

LA NUTRITION MAGNÉSIIENNE DES COCOTERAIES EN CÔTE D'IVOIRE

Ch. BRUNIN

Directeur de la Station I. R. H. O. de Port-Bouët, Côte-d'Ivoire

Les expériences de nutrition minérale mises en place il y a maintenant plus de quinze ans sur la station de Port-Bouët ont rapidement mis en évidence l'efficacité des applications de potasse pour accroître la production des cocoteraies plantées sur les sables quaternaires du littoral de la Côte d'Ivoire [1]. Ensuite, il a été démontré dans les mêmes conditions écologiques que l'élément P devenait le second facteur limitant [2]. Enfin, depuis quelques années, on remar-

que une baisse continue du niveau en magnésium des feuilles des arbres des parcelles expérimentales et parallèlement on enregistre des réponses significatives aux applications de magnésium.

A la suite de ces observations, il est apparu opportun de réaliser l'interprétation des résultats obtenus afin de préciser davantage nos connaissances sur le magnésium et les résultats que l'on peut attendre des applications de cet élément au cocotier.

I. — RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

PB-CC 3.

Dispositif.

Expérience factorielle 2⁵: N, P, K, Mg, Na.

Doses.

Les doses d'engrais appliquées depuis la plantation sont consignées dans le tableau I.

Résultats.

L'évolution des teneurs en potassium et magnésium est indiquée dans les figures 1 et 2 pour les 4 combinaisons entre K Mg.

Le magnésium appliqué à la dose de 1,0 kg/arbre/an sous forme de sulfate est significativement absorbé; néanmoins, les teneurs en Mg baissent depuis 7 ans.

Le magnésium agit relativement peu sur les teneurs en potassium des feuilles alors que les applications de potasse dépriment nettement les niveaux de magnésium.

Les apports annuels de magnésium ont accru significativement la production en 1964 et au cours des trois dernières campagnes.

L'évolution de la production des 4 mêmes combinaisons (production cumulée) est indiquée dans la figure 3.

L'effet total du magnésium est de 11,7 kg de coprah par arbre pour les parcelles fumées à la potasse depuis

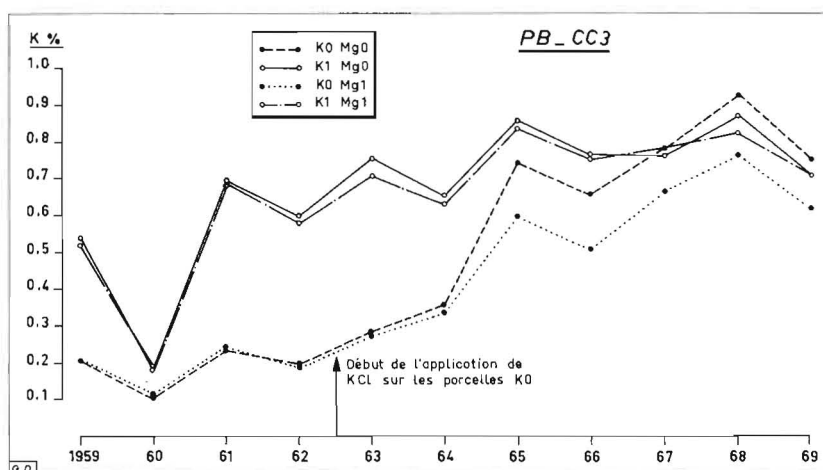


Fig. 1 : Evolution des teneurs en K des feuilles dans l'expérience de fumure PB/CC 3.

