

Etude de l'échantillonnage du sol en bananeraies de Martinique.

J. GODEFROY*

STUDY OF SOIL SAMPLING IN BANANA PLANTATIONS IN MARTINIQUE.

J. GODEFROY.

Fruits, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n° 1, p. 3-7.

ABSTRACT - One plot was sampled ten times in succession in four banana plantations with the «2 diagonals» method used in Martinique. Soil analysis results of the batches of ten samples collected in the same plots revealed considerable statistical variability. However, there was agreement in the agronomic interpretation of the analytical results of the various samples from the same plot, except in the case of recent application of lime-magnesium and phosphate fertilizer. The accuracy of the analyses in relation to the number of samplings was carried out in parallel and confirmed the choice of 30 replications for sampling banana plantation soil.

ETUDE DE L'ECHANTILLONNAGE DU SOL EN BANANERAIES DE MARTINIQUE.

J. GODEFROY.

Fruits, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n° 1, p.3-7.

RESUME - Dans quatre bananeraies une parcelle est échantillonnée dix fois successivement suivant la méthode «des 2 diagonales» pratiquée en Martinique. Les résultats des analyses de sol des lots de dix échantillons prélevés dans les mêmes parcelles indiquent une variabilité importante du point de vue statistique. Néanmoins, au niveau de l'interprétation agronomique, les résultats analytiques des divers échantillons provenant d'une même parcelle, donnent des informations concordantes, sauf dans le cas d'apport récent d'engrais calcaire et magnésien et phosphaté.

Parallèlement, une étude de la précision des analyses en fonction du nombre de prélèvements élémentaires est effectuée. Elle confirme le choix de 30 répétitions adopté pour l'échantillonnage du sol en bananeraie.

INTRODUCTION

Dans un précédent article (GODEFROY, 1989) nous avons exposé les résultats d'une étude d'échantillonnage réalisée dans une bananeraie de Côte d'Ivoire. Dans ce pays, la méthode d'échantillonnage pratiquée consiste à choisir une zone d'environ 300 m² (60 bananiers) homogène aussi représentative que possible de l'ensemble de la parcelle et à répartir uniformément les 30 prélèvements élémentaires (PE) ou «carottes» dont le mélange constituera l'échantillon. En Martinique, depuis plus de 30 ans que le diagnostic «sol» est pratiqué dans les bananeraies, l'échantillonnage est effectué selon la méthode des «diagonales» par les techniciens du service agro-technique des coopératives de producteurs. La méthode consiste à répartir les 30 prélèvements élémentaires sur les 2 diagonales (15 «PE» sur chaque) du quadrilatère formé par les limites des parcelles dont les superficies varient, généralement, de 1 à 3 hectares. Ces prélèvements sont effectués de 0 à 0,25 m de profondeur, horizon où la densité racinaire est maximale. Sur les diagonales, les distances entre 2 «PE» varient en fonction de la dimension de la parcelle et elles ne sont pas rigoureusement uniformes. Cette méthode est critiquable du point

de vue de la représentativité spatiale de la parcelle car elle privilégie le centre et laisse 4 secteurs non échantillonnés.

Le but de l'étude est de connaître l'ordre de grandeur de la précision des différentes caractéristiques chimiques analysées et d'apprécier la fiabilité des conseils de fumure qui peuvent être donnés d'après les résultats analytiques d'un échantillon unique, lorsque l'on effectue les prélèvements de terre selon la méthode décrite ci-dessus.

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Première étude.

Dans quatre bananeraies différentes choisies sur trois classes de sol, une parcelle est échantillonnée dix fois successivement par un technicien du service agro-technique, selon la méthode décrite ci-dessus, sans précaution ni surveillance spéciale. Sur chacun des lots de dix échantillons (4 x 10 = 40), les analyses chimiques «courantes» sont effectuées (laboratoire IRFA de Martinique).

Dans les parcelles étudiées, les bananiers sont plantés en lignes jumelées : 2/3 ; 1/3 (densité de l'ordre de 2 000 bananiers à l'hectare). Les épandages d'engrais sont localisés

* - IRFA/CIRAD - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX 01

sur les petits interlignes et c'est dans cette zone qu'est prélevée la terre.

Deuxième étude.

Une parcelle de 1 500 m² (27,5 x 54,5 m) implantée sur un andosol (plantation Longchamp à Morne Rouge) est échantillonnée selon la méthode des deux diagonales. Chacun des 30 prélèvements (carotte de 2 dm³) est effectué de 0 à 0,25 m de profondeur avec une tarière de 100 mm de diamètre et analysé séparément. La terre est prélevée dans les petits interlignes où sont localisés les épandages d'engrais.

