

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

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE
D'UN ESSAI DE
FUMURE MINÉRALE DE L'« ELAEIS »
A YANGAMBI

PAR

H. LAUDELOUT

Ingénieur agronome Lv.
Licencié en Sciences chimiques Lv.
Assistant à la Division d'Agrologie de l'I.N.É.A.C. à Yangambi.

SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 47
1950

PRIX : 25 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. Etudes, 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'I.N.E.A.C.

Secrétaire :

M. LEBRUN, J., Secrétaire Général de l'I.N.E.A.C.

Membres :

MM. ANTOINE, V., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Université de Louvain;

ASSELBERGHS, E., Membre de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;

BAEYENS, J., Professeur à l'Université de Louvain;

BOUILLENNE, R., Professeur à l'Université de Liège;

CONARD, A., Professeur à l'Université de Bruxelles;

DEBAUCHE, H., Professeur à l'Institut Agronomique de Louvain;

DE BAUW, A., Président du Comité Cotonnier Congolais;

DELEVOY, G., Membre de l'Institut Royal Colonial Belge;

DUBOIS, A., Professeur à l'Institut de Médecine Tropicale « Prince Léopold »;

GEURDEN, L., Professeur à l'École de Médecine Vétérinaire de l'Etat, à Gand;

GUILLAUME, A., Secrétaire Général du Comité Spécial du Katanga;

HAUMAN, L., Professeur à l'Université de Bruxelles;

HOMÈS, M., Professeur à l'Université de Bruxelles;

LAUDE, N., Directeur de l'Institut Universitaire des Territoires d'Outre-Mer, à Anvers;

MAYNÉ, R., Recteur de l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gembloux;

MULLIE, G., Vice-Président du Sénat, Membre du Conseil d'Administration du Fonds National de la Recherche Scientifique;

PONCELET, L., Météorologiste à l'Institut Royal Météorologique d'Uccle;

ROBERT, M., Professeur à l'Université de Bruxelles;

ROBYNS, W., Membre de l'Académie Royale Flamande des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique;

STANER, P., Directeur d'Administration au Ministère des Colonies;

VAN DEN BRANDE, J., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Etat, à Gand;

VAN DE PUTTE, M., Membre du Conseil Colonial;

VAN DER STRAETEN, E., Administrateur de Sociétés Coloniales;

VAN GOIDSENHOVEN, G., Recteur de l'École de Médecine Vétérinaire de l'Etat, à Cureghem;

VAN STRAELEN, V., Directeur de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique;

WILLEMS, J., Directeur du Fonds National de la Recherche Scientifique.

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

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE
D'UN ESSAI DE
FUMURE MINÉRALE DE L'« ELAEIS »
A YANGAMBI

PAR

H. LAUDELOUT

Assistant à la Division d'Agrologie de l'I.N.É.A.C. à Yangambi.

SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 47
1950

PRIX : 25 FR.

SOMMAIRE

	Pages.
INTRODUCTION	3
I. — Composition et mode d'application de la fumure	3
II. — Description du type de sol	5
III. — Effets de la fumure sur les propriétés du sol	7
1. Sels solubles	7
2. pH	7
3. Capacité totale d'échange	8
4. Azote total	11
5. Somme des cations échangeables	12
6. Calcium échangeable	12
7. Magnésium échangeable	13
8. Potassium total, échangeable et « assimilable »	13
IV. — Conclusions	17
RÉSUMÉ	18
SUMMARY	18
BIBLIOGRAPHIE	20

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE

D'UN

ESSAI DE FUMURE MINÉRALE DE L'«ELAEIS»

A YANGAMBI

INTRODUCTION ⁽¹⁾.

Aucune étude systématique relative aux conséquences agrolologiques d'une fumure minérale n'avait, jusqu'ici, été conduite dans les sols du Congo belge. Aussi pouvait-il être utile d'exposer les résultats du présent travail, qui visait plus directement le domaine d'application d'une méthode microbiologique pour le dosage du potassium. L'intérêt des résultats obtenus nous a incité à effectuer des déterminations supplémentaires sur les modifications des propriétés des sols de Yangambi après l'application d'une fumure minérale.

Ainsi qu'il apparaîtra plus loin, l'effet des engrais sur les sols expérimentés fut considérable et nos quelques données démontreront à suffisance la nécessité, pour tout essai de fumure minérale, d'un contrôle agrolologique approfondi.

Les recherches ont envisagé plus spécialement les éléments nutritifs cationiques. Par suite de l'absence, pour les sols congolais, de données fondamentales nécessaires à l'interprétation des résultats analytiques, l'importante question du phosphore n'a pas été étudiée.

I. — COMPOSITION ET MODE D'APPLICATION DE LA FUMURE.

L'essai comportait cinq répétitions d'environ 80 palmiers chacune. Dans chaque répétition, les engrais ont été appliqués à la moitié des arbres, l'autre moitié jouant le rôle de témoin. L'épandage

⁽¹⁾ Nous remercions tous ceux qui nous ont prêté leur concours pour l'exécution de ce travail et spécialement M. VANDERWEYEN (composition, mode d'épandage et résultats de la fumure), M. J. D'HOORE (détermination de la capacité totale d'échange à l'acétate de calcium) et M. W. KUCZAROW (texture et carbone organique).

a été circonscrit à des rectangles de deux mètres carrés (2 × 1 m) situés dans les interlignes à environ 2,50 m de la base des palmiers. Ces rectangles ont été bêchés avant l'application de la fumure. Les emplacements-témoins ont également été labourés.

Les engrais ont été appliqués dans les proportions et aux dates suivantes :

Juillet 1946 : 4,0 kg de rockphosphate

Août 1946 : 3,8 kg de phosphate d'ammoniaque (11 % N, 48 % P₂O₅).

Décembre 1946 : 7,5 kg de cendres de bois.

Avril 1947 : 2,6 kg de sulfate de potasse à 48 %.

Décembre 1947 : 1,8 kg de phosphate d'ammoniaque et 1 kg de sulfate de potasse.

Le tableau I renseigne la composition de cette fumure en équivalents-grammes. En vue de permettre la comparaison des résultats, le mode d'expression adopté par le Prof^r HOMÈS (6) a été adopté.

TABLEAU I.
Composition équivalente de la fumure minérale.

