

Effet de la combinaison DAP, chaux dolomitique et fientes de poule sur la réduction de la toxicité aluminique d'un sol acide d'altitude du Burundi

Salvator Kaboneka¹, Alphonse Niyongabo² & Séverin Nijimbere¹

¹Département des Sciences et Technologies de l'Environnement (STE), Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie (FABI).B.P. 2940. Bujumbura - BURUNDI. E-mail: salvator.kaboneka@ub.edu.bi & severin.nijimbere@ub.edu.bi.

² Direction Générale de l'environnement, des ressources en eau et de l'assainissement, B.P.631. Bujumbura - BURUNDI. E-mail: niyongalpo@gmail.com

Reçu: le 14 Novembre 2018

Accepté pour publication : le 03 Mars 2020

Publié en ligne pour la première fois: le 16 Mars 2020

Abstract

A 90-day greenhouse study evaluated the combined effect of $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$, chicken (*Gallus gallus domesticus*) manure and dolomitic lime (CaCO_3 , MgCO_3) on exchangeable Al^{3+} reduction, growth and biomass yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown on an acidic high altitude soil collected at Gisozi, Mwaro province. The investigation combined 3 application rates of chicken manure (0, 2.5 and 5 T/ha) and lime (0, 0.5 and 1 T/ha) with a unique application rate of 100 kg of DAP per hectare. Obtained results on common bean crop showed highest growth performances by the combination of 100 kg DAP + 5 T/ha of chicken manure + 1 T/ha of lime. Nevertheless, the latter treatment was not significantly different with some lower application rates, including 2.5 T/ha of chicken manure combined with 0.5 T/ha of lime. The latter application rate completely neutralized the exchangeable Al in the used soil, as did higher application rates of chicken manure and lime. A global analysis of bean growth performance coupled with the results of exchangeable acidity neutralization show that the combination of 2.5 T/ha of chicken manure and 0.5 T/ha of lime could be considered the most economically efficient. As a matter of fact, chicken manure constitutes an organic amendment with the particularity of bringing in quite large quantities of Ca^{2+} and Mg^{2+} . Hence, chicken manure has a dual liming potential, via Al^{3+} detoxification through chelation and chemical displacement and neutralization of Al^{3+} by Ca^{2+} and Mg^{2+} .

Keywords: Exchangeable Al^{3+} , neutralization, chicken manure, lime, bean

1. Introduction

Une grande partie du territoire burundais est caractérisée par des sols à forte acidité, se traduisant par une faible saturation en bases échangeables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) sur le complexe d'échange qui est par contre essentiellement saturé en cations acides, en l'occurrence les ions Al^{3+} et H^+ (O. Nduwimana & al., 2013; L. Opdecamp, 1988).

L'acidité des sols contrôle la vie dans le sol, la croissance, la physiologie et la production des plantes et l'environnement. Elle contrôle le fonctionnement physique, chimique et microbiologique du sol dans son ensemble. Certains chercheurs avancent même que l' Al^{3+} échangeable est le principal indicateur de la qualité d'un sol et de sa productivité potentielle (L. Opdecamp, 1988, N.V. Hue & al., 1986).

Un certain nombre de travaux ont montré que les amendements calco-magnésiens améliorent la productivité des sols acides et neutralisent la toxicité aluminique (C.Landa, 1983 ; F. Bizoza, 1986 ; M. Bacanamwo & E. Rufyikiri, 1987; S.A. Materechera & T.S. Mkhabela, 2002 ; D. Ndayishimiye, 2007).

La matière organique du sol ou appliquée joue aussi un rôle de chaulage, en ce sens que les molécules organiques complexent (chélation) Al^{3+} et le rendent ainsi inoffensif (N.V. Hue & al., 1986 ; N.V. Hue, 2008). Des travaux de mémoires effectués à la Faculté des Sciences Agronomiques (FACAGRO) de l'Université du Burundi (S. Bizimana, 2003 ; L. Nimubona, 2005) ont rapporté une plus grande efficacité des fientes de poule (*Gallus gallus domesticus*) par

rapport aux fumiers de vache (*Bostaurus*), de chèvre (*Capra aegagrus hircus*) ou de mouton (*Ovis aries*).