La parcelle de 1 500 m² est, ensuite, subdivisée en 5 sous-parcelles de 300 m² et dans chacune d'elles on prélève un échantillon de terre constitué du mélange de 30 prélèvements élémentaires dans les mêmes conditions que précédemment (petit interligne ; horizon : 0 à 0,25 m). Ces 30 PE sont répartis systématiquement sur toute la superficie des sous-parcelles (1 PE pour 10 m²). Les moyennes calculées sur ces 5 échantillons correspondent à 5 x 30 = 150 prélèvements élémentaires.

RESULTATS ET DISCUSSION

Première étude.

Les résultats consignés dans le tableau 1 (moyens « \bar{x} », écarts-type « σ », intervalle de confiance « Δ ») montrent que « Δ %» varie suivant le caractère étudié et pour un même caractère suivant la parcelle. L'intervalle de confiance le plus petit est obtenu sur la mesure du pH : \mp 5 à 10 p. 100 et le plus grand sur le phosphore assimilable : \mp 60 à 80

p. 100 avec la méthode «Truog» ; 40 à 60 p. 100 avec la méthode «Dyer». Pour les cations échangeables, « Δ » est du même ordre de grandeur pour Ca et Mg : \mp 25 à 30 p. 100 et plus élevé pour K : \mp 40 à 50 p. 100. On notera la très forte variabilité des teneurs en Ca, Mg et P de la parcelle «Hangar», avec des « Δ » de \mp 180 à 200 p. 100 et un « Δ » pH de 31 p. 100. Après enquête, il s'est avéré que le planteur avait omis d'informer le technicien qui a fait les prélèvements de terre, que 2 t/ha de dolomies et 1 tonne de scories de déphosphoration avaient été épandues dans la parcelle 12 jours auparavant ...

Pour la matière organique (C et N), « Δ » est de l'ordre de 15 à 25 p. 100. Les teneurs en N minéral sont généralement très hétérogènes mais l'amplitude des variations est très différente d'une parcelle à l'autre. L'hétérogénéité est maximale après un épandage d'engrais.

Malgré la variabilité élevée pour certains caractères, si l'on exclut la parcelle «Hangar» dont les résultats analytiques n'ont pas de sens, pour les 3 autres, nous aurions donné la même interprétation agronomique et les mêmes conseils de fumure pour chacun des 10 échantillons d'une même parcelle. Aux teneurs faibles ou élevées, des variations du simple au double ou même davantage ont la même signification agronomique. Ainsi dans la parcelle «Fromager» K varie de 0,42 à 0,69 me/100 g, valeurs considérées comme faibles et justifiant une fumure potassique. Inversement, le sol est très riche en phosphore puisque P varie dans les 10 échantillons de 270 à 740 ppm ; dans les 2 cas (mini et maxi) l'interprétation est la même : sol très riche ne nécessitant pas de fumure phosphatée. C'est pour les teneurs moyennes que le problème de la représentativité de l'échantillon et de l'interprétation des résultats d'analyses est le plus délicat.

TABLEAU 1 - Moyennes et paramètres de distribution des variables observées sur 10 échantillons (3) de terre (horizon : 0 à 0,25 m).

Localité Parcelle Classe de sol	Robert Palmiste : 1,5 ha Ferrisol			Lorrain Fromager : 2,5 ha Andosol			Basse Pointe Allée : 2 ha Peu évolué sur ponces			Basse Pointe Hangar : 1 ha Peu évolué sur ponces		
	\bar{x}	σ	Δ % (2)	\bar{x}	σ	Δ %	\bar{x}	σ	Δ %	\bar{x}	σ	Δ %
C. organique (1)	17,3	1,0	13	42,0	3,3	18	35,8	3,1	20	45,2	4,9	24
N. organique	1,7	0,2	24	5,6	0,3	13	-	-	-	5,8	0,5	19
Ca	7,3	0,7	23	6,4	0,9	31	5,3	0,7	29	6,3	4,9	176
Mg	2,7	0,4	33	2,3	0,3	30	1,6	0,2	27	1,3	1,1	195
K	1,29	0,28	49	0,56	0,08	34	0,54	0,11	44	0,28	0,06	44
Σ Ca+ Mg+ K	11,3	0,9	18	9,2	1,2	29	7,4	0,9	26	7,8	5,1	144
CEC	-	-	-	19,7	1,8	21	15,8	1,3	18	-	-	-
pH	4,31	0,20	10	6,08	0,13	4,9	5,90	0,12	4,7	5,54	0,77	31
P. Truog	58	18	70	502	178	80	169	44	60	178	142	178
P. Dyer	31	8	44	568	144	57	-	-	-	352	162	103
N. minéral	61	60	221	51	12	54	22	3	33	80	56	155
Graviers	6,6	1,3	44	23	5	52	28	8	63	25	5	40

