

Précision des analyses de terre pour quelques sols de Martinique.

J. GODEFROY et Micheline DORMOY*

avec la collaboration des techniciens
du laboratoire IRFA Martinique.

THE ACCURACY OF ANALYSES OF SEVERAL SOILS IN MARTINIQUE.

J. GODEFROY and Micheline DORMOY.

Fruits, Sep.-Oct. 1990, vol. 45, n° 5, p. 503-506.

ABSTRACT - A statistical analysis (standard deviation, confidence interval for an analysis) of the accuracy of chemical analysis of three soil types in Martinique used as «reference» or «control» samples at the IRFA laboratory. The variability of the results is logically greater for the samples analysed in different series than for those of the same series (batches of 25 to 30 samples). The greatest accuracy was found for pH measurement and lowest for analysis of magnesium and phosphorus. Practical advice is provided on the precautions to be taken in the monitoring of agro-pedological trials to keep error in laboratory analyses to a minimum.

PRECISION DES ANALYSES DE TERRE POUR QUELQUES SOLS DE MARTINIQUE.

J. GODEFROY et Micheline DORMOY.

avec la collaboration des techniciens du laboratoire IRFA Martinique.

Fruits, Sep.-Oct. 1990, vol. 45, n° 5, p. 503-506.

RESUME - Cet article présente une étude statistique (écart-type ; intervalle de confiance pour une analyse) de la précision des analyses chimiques pour trois types de sol de la Martinique, utilisés comme échantillons de «référence» (ou de «contrôle») au laboratoire de l'IRFA.

La variabilité des résultats est, ce qui est logique, beaucoup plus grande pour des échantillons analysés dans des séries différentes que pour ceux d'une même série, constituée de lots de 25 à 30.

La meilleure précision est obtenue sur la mesure du pH et les moins bonnes sur l'analyse du magnésium et du phosphore.

Des conseils pratiques sont donnés quant aux précautions à prendre pour le suivi d'expérimentations agropédologiques, afin de minimiser l'erreur d'analyse, au niveau du laboratoire.

INTRODUCTION

Dans un récent article publié dans cette revue (GODEFROY et YAO, 1990), nous avons présenté les résultats d'une étude sur la précision des analyses pour 5 sols de Côte d'Ivoire. Cet article sur le même sujet, concerne 3 sols de Martinique.

Comme la précédente, cette étude est faite sur les échantillons de «référence» ou de «contrôle» du laboratoire de Martinique. Ces échantillons, constitués de plusieurs kilogrammes de terre très bien mélangée, sont systématiquement analysés avec chaque série d'analyses. En général, il y a 2 «références» par lot de 25 à 30 échantillons. Ces trois échantillons appartiennent à 3 classes de sols : un andosol, un ferrisol et un sol peu évolué sur ponces. Les méthodes d'analyses utilisées par le laboratoire sont décrites en annexe.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Pour chaque caractère, nous avons calculé la moyenne ($\bar{x}$), l'écart-type (σ) et la demi-longueur « Δ » de l'intervalle de confiance pour une seule analyse, exprimée en pourcentage de la moyenne :

$$\Delta p. 100 = \frac{t \sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \text{ où } t \text{ est la valeur de la table de}$$

distribution de Student pour N-1 D.L. ayant la probabilité 0,05 d'être dépassée en valeur absolue. C'est par cette valeur « $\mp \Delta$ %» que nous exprimons la précision, qui est d'autant plus grande que « Δ » est petit.

Suivant les éléments, les séries analytiques s'échelonnent sur 2 à 4 années. Lorsque le nombre de résultats dont nous disposons (N) est élevé, nous nous sommes limités à ceux des 40 analyses les plus récentes.

La précision varie fortement selon les éléments et quelquefois pour un même élément suivant les sols (tableau 1).

* - IRFA/CIRAD - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex 01

TABLEAU 1 - Moyennes ($\bar{x}$), minimums, maximums () et paramètres de distribution des variables (1) entre les séries d'analyses (N).

