12,3  $\pm$  2,36) ainsi que les teneurs en éléments de diamètre inférieur à 20  $\mu$ .

### TABLEAU V

*Variations de la teneur en fraction 2 et de la teneur en éléments inférieurs à 20  $\mu$  dans un profil colluvionné.*

Profondeur (cm)	Variations de la fraction 2 par rapport à la valeur moyenne	Éléments inférieurs à 20 $\mu$ (%)
10	0	14,8
20	0	10,4
30	0	12,0
40	+0,6	15,8
75	+2,3	14,5
100	+2,5	17,1
150	+3,6	15,1

Les variations de la teneur en fraction 2 indiquent que le phénomène d'érosion qui a déposé les couches profondes du profil fut plus violent que celui qui a apporté la couche superficielle de 30 cm. L'érosion y a atteint l'intensité 3.

La teneur en éléments de diamètre inférieur à  $20 \mu$  est anormalement élevée dans la couche superficielle qui reçoit, actuellement encore, un apport de matériel fin à la suite d'une érosion d'intensité 1.

Les couches intermédiaires furent apportées par des érosions d'intensité intermédiaire : nous ne constatons ni accumulation d'argiles, ni composition granulométrique anormale.

c) *Répartition des éléments d'un diamètre inférieur à  $20 \mu$ .*

Dans un profil normal non alluvionnaire de Yangambi, les éléments fins sont généralement répartis comme suit :

Entre 0 et 1 m, on constate des variations parfois fort importantes ; plus bas, la teneur tend vers une valeur constante.

Les variations dans le mètre supérieur diffèrent suivant que le profil est soumis à une éluviation ou à une illuviation, ou se trouve peu affecté par ces phénomènes.

Le profil normal présente en surface des teneurs relativement faibles ; ensuite on constate une zone d'accumulation dont la valeur maximum se situe entre 20 et 70 cm et dont la puissance est variable.

Le profil alluvionnaire normal accuse une plus forte teneur en argile dans les couches superficielles.

Dans les profils éluvionnaires, l'appauvrissement en argile se marque surtout en surface, mais aussi dans les couches plus profondes à la suite de migrations latérales de l'argile.

L'apport ou l'enlèvement anormal d'éléments fins dans les deux derniers types de profils peut masquer la zone d'accumulation typique pour le profil normal.

Le profil 40 représente un profil illuvionnaire typique (tableau IV). La figure 10 montre l'allure de la courbe de distribution pour ce profil, dans le cas normal et pour un profil fortement éluvionné.

Ces fortes variations dans la couche supérieure s'expliquent par l'influence du facteur biologique sur les colloïdes des couches supérieures. Le pH qui y règne et les concentrations d'électrolytes nécessaires à la floculation indiquent que le principal facteur de stabilité est l'hydratation. Celle-ci résulte de l'adsorption de corps organiques lyophiles élaborés dans la rhizosphère, aux surfaces colloïdales (9). A l'état hydraté (peptisé), ces colloïdes minéraux jouissent d'une certaine mobilité. Suivant les mouvements de l'eau du sol, ils peuvent migrer soit verticalement, soit latéralement. La nature organique même du facteur stabilisant implique déjà sa labilité : le taux de peptisation

## PÉDOLOGIE

dans chaque couche du profil correspond à un équilibre dynamique qui existe entre la quantité de stabilisant formée et la quantité détruite à chaque instant. Dans les couches supérieures du profil, la production synthétique surpasse la destruction; ce sera une zone de stabilisation intense. Dans les couches plus profondes, la destruction l'emporte sur la production : les argiles qui ont pu migrer dans cette zone y perdent leur mobilité et floculent. Dans un stade d'intensité extrême ce phénomène conduira à des zones d'induration par argile (« clay hardpans », socles). A Yangambi, sous une végétation forestière normale, on ne constate pas ces stades extrêmes : le brassage par les racines est suffisamment important pour éviter l'induration. Celle-ci se produit toutefois après des périodes de culture prolongée.

Pour les sols de Yangambi, toute la fraction inférieure à 20  $\mu$  a, par suite de la teneur négligeable en limon véritable, été rattachée à une même catégorie. Le limon de ces sols peut être considéré comme le résultat d'une agrégation très stable de particules très fines où le liant est en partie de nature organique et en partie alumino-ferrugineux.

La teneur du sol en pseudo-limon atteint tout au plus 4 % sous sol forestier. Sa répartition dans le profil normal est la suivante : moins de 1 % en surface, augmentant graduellement en passant par un maximum, entre 20 et 70 cm, pour atteindre des valeurs plus ou moins constantes à des profondeurs plus grandes. Dans des profils très profonds, on

### TABLEAU VI

*Répartition du pseudo-limon dans trois profils de teneur en argile différente.*

PROFIL 17			PROFIL 24			PROFIL 37		
Profondeur (cm)	Limon (%)	Argile (%)	Profondeur (cm)	Limon (%)	Argile (%)	Profondeur (cm)	Limon (%)	Argile (%)
10	1,6	7,4	10	0,6	12,6	10	2,0	25,2
20	1,5	12,1	20	1,6	15,0	20	2,1	24,5
30	3,0	9,2	30	1,9	18,6	30	3,8	27,0
40	2,9	11,5	40	2,4	23,6	50	3,9	27,9
50	2,8	11,7	50	2,1	23,5	75	3,0	29,6
60	2,5	12,9	60	2,2	22,0	100	2,2	34,1
80	2,5	14,6	80	1,6	23,0	125	1,4	31,9
100	2,2	15,0	100	1,6	21,8	—	—	—
125	1,6	15,8	125	1,3	23,7	—	—	—
150	1,5	15,8	150	1,3	24,6	—	—	—

LA CATENA DE YANGAMBI

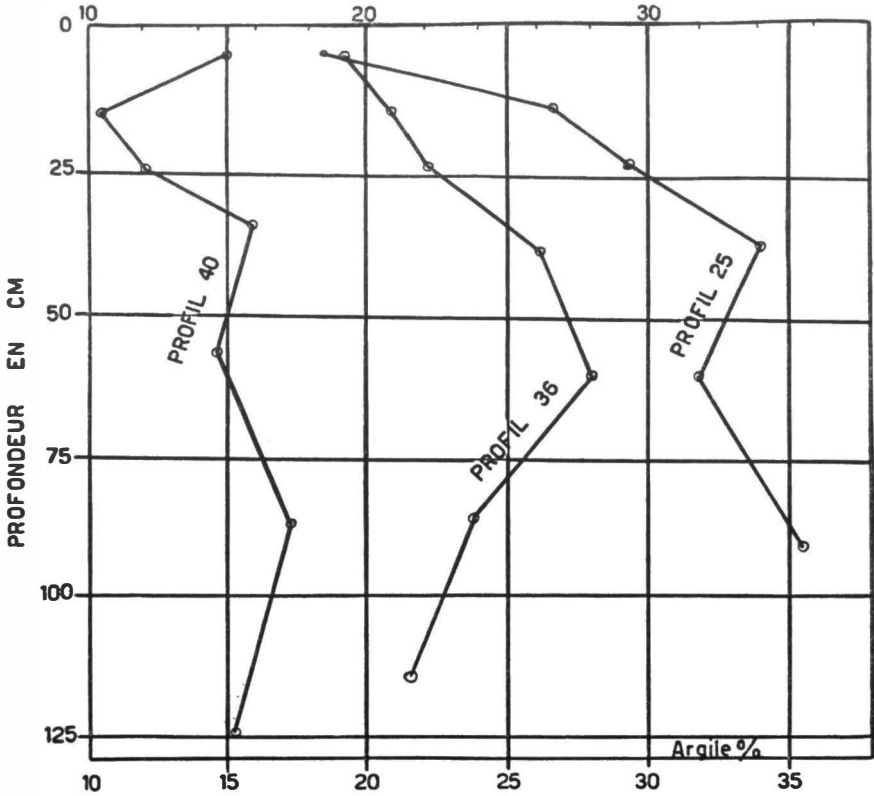


Fig. 8. — Répartition de l'argile en fonction de la profondeur pour trois types de profils différents :

- Profil 36 : à développement normal.
- Profil 25 : à éluviation.
- Profil 40 : à illuviation.

trouve à partir de 4 à 5 m une forte augmentation de la teneur en pseudo-limon; le liant y est uniquement de nature aluminoferrugineuse.

On notera que la teneur en pseudo-limon dans un horizon semble moins dépendante de sa teneur totale en argile que de sa profondeur. La teneur en limon résulte donc davantage d'une différenciation dans le profil. La nature partiellement organique du liant, marquée surtout dans les sols des environs de Yambeli, suggère une action biologique. Les modifications brusques du couvert végétal pourraient induire des variations rapides.

