

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

MICROBIOLOGIE  
DES  
SOLS LATÉRITIQUES  
DE L'UELE

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.*

ET

**H. DU BOIS**

*Ingénieur agronome colonial Lv.  
Assistant à la Station expérimentale  
de l'I.N.É.A.C. à Bambesa.*

---

SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 50

1951

---

---

PRIX : 30 Fr.

---



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

---

MICROBIOLOGIE  
DES  
SOLS LATÉRITIQUES  
DE L'UELE

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.*

ET

**H. DU BOIS**

*Ingénieur agronome colonial Lv.  
Assistant à la Station expérimentale  
de l'I.N.É.A.C. à Bambesa.*

---

SÉRIE SCIENTIFIQUE N° 50

1951

---

---

PRIX : 30 Fr.

---

## TABLE DES MATIERES

---

INTRODUCTION .....	3
PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS .....	3
DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE D'EXPÉRIENCES CULTURALES .....	13
1. <i>Essai de paillis</i> .....	13
Discussion des résultats .....	27
Conclusion générale .....	29
2. <i>Essai de rotation et de régénération</i> .....	30
BIBLIOGRAPHIE .....	35

---

# MICROBIOLOGIE DES SOLS LATÉRITIQUES DE L'UELE <sup>(1)</sup>

---

## INTRODUCTION

L'étude de la microbiologie des sols latéritiques en bordure de la Cuvette congolaise présente un très grand intérêt.

On trouve en effet, sous la même formation végétale (forêt équatoriale) et en conditions climatiques similaires, des sols très différents quant à leur morphologie, leur composition chimique ou leur fertilité.

Il était intéressant, vu la similitude de certaines propriétés colloïdales, d'examiner dans quelle mesure, les processus microbiologiques des sols latéritiques de l'Uele diffèrent de ceux des sols de Yangambi.

La première partie de cette étude synthétise diverses données relatives aux sols sous couvert naturel ou artificiel.

La deuxième, groupe les observations relatives à deux expériences culturales sur sol rouge latéritique en région forestière.

## PREMIÈRE PARTIE

### GÉNÉRALITÉS

La subdivision de l'Uele en deux territoires botaniques : forêt et savane, se justifie également aux points de vue pédologique et agricole.

Les savanes secondaires situées au Nord de la rivière Uele couvrent des sols appauvris en surface par la végétation à graminées et les feux de brousse annuels. L'incinération régulière d'une végétation

---

(1) Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidé dans l'exécution de ce travail et spécialement M. J. B. ROUX, stagiaire de l'Office de la Recherche Scientifique Coloniale (France), M. J. MEYER, stagiaire I.N.É.A.C., et nos collègues MM. D'HOORE et KUCZAROW de la Division d'Agrologie de Yangambi.

herbeuse épuise vraisemblablement le sol au même degré que les cultures. En effet, la récupération des éléments biophiles par la végétation herbeuse ne peut se faire avec une efficacité comparable à celle de la forêt. Chaque année, une fraction des cendres est lessivée et entraînée hors de portée du système racinaire.

Les communautés végétales suivantes renseignent les stades croissants de la dégradation du sol par la savane : groupement à *Terminalia-Anogeissus-Albizzia-Vitex*, groupement à *Hymenocardia-Crossopteryx-Grewia-Bauhinia*, enfin la savane à *Lophira*.

Il est probable que les cycles d'érosion ont été fortement accélérés par l'apparition de la savane secondaire et que les cuirasses latéritiques qui apparaissent aux versants des collines ont été exposées à une érosion plus active qu'en forêt.

La succession topographique des sols : rouge—ocre—jaune, commune aux tropiques (5), s'observe fréquemment dans les Uele, tant en savane qu'en forêt.

Le tableau I souligne les différences décelées par l'analyse, dans les sols d'une catena de ce type.

TABLEAU I

Profondeur (cm)	Sol rouge		Sol ocre		Sol jaune	
	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Couleur :	2. 5YR 3/4	2. 5YR 4/6	10 YR 4/2	10 YR 4/3	2. 5Y 5/2	2. 5Y 6/2
pH	6.1	6.1	6.0	5.9	5.6	5.2
Argile	57.7	61.9	24.1	19.7	11.8	12.2
Sable fin	18.6	19.4	25.3	30.2	22.5	34.3
Sable grossier	23.7	18.7	50.6	50.1	65.7	53.5
C (%)	2.2	1.0	1.8	0.7	1.0	0.3
N (%)	0.480	0.163	0.238	0.104	0.104	0.032
C/N	4.6	6.1	7.5	6.7	9.6	9.4
Sels solubles (micromhos/cm)	161	38	110	42	47	15
P ( <i>Aspergillus</i> ) (mg/100 g)	4	0	4	2	3	1
K ( <i>Aspergillus</i> ) (mg/100 g)	75	27	45	15	13	4
Mg ( <i>Aspergillus</i> ) (mg/100 g)	7	4	5	3	3	1
NO <sub>3</sub> N (p. p. m.)	18.0	2.3	3.6	0.6	1.0	0.1
NH <sub>4</sub> N (p. p. m.)	6.0	0.2	2.5	0.8	0.0	0.0

Ces données montrent que les sols rouges de l'Uele possèdent une concentration en éléments organiques et minéraux, et une vitesse de minéralisation de l'azote organique très supérieures aux normes de la Cuvette centrale.

Les analyses des cations échangeables confirment cette interprétation (p. 23 et sv.).

Par voie de conséquence, les analyses quantitatives de la microflore indiquent que le nombre total de microorganismes est beaucoup plus élevé en surface que dans les sols de Yangambi.

TABLEAU II

*Nombre de microorganismes (en milliers par g de sol)  
sous forêt à Bambesa (sol rouge).*

Profondeur (cm)	Champignons	Bactéries	Actinomycètes
0 — 5	45.0	10.300	1.300
5 — 14	4.0	880	60
14 — 30	3.5	570	75

L'accroissement *relatif* de la richesse minérale du sol après incinération est beaucoup plus faible dans le cas d'un sol riche en cations échangeables que pour un sol pauvre. La modification de ce facteur édaphique, importante dans un sol très pauvre de la Cuvette, s'atténue considérablement en sol riche et pourra être contrebalancée par les facteurs défavorables de la dénudation du terrain.

Le tableau III montre l'effet exercé par l'abattage et l'incinération de la forêt sur sol rouge de Bambesa (sol superficiel). Les résultats représentent la moyenne de cinq déterminations effectuées en divers endroits de la parcelle étudiée.

TABLEAU III

*Variation de la microflore du sol superficiel après abattage et incinération en sol rouge de Bambesa.*

	Champignons	Actinomycètes	Bactéries
Forêt	45.000	2.300.000	7.430.000
Non-incinération	32.000	1.140.000	3.230.000
Incinération	34.000	910.000	2.720.000

Il ressort de ce tableau qu'une incinération *récente* diminue l'abondance des bactéries et des actinomycètes, mais n'agit guère sur le nombre de champignons.

L'effet de l'incinération ne semble pas persister durant de nombreuses années comme cela peut être le cas pour des plages fortement incinérées dans la région de Yangambi.

Pendant, l'examen de la microflore a montré que s'il n'existait pas de différences numériques très sensibles entre les microflores des terrains forestiers et cultivés (incinération remontant à plusieurs années), la composition systématique des populations microfungiques différait nettement : sous forêt, la microflore des sols est beaucoup plus variée que sous culture.

Considérée dans son ensemble, la microflore des sols rouges de l'Uele diffère totalement, au point de vue de sa composition systématique, de celle observée dans la Cuvette centrale.

En Uele, les éléments dominants sont constitués par les *Aspergillus* des groupes *niger*, *terreus*, *glaucus*, *candidus*, *repens* et *fumigatus*. Viennent ensuite *Penicillium*, *Trichoderma*, quelques Phycomycètes, *Fusarium* et, enfin, *Monilia geophila* qui, à Yangambi, n'a qu'une existence fugace au moment de l'incinération et ne se rencontre que sur des substrats très riches. Cette composition systématique contraste nettement avec celle des sols de Yangambi caractérisée surtout par *Trichoderma* dans les sols forestiers et par *Penicillium* dans les autres sols.

Grâce à son xérophytisme et à son optimum thermique assez élevé, le genre *Aspergillus* est bien représenté dans les terres tropicales. Son abondance relativement faible dans les sols sablonneux de la Cuvette doit être attribuée à la pauvreté de ceux-ci en éléments cationiques.

Au cours de recherches sur les exigences en potassium de souches isolées des sols de la Cuvette, les *Aspergillus* ont réagi nettement à l'accroissement de la teneur du milieu en potassium. Il semble donc que ces organismes présentent des exigences en éléments minéraux qui les défavorisent vis-à-vis de l'ensemble de la microflore des sols de la Cuvette.

\* \* \*

Afin d'obtenir, pour les sols de savane, des données sur l'abondance et la composition systématique de la microflore, la teneur en azote total et la minéralisation de l'azote, quelques analyses ont été



effectuées sur des échantillons prélevés aux environs de Tukpwo (Nord-Uele).

La région étudiée est caractérisée par un relief peu prononcé et la présence de collines en « table » qui dénotent une pénéplanisation avancée. Le sommet de ces collines est couvert par un sol pauvre ; le début de la pente est parfois boisé. A mi-pente, la carapace latéritique affleure fréquemment et son importance varie avec l'inclinaison de la pente. Le bas de la pente est occupé par une savane faiblement boisée se muant éventuellement en une petite galerie forestière.

Les échantillons furent prélevés au sommet et à la base d'une colline typique de la région. L'échantillon du bas de la pente (vallée de la Banzalo) fut recueilli dans un champ indigène, trois semaines environ après le défrichement.

Une série d'échantillons a été constituée également dans le sol formant la limite supérieure de la cuirasse latéritique. Plusieurs petits profils ont été creusés le long d'un axe partant de la carapace latéritique et s'enfonçant dans la forêt claire de crête. Un échantillon du « sol » en surface de la carapace fut également prélevé. Ce « sol » n'est pratiquement formé que d'une mince couche de cendres et de débris organiques. Rappelons que la maigre végétation herbeuse qui couvre ces plaines, brûle annuellement durant la saison sèche.

