Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans le complexe «sol-bananeraie-climat». Application à la programmation de la fumure.

IV- Cas des sols bruns à halloysite. (fin)

J. GODEFROY et Micheline DORMOY

INTRODUCTION

Ce quatrième et dernier article sur la dynamique des éléments fertilisants dans les bananeraies martiniquaises concerne la zone D. Elle correspond aux sols bruns à halloysite dont les propriétés physico-chimiques diffèrent de celles des sols peu évolués sur ponces ou des andosols décrites dans les précédentes publications (*Fruits*, n° 1, 3 et 5, 1988). Les différences concernent principalement la dynamique du potassium et du phosphore.

Les objectifs de l'étude ont été présentés dans le premier article.

CONDITIONS DE L'ETUDE

Situation et caractéristiques écologiques de la zone.

Les sols bruns à halloysite sont assez dispersés géographiquement. Ils occupent une partie de la région centre (Communes de St Joseph et du Robert) de la bordure du littoral atlantique (Communes de la Trinité, Sainte Marie, Marigot et Le Lorrain) et de la région ouest (Commune de Morne Vert). Les bananeraies intensives ne sont établies que dans le centre et l'est. L'altitude dépasse rarement 150 mètres.

Les deux parcelles expérimentales sont situées sur la Station fruitière de Rivière Lézarde sur la Commune de St Joseph ; l'altitude est de 50 mètres.

Le climat est de type tropical humide ; les zones de développement de ces sols bruns coïncident avec les isohyètes annuels : 2 000 à 2 500 mm. La pluviosité moyenne à Rivière Lézarde pendant la durée de l'étude (1981 à 1987) a été de 2 300 mm avec des extrêmes de 2 165 à 2 485 mm ($\sigma = 154$ mm).

Les sols dérivent de dépôts volcaniques de tufs perméables, cendres et ponces en climat relativement humide mais avec cependant une saison sèche. Leur texture est argileuse ; une fraction de l'argile est constituée d'halloysite. Les teneurs en matière organique des sols des bananeraies sont normales pour des terres de régions tropicales (2,5 à 3,5 p. 100). Les capacités d'échanges cationiques du complexe absorbant (CEC) sont moyennes, de l'ordre de 10 mé/100 g. En 1976-1977 les sols étaient pauvres en calcium et en magnésium mais dans les plantations où les conseils de fertilisation donnés par l'IRFA ont été suivis, les niveaux se sont nettement améliorés (cf. paragraphe caractéristiques des sols des bananeraies).

Conduite des expérimentations.

Deux expérimentations successives ont été réalisées. La première (1981-1984) avait pour objectif de contrôler la validité du programme de fertilisation établi d'après les conclusions de la première phase de cette étude (GODEFROY et DORMOY, 1983).

Les résultats de cette première expérimentation nous ont conduit à apporter quelques modifications pour le calcul du seuil critique de pluviosité (cf. paragraphe «azote»). C'est ce SCP «corrigé», dans le but de réduire la fréquence des épandages d'engrais N P K, qui a été appliqué dans la seconde expérimentation (1985-1987). Dans celle-ci on a comparé, en plus, les conséquences sur la dynamique des éléments nutritifs du sol d'une fertilisation réduite de 25 p. 100 (niveau «0,75») et d'une fumure plus abondante de 50 p. 100 (niveau «1,50»). On rappellera, comme nous l'avons déjà mentionné dans le premier article, que ces réductions ou augmentations d'engrais par rapport à la fumure de référence («1,00») s'appliquent à tous les éléments : N, P, K, Ca et Mg.

La bananeraie est irriguée par aspersion ; les apports d'eau par irrigation sont assimilés à des pluies pour le calcul du SCP dans la première expérimentation mais pas dans la seconde.

Les conditions de l'étude concernant les prélèvements de terre et les parcelles expérimentales sont identiques à celles décrites dans la première partie (janvier 1988).

Le premier essai porte sur le cultivar «Poyo», planté à une densité de 2 060 pieds/ha, le second sur la «Grande Naine» à 2 315 pieds/ha. Les bananiers sont disposés en lignes jumelées (2,00 x 3,40 x 1,80 mètres ou 1,80 x 3,60 x 1,60 m) ; les engrais et les amendements sont épandus sur les petits interlignes de 1,80 ou 2 mètres.

Les caractéristiques physico-chimiques du sol à la plantation de la bananeraie sont indiquées dans les tableaux annexes 1 et 2.

Sauf mention spéciale, les fumures sont indiquées en grammes par bananier.

RESULTATS ET DISCUSSION

Azote.

Les teneurs en azote organique des terres de la zone D sont faibles puisque le plus fréquemment comprises entre 1,5 et 2,0 p. 1000 (moyenne = 1,75, σ = 0,43). A ces niveaux l'azote minéral du sol provenant de la minéralisation de N organique est peu abondant et il ne participe à la nutrition azotée du bananier que faiblement (GODEFROY et DORMOY, 1983 a).