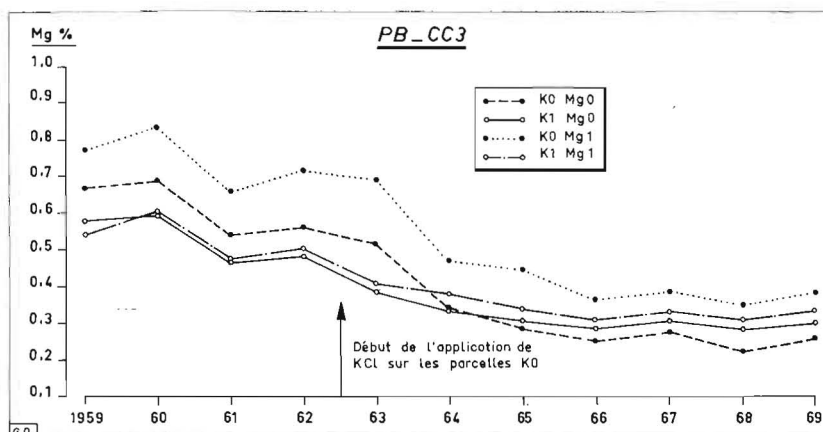


Fig. 2 : Evolution des teneurs en Mg des feuilles dans l'expérience PB/CC 3.

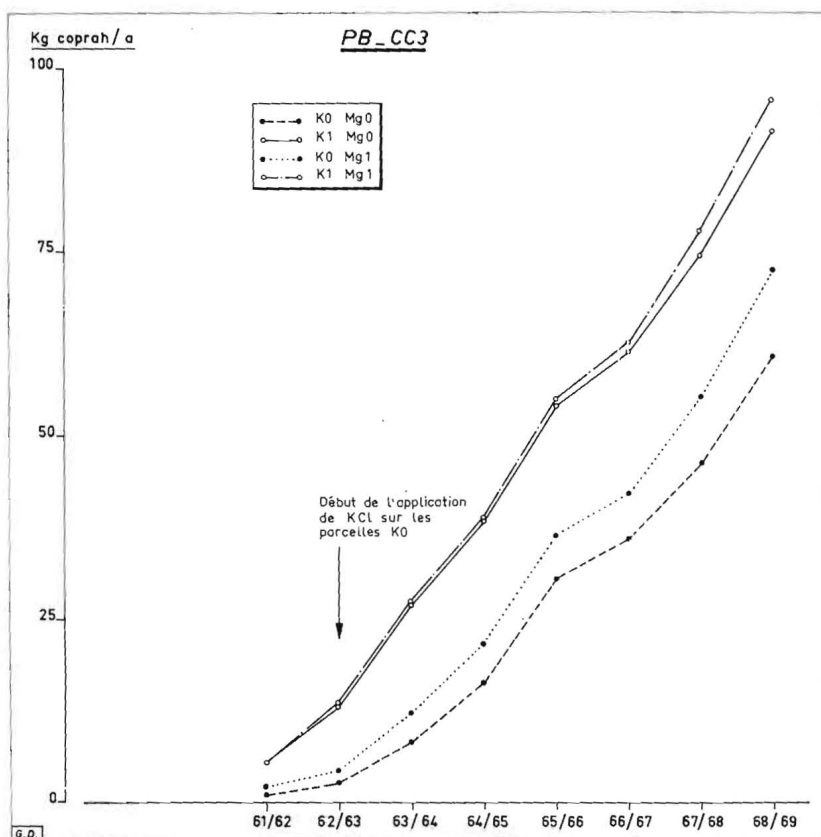


FIG. 3 : Evolution des productions cumulées de l'expérience PB/CC 3, selon les fumures appliquées.

1962, mais n'atteint que 4,2 kg pour les parcelles ayant reçu du chlorure de potassium depuis l'origine. Au cours de la dernière campagne (1968/69), on observe une interaction K Mg significative et négative :

l'effet de Mg est de 0,8 kg de coprah par arbre sur les parcelles fumées avec KCl depuis l'origine et n'est pas significatif, tandis que l'effet de 3 kg par arbre observé sur les autres parcelles est très significatif.

