



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**

*SOCIETE CARAIBE
POUR LES PLANTES ALIMENTAIRES*

25

Twenty fifth
Annual Meeting 1989

25^e CONGRES ANNUEL

Guadeloupe

Vol. XXV

PROBLEMES SOULEVES PAR LA CARACTERISATION, A L'ECHELLE DE LA PARCELLE, DU STATUT CATIONIQUE DE SOLS FERRALITIQUES DE GUADELOUPE

Yves-Marie CABIDOCHÉ, Folkert van OORT

Unité de Science du Sol Station Agropédoclimatique de la Zone Caraïbe
INRA Antilles-Guyane
BP 1232 - F. 97184 POINTE A PITRE CEDEX

RESUME

Sur les sols ferrallitiques du domaine expérimental INRA de Duclos (Petit-Bourg, Guadeloupe), le *Macroptilium atropurpureum* cv Siratro subit divers degrés de toxicité aluminique, d'une parcelle à l'autre, comme à l'intérieur d'une parcelle. Les symptômes répondent à la distribution spatiale du rapport de Kamprath ($k = \text{Al saturation}$). Cette variabilité permet la mise en évidence d'une loi de comportement unique $k = f(\text{pHKCl})$ sur une même parcelle. Des parcelles de positions topographiques différentes, montrent des lois différentes, $k = f(\text{pHKCl})$, $\text{Ca}/\text{CEC} = g(\text{pHKCl})$, $\text{CEC} = h(\text{Matière organique})$, en réponse à des nuances de composition minéralogique. Une fois déterminées, ces lois permettent de simplifier le diagnostic du chaulage. Au-delà, plus que les valeurs des variables d'état, les véritables caractéristiques physico-chimiques permanentes d'une unité de sol sont les paramètres de ces lois.

ABSTRACT :

QUESTIONS RAISED ABOUT CATION-CONTENT DEFINITION OF
GUADELOUPEAN OXISOLS, STUDIED AT THE FIELD-PLOT SCALE

Grown on oxisols of I.N.R.A.'s experiment station Duclos (Petit-Bourg, Guadeloupe), *Macroptilium atropurpureum* cv Siratro reveals various degrees of aluminum toxicity. The symptom distribution on field-plots agrees with the spatial distribution of the Kamprath's ratio (k , «Aluminum saturation»). The soil of the field-plot, showing a tilled layer formed by a homogeneous material, display a single behaviour law : $k = f(\text{pHKCl})$. In order to define lime

requirement, based on low costing analysis, three laws are established for different soils units : $k=f(pHKCl)$, $CA/CEC=g(pHKCl)$, $CEC=h(O.M. \text{ content})$. The differences between parameters of one law, for different soil units, result from slight mineralogical gradations. More than individual state variables values, the behaviour law parameters values are characteristic of a soil-unit.

INTRODUCTION

La diversité des sols de la Caraïbe, reflétant celle des climats, des roches et des âges de pédogénèse, se traduit par une gamme étendue de contraintes édaphiques vis-à-vis de la production végétale. Même si l'on dispose de cartographies détaillées des sols dans presque toutes les îles, il est rare que les unités de sols soient illustrées correctement par leurs propriétés fonctionnelles pour la production végétale. Certaines des variables analysées, de valeurs caractéristiques d'une unité dans d'autres milieux, sont dans la Caraïbe des variables d'état, dont les valeurs ne sont constantes ni dans l'espace, ni dans le temps. Ce problème est ici discuté, dans le cas des variables de l'échangeur cationique des sols ferralitiques désaturés développés en Guadeloupe sur roches volcaniques.

I. EXPRESSION DIFFERENTIELLE D'UNE TOXICITE ALUMINIQUE PRESUMEE, AFFECTANT *Macroptilium atropurpureum* cv SIRATRO, DANS UN MEME DOMAINE EXPERIMENTAL DE SOLS FERRALITIQUES.

La recherche de légumineuses fourragères adaptées aux sols tropicaux acides est un souci partagé par beaucoup de chercheurs, en tant que seule manière économique d'améliorer la teneur en matières azotées des fourrages tropicaux. A la suite d'essais de comportement préliminaires multilocaux, le Groupe de Travail sur les fourrages du Centre I.N.R.A. Antilles-Guyane avait retenu *Macroptilium atropurpureum* cv Siratro comme légumineuse capable de constituer en Guadeloupe des associations viables avec des graminées. En effet, des essais préliminaires avaient montré que le Siratro était capable de se développer tant dans les zones à saison sèche marquée et sur des sols neutres ou basiques (vertisols s.l. de Grande-Terre), que dans les zones humides et sur des sols acides (sols ferralitiques du Nord-Est de la Basse-Terre, essai «AP83» au Domaine Duclos). Des essais de résistance à la sécheresse avaient été parallèlement effectués sur sols ferralitiques («BC85» par les Bioclimatologistes, dans lesquels le Siratro n'avait montré aucun problème de développement.