Dans la première expérimentation, le protocole de l'étude prévoyait d'effectuer un apport d'engrais azoté (12 g de N par bananier) lorsque le seuil critique de pluviosité (SCP) atteignait 150 mm en premier cycle de culture et 200 mm pour le deuxième cycle et les suivants. La courbe de l'évolution de l'azote minéral (figure 1a) montre que des épandages d'engrais effectués sur ces bases enrichissent le sol plus qu'il n'est nécessaire. L'étude des pluies et des irrigations entre deux applications d'engrais permet de donner une interprétation des «anomalies» observées (enrichissement du sol alors que le SCP est atteint ou dépassé). L'assimilation des irrigations à des pluies surestime la lixiviation de l'azote ; dans les conditions où sont réalisées les irrigations (15 à 20 mm tous les 10 à 15 jours), il semble que les pertes de N soient très faibles. D'autre part, lors des fortes pluies (séquences pluvieuses supérieures à 40-50 mm), la lixiviation n'est pas proportionnelle au total des précipitations. Dans ce sol à texture très fine (argile + limon $\geqslant$ 80 p. 100) la terre devient rapidement battante sous l'action des pluies et une partie de celles-ci ne s'infiltrent pas dans le sol. Ce ruissellement «préserve» l'azote du lessivage. Les études sur la lixiviation des éléments fertilisants faites en Côte d'Ivoire (GODEFROY et ROOSE, 1975) ont en effet montré que les eaux qui ruissellent étaient beaucoup plus pauvres en azote que les eaux de drainage. On précisera que la parcelle dans laquelle avait été réalisée l'étude «1978-1980» (GODEFROY et DORMOY, 1983 b) était quasiment plate donc beaucoup moins favorable au ruissellement.

Ces observations sur la dynamique de l'azote ainsi que l'étude complémentaire réalisée sur les résultats des années 1978 à 1980 (GUINET, 1984) nous ont conduit à modifier le calcul du SCP dans la deuxième expérimentation : 1) les irrigations ne sont pas prises en compte, 2) lorsque la pluviosité en 24 heures est supérieure à 30 mm on ne comptabilise que la moitié de l'excédent. Exemple : pour une pluie de 70 mm, la quantité «corrigée» est :

$$30 + \frac{40}{2} = 50 \text{ mm}$$

L'étude de la figure 1b montre que les variations des teneurs en azote sont similaires avec les trois niveaux de fumure azotée. Les quantités de N minéral dans le sol sont dans l'ordre logique des apports : 1,50 > 1,00 > 0,75. Avec la fumure maximale (1,50), N est supérieur ou égal, à un cas près, à la teneur minimale critique (N mini) estimée à 25 ppm. Cette exception concerne le prélèvement du mois de mai 1987 pour lequel le SCP a été largement dépassé (Σ pluies : P = 347 mm et P «corrigé» = 300 mm). Pour les deux autres niveaux de fumure (1,00 et 0,75) les teneurs en N sont inférieures à N mini, à chaque fois que le SCP «corrigé» est dépassé. Des teneurs inférieures à 25 ppm s'observent, aussi, en période d'irrigation (février, mars et avril). Compte tenu de ces résultats, il est donc préférable de comptabiliser la totalité des pluies et des irrigations pour le calcul du SCP, comme dans l'expérimentation «1981-1984». Il vaut mieux, en effet, avoir un sol trop riche que trop pauvre, donc surestimer un peu les pertes d'azote que l'inverse. D'autre part, il faut tenir compte du fait qu'il est difficile en période très pluvieuse d'éviter un certain dépassement du seuil critique de pluviosité.

En conclusion, nous adopterons pour la zone D un SCP de 200 mm pour les divers cycles de culture. Etant donné la pluviosité des différentes régions de la zone et des variations inter-annuelles, il faut effectuer de 10 à 12 épandages d'engrais par an (cf. doses dans la conclusion).

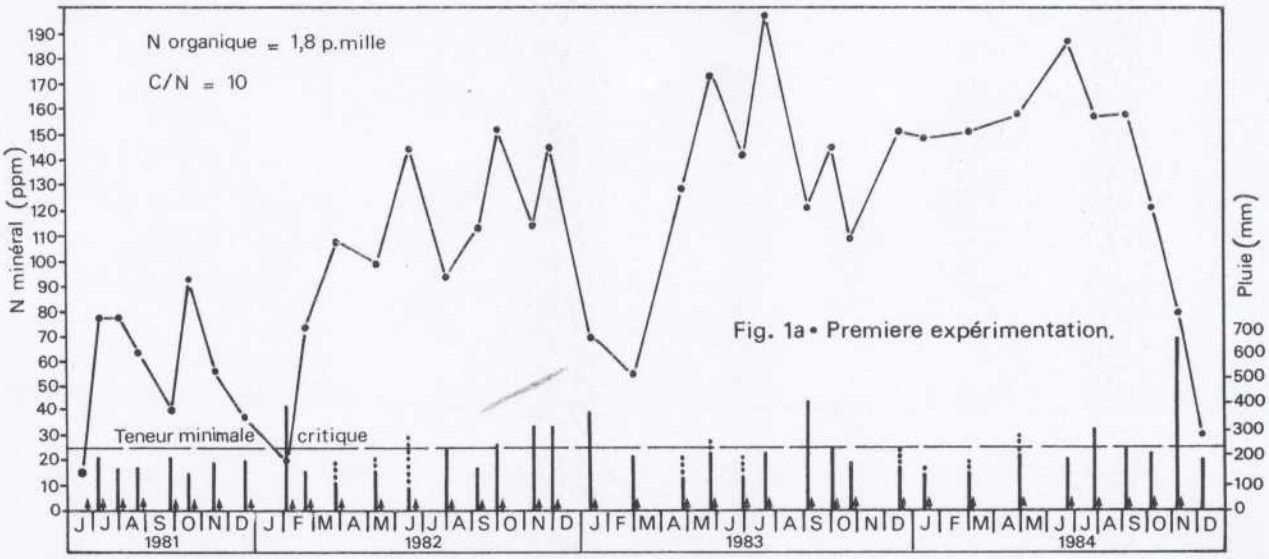
Potassium.

