

# Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans le complexe «sol-bananeraie-climat».

## Application à la programmation de la fumure.

### III-Cas des andosols.

J. GODEFROY et Micheline DORMOY

Les objectifs de cette étude et ses différentes étapes ont été décrits dans la première partie (FRUITS, janvier 1988). Cet article concerne les bananeraies de la zone B<sub>1</sub> établies sur des andosols à des altitudes supérieures à 250 mètres.

#### CONDITIONS DE L'ETUDE

##### Situation et caractéristiques écologiques.

Cette zone correspond aux bananeraies d'altitude (250 à 400 mètres), situées sur les communes de Morne-Rouge et d'Adjoupa-Bouillon (latitude : 14° 47' à 50' N). La parcelle expérimentale (PCR) est sur la plantation Longchamp, près de Morne-Rouge, à 320 mètres d'altitude.

Le climat, comme celui des zones A et B<sub>2</sub>, est de type tropical humide. La pluviosité annuelle moyenne est de l'ordre de 4 000 à 4 500 mm suivant l'altitude. Sur le site expérimental, on a enregistré pendant la période de l'étude les hauteurs de pluies suivantes : 4 710 mm en 1982, 4 070 mm en 1983, 4 190 mm en 1984, 2 355 mm de janvier à septembre 1985. Les pluies sont abondantes toute l'année ; il est rare qu'il tombe moins de 200 mm dans un mois. Dans ces conditions climatiques, le sol est constamment humide ; au cours des trois années et demie de mesures, l'humidité massique de la terre a varié entre 60 et 70 p. 100, ce qui correspond à une humidité voisine de la capacité au champ. Compte tenu du pédoclimat, les sols formés à partir d'un matériau volcanique de cendres et de ponces sont des andosols riches en substances amorphes dont les allophanes. Ces sols sont assez bien pourvus en matière organique (5 à 8 p. 100) mais leur capacité d'échange cationique est faible (5 à 10 mé/100 g) d'où une lixiviation élevée des cations, en particulier du potassium. En 1976-1977, les bananeraies de cette zone B<sub>1</sub> se caractérisaient par des sols pauvres en calcium, en magnésium et en potassium mais assez riches en phosphore. D'après l'enquête 1986 de B. DELVAUX, les niveaux en calcium et en magnésium se sont améliorés au cours de la décennie écoulée mais les teneurs en potassium restent faibles malgré les fortes fumures potassiques prati-

quées. Les terres sont toujours riches en phosphore (cf. dernier paragraphe).

##### Conduite de l'expérimentation.

Une seule expérimentation a été réalisée. Elle a consisté à suivre l'évolution des éléments fertilisants du sol et la croissance des bananiers quand on appliquait le programme de fertilisation recommandé pour la zone B<sub>1</sub> (fumure de référence «1»). Il n'a pas été comparé, comme dans les 2 zones précédemment étudiées, plusieurs niveaux de fumure. Les engrais azotés et potassiques sont appliqués quand le Seuil Critique de Pluviosité (SCP) atteint 250 mm en premier cycle et 300 mm en second cycle et suivants. Comme dans les expérimentations précédentes (zones A et B<sub>2</sub>), ces seuils ont été dépassés en période de fortes perturbations atmosphériques car il est nécessaire, dans ce cas, d'attendre une amélioration du temps pour pouvoir épandre de l'engrais. L'amendement calcique ou calco-magnésien est appliqué deux fois par an.

Les conditions expérimentales sont similaires à celles décrites dans la première partie, à la différence près que la superficie des 5 parcelles élémentaires et le nombre de bananiers observés sont doublés (270 m<sup>2</sup> ; 60 bananiers). Les caractéristiques physico-chimiques du sol à la mise en place de l'expérimentation sont indiquées dans les tableaux annexes 1 et 2.

