

**VALEUR COMPARÉE DES DIVERSES  
MÉTHODES DE DOSAGE DES BASES  
ÉCHANGEABLES DANS LES SOLS TROPICAUX**

par

*Juliette*

M<sup>lle</sup> BELEY - *Chef de la Division de Chimie de la Section Technique d'Agriculture Tropicale*

M. CUENJI - *Ingénieur Chimiste, assistant*

M. NGUYEN MINH THUY - *Ingénieur Chimiste, Assistant*

M. CHEZEAU *du laboratoire des Sols*

Parmi les caractéristiques chimiques des sols tropicaux, la composition du complexe absorbant tient une place essentielle. D'elle dépendent un certain nombre de propriétés fondamentales du milieu sol : propriétés physiques, réaction et pouvoir tampon, conservation dans le sol arable des bases indispensables à la nutrition des végétaux.

Il importe donc de pouvoir doser les éléments désignés communément sous le nom de « bases échangeables », dont les principaux sont le calcium et le potassium en premier lieu, le magnésium et le sodium ensuite.

La question se pose alors de savoir quelle méthode adopter pour le dosage de ces éléments, restant entendu que la rapidité d'exécution ne doit pas nuire à la précision des résultats. Il s'agit donc d'examiner comparativement les résultats obtenus sur les mêmes types de sols, avec les différentes méthodes actuellement utilisées dans les laboratoires d'analyse de sols.

Cette étude a été entreprise et l'examen des premiers résultats obtenus permet de tirer quelques observations. Mais il convient d'insister sur le fait qu'il s'agit là d'une étude préliminaire qui demande d'être encore très approfondie et étayée par des exemples multipliés avant de pouvoir énoncer, après analyse statistique des résultats, les conclusions qui s'imposeront.

Les points essentiels suivants ont été étudiés :

**A. — Dosages par voie chimique**

1<sup>o</sup> Fidélité des résultats obtenus par les macrométhodes de dosages classiques pour : Ca, Mg, K et Na.

2<sup>o</sup> Fidélité des résultats obtenus par les microméthodes de dosage pour : Ca, Mg, K et Na.

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n<sup>o</sup> 11214

27 1957 1087

## B. — Dosages par photométrie de flamme

1<sup>o</sup> Comparaison des résultats obtenus par photométrie de flamme et par macrométhodes de dosage sur un même extrait de sol, pour Ca et K.

2<sup>o</sup> Comparaison des résultats obtenus par photométrie de flamme et par microméthodes de dosage sur un même extrait de sol, pour Ca et K.

3<sup>o</sup> Etude de l'influence de la matière organique sur le dosage du calcium et du potassium par photométrie de flamme.

## C. — Essai préliminaire sur la valeur des tests rapides de Morgan appliqués aux sols tropicaux

Le choix des types de sols pour cette étude a été guidé par la diversité de leur origine géographique et géologique, et de leur composition chimique :

échantillons n<sup>os</sup> 1 et 2, horizons superficiels de sols non latéritisés de la Côte d'Ivoire (Région de Bingerville);

échantillons n<sup>os</sup> 3 et 4, horizons superficiels de sols latéritisés de la Côte d'Ivoire (Région de Gagnoa);

échantillons n<sup>os</sup> 5 et 6, horizons superficiels de sols du Cameroun d'origine basaltique (Région de Foumban);

échantillons n<sup>os</sup> 7 et 8, horizons superficiels de sols latéritisés d'Afrique Equatoriale française (Région d'Inoni);

échantillons n<sup>os</sup> 9, 10, 11 et 12, horizons superficiels de sols non latéritisés de la Haute-Volta (Région de Bobodioulasso).

Ces échantillons ont servi aux dosages effectués selon les diverses méthodes.

## Dosages par Voie chimique

1<sup>o</sup> *Fidélité des résultats obtenus par les macrométhodes de dosages classiques (Tableau I).*

Les dosages ont été effectués par deux manipulateurs a) et b), séparément, l'un étant plus entraîné que l'autre à ces dosages en série. Sans entrer dans le détail des méthodes, qui ont été décrites dans les « Protocoles d'analyse des sols tropicaux » (1), il paraît utile d'en indiquer ici les principes fondamentaux :

L'extrait de sol est obtenu selon la méthode de C. J. SCHOLLENBERGER (2) par lessivage avec une solution environ normale

d'acétate d'ammonium à pH 7,0, le rapport  $\frac{\text{sol}}{\text{solution}}$  étant égal à  $\frac{1}{10}$

Après élimination du fer et de l'alumine, et reprise du résidu par de l'acide chlorydrique au 10<sup>ème</sup>, les bases échangeables sont dosées de la façon suivante :

le calcium est précipité à l'état d'oxalate, le précipité est dissous dans l'acide sulfurique et l'acide oxalique libéré est titré par une solution de permanganate de potassium 0,1 N;

TABLEAU I

Résultats obtenus sur douze échantillons de sols,  
par deux manipulateurs, par les macrométhodes de dosage

Résultats exprimés en m.é. pour 100 g de sol

	N° du labo- ratoire	Calcium		Magnésium		Potassium		Sodium	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	2486	5,02	5,28	1,44	1,36	0,32	0,34	0,13	0,12
2	2250	7,20	6,68	2,68	2,64	0,19	0,19	0,12	0,10
3	2269	8,36	8,38	2,92	2,92	0,31	0,33	0,13	0,12
4	2273	10,74	11,13	2,30	2,28	0,54	0,52	0,11	0,11
5	4506	1,28	1,20	0,52	0,48	0,48	0,51	0,20	0,20
6	4512	23,60	23,78	2,54	2,44	2,00	2,00	0,28	0,28
7	4820	0,52	0,52	0,52	0,50	0,12	0,12	0,11	0,10
8	4822	0,52	0,52	0,48	0,49	0,11	0,12	0,10	0,09
9	1032	4,80	4,83	0,89	0,88	0,19	0,20	0,14	0,14
10	1035	2,80	2,80	1,20	1,28	0,29	0,29	0,19	0,19
11	1038	1,40	1,38	0,72	0,76	0,19	0,19	0,22	0,21
12	1041	1,80	1,64	0,68	0,69	0,23	0,23	0,20	0,18

Le magnésium est dosé dans le filtrat provenant du dosage du calcium par précipitation sous forme de phosphate ammoniacomagnésien, dissolution du précipité dans un volume connu en excès d'acide sulfurique 0,1 N et titrage en retour par une solution titrée de soude 0,1 N.

Le potassium est précipité à l'état de cobaltinitrite double de sodium et de potassium, le précipité est dissous dans un excès d'une solution titrée de permanganate de potassium 0,02 N que l'on titre en retour par l'acide oxalique.

Le sodium est dosé par pesée du précipité d'acétate triple d'uranyl magnésium et sodium obtenu selon KAHANE-BLANCHETIÈRE.

Les prises d'essai servant au dosage des différents éléments sont respectivement de 25 g pour le calcium et le magnésium, et de 12,5 g pour le potassium et le sodium.

L'examen des résultats peut surprendre par leur concordance parfaite, étant donné qu'il s'agit de deux prises d'essai différentes, mais les échantillons avaient été très soigneusement homogénéisés et les méthodes appliquées ont subi une mise au point extrêmement poussée qui élimine au maximum les causes d'erreurs dues aux manipulateurs.