Lorsqu'il s'est agit d'effectuer des tests de comportement en association

Tableau 1 : Caractérisation analytique des sols (0 - 20 cm) ayant reçu des essais de Siratro (Moyennes en gras et écarts type)

	MO	C	N H2O	C/N KCIN	pH	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺	CEC
AP 83	2,76	1,61	1,6	10,4	5,1	4,33	9,2	3,59	0,36	0,17	0,6	21,2
	0,19	0,11	0,27	0,8	0,17	0,06	0,96	0,21	0,09	0,05	-	1,6
BC 85	2,63	1,54	1,6	9,6	5,1	4,3	7,3	1,51	0,39	0,17	0,95	17,5
	0,32	0,26	0,3	0,2	0,2	0,15	1,09	0,37	0,02	0,08	0,65	1,3
Témoïn	3,43	1,99	2,12	9,5	4,9	4,1	0,67	0,17	0,11	0,04	2,13	9,3
	0,08	0,5	0,03	0,2	0	0	0,15	0,02	0,03	0,01	0,35	0,2
Siratro 85	3,44	2	1,98	10	4,63	4	0,7	0,13	0,08	0,05	3,23	9,3
	0,17	0,1	0,09	0,1	0,11	0	0,17	0,03	0,01	0,01	0,15	0,1
CaO	3,33	1,94	2,1	9,3	5,18	4,57	2,9	0,34	0,19	0,05	0,35	9,5
	0,26	0,15	0,09	0,7	0,13	0,13	0,42	0,12	0,13	0,02	0,17	0,44
Siratro 85	3,96	1,96	1,9	10,3	4,9	4,23	2	0,19	0,08	0,04	1,75	9,2
	0,11	0,07	0,07	0,4	0,18	0,15	0,74	0,06	0,02	0,01	0,82	0,3

MO : teneur en matière organique (g/100g)= C*1,72

C : teneur en carbone (g/100g) méthode Anne

N : teneur en azote (g/1000g), méthode Kjeldhal

Bases échangeables : Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ (méq/100g), déplacées par acétate de NH4

Al³⁺ : Aluminium échangeable (méq/100g), déplacé par le KCl N (méthode Jackson)

CEC : Capacité d'échange en Cations (méq/100g), à l'acétate de NH4 (methode Metson)

Siratro - *Setaria sphacelata*, la surface nécessaire aux essais a imposé le recours à une parcelle expérimentale de plus grande taille, située sur un versant à moins d'un kilomètre des essais initiaux, toujours sur le Domaine Duclos. Le pH mesuré étant plus faible, un léger chaulage (CaO de Ca(OH)₂ = 1,36 t.ha⁻¹ le 11/05/85) a permis de réintroduire un pH compatible avec celui des essais précédents (tableau 1) dans un traitement («CaO») ; un témoin non chaulé a été conservé («Témoin»). L'ensemble a reçu une fertilisation modérée (N d'ammonitrate = 40 Kg.ha⁻¹ avant semis, puis chaque mois et demi ; P₂O₅ de «super triple» = 150 Kg.ha⁻¹ avant plantation ; K₂O de sulfate de potassium = 60 Kg.ha⁻¹ avant semis, puis chaque mois et demi). Le semis a eu lieu le 27/10/85 (2 Kg.ha⁻¹ en rangs équidistants de 60 cm, intercalés avec les rangs de *Setaria*).

Le 23/01/86, soit trois mois après semis, le siratro montrait de sérieux problèmes de croissance et de développement, en particulier dans le témoin non chaulé. Les plantes ont alors été sommairement décrites selon les caractères suivants :

- nombre d'entre-noeuds de la tige principale.
- état apparent du feuillage en quatre classes de couleurs (vert foncé, vert moyen, vert jaunâtre, jaune à rouille).
- architecture de l'enracinement et observations de nodulation.

Ces observations ont été faites sur des segments de rangs, dont chacun a supporté un prélèvement moyen de sol 0-20 cm, pour analyses (tableau 1). Elles ont montré que le développement de la plante était fortement perturbé dans «Témoin», et à un degré moindre dans «CaO» :

- 3 à 8 entre-noeuds (moyenne 5) en «Témoin», 5 à 19 (moyenne 9) en «CaO» ; un Siratro se développant dans de bonnes conditions montre en Guadeloupe au minimum 15 entre-noeuds, trois mois après semis.
- plus des 2/3 des plantes ont un feuillage jaunâtre à jaune rouille dans «Témoin», contre seulement 1/4 dans «CaO».

- dans «Témoin», si les racines principales descendent à plus de 60 cm, les racines secondaires sont courtes (<1 cm), ou nécrosées, ou absentes ; aucun nodule n'est visible. Dans «Cao», les racines ont plusieurs ramifications de premier et deuxième ordre ; des radicules sont visibles dans la couche 0-20 cm ; les nodules sont cependant peu nombreux (1 à 3 par pied).

Les données d'analyses de sol montrent des teneurs en Ca échangeable et des pHKCl significativement plus élevés, et des teneurs en Al échangeable plus faibles, pour «CaO» que pour «Témoin». Les autres éléments causes de toxicité (Mn) ou de carence (Mo) n'ont pas été analysés.

D'après Skerman (1982), le Siratro n'est pas exigeant en Ca ; ce dernier

n'est qu'un indicateur indirect de pH, qui lui même permet la mobilisation d'autres éléments. L'hypothèse d'une carence en molybdène pourrait éventuellement expliquer les mauvaises nodulations observées, mais pas les autres symptômes. S'agissant de la toxicité manganique, si les symptômes foliaires correspondent à ceux décrits par Andrew et Pieters (1970), on n'a cependant pas observé de torsion épïnastique des pétioles ni des feuilles pour les plantes les plus atteintes. Par ailleurs le sol ferrallitique, en pente, montre un meilleur drainage interne que les sols ayant, à pH égal, supporté les essais antérieurs («AP83» et «BC85») ; en particulier les concrétions ferro-manganiques, abondantes dans ces derniers, qui témoignent d'importantes mobilisation d'ions manganoux, sont absentes ici. Les importantes perturbations du développement des parties aériennes, et surtout du développement racinaire autorisent une forte présomption de toxicité aluminique.