La fumure conseillée pour les sols à halloysite est d'apporter les mêmes quantités de K_2O et de N alors que pour les zones précédemment étudiées (sols sur ponces et andosols) nous recommandons une fertilisation deux fois plus riche en potassium qu'en azote. Cette réduction des apports potassiques peut être obtenue de deux façons :

1) utiliser un engrais de mêmes teneurs en azote et en potassium (type : 1N-1K_2O),

2) alterner un épandage d'engrais complexe du type : 1N-2K_2O (ex. 12.6.24 ou 15.8.30) avec une application d'urée seule. C'est cette dernière technique qui a été utilisée dans nos expérimentations. Pour la fumure de référence «1,00» les apports sont de 24 g de K_2O par bananier un épandage sur deux avec une moyenne de 5 applications par an.

Dans la première expérimentation, le sol riche en potassium à la mise en place (3,2 mé/100 g) s'appauvrit au cours des 20 premiers mois de culture puis se «stabilise» à une teneur voisine de 2 mé (figure 2a).



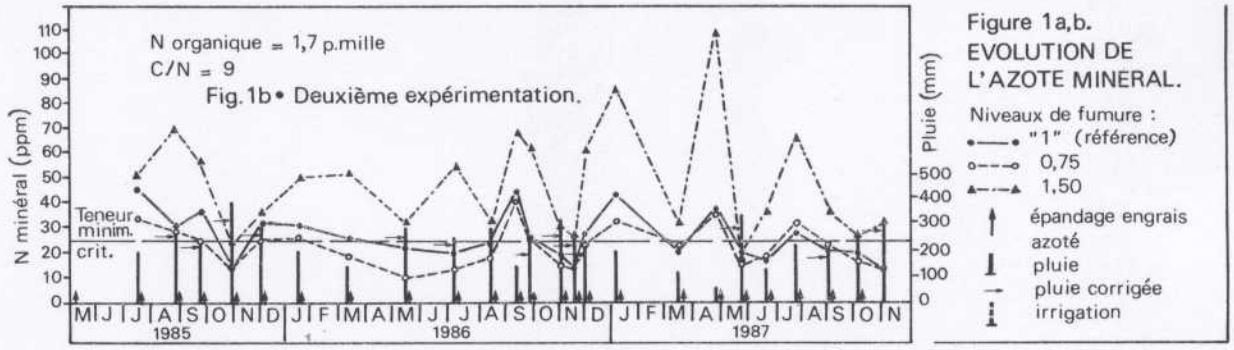
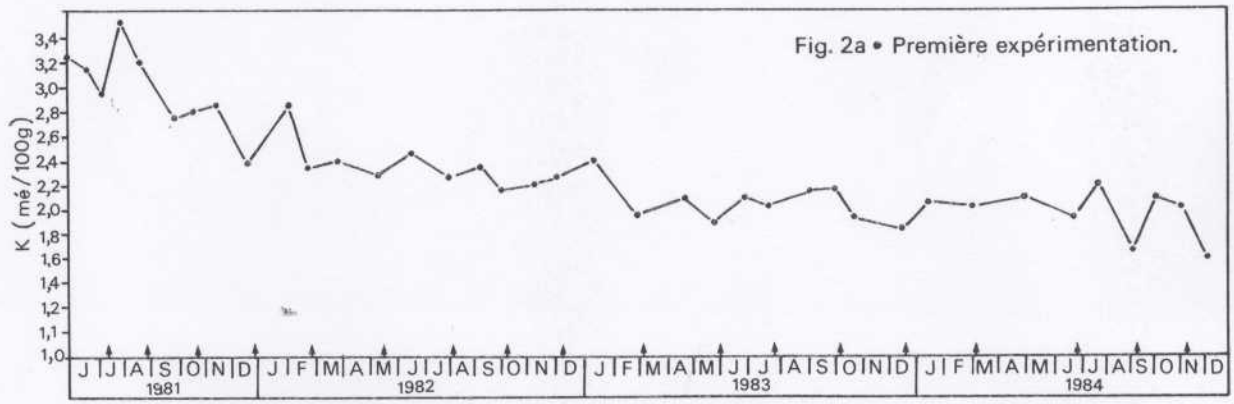


Figure 1a,b.
EVOLUTION DE L'AZOTE MINERAL.



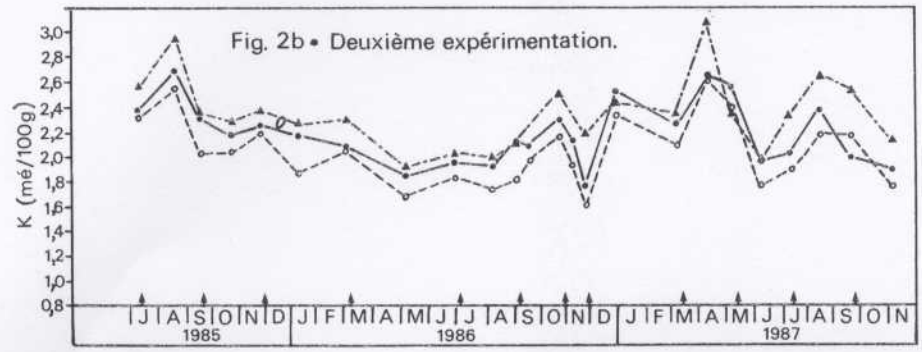
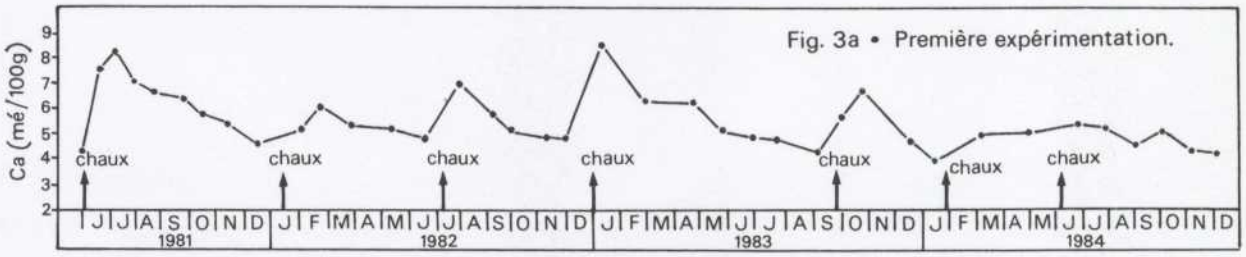


Figure 2a,b.
EVOLUTION DU POTASSIUM ECHANGEABLE.