L'erreur moyenne % entre les deux manipulations est de :

- 2,8 % pour le calcium, avec une erreur maximum de 8,1 %;
- 3,0 % pour le magnésium, avec une erreur maximum de 8,0 %;
- 3,0 % pour le potassium, avec une erreur maximum de 8,7 %;
- et 4,9 % pour le sodium, avec une erreur maximum de 18,2 %.

TABLEAU II

Résultats obtenus sur douze échantillons de sols,  
par deux manipulateurs, par les microméthodes de dosage

Résultats exprimés en m.é. pour 100 g de sol

	N° du labo- ratoire	Calcium		Magnésium		Potassium		Sodium	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	2486	5,04	5,25	1,50	1,43	0,35	0,35	0,12	0,14
2	2250	7,10	6,66	2,70	2,62	0,20	0,20	0,10	0,12
3	2269	8,60	8,24	3,01	2,92	0,35	0,35	0,12	0,12
4	2273	10,80	11,03	2,34	2,32	0,55	0,55	0,10	0,11
5	4506	1,40	1,22	0,54	0,52	0,54	0,55	0,19	0,21
6	4512	23,74	23,84	2,60	2,50	2,15	2,05	0,24	0,28
7	4820	0,56	0,56	0,51	0,49	0,13	0,13	0,10	0,11
8	4822	0,56	0,56	0,48	0,46	0,11	0,13	0,09	0,11
9	1032	4,86	4,79	0,89	0,85	0,19	0,20	0,14	0,14
10	1035	2,99	2,90	1,20	1,31	0,30	0,30	0,18	0,17
11	1038	1,49	1,49	0,72	0,75	0,20	0,20	0,21	0,21
12	1041	1,87	1,69	0,68	0,70	0,20	0,25	0,15	0,21

2° *Fidélité des résultats obtenus par les microméthodes de dosages (tableau II).*

Les dosages ont été effectués par les mêmes manipulateurs que précédemment.

Les méthodes utilisées, décrites dans les « Protocoles d'analyse des sols tropicaux » (1) sont celles de M. PEECH (3).

Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus à ceux donnés par les macrométhodes, les dosages ont été exécutés sur une fraction aliquote des extraits de sols ayant servi dans la première série d'essais.

Après séparation du fer, de l'alumine et des phosphates, le résidu est repris par de l'acide nitrique 0,1 N et les bases échangeables ont été dosées de la façon suivante sur une fraction aliquote :

*le calcium* est précipité à l'état d'oxalate, le précipité est dissous, directement dans le tube de centrifugation, dans l'acide sulfurique et l'acide oxalique libéré est titré par une solution de permanganate de potassium 0,05 ou 0,025 N;

*le magnésium* est précipité par la 8-hydroxyquinoléine, le précipité d'oxinate de magnésium est dissous dans l'acide chlorhydrique dilué et le dosage se fait par colorimétrie;

*le potassium* est précipité à l'état de cobaltinitrite de sodium et de potassium, le précipité est dissous dans l'acide sulfurique et le cobalt dosé par colorimétrie par le nitrososel R;

*le sodium* est précipité à l'état d'acétate triple d'uranyl, magnésium et sodium, le précipité est dissous dans l'eau et l'uranyl est dosé par colorimétrie:

Les prises d'essai servant au dosage des différents éléments sont respectivement, de 4 g pour le calcium, le magnésium et le sodium et 6 g pour le potassium.

Ici encore, les résultats accusent une bonne concordance, bien que les écarts soient souvent plus importants que par les macro-méthodes de dosage. En effet, l'erreur moyenne % entre les deux manipulations est de :

- 3,8 % pour le calcium, avec une erreur maximum de 14,0 %;
- 4,0 % pour le magnésium, avec une erreur maximum de 8,8 %;
- 4,2 % pour le potassium, avec une erreur maximum de 22,2 %;
- et 11,4 % pour le sodium, avec une erreur maximum de 33,3 %.

Etant donné que les dosages colorimétriques ont été faits à l'aide d'appareils n'ayant pas la même sensibilité — colorimètre photo-électrique bi-cellule de MEUNIER pour le manipulateur a) et colorimètre photo-électrique monocellule de JOUAN pour le manipulateur b) — il est sans doute nécessaire de nuancer les conclusions quant à une moindre fidélité des microméthodes.

En comparant les résultats obtenus, d'une part en utilisant les macrométhodes et d'autre part grâce à l'emploi des microméthodes, on constate une concordance très satisfaisante; la comparaison des erreurs moyennes relevées précédemment pour chacune d'entre ces méthodes semble pourtant indiquer que la précision des microméthodes est légèrement moindre, du fait que les prises d'essai, au départ, sont plus faibles, et que l'erreur absolue se trouve ainsi multipliée par un coefficient plus fort que dans le cas des macrométhodes.

Mais les avantages de ces microméthodes ne sont plus à contester pour les travaux en série nécessités par l'étude des sols : rapidité, donc gain de temps, matériel réduit et économie notable de réactifs.

### **Dosages par Photométrie de Flamme**

Les principes de base de la photométrie de flamme sont maintenant trop connus pour qu'il soit besoin de les traiter ici en détail. En résumé, une solution contenant le ou les éléments à doser est pulvérisée au moyen d'un atomiseur; les gouttelettes sont injectées sous certaines conditions dans une flamme et l'intensité de l'émission lumineuse est mesurée au moyen d'un dispositif cellule photo-électrique-galvanomètre.

Il existe actuellement de nombreux types d'appareils dans le commerce et la littérature abonde sur leurs possibilités d'emploi. La technique en elle-même est relativement simple, mais la sensibilité de chaque appareil varie dans de très larges limites, car elle dépend d'un grand nombre de facteurs inhérents à la construction.

L'appareil utilisé pour cette étude a été construit par les propres

moyens de l'établissement selon un schéma très simplifié. La source d'excitation est produite par le mélange air + acétylène, une cellule photo électrique au sélénium transmet directement les variations de l'émission de la flamme à un galvanomètre (sensibilité 10-9) dont les déviations du spot sont mesurées sur une échelle graduée. Un shunt permet de faire varier ces déviations suivant la concentration de l'élément à doser.

En vue de sélectionner les radiations caractéristiques de chacun des éléments, calcium, potassium ou sodium, des filtres interférentiels sont placés sur le trajet lumineux. Des essais réalisés sur des solutions à teneurs variées en l'un des éléments, en présence d'une quantité fixe des deux autres éléments pouvant interférer, ont permis de déterminer la sélectivité de ces écrans et de tirer les conclusions suivantes :

— pour le dosage du calcium, aucune interférence n'est à redouter;

— pour le dosage du potassium, aucune interférence n'est provoquée par la présence du calcium, et le sodium n'interfère que lorsque sa concentration est cinq fois plus forte que celle du potassium (ce qui n'a jamais été le cas avec les types de sols analysés);

— pour le dosage du sodium, la présence du calcium empêche toute mesure, et celle du potassium se traduit par des teneurs beaucoup plus fortes que les teneurs réelles.

Il est facile d'obvier au premier inconvénient en séparant au préalable le calcium par précipitation sous forme d'oxalate suivie d'une centrifugation, comme l'ont préconisé certains auteurs, entre autres A. A. SEAY et al. (4) et S. TOUJAN (5) dans le cas des terres salées du Maroc.