La strate herbeuse comprend surtout *Ctenium elegans* et *Loudetia* sp. Il existe sans doute une similitude des conditions écologiques qui déterminent la présence de *Loudetia* sur les sols squelettiques latéritiques et sur le faciès quartzeux des « black red Latosols » de l'Ituri.

Les résultats reproduits au tableau IV montrent que la microflore de la région considérée est nettement moins abondante que dans la zone forestière de l'Uele (terre rouge). Par ailleurs, les différences numériques constatées entre la microflore du plateau et celle de la vallée correspondent aux variations de la fertilité du terrain.

Dans les sols situés sur la cuirasse latéritique, la microflore augmente nettement au fur et à mesure que l'on s'écarte du point d'affleurement de la dalle latéritique.

Une augmentation relative sensiblement identique s'observe pour les champignons et les bactéries. Par contre, l'augmentation relative des actinomycètes est beaucoup plus prononcée lorsqu'on pénètre dans la savane arborescente. Ce fait s'explique soit par une réaction moins acide du sol (les actinomycètes ont une réaction optimum en milieu neutre ou alcalin) soit par un pédo-climat plus sec dans la savane boisée.

TABLEAU IV

*Analyse microbiologique des sols de la savane Uele (Région de Tukpwo).*

Profondeur (cm)	Champi- gnons $\times 10^{-3}$	Bactéries $\times 10^{-3}$	Actino- mycètes $\times 10^{-3}$	Observations
Surface (0-5)	41.6	1.830	370	Sur plateau (ex-Station I.N.É.A.C. Tukpwo).
Surface (0-5)	37.3	5.740	180	Vallée Banzalo, champ indigène défriché.
15-20	53.2	2.680	40	
Surface de la cuirasse	10.8	240	40	Pas de sol minéral.
Surface (0-5)	16.0	850	60	Sol à 8 m de la limite de la cuirasse latéritique.
10-20	3.0	70	10	
Surface (0-5)	37.0	470	160	A 38 m de la limite de la cuirasse ; maigre végétation arbustive.
25-30	43.0	430	40	
Surface (0-5)	34.0	1.480	340	A 90 m de la limite de la cuirasse ; avec végétation arbustive bien développée.
7-12	23.7	2.960	140	

A Tukpwo, la microflore des sols sur cuirasse latéritique se caractérise par la dominance fréquente de Sphaeriodaceae, représentées surtout par *Phoma* sp. et plus particulièrement, par *Coniothyrium* sp.

En surface de la cuirasse latéritique dominent surtout divers *Aspergillus* ; si l'on s'écarte de la cuirasse, la microflore fongique revêt une plus grande variété et on y trouve surtout *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Fusarium* et les Sphaeriodaceae mentionnées plus haut.

Le tableau V groupe les données relatives aux teneurs en azote organique et minéral des sols de savane de la région de Tukpwo.

La différence de fertilité entre les terres de la colline et celles de la vallée se marque nettement dans la teneur en  $\text{NH}_4\text{-N}$  en surface. La forte teneur en azote nitrique du sol de la vallée s'explique par la dénudation complète de ce sol et le prélèvement des échantillons à la fin d'une période de sécheresse.

Nous ne pouvons encore formuler aucune explication du fait que les sols sur cuirasses latéritiques montrent tous une teneur en azote ammoniacal plus élevée dans l'horizon d'infiltration que dans l'horizon superficiel. Quant aux variations de l'azote nitrique dans les profils

TABLEAU V

Site de l'échantillon	Profondeur	Azote total (%)	pH	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
Sommet colline	surface	0.151	5.1	0.38	3.83
	à 20 cm	0.100	5.2	1.82	1.82
Vallée Banzalo	surface	0.108	5.1	4.54	9.40
	15 — 20 cm	0.078	5.2	1.03	1.71
Cuirasse latéritique	surface	0.400	5.2	0.82	1.65
A 3 m de la cuirasse	surface	0.182	5.2	1.11	0.37
	10 — 30 cm	0.155	5.1	3.11	3.46
A 8 m de la cuirasse	surface	0.157	5.1	1.08	3.24
	10 — 20 cm	0.127	5.2	2.71	1.02
	40 — 60 cm	0.110	5.1	0.34	22.63
A 38 m de la cuirasse	surface	0.147	5.1	0.70	0.35
A 90 m de la cuirasse	surface	0.147	5.1	2.59	0.74

sur la cuirasse latéritique, celles-ci se justifient aisément. Le lessivage de l'ion nitrate en profondeur est évidemment arrêté par la cuirasse. Les nitrates accumulés à ce niveau sont transportés progressivement, par infiltration latérale, et mis à la disposition des graminées qui végètent sur la mince couche de terre qui recouvre la cuirasse. L'importance de ce processus dans les sols tropicaux a été soulignée par GREENE (6).

\* \* \*

Un des problèmes les plus intéressants en région de savane secondaire est l'étude des modifications des propriétés chimiques et biologiques du sol lorsque la savane est protégée du feu et abandonnée au reboisement naturel.

Aucune expérience systématique n'a été entreprise à ce sujet en Uele ni en d'autres régions du Congo (Ituri, Lomami, Bas-Congo). Nous avons cependant étudié deux profils très voisins de part et d'autre de la route Titule-Ango (Km 96), l'un sous une savane secondaire à *Imperata*, l'autre sous une jeune forêt de 5 à 10 ans.

DESCRIPTION DES PROFILS :

A. *Profil sous savane.*

Végétation : Arbres de plus de 4 m de hauteur :

*Spathodea campanulata*  
*Terminalia glauca*  
*Bauhinia reticulata*  
*Crossopteryx* sp.  
*Vitex* sp.  
*Vernonia conferta*  
*Anthocleista* sp.

Arbres et arbustes :

*Grewia mollis*  
*Sarcocephalus esculentus*  
*Albizzia Zygia*  
*Bridelia* sp.  
*Annona chrysophylla*  
*Vitex* sp.  
*Elaeis guineensis*

Strate herbacée :

*Imperata cylindrica*

0-13 cm : sol noirâtre contenant des débris carbonisés, d'assez gros grains de quartz et d'abondants rhizomes et racines d'*Imperata* (Munsell sec 10 YR 3/3).

13-25 cm : sol plus clair et plus compact, contenant moins de charbon et de racines (Munsell sec 10 YR 4/3).

25-38 cm : sol ocre jaune de transition (Munsell sec 10 YR 6/4).

38-54 cm : idem (Munsell sec 5 YR 5/8).

54-74 cm : sol ocre brun, ne montrant aucune concrétion ou ségrégation du fer (Munsell sec 5 YR 5/8).

74-94 cm : racines s'étendant jusqu'au fond du profil.

B. *Profil sous forêt.*

Végétation : *Vernonia conferta*

*Albizzia Zygia*  
*Anthocleista* sp.  
*Vitex* sp.

*Elaeis guineensis*  
*Bridelia* aff. *viridis*  
*Alchornea* sp.  
*Sarcocephalus* sp. (subsiste en bordure de la route mais  
dépérit)  
*Harungana madagascariensis*  
*Allophylus* sp.  
*Craterispermum* sp.  
*Aframomum* sp.  
*Marantus* sp.  
*Setaria* sp.  
*Mussaenda erythrophylla*  
*Rauwolfia vomitoria*  
*Hymenocardia acida*  
*Caloncoba glauca*

En semis naturel : *Harungana*, *Craterispermum*, *Ficus*,  
*Bridelia*, *Albizzia* *Zygia*.

- 0-8 cm : horizon humifère pulvérulent ; la structure devient angulaire vers le bas ; beaucoup de fines racines surtout dans la partie supérieure (Munsell sec 10 YR 4/3).  
8-19 cm : horizon un peu plus clair, structure finement granuleuse (Munsell sec 10 YR 4/4).  
19-38 cm : horizon de transition, un peu plus compact (Munsell sec 10 YR 4/4).  
38-55 cm : sol ocre jaune à structure granuleuse et légèrement compacte (Munsell sec 5 YR 5/8).

Ce profil ne montre aucune différence morphologique appréciable avec le précédent ; la couleur, l'épaisseur et la succession des horizons sont pratiquement les mêmes. La zonation semble à peine moins marquée dans le cas du profil forestier.

Les analyses texturales ne dénotent d'ailleurs aucune différence entre ces deux profils. Dans les deux cas, un horizon textural B se situe à partir de 70 cm environ.

Nous avons donc affaire à un même type de sol du groupe des « Yellow Latosols » de KELLOGG (8).

Quelques caractéristiques de ces profils sont renseignées au tableau VI.

TABLEAU VI

*Caractéristiques de profils sous savane et sous forêt.*

Profondeur (cm)	pH	K (*)	C (%)	N (%)	C N	MHT (**)	MHP (***)	K   P   Mg		
								mg / 100 g		
Savane 0-13	4.5	27	0.9	0.090	10.0	276	92.5	15	2	4
13-25	4.5	18	0.6	0.066	9.1	261	46.4	11	2	3
25-38	4.5	9	0.5	0.052	9.6	252	33.3	5	2	2
38-54	4.5	8	0.5	0.050	10.0	—	—	5	—	1
54-74	4.5	15	0.4	0.041	9.1	—	—	6	—	1
74-94	4.6	8	0.4	0.038	10.5	—	—	5	—	1
Forêt 0-8	4.5	26	0.8	0.109	7.3	287	76.0	15	2	4
8-19	4.6	12	0.7	0.072	9.7	265	27.5	6	1	3
19-38	4.3	21	0.6	0.062	9.7	254	28.5	4	0	1
38-55	4.5	8	0.6	0.053	11.3	248	24.2	4	1	1
55-70	4.5	10	0.5	0.048	10.4	—	—	4	0	1
70-90	4.4	12	0.4	0.038	10.5	—	—	4	0	1

(\*) K = Conductibilité spécifique de la suspension 1 : 5 en  $10^{-6}$  ohm<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>.