	Equivalents-grammes	Proportion des cations ou des anions entre eux (en %)
Calcium (Ca)	143	69,0
Magnésium (Mg)	20	9,7
Potassium (K)	44	21,3
Azote (NO ₃)	44	17,9
Phosphore (PO ₄)	160	65,0
Soufre (SO ₄)	42	17,1

La composition de cette formule est très voisine de la « formule 8 » du Prof^r HOMÈS (6).

Dans cette formule, les proportions des anions et des cations entre eux s'établissaient ainsi :

Ca : 68 %, Mg : 9 %, K : 23 %, NO₃ : 20 %, PO₄ : 60 %, SO₄ : 20 %.

Il s'agit donc d'une formule à dominance de calcium pour les cations et à dominance de phosphore pour les anions.

D'après les résultats expérimentaux en vases de culture, cette formule était la plus défavorable aux rendements pondéraux, frais ou secs. Elle produisait cependant un jaunissement moins étendu et un étirement moins prononcé qu'une formule similaire au point de vue anionique, mais à dominance de potassium pour les cations.

Résultats de la fumure.

Deux ans après l'application initiale d'engrais, on notait un effet marquant sur le développement radiculaire. Les poids des racines en rectangles fumés étaient doubles de ceux observés dans les témoins.

Échantillonnage.

Un échantillonnage a été opéré, deux ans après la première application et un an après la dernière, aux profondeurs suivantes : 0 à 20 cm, 20 à 40 cm, 40 à 60 cm. Pour une même profondeur, l'échantillon moyen résulte du mélange de 9 prélèvements.

Quatre séries d'échantillons moyens furent collectées par objet (fumure et non-fumure). Suivant la nature des analyses, une, deux ou quatre séries d'échantillons moyens furent examinées.

II. — DESCRIPTION DU TYPE DE SOL.

Le sol qui a servi de cadre à cet essai appartient au type Yangambi : sol ocre jaune à ocre jaune-brun, sablo-argileux.

Dans ce type de sol, les profils, très peu différenciés au point de vue morphologique, se caractérisent uniquement par la zone humifère pulvérulente superficielle d'une épaisseur de quelques centimètres, à laquelle fait suite une zone d'infiltration dont les limites inférieures sont fréquemment imprécises. Vient ensuite, après une zone de transition, parfois légèrement indurée localement, le sol en place assez meuble. Ce dernier a probablement une puissance de plusieurs dizaines de mètres.

Le tableau II reproduit les données relatives à la texture du sol. Les analyses ont été effectuées suivant une modification de la méthode internationale. Chaque chiffre représente la moyenne de quatre déterminations.

TABLEAU II.
Texture des sols de l'essai de fumure.

Traitement	Profondeur (cm)	Argile et limon (%)	Sable fin (%)	Sable gros (%)
Fumé	0-20	31,2	14,6	54,2
	20-40	29,9	16,0	54,1
	40-60	32,7	15,7	51,6
Témoin	0-20	31,8	17,4	50,8
	20-40	32,3	17,3	50,4
	40-60	34,8	17,6	47,6

La teneur en limon n'a pas été déterminée, celle-ci étant, dans les sols de Yangambi, toujours insignifiante et très inférieure aux erreurs de l'analyse.

Il est probable que la teneur en argile colloïdale vraie soit légèrement inférieure aux chiffres énoncés.

Une des caractéristiques marquantes est la forte proportion de sable grossier, qui assure à ce type de sol une perméabilité élevée.

La porosité du sol en place est de l'ordre de 40 à 50 %. La capacité totale en eau se situe aux environs de 20 %.

Le taux de carbone organique (voir tableau III), déterminé par la méthode de WALKLEY et BLACK, n'est guère élevé. Les résultats représentent les moyennes de 16 déterminations.

TABLEAU III.

Carbone organique (WALKLEY et BLACK) du sol de l'essai de fumure.

Profondeur (cm)	Carbone (%)
0-20	1,2
20-40	0,6
40-60	0,3

Les données analytiques relatives aux variations imprimées par la fumure sont reproduites plus loin.

En résumé, on peut caractériser comme suit le sol soumis à l'essai de fumure :

Sol sénile, sablo-argileux, à profil peu différencié, acide, à faible teneur en matière organique, à faible capacité totale de sorption, à capacité d'échange en surface due pour une bonne part à la matière organique, vraisemblablement à complexe absorbant minéral de nature kaolinique, à degré de saturation très bas, à garniture cationique surtout calcique et magnésienne, à faible teneur en potassium. La fertilité est uniquement superficielle et la réserve minérale est presque nulle. Le taux d'azote nitrique est toujours faible en surface et les pertes par lixiviation sont importantes. La microflore est toujours peu abondante, mais peut s'accroître dans des proportions très grandes à la suite d'apport de substances minérales.

III. — EFFETS DE LA FUMURE SUR LES PROPRIÉTÉS DU SOL.

1. Les sels solubles.

Les sels solubles ont été déterminés par conductimétrie sur la suspension 1/5 au moyen d'un pont de mesure Philiscop (Philips). Les mesures ont été effectuées sur les 4 séries d'échantillons moyens des 2 objets.

Le tableau IV indique la moyenne arithmétique des résultats obtenus.

TABLEAU IV.

Conductibilité spécifique de la suspension 1/5 des sols fumés et des sols témoins.

Traitement	Profondeur (cm)	$\times 10^5$ à 25° C ohm ⁻¹ cm ⁻¹
Fumé	0-20	13,3
	20-40	21,3
	40-60	36,0
Témoin ...	0-20	4,0
	20-40	3,1
	40-60	2,7

L'apport d'engrais a donc entraîné un accroissement important des sels solubles totaux.

Notons la nette augmentation de la salinité en profondeur.

Comme nous le verrons plus loin, l'augmentation de conductibilité est probablement due, pour une grande partie, à la migration très rapide, après l'application, des ions K⁺ et SO₄⁻ en profondeur.

Les données qui permettraient le calcul de la teneur en sels solubles totaux à partir de la conductibilité spécifique de suspensions n'ont pas encore été établies pour les sols du type Yangambi.

En admettant que les chiffres couramment admis (9) s'appliquent au cas présent, nous aurons l'estimation pondérale approximative suivante de la teneur en sels solubles :

Sels solubles en mE pour 100 g de sol.