L'expérimentation porte sur le cultivar Grande Naine planté en lignes «simples» à 2,0 x 2,25 m, soit une densité de 2 200 plants/ha. Les engrais sont épandus sur toute la superficie et non sur le tiers comme dans les essais des zones A et B<sub>2</sub> où les bananiers sont plantés en lignes jumelées. Ces conditions expérimentales différentes sont liées au fait que ces essais sont réalisés dans des plantations, ce qui impose quelques contraintes.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Azote

Les teneurs moyennes en azote organique des terres des bananeraies de cette zone B<sub>1</sub> sont de 4,6 p. 1000 avec un écart-type de 0,6. A ce niveau, il y a une production, non négligeable, d'azote minéral due à la minéralisation d'azote organique (GODEFROY, DORMOY, «b», 1983). Dans cette expérimentation, il n'est pas possible d'estimer la part respective de N minéral provenant de la matière organique de celle des engrais. Une telle distinction nécessiterait d'utiliser de l'engrais marqué avec de l'azote 15, mais ce type d'étude est difficile à réaliser sur bananier car, en raison de la masse de la plante, le coût serait très élevé.

L'essai ayant débuté à la floraison d'un premier cycle de culture, les épandages d'engrais ont été programmés en fonction du SCP du second cycle et suivants, estimé à 300 mm. Il a été nécessaire d'effectuer en moyenne 12 applications par an de chacune 12 g de N par bananier, soit 100 g d'un engrais complexe à 12 p. 100 d'azote.

L'amplitude des variations de N minéral est beaucoup plus faible que dans les sols des autres zones ; pour toute la durée de l'étude (44 mois), les teneurs varient entre 16 et 35 ppm, à une exception près (57 ppm en novembre 1984 ; figure 1). Compte tenu de la bonne croissance végétative des bananiers et de leur production (cf. ci-dessous), on peut considérer que la nutrition azotée des plantes a été satisfaisante et estimer le seuil minimum critique en azote à 15 ppm. On rappellera que dans cette expérimentation, l'engrais est épandu sur toute la superficie du sol. La teneur de 25 ppm considérée comme critique dans les zones A et B<sub>2</sub>, concerne des bananeraies où l'épandage de l'engrais est localisé sur le petit interligne où sont effectués les prélèvements de terre.

### Potassium.

La parcelle expérimentale a une terre beaucoup plus riche en potassium (1,5 mé/100 g au début de l'étude) que celle des bananeraies de cette zone. En effet, d'après l'enquête de 1986, la moyenne des teneurs en K échangeable est de 0,5 mé/100 g avec un écart-type de 0,16.

Le programme de fumure potassique de cette zone prévoit un apport de 24 g de K<sub>2</sub>O par épandage avec un complément de 30 g à la jetée des premières fleurs. Compte tenu de la richesse du sol en potassium, cet apport complémentaire n'a pas été fait dans la parcelle expérimentale ; le nombre d'applications d'engrais potassique est donc le même que pour l'azote.

Les teneurs sont toujours élevées puisque comprises entre 1,0 et 1,6 mé/100 g (figure 2) ; l'évolution générale entre 1982 et 1985 est dans le sens d'une légère diminution.

### Calcium.

Le programme de fertilisation de la zone prévoit 2 apports par an de 150 g de CaO chacun par bananier sous forme de dolomie (500 g) ou de chaux (300 g), mais compte

tenu de la richesse du sol de la parcelle expérimentale en 1983 (Ca > 6,0 mé/100 g), le chaulage a été supprimé pendant un an.

Les teneurs déjà élevées à la mise en place de l'expérimentation (4,7 mé/100 g) augmentent de 1982 à 1985 ; elles atteignent 6 à 7 mé la dernière année (figure 3). Il est vraisemblable qu'une seule fumure annuelle de chaux aurait été suffisante ou bien une quantité plus faible à chacun des deux épandages (100 g de CaO).

### Magnésium.

Cet élément est apporté avec l'engrais complexe : N - P - K - Mg qui contient 4 ou 8 p. 100 de MgO.