(1) C et N organiques sont exprimés en p. mille ; Ca, Mg et K échangeable et CEC en mé/100 g ; P et N minéral en ppm ; les graviers en p. 100.

(2) \bar{x} = moyenne ; σ = écart-type ; Δ % = intervalle de confiance pour un échantillon à la probabilité 95 p. 100, exprimé en pourcentage de la moyenne : Δ % = $t \sigma \times \frac{100}{\bar{x}}$ (t valeur de la distribution de Student pour n - 1 D.L., soit t = 2,262)

(3) On rappelle qu'un échantillon est le mélange de 30 prélèvements élémentaires (carottes).

Deuxième étude.

- Comparaison des résultats des prélèvements selon les diagonales avec les valeurs «vraies».

Les résultats des analyses des 5 échantillons de 30 PE prélevés dans les 5 sous-parcelles de 300 m² permettent de calculer pour chaque caractère la moyenne et l'intervalle de confiance de la moyenne (tableau 2). On peut admettre que les valeurs «vraies» sont dans les limites ainsi calculées (minimums et maximums) lesquelles correspondent à 150 PE et à une prise de terre par 10 m². D'autre part, on peut considérer que les moyennes calculées sur les 30 «carottes» prélevées sur les diagonales sont identiques à celles que l'on aurait obtenues en mélangeant les 30 PE de façon à n'avoir qu'un seul échantillon à analyser. Cette hypothèse n'a pas été vérifiée dans cette expérimentation mais elle l'a été dans plusieurs autres cas (PERRIER et GODEFROY, 1985).

La comparaison des résultats entre les prélèvements effectués sur les diagonales (30 PE) et sur toute la superficie (150 PE) montre qu'ils sont très voisins (tableau 2). Pour tous les caractères, les valeurs obtenues en échantillonnant selon les diagonales sont comprises dans l'intervalle de confiance des valeurs «vraies». L'interprétation agronomique des analyses aurait été strictement la même dans les 2 cas.

- Etude de la précision des analyses.

Si on admet l'hypothèse de normalité des variables, on peut déterminer un «intervalle de confiance», c'est-à-dire la «fourchette» dans laquelle les vraies valeurs moyennes ont 95 chances sur 100 de se trouver (BEAUX et PLET, 1980). Cet intervalle, exprimé en pourcentage de la moyenne est appelé «précision» (P) ; elle est égale à : $t_{n-1} \sigma \times \frac{1}{\bar{x}} \times \frac{1}{\sqrt{n}} \times 100$ où « \bar{x} » et « σ » sont les estimations de la moyenne et de l'écart-type obtenus sur les 30 échantillons ;

«n» est le nombre de prélèvements, et t_{n-1} la valeur de Student au seuil de 5 p. 100 et à n-1 degrés de liberté.

Le calcul pour chaque variable étudiée des valeurs de «P %» en fonction de «n», «n» variant de 2 à 40 p. 100 permet de tracer les courbes de la figure 1. La précision est d'autant meilleure que «P %» est faible.

Ces courbes bien que d'allure identique varient d'un élément à l'autre. La moins bonne précision est celle du phosphore assimilable «Truog» et la meilleure celle de l'azote organique. Pour 30 prélèvements élémentaires les précisions sont théoriquement les suivantes : N = $\pm 2,3$ p. 100 ; pH = $\pm 2,7$ p. 100 ; C = $\pm 4,3$ p. 100 ; N minéral = ± 15 p. 100 ; Mg = ± 18 p. 100 ; Ca et K = ± 20 p. 100 ; P «Dyer» = ± 24 p. 100 ; P «Truog» = ± 38 p. 100. Compte tenu de la faible dimension de la parcelle (0,15 ha) et de son homogénéité topographique (terrain plat) les précisions mentionnées doivent être considérées comme les meilleures que l'on puisse avoir dans le type de sol étudié (andosol).