TABLEAU I
PB-CC 3. Doses d'engrais appliquées en kg/arbre/an

Objets	Nature de l'engrais	Années											1965 et suiv.
		1954*	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	
N0	Sulfate d'ammoniac à 20 % de N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
N1		0,200	0,150	0,300	0,400	0,550	0,650	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
P0	Phosphate bicalcique à 40 % de P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P1		0,100	0,100	0,150	0,200	0,300	0,350	0,450	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
K0	Chlorure de potasse à 60 % de K ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	1,500	1,750	1,750	2,000
K1		0,250	0,200	0,350	0,500	0,700	0,800	1,000	1,500	1,500	1,750	1,750	2,000
Na0	Chlorure de sodium à 40 % de Na ₂ O	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Na1		0,200	0,150	0,300	0,400	0,550	0,650	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750	0,750
Mg0	Sulfate de magnésie à 18 % de MgO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mg1		—	—	—	0,500	0,700	0,800	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

1954* = Année de plantation.

PB-CC 13.

Cette expérience a été implantée sur une parcelle dont la nutrition magnésienne était suivie avant la mise en route et évoluait défavorablement (voir tabl. II).

TABLEAU II

PB-CC 4. Teneurs moyennes en K et Mg et production

Années	K	Mg	Coprah/arbre en kg
1962	0,799	0,303	8,3
1963	1,163	0,265	8,6
1964	1,062	0,241	19,0
1965	1,231	0,195	15,0

Les teneurs des feuilles en éléments minéraux sont satisfaisantes si on les compare aux valeurs communément admises.

On étudie depuis 1967 les 8 combinaisons K Mg suivant un schéma factoriel $4 \times 4 \times 2$.

Les doses annuelles de KCl par arbre sont :

- K1 = 0,75 kg
 K2 = 1,50 —
 K3 = 2,25 —
 K4 = 3,00 —

Les doses annuelles de sulfate de magnésium par arbre sont :

- Mg0 = pas de magnésium
 Mg1 = 1,0 kg
 Mg2 = 2,0 —
 Mg3 = 3,0 —

Il est encore trop tôt pour observer un effet des engrais sur les productions ; mais, dès 1969, soit deux

TABLEAU III

PB-CC 13. Action des fumures potassiques et magnésiennes sur les teneurs en K (chiffres supérieurs) et en Mg (chiffres inférieurs)

(D. F. 1969-feuille 14)

	Mg0	Mg1	Mg2	Mg3	Moyennes
K1	0,916 0,217	0,787 0,262	0,836 0,245	0,778 0,279	0,829 0,251
K2	0,948 0,222	0,983 0,216	0,864 0,263	0,956 0,250	0,938** 0,238
K3	1,137 0,191	0,976 0,251	0,971 0,231	0,896 0,286	0,995** 0,240
K4	1,103 0,185	1,108 0,205	1,045 0,246	1,062 0,247	1,080** 0,221**
Moyennes .	1,026 0,204	0,964* 0,234*	0,929** 0,246**	0,923** 0,266**	0,961 0,237

ans après les premières applications, potassium et magnésium sont significativement absorbés (tab. III) et l'on retrouve l'antagonisme classique K Mg.

PB-CC 9 [4].

Pour les besoins de l'interprétation ultérieure, nous présentons également les résultats de cette expérience qui a étudié l'action du fumier de ferme et des oligo-éléments sur la production d'un cocotier.

Les moyennes des observations réalisées sont consignées dans le tableau IV.

TABLEAU IV

PB-CC 9. Teneurs moyennes en K et Mg et production (feuille 14)

Années	K	Mg	Coprah/arbre en kg
1962	0,691	0,437	—
1963	0,959	0,350	5,9
1964	0,834	0,337	12,6
1965	0,997	0,304	11,6
1966	0,933	0,297	13,1
1967	0,898	0,296	7,4
1968	1,087	0,276	12,0

Les teneurs moyennes en éléments minéraux de cette expérience sont assez voisines de celles de PB-CC 4, seuls les niveaux de Ca sont moins élevés et ceux de Mg supérieurs. Les productions sont plus faibles (matériel végétal moins sélectionné).