Sol fumé de	0-20 cm	0,7
	20-40	1,1
	40-60	1,8
Sol témoin de	0-20 cm	0,2
	20-40	0,1
	40-60	0,1

2. Le pH.

La concentration en ions hydrogène d'une suspension 1/10 a été mesurée à l'électrode à quinhydrone.

La moyenne arithmétique des résultats est renseignée, pour chaque profondeur d'échantillonnage, au tableau V.

TABLEAU V.

Influence de la fumure sur le pH du sol.

Traitement	Profondeur (cm)	pH
Fumé	0-20	4,6
	20-40	3,9
	40-60	3,5
Témoin ...	0-20	4,1
	20-40	4,1
	40-60	4,2

Ces déterminations ont été exécutées en quadruple répétition sur quatre échantillons composés pour chaque objet et pour chaque niveau. Les chiffres reproduits constituent donc la moyenne de 16 déterminations. La dispersion des valeurs autour de la moyenne était très faible.

On peut conclure que la fumure a augmenté légèrement le pH en surface, l'a maintenu pratiquement inchangé dans l'horizon intermédiaire et l'a diminué au niveau de 40 à 60 cm.

La légère augmentation de pH en surface s'explique aisément par l'apport considérable de rockphosphate. Le phosphate tricalcique peut agir comme agent neutralisant des composés organiques acides, responsables partiellement de l'acidité du sol de surface.

L'augmentation de l'acidité du sol en profondeur est probablement due à la différence dans les vitesses de migration des anions non adsorbés (SO_4 dans ce cas) et des cations.

Les anions, migrant plus rapidement en profondeur, doivent provoquer la dissociation des ions hydrogène du complexe absorbant, que l'on peut considérer comme un acide faible non dissocié, suivant le schéma :



Cette dissociation est nécessaire pour maintenir l'équilibre ionique des solutions du sol.

3. La capacité totale d'échange.

Initialement, la capacité totale d'échange a été établie par la méthode de déplacement à l'acétate d'ammonium neutre normal. L'ammonium fixé a été déterminé par titration du distillat de la totalité du liquide obtenu par percolation du sol saturé par l'acétate

d'ammonium neutre avec l'acide chlorhydrique 0,1 N, le sol ayant été lavé au préalable avec une quantité suffisante d'éthanol neutre (17).

Par suite de la forte augmentation de la capacité d'échange en fonction de la fumure, les déterminations ont été reprises en utilisant la méthode de déplacement à l'acétate de calcium N/2 (15).

Le tableau VI reproduit les résultats obtenus par les deux méthodes.

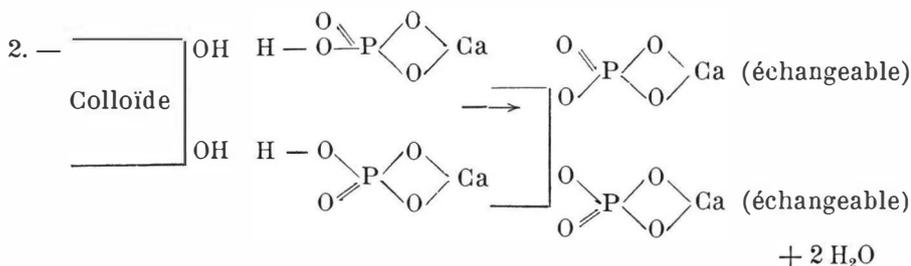
TABLEAU VI.
Effet de la fumure sur la capacité totale d'échange.

Traitement	Profondeur (cm)	Capacité totale de sorption (mE %)	
		Ca(OAc) ₂	NH ₄ OAc
Fumé	0-20	6,11	14,75
	20-40	4,46	6,52
	40-60	3,65	4,63
Témoin	0-20	3,92	7,34
	20-40	3,21	3,63
	40-60	2,79	2,08

Les données obtenues sur les variations de la capacité totale d'échange pour les cations, après une fumure à dominance phosphatée, confirment intégralement les résultats énoncés par d'autres auteurs.

MATTSON écrit : « When the soil complex reacts with the common easily displaceable ions, the process is reversible and the complex is left intact, retaining its identity, its isoelectric point and its exchange capacity. When other ions which form very slightly dissociated combinations react with the soil complex, the latter changes its character and behavior... Thus when phosphate, silicate or humate ions react with a soil colloid (especially one having a low silica/sesquioxide ratio), there is an increase in the strength of the acidic and a decrease in the basic residue, a lowering of the electric point and an increase in the cation exchange capacity » (10).

MATTSON note un accroissement de 0,110 mE par gramme, soit 87,3 % pour les colloïdes d'un sol Nipe après phosphatation. Il voit dans ce phénomène un processus possible de régénération du complexe absorbant des sols latéritiques. Le complexe extrêmement basique de ces sols pourrait, sous certaines conditions, se combiner avec les acides siliciques ou humiques et produire ainsi un pouvoir modéré de fixation des cations et une diminution de l'énergie de fixation des ions phosphate.



4. L'azote total.

Comme cette fumure comportait un apport assez considérable d'azote sous forme ammoniacale, il était intéressant de déterminer un accroissement éventuel du taux d'azote total du sol, soit par fixation de l'azote minéral apporté, sous une forme minérale ou organique, soit par une fixation bactérienne asymbiotique plus active dans le sol fumé.

Le taux d'azote total a été déterminé par la méthode KJELDAHL en utilisant le sélénium comme catalyseur.

Au tableau VII sont reproduits les résultats obtenus accompagnés de la déviation standard qui les affecte.

TABLEAU VII.

Azote total des sols fumés et des sols témoins.

Traitement	Profondeur (cm)	Azote total (%)
Fumé	0-20	0,126 ± 0,016
	20-40	0,065 ± 0,002
	40-60	0,046 ± 0,005
Témoin ...	0-20	0,122 ± 0,009
	20-40	0,055 ± 0,003
	40-60	0,048 ± 0,006

Il ressort clairement de ce tableau qu'il n'existe aucune différence significative entre les sols fumés et non fumés au point de vue de leur teneur en azote total, sauf pour la profondeur de 20 à 40 cm, où la différence observée est certainement significative.

Il n'est pas douteux que cette différence résulte du plus grand développement racinaire observé dans les parcelles fumées. La préparation conventionnelle de l'échantillon (tamisage à 2 mm) ne permet pas l'élimination complète des fragments de racines. Il est donc normal qu'une faible différence soit trouvée en faveur des sols où le développement racinaire est plus abondant. La détermination de l'azote total est donc faussée dans une certaine mesure.