Niveaux de fumure :
"1" (référence)
0,75
1,50
épandage engrais potassique.



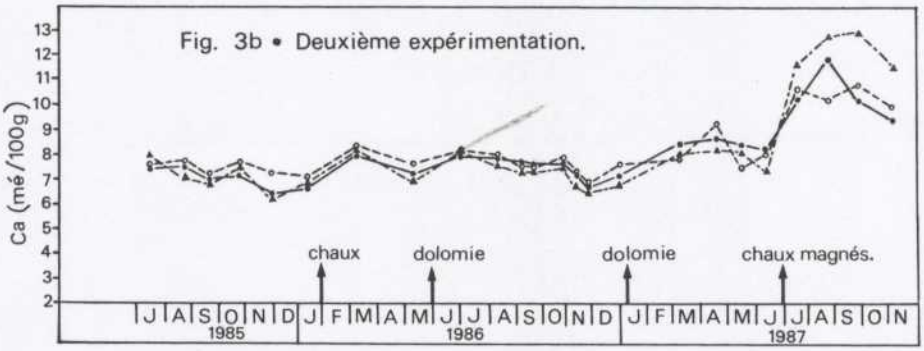
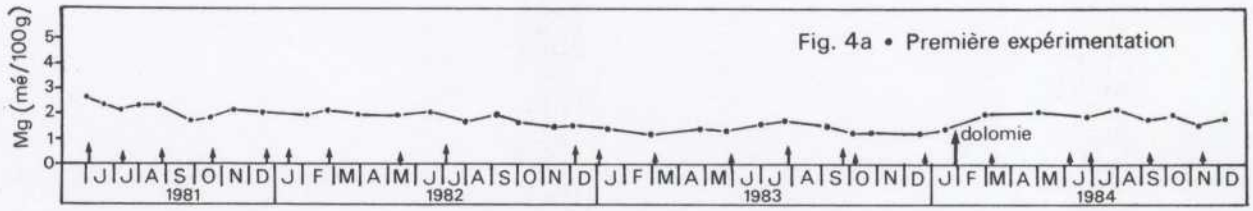


Figure 3a,b.
EVOLUTION DU CALCIUM ECHANGEABLE.

Niveaux de fumure :
•——• "1" (référence)
o- - - o 0,75
▲—·—▲ 1,50



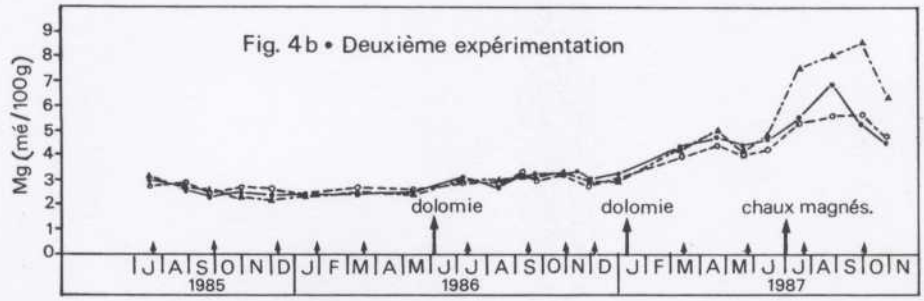


Figure 4a,b.
EVOLUTION DU MAGNESIUM ECHANGEABLE.

Niveaux de fumure :
•——• "1" (référence)
o- - - o 0,75
▲—·—▲ 1,50

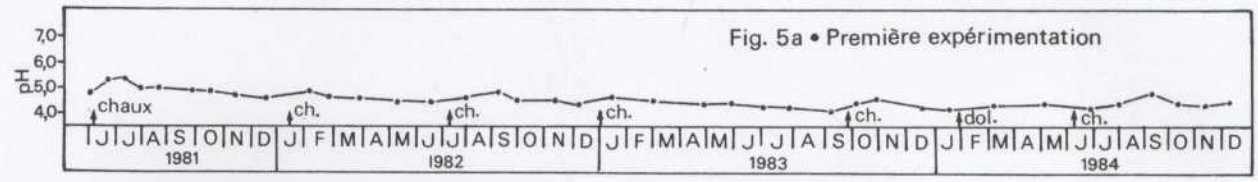


Figure 5a,b.
EVOLUTION DU pH.

Niveaux de fumure :
•——• "1" (référence)
o- - - o 0,75
▲—·—▲ 1,50

Dans le deuxième essai, les teneurs fluctuent au cours des deux années et demie observées mais elles sont toujours élevées : ⩾ 1,7 mé. avec le niveau de fumure «0,75», ⩾1,8 mé avec le niveau «1,00» et ⩾ 1,9 mé avec le niveau «1,50» (figure 2b).

Les différents résultats montrent qu'au-dessus d'un certain enrichissement du sol en potassium, la fixation de cet élément diminue. La teneur à ne pas dépasser peut être estimée à 2 mé/100 g soit à 20 p. 100 de la capacité d'échange cationique mesurée au pH du sol. Il est intéressant de comparer cette estimation à la proportion « α » de sites de sélectivité potassique du complexe absorbant du sol, calculée d'après le modèle thermodynamique de DUFEY, laquelle est de 21,5 p. 100 (FONTAINE, 1988).