A ce titre, en plus de ses apports en éléments nutritifs, le potentiel de neutralisation des fientes de poule (son potentiel chaulant en somme) est des plus intéressants, particulièrement au Burundi, où, comme dans la plupart des pays en développement, la pauvreté des agriculteurs constitue une contrainte majeure à l'applicabilité de la technique de chaulage par amendements minéraux.

Dans ce contexte, les fientes de poule pourraient constituer une alternative ou un complément agronomique et économique viable au chaulage minéral auquel ne pourra pas avoir accès un petit agriculteur vivant le plus souvent en-dessous du seuil de pauvreté.

Considérant cette inaccessibilité de la chaux à la grande majorité des agriculteurs burundais au-delà de programmes de subvention, se basant sur l'efficacité prouvée des fientes de poule dans la réduction de l'acidité et de la toxicité aluminique, nous avons mené une investigation portant sur l'efficacité comparée de différentes doses de chaux dolomitique (CaCO_3 , MgCO_3) en combinaison avec différentes doses de fientes de poule.

Le principal objectif de notre investigation était de trouver une combinaison de chaux dolomitique et de fientes de poule efficace sur la neutralisation de l' Al^{3+} échangeable, responsable de la faible productivité des sols acides d'altitude du Burundi.

2. Matériels et méthodes

2.1. Sol

Le sol utilisé provenait de la station expérimentale de l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) implantée dans la commune Gisozi, province Mwaro. La totalité de la commune s'étend sur toute la région naturelle du Mugamba.

Le climat est de type tropical humide et tempéré par l'altitude. La pluviométrie moyenne annuelle est supérieure à 1200 mm, tandis que les températures annuelles varient entre 15 et 20°C. La station ISABU de Gisozi est située dans la partie Sud de la région du Mugamba, à 2097 m d'altitude (M. Wakana, 1984).

Dans l'ensemble, les sols de la commune de Gisozi sont en grande partie sablonneux, acides et peu fertiles. La végétation est à base d'*Eragrostis olivacea* K. Schumacher, indicatrice d'une dégradation ultime du sol. Effectivement, les travaux de M. Wakana (1984) ont montré que les sols de Gisozi sont fortement désaturés en bases, humifères à horizon sombre et argileux (kaolinite).

Le sol utilisé dans la présente étude a été prélevé dans la couche 0-15 cm de profondeur après avoir décapé la couche

superficielle du sol constituée de litière. Les caractéristiques analytiques de ce sol sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques chimiques du sol.

Paramètre	Valeur
pH_{eau}	5,14
pH KCl	4,44
% C	1,80
% N	0,28
CEC (cmole _c /kg de sol)	4,10
Al^{3+} (cmole _c /kg de sol)	0,56
H^+ (cmole _c /kg de sol)	0,67
Ca^{2+} (cmole _c /kg de sol)	0,19
Mg^{2+} (cmole _c /kg de sol)	0,22
K^+ (cmole _c /kg de sol)	0,15

Les analyses du sol ont été effectuées au Laboratoire d'Analyse des Sols et Produits Agro-Alimentaires (LASPA) de l'ISABU. Les méthodes analytiques sont celles en vigueur dans ce laboratoire (C. Kibiriti & al., 1986a ; C. Kibiriti & al., 1986b).

La sommation des cations échangeables (CECE) est de loin inférieure à la CEC, une indication de la dominance des argiles de type 1:1 (kaolinite) et de la présence des oxyhydroxydes de fer et d'aluminium.

Le taux de saturation en bases est très faible et les cations échangeables acides (Al^{3+} et H^+) sont prédominants. Tous ces paramètres prouvent que ce sol présente une désaturation en bases élevée et un risque évident de toxicité aluminique.