En conclusion, nous pouvons donc admettre l'inaction probable de la fumure sur le taux d'azote total du sol proprement dit.

5. La somme des cations échangeables.

La détermination de la somme des cations échangeables offre un certain intérêt pour suivre, par une méthode rapide, le degré de saturation du complexe absorbant du sol après une fumure minérale.

Malheureusement, les méthodes expéditives pour la détermination de valeurs d'équilibre par titration, telles que la méthode GEDROIZ-SCHOFIELD ou d'autres techniques utilisant le chlorure d'ammonium N ou 0,1 N, sont inappropriées à ce type de fumure, à cause de la présence de rockphosphate, dont la solubilité est appréciable aux pH de ces extrayants.

Nous avons utilisé la méthode de BRAY et WILLHITE (1), basée sur la titration des oxydes métalliques après calcination d'une partie aliquote de l'extrait à l'acétate d'ammonium neutre normal.

Étant donné la dominance croissante en profondeur du potassium, parmi les cations échangeables, il n'est pas étonnant que les résultats obtenus soient trop faibles en raison de la volatilité de l'oxyde de cet élément.

Le tableau VIII rapporte les résultats obtenus pour la somme des cations échangeables.

TABLEAU VIII.

Somme des cations échangeables dans les sols fumés et dans les sols témoins.

Traitement	Profondeur (cm)	Somme des cations échangeables (mE %)
Fumé	0-20	3,6
	20-40	0,4
	40-60	0,4
Témoin ...	0-20	0,2
	20-40	0,2
	40-60	0,1

6. Le calcium échangeable.

Le calcium échangeable a été déterminé sur le résidu de l'évaporation de l'extrait à l'acétate d'ammonium neutre normal, après traitement à l'eau régale et à l'acide perchlorique. L'analyse fut réalisée par titrimétrie de l'oxalate obtenu par double précipitation en milieu légèrement acide.

Le tableau IX reproduit les résultats obtenus.

TABLEAU IX.

Calcium échangeable dans les sols fumés et dans les sols témoins.

Traitement	Profondeur (cm)	Calcium échangeable (mE %)
Fumé	0-20	3,1
	20-40	0,5
	40-60	0,5
Témoin ...	0-20	0,2
	20-40	0,1
	40-60	0,1

On peut conclure de ces résultats que le calcium a été fixé surtout en surface et que les pertes par lixiviation sont assez faibles. Un net entraînement du calcium s'observe néanmoins dans le bas du profil.

7. Le magnésium échangeable.

Pour déterminer le magnésium échangeable, on a opéré sur le résidu de l'évaporation de l'extrait à l'acétate neutre normal, par titrimétrie du phosphate ammoniaco-magnésien avec le vert de bromocrésol comme indicateur.

TABLEAU X.

Magnésium échangeable des sols fumés et des sols témoins.

Traitement	Profondeur (cm)	Magnésium échangeable (mE %)
Fumé	0-20	0,68
	20-40	0,23
	40-60	0,22
Témoin ...	0-20	0,19
	20-40	0,12
	40-60	0,10

Le sort du magnésium s'est rapproché étroitement de celui du calcium.

8. Le potassium échangeable, « assimilable » et « total ».

Le potassium échangeable a été déterminé sur le résidu de l'évaporation de l'extrait à l'acétate d'ammonium neutre normal après destruction complète des sels ammoniacaux, par manganimétrie du cobaltinitrite, suivant PIPER (13).

Le potassium « assimilable » a été dosé par voie microbiologique (7).

Quant au potassium « total », il a été analysé dans l'extrait à l'acide chlorhydrique à point d'ébullition constant (après une heure d'ébullition).

TABLEAU XI.

Potassium échangeable, « assimilable » et « total » des sols fumés et des sols témoins.

Traitement	Profondeur (cm)	Potassium (mE %)		
		échangeable	assimilable	total
Fumé	0-20	1,15	1,25	1,28
	20-40	0,70	0,94	0,88
	40-60	0,93	0,81	1,14
Témoin ...	0-20	0,056	0,050	0,22
	20-40	0,028	0,030	0,26
	40-60	0,030	0,019	0,29

Les teneurs en potassium échangeable et total du sol témoin sont caractéristiques d'un sol sénile de régions humides.

Pour ce type de sol, on conçoit que la teneur en potassium « total » augmente légèrement en profondeur : le « Weathering » des minéraux du sol, surtout actif en surface, a dû déprimer la teneur du potassium non échangeable.

Les teneurs en potassium échangeable correspondent approximativement aux moyennes obtenues habituellement pour les sols non alluvionnaires de la région de Yangambi.

Dans les sols témoins, la concordance entre les teneurs en potassium échangeable, établies par déplacement à l'acétate d'ammonium, et en potassium « assimilable », par la méthode microbiologique, est aussi étroite qu'il était escompté, compte tenu des faibles quantités dosées.

Par contre, les hautes teneurs en potassium des sols fumés gênèrent l'analyse microbiologique et déterminèrent des résultats assez divergents, mais du même ordre de grandeur que les chiffres fournis par l'analyse de l'extrait à l'acétate d'ammonium.

On soulignera surtout que, suivant les données du tableau XI, l'intégralité du potassium apporté se retrouve sous forme échangeable ou « assimilable ».

Dans ce cas, on aura la relation :

$$K_{\text{total}} (\text{sol fumé}) - K_{\text{échang.}} (\text{sol fumé}) = K_{\text{total}} (\text{sol témoin}).$$

Cette équation, compte tenu des erreurs expérimentales, s'avère exacte : la différence entre le potassium total et le potassium échangeable dans le sol fumé est constamment du même ordre de grandeur que le potassium total dans le sol témoin. Cette différence

montre également avec netteté la tendance parallèle à l'augmentation présentée en profondeur par le taux de potassium total du sol témoin.

L'absence de rétrogradation du potassium doit être expliquée par la nature des colloïdes argileux du sol étudié. On sait, en effet, que la rétrogradation du potassium résulte essentiellement de l'expansibilité du réseau cristallin des colloïdes argileux que peut « fixer » le potassium. Le diamètre de l'ion K^+ (2,66 Å) permet sa fixation interne par les colloïdes dont la distance interlamellaire est ou peut devenir supérieure par hydratation (11).

