

ROYAUME DE BELGIQUE
Ministère des Colonies

Direction de l'Agriculture,
de l'Élevage et de la Colonisation

KONINKRIJK BELGIË
Ministerie van Koloniën

Directie van Landbouw,
Veeteelt en Kolonisatie

Bulletin Agricole du Congo Belge

Landbouwkundig Tijdschrift

voor Belgisch-Congo

Publié sous la Direction de

M. P. STANER,

DIRECTEUR D'ADMINISTRATION. — DIRECTEUR VAN BESTUUR.

Uitgegeven onder de leiding van

Vol. XLI

N^o 1

MARS 1950
AART

4 FASCICULES PAR AN
NUMMERS PER JAAR



(Photo W. Kesler.)

Jeunes Parasoliers âgés de 9 mois, mis en place depuis 4 1/2 mois.

RÉDACTION ET ADMINISTRATION :

Place Royale, 7 - Bruxelles

REDACTIE EN ADMINISTRATIE :

Koningsplein, 7 - Brussel

SOMMAIRE DU N° 1 - 1950

	PAGES
Articles originaux :	
<i>Arboretum de Stanleyville</i> , par LIÉGEOIS, P. et PETIT, P.	3
<i>Note sur la multiplication du Parasolier</i> , par KESLER W.	37
<i>Un arbre de boisement intéressant pour les régions d'altitude du Congo</i> , <i>l'Eucalyptus Grandis (Hill) MAIDEN</i> , par GODDING, R.	53
<i>Essai de détermination de clones de Cinchona Ledgeriana au moyen des</i> <i>caractères foliaires</i> , par LIENART, J. M.	57
<i>La culture du Colza au Kivu</i> , par LAURENT, J. F.	69
<i>Résultats des essais de fumure minérale au Congo belge</i> , par FOCAN, A. ...	73
<i>Terres Noires et Kaiso-Beds dans la vallée de la Ruzizi</i> , par LOZET, J. ...	105
<i>Considération sur l'Elevage bovin dans les chefferies Bashi</i> , par GUYAUX, R.	113
<i>Contribution à l'étude de la Syngamose des Gallinacés</i> , par JUSSIANT et CONZEMIUS	131
<i>Traitement de la Coccidiose aviaire par injections intrapéritonéales</i> , par JUSSIANT et CONZEMIUS	137
<i>La peste aviaire et la maladie de Newcastle au Congo belge</i> , par JEZERSKI, A.	141
<i>Le régime alimentaire des poissons du Centre Africain. — Intérêt éven-</i> <i>tuel de ces poissons en vue d'une Zootechnie économique</i> , par HULOT, A.	145
<i>Studie over venijn en antivenijn in verband met giftslangen van Belgisch</i> <i>Kongo</i> , door MORTELMANS, J.	177
<i>La Carpe est-elle un poisson de culture pour le Congo?</i> par DE BONT, A. F.	197
<i>La Synthèse des principes actifs du Pyrèthe</i> , par DORMAL, S. ...	203
Documentation officielle ...	205
Notes et actualités :	
<i>Fondation André Landeghem</i> ...	215
<i>De Landbouw in de Indische Archipel</i> ... W.	216
<i>De Rijstcultuur in Indonesië</i> ...	217
<i>De Tuinbouw in Indonesië</i> ...	217
<i>L'Avenir de l'Agriculture dans les Colonies Tropicales Françaises.</i> W.M.	217
<i>La classification des terres par le Service de la Conservation du</i> <i>Sol des Etats-Unis, base de la lutte contre l'érosion</i> ... J.E.O.	219
<i>Note au sujet de l'emploi du Bananier pour la régénération du sol.</i> L.E. EECKHOUT	220
<i>De Aarde betaalt</i> ... W.	221
<i>L'Institut de Recherches pour les Huiles de Palme et Oléagineux.</i> D. d'H.	223
<i>L'utilisation de la pulpe de café comme fourrage (Mercure)</i> ...	224

(Voir suite page 3 couverture.)

ROYAUME DE BELGIQUE
Ministère des Colonies

Direction de l'Agriculture,
de l'Élevage et de la Colonisation

KONINKRIJK BELGIË
Ministerie van Koloniën

Directie van Landbouw,
Vee­teelt en Kolonisatie

Bulletin Agricole du Congo Belge

Landbouwkundig Tijdschrift

voor Belgisch-Congo

Publié sous la Direction de *M. P. STANER,* *Utgegeven onder de leiding van*
DIRECTEUR D'ADMINISTRATION. — DIRECTEUR VAN BESTUUR.

Vol. XLI

N^o 1

MARS 1950
AART

4 FASCICULES PAR AN
NUMMERS PER JAAR

19147



(Photo Kesler)

Plantes de 9 mois, mises en place depuis 4 1/2 mois.

RÉDACTION ET ADMINISTRATION :
Place Royale, 7 - Bruxelles

REDACTIE EN ADMINISTRATIE :
Koningsplein, 7 - Brussel



Publication.

Résultats des Essais de Fumure minérale au Congo belge

*Note présentée à Nairobi lors de la réunion des 13 et 14 juillet 1949
de l'East African Agricultural and Forestry Research Organisation
(Discussion on Fertilizer Experiments)*

par

A. FOCAN,
Chef de la Division d'Agrologie de l'INEAC,
à Yangambi.

SOMMAIRE.

- I. Introduction et historique.
- II. Résultats des essais entrepris par l'INEAC : a) sur plantes annuelles;
b) sur plantes pérennes.
- III. Essais entrepris par l'INEAC sur une base physiologique.
- IV. Conclusions.
- ANNEXE. Caractérisation des diverses régions d'expérimentation.

I. INTRODUCTION ET HISTORIQUE.

La fumure minérale a depuis longtemps retenu l'attention des techniciens et des praticiens de l'agriculture congolaise. Des essais physiologiques furent conduits, il y a de nombreuses années déjà, afin d'étudier l'action des engrais en différents sols.

E. LEPLAE posait la question comme suit : « Etant donné une plantation, quels sont les engrais chimiques qui lui sont nécessaires et combien de kilogrammes de chaque engrais suffit-il d'employer par hectare pour obtenir une bonne récolte? »

A Hasselt d'abord, en collaboration avec les Laboratoires d'Oxford ensuite, il organisa à cette fin, pour des terres du Bas-Congo, une série d'expériences en pots, dont quelques conclusions furent consignées dans le « Bulletin Agricole du Congo Belge » de décembre 1914 (1).

(1) Situation géographique, sol et climat du Bas-Congo : voir annexe.

Après avoir rappelé les principes et les modalités des expériences conduites par SCHREIBER à Hasselt (2), l'auteur indique le schéma, légèrement modifié par rapport au précédent, suivi dans les essais d'Oxford (3). Il résulte de ces expériences que les terres du Bas-Congo manifestent un manque évident d'azote et d'acide phosphorique; la nécessité d'une fumure azotée et phosphorique est nettement mise en relief.

« Un essai sur trèfle donne un résultat magnifique; partout où de l'acide phosphorique a été donné, le trèfle s'est développé vigoureusement, et cela depuis le jour de la levée ».

Toutes les combinaisons privées de phosphates ne furent guère opérantes.

En 1916, SMEYERS (4) publia les résultats obtenus à Cambridge avec des échantillons de sols du Bas-Congo.

1° Un manque d'azote est manifeste dans les sept terres analysées.

Cet élément constitue le facteur dominant de la fertilisation de ces terres.

2° La nécessité d'une fumure à la fois azotée et phosphatée, établie dans les expériences d'Oxford, n'est pas confirmée. Cette contradiction partielle entre les deux expériences pourrait, comme le signale l'auteur, être levée par la multiplication des essais. On pourrait ajouter : par une classification des sols et par la recherche des réactions spécifiques des cultures tropicales aux engrais.

Signalons encore les essais similaires conduits en 1926 par SCHREIBER (5) à la station agrobiologique de Hasselt sur des sols de Yangambi, d'Eala et de Lula.

Voici quelques conclusions relatives aux terres de Yangambi :

« Le sol de Yangambi ne contient pas une forte réserve en azote assimilable puisque les cultures sans azote ne donnent plus que 18,1 % du rendement des cultures à engrais complet.

» L'acide phosphorique et, tout spécialement, la potasse s'épuisent assez rapidement. La chaux et la magnésie ne manquent point. les différences entre les rendements des cultures à engrais complets et ceux des cultures sans chaux et sans magnésie sont comprises dans les limites des inévitables erreurs d'expériences ».

La fumure exclusive d'N a une action nocive et NP n'atteint que 15,5 % du rendement produit par l'engrais complet.

(2) La série normale comprend sept pots recevant respectivement les fumures suivantes : Engrais complet (N, P, K, Ca, Mg); id. sans N, id. sans P, etc.

(3) Les éléments sont d'abord employés individuellement, puis par deux, par trois, par quatre et, enfin, tous les cinq.