2.2. Fientes de poule

Les fientes de poule (*Gallus gallus domesticus*) utilisées dans notre expérimentation provenaient d'un des poulaillers d'un éleveur moderne de la Mairie de Bujumbura. Les analyses effectuées par l'ISABU sur l'échantillon de fientes de poule utilisées (C. Kibiriti & al., 1986a ; C. Kibiriti & al., 1986b) sont indiquées dans le tableau 3.

Tableau 3. Composition chimique de la fiente de poule.

Paramètre	Valeur
pH_{eau}	7,83
% C	19,73
% N	3,61
C/N	5,4
P %	1,31
Ca (%)	8,17
Mg (%)	0,86

2.3. Chaux dolomitique

La chaux dolomitique ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) utilisée provenait du gisement du Moso. Sur base des résultats d'analyses effectuées par l'ISABU (C. Kibiriti & al., 1986a), sa composition est décrite dans le tableau 4.

Tableau 4. Composition de la chaux dolomitique utilisée.

Paramètre	Valeur
pHeau	9,34
Ca (%)	22,51
Mg (%)	12,30

2.4. Culture test

La culture test utilisée dans cette étude menée en serre était celle du haricot nain (*Phaseolus vulgaris*L.), variété MORE, la plus diffusée au Burundi depuis 1998. Le choix de la culture de haricot a été motivé par sa sensibilité à l'acidité et la toxicité Al du sol (J.F.R Wouters & al., 1985). Les premiers symptômes de toxicité Al s'expriment sur les parties végétatives du plant en croissance, sur les racines comme sur les parties aériennes (J.F.R Wouters & al., 1985).

Pour cette raison, nous avons évalué la croissance en hauteur, la croissance racinaire, de même que la production de biomasse (racinaire et aérienne) de la culture test de haricot après 1 mois de semi sur une période de 3 mois. Trois récoltes (mesures) ont ainsi été effectuées et évaluées.

A chacune des 3 récoltes (mesures), les racines et les parties aériennes ont été mesurées séparément et emballées dans des enveloppes et étuvées. L'étuvage a été fait jusqu'à poids constant à 105° C pendant 48 heures. Les matières sèches correspondant aux racines et aux parties aériennes ont été déterminées avec une balance analytique de type Sartorius avec une précision de 0,001 près.

2.5. Dispositif expérimental

L'essai en pots a été installé dans la serre de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université du Burundi dans un dispositif en randomisation totale avec 9 traitements et 3 répétitions. Les traitements qui ont été évalués combinaient 3 doses de fientes de poule et 3 doses de chaux dolomitique. Ils sont décrits dans le tableau 5.

La dose de 100 kg de DAP (18-46-0) était systématiquement utilisée dans tous les traitements, parce que c'est la formulation de référence recommandée par l'ISABU pour la culture du haricot au Burundi.

Les paramètres (caractéristiques) de croissance et de production de biomasse considérés étaient : hauteur des

plants (cm), longueur des racines (cm), biomasse racinaire (g), biomasse aérienne (g) et la combinaison des deux biomasses.

La disponibilité des fonds n'a permis que l'analyse de 3 paramètres du sol que nous avons jugés plus pertinents pour l'étude. Ainsi, à la conclusion de l'expérimentation (90 jours), 27 échantillons ont été analysés pour l'acidité totale ($\text{Al}^{3+} + \text{H}^+$), l'acidité aluminique (Al^{3+}) et l'acidité liée à l'ion H^+ .

Les données collectées ont été analysées en utilisant le logiciel GENSTAT. Une analyse de la variance à un seul critère (ANOVA 1) a été effectuée sur les différents paramètres étudiés dont la classification des moyennes a été obtenue sur base de la plus petite différence significative (ppds).

Les normes d'interprétation des résultats analytiques ont été celles établies par P. Dagnélie (1987).

Tableau 5. Traitements sous expérimentation.