CONCLUSION

L'étude des courbes de la précision en fonction du nombre de prélèvements élémentaires «n» constituant l'échantillon «composite» montre qu'au-dessus de 20 à 30 prélèvements, le gain de précision est très faible quand on augmente «n» (figure 1). Compte tenu que la précision varie en fonction de $1/\sqrt{n}$, pour l'améliorer de moitié par rapport à celle obtenue avec 30 PE, il faudrait, en effet, faire 120 répétitions. Cela serait matériellement très «lourd» au niveau des prélèvements au champ (main-d'oeuvre) et au niveau du laboratoire d'analyses (quantité de terre importante à sécher, broyer et tamiser).

La comparaison des résultats des analyses des lots de 10 échantillons de 30 PE, prélevés dans les mêmes parcelles, indique que pour certains éléments, en particulier pour le phosphore et les cations (K, Ca, Mg), des écarts importants

TABLEAU 2 - Comparaison des résultats des échantillons prélevés sur les diagonales et ceux prélevés sur toute la superficie (horizon : 0 à 0,25 m).

	Prélèvements sur les diagonales (30 PE)			Prélèvements sur toute la superficie (5 échantillons de chacun 30 PE)		
	\bar{x}	σ	CV %	Intervalle de confiance de la moyenne		
				\bar{x}	x mini	x maxi
C. organique	59,1	6,8	12	56,0	50,6	61,3
N. organique	7,0	0,4	6,1	6,7	6,4	7,1
Ca	3,4	1,8	54	3,0	2,3	3,8
Mg	1,3	0,6	48	1,3	1,1	1,5
K	0,27	0,15	54	0,28	0,21	0,34
pH	5,5	0,4	7,3	5,4	5,2	5,6
P. Truog	82	83	102	74	41	108
N. minéral	29	11	40	44	26	61
graviers	14,3	4,8	33	13	11	15

(1) expression des résultats cf. tableau 1.

(2) \bar{x} = moyenne ; σ = écart-type ; CV % = coefficient de variation = $\frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$;

x mini et x maxi = intervalle de confiance minimum et maximum à la probabilité 95 p. 100 = $\pm t \sigma' / \sqrt{5}$