PB-CC 11.**Dispositif expérimental et doses.**

Expérience factorielle 3^3 NPK sur matériel local planté en 1959.

- N1 = 1 kg de sulfate d'ammoniaque/arbre/an
 N2 = 2 kg de sulfate d'ammoniaque/arbre/an
 P1 = 1 kg de phosphate bicalcique/arbre/an
 P2 = 2 kg de phosphate bicalcique/arbre/an
 K1 = 1 kg de chlorure de potassium/arbre/an
 K2 = 2 kg de chlorure de potassium/arbre/an
 K3 = 3 kg de chlorure de potassium/arbre/an.

Résultats.

Les principaux résultats obtenus sont consignés dans le tableau V.

Dans cette expérience, les fortes doses de potasse font baisser très fortement les teneurs en magnésium. En outre, si K est très élevé, P et Ca corrects, les teneurs en N sauf en 1969 et 1967 sont assez faibles (généralement inférieures à 2 p. 100).

TABLEAU V
PB/CC 11. Principaux résultats

	N0	N1	N2	P0	P1	P2	K1	K2	K3
<i>Teneurs en K</i>									
1966	1,60	1,43**	1,41**	1,52	1,47	1,45*	1,25	1,49**	1,69**
1967	1,49	1,36*	1,35**	1,43	1,39	1,38	1,18	1,41**	1,60**
1968	1,58	1,43**	1,40**	1,52	1,44*	1,46	1,24	1,51**	1,68**
1969	1,37	1,23**	1,25**	1,31	1,25	1,27	1,03	1,33**	1,48**
<i>Teneurs en Mg</i>									
1966	0,119	0,137	0,137	0,121	0,132	0,141*	0,148	0,130*	0,116**
1967	0,105	0,125*	0,126*	0,113	0,124	0,119	0,142	0,112**	0,102**
1968	0,112	0,126	0,125	0,117	0,126	0,120	0,144	0,115**	0,104**
1969	0,121	0,143**	0,137**	0,130	0,139	0,132	0,159	0,124**	0,118**
<i>Kg coprah/arbre</i>									
1967	4,0	4,0	4,8	4,2	4,3	4,1	4,1	3,9	4,6
1968	6,2	6,6	7,5*	6,6	7,0	6,8	6,2	6,6	7,5*
1969	7,6	8,7	8,5	8,2	8,7	7,9	8,3	8,0	8,4

II. — INTERPRÉTATION

1. Relation K Mg.

Sur les sables quaternaires de Côte-d'Ivoire et dans les conditions expérimentales décrites précédemment, le niveau de la nutrition magnésienne du cocotier est sous la dépendance étroite des apports de potasse (antagonisme K Mg), les teneurs en Mg sont d'autant plus faibles que les apports de K sont importants.

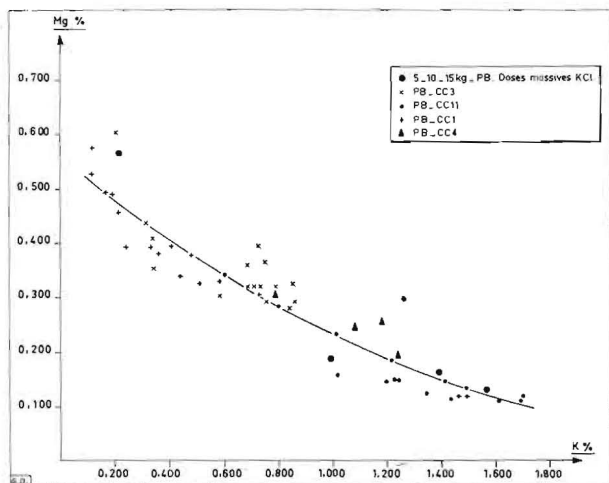


Fig. 4 : Relation entre les teneurs K et Mg sur cocotiers en production (feuille de rang 14).

