



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*



**CARIBBEAN
FOOD
CROPS SOCIETY**

41

**Forty First
Annual Meeting 2005**

GUADELOUPE

Vol. XXXXI - Number 2

NORMES ET INTERPRETATION AGRONOMIQUE DES ANALYSES DE SOLS AU LAPRA EN GUADELOUPE

NORMS AND AGRONOMIC INTERPRETATION OF SOILS ANALYSIS AT LAPRA IN GUADELOUPE.

Dominique DAVID, LAPRA : Laboratoire Professionnel Régional d'Analyses, Guadeloupe

RESUME : Le LAPRA a réalisé en 2004 une revue des normes d'interprétation des analyses chimiques des sols et a élaboré un système expert de conseil en fertilisation.

Six unités et sous-unités de sols ont été retenues : Andosol perhydraté, andosol vrai, brun-andique, brun-rouille, ferrallitique, vertisol, se justifiant par des origines et des caractéristiques chimiques différenciées.

Deux cultures majeures ont été considérées : La canne et la banane.

Le diagnostic de fertilité repose sur des valeurs seuils S_n permettant de qualifier le résultat et d'émettre un conseil en fertilisation.

Les seuils ont été déterminés à partir des caractéristiques des sols pour les éléments mesurés, des besoins nutritionnels des plantes et des résultats observés aux champs (2400 analyses). Ils intègrent également des relations entre variables.

Le diagnostic peut reposer sur la lecture de la variable considérée ou de plusieurs variables.

Ainsi, le diagnostic acidité repose sur la lecture du pH_{eau} et de celle du calcium, tandis que les valeurs K et Mg sont appréciées individuellement et dans leur rapport K/Mg .

Le système expert d'interprétation et les plans de fertilisation ont été automatisés. Les calculs intègrent des efficacités variables des apports selon les types de sol, des quantités d'épandages optimales pour les amendements minéraux basiques, et autorise des impasses sur le potassium.

ABSTRACT: During 2004, The soil laboratory LAPRA has conducted a review of the interpretation norms of its chemical analysis, and has developed an expert system of fertilization advice.

The system considers six soils' units and sub-units: Hydric andosols, andosols, brown soils, nitisols, oxysols, and vertisols, justified by their different origin and chemical characteristics.

The system also differentiate the two main crops of Guadeloupe: Sugar cane and banana.

The diagnostic assessment of soil fertility relies on threshold values S_n allowing to qualify the result and to propose a fertilization advice.

These threshold values have been determined according to soils characteristics, nutritional requirements of the plants, and fields results (2400 analysis). They may also consider relationships between variables.

Each assessment may result from the reading of one or several variables.

In this way, the diagnosis of soil acidity depends on two variables : pH and calcium, while K and Mg will be appraised individually and according to the ratio K/Mg.

The system of interpretation and fertilization plan is automatic. Calculations include efficiencies of inputs that may vary according to soil type, and optimum quantities of calcarus amendments. It also allows to advise not to use potassium when the soil has enough reserves for the plants.

I. MOTIVATIONS

La tendance à aller vers une agriculture raisonnée et durable commence à faire son chemin en Guadeloupe. Ajuster les quantités d'intrants au plus près des besoins des cultures afin d'optimiser ses revenus sans nuire à l'environnement peut devenir une réalité. Ceci est particulièrement vrai pour le maintien de la fertilité des sols et pour les conseils de fertilisation qui concernent le LAPRA au premier chef.

Les normes d'interprétation des résultats des analyses de la valeur agronomique des sols constituent des règles de décision qui permettent de faire des choix (conseils) en fonction de différents critères (valeurs seuils, besoins des plantes). Ces critères ne sont pas immuables. Ils sont définis à un moment donné en fonction des résultats scientifiques et techniques connus à cette période. Or, par nature, ces derniers évoluent régulièrement.

Par ailleurs, les conseils tiennent compte des itinéraires techniques appliqués par les agriculteurs et des intrants disponibles en Guadeloupe. En ce sens, les normes d'interprétation intègrent également des considérations technico-économiques.

En fonction de l'avancée des résultats scientifiques et techniques et des pratiques agricoles, les normes d'interprétation agronomique des analyses de sol se doivent donc d'évoluer elles-aussi.