Une confrontation détaillée des critères biométriques et des résultats d'analyses obtenus sur les mêmes segments d'observation permet de renforcer cette présomption. La variable de sol retenue comme indicatrice du risque de toxicité aluminique est le rapport de Kamprath (1967) : $k = \text{Al échangeable} / (\text{Al échangeable} + \text{Somme des bases échangeables})$. Ce rapport caractérise la garniture cationique de l'échangeur-sol par la part de l'élément toxique sur la somme des cations assimilables. Il est fréquemment utilisé dans la littérature anglophone sous le terme «Al saturation», comme référence de tests de résistance variétale à la toxicité aluminique (Flores et al, 1988). On observe une corrélation négative entre nombre d'entre-nœuds et valeurs de k (fig. 1) ; la classe de couleur de feuillage «jaune à rouille» montre des valeurs de k significativement différentes de celles des classes vert foncé et vert moyen (fig. 2). Dans «CaO», on observe une variabilité spatiale des pH et des teneurs en Ca échangeable due à des hétérogénéités d'épandage de la chaux et à des redistributions des parties convexes vers les parties concaves ; on observe par ailleurs une très forte «réponse» des symptômes à cette variabilité, indice d'une forte sensibilité des variations de k aux variations de pH. Par ailleurs, pour des pHKCl voisins, la partie convexe de «CaO» (pHKCl=4.4) montre un k beaucoup plus élevé (0.17) que les sols des essais antérieurs (0.09, pH=4.3 pour «BC85» ; 0.04, pH=4.33 pour «AP83»). Ceci permet d'expliquer que la zone convexe de «CaO» montre déjà des symptômes de toxicité, alors que rien n'avait été remarqué lors des essais antérieurs.

A travers cette analyse de la présomption de sensibilité du Siratro à la toxicité aluminique, la multiplication des sites d'essai et les analyses multiples et localisées à l'intérieur d'un traitement conduisent à penser que la sensibilité des variations de k aux variations de pH dépend étroitement des situations, exprimant des nuances de constitution à l'intérieur de sols de

la même famille, de même roche mère volcanique, et proches spatialement les uns des autres dans un même domaine expérimental.

II. ANALYSE DES LOIS D'INTERRELATION ENTRE pHKCl ET RAPPORT DE KAMPRATH SUR DES PETITES PARCELLES DE SOLS FERRALITIQUES.

Deux situations ayant fait l'objet d'un échantillonnage 0-20 cm détaillé ont été analysées :

- un essai d'apport de bagasse compostée sur un sol ferralitique du replat intermédiaire du Domaine Duclos, échantillonné en 1982 («BAGASSE 82»).
- le regroupement des traitements contigus «CaO» et «Témoin» de l'essai «Siratro 85-86», sur un sol ferralitique de versant du Domaine Duclos.

Les deux situations sont distantes de 400 m, dans chacune d'elles le matériau est supposé homogène vu l'exiguïté de la surface échantillonnée (moins de 400 m²).

21. Modèle de loi testé

Il s'agit d'un modèle déterministe dans son allure générale et ses conditions aux limites, empirique dans son développement en tant que faisant appel à deux paramètres d'ajustement :

- il décrit une relation monotone décroissante d'allure sigmoïde.
- $k \rightarrow 0$ lorsque $\text{pH} \rightarrow \text{pH}_0$, et $dk/d\text{pH} \rightarrow 0$; cette contrainte traduit l'existence d'un pH_0 , limite inférieure en-dessous de laquelle l'hydrolyse des argiles libère des Al^{3+} qui provoquent une saturation aluminique de l'échangeur.
- $k \rightarrow 0$ lorsque $\text{pH} \rightarrow +$; cette hypothèse, excessive sur le plan chimique, correspond de manière pragmatique à une description correcte des points de pH élevé, pour lesquels K est non nul, et affecté d'une grande incertitude relative.
- un paramètre a permis de faire varier la sensibilité de la variation de k aux variations de pH, que l'on peut exprimer par la pente au point d'inflexion de la sigmoïde.

La prise en compte du pHKCl comme variable explicative, et non du pH_{H2O}, vient de l'emploi de KCl N dans le protocole Jackson d'extraction de l'aluminium échangeable, utilisé ici.

Une relation possible a pour équation :

