

## EVOLUTION DE LA RECHERCHE SUR LA FERTILISATION EN CAFEICULTURE EN COTE D'IVOIRE

par

G. VERLIERE

Maître de Recherches de l'ORSTOM  
Chef de la Division d'Agronomie au  
Centre de Recherches de l'I.F.C.C.  
en Côte d'Ivoire

### INTRODUCTION

Les études sur la nutrition minérale et la fertilisation des caféiers en Côte d'Ivoire ont commencé en 1950 avec les travaux de LOUE (4) au Centre de Recherches Agronomiques de Bingerville.

Les caféiers sont établis en Côte d'Ivoire sur trois types de sols caractérisés par la roche-mère :

- 1° - Les sols sur granites
- 2° - Les sols sur schistes
- 3° - Les sols sur sables tertiaires.

MOULINIER (9) donne pour chacun de ces sols la composition granulaire suivante en surface :

ORIGINE	SABLE GROSSIER	SABLE FIN	LIMON	ARGILE
Sables tertiaires	57	30	5	8
Granites	32	42	6	20
Schistes	20	55	10	25

La composition chimique est beaucoup plus variable et LOUE (6) classe les différentes terres à caféiers en « unité-sol » ; chacune d'elles est caractérisée par :

- 1° - ses possibilités chimiques,
- 2° - son bilan hydrique

Il appelle « possibilités chimiques » la somme des indices des teneurs en matière organique totale, en azote total, en acide phosphorique total, en potassium échangeable et de l'indice de la somme K + Ca + Mg échangeables. Chacune des cinq teneurs de la somme est corrigée par les coefficients respectifs suivants : 1 - 1,5 - 1 - 1,5 - 1. Les résultats des analyses doivent être rapportés à la terre totale et non à la terre fine seulement.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 13556

La valeur de l'indice obtenu lui permet de classer les sols en cinq catégories :

C5	possibilités chimiques très élevées	indice > 90
C4	" " élevées	90 à 70
C3	" " moyennes	70 à 40
C2	" " faibles	40 à 20
C1	" " très faibles	< 20

Le bilan hydrique du sol est caractérisé par le nombre de jours pendant lesquels le caféier peut supporter la sécheresse à partir de la dernière pluie suffisante pour saturer le sol. Là encore il retient 5 catégories.

S5	grande résistance à la sécheresse	plus de 28 jours
S4	bonne résistance	de 28 à 21 "
S3	résistance moyenne	de 21 à 14 "
S2	faible résistance	de 14 à 7 "
S1	très faible résistance	moins de 7 "

L'unité sol est alors caractérisée par les 2 indices C et S.

Mais le climat conditionne aussi les possibilités de la région. LOUE (6) a déterminé que l'équivalent de la sécheresse serait de 50 mm pour le trimestre Décembre, Janvier, Février, qui correspond à la grande saison sèche. Il caractérise une région par sa fréquence de sécheresse qui indique le nombre d'années sur 10 ans où le trimestre Décembre, Janvier, Février n'a pas présenté une pluviométrie de 50 mm.

Le rendement des caféiers étant lié aux possibilités chimiques et aux déficiences possibles en eau, on pourra l'élever soit en augmentant les premières, soit en essayant de réduire les secondes par des méthodes culturales.

## RESULTATS EXPERIMENTAUX

### Amélioration des rendements par emploi des engrais minéraux.

Jusqu'en 1959, les études ont porté sur le premier point, à savoir l'amélioration des rendements par l'emploi des engrais minéraux; elles ont intéressé principalement deux types de sols :

- les sables tertiaires à la station d'Akandjé,
- les sols granitiques de la région de Gagnoa.

L'étude de la fertilisation dans la région des sables tertiaires a commencé en 1950; elle était basée sur le contrôle biochimique par le diagnostic foliaire pratiqué sur les différentes parcelles des essais d'engrais et par le contrôle des rendements de ces mêmes parcelles.

Le climat de cette région est caractérisé par un degré hygrométrique élevé et une température relativement constante (moyenne de 27°). La grande saison sèche a lieu de Décembre à Février inclus, mais la pluviométrie ne descend pas en dessous de 50 mm au cours de ce trimestre.