L'agrégation décrite ci-dessus ne se limite pas à la fraction de 20 à 2  $\mu$ , mais se fait sentir dans toute la fraction fine, ainsi qu'il ressort de quelques données obtenues par centrifugation des sous-fractions d'argile.

## PÉDOLOGIE

Ces modifications de l'agrégation dans la fraction inférieure à 20  $\mu$  représentent les principales variations structurales des sols de Yangambi.

Le tableau VI donne les teneurs en agrégats fins en fonction de la profondeur pour trois profils de teneur en argile différente.

Nous avons choisi à dessein des profils où les variations de la teneur en argile en fonction de la profondeur paraissent anormales (cf. fig. 8).

### B. CARACTÉRISATION CHIMIQUE ET PHYSICO-CHIMIQUE

#### 1. Variations des teneurs en fer libre.

En général, plus de 90 % du fer libre total des sols envisagés sont localisés dans les fractions de diamètre inférieur à 20  $\mu$ . Aussi préférons-nous exprimer la teneur en fer libre par rapport à la teneur en éléments fins. Le teneur en fer libre ( $Fe_L$ ) fut déterminée séparément sur la fraction limoneuse (20-2  $\mu$ ) et argileuse (moins de 2  $\mu$ ); l'extraction a été effectuée suivant la méthode de JEFFRIES (12).

Les résultats obtenus peuvent se résumer comme suit :

a) Dans un profil normal, le rapport «  $Fe_L$ /Argile » reste relativement constant, quoique dans les couches supérieures (0-10 cm) on remarque fréquemment une légère diminution. Pour la fraction limoneuse, les variations sont un peu plus marquées : les rapports sont, en général, égaux ou légèrement inférieurs à ceux trouvés dans les argiles. Le tableau VII en donne quelques exemples pour des profils dans lesquels

TABLEAU VII

*Teneurs en fer libre sur limon et argile en fonction de la profondeur.*

PROFIL 36			PROFIL 18			PROFIL 26		
Profon- deur (cm)	$Fe_L$ / limon	$Fe_L$ / argile	Profon- deur (cm)	$Fe_L$ / limon	$Fe_L$ / argile	Profon- deur (cm)	$Fe_L$ / limon	$Fe_L$ / argile
10	7,0	9,9	5	3,1	5,7	10	2,2	2,1
20	7,9	10,8	16	2,8	6,1	20	7,0	2,8
30	10,1	10,5	41	6,2	6,3	30	4,5	3,0
50	10,1	10,9	69	6,3	7,0	50	3,6	3,1
75	10,8	11,2	98	6,1	6,9	75	3,3	3,5
100	10,6	10,0	125	7,3	6,2	100	—	3,9
130	11,1	12,2	—	—	—	125	—	3,7



les rapports de  $Fe_L$  sur éléments fins sont nettement différents et varient en moyenne du simple (profil 26) au triple (profil 36).

Le fer libre est essentiellement un fer de recouvrement. La teneur d'une fraction donnée doit donc être fonction de sa surface spécifique moyenne. Les très faibles différences entre les teneurs sur limon et sur argile nous montrent qu'il s'agit principalement ici de pseudo-limon, composé de particules de diamètre inférieur, recouvertes de fer libre et cimentées en agrégats de diamètre supérieur. Cette observation confirme l'hypothèse suivant laquelle la teneur en limon de nos sols résulte davantage de phénomènes qui ont eu lieu dans le sol organisé que de la composition initiale du sédiment.

b) Afin de contrôler les variations du rapport «  $Fe_L$ /Argile » en profondeur, nous avons calculé cette valeur sur les échantillons provenant d'un puits de 18,5 m. Les résultats obtenus peuvent se résumer comme suit :

de 2,5 à 18,5 m de profondeur, le taux «  $Fe_L$ /Argile » oscille entre 9 et 11 %, le taux  $Fe_L$ /Limon entre 9 et 12 %.

La couleur des argiles et des limons vire, de façon continue avec la profondeur, de l'ocre jaune au rouge (7,5 YR 6/4 - 2,5 YR 6/4).

Il s'agit donc plutôt d'une variation qualitative en fonction de la profondeur que d'une variation quantitative, qu'un dosage de  $Fe_L$  total ne parvient pas à mettre en évidence.

Ces taux, déterminés sur des échantillons plus superficiels du même horizon n'ont guère varié.

Les arguments d'ordre topographique indiquent que ce profil, situé sur un endroit élevé, s'est développé sur le sédiment éolien original. Les teneurs en fer libres ont les plus élevées qui aient été observées à Yangambi. On retrouve des valeurs de 9 à 11 % dans les endroits les plus élevés (type Y 1).

c) Le taux de «  $Fe_L$ /Argile » diminue, dans tous les cas, vers le bas des pentes; il peut descendre jusqu'à 1 %. Les teneurs les plus basses se trouvent dans les fonds de vallées sableuses, souvent marécageuses pendant une partie de l'année.

Cette variation systématique du taux «  $Fe_L$ /Éléments fins » en fonction de la situation topographique peut être interprétée de la façon suivante :

Le puits de 18,5 m pénètre dans le sédiment original, altéré fortement mais non modifié ou retrié par des phénomènes d'érosion plus récents. Le rapport «  $Fe_L$ /Argile » reste assez constant sur toute la profondeur du profil. A partir d'une profondeur de 10 m, où l'influence actuelle du couvert végétal devient négligeable, la couleur des argiles vire franchement au rouge. Le fer libre de ces couches profondes dérive lui aussi de minéraux ferrugineux altérables. La précipitation des oxydes libres

et leur adsorption aux surfaces des éléments fins est un phénomène purement minéral, où le facteur biologique n'est certes pas intervenu et qui de plus s'est effectué dans un milieu moins acide que ne le sont les sols superficiels actuels. Ces valeurs de pH plus élevées étaient dues :

1° à l'absence de toute influence végétale;

2° à l'altération qui libérait continuellement des constituants basiques.

Cette augmentation du pH subsiste encore dans les couches profondes et peut être attribuée aux mêmes causes, quoique la réserve en éléments altérables soit devenue très faible. Les pH sont voisins de 5, alors que dans les couches supérieures le pH moyen est de l'ordre de 4.

Cette forme rouge du fer libre précipité sans intervention biologique représente donc la forme initiale de cet élément dans le matériel de départ de nos sols.

L'un d'entre nous (8) a déjà souligné que, sous l'influence du facteur biologique, il existe un cycle du fer libre dans le profil pédologique. Les termes principaux sont :

1. Oxydes peu hydratés, rouges, recouvrant des surfaces minérales du sol ou présents sous forme de concrétions;

2. Élaboration de complexes mobiles du fer par complexation organique;

3. Transport et adsorption des complexes organo-minéraux formés;

4. Reprécipitation des oxydes hydratés par destruction du radical complexant;

5. Déshydratation et recristallisation des oxydes.

Ce cycle est le plus actif dans les couches supérieures de 0 à 20 cm. La quantité de fer mobile peut y atteindre l'ordre de grandeur de quelques unités pour mille. La plus grande partie du fer libre reste donc au stade d'oxydes bien hydratés, correspondant au terme 4 du schéma précédent. Cette hydratation explique la différence de teinte des argiles des couches supérieures comparées à celle du sous-sol : la différence qualitative est une différence de degré d'hydratation.

Les complexes mobiles du fer se trouvent surtout concentrés en surface. Leur mobilité dans les eaux de ruissellement est plus grande encore que celle des argiles peptisées les plus fines. De cette façon, leur migration vers le bas des pentes et leur évacuation par les cours d'eau sont plus rapides que celles des argiles.

Les sols de pente, formés aux dépens du matériel éolien déplacé par érosion diffuse et provenant du décapage des sommets, auront donc nécessairement des teneurs en fer plus faibles que les sols formés

aux dépens de matériel altéré en place. Plus grande sera la distance qui les sépare du matériel original, plus faible sera le taux « Fer libre /Éléments fins ».

**2. Capacité de sorption ou valeur T.**

Une cinquantaine de déterminations de la valeur T furent effectuées sur des échantillons dont la matière organique fut détruite par l'eau oxygénée et dont la teneur en argile fut également déterminée.

Les déterminations furent opérées après percolation à pH 6 par l'acétate de calcium et déplacement du calcium adsorbé par le chlorure d'ammonium.

On a pu calculer, de cette façon, une valeur T moyenne pour la fraction argileuse de ces sols : elle atteint 16,6 mval/100 g.