Quant à l'interférence du potassium sur le sodium, il est nécessaire de rechercher encore un moyen propre à la « neutraliser » si l'on veut obtenir des résultats exacts, et l'application de la méthode des « tampons de radiation » indiquée par G. DEMORTIER et al. (6) sera mise à l'étude ultérieurement.

La comparaison entre les résultats obtenus par photométrie de flamme et ceux donnés par les dosages chimiques se limitera donc ici aux deux éléments calcium et potassium.

*1° Comparaison des résultats obtenus par photométrie de flamme et par macrométhodes de dosage.*

Le calcium et le potassium ont été déterminés par photométrie de flamme sur les sols ci-dessus désignés, mais sur d'autres prises d'échantillons. Le rapport sol/solution a été respecté, de même que toutes les autres conditions opératoires : destruction de la matière organique et des sels ammoniacaux et reprise du résidu par de l'acide chlorydrique au 1/10<sup>e</sup>. Afin d'éviter toute influence du milieu, les courbes d'étalonnage de l'appareil aux diverses sensibilités employées ont été établies en tenant compte de l'acidité.

Les résultats obtenus, exprimés en m.é. pour 100 g de sol sont les suivants :

	Numéro du laboratoire	Ca		K	
		Dosage volumétrique	Dosage par photométrie de flamme	Dosage volumétrique	Dosage par photométrie de flamme
1	2486	5,02	4,70	0,32	0,35
2	2250	7,20	8,35	0,19	0,25
3	2269	8,36	8,0	0,31	0,33
4	2273	10,74	10,5	0,54	0,48
5	4506	1,28	1,25	0,48	0,51
6	4512	23,60	23,90	2,00	2,18
7	4820	0,52	0,49	0,12	0,12
8	4822	0,52	0,45	0,11	0,05
11	1038	1,40	1,27	0,19	0,14
12	1041	1,80	1,52	0,23	0,15

Si l'on considère les chiffres trouvés pour le calcium, on voit qu'ils concordent parfaitement. En effet, l'erreur moyenne est égale à 5,7 % et l'erreur maxima ne dépasse jamais 10 % à l'exception de l'échantillon n° 12, pour lequel elle est de 16,8 %. L'erreur est tantôt positive, tantôt négative.

Ces résultats sont très semblables à ceux donnés par différents auteurs pour les types de sols présentant des teneurs variées en calcium : M. FIELDS et al., par exemple, obtiennent une erreur moyenne de 4,9 et 5,2 % (7).

Pour le potassium, la concordance est moins satisfaisante, et l'erreur moyenne atteint 21,7 %, avec des erreurs négatives très élevées pour les échantillons dont les teneurs en potasse sont inférieures à 0,3 m.é. pour 100 g. Ce fait a déjà été signalé par A. MEHLICH (8) et par J. G. BROWN (9) qui cependant ne concluent pas.

Ces résultats donnés par d'autres auteurs pour le dosage comparatif du potassium sont plus ou moins concordants, et généralement moins bons que pour le calcium. D'après N. GAMMON (10), l'erreur moyenne atteint 14,7 % avec une erreur maximum négative élevée atteignant 40 %, pour un échantillon extrêmement pauvre en potasse.

D'après A. T. MYERS et al. (12), l'erreur moyenne n'est que de 3,4 % mais les sols analysés étaient tous particulièrement riches en potasse.

*2° Comparaison des résultats obtenus par photométrie de flamme et par microméthodes de dosage.*

Le calcium et le potassium ont été déterminés, cette fois, sur une fraction aliquote de la liqueur ayant servi aux dosages selon la

méthode de PEECH (3). Ici encore, les courbes d'étalonnage de l'appareil ont été établies en tenant compte de l'acidité du milieu, c'est-à-dire en milieu nitrique 0.1 N.

Les résultats obtenus, exprimés en m.é. pour 100 g de sol, sont les suivants :

	Numéro du laboratoire	Ca		K	
		Dosage volumétrique	Dosage par photométrie de flamme	Dosage colorimétrique	Dosage par photométrie de flamme
1	2486	5,04	5,1	0,35	0,33
2	2250	7,10	7,25	0,20	0,20
3	2269	8,6	8,25	0,35	0,32
4	2273	10,8	11,5	0,55	0,49
5	4506	1,40	1,12	0,54	0,52
6	4512	23,74	23,25	2,15	2,10
7	4820	0,56	0,45	0,13	0,12
8	4822	0,56	0,42	0,11	0,06
9	1032	4,86	4,7	0,19	0,11
10	1035	2,99	2,75	0,30	0,21
11	1038	1,49	1,15	0,20	0,15
12	1041	1,87	1,6	0,20	0,16

L'examen de ces chiffres montre que, pour le calcium, la concordance reste bonne, l'erreur moyenne étant de 11,7 %. A priori, elle aurait cependant dû apparaître meilleure que dans l'essai comparatif précédent, puisque les dosages ont été effectués sur la même liqueur d'extraction. Il semble qu'une erreur systématique par excès — inversement proportionnelle à la teneur en calcium — entache la microméthode chimique de dosage.

Pour le potassium, la concordance est très semblable à celle de l'essai précédent, avec une erreur moyenne de 20,4 %. Ici encore l'erreur est plus élevée pour les sols à faibles teneurs en potasse et surtout, elle est toujours négative.

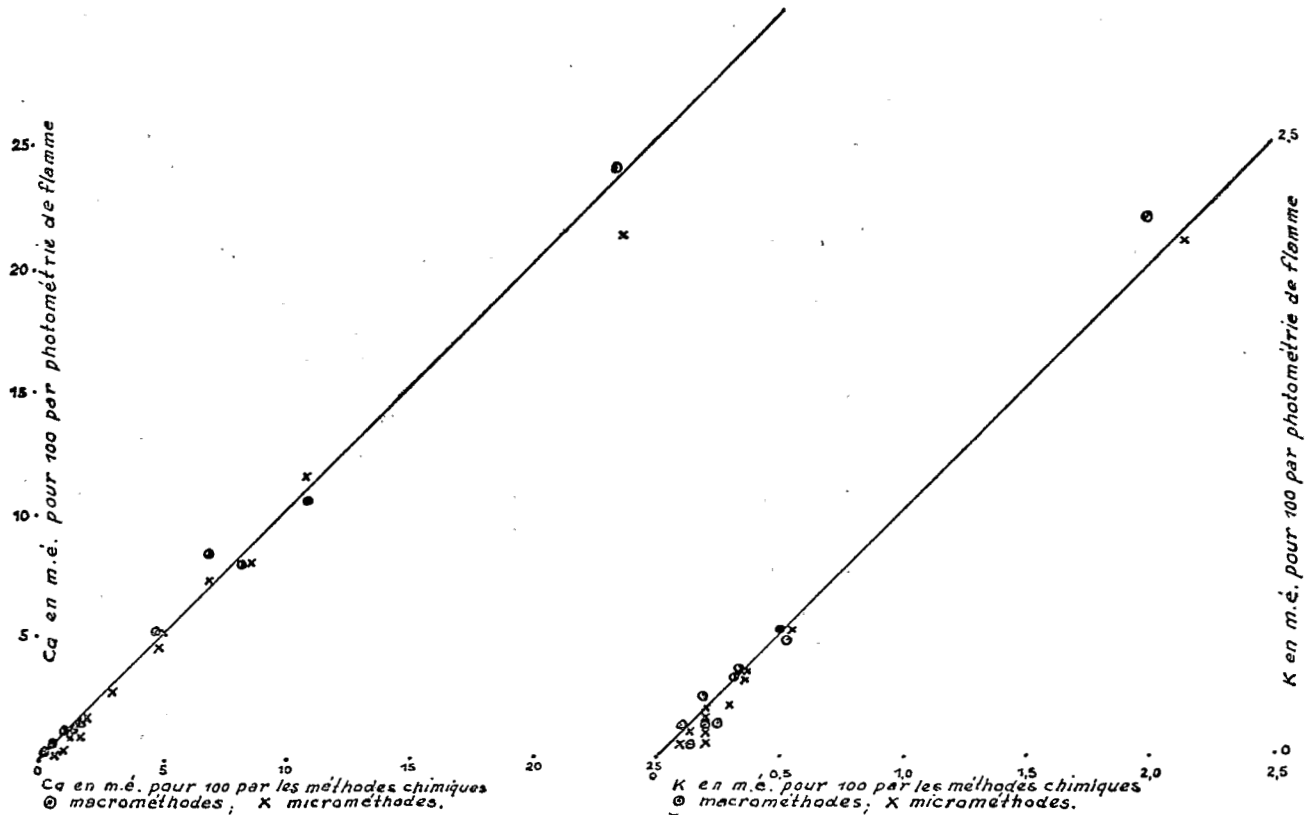
La comparaison des résultats est indiquée sur le graphique ci-joint.