En 1982, le sol bien pourvu en magnésium (2,2 mé/100 g) à la mise en place de l'étude, se maintient à des teneurs voisines de 2 mé. L'engrais appliqué pendant cette période contient 8 p. 100 de MgO. On observe ensuite une diminution de l'ordre de 0,5 mé/100 g entre les mois de février 1983 et de juillet 1984, période qui correspond à l'emploi d'un engrais à 4 p. 100 de magnésie. L'apport à nouveau d'un complexe à 8 p. 100 à partir du mois d'août 1984 permet un accroissement des teneurs et une «stabilisation» de Mg à 2 mé (figure 4). Ces observations confirment celles faites dans les bananeraies de la zone B<sub>2</sub>, à savoir que le maintien d'un niveau donné de magnésium dans le sol, nécessite l'emploi d'un engrais contenant au minimum 8 p. 100 de MgO. Si l'on utilise un complexe à 4 p. 100, il est nécessaire d'apporter un complément de magnésium sous forme de dolomie.

### pH.

L'évolution du pH est extrêmement régulière autour d'une valeur moyenne égale à 5,5 unités puisque les pH minima et maxima sont de 5,2 et 5,8 (figure 5). Nous considérons ces valeurs comme optimales pour le bananier.

### Phosphore.

Les teneurs moyennes à élevées à la mise en place de l'expérimentation (50 à 75 ppm de P «Truog» suivant les blocs), tendent à diminuer entre 1982 et 1985 (non significativement différentes au seuil de probabilité 5 p. 100), mais les niveaux restent satisfaisants (40 à 55 ppm en octobre 1985 ; tableau 1). L'engrais complexe employé contenait 4 p. 100 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ce qui est suffisant.

### Observations sur les bananiers.

La croissance des bananiers et la production ont été satisfaisantes. En second, troisième et quatrième cycles, les circonférences des stipes à la floraison, mesurées à 30 cm de hauteur, sont respectivement de : 87, 90 et 85 cm. En troisième cycle, le poids moyen des régimes est de 33,5 kg. Ceux calculés pour les deuxième et quatrième cycles, d'après l'équation de la régression entre le poids du régime et la circonférence du stipe, sont de 31,9 et 30,8 kg.

( $y = 0,53 x - 14,23$  ;  $r = 0,66$  avec 247 couples).

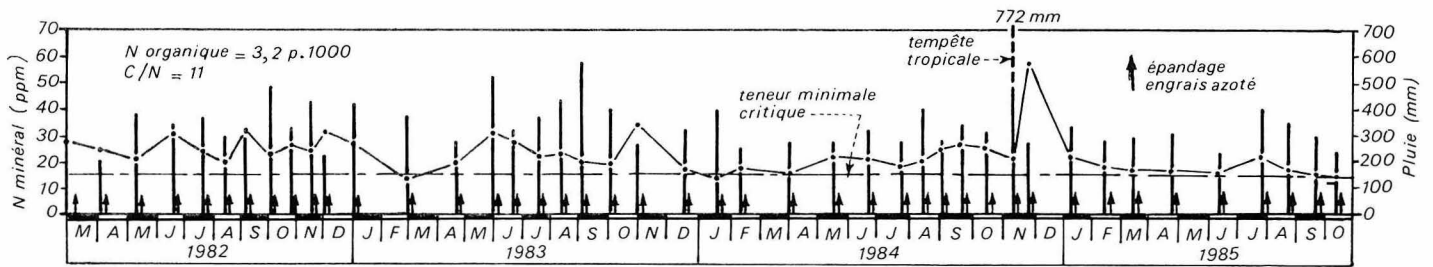


Fig. 1 \* EVOLUTION DE L'AZOTE MINERAL.

