

Interaction entre le fumier enrichi, le calcaire et les différentes sources de phosphore issues de la roche phosphatée de Matongo sur un ferralsol de la région du Bututsi (Burundi).

J.B. Rwigema*, C.H. Van den Berghe**, Anne-Marie Mujawayezu* et P. Sota*.

Keywords: Farmyard manure — Lime — Phosphate rock — Exchangeable aluminium — Partially acidulated phosphatic rock.

Résumé

En vase de végétation, avec le maïs comme plante-test, cette étude démontre que (i) en combinaison avec d'autres intrants (fumier et calcaire) les sources les plus solubles comme le superphosphate triple et simple pourraient être substituées par la roche acidulée de Matongo (PA50%) obtenu à partir d'un mélange de superphosphate simple et de la roche phosphatée non acidulée, (ii) la réduction de l'Al⁺⁺⁺ échangeable par le fumier et le calcaire mais l'action des différentes sources restant négligeables, (iii) ce sont les sources les plus solubles qui laissent beaucoup de phosphore dans le sol, les quantités les plus élevées correspondent aux grandes doses de fumier.

Summary

This study on maize growing in pots shows that (i) in combination with other inputs (farmyard manure and lime), the most soluble phosphorus sources (triple and simple superphosphate) can be replaced by partially acidulated rock phosphate (50%) obtained by mixing simple superphosphate and rock phosphate both originating from the rock phosphate deposits in Matongo (Burundi), (ii) the exchangeable Al can be reduced by both the addition of farmyard manure and lime, but the action of the different phosphorus sources leave the most Bray-1 extractable phosphorus in the soil, the largest quantities correspond to the highest doses of farmyard manure.

is negligible; (iii)

1. Introduction

Le coût élevé et les effets secondaires néfastes des engrais minéraux importés au Burundi sont autant de facteurs limitant leur utilisation à grande échelle. L'agriculteur burundais est dès lors obligé de s'orienter vers l'exploitation et la mise en valeur des ressources locales à savoir le fumier, le calcaire et les phosphates naturels.

Bien que dans les sols tropicaux acides des sources réactives de roche phosphatée peuvent substituer les engrais phosphatés solubles pour application directe (4, 9, 17, 18), ces roches avec faible réactivité requièrent une acidulation partielle (8).

L'un des principaux effets de la matière organique consiste à diminuer l'adsorption du phosphore (6, 11, 20). En plus, elle favorise la mobilisation des réserves surtout en Fe-P et apporte donc du P, dont une partie sous forme minérale (26). La matière organique diminue la toxicité aluminique en formant des complexes organo-métalliques avec l'Al. Ces complexes ne sont pas phytotoxiques (2, 12).

Dans des conditions de pauvreté en bases, de carence en phosphore, de richesse en Al échangeable, l'utilisation d'amendement calcaire s'avère un préalable à la fertilisation des sols acides. Un chaulage adéquat rend le phosphore plus assimilable. Sur les sols acides, chaulés, l'efficacité des engrais minéraux et organiques augmente considérablement.

La présente étude a été effectuée en vases de végétation dans l'abri vitré de la Faculté des Sciences Agronomiques à Bujumbura. Elle consiste à:

- Evaluer dans un milieu bien contrôlé et avec le maïs comme plante-test la matière sèche totale, l'assimilation du phosphore et l'efficacité agronomique des différentes sources de phosphore issues de la roche phosphatée de Matongo en présence de fumier et de calcaire.

2. Matériel et méthodes

2.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire complet où 4 niveaux de fumier (0, 5, 10, 30 t/ha) sont croisés à 3 niveaux de calcaire (0, 0.5, 1x la dose de Kamprath) (16), et 4 sources de phosphore à une dose de 50 ppm P chacune. Chaque objet est répété 4 fois, ce qui donne un total de 240 objets.

A côté de cette expérience, un autre dispositif a été monté: une dose de fumier (30 t/ha) est croisé à la dose de Kamprath de calcaire et trois doses de TSP (50, 100 et 150 ppm P). Cet essai compte 12 objets et permet d'obtenir une courbe de réponse qui va nous indiquer si on peut valablement comparer les différentes sources à une dose unique de 50 ppm P.

* Faculté des Sciences Agronomiques B.P. 2940 Bujumbura, Burundi.

** B.P. 143 Bujumbura, Burundi.

Reçu le 23.09.92 et accepté pour publication le 20.09.93

Pour le traitement statistique des résultats, le programme STATPAK est utilisé pour l'analyse de la variance et le programme GENVAR pour l'étude des contrastes.