De ces deux essais comparatifs, on peut tirer les quelques observations suivantes :

1° Le dosage du calcium par photométrie de flamme n'offre aucune difficulté et les résultats concordent parfaitement avec ceux donnés par les dosages chimiques. En faisant la moyenne des chiffres trouvés selon l'une ou l'autre des techniques, on obtient les résultats suivants :



COMPARAISON ENTRE LES TENEURS EN Ca & K TROUVÉES DANS LES ECHANTILLONS DE SOLS  
PAR LES MACRO- ET MICROMETHODES CHIMIQUES DE DOSAGE & PAR PHOTOMETRIE DE FLAMME.



*Moyenne des résultats obtenus  
pour le dosage du calcium*

n°	par voie chimique	par photométrie de flamme
1	5,15	4,90
2	6,91	7,85
3	8,42	8,10
4	10,90	11,10
5	1,27	1,12
6	23,74	22,80
7	0,54	0,47
8	0,54	0,44
9	4,82	4,60
10	2,85	2,75
11	1,44	1,17
12	1,75	1,54

2° La concordance des résultats pour le dosage de potassium par les méthodes chimiques et par photométrie de flamme apparaît satisfaisante, sauf en ce qui concerne les sols pauvres en cet élément, ce qui ressort du tableau suivant donnant les moyennes des chiffres trouvés par les deux procédés.

*Moyenne des résultats obtenus  
pour le dosage du potassium*

n°	par voie chimique	par photométrie de flamme
1	0,34	0,34
2	0,20	0,22
3	0,33	0,33
4	0,54	0,47
5	0,52	0,53
6	2,05	2,14
7	0,12	0,12
8	0,12	0,06
9	0,195	0,11
10	0,295	0,21
11	0,19	0,14
12	0,23	0,16

Il est possible, lorsque la teneur en potassium est faible, qu'il y ait erreur par excès dans le dosage par le cobaltinitrite, par suite d'une élimination incomplète des sels ammoniacaux, comme l'ont constaté certains auteurs et, récemment encore, D. COLLIER et R. DOPARIS (12). Mais l'erreur peut également être imputée au photomètre à flamme.

En effet, des teneurs très faibles en potassium exigent de travailler avec le maximum de sensibilité et il a pu y avoir une interférence provoquée par un autre élément, interférence qui ne s'était pas manifestée lors de la mise au point de l'appareil. Cette question devra être soumise à une étude plus approfondie afin de valider ces hypothèses.

3° *Etude de l'influence de la matière organique sur le dosage du calcium et du potassium par photométrie de flamme.*

Afin de réduire au minimum le temps nécessaire au dosage du calcium et du potassium par photométrie de flamme, il apparaît souhaitable de pouvoir déterminer directement ces éléments (sans enlever de précision aux résultats), sur l'extrait à l'acétate d'ammonium, par conséquent en présence de la matière organique et des sels ammoniacaux. En effet, la matière organique pourrait être rendue responsable de résultats erronés, par suite de son action sur la tension superficielle des percolats.

Le calcium et le potassium ont donc été dosés directement par photométrie de flamme sur une fraction aliquote d'un extrait à l'acétate d'ammonium, une autre fraction aliquote ayant été évaporée à sec, la matière organique détruite de la façon habituelle et le résidu repris par de l'acide chlorhydrique au 1/10<sup>e</sup>.

Les courbes d'étalonnage de l'appareil ont été établies pour chaque élément, dans le milieu correspondant exactement à celui des solutions à doser.

Les résultats obtenus, exprimés en m.é. pour 100 g de sol, sont consignés dans le tableau suivant :

n°	Teneur en matière organique %	Calcium		Potassium	
		avant destruction de la matière organique	après destruction de la matière organique	avant destruction de la matière organique	après destruction de la matière organique
1	2,62	4,4	4,7	0,32	0,35
2	2,85	7,5	8,35	0,23	0,25
3	4,12	7,4	8,0	0,31	0,33
4	3,96	9,6	10,5	0,45	0,48
5	0,80	1,13	1,25	0,51	0,51
6	1,03	22,0	23,9	2,17	2,18
7	2,40	0,32	0,49	0,11	0,12
8	2,10	0,30	0,45	0,05	0,05
11	1,0	1,08	1,27	0,13	0,14
12	1,0	1,45	1,52	0,14	0,15

A l'examen de ces résultats, il apparaît qu'il n'est pas possible d'en donner une interprétation satisfaisante; il conviendra de reprendre la question et d'effectuer des essais plus nombreux sur des échantillons de sols présentant des différences de teneurs en matière organique beaucoup plus accusées.

## Essais préliminaires sur la valeur des tests rapides de Morgan appliqués aux sols tropicaux

Parallèlement aux dosages par voie chimique, macro- et micro-méthodes, des essais d'analyse par la méthode rapide de MORGAN ont été effectués sur les mêmes échantillons de sols, afin d'évaluer le degré approximatif de précision que pouvaient présenter ces tests.

La méthode utilisée est celle décrite par H. A. LUNT., C.L.W. SWANSON et H. G. M. JACOBSON (13). Sans vouloir ici entrer dans ses détails, elle consiste à extraire, par simple percolation, le sol par une solution d'acétate de sodium et d'acide acétique tamponnée à pH 4,8, le rapport sol/solution étant d'environ 1/2. Les divers constituants sont ensuite dosés sur quelques gouttes de l'extrait par des réactions spécifiques, colorées ou de turbidité.

La lecture des « chartes » des couleurs ou des lignes dépendant de l'appréciation visuelle, les tests ont été éprouvés par deux manipulateurs non exercés. Leurs observations sont consignées sur le tableau ci-après, et les teneurs approximatives trouvées par les tests sont rapprochées de celles obtenues par dosage chimique.