(\*\*) MHT (Matière humique totale) d'après LAUDELOUT et D'HOORE (9).

(\*\*\*) MHP (Matière humique précipitable).

L'examen de la microflore de l'horizon superficiel de ces profils au moyen de la « Contact slide technique » de ROSSI-CHOLODNY montre des paysages microbiens très différents sous les deux formations végétales. Sous la savane, on trouve une microflore d'abondance moyenne. Les hyphes végétatifs de champignons et d'actinomycètes sont bien représentés. Au point de vue numérique, l'ensemble de la population est constitué par des formes bacillaires dispersées et quelques colonies muriformes de coccacées.

Sous le recrû forestier, se rencontre une microflore nettement plus abondante formée en très grande partie de petits films de formes bacillaires ; les formes trophiques d'actinomycètes ont presque totalement disparu et les hyphes de champignons sont beaucoup plus rares.

## DEUXIÈME PARTIE

### ÉTUDE D'EXPÉRIENCES CULTURALES

#### 1. Essai de paillis.

L'essai de protection du sol, qui sert de cadre à la présente étude, fut établi en 1947 sur un défrichement de forêt secondaire réalisé en fin 1946. Dans cette expérience, toujours en cours d'observation, les mêmes traitements sont répétés chaque année sur les mêmes parcelles.

Les échantillonnages furent effectués en 1949 au cours de deux saisons culturales, soit pendant la troisième année de l'essai, et en 1950 pendant l'avant-culture de la quatrième année.

Traitements : Paillis réalisé artificiellement dans les interlignes au moyen des fanes de maïs de l'avant-culture et surtout de tiges de *Pennisetum purpureum*. Les paillages furent exécutés, en moyenne, trois fois par an afin d'assurer à la couverture une épaisseur à peu près constante (environ 15 cm).

Ces traitements furent combinés à la pratique ou à l'absence de labour (réalisé, à une profondeur d'environ 20 cm, avant les semis d'avant-culture et de coton).

Les observations agronomiques sur les rendements et le comportement du maïs et du coton feront l'objet d'une communication ultérieure. Nous n'envisagerons ici que les observations relatives aux variations des propriétés du sol.

\* \* \*

L'étude des réactions biologiques et biochimiques causées par le paillis a porté sur les variations quantitatives et qualitatives de la microflore, de la matière humique, de l'azote organique et minéral, des sels solubles, de la vitesse de solubilisation et de la teneur en cations échangeables ou « assimilables » déterminés par le test à *Aspergillus niger*.

I. INFLUENCE DU PAILLIS SUR LA MICROFLORE FONGIQUE.

L'abondance de la microflore fongique sous l'avant-culture de maïs et sous la culture cotonnière est renseignée aux tableaux VII et VIII.

TABLEAU VII

*Abondance des champignons (en milliers par gramme de sol) sous l'avant-culture.*

	Terrain argileux			Terrain graveleux		
	Paillis	« Clean weeding »		Paillis	« Clean weeding »	
Labour	72.5	45.1	58.8	54.0	41.3	47.7
Non-labour	67.5	29.0	48.2	39.0	19.4	29.2
	70.0	37.0		46.5	30.4	

Quelle que soit la nature du sol, le paillis provoque une augmentation notable du nombre de champignons dans la couche superficielle : l'accroissement moyen en terrain argileux est de 90 % et atteint encore 53 % en terrain graveleux.

D'autre part, le labour semble également augmenter le nombre de champignons indépendamment du traitement ou de la nature du sol.

Les différences observées en faveur du labour sont statistiquement significatives ( $P = 0.01$ ).

Enfin l'écart constaté entre le paillis et le « clean weeding » est nettement atténué par le labour.

Cette conclusion pourrait résulter de la richesse relative de ces sols en matière organique, dont l'assimilabilité par les microorganismes serait favorisée par la meilleure aération du sol due au labour. Celui-ci tendrait ainsi à minimiser l'effet relatif du paillis sur l'abondance des champignons. Inversement, l'effet du labour serait plus marqué sous « clean weeding » que sous paillis, ce dernier atténuant dans ce cas l'effet relatif du labour.

En deuxième saison, les relations, sensiblement identiques au point de vue numérique, ont subi des modifications importantes quant à la composition floristique et à l'action des sous-traitements (absence ou pratique du labour). L'effet des traitements sur l'abondance des champignons est renseigné au tableau VIII.



TABLEAU VIII

*Abondance des champignons (en milliers par g de sol)  
à la fin de la deuxième saison.*

	Paillis	« Clean weeding »
Labour	49.5	27.8
Non-labour	52.5	26.2

Il apparaît clairement que l'influence du paillis sur l'abondance des champignons se maintient nettement tandis que l'effet du labour a disparu. Peut-être faut-il attribuer ce fait à des variations saisonnières de la microflore ou aux influences climatiques lors du labour.

Afin de déterminer l'effet du paillis sur l'importance numérique des champignons en profondeur, des échantillons ont été prélevés aussi aseptiquement que possible sur la paroi fraîche de profils.

Suivant les données du tableau IX, aucune différence notable ne se manifeste entre les divers objets pour les horizons du profil situés sous la couche superficielle.

TABLEAU IX

*Répartition des champignons dans le profil en sol argileux.*

Traitement	Profondeur (cm)	Nombre de champignons par g de sol
Paillis, labour	10 — 21	5.000
	21 — 36	2.500
	40	1.000
« Clean weeding », non-labour	2 — 14	4.000
	14 — 30	3.500
	30 — 46	1.000

## 2. EFFET DU PAILLIS SUR LA COMPOSITION SYSTÉMATIQUE DE LA MICROFLORE FONGIQUE.

Les variations de la microflore fongique ont été étudiées au cours des avant-cultures 1949 et 1950, et au cours de la saison cotonnière 1949.

Seule la dominance des genres *Penicillium* sous paillis et *Aspergillus* sous « clean weeding », ressort des nombreuses observations effectuées au cours de l'avant-culture.

Par contre, d'intéressantes observations ont été faites au cours de la culture cotonnière sur la dominance du *Trichoderma* sous paillis et sur l'action nettement inhibitrice de celui-ci sur la propagation dans le sol du « wilt » du cotonnier à *Fusarium vasinfectum* ATK. Cet effet pourrait être attribué à la dominance dans la microflore du sol de *Trichoderma* dont les propriétés antibiotiques sont bien connues.

Il est peu vraisemblable que les différences d'incidence de la maladie soient dues à des variations de la réaction du sol. YOUNG (23) a montré qu'il n'y avait pas de relation entre l'incidence du « wilt » et le pH dans la zone de pH 4.66 à 8.40.

Par contre, des observations similaires aux nôtres ont été faites par SUBRAHMANIAN (18) qui attribue toutefois le rôle majeur aux bactéries antagonistes de *Fusarium*.

### 3. INFLUENCE DU PAILLIS SUR LES NOMBRES DE BACTÉRIES ET D'ACTINOMYCÈTES.

Les nombres de bactéries et d'actinomycètes ont été déterminés par culture. Le tableau X résume les résultats obtenus en fonction de la nature du sol au cours de l'avant-culture.

TABLEAU X

	Sol argileux			Sol graveleux		
	Paillis	« Clean weeding »		Paillis	« Clean weeding »	
Bactéries (en milliers par g de sol)						
Labour	10.450	9.100	9.775	8.630	6.210	7.420
Non-labour	6.400	4.930	5.665	5.525	11.050	8.287
	8.425	7.015		7.077	8.630	
Actinomycètes (en milliers par g de sol)						
Labour	1.750	2.230	1.990	2.000	900	1.450
Non-labour	1.770	630	1.200	1.775	1.200	1.487
	1.760	1.430		1.887	1.050	

Les relations observées pour les champignons se vérifient malgré l'atténuation des différences et une inversion manifeste.

L'abondance apparemment plus élevée des actinomycètes sous paillis que sous « clean weeding » est peut-être la cause ou le résultat de la légère augmentation de pH observée pour le sol superficiel sous paillis. Les actinomycètes sont en effet neutrophiles ou basophiles et diminuent généralement l'acidité de leur milieu de culture.

Suivant les données du tableau XI, conformes aux observations relatives aux champignons, l'effet du paillis sur les nombres des bactéries et des actinomycètes ne semble pas s'étendre en profondeur.

TABLEAU XI

*Nombre de bactéries et d'actinomycètes (en milliers par g de sol) dans les divers horizons du profil en sol argileux.*

Traitement	Profondeur (cm)	Nombre de bactéries	Nombre d'actinomycètes
Paillis, labour	10 — 21	1.080	100
	21 — 36	380	20
	40	20	10
« Clean weeding », labour	10 — 22	1.230	250
	22 — 42	410	180
	45 — 50	653	10
Paillis, non-labour	10 — 16	1.010	340
	15 — 25	1.118	260
	30 — 35	360	120

En deuxième saison, les relations observées pour le sol superficiel sont confirmées (tableau XII).

TABLEAU XII

*Nombre de bactéries et d'actinomycètes (en milliers par g de sol) en deuxième saison.*

	Paillis	« Clean weeding »
<i>Bactéries</i>		
Labour	9.860	4.280
Non-labour	6.350	3.260
<i>Actinomycètes</i>		
Labour	1.880	1.180
Non-labour	1.410	960

L'écart observé entre les nombres de bactéries sous paillis est significatif à une probabilité de 0,01 ; par contre la différence observée sous « clean weeding » n'est significative qu'à 0,20.

#### 4. EFFET DU PAILLIS SUR LA TENEUR EN AZOTE DU SOL.

L'apport continu de matière végétale pourrait-il entraîner une augmentation notable du taux d'azote du sol et quelle serait l'importance de cette augmentation ?

Pour répondre à ces questions, la fonction : Taux d'azote-Profondeur a été déterminée pour quatre profils creusés sous paillis et sous « clean weeding ». Le tableau XIII donne la moyenne des résultats obtenus.