Les échantillons étudiés furent choisis sans tenir compte des divers types pédologiques. Il s'ensuit que la corrélation entre les teneurs en argile et la valeur T n'est que de + 0,6.

Ces données furent confirmées pour les différents types de sols. Il existe une certaine corrélation entre le taux en fer libre des argiles et les valeurs T. Plus élevé est ce taux, plus basse sera la valeur T. Toutefois, comme il ressort des données suivantes, cette corrélation n'est pas aussi simple. Il est évident que les valeurs les plus hautes se rencontrent dans les argiles colluvionnées. Le tableau VIII donne quelques chiffres à ce sujet.

Ces chiffres ne tiennent pas compte de la capacité de sorption propre à la matière organique. Nous croyons d'ailleurs que cette grandeur ne revêt qu'une faible signification quand il s'agit de caractériser des différents types de sols formés sous climats chauds et humides. La teneur en matières organiques est en effet trop dépendante des conditions du milieu et par conséquent de la couverture végétale du

TABLEAU VIII

*Valeur T moyenne obtenue sur divers types de sol à Yangambi.*

Type	Fe <sub>L</sub> /Argile (%)	Valeur T pour l'Argile (mval)
Sols des sommets, formés sur sédiment en place . . . . .	9-12	13,4
Sols des pentes, formés sur matériel déplacé . . . . .	5-9	15,8
Sols colluvionnés des vallées hautes	9	18,8
Sols colluvionnés des vallées basses	1-5	30,4

## PÉDOLOGIE

sol (14). Il en sera de même de la valeur T sur sol total. On a pu constater à Yangambi, après application d'une fumure minérale sur palmier, que la valeur T du sol global avait augmenté de 50 % en deux ans. Tout phénomène qui peut être attribué à la matière organique dans nos sols est donc à considérer comme une variable agrolologique, plutôt que comme une propriété pédologique.

## CHAPITRE III

### **La caractérisation minéralogique de la catena de Yangambi.**

#### A. MINÉRALOGIE DE LA FRACTION SABLEUSE

Quelques considérations minéralogiques ont été développées dans les pages précédentes en vue de confirmer l'hypothèse de l'origine éolienne des sables de Yangambi.

Les indications suivantes permettront de préciser la réserve minérale et les variations dans l'association minéralogique des différents types pédologiques. Rappelons que nous entendons par fraction lourde l'ensemble des minéraux de densité supérieure à 2,69 (et non à 2,90 comme en pétrologie sédimentaire). Le nombre de grains déterminés au microscope atteint ou dépasse généralement un total de 1000.

#### **1. Sols des plateaux (Y 1).**

Comme profil représentatif nous avons examiné le puits profond de 18 m de la plantation de Yangambi (Ybi). On a étudié la fraction de 250 à 74  $\mu$ , pour laquelle une séparation a été effectuée à la densité 2,69 aussi bien pour l'échantillon de surface que pour l'échantillon le plus profond (18 m). Les résultats sont consignés dans le tableau IX.

La fraction relativement grossière (grains d'un diamètre supérieur à 75  $\mu$ ) doit être la plus pauvre en minéraux altérables. La réserve y est d'ailleurs nulle. Notons toutefois que la teneur en minéraux lourds transparents est encore de 34 grains sur 100, alors que ce rapport descend en surface à 15 ‰. A titre de comparaison nous donnons les résultats pour un autre sol des plateaux, l'horizon B d'un podsol humique de Lilanda et — pour souligner la pauvreté de la réserve minérale des sols éluviaux — la composition d'un sol alluvionnaire provenant de l'île de Bosa.

MINÉRALOGIE

Comme on peut déduire que la réserve minérale des sols des plateaux, si elle existe, se trouvera dans la fraction la plus fine, nous avons examiné la fraction 74-20  $\mu$ .

La fraction lourde ne contenant pas de minéraux altérables, aucune séparation au bromoforme ne fut effectuée.

Conformément à nos prévisions, la réserve minérale dans cette fraction fine n'est plus négligeable et son importance augmente avec la profondeur. Nous avons déjà interprété ces différences comme la

TABLEAU IX  
*Composition minéralogique de la fraction 250-74  $\mu$ .*

	Yangambi (en surface)	Yangambi (profondeur 18 m)	Lilanda	Ile Bosa
<i>Fraction lourde</i> (poids %) . . . . .	0,5	2,4	1,0	4,5
<i>Fraction légère</i> (fréquence ‰)				
Quartz . . . . .	1.000	999	997	805
Muscovite . . . . .	—	1	3	45
Orthose . . . . .	—	—	—	150
<i>Fraction lourde</i> (fréquence %)				
Opaque noir . . . . .	85	65	72	10
Hématite . . . . .	1	—	1	3
Zircon . . . . .	4	15	9	—
Staurotide . . . . .	4	3	5	—
Rutile . . . . .	1	9	6	—
Disthène . . . . .	3	6	6	—
Tourmaline . . . . .	2	1	2	3
Fibreux . . . . .	1	—	—	—
Sillimanite . . . . .	—	—	—	9
Muscovite . . . . .	—	—	—	55
Amphibole . . . . .	—	—	—	3
Trémolithe . . . . .	—	—	—	1
Biotite . . . . .	—	—	—	1
Chlorite . . . . .	—	—	—	1
Concrétions . . . . .	—	—	—	14

LA CATENA DE YANGAMBI

conséquence d'une influence décroissante de l'altération chimique avec la profondeur. Nous consignons dans le tableau X les résultats pour quelques profondeurs à partir de 6,5 m (le nombre total de grains comptés oscille entre 925 et 1275).

TABLEAU X

*Composition minéralogique. Profilage profond de 18 m. Fraction 75-20  $\mu$ .*  
(Fréquence pour mille.)

	PROFONDEUR			
	6,5 m	9,5 m	12,5 m	18,5 m
Quartz . . . . .	972	937	921	928
Opaque . . . . .	13	27	34	27
Lourd transparent . .	13	29	31	26
<i>Muscovite</i> . . . . .	2	5	11	11
<i>Orthose</i> . . . . .	—	2	2	8
Plagioclase . . . . .	—	—	1	—

De ce premier examen minéralogique, nous pouvons conclure à l'extrême pauvreté en minéraux altérables des sols de Yangambi, à l'exception des sols alluvionnaires. Ces derniers ont une réserve minérale élevée et présentent une association lourde complètement différente de celle des sables éoliens.

Cette différence est telle que l'examen minéralogique de la fraction sableuse supérieure à 50  $\mu$  suffira pour détecter les sols développés sur des sables éoliens, mais faiblement enrichis par du matériel alluvionnaire.

La réserve minérale des sols de Yangambi, non enrichis par un apport alluvionnaire, et les différenciations éventuelles devront être étudiées sur des fractions plus fines, de préférence la fraction 50-10  $\mu$ , qui est la plus petite dont l'examen microscopique puisse se réaliser d'une façon routinière.

**2. Sols colluvionnés (Y 2 et Y 3).**

Dans les deux tableaux suivants (XI et XII) sont consignés les résultats de l'examen microscopique de quelques profils représentatifs des différents types de sols colluvionnés.

Le tableau XI indique nettement que la teneur en minéraux altérables des sols colluvionnés est négligeable dans la fraction 250-50  $\mu$  : au maximum 2 pour mille. Les colluvions enrichies par apport alluvion-

MINÉRALOGIE

naire font exception à cette règle : en surface, la teneur en minéraux altérables est de l'ordre de 10 à 20 ‰ et cette teneur diminue faiblement dans la partie inférieure du profil.

L'examen microscopique de la fraction sableuse supérieure à 50  $\mu$  qui s'exécute sans séparation préalable au bromoforme, revêt un très grand intérêt pour le cartographe pédologue. Il constitue le seul diagnostic certain pour distinguer les colluvions des vallées enrichies et les colluvions non enrichies par un apport alluvionnaire.

Pour déterminer la réserve minérale de ces sols, l'examen d'une fraction plus petite s'impose, notamment la fraction 50-10  $\mu$ . En se basant sur les résultats de cet examen microscopique (tableau XII), il semble y avoir une distinction entre les colluvions vraies, Y 2 et Y 3, d'une part, et les colluvions des vallées, non enrichies en matériel alluvionnaire, d'autre part. Dans les premiers sols on trouve en moyenne

TABLEAU XI

*Examen microscopique de sols colluvionnés. Fraction 250-50  $\mu$ .*  
(Fréquence pour mille.)