La rétrogradation du potassium est très nette pour les argiles du type de la montmorillonite; pour la kaolinite, dont l'expansibilité est moindre, la rétrogradation est beaucoup moins marquée. VOLK (20) a établi que la kaolinite fixait 450 p.p.m. de K, contre 8.850 p.p.m. pour une bentonite.

Comme la kaolinite est le colloïde minéral le plus important des sols latéritiques, on peut prévoir, dans ces sols, une rétrogradation insignifiante ou nulle du potassium. C'est ce qu'ont démontré GORBUNOV (5), SHAW et MC INTIRE (16) et VOLK (21).

Nos données s'accordent parfaitement avec les résultats de ces auteurs.

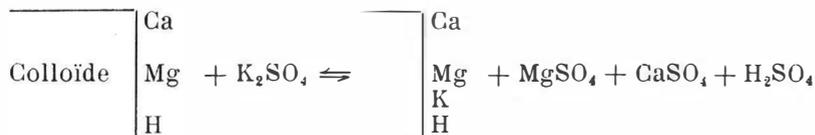
La rétrogradation du potassium constitue en réalité un mécanisme qui minimise les pertes par lixiviation (12). En l'absence de ce phénomène dans les sols de Yangambi, examinons maintenant dans quelle mesure les propriétés du sol et la composition de la fumure ont affecté les pertes en potassium.

Dans le sol des rectangles fumés (2×1 m), on n'obtient, de 0 à 60 cm de profondeur, que 16 équivalents de potassium en excédent sur la teneur d'un volume identique de sol non fumé.

Près des deux tiers du potassium appliqué ont donc été lessivés au-dessous de 60 cm, un an après la dernière application.

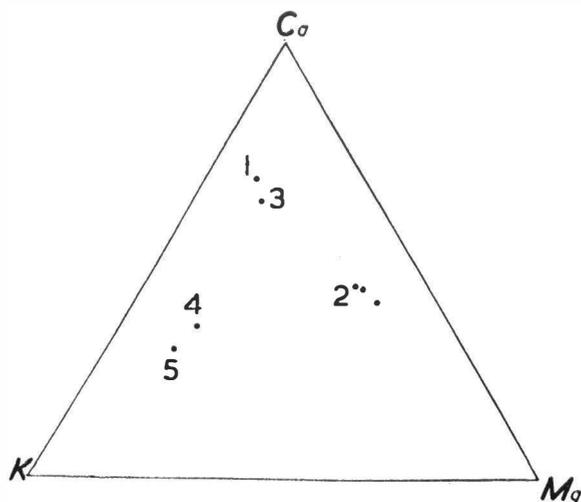
Il est évident que l'absence de rétrogradation, la faible capacité d'échange et la haute perméabilité du sol ont participé activement à cette lixiviation. La composition de la fumure doit néanmoins avoir joué également un rôle très important : les relations entre les sels calciques ou la chaux et le potassium du sol sont très complexes et parfois apparemment contradictoires (12).

On pourrait cependant suggérer (12) le schéma suivant pour interpréter nos données relatives au mouvement du potassium dans le sol :



Cette réaction réversible montre qu'un accroissement de la concentration des ions Ca^{++} dans les solutions du sol diminuera la fixation du potassium. On sait que le gypse incorporé à un sol acide libère toujours du potassium fixé, quel que soit le degré de saturation initial (12).

Le calcium a été appliqué dans cette expérience sous la forme d'un sel neutre. Comme le sol était fortement acide, la substitution



Variations de la composition cationique de la fumure après son application au sol.

- 1 : Composition cationique de la fumure.
- 2 : Composition cationique du complexe du sol témoin.
- 3 : Composition cationique du complexe du sol fumé entre 0 et 20 cm.
- 4 : Composition cationique du sol fumé entre 20 et 40 cm.
- 5 : Composition cationique du sol fumé entre 40 et 60 cm.

des ions H^+ par Ca^{++} a dû s'arrêter assez tôt et empêcher une forte augmentation de la concentration en Ca^{++} du complexe, ce qui aurait déplacé l'équilibre de la précédente réaction vers la droite.

Par contre, l'augmentation considérable de la concentration en Ca^{++} des solutions du sol a empêché la fixation du potassium.

Une conclusion pratique importante se dégage de ces considérations : il importe d'augmenter notablement le taux de saturation calcique du complexe, lors d'une application simultanée de sels potassiques et de sels neutres calciques, afin de pallier les pertes considérables de potassium par lixiviation.

L'application d'une forte dose de chaux permettrait sans doute de maintenir dans le sol superficiel un élément fertilisant onéreux.

IV. — CONCLUSIONS.

Pour conclure, examinons, à partir de nos données, comment l'équilibre cationique de la fumure s'est modifié au contact du sol et dans les divers niveaux du profil.

Par suite de l'absence de données sur l'assimilabilité du phosphate dosé dans le sol, il nous est malheureusement impossible d'étudier également les variations de l'équilibre anionique. De plus, le taux du sol en nitrates présente de très fortes variations, l'azote nitrique ayant une très grande mobilité dans le profil. Ces deux caractéristiques résultent de la grande influence qu'exercent sur la production et la mobilité des nitrates dans les sols du Congo l'activité de la microflore et les précipitations atmosphériques (8).

Il ne sera sans doute jamais possible de calculer un équilibre anionique du sol comme on peut le faire pour l'équilibre cationique.

Le tableau XII indique l'équilibre cationique des sols fumés et témoins, ainsi que le degré de saturation du complexe (valeur V). Ces données sont présentées graphiquement ci-contre, sous la forme d'un diagramme triangulaire.

TABLEAU XII.

Équilibre cationique et degré de saturation des sols fumés et des sols témoins.

	Sols fumés			Sols témoins		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
Profondeur (cm)						
Ca (%)	63,0	35,0	30,3	44,4	40,0	43,5
Mg (%)	13,8	16,1	13,3	42,2	48,0	43,5
K (%)	23,2	48,9	56,4	14,4	12,0	13,0
V (%)	33,2	22,1	35,6	6,1	6,9	11,0

La figure montre clairement comment la lixiviation différentielle des cations a modifié l'équilibre dans les divers horizons du sol.

La distribution des points 1, 2 et 3 prouve que, dans le cas de sols aussi pauvres que ceux de Yangambi, un apport massif d'engrais peut modifier considérablement la composition cationique du complexe du sol. Eu égard à la pauvreté du sol, il est normal que le point 3 se rapproche davantage de 1 que de 2.