TABLEAU XIII

*Variation du taux d'azote total (en %) de terre fine.*

Profondeur (cm)	Paillis	« Clean weeding »
0 — 10	0.214	0.205
10 — 20	0.209	0.115
20 — 30	0.100	0.080
30 — 40	0.092	0.068
40 — 50	0.076	0.066
50 — 60	0.064	0.065
60 — 70	0.054	0.057

Le nombre de profils creusés ne permet pas de calculer la signification des différences observées. Il est peu probable que les valeurs beaucoup plus faibles trouvées sous « clean weeding » entre 10 et 40 cm soient significatives. En effet, l'analyse de 40 échantillons provenant des profondeurs de 0 à 10 et 10 à 20 cm donne les pourcentages suivants :

Profondeur (cm)	Paillis	« Clean weeding »
0 — 10	0.266 ± 0.066	0.255 ± 0.079
10 — 20	0.168 ± 0.050	0.136 ± 0.035

Ces données et les déviations standards qui les affectent montrent que la fonction : Taux d'azote-Profondeur, n'a pas été modifiée matériellement par le paillis sauf pour le sol superficiel (0 à 5 cm) où la teneur en azote organique montre une nette supériorité du sol

sous paillis sur le sol découvert. La teneur moyenne du sol sous paillis est de  $0.369 \pm 0.112$  contre  $0.258 \pm 0.043$  pour le sol sous « clean weeding ».

De plus, le taux d'azote de la couche superficielle du sol varie plus intensément sous paillis que sous « clean weeding ».

La déviation standard, de 30 % sous paillis, est de 17 % seulement sous « clean weeding ».

### 5. EFFET DU PAILLIS SUR L'AZOTE AMMONIACAL ET NITRIQUE.

L'effet du paillis sur les variations des taux d'azote minéral est illustré par une série de déterminations présentées dans le tableau XIV.

TABLEAU XIV

*Variation des taux d' $\text{NH}_4 - \text{N}$  et  $\text{NO}_3 - \text{N}$  en surface (0-4 cm) dans les divers objets (en p.p.m.).*

Date	Objet étudié	Sol argileux		Sol graveleux		Observations
		$\text{NH}_4 - \text{N}$	$\text{NO}_3 - \text{N}$	$\text{NH}_4 - \text{N}$	$\text{NO}_3 - \text{N}$	
11 mai 1949	Paillis, labour	4.17	6.90	6.53	1.40	Prélèvement en fin d'une courte période de sécheresse. Il est tombé en 6 jours 8 mm d'eau répartis en 4 pluies; auparavant une pluie de 20 mm.
	« Clean weeding », labour	4.44	14.0	6.45	—	
	Paillis, non-labour	7.71	6.42	5.27	4.27	
	« Clean weeding », non-labour	6.93	14.83	4.64	8.36	
13 mai 1949	Paillis, labour	6.94	4.44	5.53	4.67	Prélèvement effectué après une pluie de 16,8 mm.
	« Clean weeding », labour	—	—	5.46	3.98	
	Paillis, non-labour	8.81	7.00	8.63	6.04	
	« Clean weeding », non-labour	5.67	9.80	4.52	7.03	
14 mai 1949	Paillis, labour	5.13	4.62	5.44	7.25	Prélèvement effectué après une pluie de 10,5 mm.
	« Clean weeding », labour	6.44	3.09	3.61	7.94	
	Paillis, non-labour	7.46	7.73	5.74	5.19	
	« Clean weeding », non-labour	3.89	4.67	5.14	4.63	

A la fin d'une courte période de sécheresse, la teneur en azote nitrique du sol non protégé est nettement supérieure à celle du sol sous paillis. En maintenant une plus forte humidité, le paillis favorise, en effet, une plus grande abondance de fines racines en surface, qui activent l'absorption de l'azote minéral par la plante. D'autre part, les analyses d'échantillons prélevés après une pluie montrent que la diminution relative de l'azote minéral est beaucoup plus forte sous « clean weeding » que sous paillis. Il est donc permis de supposer que le paillis favorise l'absorption de l'azote minéral et diminue les pertes par lessivage. Afin d'appuyer cette interprétation, nous avons examiné le sol dans les plages où le développement végétatif se montrait supérieur ou inférieur à la moyenne du traitement. Dans le premier cas on a constaté une diminution du taux d'azote nitrique par rapport à la moyenne de la parcelle, dans l'autre on a noté une augmentation.

L'examen d'échantillons prélevés dans les horizons de profondeur a montré que, au cours d'une saison pluvieuse, il y avait généralement plus de nitrates en surface et moins en profondeur sous le paillis par rapport au « clean weeding ».

Quelques exemples typiques sont présentés dans le tableau XV.

TABLEAU XV

Profondeur (cm)	NO <sub>3</sub> — N en p. p. m. sous					
	Paillis	« Clean weeding »	Paillis	« Clean weeding »	Paillis	« Clean weeding »
10	5.9	2.5	3.3	0.4	2.2	1.0
25	16.4	22.9	0.0	0	0.3	1.4
40	28.3	44.3	3.8	4.3	3.5	5.6
70			8.8	9.0	13.5	16.2

Une série de déterminations faites en 1950 au cours de l'avant-culture et reproduites dans le tableau XVI confirment ces observations.

TABLEAU XVI

Traitement	Nature du sol	Profondeur (cm)	NO <sub>3</sub> N (p. p. m.)	Observations
« Clean weeding »	Argileux	5 — 10	7.0	Déterminations faites immédiatement avant une pluie de 12 mm.
	»	15 — 20	5.4	
	»	30 — 35	14.9	
Paillis	»	5 — 10	7.9	
	»	15 — 20	5.9	
	»	30 — 35	8.8	
Paillis	Graveleux	5 — 10	19.7	
	»	15 — 20	7.4	
	»	30 — 35	3.4	
« Clean weeding »	»	5 — 10	16.7	
	»	15 — 20	4.8	
	»	30 — 35	6.5	

Traitement	Nature du sol	Profondeur (cm)	NO <sub>3</sub> N (p. p. m.)	Observations
« Clean weeding »	Argileux	5 — 10	4.1	Déterminations faites immédiatement après une pluie.
	»	15 — 20	6.5	
	»	30 — 35	5.6	
Paillis	»	5 — 10	5.7	
	»	15 — 20	9.4	
	»	30 — 35	9.7	
Paillis	Graveleux	5 — 10	13.2	
	»	15 — 20	5.2	
	»	30 — 35	4.0	
« Clean weeding »	»	5 — 10	11.4	
	»	15 — 20	6.5	
	»	30 — 35	5.4	

Cette distribution de l'azote nitrique dans le profil est souvent modifiée par la présence et le degré de compacité du banc latéritique, qui entraîne une accumulation des nitrates au-dessus du banc.

La rétention des éléments solubles, à une certaine profondeur, par un banc latéritique pourrait expliquer certains effets favorables souvent constatés dans les sols des Uele.

6. EFFET DU PAILLIS SUR LES SELS SOLUBLES ET LA VITESSE DE SOLUBILISATION.

La détermination des sels solubles permet de comparer les effets respectifs du paillis et du « clean weeding » sur les mouvements descendants ou ascendants des sels dans le profil. La vitesse de solubilisation reflète l'intensité de la capacité de minéralisation du sol sous paillis.

TABLEAU XVII

*Sels solubles et vitesse de solubilisation (en micromhos/cm) de la suspension 1/5 sous paillis et sous « clean weeding ».*

	Paillis	« Clean weeding »
Sels solubles	92 ± 34	32 ± 9
Vitesse de solubilisation	192 ± 76	39 ± 22

Les différences observées sont significatives malgré un coefficient de variation très élevé.

TABLEAU XVIII

*Sels solubles et vitesses de solubilisation dans le profil sous paillis et sous « clean weeding » (en micromhos/cm pour la suspension 1/5).*

Profondeur (cm)	Paillis		« Clean weeding »	
	Sels solubles	Vitesse de solubilisation	Sels solubles	Vitesse de solubilisation
0 — 10	41	62	31	44
10 — 20	24	41	24	21
20 — 30	21	33	24	12
30 — 40	25	19	28	8
40 — 50	24	20	29	4
50 — 60	21	20	29	5
60 — 70	25	10	28	3

Il semble que les relations qui gouvernent la répartition des sels solubles dans le profil soient analogues à celles des nitrates. Les données présentées dans le tableau XVIII n'infirmant pas cette hypothèse sans pouvoir toutefois la confirmer.



Il est peu vraisemblable que l'écart constaté entre les vitesses de solubilisation dans les divers horizons du profil sous paillis et « clean weeding » soit significatif.

La conclusion la plus importante qui se dégage de ces données concerne l'absence de mouvement ascendant des sels solubles sous « clean weeding » par ascension capillaire.

Les profils hydriques établis confirment d'ailleurs ce fait et montrent que les mouvements ascendants de l'eau sont pratiquement négligeables. Les valeurs très faibles observées pour la conductivité capillaire du sol aux taux d'humidité habituels auguraient ces résultats.

#### 7. EFFET DU PAILLIS SUR LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DU SOL.

Pour être complète, l'étude de la réaction du paillis sur la végétation doit préciser le rôle direct et indirect joué par le paillis dans la nutrition de la plante.

En supposant que la composition des plantes ait été la même sous paillis et sous « clean weeding », on peut calculer les poids de Ca, Mg et K mobilisés dans les tiges, feuilles, graines et racines d'une récolte de coton.