	Y 2	Y 3	Cv 1	Cv	Cv a a	Cv a b
a) ÉCHANTILLON DE SURFACE ( $\pm 10-20$ cm).						
Opaque . . .	12	12	9	5	4	} 984
Lourd . . .	8	3	9	1	6	
Quartz . . .	977	985	981	991	979	
Orthose . . .	1	—	—	—	10	
Muscovite . .	1	—	1	1	1	3
Altérable . .	2	0	1	1	11	16
b) ÉCHANTILLON PLUS PROFOND ( $\pm 100-125$ cm).						
Opaque . . .	13	8	3	1	11	} 986
Lourd . . .	12	8	3	2	10	
Quartz . . .	975	982	994	995	972	
Orthose . . .	—	1	—	2	7	
Muscovite . .	—	1	—	—	—	—
Altérable . .	0	2	0	2	7	14



LA CATENA DE YANGAMBI

une teneur en minéraux altérables de 6 ‰, alors que cette moyenne est de 10 ‰ dans les colluvions des vallées.

La teneur en minéraux altérables des sols des colluvions des vallées enrichies augmente brusquement. Cette teneur est de l'ordre de 50 ‰ en surface (62 ‰ dans l'exemple du tableau XII); elle diminue dans des proportions notables avec la profondeur (22 ‰ dans l'exemple donné). La diminution, totalement indépendante des phénomènes de migration ou d'altération, s'explique par le fait que l'apport alluvionnaire a été le plus faible dans la partie inférieure du profil.

Rappelons que ces derniers sols ne sont considérés que provisoirement comme une phase de la catena de Yangambi.

Dans l'éventualité d'une séparation au bromoforme, l'association minéralogique de la fraction lourde permet également d'établir avec certitude si la colluvion a été enrichie ou non par un apport alluvionnaire,

TABLEAU XII  
*Examen microscopique. Fraction 50-10 μ.*  
(Fréquence pour mille.)

	Y 2	Y 3	Cv 1	Cv	Cv a					
<i>a) ÉCHANTILLON DE SURFACE (± 10-20 cm.)</i>										
Opaque . . . . .	} 30	} 23	} 988	} 989	} 33					
Lourd . . . . .										
Quartz . . . . .						963	971		905	
Orthose . . . . .						5	5	8	6	49
Muscovite . . . . .						2	1	4	5	13
Altérable . . . . .	7	6	12	11	62					
<i>b) ÉCHANTILLON PLUS PROFOND (± 100-125 cm.)</i>										
Opaque . . . . .	} 5	} 27	} 991	} 991	} 42					
Lourd . . . . .										
Quartz . . . . .						990	967		936	
Orthose . . . . .						2	5	7	8	14
Muscovite . . . . .						3	1	2	1	8
Altérable . . . . .	5	6	9	9	22					

## MINÉRALOGIE

ainsi qu'il ressort de l'examen du tableau XIII; dans les sols enrichis on retrouvera la sillimanite, peut-être l'amphibole, mais surtout des agrégats et des concrétions de nature fibreuse ou microcristalline. Ces derniers, qui sont les constituants les plus légers de la fraction lourde, y sont les meilleurs indicateurs d'un phénomène d'alluvionnement.

### 3. Sols sur alluvions.

Ces sols n'ont pas fait jusqu'à présent l'objet d'une étude systématique. Signalons cependant que la composition minéralogique de ces formations est tellement différente de celle des autres sols qu'un apport relativement restreint de matériel alluvionnaire est immédiatement révélé par un examen microscopique, ainsi que le prouve le diagnostic des colluvions enrichies.

Notons encore que « l'alluvion de la briqueterie de Yangambi » est très probablement un mélange d'alluvions et de colluvions. Ce dernier apport expliquerait la teneur assez élevée en ilménite et magnétite (opaque noir) ainsi que la présence de zircon, staurolithe et disthène dans la fraction lourde (tableau XIII).

### TABLEAU XIII

*Fraction lourde 250-50  $\mu$ .*

	Yangambi		Colluvion des vallées enrichies		Alluvion "brique- terie"	Ile allu- vionnaire de Bosa
	Puits de 18 m	Éluvion				
Opaque noir . . . . .	65	85	68	80	35	10
Hématite . . . . .	0	1	2	—	24	3
Zircon . . . . .	15	4	3	3	3	—
Rutile . . . . .	9	1	1	—	1	—
Staurotide . . . . .	3	4	2	2	4	—
Disthène . . . . .	6	3	5	4	2	—
Tourmaline . . . . .	1	2	3	3	4	3
Agrégats et concrétions . . . . .	—	—	10	6	16	14
Sillimanite . . . . .	—	—	3	1	7	9
Muscovite . . . . .	—	—	2	—	2	55
Amphibole . . . . .	—	—	1	1	1	3
Trémolite . . . . .	—	—	—	—	—	1
Biotite . . . . .	—	—	—	—	—	1
Chlorite . . . . .	—	—	—	—	—	1

B. CARACTÉRISATION MINÉRALOGIQUE  
DE LA FRACTION ARGILEUSE

1. Examen roentgénographique.

L'étude aux rayons X fut effectuée par M. le Professeur W. DE KEYZER de l'Université de Gand, qui écrit à ce propos :

« Les analyses, dont les résultats détaillés seront publiés prochainement, révèlent la présence de quartz et de goëthite, à côté du kaolin.

Il est à noter que pour certains échantillons, les diffractions du quartz ne sont presque pas visibles, alors qu'après échauffement à des températures relativement élevées (400 °C ou même moins) des quantités notables (à grandes) de quartz paraissent être présentes. Ceci nous indique la présence de substances colloïdales, dont la cristallisation est aisément provoquée, phénomène qui peut même entraîner la formation de grains de quartz relativement grands. »

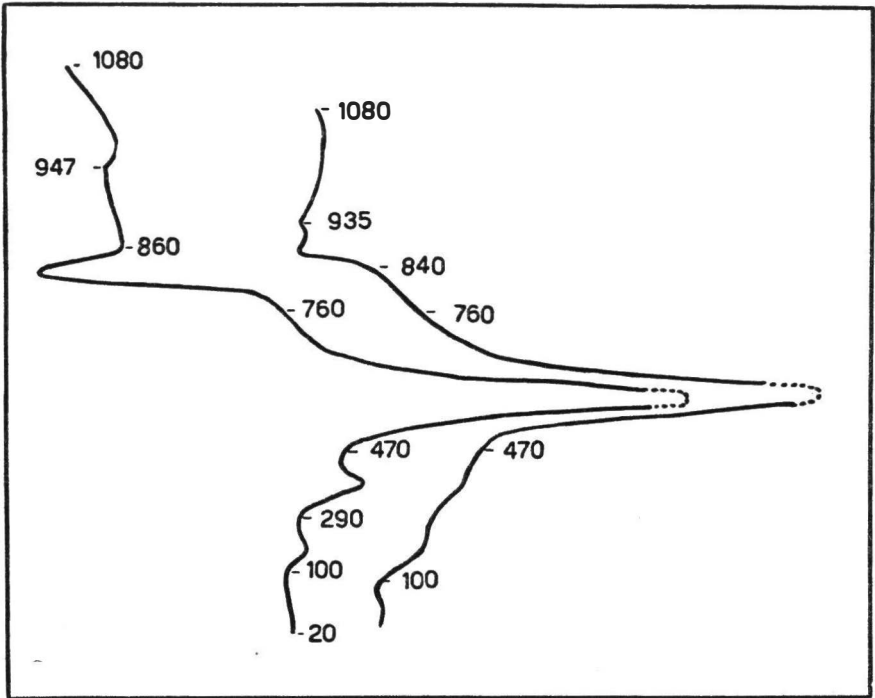


Fig. 9. — Analyse thermique de l'argile de Yangambi :  
A. Argile brute. — B. Argile déferrisée.

## 2. Étude de déshydratation.

### a) *Analyse thermique.*

Les deux courbes d'analyse thermique reproduites à la figure 9, furent obtenues, l'une avec le matériel tel quel, l'autre après élimination des sesquioxydes libres hydratés. Les déterminations ont été effectuées au Laboratoire de Recherches Chimiques du Congo belge, à Tervueren, par M. R. VANDERSTAPPEN, qui en donne l'interprétation suivante :

#### 1. *Matériel non déferrisé :*

- A 100 °C : départ de l'eau hygroscopique;
  - A 290 °C : déshydratation des hydrates de fer;
  - A 470 °C : déshydratation du kaolin;
  - A 760 °C : combustion d'un excès de carbone (provenant de la matière organique non complètement comburée);
  - A 860 °C : début du crochet exothermique du kaolin;
  - A 947 °C : maximum du crochet exothermique du kaolin.
- De 947 °C jusqu'à 1080 °C : la courbe s'infléchit vers la gauche; cette incurvation qui n'est pas réactionnelle résulte d'une inégalité de température entre l'échantillon étudié et le témoin  $Al_2O_3$ , imputable à une contraction de l'échantillon;
- A 1080 °C : fin de l'analyse.