RÉSUMÉ.

La présente étude examine les effets d'une fumure minérale à dominance de calcium et de phosphore sur les propriétés d'un sol de Yangambi.

La fumure, dont la composition est renseignée (p. 4), a été appliquée sur des rectangles (2 × 1 m) inclus dans l'interligne des palmiers. Un échantillonnage a été opéré deux ans après la première et un an après la dernière application.

Nous avons observé que :

1. La fumure produit un très net accroissement du taux des sels solubles. La salinité augmentait en profondeur jusqu'à 60 cm.

2. La valeur du pH du sol a légèrement augmenté en surface et a diminué sensiblement en profondeur.

3. La capacité totale d'échange a augmenté fortement à tous les niveaux.

4. L'azote total n'a pas varié.

5. Le calcium et le magnésium ont été fixés en surface, mais la lixiviation n'est pas négligeable.

6. Aucune fraction du potassium appliqué n'est passée à l'état non échangeable. Pour cette raison et à cause de la composition de la fumure, les pertes par lessivage comportaient à peu près les deux tiers du potassium appliqué. Il est proposé d'augmenter la concentration en calcium du complexe par un chaulage lors de l'application simultanée d'un sel neutre de calcium et de potassium, afin de réduire les pertes de ce dernier élément.

SUMMARY.

This paper discusses the effects of a mineral formula of which Ca and P were the major constituents on the properties of Yangambi soils.

The minerals were applied on plots 2 × 1 meters between the rows of oil palms (*Elaeis guineensis*).

Sampling was carried out two years after the first and one year after the last dressing.

1. Total soluble salts increased sharply and the salinity increased with depth down to 60 cm.

2. Soil reaction was slightly higher in the top soil and definitely lower in the subsoil.

3. Total exchange capacity increased strongly at all levels between 0 and 60 cm.

4. There was no change in total Nitrogen content.

5. Calcium and Magnesium were fixed in top soil but losses were not negligible.

6. No potassium was fixed under a non exchangeable form. Because of this and of the presence of neutral Ca salts, losses of potassium by leaching were severe.

It is suggested to increase the amount of adsorbed calcium by liming when potassium salts and neutral calcium salts are simultaneously applied to a soil of this type, so that losses by leaching might be substantially reduced.

BIBLIOGRAPHIE.

1. BRAY, R. H. et WILLHITE, F. M., *Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.)*, I, p. 144, 1929.
2. DAVIS, F. L., Retention of phosphates by soils. III : Nature of phosphate retention of virgin Hammond very fine sandy loam treated with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and H_3PO_4 (*Soil Sci.*, LX, pp. 481-489, 1945).
3. — Idem. II : The effect of drying and of certain cations and anions on the cation exchange capacity of soils (*Ibidem*, LIX, pp. 175-190, 1945).
4. DETURK, E. E., WOOD, L. K. et BRAY R. E., Potash fixation in corn belts soils (*Ibidem*, LV, pp. 1-12, 1943).
5. GORBUNOV, N. L., The nature of potassium fixation in non exchangeable forms (*Chem. Soc. Agric.*, II-III, pp. 82-90, 1936).
6. HOMÈS, M. V., L'alimentation minérale du palmier à huile *Elaeis guineensis* JACQ. (Publications de l'I. N. E. A. C., série scientifique, n° 39, 1949).
7. LAUDELOUT, H., Comparaison des méthodes chimiques et microbiologiques pour la détermination du potassium dans les sols du Congo belge (en préparation).
8. — Microbiologie des sols latéritiques de l'Uele (en préparation).
9. MAGISTAD, O. C., REITEMEIER, R. F. et WILCOX, L. V., Determination of soluble salts in soils (*Soil Sci.*, LIX, pp. 65-75, 1945).
10. MATTSON, S. et HESTER, J. B., The laws of soils colloidal behavior. XV : The degradation and the regeneration of the soil complex (*Ibidem*, XXXIX, pp. 75-84, 1945).
11. PAGE, J. B. et BAVER, L. D., Ionic size in relation to fixation of cations by colloidal clays (*Soil Sci. Amer. Proc.*, IV, pp. 150-155, 1939).
12. PEECH, M. et BRADFIELD, R., The effect of lime and magnesia on the soils potassium and on the absorption of potassium by plants (*Soil Sci.*, LV, pp. 37-48, 1943).
13. PIPER, C. S., Soil and plant analysis, The University of Adelaide, 1944.
14. PRINCE, A. L. et TOTH, S. J., The effects of phosphates on the cation exchange capacity of certain soils (*Soil Sci.*, XLII, pp. 281-290, 1936).
15. SCHACHTSCHABEL, P., Untersuchungen über die Sorption der Ton-mineralien und organischen Boden Kolloide an der Sorption in Boden (*Kolloid Beihefte*, LI, H. 5-7, 1940).
16. SHAW, W. M. et McINTIRE, W. H., The relationship between water-soluble, replaceable and fixed fractions of potash additions to soils (*Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, I, pp. 143-147, 1936).

17. SCHOLLEBERGER, C. J. et SIMON, R. H., Determination of exchange capacity and exchangeable bases in soil Ammonium acetate methode (*Soil Sci.*, LIX, pp. 13-24, 1945).
18. TOTH, S. J., Anion adsorption by soil colloids in relation to changes in free iron oxides (*Ibidem*, XLIV, pp. 299-314, 1937).
19. — The effect of free iron oxide removal on some properties of soil colloid (*Ibidem*, XLVIII, pp. 385-401, 1939).
20. VOLK, G. W., The nature of potash fixation in soil (*Ibidem*, XLV, pp. 263-277, 1938).
21. VOLK, N. J., The fixation of potash in difficulty available form in soils (*Ibidem*, XXXVII, pp. 267-287, 1934).