TABLEAU XIX

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Feuilles					
Paillis	81.4	30.8	45.6	112.6	22.1
« Clean weeding »	50.6	18.8	28.4	70.0	13.7
Tiges					
Paillis	34.4	13.9	33.2	22.9	10.0
« Clean weeding »	18.6	7.5	18.0	12.4	5.5
Racines					
Paillis	3.7	2.0	5.2	2.6	1.7
« Clean weeding »	2.2	1.2	3.0	1.5	1.0
Graines					
Paillis	52.6	14.3	14.1	2.7	5.8
« Clean weeding »	41.7	11.3	11.2	2.2	4.6
Fibres					
Paillis	1.7	0.5	2.3	0.9	0.4
« Clean weeding »	1.3	0.4	1.8	0.7	0.3
Total					
Paillis	173.2	60.7	100.4	141.7	40.1
« Clean weeding »	114.4	39.2	62.4	86.8	25.1

Il est toutefois douteux que la composition minérale des plants de coton ou de maïs ait été identique. En conditions physiologiques plus favorables, la plante sous paillis s'est livrée vraisemblablement à une consommation plus grande d'éléments cationiques.

Le tableau XIX, dressé d'après les données bibliographiques et les résultats des mesures relatives du développement végétatif des cotonniers en 1948, illustre les différences qui existent entre la somme des éléments mobilisés en une saison par la plante sous paillis et sous « clean weeding ».

Bien qu'établi pour une seule saison, ce tableau montre indiscutablement un épuisement plus prononcé des éléments nutritifs sous paillis que sous « clean weeding », abstraction faite des apports d'éléments minéraux contenus dans le paillis.

On peut dès lors se demander dans quelle mesure l'apport du paillis compense la plus grande immobilisation de matière minérale par les végétaux sous couverture. Les premières déterminations sur la teneur du sol en cations échangeables sont résumées dans le tableau XX. Nous y avons joint, à titre de comparaison, les résultats des déterminations faites sur un sol moins fertile et couvert par un paillis très abondant et riche en éléments minéraux.

TABLEAU XX

Pro-fondeur (cm)	Calcium (ME %)	Magnésium (ME %)	Potassium (ME %)	Somme des cations (ME %)	Origine des échantillons
0 — 10	7.0	1.70	2.409	11.109	Paillis et labour
10 — 20	2.7	0.56	0.716	3.976	
0 — 10	20.8	2.18	0.754	23.734	« Clean weeding » et labour
10 — 20	7.2	1.62	0.322	9.142	
0 — 10	12.3	0.82	0.657	13.777	Paillis, sans labour
10 — 20	3.9	0.78	0.312	4.992	
0 — 10	19.7	1.76	0.480	21.940	« Clean weeding », sans labour
10 — 20	9.7	1.06	0.143	10.903	
0 — 10	24.4	4.20	1.067	29.667	Sol rouge ocre de l'Aruwimi sous paillis riche
10 — 20	20.5	0.86	0.320	21.680	
0 — 10	4.6	1.10	0.445	6.145	Sol forestier voisin du précédent
10 — 20	2.7	0.85	0.297	3.847	
0 — 10	3.5	1.49	0.236	5.226	Idem
10 — 30	1.6	0.88	0.376	2.856	

Dans le tableau XXI, qui synthétise les données du tableau précédent, seuls les deux objets Paillis et « Clean weeding » ont été considérés et les résultats correspondant aux profondeurs de 0 à 10 et 10 à 20 cm ont été groupés en une seule valeur moyenne (profondeur de 0-20 cm). Chaque chiffre représente donc la moyenne de quatre déterminations.

TABLEAU XXI

	Paillis	« Clean weeding »
Calcium	6.5	14.3
Magnésium	0.96	1.65
Potassium	1.05	0.67
Somme des cations	8.51	16.62

Ces déterminations montrent que le paillis diminue la quantité des cations échangeables sauf le potassium.

Le nombre d'échantillons étant insuffisant pour une interprétation statistique certaine, une nouvelle série de profils et d'échantillons de surface furent prélevés afin d'y déterminer, par voie microbiologique, le potassium, le magnésium et le phosphore assimilables (tableau XXII).

TABLEAU XXII

*Magnésium, potassium et phosphore « assimilable »  
sous paillis et sous « clean weeding » (en mg pour 100 g).*

	Paillis	« Clean weeding »
Magnésium	10 ± 3	4 ± 0.4
Potassium	65 ± 15	16 ± 6
Phosphore	4 ± 1	3 ± 1

Dans la couche superficielle, la teneur en magnésium a doublé, la teneur en potassium a quadruplé et la teneur en phosphore n'a pas varié. Notons qu'il s'agit d'une couche mince de sol en contact immédiat avec le paillis et où les effets chimiques de ce dernier pourront se faire sentir au maximum.

L'examen des teneurs en magnésium, potassium et phosphore des horizons des profils (tableau XXIII) montre que l'enrichissement

plus grand en potassium se vérifie jusqu'à 40 cm environ, alors que les teneurs en magnésium et phosphore ne montrent plus aucune variation pour la couche de 0 à 10 cm.

TABLEAU XXIII

*Teneurs des divers horizons (en mg pour 100 g)  
sous paillis et sous « clean weeding ».*

	Paillis			« Clean weeding »		
	Magnésium	Potassium	Phosphore	Magnésium	Potassium	Phosphore
0 — 10	5	49	3	4	13	2
10 — 20	4	20	2	3	11	3
20 — 30	4	22	1	3	10	1
30 — 40	3	18	0	3	10	1
40 — 50	3	12	0	2	9	0
50 — 60	3	12	0	2	7	0
60 — 70	2	15	0	1	6	0

Nous pouvons résumer comme suit l'effet du paillis sur les teneurs en cations assimilables et en phosphore :

1<sup>o</sup> Le bilan du potassium sous paillis est toujours favorable. Le potassium représente l'élément dont la concentration subit, sous l'action du paillis, le plus grand accroissement en surface et dans le profil.

Cette conclusion s'est vérifiée par les voies chimique et microbiologique.

2<sup>o</sup> La teneur en magnésium n'est pas sensiblement modifiée sauf dans la couche superficielle du sol immédiatement en contact avec le paillis. Dans certains cas, la teneur en magnésium du sol sous paillis peut être inférieure à celle du sol découvert, sans qu'il soit possible d'imputer cette régression à l'hétérogénéité du sol ou à un épuisement plus prononcé sous paillis.

3<sup>o</sup> Les teneurs en phosphore assimilable n'ont pas varié d'une façon significative, peut-être en raison de l'absence de différence significative entre les teneurs en matière humique précipitable. Celle-ci sous paillis était de  $465 \pm 286$  contre  $262 \pm 206$  sous « clean weeding » (en ml de  $\text{KMnO}_4$  N/10 pour 100 g du sol).

L'effet du paillis sur ces grandeurs aurait toutefois pu être masqué par l'important coefficient de variation qui les affecte.

## DISCUSSION DES RÉSULTATS

Dans une étude récente, L. M. TURK et N. L. PARTRIDGE (19) soulignent la relation qui existe entre l'efficacité d'un paillis artificiel et les facteurs pédologiques et climatiques. Nous avons montré comment ces facteurs pouvaient influencer sur l'efficacité du paillis sous nos conditions.

Il est intéressant de passer en revue les données bibliographiques obtenues sous des conditions de sol et de climat différentes.

L'effet du paillis sur la nitrification et la teneur en eau du sol a été plus particulièrement étudié.

Les premiers travaux sur cette question sont dus à ALBRECHT (1) (2) et à SCOTT (16), qui avaient constaté une dépression des teneurs en nitrates du sol sous paillis.

Par après, BEAUMONT et ses collaborateurs (3) (4) ont établi que les nitrates s'accumulent en plus grande proportion dans le sol sous paillis que dans le sol non protégé. Au cours d'un mois à pluviosité anormalement faible, la teneur en nitrates fut cependant équivalente sous paillis et sous « clean weeding ».

D'après ces auteurs, trois ans seraient nécessaires pour que les nitrates s'accumulent d'une façon perceptible en sol sous paillis ; cette accumulation deviendrait possible après le retour du rapport C/N à un niveau suffisamment bas.

MOORE et BEAUMONT (14) ont présenté des données expérimentales concluantes à cet égard.

BEAUMONT et ses collaborateurs (2) attribuent les divergences de leurs résultats avec ceux d'ALBRECHT au choix de leur sol qui est notablement plus léger et mieux drainé.

Les résultats plus récents de TURK et PARTRIDGE (19) ont permis de préciser le mécanisme de l'action du paillis sur la nitrification. Ces auteurs ont observé que tous les paillis étudiés, sauf le foin de luzerne, diminuaient la production des nitrates au cours d'une période de 4 ans. Ils attribuent cet effet à une plus haute teneur en humidité, à un manque d'aération et à une réduction de la température du sol. L'effet dépressif le moins accusé fut noté pour les sols les mieux aérés. Apparemment l'action régressive de la couverture de paille sur la teneur en nitrates résultait d'une diminution de la production plutôt que d'une immobilisation de l'azote nitrique due au rapport C/N élevé du paillis.

MOOERS et ses collaborateurs (12) (13) ont signalé, dans une étude

sur l'infiltration du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque, que 73,4 % du nitrate appliqué sous paillis percolait contre 100 % en l'absence de paillis. La couverture de paille utilisée dans ces expériences avait nettement réduit l'assimilabilité de l'azote sous forme nitrique ou sous forme ammoniacale.

Les expériences lysimétriques de ces auteurs sur des sols sous paillis ont mis en relief la diminution de la minéralisation de l'azote. En trois ans, 65 et 55 kg d'azote ont été obtenus à l'hectare à partir de deux types de sol sous paillis contre 92 et 85 kg respectivement pour les mêmes sols non protégés. Cet effet dépressif du paillis sur la production des nitrates est imputé à l'infiltration de substances organiques solubles dans le sol et non à une diminution de l'aération provoquée par l'augmentation du taux d'humidité. En effet, une couverture de gravier n'exerçait qu'un effet négligeable sur la nitrification bien qu'elle fut aussi efficace qu'une couverture de paille pour diminuer l'évaporation.

Dans les conditions de l'Uganda, GRIFFITH et MANNING (7) ont établi que, sous une pluviosité moyenne et pour un sol à texture moyenne, il y avait, au cours de la saison des pluies, une accumulation beaucoup plus forte de nitrates sous un sol nu que sous un paillis d'herbes. La différence persistait jusqu'à une profondeur de 90 cm.