Traitement	DAP (kg/ha)	Fientes de poule (T/ha)	Chaux (T/ha)
T ₀ (Témoin)	100	0	0
T ₁	100	0	0,5
T ₂	100	0	1
T ₃	100	2,5	0
T ₄	100	2,5	0,5
T ₅	100	2,5	1
T ₆	100	5	0
T ₇	100	5	0,5
T ₈	100	5	1

3. Présentation et discussion des résultats

Les résultats obtenus sont illustrés dans les tableaux 6 à 11 qui indiquent le classement des groupes de moyennes homogènes obtenues avec la méthode de la plus petite différence significative (ppds), le test de Fischer, son degré de signification et le coefficient de variation (C.V). Dans les différents tableaux, les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

3.1. Croissance en hauteur et longueur racinaire de la plante test (haricot)

Le tableau 6 ci-après donne les résultats de croissance en hauteur du haricot.

Tableau 6. Croissance en hauteur (cm) du haricot.

Dose (par ha)	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3
5 T fiente+1 T chaux	43,30a	43,43a	40,83ab
5 T fiente + 0,5 T chaux	39,20b	40,87ab	43,33a
2,5 T fiente + 1 T chaux	38,97b	42,60ab	42,50ab
2,5 T fiente+0,5 T chaux	38,20b	38,63b	38,57b
5 T fiente + 0 T chaux	33,83c	34,87bc	34,30c
0 T fiente + 1 T chaux	33,33c	33,43cd	30,50d
0 fiente + 0,5 T chaux	29,73d	30,50de	28,80d
2,5 T fiente + 0 T chaux	28,40d	28,80e	28,73d
0 T fiente + 0 T chaux	12,73e	13,17f	11,97e
Moyenne générale	33,11	34,03	33,28
Test F	129,65***	43,54***	65,35***
C.V (%)	4,2	1,4	1,9

***: Très hautement significatif ($p < 0,001$).

Le traitement ayant montré la plus grande performance de croissance en hauteur des plants de haricot (Tableau 6) est le traitement ayant reçu les plus grandes doses de fiente de poule (équivalent de 5 T/ha) et de chaux dolomitique (équivalent d'une tonne/ha). A chacune des trois mesures, ce dernier traitement faisait partie d'un groupe de 4 traitements qui sont toujours en tête : 5 T de fiente de poule + 1 T de chaux; 5 T Fiente + 0,5 T chaux; 2,5 T Fiente + 1 T chaux et 2,5 T Fiente + 0,5 T chaux.

Les autres traitements, qui ont en commun le fait qu'ils n'ont reçu qu'un seul amendement (soit organique, soit minéral) montrent des performances moindres de croissance de la culture test (haricot), avec en dernière position le traitement témoin qui n'a reçu ni fiente de poule, ni chaux.

Tableau 7. Longueur racinaire (cm) des plants de haricot.

Dose (par ha)	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3
5 T fiente+1 T chaux	13,40a	13,37a	12,33ab
5 T fiente + 0,5 T chaux	11,87b	13,00ab	13,33a
2,5 T fiente + 1 T chaux	11,37b	12,33ab	12,83ab
2,5 T fiente+0,5 T chaux	11,20b	11,60bc	11,57bc
5 T fiente + 0 T chaux	9,73c	10,33c	10,20c
0 T fiente + 1 T chaux	9,97c	7,80d	7,10d
0 fiente + 0,5 T chaux	6,33d	6,67de	5,60d
2,5 T fiente + 0 T chaux	5,27e	5,57e	5,67d
0 T fiente + 0 T chaux	2,63f	3,10f	2,53e
Moyenne générale	9,09	9,31	9,01
Test F	103,32***	41,99***	55,45***
C.V (%)	6,7	10,5	10,0

***: Très hautement significatif ($p < 0,001$).

La même tendance d'hierarchisation des traitements observée pour la croissance en hauteur du haricot est aussi observée pour les paramètres longueur et biomasse racinaires (Tableaux 7 et 8). En tête du classement apparaissent les traitements combinant la fiente de poule et la chaux dolomitique. Le traitement témoin, n'ayant reçu ni fiente de

poule ni chaux, vient en dernière position avec une longueur racinaire 5 fois moindre et une biomasse racinaire presque 10 fois inférieure à celle du traitement de tête combinant 5 T de fiente de poule et 1 T de chaux par hectare. Les traitements n'ayant reçu qu'un seul traitement (fiente de poule ou chaux) occupent des positions intermédiaires.