2.2. Le sol

Le sol utilisé est un ferralsol humifère typique de Mahwa, à horizon sombre, pauvre en bases échangeables ou Typic Sombrihumox (22). Il vient de la station zootechnique de Mahwa (Bututsi) et a été prélevé dans la couche de 0-15 cm et amené dans des sacs pour être séché à l'abri vitré et tamisé sur un tamis de 2 mm. Chaque pot a reçu 2 kg de sol. Les principales caractéristiques physico-chimiques du sol utilisé sont déterminées suivant le protocole d'analyses des sols de l'ISABU (14) et sont données au Tableau 1. Selon les normes de l'ORSTOM (23), ce sol a un pH eau très fortement acide, un rapport C/N très fort, et est très pauvre en Ca et Mg, moyen en K. Le P assimilable est très bas, le CEC effectif (somme des bases échangeables plus la teneur en Al et H du sol) et la saturation en bases sont très faibles. L'indice de Kamprath est supérieur à 60%, indiquant ainsi une concentration toxique dans la solution du sol (7, 21). Chimiquement ce sol présente beaucoup de carences. Un apport d'engrais minéraux, d'amendement humifère, calcaire est indispensable.

TABLEAU 1
Caractéristiques physico-chimiques du sol

Texture	Argile (%)	63,2	Ca	0,33
	Limon (%)	10,5		
	Sable (%)	25,9	Mg	0,34
Matière organique	K	0,27		
	C (%)	4,4		
	N (%)	0,17	Na	0,16
	C/N (%)	25,8	Al	2,0
			Complexe adsorbant (méq/100 g) de sol	
pH (à 20°C)	pH KCl	4,8	H	0,13
	pH eau	4,0		
Capacité (%) de ret.P		51,7	CEC	17,12
			ECEC	3,23
PBray1 (mg/kg)		6,7	S	1,10
			m (%)	62

2.3. Amendement calcaire

Le calcaire utilisé est de Verrundi. Il s'agit d'un calcaire dolomitique fin qui contient 30,5% de CaO et 21,8% de MgO ou 2182 méq (Ca⁺⁺ Mg⁺⁺)/100 g et a été appliqué suivant la formule 1,5 méq de (Ca⁺⁺ Mg⁺⁺) par méq d'Al⁺⁺⁺ échangeable du sol. De cette façon on neutralise 85-90% du Al⁺⁺⁺ échangeable dans les sols avec 2 à 7% de matière organique. Le calcaire est bien mélangé avec le sol et chaque vase recevait 2,8 l d'eau désionisée.

2.4. Le fumier

TABLEAU 2
Caractéristiques chimiques du fumier frais en % de la M.S.

N	P	K	Ca	Mg	Na	MS en % de MF
1,67	0,10	1,55	0,88	0,49	0,24	43,68

Le fumier qu'on a utilisé est un fumier frais obtenu à la station de Mahwa. Les doses qui ont été appliquées correspondent à 5, 10 et 15 t/ha. Le fumier a été dilué (500 ml d'eau distillée + 150 de fumier frais) et homogénéisé avec un mixer. Les méthodes utilisées pour la caractérisation du fumier sont celles utilisées par l'ISABU (15). Le tableau 3 donne la quantité d'éléments nutritifs correspondants à 5 tonnes de fumier frais par hectare.

TABLEAU 3
Doses de fumier dilué et de N, P, K appliquées

Doses de fumier			Doses d'éléments nutritifs					
(t/ha)	(g/pot)		(kg/ha)			(mg/kg sol)		
non-dilué	dilué	dilue	N	P	K	N	P	K
5	11,5	11,8	84,0	5,8	33,4	43,1	3,0	17,1

* Doses exprimées en mg/kg de sol.

La teneur en P du fumier est faible ce qui nous permet de mieux voir l'action des différentes sources de P. Le fumier enrichi a été produit en le mélangeant avec la solution nutritive recommandée (13) et appliqué deux semaines après l'application du calcaire.

2.5. Les sources de phosphore

Le superphosphate triple (TSP: 20-30%) a été appliqué aux doses de 50, 100 et 150 ppm P afin d'obtenir une courbe de réponse. Le superphosphate simple (SSP: 10,1%P) a été obtenu par acidulation partielle de la roche (50%) en mélangeant la roche brute et le superphosphate simple en quantités égales. Le PA2 ou PA50 (12,1%P) est obtenu par acidulation partielle (50%) ou traitement de la roche brute avec la moitié de l'acide sulfurique nécessaire pour la production de superphosphate simple. Les sources ont été appliquées à une dose de 50 ppm P, une semaine après l'application du calcaire.

Seule l'urée a été appliquée en deux temps: 20% trois jours après le semis et 80% quinze jours plus tard. Chaque fois qu'on appliquait de l'urée, les différents pots ont été arrosés pour permettre une bonne percolation afin d'éviter les pertes éventuelles par volatilisation.