La figure 4, établie pour une feuille de rang 14 décrit la relation K Mg pour des cocoteraies en production. Elle peut être assimilée à une courbe asymptote à l'axe des abscisses. Au début, les teneurs en Mg décroissent rapidement pour des accroissements égaux et continus de K, ensuite Mg diminue de moins en moins. En outre, il semble qu'il soit nécessaire d'appliquer des doses massives de K pour faire baisser Mg en dessous de 0,100 p. 100.

Ce résultat est à rapprocher de celui obtenu en 1957 sur la même station [5] : avec 5 kg de KCl, les teneurs en Mg étaient de 0,188 et de 0,125 pour une application de 15 kg. Ces observations confirment que la saturation des transporteurs d'ions communs à K et Mg par l'ion K ne peut être totale et qu'il existe des transporteurs propres à Mg qui ne peuvent être saturés par l'ion K [6, 7, 8].

D'autre part, suivant les premiers résultats de PB-CC 13, il apparaît que, pour des niveaux de K compris entre 0,7 et 1,2 et des niveaux de Mg variant de 0,197 à 0,302, l'application de magnésium diminue nettement les niveaux en K (tabl. III). D'ailleurs, si l'on réalisait un essai d'application de fortes doses de magnésium analogue à celui réalisé pour le potassium en 1957 [5], on mettrait vraisemblablement en évidence qu'avec des niveaux élevés en Mg et faibles en K, il faudrait appliquer des quantités de plus en plus importantes de Mg pour faire baisser K de façon uniforme.

On pourrait proposer l'interprétation globale ci-après :

— **zone de K forts et Mg faibles** : effet dépressif et décroissant de K sur les teneurs en Mg ; existence de transporteurs d'ions propres à Mg qui ne peuvent être saturés par K ;

— **zone de Mg moyens et K moyens** : relation linéaire entre K et Mg des concentrations respectives en K et Mg ;

— **zone de K faibles et Mg forts** : effet dépressif et décroissant de Mg sur les teneurs en K (existence de transporteurs d'ions propres à K qui ne peuvent être saturés par Mg).

Dans PB-CC 3, il n'a pas été enregistré d'effet dépressif de Mg sur K, car les doses de Mg sont relativement faibles et les niveaux de K moins élevés que dans PB-CC 13.

En outre jusqu'à présent, il n'a pas été observé d'effet dépressif de Mg sur les niveaux en calcium.

Enfin, il existe des différences de sensibilité à la carence magnésienne induite par des apports massifs de potasse ; ainsi les nains et plus particulièrement les nains rouges et nains jaunes sont facilement sujets au déséquilibre K Mg : nutrition en potasse excessive, nutrition en Mg très faible.

2. Action du magnésium sur la production.

Le tableau VI rappelle les effets du magnésium signalés plus haut dans l'expérience CC 3.

TABLEAU VI

PB-CC 3. Réponse au magnésium

	Parcelles fumées avec KCl depuis l'origine	Parcelles fumées avec KCl depuis 1962	Quantité de SO ₄ Mg apportée
Effet total du magnésium	4,2 kg	11,7 kg	11 kg
Effet au cours de la campagne 1968/69	0,8 kg	3,0 kg	1 kg
Teneur en magnésium (niveau MgO)	0,300	0,250	

L'effet du magnésium est plus important sur les parcelles fumées avec le chlorure de potassium (KCl) depuis 1962, probablement parce que la teneur en Mg de ce groupe est, vers la fin de l'expérience, beaucoup plus basse ou est tombée beaucoup plus bas (0,25) que celle du groupe de parcelles fumées depuis l'origine (0,30).

Pour le groupe des parcelles fumées avec KCl seulement depuis 1962, l'effet du magnésium est en

moyenne de 1 kg de coprah (à 35 F CFA minimum départ station) par kg de sulfate de magnésium appliqué (coût épandu environ 20 F CFA). Cet effet est donc parfaitement rentable.