Figure 1 : Présomption de toxicité aluminique sur le Siratro

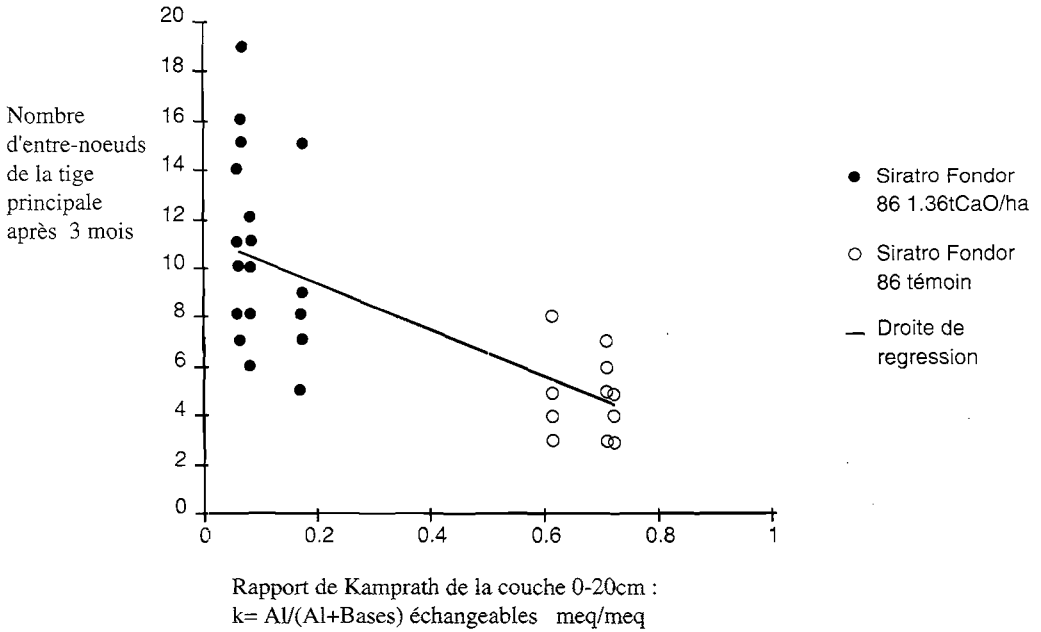
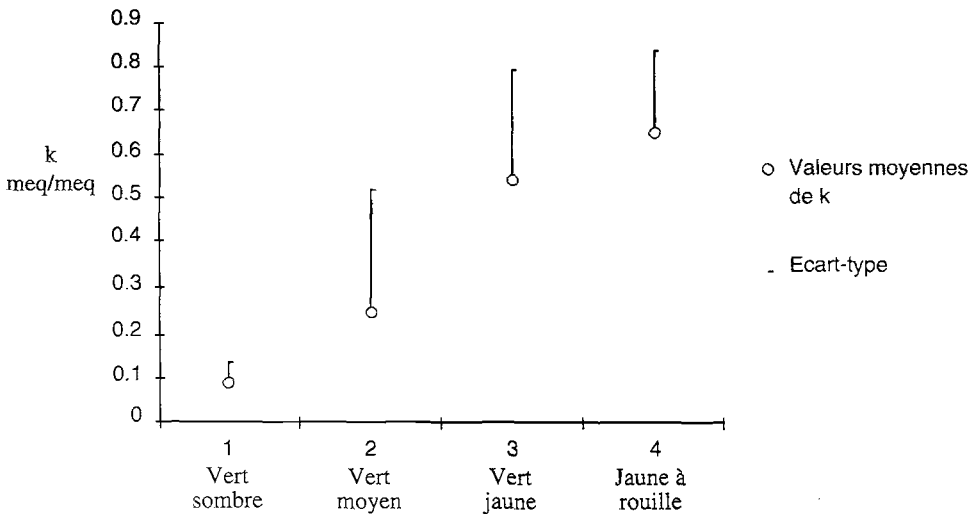


Figure 2 : Valeurs de k par classe de couleurs de feuillage du Siratro



$$k = (1 + (pH-pH_o)/a) * \exp((pH_o-pH)/a)$$

Les ajustements des paramètres pH_o et a ont été effectués sur le modèle complet, par le logiciel cs-nl (Bouvier et al, 1985) implanté sur le calculateur Bull DPS8/62, sous système Multics, à la station de Biométrie INRA de Jouy-en-Josas.

22. Cas des sols des versants du Domaine Duclos (Siratro 85-86)

L'ajustement du modèle est effectué sur la collection de données (k, pH_{KCl}) obtenues sur les prélèvements du 21/06/86 en «CaO» et «Témoin» de l'essai Siratro 85-86, complétée par les données issues de prélèvements identiques le 6/11/86, destinés à évaluer l'arrière effet du chaulage 18 mois après l'apport.

Les points expérimentaux et la courbe ajustée, correspondant à $pH_o = 3.87$ et $a = 0.18$, sont représentés sur la figure 3. On notera la bonne qualité de la description du nuage de points, étayant la validité du modèle ; la garantie de constance du matériau est ici fournie par la proximité des prélèvements (surface totale soumise à prélèvements : 850 m^2), et par l'absence de différenciation morphologique des échantillons.

23. Cas des sols du replat intermédiaire du Domaine Duclos (Bagasse 82)

La collection de données a été obtenue à partir de prélèvements d'un essai d'apport de bagasse compostée sur des sols ferrallitiques du replat intermédiaire, sur une surface totale de 400 m^2 .

Les points expérimentaux, ainsi que la courbe ajustée, correspondant à $pH_o = 3,48$ et $a = 0,21$, sont représentés sur la figure 3.

Ici, la dispersion des points autour du modèle est plus importante ; outre le fait que la bagasse apportée a pu altérer légèrement la loi, l'essai s'est déroulé sur un sol remodelé ; l'homogénéité du matériau pédologique est donc moins évidente que dans le cas précédent.

La courbe ajustée, et les nuages de points expérimentaux, sont nettement disjoints de ceux du cas précédent. On vérifie bien l'hypothèse que des matériaux proches, mais de situations géomorphologiques différentes, sont associés à des lois $pH_{KCl}-k$ différentes, qui rendent compte des sensibilités différentes de l'accroissement de k aux diminutions du pH_{KCl} . Grâce à la variabilité spatiale ou temporelle des valeurs nécessaire pour ajuster les paramètres des lois.