2.6. Le semis et la suite des travaux

Le maïs utilisé est la variété ISEGA; chaque pot a reçu 5 graines prégermées et les plantes ont été démarriées jusqu'à trois plants par pot. Les pots ont été régulièrement arrosés jusqu'à un poids constant qui a été déterminé avant le semis en testant trois quantités d'eau (600, 650 et 700 ml).

Six cents cinquante millilitres ont été retenus et l'ensemble pot, 650 ml d'eau et 2 kg de sol donnaient 2770 g. A chaque arrosage on devrait atteindre 2770 g pour chaque pot jeune plant inclus.

2.7. Efficacité agronomique

Bien qu'il existe d'autres expressions pour l'efficacité agronomique qui sont indépendantes de la dose de phosphore utilisée (10), l'efficacité agronomique d'une source de phosphore est définie dans cette étude comme la valeur fertilisante de cette source comparée avec le superphosphate triple comme source de référence. Cette expression permet de réduire l'effet du site, la teneur initiale de P dans le sol et

l'effet du climat (5, 28) et est fonction de la dose de phosphore utilisée (1).

$$\text{Efficacité agronomique relative:} = \frac{\text{YPR} - \text{YO}}{\text{YTSP} - \text{YO}} \times 100$$

RAE (%)

YPR: matière sèche (g/pot) ou P exporté (mg/pot) du traitement qui a reçu une source de phosphore déterminée.

YO: matière sèche (g/pot) ou P exporté (mg/pot) du témoin

YTSP: matière sèche ou P exporté pour le TSP.

3. Résultats et discussion

Les résultats pour la matière sèche totale, le phosphore total exporté, la teneur en P Bray-1 et Al échangeable du sol après la récolte sont donnés au tableau 4 (moyenne de 4 répétitions). Les analyses de la variance pour les différents paramètres étudiés sont résumées dans le tableau 4 tandis que les différences entre les sources sont données au fur et à mesure qu'un paramètre est discuté.

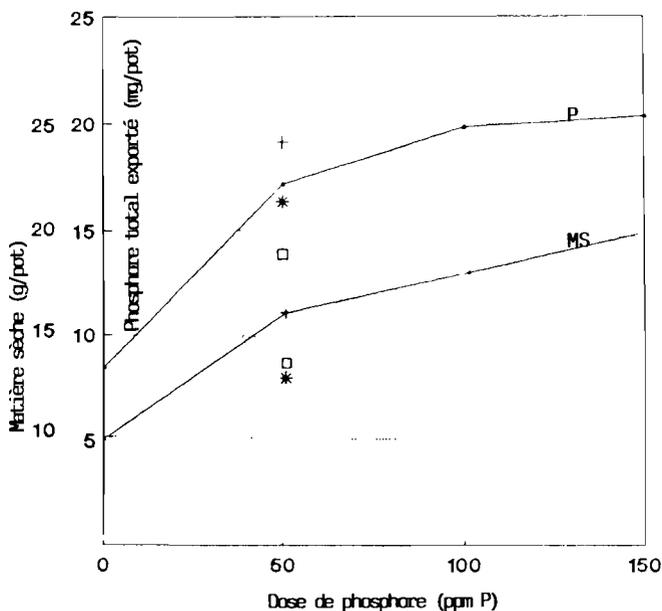


Figure 1 — Phosphore total exporté (mg/pot) et matière sèche (g/pot) du maïs à six semaines en fonction de la dose de phosphore (ppm P) appliquée en forme de TSP

3.1. Courbe de réponse pour le TSP

Les résultats obtenus pour la matière sèche et le P exporté pour les différentes doses du TSP sont présentés à la figure 1. La matière sèche et le P exporté pour les autres sources à 50 ppm P se trouvent sur la partie ascendante de la courbe, ce qui signifie qu'on peut bien comparer les différentes sources à cette dose de P.

3.2. Matière sèche totale produite et phosphore exporté

Du tableau 5 on observe que le fumier, le calcaire et les différentes sources de P ont eu un effet hautement significatif (F0.01). L'interaction entre le fumier et le calcaire d'une part, le calcaire et les sources de phosphore d'autre part ont eu un effet significatif. L'ordre des différentes sources établi sur base des moyennes de la matière sèche et le P exporté est le suivant:

(SSP-TSP)-PA1-PA2-0 (tableaux 6a et 6b).

TABLEAU 5
Analyse de la variance des paramètres étudiés

Facteurs étudiés	dl	Matière sèche	Al ³⁺ Éch.	P après la récolte	P total
		totale	après la récolte	F	exporté
		F	F	F	F
Fumier	3	173.96**	2.75**	7.13**	106.44**
Calcaire	2	46.67**	68.44**	1.08NS	78.92**
Sources	4	118.77**	0.78NS	13.70**	159.60**
Fum x Calc	6	2.96**	0.58NS	0.95NS	2.71*
Fum x Source	12	1.69NS	0.80NS	2.72**	1.00NS
Calc x Source	8	2.69**	0.44NS	1.05NS	2.61*
Fum x Calc x Source	24	0.68NS	0.92NS	1.26NS	0.04NS
Erreur	180				

La différence entre le PA1 et le PA2 est non significative (0,05) pour la matière sèche. Elle est hautement significative (0,01) pour le P exporté. Le P exporté qui révèle directement le phosphore assimilé est un meilleur indicateur que la matière sèche qui est la résultante de plusieurs facteurs.