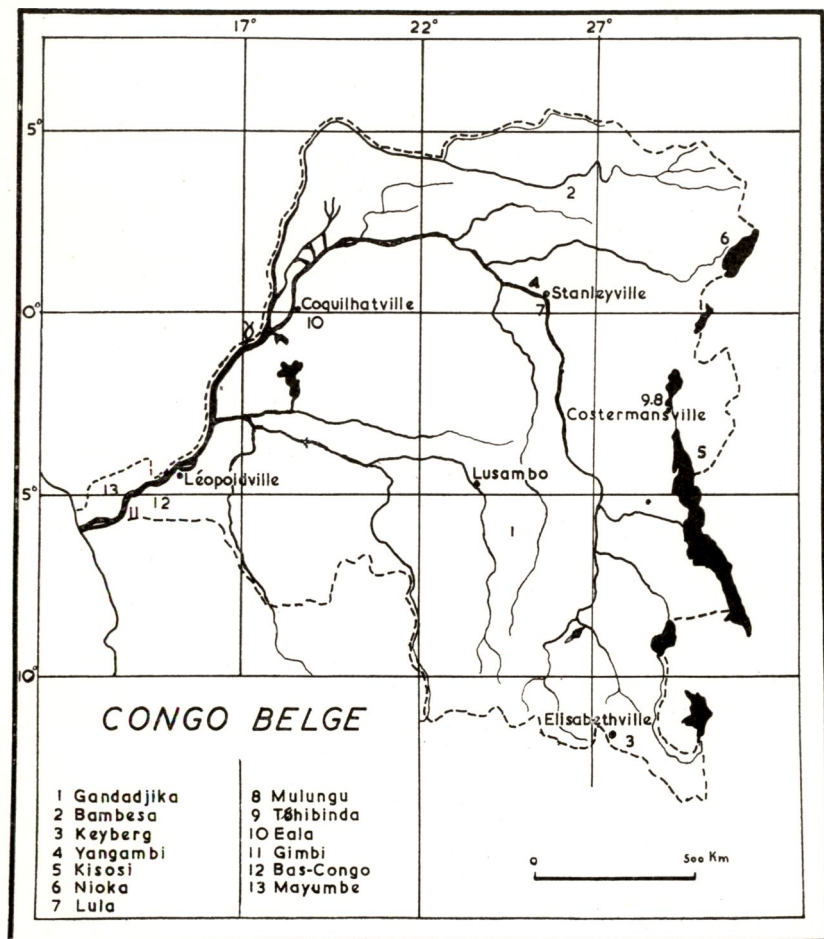
(4) SMEYERS, *Bulletin Agricole du Congo Belge*, 1926, pp. 268 et suiv.

(5) SCHREIBER, *Bulletin Agricole du Congo Belge*, 1928, pp. 537 et suiv.

Les résultats obtenus avec l'avoine s'établissent ainsi :

Engrais complet (N, P, K, Ca, Mg)	100,0
id. sans N	18,1
id. sans P	30,1
id. sans K	35,0
id. sans Mg	98,0
id. sans Ca	97,9
Engrais NPK	100,0
Terre non fumée	8,0

15357



Carte des stations de l'INÉAC signalées dans la présente note.
(Voir en annexe, page 100 et suivantes, quelques caractéristiques de ces stations).

L'auteur conclut ainsi pour les sols d'Eala :

« Tandis que le rendement de la culture sans azote est tombé de 52,1 % en 1924 à 22,9 % en 1926, et celui de la culture sans potasse de 86 % en 1924 à 50,1 % en 1926, le rendement de la culture sans acide phosphorique n'a guère varié.

» Jusqu'à présent, cette terre peut être considérée comme riche en acide phosphorique absorbable et moyennement pourvue d'azote et de potasse. Il y a un léger manque de chaux et de magnésie ».

Egalement avec l'avoine comme plante-test, les résultats s'expriment comme suit :

Engrais complet (N, P, K, Ca, Mg)	100,0
id. sans N	22,9
id. sans P	87,5
id. sans K	50,1
id. sans Ca	95,2
id. sans Mg	95,1
Engrais N P K	100,0
Terre non fumée	17,6

Une autre terre d'Eala détenait une réserve notablement plus faible en P_2O_5 (rendement de 22,5 % seulement) et en K_2O (24,1 % de l'engrais complet).

Pour les échantillons de Lula et de Yangambi, une pénurie identique en azote et en acide phosphorique se manifestait dans les sols vierges, mais la réserve en K_2O paraissait plus importante.

Voici les résultats acquis avec l'avoine pour une terre vierge de Lula :

Engrais complet (N, P, K, Ca, Mg)	100,0
id. sans N	25,5
id. sans P	24,2
id. sans K	55,8
id. sans Ca	98,2
id. sans Mg	100,0
Engrais N P K	97,6
Terre non fumée	19,0

Une réserve encore plus élevée en potasse fut observée dans une autre terre de Lula.

En 1930, R. KINDS (6) publia les résultats d'essais physiologiques exécutés, avec maïs et suivant la méthode d'Oxford, sur des sols de la région d'Eala :

« Tous ces différents sols de Bolombo et Eala sont très pauvres en phosphore et en azote. Dans un cas, c'est le manque d'azote qui prédomine, dans l'autre, c'est le manque de phosphore qui l'emporte, mais tous donnent une végétation très satisfaisante par l'application de ces deux éléments (NP), alors qu'isolés ou même combinés à d'autres éléments, leur effet est peu ou pas marquant. »

Signalons aussi que, pour les diverses terres de cette région, le Mg n'a pas une action très marquée et que les engrais N, P, K, et N, P, K, Ca ou N, P, K, Ca, Mg ne déterminent pas toujours de

(6) R. KINDS, *Bulletin Agricole du Congo Belge*, 1930.

grandes différences entre eux ni une supériorité marquée sur la simple combinaison N, P.

Tous ces essais semblent établir l'efficacité des engrais, simples ou combinés, dans les sols tropicaux. S'ils n'ont pas été poursuivis et si l'usage des engrais n'a pas été généralisé à la Colonie, il faut surtout l'attribuer aux conditions économiques défavorables.

En 1914, E. LEPLAE notait que « les engrais bon marché en Belgique coûtent cher ou très cher lorsqu'il faut les appliquer en Afrique centrale. Pour que leur emploi soit possible, il faut :

- 1° des transports à bon marché;
- 2° l'exemption de tout droit de douane;
- 3° la restriction des fumures aux quantités strictement nécessaires ».

L'inexistence de ces conditions *sine qua non* et une connaissance insuffisante des territoires constituent vraisemblablement les raisons principales pour lesquelles la pratique de la fumure minérale ne s'est pas généralisée au Congo belge (7).

Dans le chapitre suivant, nous passerons en revue les essais entrepris plus récemment par l'INÉAC en champs expérimentaux et, ensuite, sur des bases plus scientifiques, en vases de culture.

TABLEAU I. — ARACHIDES (Station de Gandajika).

Date semis	Date récolte	Engrais	Quantité (kg/ha)	Rendem. (kg/ha)	Appréciation
22/2/1936	28/5/1936	Chaux	2.000	765 ± 14,3	Signific. Témoin: 652 ± 31 kg/ha
28 9/1938	5/1/1939	Cendres de fanes d'arachides	?	1.032	Signific. Témoin: 856 kg/ha
23/2/1939	5/1939	Cendres de graines de coton	500	1.231	Témoin: 1.330 kg (rendement non significat. et anti-économique).
		Phosphate de NH ⁴	300	1.406	
		Sulfate de potasse	200	1.220	
23 9/1939	2/1/1940	Phosph. du Maroc et cendres (*)	500 + 300	1.569	Témoin: 1.488 kg Scories Thomas: résultat le plus élevé, mais non rentable. Cendres: résultats avantageux.
		Sulfate de NH ⁴ et cendres (*)	500 + 200	1.520	
		Sulfate de NH ⁴	300	1.476	
		Scories Thomas	600	1.845	
		Phosphate du Maroc	300	1.569	
		Cendres	1.000	1.663	

(*) Cendres de graines de coton.

(7) Signalons encore les essais de détermination des besoins en chaux organisés par le Prof. BAEYENS sur les sols de Kisantu (*Bulletin Agricole du Congo Belge*, 1934, p. 275).

L'auteur signale qu'à Kisantu, 3.000 kg de chaux ont amené le pH d'un sol à 6,5 et augmenté de 4.000 kg la récolte de *Mucuna atropurpurea*.

TABLEAU II. — COTON

Station	Engrais	Quantité (kg/ha)	Rendement (kg/ha)	Appréciation		
Gandajika (essai 1940)	Fertiphos	150	335	Témoin: 295 kg. Influence nette du sulfate d'ammoniaque. Tous les autres engrais ont également un effet positif, mais moins marqué.		
	Fertiphos	300	302			
	Scories basiques	400	341			
	Sulfate de NH ⁴	450	415			
	Phosphate de K	100	341			
	Phosphate du Maroc	300	319			
	Phosphate de potasse	300	330			
Bambesa (essai 1935/1936)	N P K			Rendement du témoin		Remarques: a) Faible nombre de répétitions. b) Hétérogénéité parcellaire. c) Ecartement: 0,45 × 1,20 m. d) Pas d'étude de l'arrière-effet. Conclusions: (a) N: action faible. (b) P ² O ⁵ : élément le + actif. (c) K: élément actif. d) dose croissante N P K: le + favorable.
				kg/ha	%	
	0 12 4	(a)	735	435	174	
	4 12 4	450	614	441	139	
	6 12 4	(N variable)	627	447	140	
	8 12 4		633	454	140	
	4 0 4	(b)	600	474	126	
	4 0 4	450	645	479	132	
	4 8 4	(P variable)	680	504	135	
	4 12 4		767	518	148	
	4 12 0	(c)	747	508	147	
	4 12 2	450	740	483	153	
	4 12 4	(K variable)	741	459	162	
	4 12 4	225	724	448	162	
	4 12 4	450	668	461	145	
	4 12 4	675	850	475	179	
	4 12 4	900	896	488	183	

Bambesa
(essai 1935)

Graines fraîches de coton	1.000	592	503	118
Idem	2.000	603	504	120
Idem	3.000	594	505	118
Idem	4.000	693	506	137
Compost de graines de coton	4.000	618	515	120
Idem	8.000	700	515	136
Idem	10.000	809	515	157
Idem	12.000	802	515	156
Cendres de graines de coton	400	775	553	140
Idem	800	1.020	590	173
Idem	1.200	908	627	145
Idem	1.600	915	665	138
Compost de bananiers	7.500	385	428	90
Idem	15.000	465	446	104
Idem	22.500	724	465	156
Idem	30 000	600	483	124

Conclusions:

- 1) Action réelle mais faible des graines fraîches.
- 2) Action énergique du compost de graines (10 t/ha: optimum).
- 3) Action réelle et intéressante des cendres.
- 4) Le compost de bananiers mal décomposé a eu des effets douteux.