Figure 3 : Relations pH KC1 - rapport de Kamprath à l'échelle de petites parcelles

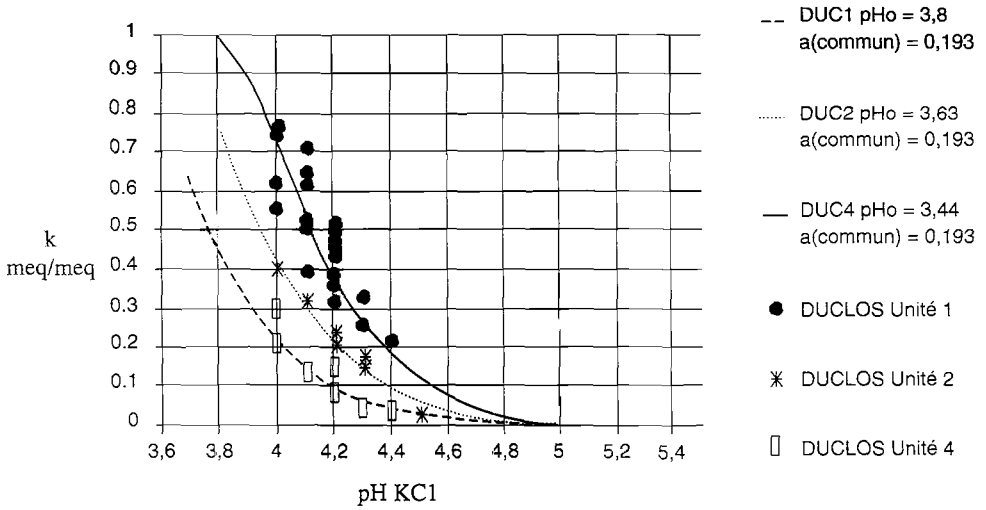
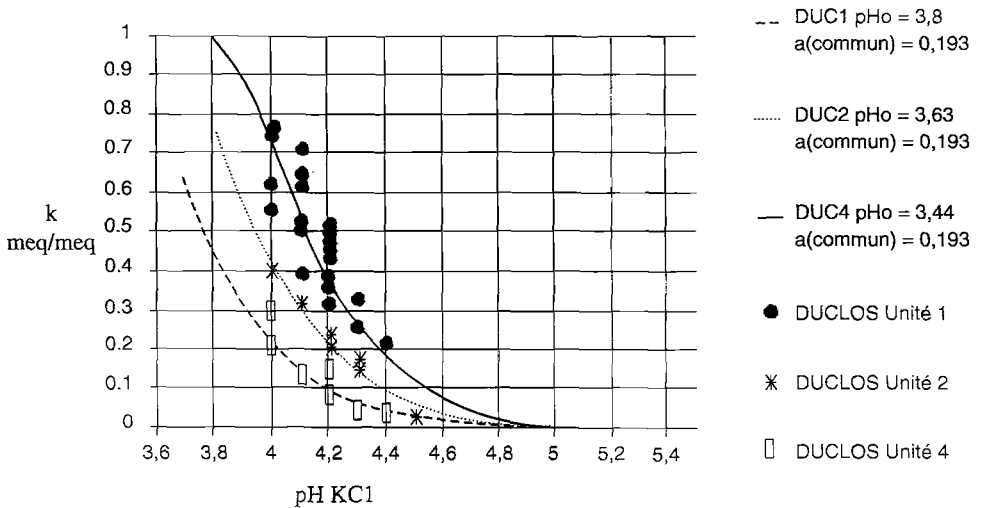


Figure 4 : Relations pH KC1 - rapport de Kamprath sur les unités d'un même paysage



III. ANALYSE DES LOIS D'INTERRELATIONS ENTRE VARIABLES SUR DIFFERENTES UNITES DE SOLS FERRALITIQUES

L'approche précédemment appliquée à deux petites parcelles a été généralisée à l'ensemble du domaine expérimental de Duclos, sur les résultats d'une campagne d'analyses systématiques de la couche 0-20 cm de l'ensemble des parcelles, réalisée en 1983.

L'ensemble des sols appartient au groupe des sols ferralitiques désaturés, au sens où le minéral argileux prédominant est de type 1 : 1, où les oxyhydroxydes de fer réalisent une cimentation des argiles en micro-agrégats de 20 à 80 μm et confèrent aux sols une couleur rougeâtre, et où l'acidité et la désaturation en bases sont fortes. La distinction de plusieurs unités de sols est délicate, dans la mesure où les zones apparaissant planes à l'heure actuelle ont été remodelées au bulldozer en 1968, sans que ce remodelage n'ait été mémorisé sur une carte. Ce dernier a modifié la logique de distribution des identifiants morphologiques des horizons (B) ou (B)C, de telle sorte qu'un zonage de ces identifiants est impossible, même à grande échelle. Tout au plus peut-on remarquer lorsque l'on descend du sommet d'interfluve jusqu'au niveau d'une rivière, un étagement de formes du relief (versant, replat de «terrasses», haut, intermédiaire et bas), correspondant à une atténuation des caractères ferralitiques : moindre netteté de micro-structure, affirmation d'une texture correspondant à la granulométrie, et changement de couleur des horizons (B) passant de brun-rougeâtre à brun-jaunâtre. Certaines zones du replat bas, contenant encore des éléments grossiers non altérés, ont conduit Colmet-Daage à les qualifier explicitement d'alluvions dans la carte des sols de la Guadeloupe au 1/20000e (1967). Cette évolution des caractères en passant d'une forme du relief à l'autre a conduit à une stratification a priori des données en trois groupes d'origine géomorphologique :

- versants (Unité 1),
- replat de terrasse haut (Unité 2),
- replat de terrasse bas (Unité 4).