Dans l'ensemble, ces tests permettent une très bonne approximation et leur grande rapidité d'exécution pourrait en faire une méthode de choix pour délimiter, sur une grande étendue, le nombre d'échantillons à prélever en vue d'analyses plus précises.

En outre, comme le disent les auteurs de la méthode, « l'application compétente des tests peut permettre d'éviter l'insuccès de récoltes dû à une fumure inadéquate ou excessive et d'empêcher un gaspillage d'éléments fertilisants. Il est également possible d'appliquer les tests au cours de la période de croissance afin de contrôler les besoins en engrais de certaines cultures en vue d'une amélioration du rendement ».

Il convient, toutefois, de signaler que le test du magnésium peut donner des résultats parfois aberrants, car la réaction est sujette à l'influence de divers facteurs tels que pH, température... et qu'elle est affectée par la présence de l'aluminium qui se rencontre souvent en grande quantité dans les sols tropicaux.

En ce qui concerne le sodium extrait par une solution très diluée de sulfate de cuivre, le test a donné des résultats négatifs. La teneur en cet élément des sols analysés était très faible et le précipité obtenu — lent à se former — était bien insuffisant pour être apprécié à la « charte des lignes ».

Grâce à une multiplicité d'essais sur place, dans les territoires d'Outre-Mer, il sera sans doute possible de donner à la méthode des tests rapides de MORGAN la place qu'elle occupe déjà dans les pays tempérés.

N°	N° du labo- ratoire	Test de MORGAN				Dosage chimique en m.é. pour 100 g
		Valeur du test		Teneur approximative en m.é. pour 100 g		
		a	b	a	b	

*Calcium*

1	2486	moy. fort	moy. fort	6	6	5,25
2	2250	fort	fort	8	8	6,91
3	2269	fort	fort	8	8	8,42
4	2273	fort	fort	8	8	10,90
5	4506	faible	faible	2,5	2,5	1,27
6	4512	tr. fort	fort	30	24	23,74
7	4820	traces	traces	traces	traces	0,54
8	4822	traces	traces	traces	traces	0,54
9	1032	moyen	moyen	4,5	4,5	4,82
10	1035	faible	moyen	2,5	4,5	2,85
11	1038	faible	faible	2,5	2,5	1,44
12	1041	faible	faible	2,5	2,5	1,75

*Potassium*

1	2486	moyen	moyen	0,31	0,31	0,34
2	2250	faible	faible	0,15	0,15	0,20
3	2269	faible	faible	0,15	0,15	0,33
4	2273	fort	fort	0,6	0,6	0,54
5	4506	fort	fort	0,6	0,6	0,52
6	4512	tr. fort	fort	1,2	1,2	2,05
7	4820	faible	faible	0,15	0,15	0,12
8	4822	tr. faible	traces	traces	traces	0,12
9	1032	faible	faible	0,15	0,15	0,19
10	1035	faible	faible	0,15	0,15	0,29
11	1038	faible	faible	0,15	0,15	0,19
12	1041	faible	faible	0,15	0,15	0,23

*Magnésium*

1	2486	fort	fort	1,0	1,0	1,18
2	2250	tr. fort	tr. fort	2,0	2,0	2,66
3	2269	tr. fort	tr. fort	2,0	2,0	2,94
4	2273	tr. fort	tr. fort	2,0	2,0	2,31
5	4506	moy. fort	fort	0,5	1,0	0,51
6	4512	fort	tr. fort	1,0	2,0	2,52
7	4820	moyen	moyen	0,2	0,2	0,50
8	4822	moyen	moyen	0,2	0,2	0,48
9	1032	fort	fort	1,0	1,0	0,88
10	1035	fort	fort	1,0	1,0	1,28
11	1038	fort	fort	1,0	1,0	0,74
12	1041	fort	fort	1,0	1,0	0,69

## BIBLIOGRAPHIE

1. Anonyme. — « Protocoles d'analyse des sols tropicaux ». *Agro. Trop.* 1953, n° 3, 307-23.
2. SCHOLLENBERGER, C. J. et DREIBELBIS, F. R. — *Soil Sci.*, 1930, 30, 161-73.
3. PEECH, M., ALEXANDER, L. T., DEAN, L. A. et REED, F. — *Methods of Soil Analysis for Soil-fertility investigations*. U. S. Dept. of Agr., Circ. n° 757 (1947).
4. SEAY, W. A., ATTOE, O. J. et TRUOG, E. — *Soil Sci.*, 1951, 71, 83-90.
5. TOUJAN, S. — *Soc. Sci. Nat. Maroc*, 1952, 4-5, 63-70.
6. DEMORTIER, G. et VAN HOECK, G. — *Bull. Inst. Agron. et Stat. Rech. Gembloux*, 1952, 20, 57-65.
7. FIELDS, M., KING, P. J. T., RICHARDSON, P. J., SWINDALE, L. D. — *Soil Sci.*, 1951, 72, 219-32.
8. MEHLICH, A. et MONROE, R. J. — *J. Ass. Off. Agr. Chem.*, 1952, 35, 588-96.
9. BROWN, J. G. et LILLELAND, O. — *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.*, 1946, 48, 341-6.
10. GAMMON, N. — *Soil Sci.*, 1951, 71, 211-4.
11. MYERS, A. T., DYAL, R. S. et BORLAND, J. W. — *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 47, 12, 127-30.
12. COLLIER, D. et DOPARIS, R. — *Ann. Agr., Série A*, 1953, 4, 816.
13. LUNT, H. A., SWANSON, C. L. W. et JACOBSON, H. G. M. — *Connecticut Agr. Exp. St. Bulletin* 541 (1950).

## TRANSLATION

**Comparative value of various****METHODS FOR THE DETERMINATION OF EXCHANGEABLE BASES  
IN TROPICAL SOILS**

*Among the chemical properties of tropical soils, cation exchanges plays an essential role. The exchangeable cations are intimately connected with many soil processes. They are involved in soil physics, soil acidity and buffer properties of the soil, and with plant nutrition. Therefore, it is important that the exchangeable cations be determined. Among these, the primary are calcium and potassium, but magnesium and sodium should not be neglected.*

*The question is then : which method should be adopted considering that it is to be speedy without impairing accuracy to much. All methods actually in use in the laboratories should therefore be tested and the results compared.*

*Such a study has been started upon and the first results are commented upon in this paper. It should however be stressed that these are only preliminary results needing confirmation and more detailed experimentation amenable to statistical analysis.*

*The following features have been studied :*

## A. Chemical analyses

1° *Reliability of data obtained by the usual macroanalyses of calcium, magnesium, potassium and sodium.*

2° *Reliability of data obtained by the microanalyses of Ca, Mg, K and Na.*

## B. Flame photometric analyses

1° *Comparison of data obtained by flame photometry and macro-analyses of Ca and Na.*

2° *Comparison of data obtained by flame photometry and micro-analyses of Ca and K, with the same soil extracts.*

3° *Study of the influence of organic matter on the flame photometric analyses of Ca and K.*

## C. Preliminary survey of the application of the Morgan soil testing system to tropical soils

*Soil samples have been selected with a view to obtain a variety of geographical and geological origins as well as diversity in their chemical composition :*

samples n° 1 and 2, surface layers of non lateritic soils from the Ivory Coast (Binger-ville);

samples n° 3 and 4, surface layers of lateritic soils from the Ivory Coast (Gagnoa);

samples n° 5 and 6, surface layers of basaltic soils from Cameroun (Foumban);

samples n° 7 and 8, surface layers of lateritic soils from French Equatorial Africa (Inoni);

samples n° 9, 10, 11 and 12, surface layers of soils from Haute-Volta (Bobodioulasso).