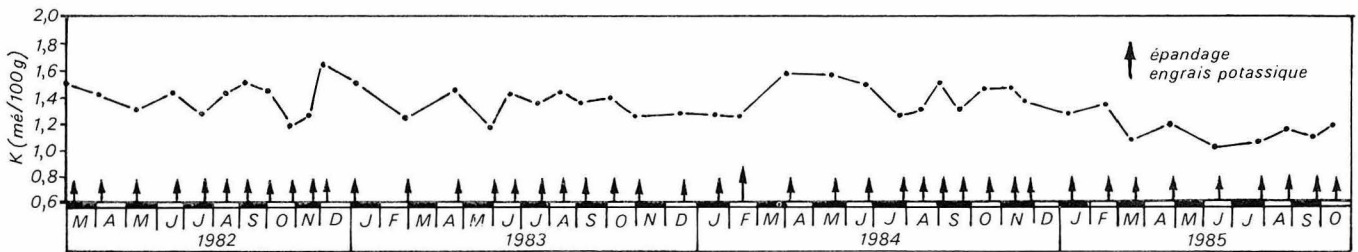


Fig. 2 \* EVOLUTION DU POTASSIUM ECHANGEABLE.

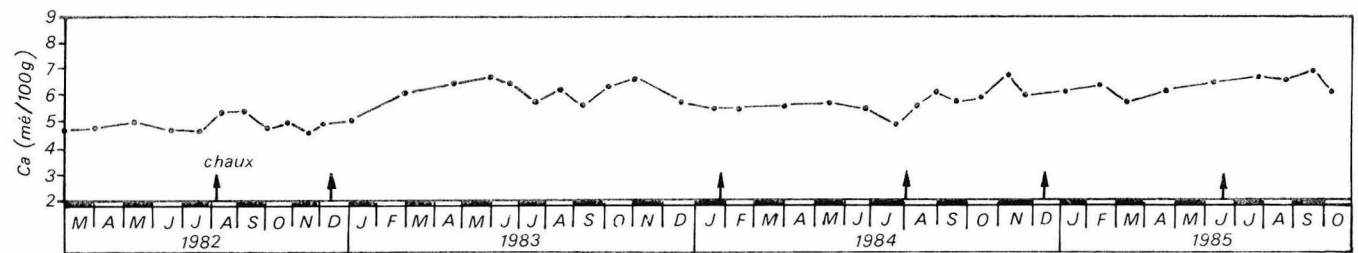


Fig. 3 \* EVOLUTION DU CALCIUM ECHANGEABLE.

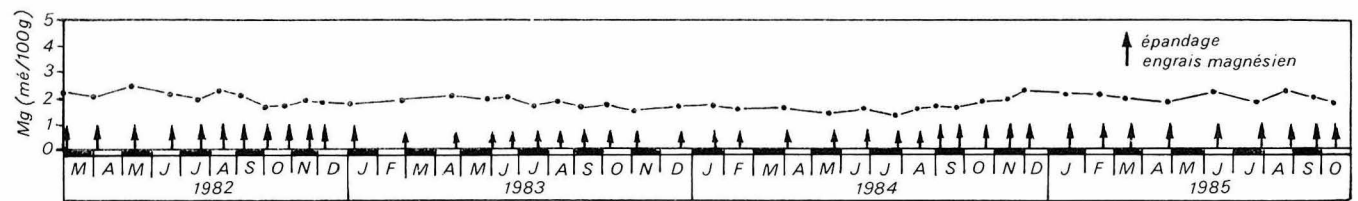


Fig. 4 \* EVOLUTION DU MAGNESIUM ECHANGEABLE.

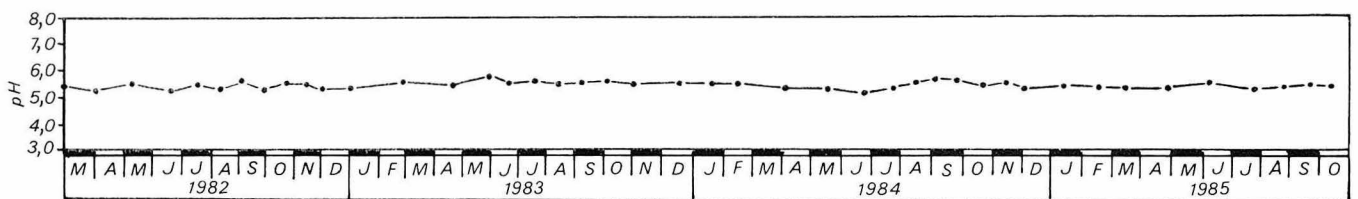


Fig. 5 \* EVOLUTION DU pH.