Dans chaque unité, la dispersion des valeurs permettant d'établir des lois est obtenue grâce à une grande diversité d'occupation des sols et de techniques culturales (en particulier, amendements basiques plus ou moins importants et anciens).

31. Recherche des relations entre variables nécessaires pour le raisonnement du chaulage

Trois lois d'interrelation sont ici recherchées : $k=f(\text{pHKCl})$, $\text{Ca}/\text{CEC}=g(\text{pHKCl})$, $\text{CEC}=h(\text{MO})$. La première permettra de déterminer un pHKCl , objectif à

atteindre pour obtenir un Ks supportable pour une espèce où une variété donnée. La deuxième permettra de calculer l'accroissement de la proportion de calcium sur la capacité d'échange, nécessaire pour passer de pHKCl (actuel) à pHKCl_s (objectif). Enfin, sous l'hypothèse que les charges variables sont peu abondantes, la détermination de la CEC à partir de la simple connaissance de la teneur en matière organique (MO), permettra de calculer l'accroissement du Ca échangeable, et donc la quantité d'amendement basique à apporter pour atteindre un Ks admissible. Une fois connues ces trois lois, le diagnostic du besoin en amendement est donc fortement allégé, ne requérant que deux déterminations analytiques peu coûteuses, pHKCl et Carbone.

32. Relation $k=f(\text{pHKCl})$ (figure 4)

Le modèle ajusté est le même que dans le cas des petites parcelles.

Les matériaux présumés différents, en tant qu'appartenant à des unités géomorphologiques différentes, montrent des lois de comportement moyennes différentes entre elles. Par ailleurs, les nuages de points sont disjoints, ce qui laisse penser qu'on a bien affaire à des coupures spatiales dans la nature des matériaux. A l'intérieur d'une unité, la dispersion des points autour de l'ajustement est plus grande que dans le cas des petites parcelles ; en effet, la dispersion spatiale des prélèvements étant plus grande, la présomption d'homogénéité des matériaux diminue.

33. Relation $\text{Ca}/\text{CEC}=g(\text{pHKCl})$ (figure 5)

Le modèle linéaire ($\text{Ca}/\text{CEC}=b \cdot \text{pH} + c$) a été ici retenu, comme le plus simple à tester en fonction de l'allure des nuages de points. Seuls ont été soumis à la régression linéaire les points de pHKCl inférieur à 5, zone dans laquelle Ca/CEC doit être estimé pour le calcul du besoin en chaux.

Seule la pente b de la droite nous sera utile pour calculer l'accroissement de Ca/CEC nécessaire pour passer de pHKCl à pHKCl_s. La pente relative à l'unité l est significativement différente des deux autres.

34. Relation $\text{CEC}=h(\text{MO})$ (Figure 6)

Même si l'on sait qu'il y a interaction entre fractions minérale et organique, l'amplitude des valeurs n'est pas suffisante pour que l'on obtienne un meilleur ajustement avec un modèle curviligne qu'avec un modèle linéaire. On testera donc le modèle $\text{CEC}=d \cdot \text{MO} + e$, dans lequel les CEC des fractions minérale (de valeur e, méq/100g) et organique (de valeur d, méq/100g si MO est en g/100g) sont additives.

Sur les unités 1 et 4, pour lesquelles le coefficient de régression est de l'ordre de 0.5, les valeurs de d obtenues ne sont pas significativement différentes. En revanche, les valeurs de e sont différentes d'une unité à l'autre, confirmant bien les différences de matériaux entre unités, présumées lors de l'étude des lois $k=f(\text{pHKCl})$.

Si les différentes unités n'avaient pas été distinguées, une régression globale sur la CEC en fonction de MO donnerait des paramètres aberrants, comme si l'augmentation de la teneur en matière organique faisait baisser la CEC. Il se trouve que la teneur moyenne en MO de l'unité 4 est inférieure à celle de l'unité 1 : cette dernière porte depuis longtemps des prairies artificielles, alors que l'unité 4 est plutôt occupée par des cultures à cycle court, sur un sol fréquemment travaillé. L'obtention d'une telle relation aberrante doit conduire à la recherche d'unités de matériaux différents à l'intérieur de la population d'échantillons.

IV. SIGNIFICATION MINÉRALOGIQUE DES VALEURS DES PARAMÈTRES DES LOIS

Au niveau régional, Colmet-Daage (1982) mentionne que les sols ferrallitiques du Nord-Est de la Basse-Terre de Guadeloupe sont principalement constitués de kaolinite.

Une première caractérisation des sols du Domaine Duclos, faite sur des échantillons conservés humides, a permis de montrer que les minéraux prédominants de la fraction 0-2 μm des différentes unités sont des halloysites (Grandjean, 1983).

Cependant, les CEC des fractions minérales des sols de l'unité 4, rapportées à la fraction 0-2 μm , ou même 0-20 μm , donnent des valeurs respectivement de 55 et 30 méq/100g, élevées pour des halloysites. Ces valeurs élevées conduisent à l'hypothèse de la présence de minéraux 2:1, qui auraient échappé aux premières déterminations. Par ailleurs, si des minéraux 2:1 étaient présents dans l'unité 4, ils pourraient l'être aussi dans les autres unités, sous des formes plus ou moins altérées, puisque le caractère alluvial de l'unité 4 s'appuie sur un bassin versant constitué de sols apparentés à l'unité 1. Une recherche complémentaire de minéraux 2:1 a été effectuée (Van Oort, 1988), sur des échantillons d'argiles extraites ayant subi des traitements de «nettoyage» des oxy-hydroxydes métalliques de surface, permettant d'améliorer la lisibilité des diagrammes de diffraction RX aux petits angles.