Caractéristiques pédologiques	Andosol Texture allophanique				Ferrisol Texture argilo-sableuse				Sol peu évolué sur ponces Texture sableuse			
Provenance	Morne Rouge (réf. 1)				Gros Morne (réf. 2)				Basse Pointe (réf. 3)			
	N	$\bar{x}$	σ	$\Delta \%$	N	$\bar{x}$	σ	$\Delta \%$	N	$\bar{x}$	σ	$\Delta \%$
Matière organique												
Carbone p. 1000	-	-	-	-	33	20,5 (17,6 - 22,4)	1,2	12	33	25,1 (21,9 - 27,9)	1,6	13
Azote total p. 1000	-	-	-	-	40	2,3 (2,0 - 2,8)	0,2	14	40	2,3 (2,0 - 2,7)	0,2	16
Complexe d'échange												
Ca échangeable mé/100 g	40	5,42 (5,3 - 5,8)	0,14	5,1	40	6,54 (6,3 - 7,1)	0,22	6,6	40	2,98 (2,8 - 3,6)	0,14	9,2
Mg échangeable mé/100 g	40	1,64 (1,3 - 1,9)	0,15	18	40	2,12 (1,8 - 2,4)	0,16	15	40	1,37 (1,1 - 2,0)	0,18	27
K échangeable mé/100 g	40	0,54 (0,5 - 0,6)	0,01	3,4	40	1,24 (1,2 - 1,3)	0,05	7,5	40	0,64 (0,6 - 0,7)	0,02	7,3
CEC mé/100 g	-	-	-	-	33	20,2 (16,1 - 26,0)	2,1	21	35	11,0 (8,5 - 17,8)	1,6	29
pH	40	5,85 (5,6 - 6,0)	0,10	3,3	40	5,48 (5,1 - 6,0)	0,23	8,6	40	4,72 (4,3 - 4,9)	0,11	4,9
Phosphore												
P. assimilable ppm (méthode TRUOG)	32	36 (33-39)	1,8	10	40	13 (5 - 17)	2,3	37	40	115 (91 - 148)	12,9	23

(1) σ = écart-type ; $\Delta \%$ = intervalle de confiance d'une analyse à la probabilité 95 p. 100, exprimé en pourcentage de la moyenne : $\Delta \% = \frac{t \sigma}{\bar{x}} \cdot 100$ (t valeur de la distribution de Student pour N - 1 D.L.).

TABLEAU 2 - Moyennes ($\bar{x}$), minimums, maximums () et paramètres de distribution des variables (1) dans une même série, des analyses répétées 15 fois.

Caractéristiques pédologiques	Ferrisol				Sol peu évolué sur ponces			
Provenance	Gros Morne (réf. 2)				Basse Pointe (réf. 3)			
	N	$\bar{x}$	σ	$\Delta \%$	N	$\bar{x}$	σ	$\Delta \%$
Matière organique								
Carbone p. 1000	15	21,4 (21,1 - 21,5)	0,1	1,5	15	26,3 (25,8 - 26,8)	0,3	2,1
Azote total p. 1000	15	2,4 (2,3 - 2,5)	0,1	5,4	15	2,4 (2,3 - 2,5)	0,1	4,8
Complexe d'échange								
Ca échangeable mé/100 g	15	6,45 (6,3 - 6,6)	0,07	2,3	15	2,86 (2,8 - 2,9)	0,02	1,3
Mg échangeable mé/100 g	15	2,05 (1,9 - 2,5)	0,15	16	15	1,31 (1,3 - 1,4)	0,04	6,4
K échangeable mé/100 g	15	1,33 (1,3 - 1,4)	0,03	5,0	15	0,68 (0,6 - 0,8)	0,05	17
pH	15	5,73 (5,6 - 5,9)	0,09	3,3	15	4,87 (4,7 - 4,9)	0,06	2,6
Phosphore								
P assimilable ppm (méthode TRUOG)	15	15 (12 - 18)	1,4	21	15	107 (99 - 113)	4,6	9,4

(1) σ = écart-type ; $\Delta \%$ = intervalle de confiance d'une analyse à la probabilité 95 p. 100, exprimé en pourcentage de la moyenne : $\Delta \% = \frac{t \sigma}{\bar{x}} \cdot 100$ (t valeur de la distribution de Student pour N - 1 D.L.).