D'autre part, à Hawaï, MAGISTAD et ses collaborateurs (11) ont observé des teneurs en nitrates plus grandes sous couverture de papier que sous paillis de bagasse ou sous sol nu.

La comparaison de ces données bibliographiques aux résultats obtenus dans les sols de l'Uele, montre que les contradictions sont plus apparentes que réelles.

Les divergences résultent avant tout du type de sol et de climat. En climat froid ou tempéré et en sol insuffisamment aéré, le paillis peut produire une diminution des taux de nitrates par inhibition de la nitrification.

Si la transformation microbiologique de la matière organique n'est pas suffisamment rapide il peut y avoir immobilisation de l'azote nitrique produit.

Il est intéressant de mentionner ici que LECOMTE (10) a observé en savane de l'Uele une décoloration des feuilles du cotonnier sous paillis. Les conditions de réduction du rapport C/N étaient dans ce cas nettement moins favorables que dans l'essai que nous avons étudié : première année de l'essai et sol dont le rapport C/N est plus élevé au départ. A ce moment (en troisième année), les conditions étaient telles que la nitrification était favorisée sous le paillis par rapport au « clean weeding »

La dénudation d'un sol tropical ne conduit donc pas immédiatement à une minéralisation plus prononcée et le mécanisme de la dégradation d'un sol par dénudation au cours d'un cycle cultural normal est certainement moins simple que ne pourraient le faire croire les conceptions admises.

Touchant l'influence du paillis sur les propriétés chimiques du sol, les données bibliographiques sont moins abondantes.

TURK et PARTRIDGE (19) ont constaté que certains types de paillis pouvaient accroître sensiblement les teneurs en éléments fertilisants, alors que d'autres les diminuaient. C'est surtout le calcium et le potassium qui étaient augmentés, le magnésium montrant moins ou pas d'accroissement. Une couverture de paille augmentait la teneur en potassium échangeable dans tous les types de sol étudiés.

WANDER et GOURLEY (20) (21) (22) ont obtenu un accroissement atteignant 1.132 kg de potassium échangeable à l'hectare sous paillis contre 197 kg seulement en sol découvert.

Suivant STEPHENSON et SCHUSTER (17), la teneur en potassium soluble était considérablement augmentée sous couverture de paille. Cet effet, qui était le plus marqué dans la partie superficielle du sol, se percevait encore à une profondeur de 10 à 15 cm. L'accroissement en calcium était moins sensible.

Ces données montrent une certaine analogie avec nos propres observations, spécialement en ce qui concerne l'action spécifique du paillis sur le potassium assimilable ?

#### CONCLUSION GÉNÉRALE : LE MÉCANISME DE L'ACTION DU PAILLIS.

L'effet du paillis se marque sur les facteurs physiques, chimiques et biologiques qui régissent la productivité d'un sol tropical.

#### LES FACTEURS PHYSIQUES.

Le paillis joue le rôle d'écran et d'éponge à la surface du sol. L'effet d'écran amortit l'amplitude des variations thermiques et empêche l'insolation directe de la couche superficielle et son damage par les pluies battantes.

L'effet d'éponge augmente l'évaporation de l'eau et diminue la percolation. Ce double effet contribue à maintenir l'humidité en surface.

#### LES FACTEURS CHIMIQUES.

La minéralisation du paillis végétal apporte au sol une certaine quantité d'éléments biogènes qui peuvent contrebalancer la mobilisation plus grande des éléments fertilisants par la plante.

## LES FACTEURS BIOLOGIQUES.

Le paillis agit sur l'ensemble de la microflore saprophytique aux points de vue quantitatif et qualitatif.

La grande majorité de nos sols sont d'origine forestière et comme tels caractérisés par une accumulation des éléments biogènes en surface. La forêt vit en cycle à peu près fermé en explorant par un feutrage de racines la couche superficielle du sol où elle maintient elle-même des conditions d'absorption favorables aux végétaux. Cette couche, la plus intéressante pour les végétaux annuels cultivés, n'est malheureusement guère utilisable par ceux-ci étant donné la dégradation rapide due à la dénudation du sol. Le paillis atténue les éléments défavorables du climat tropical et permet l'exploitation maximum des couches les plus fertiles du profil, en mettant la rhizosphère de la plante dans des conditions physiologiquement plus favorables. Ces considérations conduisent à quelques conclusions pratiques :

1. L'efficacité du paillis sera-t-elle la même sur tous les types de sol ?

Le paillis vise avant tout à mettre la plante dans des conditions physiologiques favorables par rapport au sol qu'elle doit exploiter. Si la richesse du sol est insuffisante, l'effet utile du paillis diminuera considérablement. On peut expliquer ainsi le manque d'effet du paillis en sol pauvre à Yangambi, ou les effets proportionnels à la richesse du sol constatés dans l'Ituri, ou encore l'effet synergique des engrais combinés au paillis observé à Vuazi.

2. Le taux maximum d'utilisation des engrais minéraux sous un climat tropical ne s'obtiendra probablement que grâce au paillis ou à une pratique culturale similaire.

Dans ce cas, le paillis végétal déjà antiéconomique et qui ne se justifie pas davantage par des effets pédologiques spécifiques, pourra être remplacé par un paillis artificiel appliqué mécaniquement comme cela se pratique dans certains pays (Hawaï).

## **2. Essai de rotation et de régénération.**

Quatre blocs comprenant chacun 20 parcelles de 25 ares furent consacrés à cet essai.

Chaque bloc est une répétition dans le temps du schéma général suivant de l'expérience :



	1 <sup>e</sup> année	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> année
Rotation I	Maïs Coton	Arachides Bananes	Manioc	—	—	—
Rotation II	Maïs Bananes	Manioc	Maïs Coton	— —	—	—
Rotation III	Maïs Coton	Arachides Bananes	Manioc	Maïs Coton	—	
Rotation IV	Maïs Coton	Arachides Bananes	Manioc	Maïs Coton	Arachides Bananes	Manioc

Ces quatre cycles culturaux sont combinés à cinq types de jachère :

- a) Jachère forestière longue ;
- b) Jachère forestière de 7 ans ;
- c) Jachère à *Pennisetum* recépé de 3 ans ;
- d) Jachère à *Pennisetum* non recépé de 3 ans ;
- e) Jachère à *Pennisetum* non recépé de 5 ans.

La sole sur laquelle cet essai a été établi est extrêmement hétérogène ; on rencontre des sols argileux rouges, des sols argilo-sableux ocre, des sols sablonneux jaunes et gris, répartis suivant une succession assez régulière le long de la pente douce d'un flanc de vallée.

Cette hétérogénéité et la complexité inhérente de l'essai rendent l'interprétation des résultats analytiques extrêmement difficiles. Une étude préliminaire de la microflore fongique du sol superficiel a été réalisée aux points de vue quantitatif et qualitatif (tableau XXIV). Les échantillons ont été prélevés dans un seul bloc afin de minimiser l'hétérogénéité du sol.

TABLEAU XXIV

Nombre de champignons (en milliers par g de sol)	Traitement
26 ± 11	3 ans de jachère forestière
28 ± 7	3 ans de jachère à <i>Pennisetum</i>
28 ± 3	6 ans de culture
50 ± 11	forêt secondaire

Par ordre décroissant d'abondance, les répartitions suivantes furent observées pour les genres les plus communs des champignons :

- Jachère forestière*           Phycomycètes divers, *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*.
- Jachère à Pennisetum* : *Penicillium*, *Trichoderma*, Phycomycètes, *Aspergillus*.
- Sol sous culture* :           Phycomycètes, *Penicillium*, *Aspergillus*.
- Sol sous forêt* :           Microflore plus variée, où seul le genre *Trichoderma* semble dominer.

Il semble donc que trois ans de jachère forestière ou de jachère à *Pennisetum* n'ont exercé aucun effet sur la microflore du sol superficiel, sauf un début de modification de la composition floristique de la microflore.

Des déterminations complémentaires ont été faites au moyen de la technique de ROSSI-CHOLODNY (tableau XXV).

Pour simplifier l'interprétation des observations, nous avons classé l'ensemble des formes trophiques en quatre groupes : hyphes de champignons, hyphes végétatifs d'actinomycètes, formes bactériennes non sporulées bacillaires et formes coccoïdes.

Un indice, variant de 1 à 3, a été affecté à la dominance de ces formes et à la caractérisation semi-quantitative de la microflore.

Il apparaît assez clairement que les jachères à *Pennisetum* se distinguent de la jachère forestière bien établie, par une abondance plus grande de la microflore et un développement moindre des hyphes de champignons dans le sol superficiel. A ce point de vue, la jeune jachère forestière occuperait une place intermédiaire entre la jachère à *Pennisetum* et la forêt.

Il va sans dire que les premiers stades de la jachère forestière, surtout après une rotation se terminant par une culture sarclée, ne répondent pas à ces caractéristiques.

La présence d'un grand nombre de rejets de manioc modifie aussi la nature de la microflore.

Les formes bactériennes sont également plus abondantes sous la jachère à *Pennisetum* ou sous les premiers stades de la recolonisation forestière que sous la jachère forestière développée ou la forêt ancienne. Toutefois, les différences observées ne sont pas très fortes. Au stade actuel de la jachère, les deux types étudiés indiquent uniquement la tendance de leur évolution future.