La présence de minéraux 2:1 a été mise en évidence pour toutes les unités

Figure 5 : Proportion de Ca échangeable sur la capacité d'échange

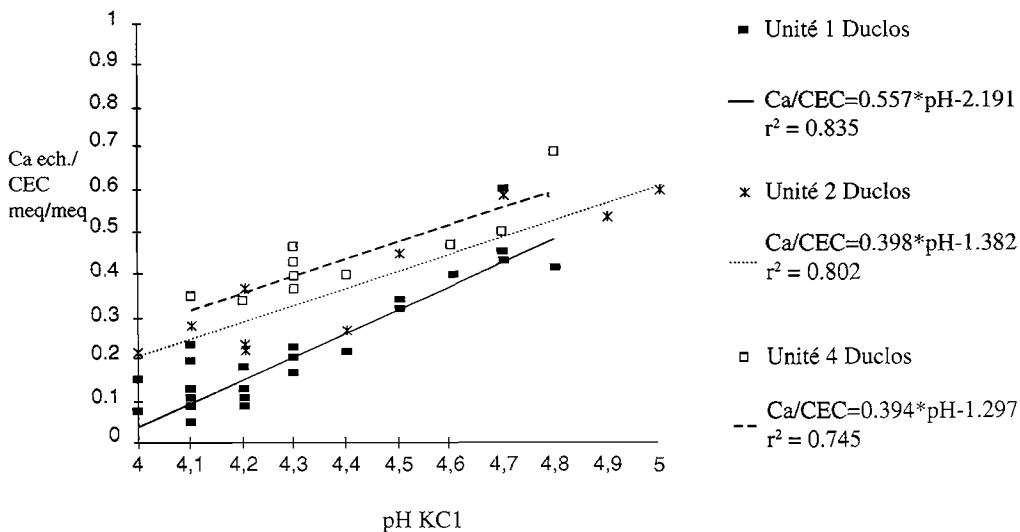
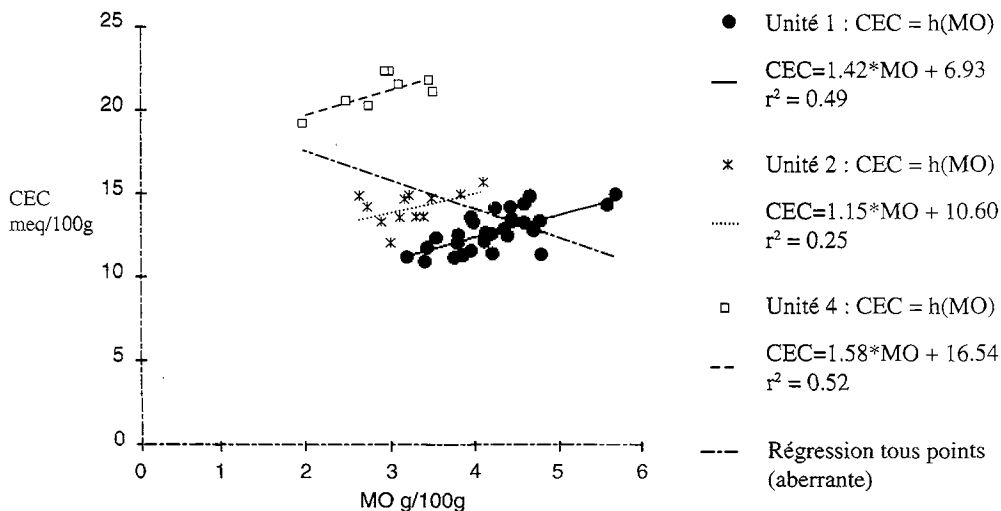


Figure 6 : Relation teneur en matière organique (MO) - Capacité d'échange en cations



- dans l'unité 4, il s'agit d'une smectite vraie, gonflant à l'éthylène glycol, se refermant au chauffage à 1 nm.
- dans l'unité 2, seule une partie du cortège gonfle encore à l'éthylène glycol, l'autre restant à 1.4 nm ; au chauffage à 250°C, la fermeture est incomplète (1.2 nm). Il s'agit d'un intergrade.
- dans l'unité 1, le pic à 1.4 nm reste stable à l'éthylène glycol ou au chauffage à 250°C, on est donc en présence d'une vermiculite hydroxy-alumineuse extrême (pseudo-chlorite), argile de transformation habituelle des smectites en milieu acidolytique.

Ces résultats sont compatibles avec les différences de CEC des fractions minérales : la smectite vraie de l'unité 4 lui confère une CEC élevée ; au contraire, dans l'unité 1, le minéral 2:1 verrait ses sites d'échange relativement bloqués par les calles hydroxy-alumineuses. Les valeurs de pH_0 caractérisant les lois $k=f(pHKCl)$ sont cohérentes avec les différents états des minéraux 2:1 observés selon les unités : plus basse dans l'unité 4, où la smectite est (encore) intacte, plus élevée dans l'unité 1, où le minéral 2:1 est fortement altéré, sous forme d'un intergrade de transformation à calle hydroxy-alumineuse. La forte proportion d'aluminium échangeable, apparaissant à des pH encore élevés, pourrait provenir de la mobilisation d'une partie de l'aluminium des calles interfoliaires. Ainsi, la présence de minéraux 2:1 ne suffit pas à expliquer l'importance de l'aluminium échangeable, comme l'ont suggéré Pratt et al (1969), encore faut-il que ce minéral soit déjà fortement altéré dans un contexte acidolytique. Un extrême a pu être rencontré dans les projections volcaniques à intergrade et pyrite de la dernière éruption de la Soufrière de Guadeloupe en 1976-77 (Cabidoche et al, 1987).