TABLEAU 4
Moyennes des résultats des différents paramètres étudiés

Doses de fumier	Dose de calcaire	Matière sèche totale (g)					Phosphore total exporté (mg/pot)					Phosphore dans le sol après la récolte (mg/kg)					Aluminium échangeable après la récolte (mg/100 g de sol)				
		TSP	SSP	PAPR1	PAPR2	000	TSP	SSP	PAPR1	PAPR2	000	TSP	SSP	PAPR1	PAPR2	000	TSP	SSP	PAPR1	PAPR2	000
F1 (0 t/ha)	C1	4.0	7.2	5.5	3.7	2.1	6.5	8.5	6.7	4.1	2.6	7.6	5.3	5.7	6.7	3.7	1.6	1.8	1.3	1.5	1.5
	C2	8.7	9.4	7.1	6.8	2.1	7.7	9.4	7.4	6.9	2.9	6.2	6.6	5.2	4.3	3.8	1.2	1.0	1.1	1.2	1.2
	C3	10.2	10.4	8.1	7.7	2.6	12.2	14.6	11.8	7.5	2.9	4.6	5.7	7.7	7.7	4.6	0.6	0.7	0.7	0.8	1.1
F2 (5 t/ha)	C1	9.2	8.3	6.6	7.4	3.8	8.4	10.2	6.3	5.3	2.6	9.8	7.6	7.1	8.2	4.5	1.4	1.8	1.6	1.4	1.8
	C2	11.6	11.7	9.0	9.9	3.8	10.2	12.2	11.1	9.2	3.7	8.0	6.0	9.8	5.9	2.4	1.2	1.3	1.0	1.1	1.0
	C3	13.3	12.7	10.3	10.5	3.9	12.7	15.2	13.9	11.6	4.7	9.9	5.2	8.3	5.6	5.7	0.9	0.6	0.8	0.7	0.5
F3 (10 t/ha)	C1	12.3	12.2	10.5	7.2	4.5	11.7	12.6	11.4	9.4	4.5	10.8	8.8	7.9	5.5	5.4	1.2	1.4	1.5	1.4	1.3
	C2	12.9	11.3	10.8	9.8	5.0	12.9	13.8	13.4	10.8	4.2	12.2	10.0	4.7	10.7	5.3	0.7	0.8	0.7	0.8	1.4
	C3	14.3	13.8	11.8	11.1	5.4	13.9	17.2	14.9	12.9	5.8	11.6	10.3	5.9	5.6	5.0	0.3	0.9	0.6	0.5	1.0
F4 (30 t/ha)	C1	14.4	14.0	12.6	12.0	9.5	14.5	15.5	14.1	12.7	5.9	10.8	12.4	4.6	8.4	5.7	1.6	1.6	1.7	1.4	1.8
	C2	15.9	15.7	13.3	14.6	9.9	14.9	17.5	14.4	12.4	7.3	6.3	7.1	3.8	8.8	4.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0
	C3	16.2	16.2	12.9	13.7	9.9	14.2	19.1	16.3	13.9	18.4	7.6	9.2	9.7	7.1	6.1	0.8	0.9	0.6	0.7	0.6

TABLEAU 6a
Comparaison des moyennes: Matière sèche totale (g/pot)

Traitements	Sources de phosphore					Niveau de sign
	7.2	5.5	4.0	3.7	2.1	
Sources de P Seules	SSPa	PA1ab	TSPb	PA2b	0b	5%
	SSPa	PA1ab	TSPb	PA2b	0b	1%
Sources de P + calcaire	9.9	9.4	7.6	7.2	2.3	
	SSPa	TSPab	PA1b	PA2b	0c	5%
	SSPa	TSPa	PA1b	PA2b	0c	1%
Sources de P + fumier	11.9	11.5	9.9	8.8	5.9	
	SSPa	TSPa	PA1b	PA2b	0c	5%
	SSPa	TSPab	PA1b	PA2b	0c	1%
Sources de P + calc + fum	14.0	13.5	11.6	11.3	6.3	
	TSPa	SSPa	PA1b	PA2b	0c	5%
	TSPa	SSPa	PA1b	PA2b	0c	1%

TABLEAU 6b
Comparaison des moyennes: Exportation de P (mg/pot)