Pour les sols de cette zone, nous considérons d'autre part qu'une teneur en K (extraction acétate d'ammonium à pH = 7,0) voisine de 1,5 mé/100 g est suffisante. A ce niveau, les besoins nutritifs du bananier sont satisfaits et la lixiviation de l'engrais est faible.

Calcium.

Les conseils de fertilisation pour la zone D, donnés en 1978 sur les bases de l'enquête 1976-1977, sont d'appliquer 300 g de CaO par an (1 000 g de dolomie ou 600 g de chaux caritan), fractionnés en deux épandages (juin-juillet et décembre-janvier).

Dans la première expérimentation les teneurs en Ca échangeable sont toujours supérieures à 4 mé/100 g ; les plus fréquentes sont entre 5 et 6 mé (figure 3a). Dans le deuxième essai, le sol est plus riche, Ca est le plus souvent compris entre 7 et 8 mé ; les teneurs sont voisines quels que soient les niveaux de fumure (0,75 - 1,00 ou 1,50). L'enrichissement du sol en calcium (et en magnésium) après l'épandage du mois de juin 1987 est dû au fait que l'amendement épandu était de la chaux magnésienne plus riche en CaO et MgO que la dolomie, habituellement employée. Il n'en a pas été tenu compte dans le calcul des doses d'apports, comme il eût fallu, car le changement de composition de l'amendement n'a pas été mentionné à l'expérimentateur.

Magnésium.

La recommandation pour la zone D est d'apporter 200 g de MgO par an sous forme soit d'engrais complexe, soit de dolomie ou bien les deux. Les engrais quaternaires (N, P, K, Mg), commercialisés en Martinique ont des teneurs en MgO qui varient de 4 à 12 p. 100.

L'utilisation d'un engrais de ce type dans la première expérimentation nous a conduit à remplacer la dolomie (20 p. 100 de magnésie) par de la chaux caritan extraite localement (1,5 p. 100 de MgO). Dans ces conditions et compte tenu de l'alternance des épandages d'engrais N, P, K, Mg et d'urée, on observe un appauvrissement en magnésium de 2,5 à 1,7 mé/100 g (-30 p. 100) au cours des 30 premiers mois (figure 4a). En effet, pendant cette période les 17 épandages d'engrais complexes ont apporté seulement 120 g de MgO. Pour pallier la baisse en Mg, de la dolomie (500 g) a été appliquée en janvier 1984. Cet amendement permet d'élever le niveau en magnésium à 2 mé mais dès le mois de juin une décroissance s'amorce malgré l'apport d'un engrais quaternaire à 4 p. 100 de MgO.

Dans la deuxième expérimentation on observe, également, une diminution des teneurs au cours de la première année (3,0 à 2,5 mé/100 g) pendant laquelle la fumure magnésienne est apportée avec l'engrais complexe à 4 p. 100 de MgO. En revanche, les épandages complémentaires de dolomie (500 g) des mois de juin 1986 et janvier 1987 et de chaux magnésienne de juin 1987 enrichissent le sol (moyenne = 5,2 mé en novembre 1989) plus qu'il est nécessaire (figure 4b).

Ces deux études montrent qu'il n'est pas possible de maintenir un niveau «équilibré» en magnésium avec des apports d'engrais N, P, K, Mg à teneur en magnésium variable, alternant avec des applications d'urée. D'autre part, les changements quasi-permanents de la composition en MgO des engrais commercialisés en Martinique rendent impossible toute programmation rationnelle de la fumure. Il semble donc préférable en l'état actuel du marché des engrais d'utiliser la dolomie (carbonate de calcium et de magnésium) comme amendement même dans le cas d'emploi d'un engrais complexe contenant un peu de magnésie.

pH.

Dans l'expérimentation «1981-1984», bien que les apports de chaux aient été supérieurs de 25 p. 100 aux quantités recommandées pour la zone, les pH sont fortement acides : entre 4,0 et 5,0 (figure 5a). Ces faibles valeurs des pH s'expliquent en partie par les teneurs élevées en azote minéral (figure 1a). On observe, en effet, une relation entre N et pH : coefficient de corrélation «r» = - 0,68 («r» entre pH et Ca = 0,64 et «r» de la corrélation multiple : pH x N, Ca = 0,80).

Dans l'expérimentation «1985-1987» (figure 5b), les pH sont compris entre 5,0 et 6,0 quels que soient les niveaux de fumure (0,75 - 1,00 - 1,50). Comparativement au premier essai, le sol est plus riche en cations basiques et plus pauvre en azote minéral. D'autre part, l'amendement a été apporté sous forme de dolomie et non de chaux. Pour ces sols argileux à halloysite, le premier semble préférable.

Phosphore.

La fertilisation phosphatée est apportée avec les engrais complexes. La teneur en P_2O_5 de ceux utilisés dans les essais est de 4 p. 100.

Dans les deux cas, le sol est relativement pauvre en phosphore à la mise en place des expérimentations (33 et 21 ppm de P «Truog»). Avec les fumures pratiquées (un épandage d'engrais complexe alternant avec un apport d'urée), les niveaux en début et en fin d'essais sont du même ordre de grandeur même si les différences sont statistiquement significatives (tableaux 1 et 2). Il en est de même des teneurs entre les trois niveaux de fumure. Le nombre d'épandages d'engrais complexe étant en moyenne de 5 par an, la fumure phosphatée est de 20 g de P_2O_5 par bananier seulement (45 kg/ha/an), ce qui est insuffisant dans ces sols argileux. Il y aurait intérêt à utiliser un engrais

TABLEAU 1 - Teneurs en phosphore assimilable «Truog». (ppm de P ; horizon : 0-25 cm). Première expérimentation.