Nous avons déjà indiqué la composition granulaire de ces sols. Au point de vue chimique, ils sont très pauvres. D'après MOULINIER (9), la somme K + Ca + Mg des bases échangeables est en général inférieure à 2 méq pour 100 g avec la déficience la plus marquée en magnésium, puis en potassium. Le taux d'azote est également faible (0,8 % d'azote total); il y a environ 15 % de matière organique; il en découle un rapport C/N élevé (15 à 20). Le pH est faible, le plus souvent compris entre 4.5 et 5. Le taux moyen d'acide phosphorique total est de 0,6 %. Il en résulte que pour le caféier les deux principales carences à corriger sont celles concernant d'abord le potassium, puis l'azote. Il ressort des essais de LOUE (6) que dans les fumures à utiliser :

- 1°.- le rapport  $K_2O/N$  devrait être compris entre 1.5 et 3
- 2°.- le rapport  $N/P_2O_5$  devrait être compris entre 1 et 1.5
- 3°.- la dose d'azote minimum était de 20 gr. par arbre
- 4°.- la dose de potasse par arbre était comprise en 50 g et 100 g.

L'application d'une fumure apportant par arbre :

- 40 g d'azote
- 30 g d'acide phosphorique
- 100 g de potasse

permettait de faire passer le rendement de 250 g à 550 g de café marchand par arbre, soit de 300 à 700 kg par hectare.

L'étude de la fertilisation du caféier en zone granitique a commencé en 1953. Les sols y sont plus argileux que dans la zone précédente, mais ils peuvent renfermer parfois plus de 70 % de graviers, principalement sur les sommets des collines.

D'après MOULINIER (9), le taux de matière organique varie de 9 % à 50 % et celui d'azote est généralement au-dessus de 1 %, le rapport C/N étant compris entre 10 et 15. La teneur en phosphore total est assez faible, de l'ordre de 0,3 à 0,4 %. Le taux de bases échangeables est nettement supérieur à celui que l'on trouve dans les sables tertiaires ; les teneurs les plus fréquentes sont de 0,10 à 0,15 méq/100 g pour K

- 5 méq/100 g pour le Ca et
- 1 méq/100 g pour le Mg.

Mais la dispersion des teneurs des différents éléments est beaucoup plus forte que dans la région précédente et il en résulte un nombre beaucoup plus grand d'unités-sols.

En ce qui concerne le climat, la pluviométrie moyenne est de l'ordre de 1400 mm avec une sécheresse très marquée en Décembre, Janvier, Février où les moyennes sont respectivement de 40,27 et 57 mm. Il existe de plus une petite saison sèche bien marquée en Août (63 mm).

L'amélioration des rendements ne saurait donc se faire entièrement par l'accroissement des possibilités chimiques du sol par les engrais minéraux ; l'action des méthodes culturales sur le bilan hydrique sera ici très importante.

En ce qui concerne les engrais minéraux LOUE (6) préconise un apport :

- de 30 à 50 g d'azote par pied caféier,
- de 20 à 30 ou 40 g de  $P_2O_5$  par pied pour les teneurs en  $P_2O_5$  total du sol de 0,6 - 0,4 et 0,2 %.
- de 50 à 80 g de  $K_2O$  par arbre lorsque la teneur du sol tombera en dessous de 0,1 méq/100 g de K échangeable ; au-dessus de cette limite, une fumure de 50 g de  $K_2O$  ne sera apportée que les années de fortes productions.

Le rapport  $K_2O/N$  de la fumure sera généralement compris entre 1 et 1,5 et ne dépassera pas 2.

Sur ce type de sol, un essai d'engrais azoté (11) a montré la supériorité du sulfate d'ammoniaque sur l'urée et le nitrate de chaux ; mais en regard du bénéfice financier réalisé, il faut noter au bout de 7 ans une augmentation de l'acidité du sol en profondeur ; en effet, à 50 cm le pH était tombé à 5,0 dans les parcelles ayant reçu du sulfate d'ammoniaque contre 5,4 dans les parcelles témoin. Il y a ici opposition entre la notion de profit maximum immédiat et celle de la conservation de la fertilité du sol.

Parallèlement à ces essais étaient menées des études sur la mise au point du diagnostic foliaire et sur les carences minérales par des cultures sur solutions nutritives (5,7 et 8). LOUE fixa pour les zones de bons et très bons rendements les valeurs suivantes pour les taux de N, P et K dans la troisième feuille :

- Azote 2,8 à 3,3 %
- Phosphore 0,12 à 15 %
- Potassium 1,5 à 2,5 %

#### Amélioration du bilan hydrique du caféier

A partir de 1960 ont été abordées les études concernant l'amélioration du bilan hydrique du caféier. Actuellement sont en place sur sol granitique à la Station de Gagnoa et sur sol schisteux à la Station d'Aben-

gourou, c'est-à-dire dans deux régions de fortes productions caféières où la sécheresse est à craindre, des essais :

- de plantes de couverture,
- de modes de couverture du sol,
- de paillage avec et sans engrais.