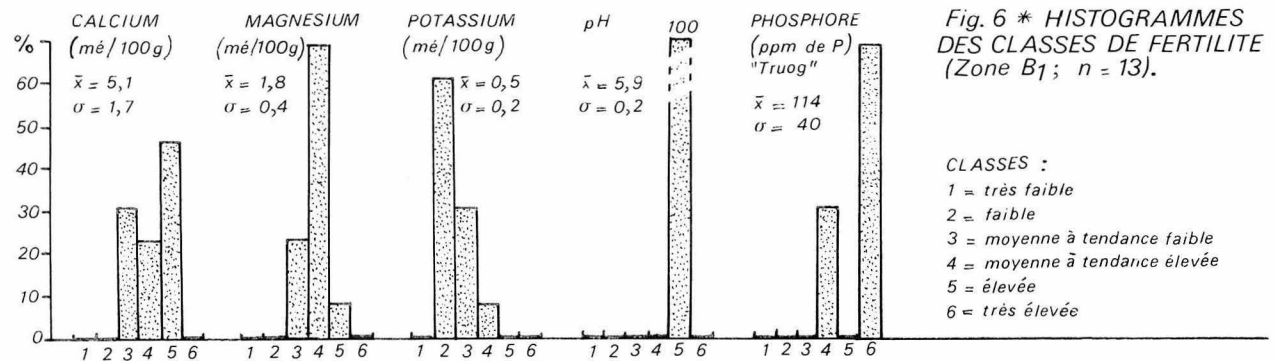


Fig. 6 \* HISTOGRAMMES DES CLASSES DE FERTILITE (Zone B1; n = 13).

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

mars 1982	février 1984	octobre 1985	interprétation statistique (*)
61	56	47	F calculé = 3,42 N.S.

(\*) test de Fisher - F 5 % : 4,46 - N.S. : non significatif au seuil de probabilité 5 %.

### CARACTERISTIQUES DES SOLS DES BANANERAIES

Dans cette zone B<sub>1</sub> moins importante en superficie cultivée en bananiers que les précédentes (A et B<sub>2</sub>), l'enquête agropédologique de 1986 ne concerne que 13 parcelles (figure 6).

Les teneurs en calcium et en magnésium sont satisfaisantes puisque pour ces 2 éléments les parcelles se répartissent dans les classes de fertilité : 3, 4 ou 5 c'est-à-dire moyennes ou élevée. Pour le calcium, la moyenne est de 5,1 mé/100 g avec des valeurs extrêmes de 3,2 à 7,9 mé. Pour le magnésium, la moyenne est de 1,8 mé et les extrêmes de 1,1 à 2,6 mé ; 69 p. 100 des parcelles sont en classe 4 : moyenne à tendance élevée

En revanche, les sols sont pauvres en potassium puisque 92 p. 100 des parcelles sont en classe 2 ou 3 : faible ou moyenne à tendance faible. Contrairement au calcium et au magnésium, les terres ne se sont pas enrichies en potassium de 1976 à 1986. Les planteurs pratiquant des fertilisations potassiques abondantes depuis plusieurs décennies, ces résultats confirment la lixiviation élevée du potassium dans ces andosols d'altitude et la nécessité de fractionner les apports d'engrais en fonction de la pluviosité.

Les pH sont très satisfaisants puisque la totalité des parcelles sont en classe 5 et que les valeurs sont comprises entre 5,6 et 6,4. L'aluminium échangeable est à l'état de traces ( $\leq 0,1$  mé/100 g).

Les sols sont toujours riches en phosphore comme il y a 10 ans ; les teneurs moyennes sont de 114 ppm de P assimilable analysé selon la méthode «Truog» et de 427 ppm selon la méthode «Dyer».