Juin 1981	décembre 1981	février 1982	décembre 1984	F calculé	F 5 p. 100	F 1 p. 100
33 (b)	38 (a)	29 (c)	27 (c)	18,19**	3,39	5,95

TABLEAU 2 - Teneurs en phosphore assimilable «Truog» (ppm de P ; horizon : 0-25 cm)

Deuxième expérimentation.

Niveaux de fumure	mai 1985	mai 1986	mai 1987	septembre 1987	F calculé	F 5 p. 100	F 1 p. 100
0,75	20 (b)	21 (b)	32 (a)	21 (b)	10,08**	3,49	5,95
1,00	20 (b)	25 (b)	31 (a)	24 (b)	8,98**	"	"
1,50	23 (b)	26 (ab)	34 (a)	26 (ab)	4,21*	"	"
F calculé	1,88 (NS)	7,39	0,29	1,78			
F 5 p. 100 = 4,46	NS	*	NS	NS			

Remarque : analyses entre dates par le test de NEWMAN-KEULS ; les traitements réunis par une même lettre ne diffèrent pas significativement.

TABLEAU 3 - Résultats agronomiques.

Traitement	1		2		3		Interprétation statistique	
Niveau de fumure	1,00		0,75		1,50		F calculé (1)	Signification
Circonférence des stipes à la floraison mesurée à 30 cm du sol (en cm)								
premier cycle (planté)	69,1	100	68,6	99	67,9	98	1,32	N.S.
deuxième cycle	65,3	100	65,7	101	64,9	99	<1	N.S.
troisième cycle	66,5	100	68,6	103	68,6	103	<1	N.S.
Poids moyen des régimes (kg)								
premier cycle	24,5	100	24,9	102	24,2	99	<1	N.S.
deuxième cycle	23,7	100	22,4	95	23,5	99	3,08	N.S.
troisième cycle	23,3 (b)	100	25,9 (a)	111	24,0 (ab)	103	4,47	*
premier + deuxième + troisième cycles	23,8	100	24,4	102	23,9	100	<1	N.S.
Nombre moyen de régimes récoltés par bananier planté.								
premier cycle	0,97		0,95		0,93		<1	N.S.
deuxième cycle	0,86		0,92		0,90		2,02	N.S.
troisième cycle	0,89		0,92		0,91		<1	N.S.
premier + deuxième + troisième cycles	2,72		2,79		2,74		1,10	N.S.
Rendement régimes (t/ha)								
premier cycle	54,9	100	54,7	100	52,2	95	1,09	N.S.
deuxième cycle	47,1	100	47,6	101	49,0	104	<1	N.S.
troisième cycle	47,6	100	54,8	115	50,6	106	3,90	N.S.
premier + deuxième + troisième cycles	149,6	100	157,2	105	151,8	101	2,55	N.S.

(1) Test F de Fischer ; F 5 p. 100 = 4,46 ; N.S. : non significatif au seuil de probabilité 5 p. 100

plus riche en phosphore ou bien un engrais de mêmes teneurs en N et K_2O de façon à effectuer toutes les fumures avec de l'engrais N-P-K ou N-P-K-Mg (10 à 12 épandages par an).

Observations sur les bananiers.

Ces essais étant conduits sur une Station IRFA et non chez des planteurs comme pour les trois autres zones étudiées, la totalité des récoltes a été pesée.

Dans la première expérimentation les poids moyens des régimes sont respectivement de : 22,3, 27,0, 28,2 et 27,8 kg en premier, second, troisième et quatrième cycles. Compte tenu des pourcentages de bananiers plantés qui ne produisent pas de régimes pour diverses raisons mais surtout les chutes (6, 28, 23 et 45 p. 100 en quatrième cycle), les rendements régimes sont de : 43,2, 40,0, 44,7 et 31,5 t/ha soit 159,4 t/ha en trois ans et demi dont 128 tonnes pour les trois premiers cycles.

Dans le deuxième essai les poids des régimes sont inférieurs en second et troisième cycles à ceux récoltés dans la première expérimentation mais les pourcentages de bananiers improductifs sont plus faibles (5, 11 et 9 p. 100) aussi le rendement cumulé des trois cycles est supérieur de 17 p. 100.

La croissance des bananiers et leur production sont identiques avec les trois niveaux de fumure (tableau 3). Les rendements cumulés des trois cycles sont de 150 t/ha avec la fumure de référence (1,00), 157 t avec la fumure réduite de 25 p. 100 (0,75) et 152 t avec la fertilisation «de luxe» (1,50). Ces écarts entre traitements ne sont pas significatifs au seuil de probabilité 5 p. 100. Compte tenu de la puissance de l'essai, avec un risque de première espèce de 5 p. 100 et de deuxième espèce de 20 p. 100, il aurait fallu des écarts de 14 tonnes pour que les rendements soient significativement différents.

On peut conclure de ces résultats que le niveau de fumure «0,75» est suffisant pour les bananeraies de la zone D et qu'augmenter la fumure de référence est absolument inutile.

CARACTERISTIQUES DES SOLS DES BANANERAIES

Les histogrammes des classes de fertilité (figure 6) sont établis d'après les résultats des analyses de 41 parcelles échantillonnées sur six plantations des Communes de St Joseph (4), du Lorrain (1) et de Ste Marie (1), en 1986 (B. DELVAUX) et en 1987 (Micheline DORMOY). Précisons que les limites des classes de fertilité ne sont pas les mêmes que celles des zones A, B_1 et B_2 (tableau annexe 3).