*These same types of soils have been employed for all determinations.*

## A. Chemical Determinations

1° *Reliability of data obtained by usual macroanalyses (Table I).*

*The analyses have been done by two operators a) and b) one of them having a better training in routine analysis. Without entering into the details of methods already described in « Protocoles d'analyse des sols tropicaux » (1), it seems however necessary to point out the basic principles of these methods :*

TABLE I

*Comparison of data obtained by two operators  
for twelve soil samples, by macromethods of analyses  
Data in m.e. p. 100 gm of soil*

	Laboratory number	Calcium		Magnesium		Potassium		Sodium	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	2486	5.02	5.28	1.44	1.36	0.32	0.34	0.13	0.12
2	2250	7.20	6.68	2.68	2.64	0.19	0.19	0.12	0.10
3	2269	8.36	8.38	2.92	2.92	0.31	0.33	0.13	0.12
4	2273	10.74	11.13	2.30	2.28	0.54	0.52	0.11	0.11
5	4506	1.28	1.20	0.52	0.48	0.48	0.51	0.20	0.20
6	4512	23.60	23.78	2.54	2.44	2.00	2.00	0.28	0.28
7	4820	0.52	0.52	0.52	0.50	0.12	0.12	0.11	0.10
8	4822	0.52	0.52	0.48	0.49	0.11	0.12	0.10	0.09
9	1032	4.80	4.83	0.89	0.88	0.19	0.20	0.14	0.14
10	1035	2.80	2.80	1.20	1.28	0.29	0.29	0.19	0.19
11	1038	1.40	1.38	0.72	0.76	0.19	0.19	0.22	0.21
12	1041	1.80	1.64	0.68	0.69	0.23	0.23	0.20	0.18

Soil is leached with 1.0 N ammonium acetate (pH 7.0) as in C. J. SCHOLLENBERGER'S method (2), aluminum and iron are removed from the leachate, and the residue of salts is dissolved in HCl (1 : 10), the ratio soil-solution being equal to 1 : 10.

Calcium is determined by precipitation as an oxalate and titrated with permanganate.

Magnesium is determined on the filtrate from the calcium oxalate precipitated by ammonium phosphate and titrated with sulphuric acid.

Potassium is determined by precipitation as cobaltinitrite and titrated with permanganate.

Sodium is determined by the gravimetric magnesium uranyl acetate method, according to KAHANE-BLANCHETIÈRE.

Aliquots for the determinations are respectively equivalent to 25 g of soil for calcium and magnesium, 12.5 g for potassium and sodium.

The perfect agreement of the above results may be surprising, as there are two soil leachates, but the soils from which they originate were carefully homogenized, and furthermore the methods employed having been accurately developed, the chances of individual errors are practically eliminated.

The mean value for average error is:

- 2.8 % for Ca, with a maximum error of 8.1 %;
- 3.0 % for Mg, with a maximum error of 8.0 %;
- 3.0 + for K, with a maximum error of 8.7 %;
- and 4.9 % for Na, with a maximum error of 18.2 %.

2° Reliability of data obtained by microanalyses (table II).

The analyses have been done by the same operators as previously mentioned.

TABLE II  
Comparison of data obtained by two operators,  
for twelve soil samples, by micromethods of analyses  
Data in m.e. p. 100 gm of soil

	Laboratory number	Calcium		Magnesium		Potassium		Sodium	
		a	b	a	b	a	b	a	b
1	2486	5.04	5.25	1.50	1.43	0.35	0.35	0.12	0.14
2	2250	7.10	6.66	2.70	2.62	0.20	0.20	0.10	0.12
3	2269	8.60	8.24	3.01	2.92	0.35	0.35	0.12	0.12
4	2273	10.80	11.03	2.34	2.32	0.55	0.55	0.10	0.11
5	4506	1.40	1.22	0.54	0.52	0.54	0.55	0.19	0.21
6	4512	23.74	23.84	2.60	2.50	2.15	2.05	0.24	0.28
7	4820	0.56	0.56	0.51	0.49	0.13	0.13	0.10	0.11
8	4822	0.56	0.56	0.48	0.46	0.11	0.13	0.09	0.11
9	1032	4.86	4.79	0.89	0.85	0.19	0.20	0.14	0.14
10	1035	2.99	2.90	1.20	1.31	0.30	0.30	0.18	0.17
11	1038	1.49	1.49	0.72	0.75	0.20	0.20	0.21	0.21
12	1041	1.87	1.69	0.68	0.70	0.20	0.25	0.15	0.21



The methods employed were M. PEECH'S (3).

In order to compare the data with those obtained by the macro-methods, these determinations have been done on aliquots of the same soil extracts.

After removal of manganese, iron, aluminum, and phosphate, the residue is taken in 0.1 N  $\text{HNO}_3$ , and exchangeable bases are determined on an aliquot as follows:

Calcium is precipitated as an oxalate, the precipitate dissolved directly in centrifuge tubes by  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and titrated with standard potassium permanganate 0.025 or 0.05 N.

Magnesium is determined by colorimetry of magnesium-8-hydroxyquinolate.

Potassium is determined by precipitation as cobaltinitrite and colorimetry of cobalt by nitroso-R salt.

Sodium is precipitated as magnesium uranyl acetate, the precipitate dissolved in water and the uranyl determined colorimetrically.

Aliquots for the determinations are respectively equivalent to 4 g of soil for calcium, magnesium and sodium, to 6 g for potassium.

Just as the preceding, these results agree between them but less closely. The average value for the mean error is:

- 3.8 % for Ca, with a maximum error of 14.0 %;
- 4.0 % for Mg, with a maximum error of 8.8 %;
- 4.2 % for K, with a maximum error of 22.2 %;
- and 11.4 % for Na, with a maximum error of 33.3 %.

As the colorimetric analyses have been done with devices of differing sensitivities, one should not conclude too hastily that micromethods are unreliable.

The agreement in the data obtained by both macro and micro-methods appear to be very satisfactory. Yet comparison of mean errors given above seem to reveal that the accuracy of micromethods is not quite as high as that of macromethods. This is explainable by the fact that the absolute error is multiplied by a factor of higher value than that inherent to macromethods. But it must be emphasized that the micromethods are more suitable to soil routine analyses because of the saving in time, and the saving in equipment and chemicals.

### Flame Photometry Determination

Basic principles of flame photometry are well known to all technicians. In brief, a solution containing one or more elements to be determined is atomized, the droplets are then injected into a flame and the intensity of flame emission is evaluated by means of a photo-electric cell-galvanometer device.

Many types of apparatuses of this kind are on the market and literature referring to their use has been abundantly published. The procedure in itself is relatively simple, but reliability depends on the sensitivity of each device.

The apparatus used for the present purposes has been assembled with parts available to the laboratory. Use has been made of an acetylene-compressed air flame. A selenium photoelectric cell sends directly the variations of flame emission to a galvanometer (sensitivity 10<sup>-9</sup>) and spot deviations are evaluated on a graduated scale — According to the amount of substance to be dosed, a shunt allows to operate at various sensitivities. Interference filters specific to calcium, potassium and sodium are placed between the cell and the flame.