Pour le groupe de parcelles fumées depuis l'origine avec KCl, l'effet du sulfate de magnésium n'est que de 360 g de coprah par kg de sulfate de magnésium. L'application de la fumure magnésienne se révèle globalement déficitaire.

Cependant, vers la fin de l'expérience et au cours de la campagne 1968/69 notamment, la fumure magnésienne se révèle légèrement bénéficiaire (0,8 kg de supplément de coprah par arbre, à 35 F CFA, soit 28 F CFA par kg de sulfate de magnésium).

S'il est normal que la réponse au sulfate de magnésium soit plus importante dans le groupe de parcelles à teneur faible (0,250), il est en revanche difficile de comprendre pourquoi la teneur en Mg est tombée plus bas dans les parcelles fumées avec KCl depuis 1962.

On peut admettre qu'intervient un jeu complexe d'équilibre lié aux exportations : les parcelles KO, fumées plus tardivement avec KCl, produisent moins que les parcelles fumées depuis 1962, la teneur en K de leurs feuilles est plus élevée, et en raison de l'antagonisme K Mg, leur teneur en Mg est plus basse.

3. Relations teneurs en Mg-rendement-niveau critique.

Le niveau critique d'un élément minéral peut être déterminé approximativement en calculant les corrélations teneurs-rendements ; tant que les coefficients de corrélations sont élevés, le niveau optimal de nutrition n'est pas atteint pour l'élément considéré.

Nous avons donc présenté dans le tableau VII les divers coefficients de corrélations calculés pour trois des quatre expériences présentées plus haut.

L'examen de ce tableau fait apparaître une contradiction. En effet, il existe sur PB-CC 3 et PB-CC 9 des relations Mg-rendements pour des teneurs moyen-

TABLEAU VII

Coefficients de corrélations teneurs en Mg-rendements et moyennes en Ca et Mg

	1964	1965	1966	1967	1968	1969
PB-CC 3						
Moyenne Mg	0,382	0,344	0,300	0,323	0,261	0,319
r(Mg-Production)	— 0,23	0,21	0,16	0,21	0,48**	0,62***
Moyenne Ca	0,562	0,538	0,583	0,505	0,502	0,510
PB-CC 4						
Moyenne Mg	0,264	0,241	0,195		0,183	0,237
r(Mg-Production)	— 0,01	— 0,22	0,62***	PB-CC 13	0,44*	0,19
Moyenne Ca	0,698	0,609	0,557		0,531	0,530
PB-CC 9						
Moyenne Mg	0,346	0,304	0,297	0,296	0,276	—
r(Mg-Production)	0,21	0,16	0,07	0,18	0,34*	—
Moyenne Ca	0,524	0,534	0,545	0,504	0,507	—

nes en Mg voisines de 0,300 alors qu'il faut atteindre un niveau moyen inférieur à 0,200 sur PB-CC 4 pour observer des liaisons significatives et positives ; des que les teneurs en Mg remontent, la liaison Mg-rendement disparaît.

Nous proposons l'explication suivante : pour CC 4, il faut attendre que les teneurs en Mg atteignent un niveau très bas pour observer une relation Mg-rendement positive et significative parce que les teneurs en calcium étant toujours élevées (0,600 contre 0,500 pour CC 3 et CC 9), il est possible que le calcium remplace le magnésium pour certaines fonctions, précipitations des oxalates notamment [9].

Sur PB-CC 11, malgré les faibles teneurs en magnésium, les relations Mg-rendement ne sont pas significatives car cette expérience en début de production a été rendue extrêmement hétérogène par des attaques conjuguées d'Oryctès et de Zygènes sur la partie Nord-Ouest.