TABEAU XXV

Type jachère	En jachère depuis x ans	Après cycle du type	Abondance de la microflore	Hyphes de champignons	Hyphes d'actinomycètes	Formes bacillaires	Formes coccoides
<i>e</i>	3	IV	3	3	3	3	1
<i>e</i>	5	I	2	2	1	3	3
<i>e</i>	2	IV	3	1	2	3	3
<i>c</i>	3	IV	3	1	3	3	1
<i>c</i>	2	IV	3	2	2	3	3
<i>a</i>	2	IV	1	3	1	1	1
<i>a</i>	2	IV	3	1	1	3	3
<i>a</i>	6	II	2	3	1	1	3
<i>a</i>	6	I	1	3	1	1	2
<i>a</i>	5	I	1	1	1	3	3
<i>a</i>	4	III	3	1	2	3	3
Forêt	?	?	1	3	1	2	1
»	?	?	2	3	1	2	1
»	?	?	2	3	1	2	1

sol sablonneux  
sous manioc et  
*Paspalum*

sol sablonneux  
sous *Paspalum*  
sol jaune  
sol ocre  
sol rouge

A cet égard, les sols argileux rouges ou ocre de Bambesa présentent une plus grande inertie que les sols de Yangambi aux variations de la microflore durant la culture et la jachère. Les variations y sont toujours moins étendues et semblent surtout moins rapides. Par contre, il semble que les sols sablonneux de Bambesa répondent plus rapidement à un type de jachère donnée par des modifications plus rapides de leur microflore.

Des recherches ultérieures sont nécessaires afin de préciser cette interprétation. Néanmoins un parallélisme intéressant pourrait exister entre la courbe de fertilité d'un sol sablonneux, le dynamisme de sa recolonisation végétale et le dynamisme des modifications de sa microflore, comparativement aux variations de ces mêmes phénomènes dans des sols plus lourds et plus riches.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) ALBRECHT, W. A., Nitrate accumulation under the straw mulch. *Soil Sci.*, 20, p. 253-265 (1925).
- (2) ALBRECHT, W. A., Nitrate accumulation in soil as influenced by tillage and straw mulch. *Jl Amer. Soc. Agron.*, 18, p. 841-853 (1926).
- (3) BEAUMONT, A. B., SESSIONS, A. C. et KELLY, O. N., Nitrate accumulation under a mulch. *Soil Sci.*, 24, p. 177-185 (1927).
- (4) BEAUMONT, A. B. et CHAPMAN CROOKS, The influence of a mulch on soil nitrates. *Soil Sci.*, 36, p. 121-123 (1933).
- (5) FOGGIE, A., Some ecological observations on a tropical forest type in the Gold Coast. *Jl Ecol.*, 34, p. 88-106 (1947).
- (6) GREENE, H., Soil formation and water movement in the tropics. *Soils a. Fert.*, X, 3, p. 253 (1947).
- (7) GRIFFITH, G. et MANNING, H. L., A note on nitrate accumulation in a Uganda soil. *Trop. Agric.*, Trinidad, 26, p. 108-110 (1949).
- (8) KELLOGG, C. E. et DAVOL, F. D., An exploratory study of soil groups in the Belgian Congo. *Publ. I. N. É. A. C., Sér. sci.*, 46 (1949).
- (9) 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. *Publ. I. N. É. A. C., Sér. sci.*, 44 (1949).
- (10) LECOMTE, M., Rapport de la Sous-Station cotonnière de Tukpwo (I. N. É. A. C.), *Bull. agric. C. B.*, 29, p. 259-279 (1938).
- (11) MAGISTAD, O. C., FARLEN, C. A. et BALDWIN, W. A., Bagasse and paper mulches. *Jl Amer. Soc. Agron.*, 27, p. 813-825 (1935).
- (12) MOOERS, C. A., Effects of wheat straw, lespedeza hay and farmyard manure as soil mulches on the conservation of moisture and the production of nitrates. *Soil Sci.*, 66, p. 308 (1948).
- (13) MOOERS, C. A., WASHKO, J. B. et YOUNG, J. B., Effect of straw mulch on recovery of nitrogen from nitrate of soda and ammonium sulfate applied as to dressing. *Soil Sci.*, 66, p. 399-400 (1948).
- (14) MOORE et BEAUMONT, The relation of the carbon-nitrogen ratio of a mulch to the accumulation of nitrates in the soil. *Jl Amer. Soc. Agron.*, 26, p. 252 (1934).
- (15) SAKURAI YOSHIJIRO, The results gained by the use of paper mulch and straw mulch in the fruit tree industry. *Jl Soc. Trop. Agron.*, 26, p. 85-102 (1931).

- (16) SCOTT, H., The influence of wheat straw on the accumulation of nitrates in the soil. *Jl Amer. Soc. Agron.*, 13, p. 233-258 (1921).
- (17) STEPHENSON, R. E. et SCHUSTER, C. E., Effects of mulches on soil properties. *Soil Sci.*, 59, p. 219-30 (1945).
- (18) SUBRAHMANYAN, C. V., Some factors affecting the growth and survival of *Fusarium vasinfectum* Atk. the cotton wilt pathogen with special reference to microbiological antagonism. *Indian Jl Bot. Soc.*, 25, p. 89-101 (1946).
- (19) TURK, L. M. et PARTRIDGE, N. L., Effect of various mulching materials on orchard soils. *Soil Sci.*, 64, p. 111-25 (1947).
- (20) WANDER, I. W. et GOURLEY, J. H., The potassium content of soil beneath a strawmulch. *Soil Sci.*, 86, p. 546-7 (1937).
- (21) WANDER, I. W. et GOURLEY, J. H., Available potassium in orchard soils as affected by a heavy straw mulch. *Jl Amer. Soc. Agron.*, 30, p. 438-46 (1938).
- (22) WANDER, I. W. et GOURLEY, J. H., Increasing available potassium to greater depths in an orchard soil by adding potash fertilizer on a mulch. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 46, p. 21-4 (1945).
- (23) YOUNG, V. H., Relation of environment to the incidence of *Fusarium* wilt of cotton. C. R. : *Phytopath.*, 37, p. 437 (1947).

# PUBLICATIONS DE L'I.N.É.A.C.

Les publications de l'I.N.É.A.C. 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

- N° 1. **LEBRUN, J., Les essences forestières des régions montagneuses du Congo oriental**, 264 pp., 28 fig., 18 pl., 25 fr., 1935 (épuisé).
- N° 2. **STEYAERT, R.-L., Un parasite naturel du *Stephanoderes*. Le *Beauveria bassiana* (BALS.) VUILLEMIN**, 46 pp., 16 fig., 5 fr., 1935 (épuisé).
- N° 3. **GHEQUIÈRE, J., État sanitaire de quelques palmeraies de la province de Coquilhatville**, 40 pp., 15 fr., 1935.
- N° 4. **STANER, P., Quelques plantes congolaises à fruits comestibles**, 56 pp., 9 fig., 9 fr., 1935 (épuisé).
- N° 5. **BEIRNAERT, A., Introduction à la biologie florale du palmier à huile**, 42 pp., 28 fig., 12 fr., 1935 (épuisé).
- N° 6. **JURION, F., La brûlure des caféiers**, 28 pp., 30 fig., 8 fr., 1936 (épuisé).
- N° 7. **STEYAERT, R.-L., Étude des facteurs météorologiques régissant la pullulation du *Rhizoctonia Solani* KÜHN sur le cotonnier**, 27 pp., 3 fig., 20 fr., 1936.
- N° 8. **LEROY, J.-V., Observations relatives à quelques insectes attaquant le caféier**, 30 pp., 9 fig., 10 fr., 1936 (épuisé).
- N° 9. **STEYAERT, R.-L., Le port et la pathologie du cotonnier. — Influence des facteurs météorologiques**, 32 pp., 11 fig., 17 tabl., 30 fr., 1936.
- N° 10. **LEROY, J.-V., Observations relatives à quelques hémiptères du cotonnier**, 20 pp., 18 pl., 9 fig., 35 fr., 1936 (épuisé).
- N° 11. **STOFFELS, E., La sélection du caféier *arabica* à la Station de Mulungu (Premières communications)**, 41 pp., 22 fig., 12 fr., 1936 (épuisé).
- N° 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.
- N° 13. **STEYAERT, R.-L., Présence du *Sclerospora Maydis* (RAC.) PALM (*S. javanica* PALM) au Congo belge**, 16 pp., 1 pl., 15 fr., 1937.
- N° 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).
- N° 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.
- N° 16. **STEYAERT, R.-L., La sélection du cotonnier pour la résistance aux stigmatomyces**, 29 pp., 10 tabl., 8 fig., 20 fr., 1939.
- N° 17. **GILBERT, G., Observations préliminaires sur la morphologie des plantules forestières au Congo belge**, 28 pp., 7 fig., 20 fr., 1939.
- N° 18. **STEYAERT, R.-L., Notes sur deux conditions pathologiques de l'*Elaeis guineensis***, 13 pp., 5 fig., 10 fr., 1939.
- N° 19. **HENDRICKX, F., Observations sur la maladie verruqueuse des fruits du caféier**, 11 pp., 1 fig., 10 fr., 1939.
- N° 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.