Le service Agronomie et Encadrement Technique du LAPRA a mené en 2004 ce travail de synthèse, en faisant se confronter des experts scientifiques locaux de l'INRA et du CIRAD aux réalités qui ressortent des quelques 2400 analyses des sols réalisées au LAPRA au cours des cinq dernières années. Cette synthèse, dont certains éléments sont présentés aujourd'hui, aboutit à de nouvelles normes.

Les nouvelles normes seront plus fines, plus pointues, plus adaptées au type de sol. Elles prennent en compte l'émergence de professionnalisation d'une fraction plus importante d'agriculteurs pouvant assurer des itinéraires techniques définis. Elles visent enfin à limiter les nuisances environnementales tout en préservant la fertilité des sols de la Guadeloupe et en garantissant des rendements à l'hectare satisfaisants.

Des normes ont été élaborées pour les deux cultures principales de Guadeloupe (Canne et Banane) et pour les six types et sous-types majeurs de sols. Les normes 'Banane' sont aussi utilisées pour les productions fruitières et vivrières (maraîchage, tubercules) tandis que les normes 'Canne' sont considérées pour les prairies.

Parallèlement à ce travail de mise à jour des normes, un système semi-automatique de présentation des résultats et de calculs des redressements et des plans de fumure a été mis au point sur tableur EXCEL.

Ce système permet d'une part d'éviter les erreurs d'interprétation relativement aux normes prédéfinies, et d'autre part de réduire de 65% environ le temps passé à l'interprétation.

II. LES SEUILS COMME ELEMENTS DE DIAGNOSTIC DES SOLS, PAR CULTURE ET PAR TYPE DE SOL

La méthode de diagnostic des sols est inspirée de celle du Laboratoire d'Analyses des Sols de la Réunion, exposée dans le document de travail CIRAD-CA N° 1-98 (Cf liste bibliographique). Par variable dosée au laboratoire, des seuils sont définis, permettant de qualifier le sol sur une échelle d'intensité (tableau 1). Les seuils peuvent varier selon le type de sol et la culture (Banane ou Canne).

Tableau 1 : Seuils comme éléments de diagnostic des sols, exemple du pH

Seuils →	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	
Appréciation →	Très faible	Faible	Moyen	Elevé	Très élevé
<i>pH KCl</i> (référence)	4.3	4.7			
pH eau (norme)	5.1	5.5	8.0	8.4	

(En l'occurrence, les seuils du pH ne varient pas selon le type de sol)

Le diagnostic sol reposera sur les cadres ainsi définis par variable mesurée, mais également sur différents rapports : relations pH - Calcium/CEC, rapport K/Mg, somme des cations, calculés sur une collection de 2400 résultats d'analyses.

Les principaux types de sols retenues dans le système sont présentés en page 7.

III. EXEMPLES DE DETERMINATION DES SEUILS ET DES CONSEILS EN REDRESSEMENT DU SOL : LE CAS DES CATIONS

3.1. Le diagnostic de l'acidité et de l'état calco-magnésien, et le conseil en amendement minéral basique

Le diagnostic de l'acidité repose sur une grille d'interprétation croisant les états du pH_{eau} et du calcium (méthode Réunionnaise, CIRAD) :

Tableau 2 : Diagnostic acidité du sol

Variables		pH eau						
		Très faible	S ₀ Faible	S ₁ Moyen	S ₂ Elevé	S ₃ T élevé		
S ₀ Calcium S ₁ S ₂ S ₃	Très faible	Très acide			Anormal 2			
	Faible	Acide						
	Moyen	Anormal 1	Un peu acide	Normal				
	Elevé					Basique		
	Très élevé					Très basique		

Nous avons vu les seuils du pH_{eau} (tableau 1). Les seuils du calcium et du magnésium ont été déterminés à partir de seuils proposés par le CIRAD d'une part et de l'analyse fréquentielle des 2400 données LAPRA d'autre part (donnée cation et relations avec les pH et la CEC) .

Les seuils du calcium sont identiques en banane et en canne, sans jamais être pénalisant pour l'une ou l'autre des cultures vis à vis des redressements (tableaux 3 et 4).