### CONCLUSION

Dans cette zone B<sub>1</sub> qui correspond aux andosols d'altitude, les besoins en eau des bananiers sont satisfaits toute l'année grâce à un régime pluviométrique abondant et régulier et à des sols ayant une capacité de rétention en eau élevée. Dans ces conditions la nutrition minérale des bananiers est correctement assurée, même si les teneurs du sol en éléments nutritifs sont seulement moyennes. L'alimentation azotée est d'autre part favorisée par la bonne teneur des terres en matière organique dont la minéralisation libère de l'azote assimilable.

Les conseils de fertilisation pour cette zone sont les suivants :

#### Azote et potassium.

- Faire un épandage d'engrais apportant 12 g de N et 24 à 30 g de K<sub>2</sub>O par bananier, lorsque le total des pluies depuis la dernière application atteint 250 (premier cycle) ou 300 mm (second cycle et suivants).

- Apporter un complément de 30 g de K<sub>2</sub>O (50 g de ClK) au stade de la différenciation florale des bananiers.

#### Calcium.

- Faire deux épandages annuels de chaux équivalant chacun à 125 ou 150 g de CaO, suivant la richesse du sol en calcium (250 ou 300 g de chaux Caritan).

#### Magnésium.

- Choisir un engrais complexe contenant au minimum 8 p. 100 de MgO. Dans le cas d'emploi d'un engrais à faible teneur en magnésie, alterner des épandages de chaux et de dolomie (400 ou 500 g).

#### Phosphore.

- Utiliser un engrais complexe pauvre en phosphore (4 à 5 p. 100 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

- Dans de nombreuses parcelles la fumure phosphatée pourrait être supprimée pendant quelques années (contrôler auparavant par des analyses de terre).

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient M. E. DESGROTTES et ses collaborateurs qui, par la mise à la disposition de l'IRFA d'une parcelle de sa plantation Longchamp et la communication des relevés pluviométriques, ont permis la réalisation de cette étude.

TABLEAU ANNEXE 1 - Caractéristiques (\*) physiques du sol de la parcelle expérimentale (horizon : 0-25 cm).

Plantation Parcelle Pente Référence essai Date	Longchamp n°6 quasi-nulle PED 14 mars 1982
Graviers, lapillis (en p. 100 de la terre fine + graviers)	4
Granulométrie (en p. 100 de la terre fine)	
. argile + limon (mauvaise dispersion)	52
. sable fin	29
. sable grossier	19
Humidité pondérale (***) à différents pF (en p. 100 de la terre fine)	
. 4,2	19
. 2,5	36
Humidité massique à la capacité au champ (d'après mesures «in situ»)	≈ 65

\* - moyenne des 5 parcelles élémentaires - Analyses laboratoire des sols du CIRAD. Montpellier.

\*\*\* - mesure sur sol séché à l'air.

TABLEAU ANNEXE 2 - Caractéristiques (\*) chimiques du sol de la parcelle expérimentale. (horizon : 0-25 cm).

Plantation Parcelle Date	Longchamp n°6 mars 1982
Matière organique (p. 1000)	
. C organique	36,6
. M.O.	63,2
. N organique	3,2
. C/N	11
Cations échangeables (mé/100 g)	
a) extraction acétate d'ammonium 1N	
. Ca	4,7
. Mg	2,2
. K	1,5
. CEC	17,3
b) extraction chlorure de cobaltihexamine	
. Ca	4,4
. Mg	2,4
. K	1,1
. Na	0,06
. CEC	5,9
c) Al échangeable (extraction KCl 1N)	0,5
Réaction du sol	
. pH sur pâte saturée d'eau	5,4
. pH solution d'extraction de Al	4,8
Phosphore (P ppm)	
. Total	1 394
. Truog	61
Cations totaux (mé/100 g)	
. Ca	35
. Mg	88
. K	13

\* - moyenne des 5 parcelles élémentaires - Analyses laboratoire des sols CIRAD - Montpellier.