- N° 21. SOYER, D., La « rosette » de l'arachide. — Recherches sur les vecteurs possibles de la maladie, 23 pp., 7 fig., 18 fr., 1939.
- N° 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., 20 fr., 1941.
- N° 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.
- N° 24. OPSOMER, J.-E., Contribution à l'étude de l'hétérosis chez le riz, 30 pp., 1 fig., 18 fr., 1942.
- N° 24<sup>bis</sup>. VRIJDAGH, J., Étude sur la biologie des *Dysdercus supersticiosus* F. (Hemiptera), 19 pp., 10 tabl., 15 fr., 1941 (épuisé).
- N° 25. DE LEENHEER, L., Introduction à l'étude minéralogique des sols du Congo belge, 45 pp., 4 fig., 25 fr., 1944.
- N° 25<sup>bis</sup>. STOFFELS, E., La sélection du caféier *arabica* à la Station de Mulungu. (Deuxièmes communications), 72 pp., 11 fig., 30 tabl., 50 fr., 1942 (épuisé).
- N° 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 (épuisé).
- N° 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).
- N° 28. VRIJDAGH, J., Étude de l'acariose du cotonnier, causée par *Hemitarsonemus latus* (BANKS) au Congo belge, 25 pp., 6 fig., 20 fr., 1942 (épuisé).
- N° 29. SOYER, D., Miride du cotonnier, *Creontiades pallidus* RAMB. *Capsidae* (Miridae), 15 pp., 8 fig., 25 fr., 1942. (épuisé).
- N° 30. LEFÈVRE, P.-C., Introduction à l'étude de *Helopeltis orophila* GHESQ., 46 pp., 6 graph., 10 tabl., 14 photos, 45 fr., 1942 (épuisé).
- N° 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).
- N° 32. CASTAGNE, E., ADRIAENS, L. et ISTAS, R., Contribution à l'étude chimique de quelques bois congolais, 30 pp., 15 fr., 1946.
- N° 33. SOYER, D., Une nouvelle maladie du cotonnier. — La Psyllose provoquée par *Pauwocephala gossypii* RUSSELL, 40 pp., 1 pl., 9 fig., 50 fr., 1947.
- N° 34. WOUTERS, W., Contribution à l'étude taxonomique et caryologique du genre *Gossypium* et application à l'amélioration du cotonnier au Congo belge 383 p., 5 pl., 18 fig., 250 fr., 1948.
- N° 35. HENDRICKX, F.-L., *Sylogé fungorum congensium*, 216 pp., 100 fr., 1948.
- N° 36. FOUARGE, J., L'attaque du bois de Limba (*Terminalia superba* ENGL. et DIELS) par le *Lycctus brunneus* LE C., 17 pp., 9 fig., 15 fr., 1947.
- N° 37. DONIS, C., Essai d'économie forestière au Mayumbe, 92 pp., 3 cartes, 63 fig., 70 fr., 1948.
- N° 38. D'HOORE, J. et FRIPIAT, J., Recherches sur les variations de structure du sol à Yangambi, 60 pp., 8 fig., 30 fr., 1948.
- N° 39. HOMÈS, M. V., L'alimentation minérale du Palmier à huile *Elaeis guineensis* JACQ., 124 pp., 16 fig., 100 fr., 1949.
- N° 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.
- N° 41. SCHMITZ, G., La Pyrale du Caféier Robusta *Dichocrocis crocodora* MEYRICK, biologie et moyens de lutte, 132 pp., 36 fig., 100 fr., 1949.
- N° 42. VANDERWEYEN, R. et ROELS, ●., Les variétés d'*Elaeis guineensis* JACQUIN du type *albescens* et l'*Elaeis melanococca* GAERTNER (em. BAILEY), Note préliminaire, 24 pp., 16 fig., 30 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.

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

### COLLECTION IN-4°

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

Fascicule 1. Introduction (*en préparation*).

Fascicule 2. *Afzormosia 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*, 72 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.**

**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.**

### 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.**

**\*\*\* Rapport annuel pour l'Exercice 1938 (1<sup>re</sup> partie), 272 pp., 35 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. (Épuisé).**

**\*\*\* Rapport pour les Exercices 1942 et 1943, 154 pp., 50 fr., 1944. (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.**

**GOEDERT, P., Le régime pluvial au Congo belge, 45 pp., 4 tabl., 15 planches et 21 graphiques hors texte, 40 fr., 1938.**

**BELLOT, R.-M., La sériciculture au Congo belge, 148 pp., 65 fig., 15 fr., 1938 (épuisé).**

- N° 18. GILLAIN, J., **Contribution à l'étude des races bovines indigènes au Congo belge**, 33 pp., 16 fig., 20 fr., 1938.
- N° 19. OPSOMER, J.-E. et CARNEWAL, J., **Rapport sur les essais comparatifs de décorticage de riz exécutés à Yangambi en 1936 et 1937**, 39 pp., 6 fig., 12 tabl. hors-texte, 25 fr., 1938.
- N° 20. LECOMTE, M., **Recherches sur le cotonnier dans les régions de savane de l'Uele**, 38 pp., 4 fig., 8 photos, 20 fr., 1938.
- N° 21. WILBAUX, R., **Recherches sur la préparation du café par voie humide**, 45 pp., 11 fig., 30 fr., 1938.
- N° 22. BANNEUX, L., **Quelques données économiques sur le coton au Congo belge**, 46 pp., 25 fr., 1938.
- N° 23. GILLAIN, J., « **East Coast Fever** ». — **Traitement et immunisation des bovidés**, 32 pp., 14 graphiques, 20 fr., 1939.
- N° 24. STOFFELS, E.-H.-J., **Le quinquina**, 51 pp., 21 fig., 3 pl., 12 tabl., 18 fr., 1939 (épuisé).
- N° 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.
- N° 25b. FERRAND, M., **Aanwijzingen voor het aanleggen van een geënte Hevea aanplanting in Belgisch-Congo**, 51 pp., 4 pl., 13 fig., 30 fr., 1941.
- N° 26. BEIRNAERT, A., **La technique culturale sous l'Équateur**, XI-86 pp., 1 portrait héliog., 4 fig., 22 fr., 1941 (épuisé).
- N° 27. LIVENS, J., **L'étude du sol et sa nécessité au Congo belge**, 53 pp., 1 fig., 16 fr., 1943 (épuisé).
- N° 27<sup>bis</sup>. 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).
- N° 28. RINGOET, A., **Note sur la culture du cacaoyer et son avenir au Congo belge**, 82 pp., 6 fig., 36 fr., 1944.
- N° 28<sup>bis</sup>. 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).
- N° 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).
- N° 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).
- N° 31. POSKIN, J.-H., **La taille du caféier *robusta***, 59 pp., 8 fig., 25 photos, 60 fr., 1942 (épuisé).
- N° 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).
- N° 33. DE POERCK, R., **Note contributive à l'amélioration des agrumes au Congo belge**, 78 pp., 60 fr., 1945 (épuisé).
- N° 34. DE MEULEMEESTER, D. et RAES, G., **Caractéristiques de certaines variétés de coton spécialement congolaises**, Première partie, 110 pp., 40 fr., 1947.
- N° 35. DE MEULEMEESTER, D. et RAES, G., **Caractéristiques de certaines variétés de coton spécialement congolaises**, Deuxième partie, 37 pp., 40 fr., 1947.
- N° 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.
- N° 37. VANDERWEYEN, R. et MICLOTTE, H., **Valeur des graines d'*Elaeis guineensis* JACQ. livrées par la station de Yangambi**, 24 pp., 15 fr., 1949.
- N° 38. FOUCARGE, J., SACRE, E. et MOTTET, A., **Appropriation des bois congolais aux besoins de la Métropole**, 17 pp., 20 fr., 1950.
- N° 39. PICHEL, R.-J., **Premiers résultats en matière de sélection précoce chez l'Hevea**, 43 pp., 10 fig., 40 fr., 1951.

- N° 43. GERMAIN, R., **Reconnaissance géobotanique dans le Nord du Kwango**, 22 pp., 13 fig., 25 fr., 1949.
- N° 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.
- N° 45. LÉONARD, J., **Étude botanique des copaliers du Congo belge**, 158 pp., 23 photos, 16 fig., 3 pl., 130 fr., 1950.
- N° 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.
- N° 47. LAUDELOUT, H., **Étude pédologique d'un essai de fumure minérale de l'« Elaeis » à Yangambi**, 21 pp., 25 fr., 1950.
- N° 48. LEFÈVRE, P. C., *Bruchus oblectus* Say ou Bruche des haricots (*Phaseolus vulgaris* L.), 68 pp., 35 fr., 1950.
- N° 49. LECOMTE, M., DE COENE, R. et CORCELLE, P., **Observations sur les réactions du cotonnier aux conditions du milieu**, 55 pp., 7 fig., 70 fr., 1951.
- N° 50. LAUDELOUT, H. et DU BOIS, H., **Microbiologie des sols latéritiques de l'Uele**, 36 pp., 30 fr., 1951.

### SÉRIE TECHNIQUE

- N° 1. RINGOET, A., **Notes sur la préparation du café**, 52 pp., 13 fig., 5 fr., 1935 (épuisé).
- N° 2. SOYER, L., **Les méthodes de mensuration de la longueur des fibres du coton**, 27 pp., 12 fig., 3 fr., 1935 (épuisé).
- N° 3. SOYER, L., **Technique de l'autofécondation et de l'hybridation des fleurs du cotonnier**, 19 pp., 4 fig., 2 fr., 1935 (épuisé).
- N° 4. BEIRNAERT, A., **Germination des graines du palmier *Elaeis***, 39 pp., 7 fig., 8 fr., 1936 (épuisé).
- N° 5. WÆLKENS, M., **Travaux de sélection du coton**, 107 pp., 23 fig., 50 fr., 1936.
- N° 6. FERRAND, M., **La multiplication de l'*Hevea brasiliensis* au Congo belge**, 34 pp., 11 fig., 12 fr., 1936 (épuisé).
- N° 7. REYPENS, J.-L., **La production de la banane au Cameroun**, 22 pp., 20 fig., 8 fr., 1936 (épuisé).
- N° 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.
- N° 9. WÆLKENS, M., **La purification du Triumph Big Boll dans l'Uele**, 44 pp., 22 fig., 30 fr., 1936.
- N° 10. WÆLKENS, M., **La campagne cotonnière 1935-1936**, 46 pp., 9 fig., 25 fr., 1936.
- N° 11. WILBAUX, R., **Quelques données sur l'épuration de l'huile de palme**, 16 pp., 6 fig., 5 fr., 1937 (épuisé).
- N° 12. STOFFELS, E., **La taille du caféier *arabica* au Kivu**, 34 pp., 22 fig., 8 photos et 9 planches, 15 fr., 1937 (épuisé).
- N° 13. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du café par voie humide**, 50 pp., 3 fig., 12 fr., 1937 (épuisé).
- N° 14. SOYER, L., **Une méthode d'appréciation du coton-graines**, 30 pp., 7 fig., 9 tabl., 8 fr., 1937 (épuisé).
- N° 15. WILBAUX, R., **Recherches préliminaires sur la préparation du cacao**, 71 pp., 9 fig., 40 fr., 1937.
- N° 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.
- N° 17. RINGOET, A., **La culture du quinquina. — Possibilités au Congo belge**, 40 pp., 9 fig., 20 fr., 1938 (épuisé).

- 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. (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.
- \*\*\* **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 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.