Des essais de plantes de couverture et de paillage avaient également été mis en place sur sables tertiaires à la Station de l'ORSTOM d'ADIPODOUME, mais ils ont été interrompus en 1965.

Ces essais sont suivis à la fois par diagnostic foliaire et par prélèvement d'échantillons de sols dans l'interligne; ces derniers sont donc prélevés en dehors de la zone d'épandage des engrais lorsque ceux-ci sont apportés aux caféiers.

#### Essais de plantes de couverture :

Les plantes suivantes ont été essayées :

- 1<sup>o</sup>.- à ADIPODOUME
  - Flemingia congesta
  - Tithonia diversifolia
  - Stylosanthes gracilis
  - Leucoena Glauca
  - Végétation naturelle (graminées)
- 2<sup>o</sup>.- à GAGNOA
  - a)- sur sol rouge à gravillons
    - Flemingia congesta
    - Tithonia diversifolia
    - Stylosanthes gracilis
    - Pueraria javanica
  - b)- sur sol ocre sans gravillons
    - Flemingia congesta
    - Stylosanthes gracilis
    - Pueraria javanica
    - Leucoena glauca
- 3<sup>o</sup>.- à ABENGOUROU
  - Flemingia congesta
  - Tithonia diversifolia
  - Pueraria javanica
  - Couverture naturelle (graminées et centro seme).

Chacun des caféiers reçoit en outre à Abengourou 400 g d'engrais 12.15.18 par an et à Gagnoa 400 g d'engrais 12.12.20 par an. L'engrais est apporté en 2 fois au début des saisons des pluies (Avril et fin Septembre), en couronne autour de chaque arbre.

Les meilleurs rendements en café ont été obtenus avec le flemingia comme plante de couverture. ROBINET (10) avait déjà préconisé l'emploi du flemingia comme plante de couverture en interlignes dans les caféiers et BOYER (1) a montré que le flemingia, par son enracinement pivotant profond, prélevait l'eau en profondeur et diminuerait la dessiccation des couches superficielles du sol où se trouvent la majorité des jeunes racines du caféier.

La couverture de flemingia entraîne généralement dans le sol des taux plus bas en potassium qu'avec les autres plantes de couverture et une augmentation des rapports Ca/K et Mg/K. Le diagnostic foliaire montre de son côté une élévation des teneurs en calcium dans les feuilles. Les productions moyennes suivantes ont été enregistrées sur ces essais (en kg de café marchand par hectare) sur une période de 3 années.

ADIOPODOUME	
Flemingia	1254
Tithonia	899
Stylosanthès	915
Leucoena	1365
Végétation naturelle	980

ABENGOUROU	
Flemingia	1887
Tithonia	1600
Pueraria	1520
Végétation naturelle	1640

GAGNOA 1	
Flemingia	491
Tithonia	209
Stylosanthès	314
Pueraria	364

GAGNOA 2	
Flemingia	670
Leucoena	577
Stylosanthès	493
Pueraria	330

#### Essais de modes de couverture du sol

Deux essais identiques avaient été mis en place à Abengourou et à Gagnoa avec les 4 traitements suivants :

- Couverture naturelle
- Clean-weeding
- Plante de couverture : pueraria
- Paillage à raison de 80 t/ha de flemingia et tithonia.

Les moyennes de production suivantes ont été enregistrées sur 3 ans :

	ABENGOUROU	GAGNOA
Couverture naturelle	1819	293
Clean-weeding	2165	752
Pueraria	1639	350
Paillage	2980	687

Le paillage augmente les teneurs du sol en potassium et phosphore tandis que le clean-weeding détermine un appauvrissement à peu près général. Les premières années, le clean-weeding donne généralement les meilleurs résultats, les jeunes caféiers ne rencontrant aucune concurrence; puis le mulch, au cours de la troisième année, fournit une couverture suffisante pour influencer le bilan hydrique et apporte de plus des éléments minéraux en quantités non négligeables. Nous avons pu calculer qu'une tonne de matière sèche de tithonia fournit l'équivalent de 50 kg d'engrais 20.10.20 et une tonne de flemingia correspond à 100 kg d'engrais 20.5.8 (12).