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. (*Epuisé.*)
2. **STEYAERT, R.-L., Un parasite naturel du *Stephanoderes*. Le *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILLEMIN,** 46 pp., 16 fig., 5 fr., 1935.
3. **GHESEQUIÈRE, J., État sanitaire de quelques palmeraies de la province de Coquilhatville,** 40 pp., 4 fr., 1935.
4. **STANER, P., Quelques plantes congolaises à fruits comestibles,** 56 pp., 9 fig., 9 fr., 1935. (*Epuisé.*)
5. **BEIRNAERT, A., Introduction à la biologie florale du palmier à huile,** 42 pp., 28 fig., 12 fr., 1935. (*Epuisé.*)
6. **JURION, F., La brûlure des caféiers,** 28 pp., 30 fig., 8 fr., 1936.
7. **STEYAERT, R.-L., Étude des facteurs météorologiques régissant la pullulation du *Rhizoctonia solani* KÜHN sur le cotonnier,** 27 pp., 3 fig., 6 fr., 1936.
8. **LEROY, J.-V., Observations relatives à quelques insectes attaquant le caféier,** 30 pp., 9 fig., 10 fr., 1936. (*Epuisé.*)
9. **STEYAERT, R.-L., Le port et la pathologie du cotonnier. — Influence des facteurs météorologiques,** 32 pp., 11 fig., 17 tab., 15 fr., 1936.
10. **LEROY, J.-V., Observations relatives à quelques hémiptères du cotonnier,** 20 pp., 18 pl., 9 fig., 35 fr., 1936.
11. **STOFFELS, E., La sélection du caféier *arabica* à la Station de Mulungu. (Premières communications),** 41 pp., 22 fig., 12 fr., 1936.
12. **OPSOMER, J.-E., Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yambangi. I. La technique des essais,** 25 pp., 2 fig., 15 tabl., 15 fr., 1937.
13. **STEYAERT, R.-L., Présence du *Sclerospora Maydis* (RAC.) PALM (*S. javanica* PALM) au Congo belge,** 16 pp., 1 pl., 5 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. (*Epuisé.*)
15. **OPSOMER, J.-E., Recherches sur la « Méthodique » de l'amélioration du riz à Yambangi. II. Études de biologie florale. — Essais d'hybridation,** 39 pp., 7 fig., 10 fr., 1938.
16. **STEYAERT, R.-L., La sélection du cotonnier pour la résistance aux stigmatomycoses,** 29 pp., 10 tabl., 8 fig., 9 fr., 1939.
17. **GILBERT, G., Observations préliminaires sur la morphologie des plantules forestières au Congo belge,** 28 pp., 7 fig., 10 fr., 1939.
18. **STEYAERT, R.-L., Notes sur deux conditions pathologiques de l'*Elaeis guineensis*,** 13 pp., 5 fig., 4 fr., 1939.
19. **HENDRICKX, F., Observations sur la maladie verruqueuse des fruits du caféier,** 11 pp., 1 fig., 3 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., 6 fr., 1939.
21. **SOYER, D., La « rosette » de l'arachide. — Recherches sur les vecteurs possibles de la maladie,** 23 pp., 7 fig., 11 fr., 1939.
22. **FERRAND, M., Observations sur les variations de la concentration du latex *in situ* par la microméthode de la goutte de latex,** 33 pp., 1 fig., 12 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., 14 fr., 1941.
24. **OPSOMER, J.-E., Contribution à l'étude de l'hétérosis chez le riz,** 30 pp., 1 fig., 12 fr., 1942.
- 24^{bis}. **VRUIDAGH, J., Étude sur la biologie des *Dysdercus supersticiosus* F. (Hemiptera),** 19 pp., 10 tabl., 15 fr., 1941. (*Epuisé.*)

25. DE LEENHEER, L., **Introduction à l'étude minéralogique des sols du Congo belge**, 45 pp., 4 fig., 15 fr., 1944.
- 25^{bis}. STOFFELS, E., **La sélection du caféier *arabica* à la Station de Mulungu. (Deuxièmes communications)**, 72 pp., 11 fig., 30 tabl., 50 fr., 1942. (*Epuisé.*)
26. HENDRICKX, F.-L., LEFÈVRE, P.-C. et LEROY, J.-V., **Les *Antestia* spp. au Kivu**, 69 pp., 9 fig., 5 graph., 50 fr., 1942. (*Epuisé.*)
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. (*Epuisé.*)
28. VRIJDAGH, J., **Étude de l'acarirose du cotonnier, causée par *Hemitarsonemus latus* (BANKS) au Congo belge**, 25 pp., 6 fig., 20 fr., 1942. (*Epuisé.*)
29. SOYER, D., **Miride du cotonnier, *Creontiades pallidus* RAMB. *Capsidae* (*Miridae*)**, 15 pp., 8 fig., 25 fr., 1942. (*Epuisé.*)
30. LEFÈVRE, P.-C., **Introduction à l'étude de *Helopeltis orophila* GHESQ.**, 46 pp., 6 graph., 10 tabl., 14 photos, 45 fr., 1942. (*Epuisé.*)
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. (*Epuisé.*)
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 Pyllose 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**, 398 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 *abescens* 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.

SÉRIE TECHNIQUE

1. RINGOET, A., **Notes sur la préparation du café**, 52 pp., 13 fig., 5 fr., 1935. (*Epuisé.*)
2. SOYER, L., **Les méthodes de mensuration de la longueur des fibres du coton**, 27 pp., 12 fig., 3 fr., 1935.
3. SOYER, L., **Technique de l'autofécondation et de l'hybridation des fleurs du cotonnier**, 19 pp., 4 fig., 2 fr., 1935. (*Epuisé.*)
4. BEIRNAERT, A., **Germination des graines du palmier *Elaeis***, 39 pp., 7 fig., 8 fr., 1936. (*Epuisé.*)
5. WAELEKENS, M., **Travaux de sélection du coton**, 107 pp., 23 fig., 15 fr., 1936.
6. FERRAND, M., **La multiplication de l'*Hevea brasiliensis* au Congo belge**, 34 pp., 11 fig., 12 fr., 1936. (*Epuisé.*)
7. REYFENS, J.-L., **La production de la banane au Cameroun**, 22 pp., 20 fig., 8 fr., 1936.
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., 25 fr., 1936.