Experimental tests carried out with solutions of different concentrations of one of these elements, in presence of a known amount of the other two interfering elements have brought out the selectivity of these interference filters. The calcium filter completely screens out the light emitted by potassium and sodium. The potassium filter completely screens out the light emitted by calcium but does not screen out the light emitted by sodium when the concentration of the latter is five times that of potassium (the latter case has never been observed on the soil types analyzed for the purposes of this paper).

Determination of sodium appears to be impossible in presence of calcium and presence of potassium gives abnormally high readings. In the first case, calcium can be eliminated beforehand by precipitation as an oxalate. This procedure has been recommended by A. A. SEAY and others (4) and by TOUJAN (5), in particular for Moroccan saline soils. In the second case, the means of « neutralizing » potassium interference still remains to be found, and the application of the method of « radiation buffers » described by G. DEMORTIER et al. (6) will be studied later on

In consequence only photometric results obtained with calcium and potassium will be compared with those obtained by the chemical methods.

1° Comparison of data obtained by flame photometry and macroanalyses of Ca and K.

Photometric analyses of calcium and potassium have been carried out on the same soils as previously mentioned, but on separate samples. The ratio soil/solution has not been modified, the same applies to all other conditions, such as: removal of organic matter and of ammonium salts, dissolution of soluble salts in diluted hydrochloric acid (1/10). In order to avoid any environmental effect the calibration curves have been established taking into consideration the actual acidities.

*Results obtained, expressed in m.e. p. 100 g of soil are as follows :*

	Laboratory sample number	Ca		K	
		Volumetric	Flame	Volumetric	Flame
1	2486	5.02	4.70	8.32	0.35
2	2250	7.20	8.35	0.19	0.25
3	2269	8.36	8.0	0.31	0.33
4	2273	10.74	10.5	0.54	0.48
5	4506	1.28	1.25	0.48	0.51
6	4512	23.60	23.90	2.00	2.18
7	4820	0.52	0.49	0.12	0.12
8	4822	0.52	0.45	0.11	0.05
11	1038	1.40	1.27	0.19	0.14
12	1041	1.80	1.52	0.23	0.15

*Calcium data reveal their perfect agreement.*

*In fact the mean error is equal to 5.7 % and maximum error is never above 10 %, except for sample n° 12 where it was found to be 16.8 %. Errors are either positive or negative.*

*The results are in agreement with previously published results obtained with soils either low or high in calcium. According to M. FIELDS et al. (7) for instance, the mean error is equal to 4.9 and 5.2 %.*

*Regarding potassium, agreement is not as satisfactory as for the preceding, and the mean error goes up as far as 21.7 % with very high negative errors for samples with amounts under 0.3 m.e. p. 100 g. Such conditions have already been observed by MEHLICH (8) and J. G. BROWN (9) without any comment.*

*Results given by other authors concerning comparative potassium determinations are more or less in agreement and are generally less satisfactory than with calcium. According to N. GAMMON (10) the mean error is 14.7 %, with a negative maximum error reaching 40 % for one sample extremely poor in potassium. A. T. MYERS et al. (12) found a mean error as low as 3.4 % but all the soils analyzed were particularly rich in potassium.*

2° Comparison of data obtained by flame photometry and by micro-analyses of Ca and K with the same soil extracts.

*Determinations of calcium and potassium have been carried out on an aliquot of the extract used for microanalyses according to PEECH (3). Calibration curves have been established in a standard 0.1 N HNO<sub>3</sub> solution.*

Results obtained, expressed in m.e. p. 100 g of soil, are the following :

	Laboratory sample number	Ca		K	
		Volumetric	Flame	Colorimetre	Flame
1	2486	5.04	5.1	0.35	0.33
2	2250	7.10	7.25	0.20	0.20
3	2269	8.6	8.25	0.35	0.32
4	2273	10.8	11.5	0.55	0.49
5	4506	1.40	1.12	0.54	0.52
6	4512	23.74	23.25	2.15	2.10
7	4820	0.56	0.45	0.13	0.12
8	4822	0.56	0.42	0.11	0.06
9	1032	4.86	4.7	0.19	0.11
10	1035	2.99	2.75	0.30	0.21
11	1038	1.49	1.15	0.20	0.15
12	1041	1.87	1.6	0.20	0.16

Data in above table show that agreement for calcium is good, the mean error being 11.7 %. Surely, the mean error should have been lower than that of previous comparative tests, as determinations were made with the same extract. The general trend is for flame values to be slightly below the volumetric values and it seems that a systematic error, inversally proportional to the amount of calcium present, affects the micromethods of analysis.

Concerning potassium, agreement is about as good as for the preceding comparison; the average error being equal to 20.4 %. Here again, the error is higher with soils low in potassium than with soils rich in that element and it is always negative.

Relationship between results obtained is shown on the graph.

Following observations result from the two preceding comparative tests :

1<sup>o</sup> Flame Photometric analysis of calcium is by no means difficult and the results obtained agree fully with those given by chemical analyses. The mean values obtained are the following :

Mean values obtained

N <sup>o</sup>	with chemical determinations	with Flame photometric determinations
1	5.15	4.90
2	6.91	7.85
3	8.42	8.10
4	10.90	11.10
5	1.27	1.12
6	23.74	22.80
7	0.54	0.47
8	0.54	0.44
9	4.82	4.60
10	2.85	2.75
11	1.44	1.17
12	1.75	1.54

2° Agreement of mean values obtained for potassium is satisfactory except for soils low in calcium, as can be seen by the following table :

Mean values obtained

N°	with chemical determinations	with Flame photometric determinations
1	0.34	0.34
2	0.20	0.22
3	0.33	0.33
4	0.54	0.47
5	0.52	0.53
6	2.05	2.14
7	0.12	0.12
8	0.12	0.06
9	0.195	0.11
10	0.295	0.21
11	0.19	0.14
12	0.23	0.16

Some authors and more recently D. COLLIER and R. DOPARIS (12) have indicated that incomplete removal of ammonium salts is liable to cause an error by excess in the determination of potassium as cobaltinitrite, specially when the amount of potassium is low. Yet this error may also affect flame photometry. Obviously low amounts of potassium require maximum photometer sensivity, and an interference due to another element may have taken place. This problem should be investigated in detail in order to substantiate these suggestions.

3° Investigations on the influence of organic matter on the flame photometric analyses of Ca and K.

In order to reduce to a minimum the time required by flame photometric analysis, without however interfering with the precision of results, calcium and potassium should be determined directly on ammonium acetate leachates, that is without removal of organic matter and ammonium salts. In fact, it may be that organic matter is liable to interfere through its action on surface tension.

Determinations have then been carried out on aliquots of same percolates : (1), without removal of organic matter and (2) after destruction of the latter in the usual way.

Calibration curves for calcium and potassium have been established taking into account the nature of the solutions to be analyzed, i.e. N as regards ammonium acetate and 0.1 N as regards hydrochloric acid.