#### Essais de paillage

Comme les essais de plantes de couverture, les essais de paillage ont été implantés sur les trois types de sol. Le paillage était formé de tithonia à Adiopodoumé et à Abengourou et d'un mélange de 1/3 flemingia et 2/3 tithonia à Gagnoa.

Les plantes servant au paillage sont coupées 3 fois par an au début de chaque saison sèche pour pailler les caféiers et une coupe en Mai qui est laissée sur place. Les parcelles de tithonia reçoivent à Aben-

gourou une fumure de 1 t/ha d'engrais 12.15.18 par an, en trois épandages (1 après chaque coupe); à Gagnoa 500 kg/an d'engrais 12.12.20.

Trois doses de paillage sont apportées dans le rapport 1-2 et 3; le témoin est recouvert par la végétation naturelle. La dose 1 est théoriquement de 40 t/an; en fait, elle est ajustée suivant la quantité de paillage produite à chaque coupe; mais le rapport 1/2/3 est toujours conservé.

La production moyenne sur trois ans a été en kg de café marchand par hectare de :

	ADIOPODOUME	ABENGOUROU	GAGNOA
Témoin	760	439	568
Dose 1	1100	1336	806
Dose 2	1258	1977	973
Dose 3	1051	1789	867

C'est donc à Abengourou que le paillage a l'effet le plus marqué; mais dans les trois cas, c'est la dose 2 qui a donné les meilleurs rendements.

La nutrition des caféiers en N, P et K a été améliorée dans les trois essais par rapport au témoin.

Au point de vue sol, les seules différences significatives enregistrées l'ont été avec les teneurs en potassium échangeable. Ainsi, l'on a pour 1962 les valeurs suivantes (moyenne de quatre échantillons prélevés au cours des 2 saisons sèches et des deux saisons des pluies) en méq de K pour 100 g de terre de surface (0 - 20 cm).

	ADIOPODOUME	ABENGOUROU	GAGNOA
Témoin	0,09	0,41	0,47
Dose 1	0,10	0,56	0,93
Dose 2	0,12	0,67	1,21
Dose 3	0,16	0,81	1,34

Il en résulte également des différences significatives dans les valeurs des rapports Ca/K, Mg/K et Ca + Mg/K.

Par contre, le paillage n'a pas d'influence sur les teneurs du sol en azote ou en matière organique.

Il existe en outre à Abengourou et à Gagnoa un autre essai de paillage avec en plus apport d'une fumure NPK sous forme de 400 g d'engrais 12.15.18 par arbre à Abengourou et 400 g d'engrais 12.12.20 à Gagnoa. Les doses de paillage apportées sont les mêmes que dans les essais précédents. Les productions moyennes ont été de :

	ABENGOUROU	GAGNOA
Témoin	1501	685
Dose 1	2104	782
Dose 2	2730	879
Dose 3	2565	1078

Au contraire d'Abengourou, la meilleure production est enregistrée à Gagnoa avec la dose 3. Mais si l'on prend les récoltes séparément les unes des autres l'on constate que l'avantage au profit de la dose 3 va en diminuant d'année en année et qu'en 1965, c'est la dose 2 qui donne le meilleur rendement.

Il semble donc, en ce qui concerne le paillage, qu'il y aurait intérêt à apporter de fortes doses au début afin de couvrir le sol le plus rapidement possible; l'on diminuerait ensuite le tonnage apporté afin de main-

tenir une litière sur le sol sans que celle-ci ne devienne trop épaisse ce qui pourrait avoir pour inconvénient de retenir les pluies de faible importance des saisons sèches hors de portée des racines des caféiers.

D'autre part, le paillage a un gros inconvénient : son prix de revient élevé. Afin de diminuer celui-ci au maximum, il faut réduire le plus possible le transport de la paille ce qui conduit à envisager des plantations en bandes alternées de caféiers et de plantes de paillage.

### Conclusions :

En l'état actuel de nos connaissances, il semble donc que les deux meilleurs moyens d'améliorer le bilan hydrique sont :

- 1°. - le paillage, mais celui-ci est d'un prix de revient élevé,
- 2°. - le flemingia utilisé comme plante de couverture; il faut noter alors que l'implantation du flemingia doit être faite très soigneusement, et qu'en particulier il faut procéder aux désherbages nécessaires pendant les six premiers mois pour éviter qu'il ne soit étouffé par la végétation naturelle.