II. RESULTATS DES ESSAIS ENTREPRIS PAR L'I.N.E.A.C.

a) Sur plantes annuelles.

1. *Arachides*. — Les résultats obtenus en 1936 et 1939 à Gandajika sont consignés dans le tableau I. On constate que, dans le milieu de Gandajika, l'arachide réagit à certaines fumures, notamment à la *chaux*, aux *cendres de fanes d'arachides* et, surtout, aux *scories Thomas*. Par contre, d'autres fumures, surtout les engrais azotés et les phosphates du Maroc, semblent inopérantes, du moins en première culture.

2. *Coton*. — Les conclusions des essais conduits à Gandajika et Bambesa sont renseignées dans le tableau II.

A Gandajika, les engrais expérimentés ont augmenté les rendements cotonniers et tout particulièrement le *sulfate d'ammoniaque* qui a accru la production en coton-graines de 295 kg à 415 kg. A Bambesa, au contraire, un essai conduit en 1935-1936 a montré que le phosphore et la potasse sont les éléments les plus actifs et que l'azote n'a qu'une action faible. L'action favorable de l'engrais complet N P K sur les rendements augmente avec l'accroissement des doses d'engrais.

A Bambesa également, le compost de graines de coton s'est avéré actif et la dose optimum de 10 t/ha a entraîné une augmentation de rendement de 57 %. Les cendres de graines de coton ont également agi favorablement : une dose apparemment optimum de 800 kg/ha a augmenté le rendement de 73 %. A l'heure actuelle, cette pratique culturale n'offre guère d'intérêt, les graines de coton étant usinées pour l'extraction de l'huile.

3. *Maïs*. — Les essais entrepris à Gandajika, Keyberg et Yangambi sont relatés dans le tableau III. Malgré leur signification, les essais conduits à Gandajika en 1939-1940 se sont avérés antiéconomiques. Cependant, des essais plus récents avec l'*hyperphosphate Reno*, significativement concluants, ont prouvé la rentabilité de la fumure phosphatée pour le *maïs* dans les *conditions de Gandajika*. L'action de l'hyperphosphate Reno est indéniable et son effet résiduaire paraît intéressant. Pour le maïs, la dose de 400 kg/ha semble la plus avantageuse.

Suivant les indications préliminaires fournies par l'essai entrepris à Keyberg (Elisabethville) en 1948, la culture du maïs semble également réagir aux fumures.

A Yangambi, l'essai de fumure de maïs établi en 1932-1933 ne fut guère concluant. L'efficacité de l'engrais paraît conditionnée par le régime hydrique. En effet, le premier essai, hors saison, fut négatif, tandis que le second, soumis à des conditions pluviométriques nor-

males, marqua une plus-value de 445 kg. en faveur des objets fumés. On peut donc escompter l'action favorable, sur la culture du maïs, de certaines fumures minérales, même à faible dose (100 kg de Nitrophoska/ha), dans les conditions de Yangambi et sous un régime pluviométrique régulier durant la période de végétation.

Dans l'ensemble, le maïs est une plante sensible à la fumure. L'hyperphosphate Reno accroît manifestement son rendement et, à Gandajika, revêt une rentabilité indéniable. A Yangambi et à Keyberg, des engrais composés furent également efficaces sur la productivité lorsque des pluies suffisantes tombèrent durant la période de croissance.

4. *Haricot*. — Les résultats des essais conduits à Nioka et Kisozi, résumés dans le tableau IV, sont contradictoires. Ainsi, l'hyperphosphate Reno, apparemment efficace à Kisozi, n'agit, à Nioka, qu'en combinaison avec le fumier : cette fumure mixte accroît le rendement de 654 kg à 1.079 kg/ha, soit une augmentation de 65 %, alors que l'engrais seul n'a qu'un effet insignifiant.

Il reste à évaluer l'action individuelle de la matière organique et de l'engrais principal. Des conclusions définitives ne pourront être émises qu'à l'issue d'un cycle cultural complet.

5. *Froment*. — Signalons qu'un essai, entrepris à Kisozi en 1948, avec l'hyperphosphate Reno à raison de 150, 300 et 400 kg/ha, n'établit aucune différence significative dans les rendements, mais améliora la qualité du grain. Les quantités d'engrais appliquées semblent insuffisantes.

On peut admettre, sur la base des expériences relatées, que la plupart des plantes annuelles réagissent favorablement à certaines fumures minérales. Les résultats obtenus sur maïs à Gandajika ouvrent des perspectives intéressantes. Les données actuelles sont encore fragmentaires, mais un programme d'essais systématiques permettra de préciser, à brève échéance, les modalités d'emploi des engrais et leur intérêt économique.

TABLEAU III. — MAIS

Station	Date semis	Date récolte	Engrais	Quantité (kg/ha)	Rendem. (kg/ha)	Appréciation	
Gandajika	16/2/1937	10/6/1937	<i>Canavalia</i> enfoui	—	1.175	Témoin: 1.237 kg. Résultats non significatifs. Seules les cendres sont économiquement avantageuses.	
			Compost Indore	12.000	1.325		
			Cendres graines de coton	800	1.429		
			Compost Indore	20.000	1.551		
Gandajika	15/9/1939	16/1/1940	Fertiphos	150	3.126	Témoin: 2.669 kg. Résultats significatifs pour la plupart des objets, mais sans intérêt économique.	
			Fertiphos	300	3.108		
			Fertiphos	450	3.358		
			Phosphate du Maroc	150	2.475		
			Phosphate du Maroc	300	3.007		
			Phosphate du Maroc	450	3.114		
Gandajika	24/2/1947	9/7/1947	Hyperphosphate Reno (1)	400	2.417	Témoin: 1.541 kg. Gain pour 400 kg. engrais (+2.080 kg. de maïs): 958 fr.	
				600	2.467		Gain pour 600 kg. engrais (+2.343 kg. de maïs): 660 fr.
				1.000	2.226		
Gandajika	11/9/1949	26/1/1948	Effet résiduel de la fumure précédente	400	2.822	Témoin: 1.618 kg. Perte pour 1.000 kg. engrais: 727 fr., malgré une augmentation de 2.079 kg. de maïs.	
				600	3.035		
				1.000	3.012		
Keyberg	1948	—	N P K Ca Phosphate Reno + KNO ³	combinaisons et quantités variables	pas encore connu	Action apparente de l'Hyperphosphate Reno + KNO ³ .	
Yangambi	17/12/32	6/3/1933	Nitrophoska	100	1.531	Témoin: 1.687,5 kg. — Pluies de 308 mm 8, en 28 précipitations, durant les 75 jours de végétation. — Forte attaque de <i>Sesamia</i> . La répartition défectueuse des pluies a inhibé l'action de l'engrais.	
Yangambi	30/3/1933	19/6/1933	Nitrophoska	100	1.715	Témoin: 1.270 kg. — Pluies de 421 mm 5, en 36 précipitations, durant les 78 jours de végétation. — Différence de 445 kg. en faveur de la fumure: significative (99.18 % de chances que la différence de rendement est due à la fumure et non au hasard).	

(1) Hyperphosphate Reno : Acide phosphorique 30 %; Chaux 41 à 42 %; Phosphate de fer et d'alumine 3.9 %; Insoluble 2.2 % (Analyse Mulungu).

TABLEAU IV. — HARICOTS

Station	Engrais	Quantité kg/ha	Rendement	Appréciation
Kisozi	Hyperphosphate Reno	150	114 %	Témoin: 100 %. Six répétitions de 1 are. Les doses de 300 et 450 kg. augmentent sensiblement le rendement.
		300	143 %	
		450	140 %	
		600	135 %	
Nioka (essai 1948)	Hyperphosphate + fumier	600	1.079 kg/ha	Témoin: 654 kg. Fumier + Phosphate. Meilleur résultat.
		20.000		
	Hyperphosphate Reno	400	784 kg/ha	L'effet de l'engrais sera contrôlé après 6 — 12 — 24 — 36 mois, sur une rotation complète, comprenant haricot — tournesol — manioc — haricot — maïs.
		600	665 »	
Hyperphosphate Reno	1.000	661 »		

TABLEAU V. — CAFEIER ARABICA (Nioka).