Traitements	Sources de phosphore					Niveau de sign
	8.5	6.7	6.5	4.1	2.6	
Sources de P Seules	SSPa	PA1ab	TSPab	PA2b	0c	5%
	SSPa	PA1a	TSPab	PA2b	0c	1%
Sources de P + calcaire	12.2	9.9	9.6	7.2	2.9	
	SSPa	TSPb	PA1b	PA2c	0d	5%
	SSPa	TSPb	PA1b	PA2c	0d	1%
Sources de P + fumier	12.7	11.5	10.6	9.1	4.3	
	SSPa	TSPb	PA1ab	PA2c	0d	5%
	SSPa	TSPa	PA1ab	PA2b	0c	1%
Sources de P + calc + fum	15.8	14.0	13.1	11.8	6.3	
	SSPa	TSPab	PA1b	PA2c	0d	5%
	SSPa	TSPab	PA1b	PA2c	0d	1%

Le PA1 est supérieur au PA2. Ceci peut être expliqué par la fraction différente de P eau soluble et d'acide libre des deux sources (tableau 7). Il y a une relation directe entre la teneur en P eau soluble dans les PA et leur performance agronomique. L'acidité libre aide à solubiliser le phosphore dans la roche phosphatée. En présence des sources seules, le PA1 peut approcher le SSP. Quand le SSP se solubilise, il laisse une solution très acide qui peut solubiliser les composés de fer et d'Al qui peuvent fixer le phosphore. La présence de roche dans le mélange aide à neutraliser l'acide produit par hydrolyse du phosphate monocalcique dans le sol.

Ce phénomène a été démontré pour des mélanges de TSP et de la roche phosphatée (3, 9, 19, 20).

TABLEAU 7
Pourcentage en P eau soluble et acide libre des différentes sources de phosphore

Sources	P eau soluble (P205) (%)	Acide libre (%)
SSPbu	19.3	2.6
PA1	13.3	3.7
PA2	11.3	0.8

3.3. Efficacité agronomique relative des sources

L'efficacité agronomique calculée sur base de matière sèche totale et du phosphore exporté donne la série suivante: SSP>PA1>PA2.

3.4. Analyse de l'Al échangeable dans le sol après la récolte

Les résultats sont donnés dans le tableau 4 et l'analyse de la variance dans le tableau 5. Le calcaire a eu une influence hautement significative (0.01) sur la réduction de l'Al échangeable dans le sol. Il y a une influence significative du fumier (0.05) sur l'Al échangeable. Les sources de P et les différentes interactions entre les traitements n'ont pas eu d'influence sur l'Al échangeable. L'étude des contrastes montre des différences de comportement des doses de calcaire et de fumier en présence des différentes sources de phosphore. La dose de fumier (10 t/ha) est statistiquement différente des autres doses au niveau 5%. Le classement de ces doses est le suivant:

F3	F4	F2	F1
0.98a	1.10a	1.13ab	1.18b (0.01)
0.98a	1.10b	1.13bc	1.18c (0.05)

L'influence des doses de calcaire sur la teneur en Al échangeable dans le sol est positive et les différentes doses se classent comme suit:

C3	C2	C1
0.68a	1.07b	1.84c (1 et 5%)

Dans l'ensemble, le calcaire (C2, C3) et le fumier (F3, F4) ont réduit au niveau 0.05 la teneur en Al éch. du sol, l'effet est le plus prononcé pour les doses de calcaire. Ceci rejoint les travaux de (16, 27, 29) qui ont démontré que le chaulage a un effet très favorable sur la réduction de la toxicité aluminique d'une part et déplace ce dernier du complexe adsorbant d'autre part.

L'Al échangeable en présence d'amendement calcaire précipite sous forme d'hydroxyde Al(OH)₃ insoluble dans un milieu à pH 4.5 à 8. Pour ce qui est du fumier, l'Al est complexé en particulier par les anions organiques comme les acides malique, citrique et tartrique (24, 25).

3.5. P Bray-1 dans le sol après la récolte

Les résultats d'analyse de P dans le sol par la méthode Bray-1 après la récolte se résument au tableau 4. L'analyse de la variance (tableau 5) ainsi que l'étude des contrastes montrent qu'après la récolte, il y a un effet hautement significatif (0.01) du fumier et des sources sur le P dans le sol. L'interaction fumier-sources de P a eu également une influence significative (0.05). Il y a des différences significatives entre les sources de phosphore et les doses de fumier en ce qui concerne le P Bray-1. L'ordre suivant montre l'effet des différentes sources de P et doses de fumier sur le phosphore après la récolte (ppm P Bray-1).