Les meilleures précisions ($\Delta < 10$ p. 100) sont obtenues sur les analyses du calcium, du potassium et du pH, puis sur celles du carbone et de l'azote total ($\Delta = 10$ à 15 p. 100). Les précisions varient de 15 à 27 p. 100 pour le magnésium selon les sols ; de 10 à 37 p. 100 pour le phosphore assimilable et de 21 à 29 p. 100 pour la CEC.

Lorsque les analyses sont répétées dans une même série, la dispersion est plus faible (tableau 2). Ce résultat, bien connu, est logique puisque le maximum des conditions identiques sont réunies : même solution d'extraction, même étalonnage des appareils, même technicien, etc. Dans ces conditions, Δ est $\leq$ à 5 p. 100 pour : le carbone, l'azote, le calcium et le pH ; il est de 5 et 17 p. 100 pour le potassium ; de 9 et 21 p. 100 pour le phosphore. On notera que la valeur 17 p. 100 sur l'analyse du potassium du sol de Base Pointe (référence 3) est anormalement élevée, car pour le même échantillon analysé dans des séries différentes, Δ est seulement de 7 p. 100. Dans le premier cas, K varie de 0,63 à 0,79 mé/100 g, dans le second cas de 0,60 à 0,69 mé.

La comparaison de la précision des analyses de terre entre séries différentes et la précision des résultats obtenus quand on échantillonne plusieurs fois la même parcelle de terrain et que l'on analyse les différents échantillons dans une même série, donc avec une erreur faible (cf. GODEFROY, 1990), montre que les ordres de grandeur « Δ » sont très différents. La précision sur les analyses du laboratoire est bien supérieure à celle due à l'hétérogénéité du terrain, même en faisant un bon échantillonnage au champ (mélange de 30 prélèvements élémentaires). Suivant les éléments et les sols, les rapports :

$\frac{\Delta \text{ terrain}}{\Delta \text{ laboratoire}}$ varient, en effet, de 2 à 8. Une exception

concerne la mesure du pH ; les précisions sont du même ordre de grandeur dans les 2 cas. Pour ce caractère, les valeurs de « Δ » sont, toujours, faibles que ce soit dans les sols de Martinique, de Côte d'Ivoire ou de Corse (cf. bibliographie).

Cette étude et celle faite en Côte d'Ivoire (GODEFROY et YAO, 1990) montrent d'autre part, que la précision des analyses de terre dépend de divers facteurs, en particulier du type de sol, des méthodes analytiques utilisées et du laboratoire (équipement, technicité du personnel, etc.). Dans ces conditions, il est difficile de tirer des conclusions généralisables quant à la précision d'une analyse pour un élément déterminé, d'où l'intérêt des études régionales de ce type.

Au niveau de l'interprétation agronomique, les variations analytiques observées sont acceptables. Par exemple, pour le phosphore qui a les intervalles de confiance (Δ) les plus élevés : 37 p. 100 pour le ferrisol et 23 p. 100 pour le sol sur ponce, les teneurs minimales et maximales varient, respectivement, de 5 à 17 ppm et de 91 à 148 ppm. Dans le premier cas les 2 valeurs correspondent à une terre pauvre nécessitant une fumure phosphatée ; dans le second cas, le sol est riche, la fertilisation peut être réduite voire supprimée pendant quelques années.