Variété	Début de l'essai	Engrais	Quantité (kg/arbre)	Rendement (1) (% du témoin)	Appréciation
Moka French Mission groupe- ment 1930/1931	1938/1939 (Application des engrais en décembre 1938 et avril 1939)	Chaux agricole du Kenya	1	95,8	Essai non significatif.
			2	102,8	
			3	104,1	
	Décembre 1938 (Fumure en avril 1940)	Phosphate tricalcique naturel	0,2	109,3	Essai non significatif.
			0,3	100,5	
			0,4	101,9	
	Mars 1939	Scories Thomas	0,2	106,5	Essai non significatif.
			0,3	108,3	
			0,4	101,5	
	Avril 1940	Scories Thomas	0,15	94,1	Essai non significatif.
			0,3	101,6	
	Avril 1940	Chaux carbonatée magnésienne Cico	1	103,6	Essai non significatif.
			2	103,1	
	Avril 1940	Sulfate de NH ⁴	0,075	97,9	Essai négatif.
			0,150	98,5	
	Avril 1940	Cendres de bois	1	94,3	Essai négatif.
			2	95,1	

(1) Clôture des essais en 1943/1944.

TABLEAU VI. — QUINQUINAS (Tshibinda, 1.990-2.020 m.).

Calendrier	Clôture des observations	Engrais	Quantité (kg/arbre)	Rendement (kg d'écorces/ha)	Appréciation	
Plantation: octobre 1939 Engrais: décembre 1939 et janvier 1941 (deux applications identiques)	Fin 1947	Cendres de bois	150	3.317,4	Témoin: 3.201 kg écore/ha; Mêmes nombres d'arbres restants par objet et par ha; Aucune différence notable entre les objets aux points de vue: croissance en hauteur, circonférence à 1 m du sol, épaisseur de l'écorce à 1 m.	
		Carbonate de chaux	110	3.283,4		
		Cendres + carbonate de chaux	150 75	3.236,5		
Plantation: nov. 1940 Engrais: avril 1941 pour K et P, novemb. 1942 pour Ca et Mg	Fin 1947	Calcaire magnésien	15	?	Mensurations périodiques des arbres Aucune différence marquée jusqu'à présent.	
		Calcaire magnésien	15	?		
		Phosphate 38,40 %	35	?		
		Calcaire magnésien	15	?		
		Phosphate 38,40 %	35	?		
		Potasse (sulfate K 48 %)	25	?		
		Phosphate Reno, sur les parcelles traitées exclusivement au calcaire magnésien	?	?		
Plantation: avril 1948 Engrais en mars 1948 (Nouvel épandage à prévoir)	Début 1949	N			Aucune différence marquée jusqu'à présent.	
		10,0	10,0	10,0		
		4,5	4,5	2,0		?
		4,5	12,0	13,5		
		4,5	19,0	6,0		
		12,0	12,0	6,0		
		19,5	4,5	6,0		
		12,0	4,5	13,5		100

TABLEAU VII. — ELAEIS (Essai Yangambi n° 1 [1]).

Calendrier	Clôture des observations	Engrais	Quantité (kg/arbre)			Rendement (kg/arbre)	Appréciation
			1935	1938	1940		
Plantation: 1924 Début essai: 1935 Chaux: janvier 1938 Nouvelle application d'engrais: 1940	Juillet 1941	Fertiphos (40 % P ² O ⁵)	1,500 (mai 1935)	2 (Ca: 4 répétitions) (janv. 1938)	4 (rock-phosphate: févr. 1940) (chaux: juillet 1940)	357	Témoin: 368 kg par arbre. Interruption prématurée des observations en 1941, par suite des circonstances de guerre.
		Fertiphos (40 % P ² O ⁵)	1,750 (mai 1935)	idem (janv. 1938)	4 (rock-phosphate)	364	
		Nitrate de NH ⁴	1,500 (mai 1936)		5 (chaux: juillet 1940)		
		Fertiphos (40 % P ² O ⁵)	1,700 (mai 1935)	idem	4 (rock-phosphate: févr. 1948)	365	
		Nitrate de NH ⁴ Chlorure de K (50 % K ² O)	1,500	(janv. 1938)	(chlorure K: mars 1940)		

[1] R. VANDERWEYEN: La question de la fumure du palmier (non publié).

TABLEAU VIII. — ELAEIS (Essai Yangambi n° 2).

Calendrier	Clôture des observations	Engrais	Quantité (kg/arbre)			Rendem. (kg-arbre)	Appréciation
			1935	1938	1940		
Plantation: 1935 Début essai: 1936	1939/1940 (Interruption due aux circonstances de guerre; contrôle re- pris en 1942/1943)	Fertiphos (1)	0,700 (juillet 1936) 1,300 (juin 1937)	1 (rock- phosphate juillet 1938)	—	409	Témoin: 414 kg par ar- bre.
		Urée	0,450 (juillet 1936) 0,950 (nov. 1936) 1,600 (juin 1937)	1 (rock- phosphate juillet 1938)	—	416	Résultats également né- gatifs, malgré l'ap- plication des six élé- ments majeurs N, P, K, Ca, Mg et SO ⁴ dans l'essai 4.
		Fertiphos (2)	0,700 (juillet 1936) 1,300 (juillet 1937)				
		Urée	0,450 (juillet 1936) 0,950 (nov. 1936) 1,600 (juin 1937)	1 (rock- phosphate: juillet 1938)	—	408	

Fertiphos	0,700 (juillet 1936)			
	1,300 (juin 1937)			
Chlorure de K	1,400 (août 1936)			
	1,700 (juillet 1937)			
Chaux (3)	2 (nov. 1936)			
Urée à 46 % N	0,450 (juillet 1936)	1 (rock- phosphate: juillet 1938)	—	417
	0,950 (nov. 1936)			
	1,600 (juin 1937)			
Fertiphos à 40 % P ² O ⁵	0,700 (juillet 1936)			
	1,300 (juillet 1937)			
Chlorure de K à 50 % K ² O	1,400 (août 1936)			
	1,700 (juillet 1937)			
Sulfate de Mg à 16 % MgO (4)	1,200 (août 1936)			

TABLEAU IX. — ELAEIS (Essai Yangambi n° 3).

Plantation: 1927. — Début essai: 1939. — Clôture des observations: 1945.

Engrais	Quantité (kg/arbre)						Rendement (kg/arbre)	Appréciations
	1939	1940	1941	1942	1943	1944		
1) Rock-phosphate Chaux	2	2	2	2	2	2	total 1942-45	Dispositif: Randomised blocks: 8 répétitions, 30 palmiers par parcelle. Parcelles séparées par une ligne neutre. Engrais: Urée Basef à 46 % N, Sulfate de NH ⁴ à 21 % N, K: Cendres de bois. Cu: Carbonate cuivre moulu.
	4 (à la volée)	4	—	4	4	—	1 351 2 330 3 358 4 343 5 337 6 345 7 428 8 392 9 409 10 432 11 394 Tém. 365	
2) Rock-phosphate Chaux	4	4	—	4	4	4	Moyenne par an	
	4 (à la volée)	4	—	4	4	—	1 88 2 82 3 89 4 86 5 84 6 86 7 107 8 93 9 102 10 108 11 99 Tém. 91	
3) Chaux	4	4	—	4	4	—		
	4 (à la volée)	4	—	4	4	—		
4) Rock-phosphate Chaux	2	2	—	2	—	2		
	4	4	—	4	4	—		
Urée	2	2	—	4	—	—		
	2 (à la volée)	2	—	(sulfate de NH ⁴)	—	—		
5) Rock-phosphate Chaux	2	2	—	2	2	2		
	4	4	—	4	4	—		
Urée	2	2	—	2	—	—		
	2 (à la volée)	2	—	(sulfate de NH ⁴)	—	—		

6) Rock-phosphate	2	2	—	2	2	2
Chaux	4	4	—	4	—	—
Urée	2	2	—	4 (sulfate de NH ⁺)	—	—
Carbonate de cuivre	0,5 (à la volée)	0.75	0.50	—	—	—
7) Paillis	400 (en couronne)	Paillage annuel de 1939 à 1944.				
8) Matière organique	2 trous dans la ligne 3 × 0,3 × 1 m	Trous complètement remplis en 1941, partiellement en 1942-1943. En 1944, tous les trous furent comblés avec des rafles décomposées.				
9) Matière organique	idem objet 8					
Rock-phosphate	2	—	2	2	—	2
Chaux	1	—	2	2	—	2
Chlorure K	1	—	1 (cendres de bois)	7 (cendres de bois)	—	15 (cendres de bois)
10) Matière organique	4 trous de 0,3 × 1 × 1 m	Mêmes restrictions que pour l'objet 8.				
11) Matière organique	2 trous perpendiculaires à la ligne 4 × 0,3 × 1 m	Mêmes restrictions que pour l'objet 8.				

Conclusions:

- 1) Engrais minéraux seuls: aucune augmentation de rendement. Effet apparemment déprimant des phosphates.
- 2) Paillage: augmentation de 16 %.
- 3) Action apparemment favorable des trous à matière organique, à partir de 1942.
- 4) Action favorable de la matière organique additionnée d'engrais minéraux, à partir de 1942, sans cependant atteindre l'amélioration déterminée par l'usage exclusif de la matière organique.