Tableau 3 : Seuils S_1 et S_2 du calcium ($cmol^+ . kg^{-1}$), selon le type de sol

Seuils → Appréciation →	S_1		S_2	
	Faible	Moyen	Elevé	
Andosol perhydraté	3		4	
Andosol vrai	4		5	
Brun andique	5		6	
Brun rouille	5		6	
Ferrallitique	4		5	
Vertisol	30		65	

Extraction à l'acétate d'ammonium

Tableau 4 : Seuils S_1 et S_2 du magnésium ($cmol^+ . kg^{-1}$), extraction à l'acétate d'ammonium

Seuils → Appréciation →	S_1		S_2	
	Faible	Moyen	Elevé	
Andosol perhydraté	1		1.5	
Andosol vrai	1.5		2	
Brun andique	2		2.5	
Brun rouille	2		2.5	
Ferrallitique	1.5		2	
Vertisol	3		6	

Extraction à l'acétate d'ammonium

Le conseil en amendement minéral basique dépendra du type de sol et de la culture :

- Pour les sols à allophanes, on ne cherche pas à atteindre une valeur minimale de pH mais à amener les valeurs Ca et Mg aux seuils des capacités du complexe argilo-humique et des pertes par lixiviation dues aux pluies.

- Pour les Andosols, sont prises également en considération les charges variables (montrées par la différence $pH_{eau}-pH_{KCl}$) puisque les derniers travaux de recherche de l'INRA et du CIRAD montrent qu'en cas de faible différentiel et de chaulage important, celui-ci pourrait entraîner des déplacements de potassium.
- Pour les sols acides à risque élevé de phytotoxicité aluminique (sols bruns-rouille et ferrallitiques), on cherche à atteindre une valeur pH pré-déterminée selon les cultures (pH_{KCl} de 4.3 en cannaie et de 4.7 en bananeraie). Le conseil est donné à partir d'une Abaque établie par l'INRA donnant la quantité d'amendement (calcaire) à apporter pour atteindre ce pH. Cette quantité dépend de la teneur en matière organique du sol.

Des quantités maximales unitaires d'amendement minéral basique sont fixées par type de sol :

- Andosol perhydraté : 1,5 T/ha par apport,
- Andosol vrai : 2 T/ha
- Brun-andique : 2,5 T/ha
- Brun-Rouille et Ferrallitique : 4 T/ha, éventuellement 5T/ha (selon la teneur en matière organique et l'altitude : appréciation laissée à l'agronome).

3.2. Le diagnostic du potassium, et le conseil en bananeraie

Les seuils de la fertilisation potassique ont été fixés à partir des capacités du complexe argilo-humique (CAH) pour K, du rapport K/Mg et des résultats observés sur le terrain.

Tableau 5 : Sites spécifiques du potassium sur le complexe argilo-humique et seuil de lixiviation de K dans les sols des Antilles françaises

Auteurs (CIRAD)→ Sols	B Delvaux et al	J. Godefroy et al		Norme S ₁ LAPRA 2005 Cmol ⁺ .kg ⁻¹
	Sites spécif. K Cmol ⁺ .kg ⁻¹	Sites spécif. K Cmol ⁺ .kg ⁻¹	K max lixiviation Cmol ⁺ .kg ⁻¹	
Andosol perhydraté	0.4	0.1 - 0.25	0.6	0.6
Andosol vrai	0.9			0.8
Brun-Andique	4.1	2.5 - 3	1.5	1.2
Brun-Rouille	1.9	2 - 4	2	1.2
Ferrallitique	0.8	1.4	1.4	1
Vertisol Mg-Na (pas en Guadeloupe)		3	3	3

Méthode d'extraction : acétate d'ammonium, données en mé/100g (ou cmolK⁺.Kg⁻¹)

3.2.1. Les calculs des redressements potassiques

Des efficacités variables selon le type de sol sont considérées pour les redressements en K_2O .

- En Andosol ou le lessivage est important, aucun redressement n'est préconisé, seulement une fertilisation renforcée en potassium.
- Pour les sols bruns-andiques et les vertisol, l'efficacité est considérée à 0.9,
- Pour les Bruns-Rouille et Ferrallitiques, l'efficacité est respectivement de 0.8 et 0.7.