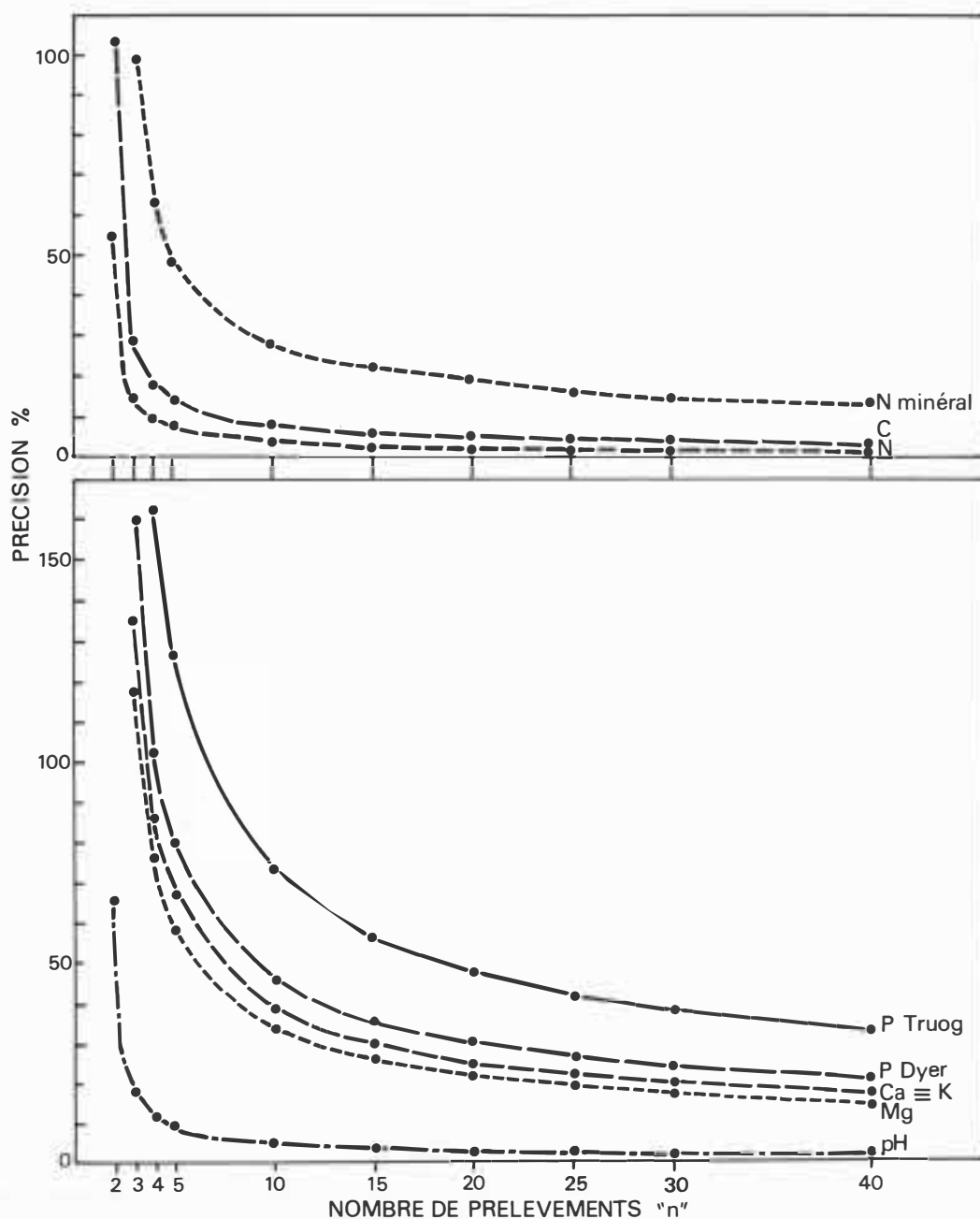


Figure 1 * PRECISION CALCULEE ($P = 0,95$) A PARTIR DE LA VARIABILITE OBSERVEE SUR 30 PRELEVEMENTS (HORIZON 0-0,25 m).

sont observés. Néanmoins, malgré des variations élevées entre les échantillons d'une même parcelle, d'un point de vue statistique, l'interprétation agronomique des résultats est la même, ce qui confirme l'intérêt du diagnostic «sol» comme méthode de contrôle des niveaux de fertilité des parcelles analysées. En revanche, il n'est pas possible à partir de l'étude d'une ou deux parcelles d'extrapoler les résultats à l'ensemble de la bananeraie. Si l'on veut utiliser le diagnostic «sol» pour programmer la fertilisation à l'échelle de la plantation, il faut analyser plusieurs parcelles, choisies pour leur représentativité (6 à 12 suivant la superficie), et se baser sur les tendances générales des caractéristiques

chimiques des terres des divers échantillons. D'autre part, il y aurait intérêt à utiliser un plan de prélèvement des 30 «carottes» de terre qui permettrait une meilleure répartition spatiale sur l'ensemble de la parcelle, plutôt qu'un échantillonnage selon 2 diagonales.

Enfin, avant d'effectuer les prélèvements de terre, il est indispensable d'enquêter auprès du planteur sur les dates des derniers apports d'engrais phosphatés ou calco-magnésiens de façon à ne pas analyser une bananeraie récemment fertilisée, comme cela s'est produit dans le cadre de cette expérimentation dans la parcelle «Hangar».

BIBLIOGRAPHIE

BEAUX (M.F.) et PLET (P.). 1980.

L'échantillonnage d'un sol.

Revue et Perspectives agricoles, n° 43, p. 44-47.

GODEFROY (J.). 1989.

Etude de l'échantillonnage du sol en bananeraie de Côte d'Ivoire.

Fruits, 44 (11), 577-584.

PERRIER (X.), GODEFROY (J.) et SZWARC (M.). 1985.

L'échantillonnage du sol dans une parcelle expérimentale d'un

verger d'agrumes.

Fruits, 40 (6), 417-430.

ESTUDIO DEL MUESTREO DEL SUELO EN PLANTACIONES DE BANANOS DE MARTINICA.

J. GODEFROY.

Fruits, Jan.-Feb. 1990, vol. 45, n° 1, p. 3-7.

RESUMEN - En cuatro plantaciones se somete a muestreo una parcela diez veces sucesivamente según el método «de las dos diagonales» practicado en Martinica. Los resultados de los análisis de suelo de los lotes de diez muestras tomadas en las mismas parcelas indican una variabilidad importante desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, al nivel de la interpretación agronómica, los resultados analíticos de las diversas muestras procedentes de una misma parcela, dan informaciones que concuerdan, salvo en el caso de aporte reciente de abono calco-magnésico y fosfatado.

Paralelamente, se efectúa un estudio de la precisión de los análisis en función del número de tomas elementales. Confirma la elección de 30 repeticiones adoptada para el muestreo del suelo en plantación.