Remarques:

- 1) La matière organique n'a eu d'effet qu'après le remplissage des trous. Augmentations enregistrées en 1942:
 objet 8 ± 19 %
 11 ± 19 %
 10 ± 35 %
 9 ± 24 %.
- 2) L'essai est abandonné.

b) Sur plantes pérennes.

6. *Pyrèthre*. — Un essai de fumure de pyrèthre contrôle actuellement à Mulungu l'action d'un engrais complet U.C.B. comprenant : Nitrate d'ammonium : 34 % N mi-nitrique, mi-ammoniacal.

Phosphate bi-calcique précipité à 40 % de P_2O_5 soluble dans le citrate d'ammoniaque alcalin.

Chlorure de potasse à 40 % de K_2O soluble dans l'eau.

Les 7 formules suivantes furent comparées dans une plantation de pyrèthre établie le 8 mars 1948.

PROPORTION DES ELEMENTS BIOGENIQUES.

N°	N	P_2O_5	K_2O
1	33,33	33,33	33,33
2	15	15	70
3	15	40	45
4	15	65	20
5	40	40	20
6	65	15	20
7	40	15	45

TENEUR DE L'ENGRAIS EN % :

N°	N	P_2O_5	K_2O
1	10,0	10,0	10,0
2	4,5	4,5	21,0
3	4,5	12,0	13,5
4	4,5	19,5	6,0
5	12,0	12,0	6,0
6	19,5	4,5	6,0
7	12,0	4,5	13,5

Exprimés en % du témoin, les rendements s'établissent comme suit :

	14/7/1949	1 9 1949
Témoin	100	100
Formule 5	154	168 ± 25,4
— 6	164	151 ± 17,7
— 4	185	180 ± 23,9
— 1	192	199 ± 46,5
— 3	220	281 ± 48,8
— 7	235	366 ± 61,0
— 2	306	358 ± 84,0

Cet essai, en cours d'observation, est très suggestif : la formule 2 détermine une production plus de trois fois supérieure au témoin. Jusqu'à présent, les formules à dominance de potasse s'avèrent les plus efficaces.

7. *Caféier arabica*. — Les essais conduits à Nioka (voir tableau V) avec divers engrais n'aboutirent à aucun résultat positif.

Un même échec caractérisa les essais organisés à Mulungu avec les combinaisons d'engrais suivantes (en grammes/arbre) :

a) Urée	Fertiphos	Chaux	Sulfate de K
250	500	1.000	100
b) Fertiphos	Sulfate de K	Chaux	
500	1.000	1.000	
c) Fertiphos	Chaux		
500	1.000		

Installée en 1936, à raison de 1.000 arbres à l'hectare, la caféière expérimentale fut contrôlée de 1938 à 1947.

Il y aurait lieu d'étudier l'addition de matière organique en mélange avec l'engrais, la formule des engrais, le mode d'application, les quantités efficaces de fumure minérale, ainsi que la durée expérimentale utile.

8. *Quinquinas*. — Dans les essais qui furent menés à Tshibinda (voir tableau VI), le quinquina ne paraît guère réagir aux fumures minérales. Cette situation peut être attribuée partiellement à l'hétérogénéité du sol. Mais l'expérimentation des cultures pérennes requiert une période d'observation prolongée pour l'obtention de résultats.

9. *Agave Sisal*. — Les micro-essais en cours à Gimbi permettent d'escompter certains résultats.

Voici quelques conclusions provisoires :

a) CHAUX. Les résultats des traitements sont uniquement significatifs par rapport au témoin (couverture de *Pueraria javanica*) en ce qui concerne la régularité de la croissance, l'absence de maladie et le développement. La valeur des traitements s'établit comme suit par ordre régressif :

- 1) 10 tonnes chaux/ha et 50 tonnes compost/ha (5 applications);
- 2) 20 tonnes chaux/ha;
- 3) 10 tonnes chaux/ha;
- 4) Témoin (très inférieur).

b) FUMURE MINÉRALE. Ici également, les résultats sont en défaveur du témoin. Valeur des traitements par ordre régressif :

- 1) Chaux ordinaire, 2 t/ha/an, pendant cinq ans.
Chlorure de potasse 400 kg/ha/an.
Phosphate bicalcique 80 kg/ha/an.
Sulfate d'ammoniaque 80 kg/ha/an.
- 2) Chaux ordinaire, 4 t/ha/an, pendant cinq ans (en l'absence de chaux magnésienne).
Chlorure de potasse
Phosphate bicalcique { mêmes quantités que pour le 1°.
Sulfate d'ammoniaque }
- 3) Témoin (nettement inférieur).

10. *Palmier Elaeis*. — Les résultats obtenus à Yangambi par la Division du Palmier à huile sont consignés dans le tableau VII (9).

(9) R. VANDERWEYEN, *La question de la fumure* (non publié).

Il ressort nettement des deux expériences conduites en 1935-1936 et 1939 que la fumure minérale n'a eu aucun effet heureux sur les rendements du palmier à huile.

Une action déprimante a même résulté de l'usage de certaines fumures (phosphates). Dans l'essai 1939, la matière organique servie en fosses (râtelier) entraîna une plus-value des rendements à partir de 1942, lorsque les trous furent comblés. L'application d'une fumure organo-minérale détermina une augmentation de rendement, inférieure cependant à celle obtenue par la matière organique seule et insuffisante à compenser le surcroît de dépenses.

Des raisons pédologiques et un déséquilibre de fumures furent évoqués pour expliquer ces résultats décevants. Les phénomènes doivent être très complexes et c'est dans les interractions *sol-plante* qu'il faudra chercher la solution. A cet effet, des essais physiologiques ont été entrepris par l'INEAC sur la nutrition du palmier à huile. Nous en reproduirons plus loin les premiers résultats.

Sur la base des résultats acquis, un nouvel essai fut organisé en 1946 avec la collaboration de la Division d'Agrologie qui est chargée des analyses du sol et de l'étude des modifications pédologiques.

Quelques résultats préliminaires sont rapportés ici :

Protocole et dispositif de l'essai 1946. — Inauguré en 1946, l'essai comporte cinq répétitions groupant chacune 80 palmiers plantés en 1939, et dans lesquelles les engrais ont été appliqués à la moitié des arbres, l'autre moitié servant de témoin. Les engrais sont épandus dans un rectangle de 2 mètres carrés (2×1 m) compris dans l'interligne. Cette accumulation de la fumure minérale empêche éventuellement la fixation irréversible des phosphates, par exemple, en réduisant la quantité de terre mise au contact de l'engrais et, par la concentration des éléments fertilisants, fournis à la plante, tend à accroître localement le développement racinaire. L'engrais est donc appliqué suivant le principe des fosses à matière organique (râtelier).

Engrais appliqués.

Juillet 1946	4,0 kg de rockphosphate.
Août 1946	3,8 kg d'Amonphos à 48 % de P_2O_5 et 11 % de N.
Décembre 1946	7,5 kg de cendres de bois.
Avril 1946	2,2 kg. de sulfate de potasse à 48 % de K_2O .
Août 1947	1,8 kg d'Amonphos.
1947	1,0 kg de sulfate de potasse.

Dans d'autres essais, on a ajouté également du sulfate de magnésie.

Echantillonnage. — Dans les rectangles fumés, les échantillons de sol furent prélevés de 0 à 20, de 20 à 40 et de 40 à 60 cm, et par groupe de 9 palmiers, en vue de la constitution d'un échantillon moyen destiné à l'analyse. L'échantillonnage fut opéré d'une manière identique pour les palmiers non fumés.

Résultats agronomiques. — Inopérants en fin 1948 sur la production d'huile, les engrais agirent sur le développement radiculaire : entre 0 et 40 cm de profondeur, on enregistra dans les rectangles fumés un poids de racines double de celui observé dans les rectangles témoins et, pour les radicules, la différence fut apparemment plus importante

Résultats pédologiques. — Quelques conclusions se dégagent des analyses réalisées sur les échantillons prélevés en 1948 :

1° La quantité de fer mobile a augmenté du simple au double dans toutes les couches prospectées des rectangles fumés, traduisant une modification du milieu et des variations dans les complexes organo-minéraux du sol.

2° La valeur T (capacité maximum de sorption) a, pour les sols fumés, varié dans les premiers 20 cm :

Valeur T du témoin	4 meq.
Valeur T parcelle fumée	6 meq. (0 à 20).

Pour la couche de surface, le degré de saturation est très élevé; le complexe ainsi modifié, en passant de quatre à six meq, tend à se saturer. L'agent causal de cette augmentation présente vraisemblablement un caractère labile, car un chauffage de 130° à l'autoclave pendant une heure ramène la valeur T à sa grandeur originelle.

3° Une notable partie des engrais phosphatés se retrouve, après deux ans, dans l'extrait à H₂SO₄ N/20.

4° Les déterminations du contenu en K échangeable du sol (acétate d'NH₄) « assimilable » (*Aspergillus niger*) et total (extrait à HCl, point d'ébullition constant) ont montré que :

- a) le K est très mobile dans le sol,
- b) on ne constate aucune régression notable de cet élément,
- c) la grande mobilité du K par rapport au Ca et au Mg pourra modifier complètement l'équilibre des cations,
- d) après un à deux ans environ, 50 % de la potasse ajoutée en surface se retrouve dans la couche de 0 à 60 cm.