CONCLUSION : kaolin contenant des hydrates de fer (goethite) estimés à 20 ( $\pm 5$ ) % en  $Fe_2O_3$ .

Présence également de matière organique.

#### 2. *Matériel déferrisé :*

- A 100 °C : eau hygroscopique;
  - A 470 °C : déshydratation du kaolin;
- De 760 °C à 840 °C : combustion de l'excès de carbone (provenant des matières organiques);
- A 860 °C : début du crochet exothermique du kaolin (non visible parce que ce début coïncide avec le sommet du crochet exothermique précédent);
  - A 935 °C : maximum du crochet exothermique du kaolin;
  - A 1080 °C : fin de l'analyse.

CONCLUSION : kaolin.

### b) *Courbe de déshydratation.*

En vue d'interpréter quantitativement la courbe d'analyse thermique nous avons tracé en double exemplaire, une courbe de déshydratation du matériel brut et de l'argile déferrisée.

LA CATENA DE YANGAMBI

Suivant une technique déjà appliquée par l'un d'entre nous (6) à des sols du Congo, le matériel a été chauffé par paliers de 50 °C, avec pour chaque température, une durée de chauffage de 24 h. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau XIV.

Touchant l'interprétation minéralogique de ces données d'hydratation on sait que (voir aussi fig. 10) :

1° La perte en eau de 50 à 150 °C correspond à l'évaporation de l'humidité et de l'eau hygroscopique;

TABLEAU XIV

*Perte cumulative (en %) à températures croissantes.*

Chauffage de 24 h à	1	2	Moyenne
<i>a) ARGILE &lt; 2 μ, NON DÉFERRISÉE.</i>			
105 °C . . . . .	1,82	1,70	1,76
150 °C . . . . .	2,08	2,00	2,04
200 °C . . . . .	2,37	2,45	2,41
250 °C . . . . .	3,60	3,41	3,50
300 °C . . . . .	4,33	4,41	4,37
350 °C . . . . .	4,88	4,90	4,89
400 °C . . . . .	5,22	5,31	5,26
450 °C . . . . .	5,97	5,92	5,94
500 °C . . . . .	15,14	15,05	15,10
600 °C . . . . .	15,74	15,64	15,69
700 °C . . . . .	15,98	15,94	15,96
<i>b) ARGILE &lt; 2 μ, DÉFERRISÉE.</i>			
105 °C . . . . .	1,08	0,97	1,02
150 °C . . . . .	1,30	1,22	1,26
200 °C . . . . .	1,30	1,32	1,31
250 °C . . . . .	1,96	1,92	1,94
300 °C . . . . .	2,43	2,35	2,38
350 °C . . . . .	2,71	2,74	2,72
400 °C . . . . .	3,06	3,01	3,03
450 °C . . . . .	5,03	4,66	4,84
500 °C . . . . .	14,47	14,45	14,46
600 °C . . . . .	15,16	15,04	15,10
700 °C . . . . .	15,58	15,42	15,50

## MINÉRALOGIE

2° La perte en eau entre 200 et 350 °C doit être attribuée à la déshydratation des sesquioxydes;

3° La perte en eau entre 350 et 500 °C est provoquée par la destruction du réseau cristallin de la kaolinite, phénomène qui provoque théoriquement une libération de 14 g d'eau pour 100 g de kaolin pur;

4° La perte ultérieure en poids est provoquée par la combustion de matières organiques résistantes.

Basés sur ces considérations, les résultats sont présentés au tableau XV.

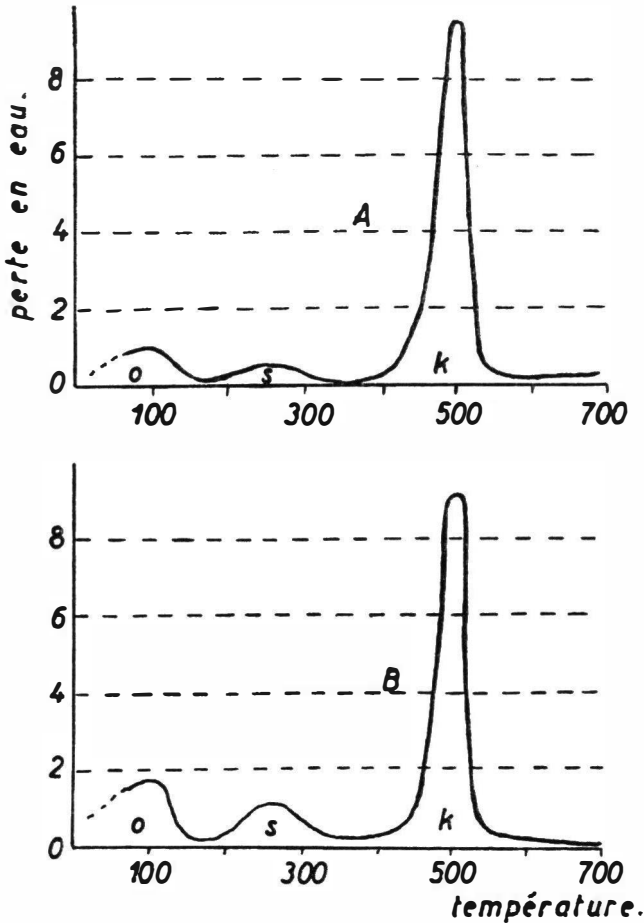


Fig. 10. — Courbe de déshydratation différentielle de l'argile de Yangambi :

- o* : eau hygroscopique et humidité;
- s* : eau des sesquioxydes hydratés;
- k* : eau du kaolin;
- A* : argile blanchie;
- B* : argile brute.

La déshydratation, liée à la présence de sesquioxydes dans l'argile déferrisée, paraît élevée; toutefois l'élimination du fer n'a pas été totale, car la matière déferrisée est devenue rosée après calcination.

TABLEAU XV

*Interprétation des données de la déshydratation.*

	Humidité et eau hygroscopique	Déshydratation des sesquioxydes	Déshydratation du kaolin	Perte par calcination
Argile brute . . . .	2,04	2,48	10,21	0,86
Argile déferrisée . .	1,26	1,41	11,74	1,04

Une déshydratation de 2,48 % provoquée par la présence de la limonite dans l'argile brute correspondrait à une teneur en ce minéral de 22 %, ce qui confirme l'évaluation basée sur l'analyse thermique. Une perte en eau de 10,21 (argile brute) ou de 11,74 (argile blanche) et qui serait provoquée par la décomposition du kaolin, correspondrait à une teneur en ce minéral de 73 % dans l'argile brute et de 84 % dans l'argile blanche.

c) *Réhydratation.*

Les minéraux argileux phylliteux peuvent être chauffés à 300 °C sans destruction de leur réseau cristallin. Ceci implique que la montmorillonite est capable, après avoir été chauffée à 300 °C, de reprendre son « eau zéolitique » ou « eau de gonflement », c'est-à-dire d'accuser une augmentation de poids de 18 % environ par réhydratation. La kaolinite ne présente pas cette propriété. Une confirmation quantitative de l'absence de la montmorillonite a été recherchée en chauffant l'argile blanchie successivement à 100, 150, 200, 250 et 300 °C, durant 24 h; l'argile fut ensuite replacée dans une atmosphère à humidité relative de 100 %, à une température de 20 °C pendant 10 jours; l'excès d'humidité fut éliminé par séjour au dessiccateur ordinaire pendant 5 jours (à 20 °C également).

Le poids des deux échantillons étudiés correspondant à celui enregistré après l'échauffement à 250 °C, on conclut à l'absence de montmorillonite.

## CHAPITRE IV

### Données complémentaires et conclusions.

#### A. LES TERMITIÈRES

La fréquence des termitières est plus élevée sur les sols lourds. Il résulte de quelques relevés que dans le type pédologique Y 1, environ 30 % de la surface est occupée par des termitières. Dans le type de profil Y 3, ce taux tombe à 1,5 %.

Le nivellement de ces buttes permettrait d'étaler une couche superficielle de terre d'une épaisseur de 30 à 40 cm. Si cette opération était réalisée dans le cadre d'une agriculture mécanisée, par exemple, il y aurait lieu de considérer ces sols nivelés comme des types spéciaux, pour les raisons suivantes :

1. La composition granulométrique des fractions sableuses des termitières est nettement différente de celle des sols de Yangambi. Nous avons calculé les valeurs moyennes des sables des termitières de la même façon que pour les sables des sols non remaniés. La présentation du tableau XVI est identique à celle du tableau II.