Par ailleurs, des apports maximaux de redressements ont été établis, là encore dépendants des capacités du CAH vis à vis de K. Par exemple, en Brun-Rouille, on cherchera à ne pas dépasser 2,7 tonnes/ha de potasse K_2O sur les trente premiers centimètres.

Ces valeurs peuvent également être utilisées lors du calcul de plans de fumure réalisés avec de déchets industriels autorisés riches en potassium. Ils nous permettent d'évaluer l'apport maximal de déchets à réaliser sur la parcelle en question.

3.2.2. Les propositions d'impasse sur le potassium

Lorsque l'analyse montre une valeur K élevée, le système d'interprétation peut autoriser une impasse sur l'élément. Là encore, les résultats de la recherche et les résultats observés sur le terrain nous ont permis de fixer des valeurs minimales à partir desquelles une impasse est possible et pour quelle durée. Ces valeurs considèrent aussi les prélèvements faits par la culture pour une production élevée (50T/ha en banane et 100 T/ha en canne) :

En bananeraie :

- Pas d'impasse en Andosol perhydraté du fait du lessivage important des bases,
- Impasse limitée à trois mois en Andosol vrai pour une valeur K lue d'au moins $2,45 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$,
- Brun-andique et Brun-rouille : Impasses sur un cycle pour un K lu minimum respectivement à 2.6 et à $2.4 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$,
- Ferrallitique : Impasse jusqu'à la jetée si le K lu à l'analyse est de $2.2 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$,
- Vertisol : Sur un cycle, mais seulement si K/Mg est supérieur à 0.4 et pour K au moins égal à 2.6.

En cannaie sur Vertisol :

Les impasses peuvent être préconisées essentiellement sur Vertisol :

Le seuil S_1 pour le potassium (sol normal, teneur potassique moyenne) est à $0.45 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$. C'est à partir d'un seuil K de $0.70 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$, correspondant à un sol contenant 1 T de K_2O par ha sur 30 cm, qu'une impasse est proposée pour une année de production, en rejeton. Puis, tous les $0.25 \text{ cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$ lues à l'analyse, une autre année d'impasse est préconisée. Cette valeur de 0.25 correspond à 400 kg de K_2O /ha, soit plus que les prélèvements pour une production 100 T de canne.

IV. CONCLUSION

La revue des normes d'interprétation réalisée en 2004 nous a permis de définir des seuils de caractérisation des sols et des méthodes de calculs de redressements plus proches des résultats récents de la recherche et des résultats observés sur le terrain (2400 analyses).

Il est certain que ces normes pourront encore être améliorées, notamment en ce qui concerne la typologie des sols. Ainsi, selon Y-M Cabidoche, il faudra approfondir les groupes pédologiques sur lesquels sont traitées les collections de résultats, et en particulier ceux concernant les sols ferrallitiques. Il y a manifestement des gradients de constitution minéralogique Nord-Sud, qui se traduisent entre autres par un gradient de contribution de la fraction minérale à la CEC, et peuvent remettre en cause la définition des seuils de la matière organique et du pH.

Le système semi-automatique d'interprétation sur tableur EXCEL permet d'éviter les erreurs d'interprétation relativement aux normes prédéfinies, et d'autre part de réduire significativement le temps passé à l'interprétation.

Par ailleurs, le LAPRA réalise des suivis parcellaires afin d'évaluer l'impact de ses conseils.