TSP	SSP	A2	PA1	0
8.8a	7.9ab	7.1b	6.8b	4.7c (0.01)
8.8a	7.9a	7.1bc	6.8c	4.7d (0.05)
F3	F4	F2	F1	
8.0a	7.5a	7.0ab	4.7b	(0.01)
8.0a	7.5ab	7.0b	4.7c	(0.05)

Il y a une différence significative (0.01) entre le TSP et les produits partiellement acidulés pour le P Bray-1 dans le sol, mais il n'y a pas eu une différence (0.05) entre le TSP et le SSP. Toutes les sources sont différentes du témoin (0.01 et

0.05). Pour le fumier, les doses F3 et F4 ne sont pas significativement différentes (0.01 et 0.05), mais la dose F2 est significativement différente de la dose F3 (0.05). Globalement ce sont les sources les plus solubles (TSP-SSP) qui laissent plus de P dans le sol après la récolte.

Pour ce qui est de la dose de fumier, c'est la dose F3 qui donne une valeur de P supérieure (0.05) aux autres doses, mais statistiquement elle n'est pas supérieure à la dose F4. Toutes les doses sont statistiquement supérieures (0.01) au témoin (F1).

Certains effets observés sont clairs et peuvent être expliqués facilement, d'autres sont déterminés par plusieurs facteurs dont d'apport de chacun est difficile à estimer. Ceux-ci devraient faire l'objet d'une autre étude ultérieure.

Les méthodes d'échantillonnage, d'expérimentation et d'analyse sont très adéquates et donnent la possibilité d'étudier plusieurs combinaisons d'intrants sur différents sols. Une confirmation sur le terrain, incluant une étude économique s'avère nécessaire.

Cette expérience en vases de végétation montre qu'en combinaison avec d'autres intrants, les sources les plus solubles pourraient être substituées par le PA1. Ceci peut être l'objet d'une étude plus systématique sur le terrain.

TABEAU 8
Efficacité agronomique relative (%) par rapport au TSP

		SSP		PA1		PA2	
		P exporté	MS	P exporté	MS	P exporté	MS
F1	C1	151	268	105	179	38	84
	C2	135	110	95	76	83	71
	C3	125	103	95	72	49	67
F2	C1	131	83	64	51	46	66
	C2	130	101	113	66	85	78
	C3	131	94	115	71	86	70
F3	C1	112	98	96	77	68	35
	C2	110	79	106	73	76	61
	C3	140	94	112	72	88	64
F4	C1	112	92	95	63	79	51
	C2	134	96	93	56	67	78
	C3	184	100	136	47	94	60

MS: matière sèche totale

PA1: PAPR1

PA2: PAPR2

P exporté: phosphore total exporté

Remarque: Le travail présenté a fait l'objet du mémoire de ir J.B. Rwigema dirigé par Dr. ir. C. Van den Berghe.

Références bibliographiques

- Barrow J.J., 1985. Comparing the effectiveness of fertilizers. *Fert. Res.*, **8**: 85-90.
- Bartlett R.J. & Riego D.C., 1972. Effect of chelation on the toxicity of Aluminium. *Plant Soil.*, **37**: 419-423.
- Chien S.H., Adams F., Khasawirch F.E. & Henao J., 1978a. Effects of the combination of TSP and a reactive phosphate rock on yield and phosphorus up take by corn. *Soil Sc. Soc. Am. J.*, **51**: 1656-1658.
- Chien S.H. & Hammond L.L., 1976. A comparison of various laboratory methods for predicting the agronomic potential of phosphate rocks for direct application. *Soil Sc. Soc. Am. J.*, **42**: 935-939.
- Chien S.H., Sale P.W. & Friesen D.K., 1989. A discussion of the methods for comparing the relative effectiveness of phosphate fertilizers varying in solubility. IFDC Muscle Shoals, Alabama 35662 USA. 17 p.
- Earl K.D., Seyers J.K. & McLaughlin, 1979. Origin of the effects of citrate, tartrate and acetate on phosphate adsorption by soil and synthetic gels. *Soil Sc. Soc. Am. J.*, **43**: 674-678.
- Evans C.E. & Kamprath E.J., 1970. Lime response as related to percent Al saturation, solution Al and organic matter content. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **34**: 893-896.
- Hammond L.L., Chien S.H. & Polo J.R., 1980. Phosphorus availability from partial acidulation of two phosphate rocks. *Fert. Res.*, **1**: 37-49.
- Hammond L.L., Chien S.H. & Mkwunye A.V., 1986. Agronomic value of unacidulated and partially acidulated phosphate rocks indigenous to the tropics. *Advances in Agronomy*, **40**: 89-137
- Hellums B.T., Chien S.H. & Toughton J.T., 1989. Potential agronomic value of calcium in some phosphate rocks from South America and West Africa. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **53**: 459-462.
- Hue N.V., 1990. Aluminium detoxification with green manures. *Soil Sci.*, **21**: 61-73.
- Hue N.V., Craddock G.R. & Adams F., 1986. Effect of organic acids on Aluminium toxicity in subsoils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **50**: 28-34.
- IFDC, 1976. *Greenhouse Techniques for Soil-Plant Fertilizer Research*. National Fertilizer Center, Muscle Shoals, Alabama 35660. pp. 57
- ISABU, 1986a. Analyse des sols 1-4, Fiches labo 010-012. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.
- ISABU, 1986b. Analyse des eaux et des aliments. Modes opératoires. Fiches labo 006. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi, Bujumbura.
- Kamprath E.J., 1970. Exchangeable Aluminium as Criterion for liming leached mineral soils. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, **24**: 252-254.
- Leon L.A. & Fenster W.E., 1986. Agronomic potential of eleven phosphate rocks from Brasii, Columbia, Perou and Venezuela. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, **50**: 798-802.
- Malhotra B.S., 1968. Efficiency of rock phosphates compared to superphosphates. *Fert. News* 27-32.
- Menon R.G. & Chien S.H., 1990. Phosphorus availability to maize from partially acidulated phosphate rocks and phosphate rocks compacted with triple superphosphate. *Plant and Soil.*, **127**: 123-128.
- Moshi A.O., Wild A. & Greenland D.J., 1974. Effect of organic matter on the charge and phosphate adsorption characteristics of Kikuyu Red Clay from Kenya. *Geoderma.*, **11**: 275-285.
- Nye P., Graig D., Coleman N.T. & Ragland J.L., 1961. Ion exchange equilibria involving aluminium. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **25**: 14-17
- Opdecamp L., 1988. Mécanisme de pédogénèse acide dans les régions agropastorales d'altitude du Burundi. Publication Isabu., 127
- Orstom, 1988. Normes d'interprétation du Laboratoire d'Agropédologie. Abonkanmey, R.P. du Bénin, 9 p.