TABLEAU XVI

*Valeurs granulométriques moyennes des sables de termitières de Yangambi.*

Fraction (diamètre en $\mu$ )	Teneur (%)	Déviaton standard	Pourcentage ( $+\sigma -\sigma$ )	Coefficient de variation
2000-1000	0,21	0,13	—	72,22
1000- 500	7,46	1,68	66,5	22,52
500- 250	36,17	2,54	60,3	7,02
250- 125	36,14	2,45	52,0	6,78
125- 75	12,41	1,46	70,5	12,41
75- 20	7,40	1,37	59,2	18,51



Ces valeurs moyennes furent calculées sur 27 échantillons. Les données dérivées de la courbe cumulative sont :

Diamètre médian : 220  $\mu$ .

Déviation quartile géométrique : 1,66.

Le diamètre moyen a donc nettement diminué. La qualité du triage du matériel reste bonne.

2. Les teneurs en éléments fins sont toujours supérieures à celles des terrains environnants. Deux exemples sont reproduits ci-après :

— Une termitière sur sol du type pédologique Y 1 présente des teneurs en argile allant de 34 à 50 %, contre 35 % pour le sol environnant.

— Une termitière sur type Y 2-3 contient de 25 à 35 % d'éléments fins, alors que le sol environnant en renferme 15 %.

3. Les rapports «  $Fe_L$ /Éléments fins » des termitières correspondent sensiblement à ceux des terrains environnants. Cette similitude constitue un argument en faveur de la formation récente de ces édifices. De nature fossile, leur teneur en fer libre aurait été supérieure à celle du terrain environnant, surtout sur les pentes.

4. Les argiles des termitières sont caractérisées par une faible capacité de sorption (valeur T). Pour les termitières des sols du type Y 1, la sorption minérale est d'environ 8 à 10 mval par 100 g d'argile. Pour les termitières des sols plus légers, la valeur  $T_m$  s'avère plus favorable : 9 à 14 mval/100 g d'argile.

On a donc affaire à un véritable retriage du matériel sous l'influence de la faune. Comme l'indique la variation de la capacité de sorption, ce retriage est accompagné de certaines modifications dans les produits d'altération.

Ajoutons que les profils formés sur termitières ne se développent pas de la même façon que dans les sols environnants. Ils sont fort influencés par la structure interne de ces termitières et par leur micro-relief.

## B. LE BANC FERRUGINEUX DE YANGAMBI

Si la courbe de distribution granulométrique et l'absence de stratification dans le sédiment superficiel de Yangambi paraissent confirmer son origine éolienne, il n'en reste pas moins vrai que le diamètre moyen élevé (environ 300  $\mu$ ) exclut un transport à grande distance.

D'autre part, l'allure de la courbe de distribution granulométrique et le diamètre moyen rappellent les sédiments éoliens des dunes qui se forment encore actuellement dans les régions littorales. D'après

BOSSWELL (4), ces sédiments doivent leur excellent triage à l'action sélective des vagues et, accessoirement à l'influence assez constante des brises marines.

Les sédiments de Yangambi pourraient représenter les dunes qui se sont formées sur les bords du lac busirien au fur et à mesure de son dessèchement. Des sédiments analogues recouvrent d'ailleurs une grande partie de la bordure Nord de la Cuvette centrale et se rencontrent parfois vers le Sud jusqu'au-delà de l'équateur.

En de nombreux endroits, ce sédiment éolien repose sur un banc ferrugineux induré, atteignant parfois quelques mètres et qui recouvrirait à son tour des sédiments busiriens bien stratifiés.

La structure de ce banc est typique. Il est riche en matériaux grossiers : débris de quartz, cailloux roulés souvent brisés, etc. Quelques échantillons furent prélevés dans des endroits où ce banc avait été retravaillé superficiellement par la végétation. Le matériel meuble recueilli près du banc encore compact contenait 52,7 % d'éléments de diamètre supérieur à 2 mm. Le triage à la main de ce refus montrait que 66,5 % (en poids) étaient des constituants ferrugineux et 33,5 % des éléments quartzeux. Le matériel total, y compris le refus au tamis de 2 mm, contenait 17,3 % d'éléments de diamètre inférieur à 20  $\mu$  (limon et argile).

La situation du banc dans le profil est également typique. On n'observe aucune continuité entre le banc et les couches éoliennes qui le recouvrent, ni entre le banc et les couches busiriennes.

Il recouvre aussi bien des strates blanches que des couches plus riches en fer. Cette observation prouve que le fer du banc ne dérive pas des couches sous-jacentes.

Il semble donc que nous nous trouvions en présence d'une ancienne cuirasse de nappe. Ce matériel, généralement de texture grossière, fut enrichi et cimenté par des solutions ferrugineuses venues d'ailleurs à la suite de conditions topographiques particulières : lieu de réception plat, mal drainé, vers lequel se dirigent des eaux chargées de constituants ferrugineux. Ce genre de cuirasse, dite « de nappe », est très répandu dans les régions tropicales et se forme encore actuellement.

Le banc ferrugineux de Yangambi se trouve actuellement à une vingtaine de mètres environ au-dessus du fleuve Congo.

On peut considérer le gravier de la cuirasse, qui stratigraphiquement précède donc la formation des dunes, comme le dépôt marquant la fin de la phase lagunaire. C'est dans ce gravier, qui à cette époque constituait la grève du lac busirien, que s'est déposé le fer amené des zones marginales par les rivières.

Les discontinuités dans ce banc ferrugineux peuvent être dues à des recoupements postérieurs par les rivières. Certains endroits ne furent peut-être jamais recouverts par une cuirasse : lits de cours d'eau contemporains au lac busirien, îles, etc.

C. CARACTÉRISATION RAPIDE DU SÉDIMENT ÉOLIEN  
DE YANGAMBI PAR ANALYSES SIMPLIFIÉES

Ce sédiment se caractérise par :

- 1° La forme spéciale de la courbe de distribution granulométrique ;
- 2° Sa composition minéralogique.

Ces données permettent de distinguer les sols formés à partir de ce matériel de départ de ceux développés, par exemple, sur sédiments busiriens ou sur alluvions récentes du Fleuve. La caractérisation s'avérera de grande valeur pour l'étude des zones de transition.

Les principes sur lesquels ces simplifications sont basées offrent un intérêt général.

**1. Distribution granulométrique.**

La distribution granulométrique se distingue des résultats de « l'analyse mécanique », qui fournit avant tout des renseignements sur la texture pour autant que celle-ci influe sur les propriétés physiques et physico-chimiques du sol. L'analyse mécanique vise donc, en premier lieu, une détermination d'éléments fins à surface active, tant vis-à-vis de l'eau qu'au point de vue de l'échange des bases.

ATTERBERG divise le sable en deux fractions, de 2 à 0,2 et de 0,2 à 0,02 mm, afin de maintenir une même raison ( $\times 10$ ) dans la progression géométrique qui caractérise le choix de ces fractions et ensuite, parce que, dans la fraction la plus grossière, l'ascension capillaire serait inexistante, tandis qu'elle serait notoire dans la seconde fraction.

L'analyse granulométrique, qui doit permettre de caractériser un matériel meuble quelconque, mesure la distribution en fréquence des particules individuelles, d'après leur grandeur. Cette courbe de distribution est unique.

Elle constitue une des propriétés les plus typiques de n'importe quel matériel meuble, mais, pour des raisons pratiques, il est impossible de la déterminer exactement.

Les individus sont rarement mesurés séparément puisqu'on les classe généralement en intervalles. Le choix et le nombre de ces intervalles est important. Plus ils seront nombreux et mieux ils seront échelonnés suivant une raison arithmétique ou logarithmique, d'après l'échelle choisie, plus grande sera la précision.

Lorsque la courbe de distribution, ou sa représentation la plus fidèle, a été déterminée pour un très grand nombre d'échantillons du sédiment, on peut s'inspirer de sa forme particulière pour simplifier l'analyse granulométrique.

DONNÉES COMPLÉMENTAIRES ET CONCLUSIONS

Le tableau XVII montre la répartition granulométrique de l'échantillon moyen de Yangambi, pour les intervalles 2, 100 et 500; la distribution suivant l'échelle d'ATTERBERG est renseignée à titre de comparaison.