Data obtained, expressed in m.e. p. 100 g of soil, are given in the table below :

Nº	Organic matter content %	Ca		K	
		Without removal of organic matter	After destruction of organic matter	Without removal of organic matter	After destruction of organic matter
1	2.62	4.4	4.7	0.32	0.35
2	2.85	7.5	8.35	0.23	0.23
3	4.12	7.4	8.0	0.31	0.33
4	3.96	9.6	10.5	0.45	0.48
5	0.80	1.13	1.25	0.51	0.51
6	1.03	22.0	23.9	2.17	2.18
7	2.40	0.32	0.49	0.11	0.12
8	2.10	0.30	0.45	0.05	0.05
11	1.0	1.08	1.27	0.13	0.14
12	1.0	1.45	1.52	0.14	0.15

*These preliminary data are such that they cannot be satisfactorily interpreted. This problem should be studied anew with types of soils of very low to very high organic matter content.*

#### **Preliminary Investigations on the application of the Morgan Soil testing system to Tropical Soils**

*In order to evaluate the degree of accuracy of the MORGAN quick soil tests, they have been applied to the same samples of soils as those employed for the chemical determinations. The method is the one described by H. A. LUNT., C. C. W. SWANSON and H. G. M. JACOBSON (13). In brief, the procedure involves direct extraction of the soil with a sodium acetate-acetic acid solution buffered to pH 4.8, the soil/solution ratio being approximately equal to 1/2. The extract is then tested for various constituents by adding to a few drops the appropriate reagents for the development of the color or turbidity tests concerned.*

*As estimation of the color or turbidity by means of the color or « line » chart depends on an estimation by sight, the tests have been interpreted by two non-trained operators. The table below gives the ratings observed, the approximate amounts expressed in m. e. p. 100 g of soil and the data are compared with the results of analyses obtained previously.*

*On the whole, these tests may be considered satisfactory. The speed of their execution makes that these are choice methods for selecting on vast areas of a limited number sampling sites in view of more elaborate and accurate laboratory analyses.*

*Furthermore, as the authors state, « the competent use of soil tests can help forestall crop failures due to inadequate or excessive fertilization and prevent wasteful use of unnecessary fertilizer ingredients. Soil*

N <sup>o</sup>	Laboratory number sample	Morgan quick tests				Data obtained by chemical determination in m.e. 100 gm of soil
		Rating		Approximate amount in m.e. p. 100 gm of soil		
		a	b	a	b	

*Calcium*

1	2486	med. high	med. high	6	6	5.25
2	2250	high	high	8	8	6.91
3	2269	high	high	8	8	8.42
4	2273	high	high	8	8	10.90
5	4506	low	low	2.5	2.5	1.27
6	4512	very high	high	30	24	23.74
7	4820	traces	traces	traces	traces	0.54
8	4822	traces	traces	traces	traces	0.54
9	1032	medium	medium	4.5	4.5	4.82
10	1035	low	medium	2.5	4.5	2.85
11	1038	low	low	2.5	2.5	1.44
12	1041	low	low	2.5	2.5	1.75

*Potassium*

1	2486	medium	medium	0.31	0.31	0.34
2	2250	low	low	0.15	0.15	0.20
3	2269	low	low	0.15	0.15	0.33
4	2273	high	high	0.6	0.6	0.54
5	4506	high	high	0.6	0.6	0.52
6	4512	very high	high	1.2	1.2	2.05
7	4820	low	low	0.15	0.15	0.12
8	4822	very low	traces	traces	traces	0.12
9	1032	low	low	0.15	0.15	0.19
10	1035	low	low	0.15	0.15	0.29
11	1038	low	low	0.15	0.15	0.19
12	1041	low	low	0.15	0.15	0.23

*Magnesium*

1	2486	high	high	1.0	1.0	1.18
2	2250	very high	very high	2.0	2.0	2.66
3	2269	very high	very high	2.0	2.0	2.94
4	2273	very high	very high	2.0	2.0	2.31
5	4506	med high	high	0.5	1.0	0.51
6	4512	high	very high	1.0	2.0	2.52
7	4820	medium	medium	0.2	0.2	0.50
8	4822	medium	medium	0.2	0.2	0.48
9	1032	high	high	1.0	1.0	0.88
10	1035	high	high	1.0	1.0	1.28
11	1038	high	high	1.0	1.0	0.74
12	1041	high	high	1.0	1.0	0.69

tests can also be made during the growing season to check on the need for top or side dressings on certain crops, and thereby make possible increased yields ».

Yet, it should be pointed out that the magnesium test gives now and then faulty results, due to the fact that this test is influenced by various factors such as pH and temperature, and by aluminium which is often in large quantities in tropical soils.

With regard to the sodium test, requiring separate extraction with a highly diluted copper sulphate solution, the amount of this element in the soils tested was so low and thereby the precipitate obtained so small — and so slow to appear — that test reading became impossible.

The numerous tests to be carried out in Overseas Territories, when completed, will enable to decide whether the MORGAN Soil testing System will meet the same favour as in the temperate zone.

#### REFERENCES

1. Anonyme. — « Protocoles d'analyse des sols tropicaux ». *Agro. Trop.*, 1953, n° 3, 307-23.
2. SCHOLLENBERGER, C. J. et DREIBELBIS, F. R. — *Soil Sci.*, 1930, 30, 161-73.
3. PEECH, M., ALEXANDER, L. T., DEAN, L. A. et REED, F. — *Methods of Soil Analysis for Soil-fertility investigations*. U. S. Dept. of Agr., Circ. n° 757 (1947).
4. SEAY, W. A., ATTOE, O. J. et TRUOG, E. — *Soil Sci.*, 1951, 71, 83-90.
5. TOUJAN, S. — *Soc. Sci. Nat. Maroc*, 1952, 4-5, 63-70.
6. DEMORTIER, G. et VAN HOECK, G. — *Bull. Inst. Agron. et Stat. Rech. Gembloux*, 1952, 20, 57-65.
7. FIELDS, M., KING, P. J. T., RICHARDSON, P. J., SWINDALE, L. D. — *Soil Sci.*, 1951, 72, 219-32.
8. MEHLICH, A. et MONROE, R. J. — *J. Ass. Off. Agr. Chem.*, 1952, 35, 588-96.
9. BROWN, J. G. et LILLELAND, O. — *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.*, 1946, 48, 341-6.
10. GAMMON, N. — *Soil Sci.*, 1951, 71, 211-4.
11. MYERS, A. T., DYAL, R. S. et BORLAND, J. W. — *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 47, 12, 127-30.
12. COLLIER, D. et DOPARIS, R. — *Ann. Agr.*, Série A, 1953, 4, 816.
13. LUNT, H. A., SWANSON, C. L. W. et JACOBSON, H. G. M. — *Connecticut Agr. Exp. St. Bulletin* 541 (1950).



France d'Outre-Mer

**VALEUR COMPARÉE DES DIVERSES  
MÉTHODES DE DOSAGE DES BASES  
ÉCHANGEABLES DANS LES SOLS TROPICAUX**

par

M<sup>lle</sup> BELEY - *Chef de la Division de Chimie de la Section Technique d'Agriculture Tropicale*

M. CUEMJI - *Ingénieur Chimiste, assistant*

M. NGUYEN MINH THUY - *Ingénieur Chimiste, Assistant*

M. CHEZEAU - *du laboratoire des Sols*

Extrait des Comptes Rendus de la 2<sup>e</sup> Conférence Interafricaine des Sols  
Léopoldville, 9 - 14 août 1954, pages 1009 à 1032, document n° 80

B 11214