9. WAEKENS, M., **La purification du Triumph Big Boll dans l'Uele**, 44 pp., 22 fig., 15 fr., 1936.
10. WAEKENS, M., **La campagne cotonnière 1935-1936**, 46 pp., 9 fig., 12 fr., 1936.
11. WILBAUX, R., **Quelques données sur l'épuration de l'huile de palme**, 16 pp., 6 fig., 5 fr., 1937. (*Epuisé.*)
12. STOFFELS, E., **La taille du caféier *arabica* au Kivu**, 34 pp., 22 fig., 8 photos et 9 planches, 15 fr., 1937. (*Epuisé.*)
13. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du café par voie humide**, 50 pp., 3 fig., 12 fr., 1937.
14. SOYER, L., **Une méthode d'appréciation du coton-graines**, 30 pp., 7 fig., 9 tabl., 8 fr., 1937. (*Epuisé.*)
15. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du cacao**, 71 pp., 9 fig., 20 fr., 1937.
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., 20 fr., 1937.
17. RINGOET, A., **La culture du quinquina. — Possibilités au Congo belge**, 40 pp., 9 fig., 10 fr., 1938. (*Epuisé.*)
18. GILLAIN, J., **Contribution à l'étude de races bovines indigènes au Congo belge**, 33 pp., 16 fig., 10 fr., 1938.
19. OPSOMER, J.-E. et CARNEWAL, J., **Rapport sur les essais comparatifs de décoortage de riz exécutés à Yangambi en 1936 et 1937**, 39 pp., 6 fig., 12 tabl. hors texte, 8 fr., 1938.
20. LECOMTE, M., **Recherches sur le cotonnier dans les régions de savane de l'Uele**, 38 pp., 4 fig., 8 photos, 12 fr., 1938.
21. WILBAUX, R., **Recherches sur la préparation du café par voie humide**, 45 pp., 11 fig., 15 fr., 1938.
22. BANNEUX, L., **Quelques données économiques sur le coton au Congo belge**, 46 pp., 14 fr., 1938.
23. GILLAIN, J., « **East Coast Fever** ». — **Traitement et immunisation des bovidés**, 32 pp., 14 graphiques, 12 fr., 1939.
24. STOFFELS, E.-H.-J., **Le quinquina**, 51 pp., 21 fig., 3 pl., 12 tabl., 18 fr., 1939. (*Epuisé.*)
- 25a. FERRAND, M., **Directives pour l'établissement d'une plantation d'*Hevea* greffés au Congo belge**, 48 pp., 4 pl., 13 fig., 15 fr., 1941.
- 25b. FERRAND, M., **Aanwijzingen voor het aanleggen van een geënte *Hevea* aanplanting in Belgisch-Congo**, 51 pp., 4 pl., 13 fig., 15 fr., 1941.
26. BEIRNAERT, A., **La technique culturale sous l'Équateur**, xi-86 pp., 1 portrait héliogr., 4 fig., 22 fr., 1941. (*Epuisé.*)
27. LIVENS, J., **L'étude du sol et sa nécessité au Congo belge**, 53 pp., 1 fig., 16 fr., 1943.
- 27^{bis}. 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. (*Epuisé.*)
28. RINGOET, A., **Note sur la culture du cacaoyer et son avenir au Congo belge**, 82 pp., 6 fig., 36 fr., 1944.
- 28^{bis}. 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. (*Epuisé.*)
29. WAEKENS, M. et LECOMTE, M., **Le choix de la variété de coton dans les Districts de l'Uele et de l'Ubangi**, 31 pp., 7 tabl., 25 fr., 1941. (*Epuisé.*)
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. (*Epuisé.*)
31. POSKIN, J.-H., **La taille du caféier *robusta***, 59 pp., 8 fig., 25 photos, 60 fr., 1942. (*Epuisé.*)
32. BROUWERS, M.-J.-A., **La greffe de l'*Hevea* en pépinière et au champ**, 29 pp., 8 fig., 12 photos, 30 fr., 1943. (*Epuisé.*)
33. DE POERCK, R., **Note contributive à l'amélioration des agrumes au Congo belge**, 78 pp., 60 fr., 1945. (*Epuisé.*)
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.

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 mince : 500 fr., 1948.

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. *Macrobium 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.

HORS SÉRIE

- *** **Renseignements économiques sur les plantations du secteur central de Yangambi**, 24 pp., 3 fr., 1935.
 - *** **Rapport annuel pour l'Exercice 1936**, 143 pp., 48 fig., 20 fr., 1937.
 - *** **Rapport annuel pour l'Exercice 1937**, 181 pp., 26 fig., 1 carte hors texte, 20 fr., 1938.
 - *** **Rapport annuel pour l'Exercice 1938 (1^{re} partie)**, 272 pp., 35 fig., 1 carte hors texte, 35 fr., 1939.
 - *** **Rapport annuel pour l'Exercice 1938 (2^e partie)**, 216 pp., 25 fr., 1939.
 - *** **Rapport annuel pour l'Exercice 1939**, 301 pp., 2 fig., 1 carte, 35 fr., 1941.
 - *** **Rapport pour les Exercices 1940 et 1941**, 152 pp., 50 fr., 1943. (*Epuisé.*)
 - *** **Rapport pour les Exercices 1942 et 1943**, 154 pp., 50 fr., 1944. (*Epuisé.*)
 - *** **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.
- GOEDERT, P., **Le régime pluvial au Congo belge**, 45 pp., 4 tabl., 15 planches et 2 graphiques hors texte, 30 fr., 1938.
- BELOT, R.-M., **La sériciculture au Congo belge**, 148 pp., 65 fig., 15 fr., 1938. (*Epuisé.*)
- BAEYENS, J., **Les sols de l'Afrique centrale et spécialement du Congo belge**, tome I. Le Bas-Congo, 375 pp., 9 cartes, 31 fig., 40 photos, 50 tabl., 150 fr., 1938. (*Epuisé.*)
- LEBRUN, J., **Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo**, 183 pp., 19 pl., 80 fr., 1941. (*Epuisé.*)
- 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.)
 - *** **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 3.000 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.

B. COMITÉ DE DIRECTION.

Président :

M. JURION, F., Directeur Général de l'I.N.E.A.C.

Secrétaire :

M. LEBRUN, J., Secrétaire Général de l'I.N.E.A.C.

Membres :

MM. ANTOINE, V., Professeur à l'Institut Agronomique de l'Université de Louvain;

DE BAUW, A., Président du Comité Cotonnier Congolais;

HAUMAN, L., Professeur à l'Université de Bruxelles;

HOMÈS, M., Professeur à l'Université de Bruxelles;

STANER, P., Directeur d'Administration au Ministère des Colonies;

VAN STRAELEN, V., Directeur de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique.

C. DIRECTEUR GÉNÉRAL.

M. JURION, F.