Il semble raisonnable d'avancer qu'un niveau en Mg de 0,300 est souhaitable car :

— sur CC 3 on obtient des augmentations significatives de rendements en passant de 0,276 à 0,346 et, au-delà de 0,350, la liaison Mg-rendement est moins étroite ;

— sur CC 9 et CC 3 les liaisons Mg-rendements sont devenues significatives lorsque les teneurs moyennes

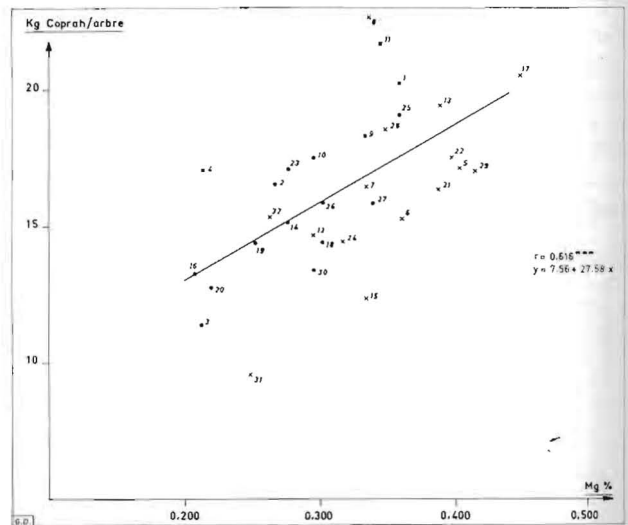


FIG. 5 : Relation entre la teneur des feuilles en Mg et la production en kg de coprah/arbre.

en cet élément sont descendues aux environs de 0,300 (la figure 5 illustre la relation Mg-coprah/arbre pour l'expérience CC 3) ;

— et sur la figure 4 le niveau de 0,300 pour Mg correspond à 0,8 p. 100 de K : niveau critique adopté par l'I. R. H. O. pour cet élément.

CONCLUSION

Sur les cocoteraies des sols sableux de Basse Côte-d'Ivoire, il faut donc surveiller l'évolution des niveaux en magnésium qui descendent rapidement à la suite d'applications de fumures potassiques.

Une fois le niveau de 0,8 atteint pour la potasse,

on obtient un supplément de production en appliquant du magnésium si les teneurs en cet élément sont inférieures à 3,00 et s'il n'existe pas d'autres déficiences.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] FRÉMOND Y. et G. VILLEMMAIN, 1964. — Fumure minérale sur cocoteraies âgées en Côte-d'Ivoire. *Oléagineux*, 20, n° 6, p. 403-409.
- [2] BRUNIN C., 1968. — Phosphore et cocoteraies adultes. *Oléagineux*, 23, n° 5, p. 303-307.
- [3] FRÉMOND Y. et C. BRUNIN, 1966. — Cocotier et couverture du sol. *Oléagineux*, 21, n° 6, p. 361-364.
- [4] VILLEMMAIN G., 1965. — La fumure organique des cocoteraies. *Oléagineux*, 20, n° 3, p. 171-177.
- [5] I. R. H. O. Rapport Annuel 1967.
- [6] BACHY A., 1963. — Diagnostic foliaire : relations entre cations. *Oléagineux*, 18, n° 6, p. 381-385.
- [7] PREVOT P. et M. OLLAGNIER, 1958. — La fumure potassique dans les régions tropicales et subtropicales. « Potassium Symposium 1958 » Institut National de la Potasse, Berne.
- [8] EPSTEIN, 1956. — Mineral nutrient of plants — Mechanism of uptake and transport. *Rev. Plant Physiol.*, 7, p. 1-24.
- [9] DROSDOFF M. et al., 1955. — Interrelations of source of nitrogen with levels of calcium and magnesium in Tung nutrition. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 65, p. 32-40.
- [10] FRÉMOND Y. et M. de NUCÉ de LAMOTHE, 1968. — Nutrition minérale du cocotier. *Oléagineux*, 23, n° 2, p. 93-97.
- [11] BACHY A., C. BRIOLLE et G. VILLEMMAIN, 1962. — Etude de la fumure des pépinières de cocotiers en Côte-d'Ivoire et au Dahomey. *Oléagineux*, 17, n° 3, p. 161-164.