### **Essai factoriel NPK 2<sup>3</sup>**

En même temps que ces études sur le bilan hydrique était mis en place un essai factoriel NPK 2<sup>3</sup> sur sol ocre sans gravillon, sur schistes à la Station d'Abengououa pour compléter les études sur l'amélioration des rendements par les engrais minéraux. L'effet le plus marqué est l'effet principal Phosphore, suivi de l'interaction Phosphore x Potasse. Ainsi, pour les 4 premières récoltes, les parcelles PK, qui reçoivent annuellement 75 g de phosphate bicalcique et 150 g de sulfate de potasse par arbre, ont eu une production moyenne de 1225 kg de café marchand par ha. contre 915 seulement pour le témoin.

### **ESSAIS D'ENGRAIS SUR CAFÉIERS SÉLECTIONNES.**

Tous les essais précédents avaient été effectués avec des caféiers non sélectionnés. Or, depuis quelques années la Division de Génétique de l'I.F.C.C. (2) a sélectionné un certain nombre de caféiers sous forme d'hybrides ou de clones dont la potentialité en culture soignée peut-être estimée à une production moyenne annuelle de 2 T. de café marchand par hectare. L'on est ainsi amené à reconsidérer les doses d'engrais à apporter. C'est ainsi que depuis 2 ans sont en place des essais où l'on apporte jusqu'à 200 g d'azote, 150g d'acide phosphorique et 225 g de potasse par pied et par an.

En raison du lessivage que l'on peut craindre avec de telles doses, notamment en ce qui concerne l'azote, ces fumures sont fractionnées en cinq ou six épandages par an. Ces essais ont été installés sur les trois types de sol, mais nous n'en n'avons pas encore les résultats. Chaque essai renferme en outre 2 ou 3 sélections différentes et est suivi par diagnostic foliaire. Or, ainsi que FORESTIER (3) l'avait déjà montré en R.C.A, nous n'avons pu mettre en évidence de fortes variations dans la nutrition entre les différents clones ou hybrides. Les uns assimilent mieux certains éléments que les autres. Ainsi, le diagnostic foliaire pratiqué sur l'essai de Bingerville planté en 1964, où les fumures F1, F2 et F3 correspondent respectivement à 500, 1000 et 1500 g d'engrais 13.10.15 par an a donné les résultats suivants :

VARIETE	FUMURE	% M S					P P m			
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Hybride 72 x 51	T	2,639	0,175	1,48	1,31	0,66	74	89	7,7	10,4
	F1	2,737	0,174	1,59	1,34	0,56	73	107	7,2	10,3
	F2	2,821	0,178	1,66	1,30	0,50	78	212	6,1	10,9
	F3	2,912	0,197	1,78	1,29	0,44	74	188	5,9	11,0
D.L. du clone 149	T	2,443	0,161	1,63	1,16	0,53	72	72	7,3	9,3
	F1	2,520	0,154	1,71	1,18	0,46	89	96	6,6	9,8
	F2	2,492	0,169	1,78	1,18	0,42	79	139	5,8	9,6
	F3	2,653	0,169	1,83	1,10	0,41	75	114	5,4	9,4

L'on peut constater dans le témoin que pour tous les éléments dosés, à l'exception du potassium, le 72 × 51 est plus riche que le 149. De plus, l'assimilation est beaucoup plus influencée par une même fumure pour le 72 × 51 que pour le 149; l'on enregistre ainsi les différences suivantes entre les teneurs des parcelles F3 et celles des parcelles témoin.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
72 × 51	+ 0,273	+ 0,022	+ 0,30	- 0,02	- 0,22	0	+ 99	- 1,8	- 0,6
149	+ 0,210	+ 0,008	+ 0,20	- 0,06	- 0,12	+ 3	+ 42	- 1,9	- 0,1

Il semblerait donc qu'à partir de ces premiers résultats le 72 × 51 serait plus apte à profiter d'une fumure intensive que le 149.

Un autre fait à noter est l'influence des fortes fumures sur les teneurs en manganèse et en cuivre; les teneurs en manganèse sont très fortement augmentées; elles sont 4 fois plus fortes que celles du témoin dans l'essai sur schistes d'Abengourou. Au contraire les teneurs en cuivre ont diminué de 25%. A la suite de ces constatations il a été décidé de mettre en place un essai comportant l'apport d'oligoéléments en plus de la fumure NPK.

Il conviendra enfin de pouvoir déterminer les dates d'application de ces fumures pour en tirer l'effet maximum, ce qui a nécessité la mise en place d'un essai de dates d'épandage des engrais.