Tableau 8. Biomasse racinaire (g) des plants de haricot.

Dose (par ha)	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3
5 T fiente+1 T chaux	2,04a	1,67a	1,67a
5 T fiente + 0,5 T chaux	1,48b	1,54ab	1,54a
2,5 T fiente + 1 T chaux	1,45b	1,59ab	1,59a
2,5 T fiente+0,5 T chaux	1,43b	1,35b	1,35ab
5 T fiente + 0 T chaux	1,12b	1,25b	1,25b
0 T fiente + 1 T chaux	1,34b	1,28b	1,28b
0 fiente + 0,5 T chaux	1,19b	1,24b	1,18b
2,5 T fiente + 0 T chaux	1,10b	1,18b	1,24b
0 T fiente + 0 T chaux	0,21c	0,18c	0,18c
Moyenne générale	1,26	1,25	1,22
Test F	15,18***	19,54***	22,73***
C.V (%)	17,2	13,7	13,1

***: Très hautement significatif ($p < 0,001$).

Autant pour les paramètres hauteur de croissance, longueur et biomasse racinaires de la culture test, la production des biomasses aérienne et totale (Tableaux 9 et 10) suit le même ordre de grandeur : traitements amendés avec la fiente de poule et la chaux dolomitique > traitements ayant reçu un seul amendement > témoin sans fiente de poule ni chaux. Visiblement, la combinaison des deux amendements, avec à la tête le traitement 5 T de fiente de poule + 1 T de chaux dolomitique, donne de meilleurs résultats de production de biomasse du haricot.

Tableau 9. Biomasse aérienne (g) des plants de haricot.

Dose (par ha)	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3
5 T fiente+1 T chaux	3,62a	3,65a	3,64a
5 T fiente + 0,5 T chaux	3,42ab	3,10ab	3,45a
2,5 T fiente + 1 T chaux	3,24b	3,54a	3,53a
2,5 T fiente+0,5 T chaux	3,24b	3,19ab	3,14ab
5 T fiente + 0 T chaux	2,89c	3,10ab	3,05b
0 T fiente + 1 T chaux	3,13b	2,89b	2,28b
0 fiente + 0,5 T chaux	2,75c	2,80b	2,65c
2,5 T fiente + 0 T chaux	2,43d	2,66b	2,66bc
0 T fiente + 0 T chaux	0,48e	0,48c	0,44d
Moyenne générale	2,80	2,82	2,82
Test F	165,69***	23,43***	67,79***
C.V (%)	4,5	12,0	7,2

***: Très hautement significatif ($p < 0,001$).

L'effet de la fiente de poule sur les performances de croissance (tige et racine) et de production de biomasse est bien apparent. Bien que n'étant pas statistiquement net, l'on observe une augmentation des performances de croissance et

de production de biomasse avec les doses croissantes de chaux dolomitique pour une même dose d'application de la fiente de poule. La même tendance s'observe également pour les doses croissantes de fiente de poule pour une même dose de chaux.

Tableau 10. Biomasse totale (g) des plants de haricot.