Type de sol	Origine	Argile	Densité apparente retenue	Pluviométrie annuelle	Caractéristiques chimiques majeures	
Andosols perhydratés Hydric Andosols	Dépôts Volcaniques récents	Allophanes Hydroxides d'aluminium	0.65	> 4m	Très faible capacité de rétention des bases, lessivage de la silice et des cations, fixation du phosphore par la gibbsite $Al(OH)_3$	MO très élevée → Formation de complexes avec les hydroxides. Forte capacité pour l'eau.
<i>Andosols vrais</i> Umbric Andosols			0.8	3 - 4 m	Caractéristiques comparables mais moins marquées, silice moins lessivée.	$SiO_2/Al_2O_3 > 3$, les risques de phytotoxicité Al sont très faibles.
<i>Sols Bruns-Andiques</i> Brown soils	Volcanique	A : Halloysite B : Allophanes	0.9	2 - 3 m	Très bonne capacité de sorption du potassium	
Sols Bruns-Rouille Haplic Nitisols	Projections andésitiques perméables	Halloysite	0.9	1.5 - 2 m	Roche mère identique aux précédents mais sous une pluviométrie plus faible. Bonne capacité de sorption pour le potassium.	Risques de phytotoxicité aluminique (+ manganatique en sol ferrallitique) à pH bas. Culture → compactage. Seule la jachère permet une restructuration durable.
Sols ferrallitiques Haplic Ferralsol	Volcanique	Kaolinite, Hydroxides de fer et d'Al	1	1,5 - 3 m	Sols friables, acides, désaturés, à faible capacité de rétention des cations. Bonne perméabilité sauf aux Abymes	
Sols vertiques et Vertisols Vertic Cambisols	Matériau originel varié, Soubassement corallien				Sols alcalins, saturés. Généralement très riches en Ca et Mg. Risque de déséquilibre K/Mg en bananeraie.	Sols asphyxiants en saison des pluies, et formant des fissures en saison sèche.

Tableau 6 : Sols guadeloupéens retenus dans le système d'interprétation agronomique au LAPRA et caractéristiques majeures

Liste Bibliographique (non exhaustive)

BARAN R., 1995-1996 : Synthèses de résultats d'essais sur Vertisols de Grande Terre, CIRAD-CA, non publiés.

CHABALIER P-F., 1995 : Synthèse des Résultats obtenus sur un essai de fertilisation NPK de longue durée sur une culture de Canne à sucre à la Réunion, CIRAD-CA, 16p + annexes, 1995

CABIDOCHÉ Y-M. , 1992 : Abaque d'amendement calcaire des sols du Nord-Est de la Basse-Terre de Guadeloupe, pour la canne à sucre, et pour la banane. INRA Antilles-Guyane, Station Agropédologique de Petit-Bourg, Guadeloupe.

CABIDOCHÉ Y-M., 1989 : Problèmes soulevés par la caractérisation, à l'échelle de la parcelle, du statut cationique des sols ferrallitiques de Guadeloupe. 25^{ème} congrès de la société caraïbe des plantes alimentaires, Gosier, 2-8 juillet 1989, INRA-Antilles-Guyane, 11p.

CLERMONT-DAUPHIN C., Y.-M. CABIDOCHÉ, J.-M. MEYNARD, 2004 : Effects of intensive monocropping of bananas on properties of volcanic soils in the uplands of the French West-Indies. *Soil Use and Management* (2004), 20, 105-113.

COLMET-DAAGE F., LAGACHE P., 1965 : Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises, Cah. ORSTOM, sér Pédol., vol 3, n°2, pp91-122.

CRUZ P. et P. GUILLAUME, 1999 : Croissance et Nutrition de la Canne à sucre. Cahiers d'Agriculture, Vol 8, N°2, p 101-107, Mars-Avril 1999.

DELVAUX B., VIELVOYE L., DOREL M., 1991 : Compartiment d'échange du potassium dans les sols de la bananeraie guadeloupéenne. Application à la programmation de la fumure potassique. *Fruits*, vol. 46, n°1 1991, p 3-11.

DOREL M. : Communications personnelles, 2004.

MARIE Ph., 1996 : Références Sol/Plante pour la nutrition minérale et hydrique du bananier aux Antilles, Synthèse de novembre 1996, reprenant des résultats de plusieurs auteurs dont : GODEFROY J. et M. DORMOY, B.DELVAUX, S. FONTAINE, CH. CHEVRIER, Ph. LORIDAT, M.DOREL, F. COLMET-DAAGE et P. LAGACHE.

POUZET D., P.-F. CHABALIER, P. LEGER, 1998 : Fertilité des sols et conseil en fertilisation, Système expert d'interprétation des analyses chimiques des sols réunionnais, 98p, 1998. Document de travail du CIRAD-CA N° 1-98

POUZET D., A. ELLE, A.RASSABY, 2001 : Evaluation des Résidus de Récolte à la Réunion. CIRAD, Programme Canne à sucre 2001, p 47-48 (www.cirad.fr).