24. Parfitt R.L., Fraser A.R., Russel J.D. & Farmer V.G., 1977a. Adsorption on hydrous oxides. II. Oxalate, benzoate and phosphate on gibbsite. *J. Soil Sci.*, **28**: 40-47
25. Parfitt R.L., Fraser A.R., Farmer V.G., 1977b. Adsorption on hydrous oxydes. III. Fulvic and humic acid on goethite and imogolite. *J. Soil Sci.*, **28**: 289-296.
26. Raharinosy R.V., 1983. Etude de l'influence des différentes doses de fumier sur la libération du phosphore d'un sol ferrallitique de Madagascar. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Pédol.* vol XX, **2**: 129-146
27. Segalen P., 1973. L'aluminium dans les sols. *Int. Doc. Techn. Orstom.*, **22**: 281 p.
28. Terman B.L. & Engelstad O.P., 1976. Agronomic evaluation of fertilizers. *Bull.* 4-21, National Fertilizer Development Center Muscle Shoals, Alabama.
29. Trinh S., 1977. Essai d'élimination de l'aluminium échangeable par application d'engrais (P₂O₄H₂K, KNO₃, CaO). *Cahiers Orstom, Sér. Pédol.* Vol. V., **2**: 191-198.

J.B Rwigema, Rwandais. Ingénieur Agronome (Bujumbura) Chercheur au programme FAVA Volet FACAGRO*

C.H Van den Bergh, Belge. Dr. ir. (Lille, Gent) Responsable du programme FAVA Volet FACAGRO*

P. Sota, Burundais. Ingénieur Agronome (Bujumbura) Chercheur au programme FAVA Volet FACAGRO*

Anne-Marie Mujaweyezu, Burundaise. Ingénieur Agronome (Bujumbura). Chercheur au programme FAVA Volet FACAGRO*

* FAVA Volet FACAGRO: Programme de Fertilisation des Agrosystèmes Vivriers d'altitudes. Faculté des Sciences Agronomiques du Burundi

ACADEMIE AFRICAINE DES SCIENCES

La Fondation de l'Académie Africaine des Sciences (AAS)

L'Académie Africaine des Sciences (AAS) est l'oeuvre de 22 éminents scientifiques africains réunis à Trieste en Italie le 6 juillet 1985 à l'occasion de l'inauguration de l'Académie des Sciences du Tiers monde (TWAS). Un groupe de travail sous la présidence du Prof. Thomas R. Odhiambo fut mis sur pied en vue d'élaborer les fondements et statuts de l'Académie et a complété son travail en six mois. Le 10 décembre 1985 cette constitution fut adoptée au cours d'une réunion tenue au siège du Centre International de Physique Théorique (ICTP), à Trieste, en Italie.

L'inauguration de l'Académie eut lieu à son siège social, au centre d'accueil international Duduville, de Centre International de Physiologie et d'Ecologie des Insectes (ICIPE) à Kasarani, situé à quelques 17 kilomètres de la ville de Nairobi au cours d'une cérémonie tenue du 1 au 2 juin 1986.