## CONCLUSION

Malgré une croyance fortement répandue chez les planteurs ivoiriens, il est donc difficile de considérer la fertilisation minérale comme un tout pouvant être traité séparément des autres pratiques culturales, surtout dans le cas d'une culture pérenne de rentabilité marginale comme c'est généralement le cas actuellement pour le caféier en Côte d'Ivoire.

En particulier, le problème de l'alimentation en eau reste le plus souvent le plus important et conditionne la rentabilité de l'emploi des engrais; il peut être alors intéressant d'amener celui-ci de façon indirecte en l'apportant sur des cultures de plantes qui serviront ensuite à pailler les caféiers.

La réponse aux engrais sera également due à une bonne pratique de la taille qui a une très forte influence sur la production des caféiers. Il est d'ailleurs vraisemblable que l'accroissement de la vigueur des caféiers par de fortes fumures ou par le paillage puisse conduire à modifier la taille, par exemple en permettant d'augmenter le nombre des tiges de chaque arbre.

Enfin, l'apparition de nouvelles variétés de plus en plus productives, qui réagissent différemment les unes des autres à la fumure minérale conduit à revoir les formules et les doses d'engrais non plus seulement en fonction du type de sol mais aussi de la variété cultivée.

L'on aboutira alors à une caféiculture de type intensif qui par des rendements beaucoup plus élevés que ceux obtenus en culture traditionnelle permettra de diminuer considérablement les surfaces cultivées en ne gardant que les meilleures zones. Il devrait en résulter pour le planteur africain une économie de temps lui permettant de se consacrer davantage à ses cultures vivrières qui, avec l'extension de la démographie, devraient pouvoir trouver un débouché relativement facile.



REFERENCES

- 1.- BOYER (J.) - Influence de la couverture du sol sur le bilan hydrique d'une jeune plantation de caféiers en Côte d'Ivoire.  
«Café, Cacao, Thé» vol. VIII n° 1, p. 22-31.
- 2.- BRAUDEAU (J.) - Des principes de la sélection des caféiers canéphoïdes et liberio excelsoïdes.  
CAMBRONY (H.R.) Leur application aux travaux des Centres de Recherches de l'I.F.C.C. en Côte  
CAPOT (J.) d'Ivoire, à Madagascar et en République Centrafricaine. I et II.  
DUBLIN (P.) «Café, Cacao, Thé» vol. VI n° 2 1962, p. 89-104.  
ETASSE (C.)  
FOURY (C.)
- 3.- FORESTIER (J.) - Sélection et nutrition minérale du caféier Robusta  
«Café, Cacao, Thé» vol. V n° 4, p. 219-226.
- 4.- LOUE (A.) - Etude de la nutrition du caféier par la méthode du diagnostic foliaire.  
Bull. Centre Rech. Agro. Bingerville 8 1953 p. 97-156
- 5.- LOUE (A.) - Etudes sur la nutrition minérale du caféier en Côte d'Ivoire.  
Centre Rech. Agro. Bingerville 1955 - 68 p.
- 6.- LOUE (A.) - La nutrition minérale du caféier en Côte d'Ivoire  
Centre Rech. Agro. Bingerville 1957 - 205 p.
- 7.- LOUE (A.) - Nouvelles observations sur les oligoéléments dans la nutrition du caféier.  
«Café, Cacao, Thé» vol. IV n° 3 p. 133-149.
- 8.- LOUE (A.) - Etude des carences et déficiences en potassium, calcium et magnésium chez le  
caféier Robusta.  
Bulletin n° 4 IFCC 1962 48 p.
- 9.- MCULINIER (H.) - Contribution à l'étude agronomique des sols de Basse Côte d'Ivoire.  
Bulletin n° 3 IFCC 1962 70 p.
- 10.- ROBINET (M.) - Etude de l'influence de certaines plantes de couverture sur l'économie en eau du  
sol.  
Bull. Centre Rech. Agro. Bingerville 11 1955 p. 95-112
- 11.- VERLIERE (G.) - Effet de trois sources d'azote sur l'évolution du sol, la nutrition minérale et le  
rendement du caféier.  
Première session du groupe de travail technique de la FAO sur la production du  
café et la protection des caféiers.  
Rio de Janeiro - Octobre 1965
- 12.- VERLIERE (G.) - Valeur fertilisante de deux plantes utilisées dans les essais de paillage du caféier,  
Tithonia diversifolia et Flemingia congesta  
«Café, Cacao, Thé» vol. n° 3 1966 p. 228-236.