TABLEAU XVII

*Distribution granulométrique du sédiment moyen de Yangambi d'après deux échelles différentes.*

Échelle dérivée de la courbe de distribution		Échelle d'ATTERBERG	
Diamètre des particules (en $\mu$ )	Pourcentage	Diamètre des particules (en $\mu$ )	Pourcentage
0- 2	30	0- 2	30
2- 100	6	2- 20	1
100- 500	55	20- 200	15
500-2000	9	200-2000	54

Ces résultats soulignent les deux maxima et l'excellent triage de la fraction sableuse qui s'accumule dans l'intervalle de 100 à 500  $\mu$ . Le coefficient de variation, qui atteint environ 10 % dans cette fraction sableuse, n'affecte nullement l'allure typique.

Le premier intervalle de l'échelle d'ATTERBERG qui contient la majeure partie de la fraction sableuse (2 à 0,2 mm), ne couvre pas d'une façon symétrique la fraction la mieux représentée dont le diamètre moyen se situe vers 300  $\mu$ .

Une étude, faite par l'un d'entre nous sur des sols provenant de la région de Kikwit-Leverville (Kasai), révèle que cette simplification peut, dans certains cas, être accrue : un tamisage sous eau à 50  $\mu$ , suivi d'un tamisage à 300  $\mu$ , suffisaient ici. Dans cette région, les sables présentent la composition moyenne suivante :

0-50  $\mu$  : 10 %      50-300  $\mu$  : 78 %      > 300  $\mu$  : 12 %

Une telle simplification est licite parce que la courbe granulométrique de distribution ne présente pas deux maxima et parce que le sable de la région est un sédiment à triage presque parfait, dont le diamètre médian est de 150  $\mu$ .

Dans les deux exemples d'analyse simplifiée, les limites granulométriques s'établissent aisément sur une courbe cumulative pour laquelle les diamètres sont représentés de préférence sur une échelle arithmétique (fig. 11).

2. Association minéralogique.

Lorsque l'association minéralogique des sédiments de départ dans une région déterminée est connue, il est aisé de simplifier le mode opératoire de l'examen microscopique. Il suffira de préciser :

a) l'éventualité d'une division des constituants sableux en une fraction lourde et une fraction légère et, dans l'affirmative, la liqueur dense à employer pour grouper dans la fraction lourde le plus de minéraux altérables, à l'exception des feldspaths;

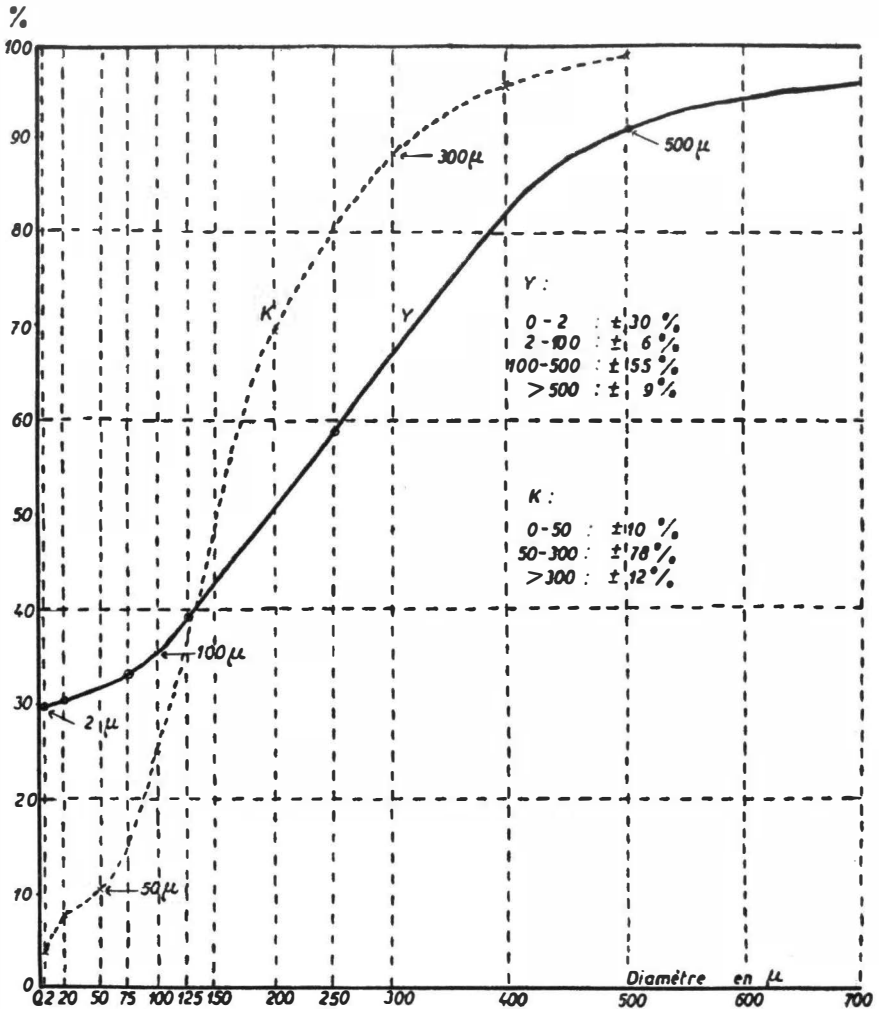


Fig. 11. — Choix des limites granulométriques pour une analyse simplifiée.

## DONNÉES COMPLÉMENTAIRES ET CONCLUSIONS

b) le ou les liquides d'immersion à employer pour chacune des fractions;

c) la fraction granulométrique qui mérite l'attention.

Pour les sols de Yangambi, une séparation au bromoforme n'est pas nécessaire, les minéraux lourds présents dans le sable éolien étant pratiquement inaltérables. Ces derniers jouent donc un rôle purement physique et analogue à celui du quartz. Étant donné la composition minéralogique du sable, un seul examen microscopique suffit, notamment celui effectué avec un liquide d'immersion dont l'indice de réfraction est le même que l'indice  $\omega$  du quartz.

Dans les sols développés à partir du sable éolien de Yangambi, les seuls minéraux à indice de réfraction inférieur à  $\omega$  du quartz sont les feldspaths potassiques, orthose et microcline; les seuls minéraux à indice supérieur à  $\omega$  sont des muscovites, s'ils sont incolores et à relief peu prononcé, ou des minéraux lourds inaltérables, s'ils sont colorés ou s'ils ont un relief élevé.

Quant à la fraction granulométrique qui mérite l'attention pour cet examen, la comparaison des tableaux XI et XII prouve clairement que c'est la fraction 50-10  $\mu$ .

Rappelons que ces prescriptions n'offrent qu'une application régionale; toute simplification postule une étude détaillée des associations minéralogiques présentes.

### D. APERÇU RÉCAPITULATIF DES DIVERS TYPES DE SOL CARACTÉRISÉS

Tous les sols étudiés dans ce mémoire, la phase Cva exceptée, dérivent d'un même matériel initial. Cette constatation ressort de la composition minéralogique et de la distribution granulométrique constante de la fraction sableuse de tous les types pédologiques en présence.

La principale propriété distinctive du sédiment en place est le taux « Fer libre/Éléments fins » qui varie de 9 à 12.

Les sols dont les argiles accusent les mêmes teneurs en fer libre se situent tous sur les sommets du paysage vallonné. Cette situation topographique exclut tout apport de matériel nouveau par ruissellement actuel et permet de considérer les sols éluviaux comme formés directement à partir du sédiment original altéré, mais en place. Cette catégorie de sols fut cataloguée sous le type Y 1 (série éluvionnaire).

Ces sols des sommets subissent parfois un décapage assez poussé. Le phénomène s'observe surtout aux endroits où le sommet se réduit à une crête de faible largeur, ou sur les bords en pente de plateaux plus larges. Les sols sont plus rouges aux endroits décapés.

Les argiles recouvertes d'oxydes plus hydratés (jaunes) semblent se peptiser plus facilement et sont éliminées plus rapidement que les argiles dont le recouvrement est plus rouge. Ce fait a été vérifié au laboratoire où une simple augmentation de pH parvient à disperser complètement les argiles jaunes tandis que, pour les argiles rouges, il est nécessaire de faire agir des agents fortement hydratants, tels que le silicate de sodium, l'hexamétaphosphate de sodium ou de détergents synthétiques.