5° Dans les couches sous-jacentes (20 à 40, 40 à 60 cm), le complexe dans les parcelles fumées n'est pas saturé comme il l'est dans la couche de 0 à 20 cm.

6° La microflore joue un rôle encore indéterminé dans la modification subie par le sol.

7° L'N total n'a pas varié de façon significative avec la fumure.

Ces premières constatations montrent qu'une évolution nette, accompagnée de modifications assez profondes apparaît dans le sol lors de l'application d'une fumure minérale.

La portée exacte de ces changements et leurs répercussions agricoles ne seront mises en lumière que par une étude systématique de l'influence des fumures sur les différents types de sol et de leur incidence sur les rendements et les bonifications économiques.

III. ESSAIS ENTREPRIS PAR L'I.N.E.A.C. SUR UNE BASE PHYSIOLOGIQUE.

L'INEAC étudie actuellement l'influence des fumures équilibrées sur le développement du palmier *Elaeis* aux premiers stades de son développement. Les résultats préliminaires de ces essais ont été publiés (*). Nous en extrayons ici les données essentielles. Les principes admis dans la conduite de cette recherche sont les suivants.

a) *En ce qui concerne le substrat :*

« Le but final de la recherche étant l'application d'engrais au sol, il est certain que cette dernière étape repose sur la connaissance d'éléments d'ordre purement pédologique, à côté des éléments physiologiques que cette étude vise à déterminer ».

La séquence suivante de recherches peut être admise :

1° Culture sur sable arrosé de solutions.

2° Culture sur sable additionné d'engrais composés sous forme sèche.

3° Culture sur sable additionné de quantités connues d'argile et de limon. Les engrais composés sont donnés sous forme sèche ou sous forme de solutions.

4° Application des résultats obtenus aux plantations en place.

b) *Au point de vue de la composition des formules minérales à essayer :*

L'expérimentation a exclu le principe de la somme pondérale $N - P_2O_5 - K_2O$.

Les considérations suivantes justifient cette décision : « Il est inopportun à priori de maintenir constante la somme pondérale d'éléments tels que l'azote, l'acide phosphorique exprimé en anhydride et l'oxyde de potassium, étant donné qu'à aucune étape de la vie végétale ou lors des échanges qui se passent dans le sol, ces éléments n'existent sous forme d'élément d'anhydride ou d'oxyde et n'interviennent dans une réaction sous cette forme-là.

(*) M. V. HOMÈS, *L'alimentation minérale du palmier à huile*, INEAC, Série scientifique, n° 39 (1949).

TABLEAU VIII
COMPOSITION DES SOLUTIONS NUTRITIVES (1)

Combinaison	Proportion des cations entre eux (en %)			Cation dominant	Proportion des anions entre eux (en %)			Anion dominant
	K	Ca	Mg		NO ³	SO ⁴	PO ⁴	
1	68	23	9	K	60	20	20	NO ³
2	23	68	9	Ca	60	20	20	NO ³
3	31	31	38	Mg	60	20	20	NO ³
4	68	23	9	K	20	60	20	PO ⁴
5	23	68	9	Ca	20	60	20	PO ⁴
6	31	31	38	Mg	20	60	20	PO ⁴
7	68	23	9	K	20	20	60	PO ⁴
8	23	68	9	Ca	20	20	60	PO ⁴
9	31	31	38	Mg	20	20	60	PO ⁴

(1) M. HOMÈS : *L'alimentation du palmier à huile*. — INEAC, Série scientifique, n° 39 (1949).

TABLEAU IX
COMPOSITION DES SOLUTIONS NUTRITIVES (1)

Combinaison	Proportion des cations en % du total d'ions			Cation dominant	Proportion des anions en % du total d'ions			Anion dominant
	K	Ca	Mg		NO ³	SO ⁴	PO ⁴	
1	32	11	4	K	32	10,5	10,5	NO ³
2	11	32	4	Ca	32	10,5	10,5	NO ³
3	12	12	15	Mg	37	12	12	NO ³
4	32	11	4	K	10,5	32	10,5	SO ⁴
5	11	32	4	Ca	10,5	32	10,5	SO ⁴
6	12	12	15	Mg	12	32	12	SO ⁴
7	32	11	4	K	10,5	10,5	32	PO ⁴
8	11	32	4	Ca	10,5	10,5	32	PO ⁴
9	12	12	15	Mg	12	12	37	PO ⁴

(1) M. HOMÈS : *L'alimentation du palmier à huile*. — INEAC, Série scientifique, n° 39 (1949).

» Ce sont les ions qui sont les plus importants et il paraît plus logique de maintenir constante la somme des ions et non la somme des groupements chimiques, en réalité inexistante dans la nature.

» Toutefois si même le choix de l'ion ou plus exactement de l'équivalent chimique comporte encore un certain arbitraire, il se justifie cependant d'un point de vue théorique par l'intervention des ions dans les réactions chimiques, par leurs substitutions sur la base des équivalents-grammes et par le fait qu'ils interviennent aussi dans beaucoup de phénomènes physiques. »

Le second principe réside dans la substitution de la recherche d'un équilibre exclusif entre l'azote, l'anhydride phosphorique et le potassium, par la détermination d'un équilibre entre tous les ions ou, au moins, entre les principaux ions qui interviennent dans la vie de la plante (NO_3 , SO_4 , PO_4 , Ca, K, Mg).

Ce second principe s'appuie sur les considérations suivantes :

a) La légitimité de l'hypothèse selon laquelle un organisme végétal se comporte comme un tout obéissant à des lois relativement simples.

b) La notion de l'état de santé des cellules ou de fragments de tissus, qui fait admettre que la croissance d'une plante, et même finalement le rendement qui intéresse le praticien, sont en somme l'expression d'un état de santé florissant au cours de la période de culture.

c) L'état de santé d'un tissu végétal est notamment dépendant de l'antagonisme existant entre les ions; l'accumulation des éléments responsables le plus directement de la croissance l'est aussi; dans cet antagonisme, il faut considérer tous les ions présents et pas seulement arbitrairement deux ou trois d'entre eux. La plante répondrait aux mêmes lois ».

Le troisième principe, corollaire des théories de l'antagonisme, repose sur les différences de composition et de concentration entre les milieux extérieur et intérieur de la plante : *le milieu extérieur doit être différent du milieu intérieur*. Il en résulte : que la formule d'engrais appliquée à une culture ne doit pas viser à remplacer ce que l'exportation enlèvera au sol, mais bien à réaliser dans le sol le milieu optimum balancé suivant les lois de l'antagonisme, qui permettra à la plante d'être à la fois bien portante et d'accumuler le plus de matières, ce qui assurera sa croissance maximum ».

Les principes énoncés ci-dessus ont conduit à l'organisation en milieu inerte, d'essais avec neuf solutions dont la composition est reproduite aux tableaux VIII et IX.

De cette expérience de nutrition minérale, le professeur HOMÈS dégage les conclusions suivantes :

Principes généraux :

1° Dans l'étude de la nutrition minérale, il est erroné de rechercher le rôle d'un élément pris isolément, de rechercher les proportions existant entre quelques-uns des éléments essentiels, tels N, P, K, de se baser sur la somme constante en masse de N, P_2O_5 , K_2O .

2° Dans cette étude, il faut au moins envisager, dans un même ensemble et simultanément, l'équilibre entre tous les éléments majeurs.

3° Le jaunissement des feuilles traduit l'existence d'un déséquilibre nutritif complexe plutôt que la carence ou la déficience d'un élément donné.

Cas particulier du palmier.

1° Des diverses formules étudiées, c'est la formule n° 3 qui donne au palmier un développement optimum à tous les points de vue envisagés.

2° Cette formule est définie par les proportions suivantes en équivalents-grammes (% total des ions) :

K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	PO ₄
12	12	15	37	12	12

et peut s'exprimer, suivant les conventions courantes en matière d'engrais, de la façon suivante :

K ₂ O	CaO	MgO	N	SO ₃	P ₂ O ₅
23	13	12	21	19	12

Cette formule peut se réaliser, à la pureté de 70 %, à partir des engrais commerciaux, de la manière suivante :

Nitrate d'ammoniaque à 34,5 % N	38,7 kg
Phosphate bicalcique à 38 % P ₂ O ₅	20,0 kg
Sulfate de potasse à 48 % K ₂ O	30,4 kg
Chaux à 100 % CaO	2,2 kg
Magnésie à 88 % MgO	8,7 kg

100,0 kg

Une dose de 750 kg pourrait être envisagée avec les précautions d'usage dans les mélanges d'engrais.

3° La formule 6

K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	PO ₄
12	12	15	12	37	12

et la formule 9

K	Ca	Mg	NO ₃	SO ₄	PO ₄
12	12	15	12	12	37

ont également donné de bons résultats.

4° Il faut éviter les formules où la potasse dépasse la proportion indiquée et où une haute teneur en phosphore n'est pas accompagnée de la proportion indiquée de magnésie.

5° Il ne faut pas perdre de vue que la recherche a été poursuivie sur un substrat que l'on peut considérer comme indifférent (sable) et que certaines modifications devront intervenir dans la formule 3 utilisée sur des sols particulièrement riches en l'un ou l'autre élément.