Les objectifs de l'Académie

(a) Promouvoir et encourager l'émergence d'une communauté scientifique en Afrique, stimuler et entretenir l'esprit de découverte scientifique et de l'innovation technologique en vue de servir le développement socio-économique et l'intégration régionale et la cause globale de la paix et de la sécurité;

(b) Stimuler, développer et coordonner les recherches scientifiques au niveau régional, aussi bien interdisciplinaires que transdisciplinaire, développer et conduire des projets et activités d'intérêt majeur ou de grande préoccupation régionale

(c) Planifier, initier et coordonner les programmes d'éducation scientifiques dont l'importance est capitale pour l'Afrique;

(d) Aider à développer et entretenir une élite scientifique et technologique de haut niveau en Afrique en identifiant les jeunes ayant des talents scientifiques et technologique par leurs talents par la reconnaissance de leur mérite et par la promotion de leur esprit de créativité;

(e) Faciliter, coordonner et entreprendre la diffusion des progrès scientifiques à travers les media, encourager la diffusion des connaissances scientifiques à travers tout le continent, faciliter des contacts mutuels entre les scientifiques en Afrique, et

(f) Entreprendre de temps en temps d'autres activités que l'Académie jugera utiles.

Membres de l'Académie

Il y a trois catégories de membres au sein de l'Académie: Les membres fondateurs, membres ordinaires et membres étrangers.

Les **Membres fondateurs** sont les scientifiques et responsables africains qui en 1985 étaient membres de l'Académie des Sciences du Tiers Monde et avaient participé aux réunions du 6 juillet et du 9 au 10 décembre 1985 tenues à Trieste. L'Académie compte 33 membres fondateurs.

Les **Membres ordinaires** sont élus parmi les scientifiques africains les plus actifs et qui ont atteint une réputation internationale dans leurs domaines respectifs de recherche.

Les **Membres étrangers** sont élus parmi les scientifiques non-africains actifs et de réputation internationale qui ont contribué de façon significative au développement de la science et ses applications en Afrique.

A ce jour, l'Académie compte 84 membres, parmi lesquels 80 sont des membres fondateurs ou des membres ordinaires, représentant 24 pays africains et 4 sont des membres étrangers représentant 4 pays non africains.

Les grandes lignes de l'Académie

L'Académie a développé un programme central solide, couvrant quatre domaines principaux:

(a) La mobilisation et le renforcement de la communauté scientifique africaine couvre les projets suivants:

- Le Réseau des Organisations Scientifiques Africaines (NASO)
- Profil et base des données des scientifiques et institutions de recherche africaines;
- Assistance spécifique aux scientifiques et associations professionnelles régionales

(b) La publication et la diffusion des informations scientifiques est entreprise par les Editions de l'Académie (ASP), entre entreprise conjointe de l'Académie et de l'Académie des Sciences du Tiers Monde (TWAS). En plus des publications diverses produites par le biais des projets de l'Académie et des deux autres publications: Whydah, le bulletin trimestriel de l'Académie et Discovery and Innovation, ASP compte aussi publier les livres didactiques pour l'enseignement universitaire.

(c) Recherche, développement et politique publique comprend les projets suivants:

- La Commission Spéciale pour l'Afrique;
- Sécheresse, Désertification et Déficit Alimentaire (DDFD)
- (d) Renforcement des capacités scientifiques et technologiques embrasse les projets suivants:
- Le programme de bourses pour la préparation des thèses en Afrique (ADIAP);
- Le Trust des Talents Africains;
- Renforcement des Capacités de Recherche Forestière (CBFR).

L'Académie entreprend aussi des missions de sensibilisation, organise des réunions, des symposia et des ateliers et collabore avec d'autres organisations ayant des objectifs similaires. Le Réseau des Organisations Scientifiques Africaines initié par l'Académie en 1986 a été inauguré en octobre 1989 et a développé son propre programme.

Les membres du Comité directeur de l'Académie (1988-1990)

Président

Thomas R. Odhiambo (Kenya)

Vice-Président

Afrique du Nord, Attia Ashour (Egypte); Afrique de l'Ouest, Victor Doulou (Congo); Afrique de l'Est, Mohamed H.A. Hassan (Soudan); Afrique Australe, Lydia Makhubu (Swaziland)

Secrétaire Scientifique

Gideon B.A. Okelo (Kenya)

Secrétaire pour les Relations Internationales

Ne Nangu Massamba (Zaïre)

Trésorier

Ahmed Hassanali (Tanzanie)

Représentants Régionaux

Afrique du Nord, Mahdi Eimandira (Maroc), Afrique de l'Ouest, Ebenezer Laing (Ghana); Afrique de l'Est, Suzanne Rakoto-Ratsimamanga (Madagascar); Afrique Australe, John Nkoma (Tanzanie)

Secrétariat de l'A.A.S.

P.O. Box 14798

Nairobi, Kenya

Téléphone: 802176, 802182/3 - Téléc: 25446 AFACS KE