Pour l'ensemble des caractéristiques chimiques étudiées on observe une très forte hétérogénéité des teneurs entre les plantations (tableau 4). Dans ces conditions, il est difficile de caractériser les sols de bananeraies de cette zone dont la fertilité chimique varie en fonction de la fertilisation qui est pratiquée par le planteur.

Les teneurs en calcium et les pH sont satisfaisants dans trois plantations mais faibles dans les trois autres. Les niveaux en magnésium sont bons dans deux cas, mais limites dans les autres.

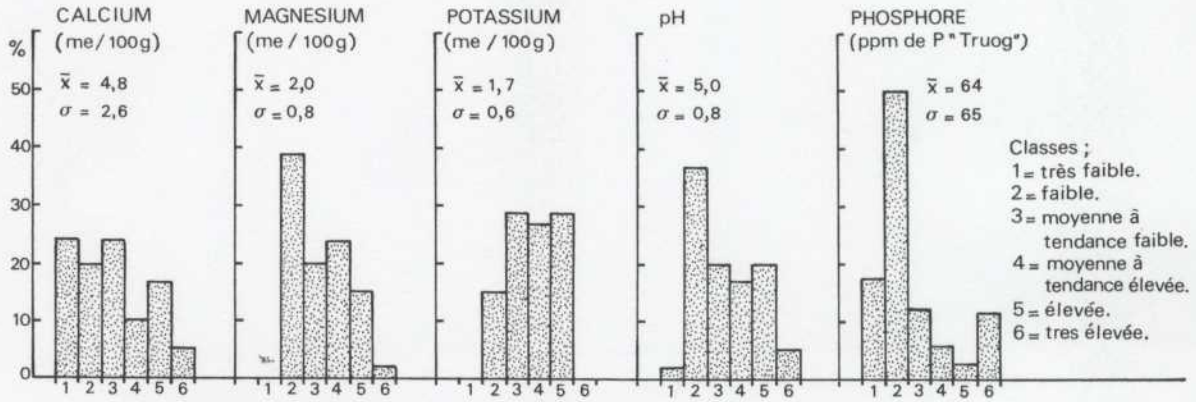


Figure 6 • HISTOGRAMMES DES CLASSES DE FERTILITE (n = 41).

TABLEAU 4 - Caractéristiques chimiques des sols par plantation (horizon : 0-25 cm)

Plantation Nombre de parcelles	Rivière Lézarde 7	Choisy 7	Désirade 9	Jonction 6	Concorde 4	Assier 8
Ca mé/100 g	6,1	3,2	3,5	3,2	5,5	5,3
Mg mé/100 g	2,2	1,6	1,6	1,5	1,4	2,5
K mé/100 g	1,4	1,1	1,5	2,2	2,6	2,1
pH	5,3	4,5	4,4	4,2	5,1	6,3
P ppm	32	-	42	49	28	118

En ce qui concerne le potassium les teneurs sont suffisantes ou même élevées dans toutes les plantations et dans 85 p. 100 des parcelles analysées. Ces bons niveaux de fertilité potassique caractérisent les sols des bananeraies de la zone D, ils s'expliquent pour la bonne rétention de K dans ces sols où la fraction argileuse est du type halloysite.

A l'exception de la plantation ASSIER, les terres sont pauvres en phosphore assimilable. Les fumures minérales étant comparables à celles pratiquées dans les autres zones où les teneurs sont élevées, il est vraisemblable qu'une fraction importante du phosphore apporté par les engrais soit rétrogradée. Ainsi dans les deux parcelles expérimentales de Rivière Lézarde les teneurs en P «Truog» sont de 33 ppm alors que le phosphore total est de 1 238 et 1 270 ppm soit des fractions assimilables de moins de 3 p. 100.

CONCLUSION

Les différentes observations effectuées dans les deux essais de 1981 à 1987 et lors des enquêtes dans les bananeraies de la zone D montrent que les conseils de fumure donnés en 1978 restent globalement valables. Des réductions de 20 à 25 p. 100 des engrais azotés et potassiques sont, toutefois, possibles.

Dans les sols bruns à halloysite, le potassium apporté par les engrais est relativement bien fixé sur le complexe absorbant jusqu'à un taux de saturation de l'ordre de 20 p. 100 de la capacité d'échange cationique. Dans ces conditions, il est possible de réduire la fumure potassique de moitié par rapport à celle conseillée pour les sols sur ponces ou les andosols. Il y a deux possibilités, soit utiliser un engrais de même teneur en N et K_2O, soit alterner un épandage d'engrais complexe de type : 1N-2K_2O avec une application d'urée seule. Dans le second cas, compte tenu du pouvoir fixateur élevé du phosphore par le sol, il faut choisir un engrais plus riche en P_2O_5.

A titre indicatif, avec la première option on choisira un engrais du type : 1-1/3-1, exemple : 12-4-12 ou 15-5-15; avec la seconde du type : 1-2/3-2, exemple : 12-8-24 ou 15-10-30 (composition exprimée en pourcentage de : N - P_2O_5 - K_2O).

Comme pour les autres zones la fréquence des applications d'engrais doit être programmée en fonction du seuil critique de pluviosité (SCP) de l'azote, estimé à 200 mm pour tous les cycles de culture. La quantité d'engrais doit être calculée de façon à apporter par épandage 10 g de N par bananier. Etant donné la pluviosité de la zone (2 000 à 2 500 mm), il faut compter de 10 à 12 applications par an soit 100 à 120 g d'azote et autant de potassium (220 à 270 kg/ha de N et K_2O).

Concernant la fertilisation calco-magnésienne nous conseillons deux épandages par an de dolomie calculés pour apporter chacun 150 g de CaO et 100 g de MgO (500 g de dolomie).