IV. CONCLUSIONS.

1° Des premiers essais, il ressort que le prix de revient élevé des engrais fut une des raisons principales de l'interruption des expériences pratiques sur l'emploi des engrais.

2° Les essais plus récents entrepris par l'INEAC sur des plantes annuelles établissent qu'en conditions de milieu définies, certaines cultures réagissent aux fumures minérales :

a) A Gandajika, le maïs a bénéficié d'une augmentation de rendement et d'un avantage pécuniaire dus à l'hyperphosphate Reno;

b) A Yangambi, l'engrais (Nitrophoska) ne fut efficace, pour le maïs, que sous un régime pluviométrique suffisant durant la période de croissance. L'eau serait le facteur limitant, sous les climats du type Yangambi. De nouveaux essais sont nécessaires pour préciser l'action respective de chacun des facteurs et établir une méthode culturale appropriée;

c) L'arachide, à Gandajika, s'est montrée sensible aux fumures de chaux, de cendres, de fanes d'arachides et de scories, et insensible, du moins en première culture, aux engrais azotés et aux phosphates du Maroc;

d) Pour le coton, le sulfate d'ammoniaque prime nettement à Gandajika, tandis qu'à Bambesa, le phosphore semble être l'élément déterminant, l'azote n'ayant qu'une action faible. A Bambesa également, l'engrais N P K, le compost de graines de coton et les cendres de graines de coton provoquent une augmentation des rendements atteignant 57 % pour 10 t/ha de compost de graines de coton, et 73 % pour 800 kg de cendres de graines de coton par hectare;

e) Pour le haricot, l'hyperphosphate Reno, épandu seul, à Kisozi, et le mélange fumier de ferme-hyperphosphate, à Nioka, marquent un effet heureux sur les rendements. Les expériences sur plantes annuelles devraient être amplifiées, afin d'étayer et d'étendre les conclusions.

3° A l'égard des plantes plurannuelles herbacées, on notera les résultats nettement positifs obtenus à Tshibinda, sur pyrèthre.

4° En ce qui concerne les plantes pérennes ligneuses, les résultats, moins favorables, sont, dans certains cas, négatifs :

a) Ainsi, les essais sur caféier *arabica*, à Nioka et Mulungu, furent négatifs;

b) Pour le quinquina également, aucun résultat probant ne fut signalé à l'actif des fumures minérales;

c) Les micro-essais sur agave sisal, à Gimbi, augurent favorablement des possibilités de la fumure;

d) Pour *Elaeis guineensis*, les premiers résultats furent décevants; seule la matière organique provoqua une réaction du palmier, mais la fumure minérale, seule ou additionnée de matière organique, n'eut

aucun effet économique positif. Les phosphates déterminèrent une dépression du rendement.

5° Les nouveaux essais en champs et les essais physiologiques sont encore trop récents pour autoriser des conclusions valides. Les premiers résultats de l'étude physiologique du palmier à huile ont montré :

a) que le jeune palmier réagissait aux fumures minérales en milieu inerte;

b) qu'il répondait aux variations qualitatives de la fumure, établissant ainsi sa spécificité aux formes de fumures;

c) qu'il était possible d'établir une formule assurant au palmier un développement optimum aux points de vue envisagés;

d) que, par contre, d'autres formules eurent des effets néfastes, prouvant ainsi l'ampleur des combinaisons permises et la possibilité de réaliser une technique de fumure minérale rationnelle.

De même, le développement radiculaire, dans les râtelières en plein champ de l'expérience 1946, annonce une amélioration probable de l'influence de la fumure minérale sur les rendements du palmier.

Enfin, en soulignant la profonde modification subie par le sol, l'analyse pédologique a posé les premiers jalons de l'étude du mécanisme de l'action de la fumure et des réactions déterminées par l'engrais dans le sol et, sans doute par cette voie, sur le développement des plantes.

Comme le fait remarquer le professeur HOMÈS (*), « la connaissance pédologique fournira les renseignements voulus sur les propriétés colloïdales et physiologiques, en général, de la station considérée, et sera un guide dans l'application pratique des données physiologiques ». C'est de cette collaboration que naîtront les principes de la fumure minérale du palmier à huile, que l'expérimentation agricole devra contrôler.

N'oublions d'ailleurs pas que, « heureusement, le sol redresse ou tamponne, s'il se trouve en bonnes conditions pédologiques, surtout d'ordre biologique » (**), certaines formules d'engrais et qu'en dernier lieu ce sera l'application des engrais en plein champ qui consacra la valeur des théories et des formules proposées.

6° Dans l'ensemble, les résultats acquis à ce jour avec les fumures minérales, s'ils ne sont pas absolument probants, permettent néanmoins d'augurer favorablement des possibilités. Un vaste programme d'études et d'expériences est requis pour élucider les problèmes posés et tracer la voie nouvelle. Cette tâche constitue le souci constant de l'INEAC.

(*) M. HOMÈS. — Loc. cit.

(**) J. BAEYENS. — *Aspects nouveaux de la chimie agricole des engrais azotés et phosphatés*. « Agricultura », Louvain, n° 1 (1948).

I. ANNEXE.

QUELQUES CARACTERISTIQUES DES STATIONS
SIGNALEES DANS CETTE NOTE.

(Voir carte ci-jointe, page 75.)

I. GANDAJIKA.

Situation : 23°57 Longitude Est.

6°45 Latitude Sud.

Altitude : 850 m.

Province du Kasai, district de Kabinda, territoire de Kanda-Kanda.

Pays de savane guinéenne.

Sols. Nous ne disposons que d'analyses provenant des environs de Ganda-jika. Les sols dominants sont rouge clair, à pH voisin de 5,0, argilo-sablonneux à argileux avec peu de limon (moins de 3 %). On rencontre également dans cette région des sols plus sablonneux apparentés au sable du Kasai. Nous supposons la plupart des expériences établies en sol rouge à capacité maximum en eau de 30 % environ et à faible teneur en acide phosphorique.

Climat (1)	Précipitations		Température		Climat (1)	Précipitations		Température	
	moyennes	Température	moyenne			moyennes	moyenne		moyenne
	(mm)	(° C)				(mm)	(° C)		
Janvier	163	24,5			Juillet	7	23,6		
Février	104	24,8			Août	22	24,5		
Mars	185	25,0			Septembre	110	25,0		
Avril	200	24,8			Octobre	131	24,9		
Mai	31	25,1			Novembre	204	24,5		
Juin	1	23,9			Décembre	226	24,4		
					Moyenne annuelle	1.384	24,6		

La saison critique s'étend de mai à septembre (quatre mois de saison sèche intense).

II. BAMBESA.

Situation : 25°43 de Longitude Est.

3°27 de Latitude Nord.

Altitude : 600 m.

Province Orientale, district de l'Uele, territoire de Buta. Bordure de la forêt équatoriale avec intrusions de savane guinéenne.

Sols. Dominance de sols rouges avec ou sans concrétions en surface, argileux, à pH voisin de 5,5 et capacité maximum en eau de 30 %. Moisture-equivalent : 14,1, P.W.P.: 6 %.

Présence fréquente en profondeur d'un horizon de concrétionnement. Sur les pentes, on trouve des sols ocre-rouge, argileux également, avec des caractéristiques assez semblables aux sols rouges. Dans les fonds, le sol devient jaune, est beaucoup plus léger et renferme de nombreux blocs de latérite.

Climat	Précipitations		Température		Climat	Précipitations		Température	
	moyennes	Température	moyenne			moyennes	moyenne		moyenne
	(mm)	(° C)				(mm)	(° C)		
Janvier	38	24,3			Juillet	163	23,7		
Février	96	24,9			Août	212	23,6		
Mars	139	25,3			Septembre	224	24,1		
Avril	231	25,0			Octobre	222	24,5		
Mai	213	24,7			Novembre	132	24,6		
Juin	169	24,3			Décembre	50	24,2		
					Moyenne annuelle	1.889	24,4		

La saison critique couvre les mois de décembre à mars, quatre mois de sécheresse et un mois (janvier) très sec.

III. KEYBERG.

Situation : 27°25 de Longitude Est.

11°44 de Latitude Sud.

(1) Données fournies par M. BERNARD, Chef de la Division de Climatologie de l'Inéac.

Altitude : 1.200 m.

Province du Katanga, district d'Elisabethville.

Pays de savane boisée.

Sols. Sols brun-rouge sur les plateaux, à pH en dessous de 5,0, parfois concrétions dans le profil. Sols pauvres de cultures. Dans les fonds, des sols partiellement marécageux (dembos) reposent sur des bancs de concrétions. Nous ignorons la nature des sols choisis pour les essais.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	272	22,1	Juillet	0	16,0
Février	242	22,2	Août	2	17,8
Mars	191	22,0	Septembre	3	21,5
Avril	49	20,9	Octobre	26	23,4
Mai	6	18,8	Novembre	164	23,0
Juin	0	16,1	Décembre	268	22,2
		Moyenne annuelle		1.223	20,5

IV. YANGAMBI.

Situation : 24°29 de Longitude Est.

Altitude : 470 m.

Province de Stanleyville, district de Stanleyville, territoire d'Isangi. Forêt équatoriale.