CONCLUSION

Sur le plan agronomique, lorsqu'il s'agit d'interpréter une analyse pour caractériser un sol ou conseiller une fumure, la précision des analyses de terre est suffisante. En revanche, si l'on désire comparer des parcelles entre elles, dans le cadre d'une expérimentation par exemple, il faut tenir compte de la variabilité analytique qui n'est pas négligeable. Si l'on en a la possibilité, on analysera les divers échantillons dans une même série, de façon à minimiser l'erreur d'analyse. Lorsque cela n'est pas possible, il faut faire des répétitions mais dans des séries analytiques différentes. Dans le cas d'essais mis en place selon un dispositif statistique, si l'on ne peut pas analyser tous les échantillons en même temps, on fera en sorte que tous ceux d'une même répétition (bloc) le soient dans la même série.

Pour les études de l'évolution de la fertilité à moyen ou long terme, on aura intérêt à conserver, toujours, le même échantillon de «référence laboratoire», constitué du même sol que celui de la parcelle expérimentale. D'autre part, il est souhaitable de disposer d'une parcelle «témoin» en végétation naturelle (forêt ou savane), ou à défaut en jachère, qui constituera une «référence terrain». Pour les interprétations, on aura souvent intérêt à exprimer les résultats, comparativement à ceux de la «référence terrain» ; par exemple en pourcentage des teneurs de cette référence.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient leurs collègues biométricien et informaticien du CIRAD pour leur collaboration. F. BONNOT qui a relu le manuscrit et fait part de ses critiques ; Dominique MUNSCH-CASSAN qui a effectué les analyses statistiques.

ANNEXE

METHODES ANALYTIQUES UTILISEES AU LABORATOIRE DES SOLS DE L'IRFA MARTINIQUE

Carbone organique : méthode de WALKLEY et BLACK.

Azote total : méthode d'extraction KJELDAHL.

Distillation de NH_3 en présence de soude.

Dosage de NH_3 par titrimétrie.

Cations échangeables : Extraction par l'acétate d'ammonium 1N à pH = 7,0 ; dosage de K par photométrie de flamme, de Ca et Mg par complexométrie.

Capacité d'échange cationique (CEC) : saturation du complexe d'échange par de l'acétate d'ammonium. Déplacement de l'ammonium par du chlorure de potassium 1N. Dosage de l'ammonium, après distillation en présence de magnésie, par titrimétrie.

pH : mesure au pH mètre à électrodes de verre sur pâte de terre saturée d'eau.

Phosphore assimilable : méthode d'extraction TRUOG ; dosage de P par colorimétrie.

BIBLIOGRAPHIE

- GODEFROY (J.). 1977 a.
Précision des analyses pédologiques.
Fruits, 32 (1), 9-14.
- GODEFROY (J.). 1989.
Etude de l'échantillonnage du sol en bananeraies de Côte d'Ivoire.
Fruits, 44 (11), 579-586.
- GODEFROY (J.). 1990.
Etude de l'échantillonnage du sol en bananeraies de Martinique.
Fruits, 45 (1), 3-7.
- GODEFROY (J.) et YAO (Th.). 1990.
Précision des analyses de terre pour quelques sols de Côte d'Ivoire.
Fruits, 45 (4), 377-380.
- 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.

PRECISION DE LOS ANALISIS DE TIERRA PARA ALGUNOS SUELOS DE MARTINICA.

J. GODEFROY y Micheline DORMOY.

Fruits, Sep.-Oct. 1990, vol. 45, n°5, p. 503-506.

RESUMEN - Este artículo presenta un estudio estadístico (diferencia-tipo ; intervalo de confianza para un análisis) de la precisión de los análisis químicos para tres tipos de suelo de Martinica, utilizados como muestras de «referencia» (o de «control») en el laboratorio del IRFA.

La variabilidad de los resultados es, lo que es lógico, mucho más grande para muestras analizadas en series diferentes que para las de una misma serie, constituida de lotes de 25 a 30.

La mejor precisión se obtiene sobre la medida del pH y las menos buenas sobre el análisis del magnesio y del fósforo.

Se dan consejos prácticos en cuanto a las precauciones a tomar para la realización de experimentaciones agropedológicas, con el fin de minimizar el error de análisis a nivel del laboratorio.