Les autres sols décrits sont formés à partir de *matériel colluvionné* ; leur caractère spécial sera surtout déterminé par la distance qui les sépare du sommet, dont ils dérivent, et par la diminution régulière des teneurs en éléments fins et en fer libre vers le bas des pentes. Il est évident qu'interviennent encore d'autres facteurs tels que la raideur de la pente et les conditions édaphiques spéciales qui règnent dans certains milieux. Le caractère nettement marécageux de beaucoup de terres de vallées situées à des altitudes très basses, par rapport aux eaux du fleuve Congo, interviendra pour une grande partie dans le lessivage et l'évacuation presque complète de tout le fer libre dans ces sols.

En bref les principaux caractères des divers types cartographiés s'établissent comme suit :

### 1. La série de Yangambi.

TYPE Y 1 : *sol sur sédiment en place* : série éluvionnaire.

Rapport « Fer libre/Éléments fins » = 9 à 12.

a) Sous-type « Y 1 rouge » situé en bordure des plateaux ou sur des crêtes étroites.

Valeur T (minimum) : 13,4 à 16,0 mval/100 g d'argile.

Teneur en éléments fins : 20-35 %.

b) Sous-type « Y 1 ocre jaune », situé sur des plateaux larges.

Valeur T (minimum) : 12,6 à 14,0 mval/100 g d'argile.

Teneur en éléments fins : 20-35 %.

### 2. La série de Yakonde.

*Sols colluvionnés* : sols dérivant d'un matériel de départ qui a subi des déplacements plus ou moins importants, d'après la situation topographique.

*Série colluvionnaire pure* :

Rapport « Fer libre/Éléments fins » : 5 à 9.

1. TYPE Y 2 : ocre jaune à jaune, situé en haut des pentes.

Valeur T (minimum) : 15,6 à 17,4 mval/100 g d'argile.

Teneur en éléments fins : 15-30 %.

## DONNÉES COMPLÉMENTAIRES ET CONCLUSIONS

2. TYPE Y 3 : ocre jaune, plus bas sur les pentes.

Valeur T (minimum) : 15,0 à 19,0 mval/100 g d'argile.

Teneur en éléments fins : 10-15 %.

### 3. Le complexe Bonde-Boto.

*Colluvions des vallées :*

Rapport « Fer libre/Éléments fins » : 1 à 4.

TYPE Cv : jaune blanc : dans les fonds des vallées.

Valeur T (minimum) : 15 à 30 mval/100 g d'argile.

Teneur en éléments fins : 4 à 10 %.

\* \* \*

Ce mémoire présente une classification des sols de Yangambi selon des bases génétiques.

Les propriétés distinctives choisies sont en relation directe avec les phénomènes physiques et physico-chimiques qui ont contribué à fournir les matériaux de départ, et qui ont conditionné l'évolution des profils.

Ainsi, les teneurs en éléments fins et en fer libre sur éléments fins sont étroitement liées au phénomène de transport par colluvionnement.

La couleur des argiles, la teneur en pseudo-limons, en partie la teneur en fer libre sur éléments fins, sont inhérentes à la différenciation des profils. La courbe de distribution granulométrique constante n'est à considérer comme propriété distinctive qu'à une échelle plus grande que la série.

L'application de ces principes aux sols de Yangambi était donc relativement simple. Le matériel de départ était très homogène et facile à caractériser. L'unité de paysage constituait une séquence caténique conditionnée presque uniquement par le phénomène de colluvionnement. Enfin, les derniers termes, plus ou moins contaminés par des matériaux d'origine différente, recouvraient une aire trop restreinte pour justifier une représentation cartographique détaillée.

Les analyses granulométriques disponibles indiquent qu'une surface importante de la partie Nord, Nord-Est de la Cuvette centrale congolaise pourrait être recouverte par un matériel analogue. Dans toute la région, le paysage présente d'ailleurs de nombreux points de ressemblance.

Les recherches ultérieures permettront de contrôler la validité des principes adoptés. D'autres phénomènes pédogénétiques ont, en effet, pu jouer un rôle local important.



## BIBLIOGRAPHIE

- (1) BALDWIN, M., KELLOGG, C.E. et THORP, J., Soil classification, U.S. Dept. Agr. Yearbook, p. 979 (1938).
- (2) BAVER, L.D., Soil physics, New-York (1940).
- (3) BERNARD, E., Le climat écologique de la Cuvette équatoriale congolaise, Publicat. I.N.É.A.C., hors série (1945).
- (4) BOSSWELL, P.G.H., Mineralogy of sedimentary rocks, Londres (1933).
- (5) DE HEINZELIN, Conférence présentée à Yangambi le 14 septembre 1950 (Notes polycopiées).
- (6) DE LEENHEER, L., Introduction à l'étude minéralogique des sols du Congo belge, I.N.É.A.C., Série scient., N° 25 (1944).
- (7) DE LEENHEER, L. et WAEGEMANS, G., Détermination quantitative du quartz dans la fraction argileuse des sols, *Bull. Soc. Chim. belg.*, LIV, p. 384 (1945).
- (8) D'HOORE, J., Les composés du fer dans le sol, C.R. Confér. Afr. des sols, Goma, *Bull. agric. Congo belge*, XL, 1, p. 66 (1949).
- (9) D'HOORE, J. et FRIPIAT, J., Recherches sur les variations de structure du sol à Yangambi. I.N.É.A.C., Série scient., N° 38 (1948).
- (10) DOEGLAS, D.J. et BREZESINSKA-SMITHUYZEN, W.C., De interpretatie van resultaten van korrelgrootte-analysen, *Geol. en Mijnbouw*, 3, p. 273-291 (1941).
- (11) DOKOUTCHAEV, W., Tchernozem (terre noire) de la Russie d'Europe, Saint-Petersbourg (1879).  
Cartographie des sols russes, *Trav. Soc. Nat. St. Petersbourg*, 10, 11, 12 (1879).
- (12) JEFFRIES, C.D., A method for preparing soils for petrographic analysis, *Soil Sci.*, LII, p. 451-5 (1941).
- (13) KRUMBEIN, W.C., et PETTIJOHN, F.J., Manual of sedimentary petrography, New-York et Londres, p. 230 (1938).
- (14) LAUDELOUT, H. et D'HOORE, J., Influence du milieu sur les matières humiques à Yangambi, I.N.É.A.C., Série scient., N° 44 (1949).
- (15) MARBUT, C.F., The contribution of soil surveys to soil science, *Soc. Prom. Agr. Sci. Progr.*, XLI, p. 116 (1921).
- (16) MILNE, G., Some suggested units of classification and mapping, *Soil Res.*, 4, p. 183 (1935).
- (17) MILNER, H.B., Sedimentary petrography, Londres et New-York (1940).
- (18) TAVERNIER, R., La cartographie des sols en Belgique, I.R.S.I.A., Comptes rendus des recherches, 4, p. 25 (1950).
- (19) VAN STRAELEN, V., A propos de l'existence de galets éoliens en forêt équatoriale congolaise, *Inst. roy. Col. belge, Bull. Sci.*, 12, p. 82 (1941).
- (20) WHITNEY, M., Field operations of the Division of Soils in 1899, U.S. Dept. Agr. Rept., 64 (1900).
- (21) WAYLAND, E.J., Rifts, rivers, rains and early Man in Uganda, *Journ. Roy. Anthropol. Inst.*, LXIV (1934).
- (22) VAN WAMBEKE, A., Notice explicative de la carte des sols de la région de Yangambi (Notes polycopiées).





**MM. SIMONART, P.**, Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;  
**STANER, P.**, Inspecteur Royal au Ministère des Colonies;  
**STOFFELS, E.**, Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux;  
**TULIPPE, O.**, Professeur à l'Université de Liège;  
**VAN DE PUTTE, M.**, Membre du Conseil Colonial;  
**VAN STRAELEN, V.**, Président de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge;  
**WILLEMS, J.**, Administrateur-Directeur du Fonds National de la Recherche Scientifique.

*B. COMITÉ DE DIRECTION.*

*Président :*

**M. JURION, F.**, Directeur général de l'INÉAC.

*Secrétaire :*

**M. LEBRUN, J.**, Secrétaire général de l'INÉAC.

*Membres :*

**MM. GILLIEAUX, P.**, Membre du Comité Cotonnier Congolais;  
**HENRARD, J.**, Directeur du Service de l'Agriculture, des Forêts, de l'Élevage et de la Colonisation, au Ministère des Colonies;  
**HOMÈS, M.**, Professeur à l'Université de Bruxelles;  
**OPSOMER, J.**, Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain ;  
**STOFFELS, E.**, Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux ;  
**VAN STRAELEN, V.**, Président de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge.

*C. DIRECTEUR GÉNÉRAL.*

**M. JURION, F.**



Des Presses des E<sup>ts</sup> VROMANT, S.A.  
3, rue de la Chapelle, Bruxelles