Sols. Sols jaune-ocre, sablonno-argileux, sans limon, à dominance de sable grossier, pH 4,0 environ, teneur en B. E. 1 meq. et moins, complexe faiblement saturé, teneur en P_2O_5 faible, capacité maximum en eau 20 %, Moisture-equivalent : 11 %, Wilting point : 3 %, sol très poreux.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	104	24,6	Juillet	163	23,7
Février	97	25,3	Août	171	23,8
Mars	157	25,5	Septembre	179	24,3
Avril	148	25,3	Octobre	247	24,5
Mai	186	24,9	Novembre	183	24,5
Juin	128	24,5	Décembre	132	24,5
		Moyenne annuelle		1.895	24,6

Il n'y a pas de saison sèche particulièrement aride, mais quatre mois critiques, de décembre à mars, ainsi que le mois de juin.

V. KISOZI.

Situation : 29° 40 de Longitude Est.

3° 33 de Latitude Sud.

Altitude : 2.175 m.

Ruanda-Urundi, district de l'Urundi. Pays de savane et de montagnes.

Sols. Sol jaune brunâtre, sablonno-argileux à argilo-sablonneux, localement à concrétions ferrugineuses, fortement érodé en de nombreux endroits.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	160	16,8	Juillet	10	16,0
Février	157	16,8	Août	8	17,0
Mars	219	16,8	Septembre	78	17,6
Avril	223	16,6	Octobre	115	17,4
Mai	104	15,6	Novembre	158	16,8
Juin	12	15,6	Décembre	175	16,4
		Moyenne annuelle		1.419	16,6

La saison critique s'étend de juin à septembre, avec trois mois de forte saison sèche : juin, juillet et août.

VI. NIOKA.

Situation : 30° 75 de Longitude Est.

2° 08 de Latitude Nord.

Altitude : 1.700 m.

Province de Stanleyville, district du Kibali-Ituri, territoire de Mahagi.

Sols. La plupart des sols proviennent de roches granitiques. Ils sont souvent argilo-sablonneux à argileux, de couleur rouge à rouge orangé, parfois même ocre, avec de nombreux grains de quartz. Certains de ces sols présentent même un banc de quartz dans le profil. Le pH se situe aux environs de 5,0, la teneur en B. E. varie de 5 à 10 meq. en surface et est en dessous de 5,0 en profondeur. La capacité maximum en eau est de 30 %, mais décroît dans les sols fortement quartzeux. Dans les fonds : sols marécageux sur banc rocheux.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	17	19,8	Juillet	113	17,9
Février	91	19,6	Août	148	18,3
Mars	92	20,0	Septembre	151	18,9
Avril	126	20,2	Octobre	116	19,1
Mai	117	19,6	Novembre	72	19,2
Juin	98	18,6	Décembre	52	19,4
		Moyenne annuelle		1.193	19,2

La saison critique s'étend de novembre à février. Le mois de janvier est très sec (vent desséchant de l'Est).

VII. LULA.

Situation : 25° 12 de Longitude Est.

0° 25 de Latitude Nord.

Altitude : 450 m.

Province Orientale, à proximité de Stanleyville. Forêt équatoriale.

Sols. Les sols sont sablonno-argileux, ocre jaune en surface à ocre rouge en profondeur. Le pH oscille aux environs de 4,0; la teneur en bases échangeables est plus favorable qu'à Yangambi, mais le complexe y est également peu saturé. La teneur en P_2O_5 est aussi faible. La capacité maximum en eau se situe aux environs de 20 %.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	68	25,5	Juillet	95	24,3
Février	110	25,7	Août	151	24,0
Mars	179	26,0	Septembre	176	24,4
Avril	186	25,9	Octobre	209	24,8
Mai	135	25,2	Novembre	198	24,9
Juin	120	25,0	Décembre	108	25,0
		Moyenne annuelle		1.735	25,1

Pas de saison sèche nette, mais trois mois critiques : décembre, janvier et février (peut-être mars également).

VIII. MULUNGU.

Situation : 28° 47 de Longitude Est.

2° 18 de Latitude Sud.

Altitude : 1.700 m.

Province du Kivu, à proximité de Costersmansville. Pays de montagne et de savanes.

Sols. Les sols issus du basalte et des laves anciennes sont rouges, argileux avec environ 5 % de limon et environ 70 % d'éléments fins. Le pH se situe aux environs de 5,0, les B. E. de 5 à 10 meq. La teneur en P_2O_5 est d'environ 3 mg/100 g. La capacité maximum en eau est de 40 % environ.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	280	19,3	Juillet	39	19,1
Février	195	19,4	Août	30	19,6
Mars	143	19,8	Septembre	183	19,0
Avril	251	19,4	Octobre	114	19,4
Mai	45	20,4	Novembre	156	19,3
Juin	33	17,9	Décembre	94	18,9
		Moyenne annuelle		1.563	19,3

Saison sèche avec période critique de mai à août.

IX. TSHIBINDA.

Situation : 28° 45 de Longitude Est.

2° 19 de Latitude Sud.

Altitude : 2.070 m.

En haute altitude, près de Mulungu.

Sols. Sols de lave brun rouge, argileux avec moins de 10 % de limon, à pH au-dessus de 5,0, à teneur en bases échangeables plus élevée qu'à Mulungu et atteignant jusqu'à 20 meq. Teneur en P_2O_5 plus élevée. Capacité maximum en eau atteignant 50 %.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	177	16,2	Juillet	26	15,0
Février	202	16,3	Août	52	15,8
Mars	194	16,4	Septembre	170	16,2
Avril	226	16,4	Octobre	235	16,4
Mai	156	16,0	Novembre	179	16,2
Juin	69	15,2	Décembre	197	16,1
		Moyenne annuelle		1.883	16,0

Saison sèche de juin à août, avec trois mois nettement moins pluvieux.

X. EALA.

Situation : 18° 18 de Longitude Est.

0° 03 de Latitude Nord.

Altitude : 320 m.

Province de l'Equateur, à proximité de Coquilhatville. Forêt équatoriale.

Sols. Dominance de sols jaune ocre, sablonno-argileux à argilo-sablonneux, à pH compris entre 4,0 et 5,0, avec une faible teneur en B. E. et en P_2O_5 . Les teneurs en phosphore sont cependant très variables.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (° C)
Janvier	75	26,0	Juillet	69	24,8
Février	127	26,2	Août	153	24,8
Mars	137	26,3	Septembre	182	25,2
Avril	178	26,3	Octobre	191	25,6
Mai	145	26,0	Novembre	203	25,3
Juin	133	25,3	Décembre	161	25,4
		Moyenne annuelle		1.754	25,6

Pas de saison sèche véritable, mais une saison critique en janvier, février et mars. Le mois de juillet est également parfois assez sec.

XI. GIMBI.

Situation : 13° 22 de Longitude Est.

5° 3 de Latitude Sud.

Altitude : aux environs de 400 m.

Dans le Bas-Congo, en face de Matadi. Pays de savanes.

Sols. Dominance de terres rouges, argileuses, fortement ferrugineuses, contenant jusqu'à 20 % de fer libre. Présence également de sols ocre rouge et ocre jaune, également argileux à forte teneur en fer. Le pH est le plus souvent en dessous de 5,0. La teneur en B.E. varie aux environs de 3 meq. et celle du P_2O_5 fluctue aux environs de 1 à 4 mg dans 100 g. La teneur maximum en eau est de 40 %.

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (°C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (°C)
Janvier	88	25,4	Juillet	1	24,2
Février	128	25,8	Août	4	22,6
Mars	187	25,8	Septembre	7	23,3
Avril	213	25,7	Octobre	68	24,6
Mai	97	25,2	Novembre	180	25,0
Juin	1	24,2	Décembre	117	24,5
		Moyenne annuelle		1.089	24,5

Saison critique : de juin à octobre, mais à aridité atténuée par une humidité atmosphérique exceptionnellement élevée et une nébulosité très forte avec brouillards très fréquents.

XII ET XIII.

Nous fournissons à titre indicatif les données climatiques concernant le Mayumbe et le Bas-Congo. Les terres utilisées pour les premiers essais physiologiques (1914-1930) provenaient de ces régions.

TSHELA (MAYUMBE).

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (°C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (°C)
Janvier	168	26,9	Juillet	0	22,1
Février	136	27,2	Août	1	22,4
Mars	167	27,9	Septembre	8	23,2
Avril	205	27,7	Octobre	47	25,9
Mai	120	25,6	Novembre	196	27,4
Juin	3	24,2	Décembre	198	27,1
		Moyenne annuelle		1.249	25,7

Il y a cinq mois de saison sèche, dont quatre de sécheresse totale. Cette sécheresse est atténuée par une forte nébulosité, les brouillards et l'humidité de l'air.

MADIMBA (BAS-CONGO).

Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (°C)	Climat	Précipitations moyennes (mm)	Température moyenne (°C)
Janvier	153	24,4	Juillet	1	22,1
Février	89	24,7	Août	9	22,6
Mars	151	24,6	Septembre	27	23,8
Avril	205	24,6	Octobre	121	24,2
Mai	153	24,5	Novembre	242	24,0
Juin	5	23,2	Décembre	177	23,8
		Moyenne annuelle		1.336	23,9

Saison critique de juin à septembre, avec quatre mois de saison sèche. Les caractéristiques des sols du Bas-Congo sont renseignées par J. BAUYENS (*Sols de l'Afrique Centrale, spécialement du Congo Belge. Tome I^{er} : Le Bas-Congo. INEAC, hors série*).