CONCLUSION

L'analyse des lois d'interrelations entre variables d'état des sols ferrallitiques de Guadeloupe, ainsi que les perspectives d'utilisation qu'elles offrent, nous conduit aux réflexions suivantes :

- l'attitude fréquente des pédologues, illustrant une unité cartographique par des collections de valeurs de variables analysées sur un «profil» dit représentatif, n'est pas totalement cohérente ; en effet, si la cartographie des sols a été bien faite, seule la constance qualitative, et parfois quantitative, du matériau d'un horizon donné est garantie au sein d'une unité. Ainsi seule les valeurs des variables «de constitution» seront constantes pour un horizon

d'une unité : c'est le cas de la CEC de la fraction 0-2 μ m, parfois de la granulométrie, et dans les cas que nous avons évoqués des paramètres des lois d'interrelations, qui sont en fait des lois de comportement chimique des matériaux.

- dans le cas des sols acides tropicaux, tous les résultats d'analyses relatifs au statut cationique doivent être considérés comme des valeurs de variables d'état, pouvant varier beaucoup dans l'espace et dans le temps. La connaissance des lois d'interrelation et de leurs paramètres permet de faire un diagnostic en lieu donné à une date donnée au moindre coût : ici, la détermination du pHKCl et de la teneur en Carbone suffisent pour estimer la CEC et le rapport de Kamprath, et pour déterminer un besoin en chaux fondé sur un niveau admissible de proportion d'aluminium échangeable.

- une telle attitude oblige à s'éloigner de la notion de profil représentatif, pour rechercher au contraire une dispersion maximale des valeurs des variables d'état lors de l'échantillonnage, sous des itinéraires techniques et modes d'occupation du sol différents (Cabidoche, 1984).

- la recherche de ces lois permet de définir des nuances de composition des matériaux, qui échappent à l'étude de terrain et aux déterminations courantes, et peuvent avoir un rôle décisif vis-à-vis d'une contrainte donnée (ici, degré d'altération des minéraux 2:1 accessoires, et importance de l'aluminium échangeable).

Dans le cas traité ici, et compte-tenu des variables complexes utilisées, les modèles ajustés comportent une grande part d'empirisme. Dans d'autres applications, des lois déterministes peuvent être utilisées dans le même esprit.

BIBLIOGRAPHIE

ANDREW C.S, PIETERS W.H.J., 1970. - Manganese toxicity symptoms of one temperate and seven tropical pasture legumes. CSIRO Aust. Div. Trop. Pastures, Tech. Paper n° 4.

BOUVIER A., GELIS F., HUET S, MESSEAN A, NEVEU P., 1985. - Manuel CS-NL. Labo. de Biométrie, INRA, Jouy-en-Josas, 186 p.

CABIDOCHÉ Y.-M., 1984. - Une approche cartographique du fonctionnement des sols de Guyane comme support des productions fourragères. Réunion inter-instituts INRA, ORSTOM, GERDAT «Prairies guyanaises et élevage bovin», Cayenne-Suzini, 15-16 décembre 1981. Ed. INRA Publ., «les Colloques de l'INRA», n° 21, 127-163.

CABIDOCHÉ Y.-M., FELLER C., LARQUE P, SOBESKY O., 1987. - Sur un double mécanisme d'acidification des sols sous l'influence de cendres volcaniques récentes. Le cas de la Soufrière de Guadeloupe après les éruptions de 1976-77. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 304, série II, 935-938.

COLMET-DAAGE F., 1967. - Légende de la Carte des Sols de Guadeloupe et Martinique au 1/20 000e. ORSTOM, Fort de France.

COLMET-DAAGE F., 1982. - Pédologie. Atlas des Départements Français d'Outre-Mer, vol. III, la Guadeloupe, pl. 10. Ed. CEGET/CNRS, Bordeaux.

FLORES C. I., CLARK R.B., GOURLEY L.M., 1988. - Growth and yield traits of sorghum grown on acid soil at varied aluminum saturations. *Plant and Soil*, 106, 49-57.

GRANDJEAN E., 1983. - Relations entre la genèse, la minéralogie des fractions fines, et le comportement hydrique des sols développés sur roches volcaniques récentes, Basse-Terre (Guadeloupe). D.E.A. Pédologie et Aménagement des Sols, Un. Paris VII, 93 p.

KAMPRATH E.J., 1967. - Soil acidity and response to liming. *Rech. Bull. 4 International Soil Testing Series. N.C. State Univ. Agri. Exp. Sta. Raleigh, North Carolina.*

PRATT P.F., PETERSON F.F., HOLZLEY C.S., 1969. - Qualitative mineralogy and chemical properties of a few soils from Sao Paulo, Brazil. *Turrialba*, 19, 4, 491-496.

SKERMAN P.J., 1982. - Les légumineuses fourragères tropicales. Ed. FAO, Rome. 666 p.

VAN OORT F., 1988. - Présence et évolution des minéraux argileux accessoires de type 2:1 dans les sols ferralitiques d'origine volcanique de la Guadeloupe. Conséquences physico-chimiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 307, Série II, 1297-1302.