Dans les bananeraies où les sols sont riches en calcium (> 6,0 mé) et en magnésium (> 2,5 mé) et moyennement acides (pH > 5,5), il est possible de se limiter à un épandage annuel d'amendement. Dans ce cas, il est indispensable d'effectuer régulièrement des analyses de terre pour contrôler les niveaux (au minimum à chaque replantation).

BIBLIOGRAPHIE

FONTAINE (S.). 1988.
Propriétés de surface et constituants des sols volcaniques de la Martinique.
Relation avec la dynamique du potassium en culture bananière.
Mémoire de fin d'études, Université de Louvain, Faculté des Sciences agronomiques, 64 p.

GODEFROY (J.) et ROOSE (E.). 1975.
Estimation des pertes par les eaux de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie du Sud de la Côte d'Ivoire.
Fruits, 30 (4), 223-235.

GODEFROY (J.) et DORMOY (Micheline). 1983.
Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans les sols des bananeraies martiniquaises.
Fruits, 38 (5), 373-387 (a) et (6), 451-459 (b).

GUINET (I.). 1984.
Le lessivage de l'azote en bananeraie martiniquaise.
Une approche statistique multidimensionnelle en agrométéorologie.
DEA - U.S.T.L. Montpellier, 63 p.

LACHENAUD (J.L.) et GODEFROY (J.). 1978.
Etat de la fertilité des bananeraies martiniquaises.
Doc. IRFA : R.A. 78, n° 84, 8 p.

ANNEXE 1 - Caractéristiques physiques (1) du sol des parcelles expérimentales (horizon : 0-25 cm).

Plantation	Rivière Lézarde			
Parcelle	Petit Bassin Nord		Petit Bassin Sud	
Pente	Hétérogène : 1 à 8 p. 100			
Référence essai	PED.12/81		PED. 12/85	
Date	juin 1981		janvier 1985	
	(2)		(3)	
	moyenne	σ	moyenne	σ
Graviers (en p. 100 de la terre fine + graviers)	5,4	0,8	6,9	1,3
Granulométrie (en p. 100 de la terre fine)				
- argile	62,0	1,5	69,1	0,6
- limon fin	12,5	0,9	8,9	0,4
- limon grossier	7,2	0,4	5,7	0,2
- sable fin	11,4	0,8	10,4	0,3
- sable grossier	7,0	1,1	5,9	0,3
Humidité massique (4) à différents pF (en p. 100 de la terre fine)				
- 4,2	27,5	0,9	29,9	0,3
- 3,5	30,1	0,3	32,7	0,7
- 3,0	32,1	0,5	34,2	0,3
- 2,5	32,3	0,6	37,2	0,3
- 2,0	33,6	0,7	43,4	0,4
Humidité à la capacité au champ (en p. 100 du poids de terre fine + graviers) d'après les mesures *«in situ»*	40 à 45		45 à 50	

(1) analyses : laboratoire des sols CIRAD/Montpellier
(2) moyenne des 5 parcelles élémentaires
(3) moyenne des 15 parcelles élémentaires
(4) mesures sur la terre ayant été séchée à l'air.

ANNEXE 2 - Caractéristiques chimiques (1) des sols des parcelles expérimentales (horizon : 0-25 cm).

Plantation	Rivière Lézarde			
Parcelle	Petit Bassin Nord		Petit Bassin Sud	
Date	juin 1981		janvier 1985	
	(2) moyenne	σ	(3) moyenne	σ
Matière organique (p. 1000)				
- C. organique	17,3	0,8	14,5	0,3
- M.O.	30,0	1,4	25,0	0,5
- N total	1,8	0,07	1,7	0,02
- C/N	9,6	0,3	8,7	-
Cations échangeables (mé/100 g)				
a) extraction acétate d'ammonium N				
- Ca	4,3	0,2	7,4	0,4
- Mg	2,7	0,1	2,4	0,1
- K	3,2	0,3	2,2	0,1
- CEC	14,8	4,1	17,7	0,7
b) extraction chlorure de cobalti-hexamine				
- Ca	4,1	0,2	7,2	0,3
- Mg	2,7	0,1	2,3	0,1
- K	1,2	0,05	0,6	0,02
- Na	0,15	0,01	0,14	0,01
- CEC	8,3	0,2	10,7	0,3
- Al	0,3	0,06	0,08	0,04
- H^+	-	-	0,02	0,004
Réaction du sol				
- pH sur pâte saturée d'eau	4,8	0,05	5,1	0,08
- pH solution de $CO(NH_3)_6Cl_3$	-	-	5,2	0,1
Phosphore (P ppm)				
- Total	1238	60	1270	22
- TRUOG	33	3	33	2
Cations totaux (mé/100 g)				
- Ca	-	-	21,4	1,3
- Mg	45,4	4,6	49,8	1,3
- K	5,3	0,5	4,3	0,07

(1) analyses laboratoire des sols CIRAD/Montpellier
(2) moyenne de 5 parcelles élémentaires
(3) moyenne des 15 parcelles élémentaires

ANNEXE 3 - Classes de fertilité pour les bananeraies de la zone D.

Classes	très faible 1		faible 2		moyenne (-) 3		moyenne (+) 4		élevée 5		très élevée 6
Ca * mé/100 g	< 3,0	3,0		4,0		5,0		6,0		10,0	> 10,0
Mg * mé/100 g	< 1,0	1,0		1,5		2,0		2,5		5,0	> 5,0
K * mé/100 g	< 0,5	0,5		1,0		1,5		2,0		3,0	> 3,0
pH (pâte saturée d'eau)	< 4,0	4,0		4,5		5,0		5,5		6,5	> 6,5
p TRUOG ppm	< 25	25		50		75		100		125	> 125

* extraction à l'acétate d'ammonium N à pH = 7,0.