Dose (par ha)	Mesure 1	Mesure 2	Mesure 3
5 T fiente+1 T chaux	5,65a	5,32a	5,31a
5 T fiente + 0,5 T chaux	4,89b	4,64ab	4,98ab
2,5 T fiente + 1 T chaux	4,69b	5,13a	5,09ab
2,5 T fiente+0,5 T chaux	4,66b	4,54ab	4,48bc
5 T fiente + 0 T chaux	4,01c	4,31b	4,27bc
0 T fiente + 1 T chaux	4,47b	4,17b	4,05c
0 fiente + 0,5 T chaux	3,53d	4,04b	3,73c
2,5 T fiente + 0 T chaux	3,93c	3,83b	3,82c
0 T fiente + 0 T chaux	0,69e	0,64c	0,61d
Moyenne générale	4,06	4,07	4,04
Test F	130,04***	24,59***	24,41***
C.V (%)	5,3	11,8	11,9

***: Très hautement significatif ($p < 0,001$).

Cependant, l'effet spectaculaire est plus visible avec la seule application de 0,5 T de chaux sans fiente de poule ou celle de 2,5 T de fiente de poule sans ajout de chaux. Au-delà des doses de 0,5 T/ha de chaux et de 2,5 T/ha de fiente de poule, une tendance décroissante de la production de biomasse s'observe.

C'est typiquement un exemple d'application de la loi des excédents de rendements moins que proportionnels, autrement appelée la loi de Mitscherich. De ce fait, à l'analyse des données globales de production de biomasse de la culture test (haricot), c'est la dose combinant la dose de 2,5 T/ha de fiente de poule et la dose de 0,5 T/ha de chaux dolomitique qui apparaît être optimale.

3.2. Réduction de l'acidité d'échange (Al^{3+} , H^+)

Le tableau 11 montre les effets comparés des différentes applications de chaux dolomitique et de fiente de poule sur l'acidité d'échange liée à l' Al^{3+} , H^+ et leur combinaison (acidité totale).

L'analyse du tableau 11 indique, et de manière systématique, que les traitements ayant reçu la chaux dolomitique comme seul amendement sont caractérisés par des valeurs plus élevées en acidité totale, en Al^{3+} et H^+ échangeables, par rapport à ceux ayant reçu uniquement la fiente de poule ou ceux combinant les deux sources d'amendements.

Tableau 11. Effet des amendements sur l'acidité échangeable ($cmole_c/kg$ de sol).

Dose (par ha)	Al^{3+}	H^+	$Al^{3+}+H^+$
0 T fiente+0 T chaux	0,61a	0,45a	1,06a
0 T fiente + 0,5 T chaux	0,36b	0,34b	0,67b
0 T fiente + 1 T chaux	0,31b	0,33b	0,64b
2,5 T fiente+0 T chaux	0,00c	0,07c	0,07c
2,5 T fiente + 0,5 T chaux	0,00c	0,07c	0,07c
2,5 T fiente + 1 T chaux	0,00c	0,05c	0,05c
5fiente + 0 T chaux	0,00c	0,04c	0,04c
5 T fiente + 0,5 T chaux	0,00c	0,02c	0,02c
5 T fiente + 1 T chaux	0,00c	0,02c	0,02c
Moyenne générale	0,14	0,15	0,30
Test F	111,05***	99,56***	27,02***
C.V (%)	83,8	19,1	44,5

***: Très hautement significatif ($p < 0,001$).

Il apparaît clairement que l'effet de la fiente de poule est plus significatif que celui de la chaux dolomitique sur la réduction de l' Al^{3+} et du H^+ échangeables. C'est ainsi que l'application de la plus grande dose de chaux dolomitique (1 T/ha) ne réduit l' Al^{3+} échangeable que de 50 % par rapport au traitement témoin, alors que la seule application de 2,5 T/ha de fiente de poule neutralise complètement l' Al^{3+} échangeable, au même titre que la plus grande dose de fiente de poule (5 T/ha) et les traitements combinant les deux amendements. Ces résultats démontrent l'efficacité des fientes de poule dans la gestion de l'acidité liée à l' Al^{3+} échangeable.

Aussi, elles augmentent la capacité d'échange cationique du sol, freinent les pertes par lessivage des cations basiques (Ca^{2+} , Mg^{2+}) et forment avec l'argile les complexes argilo-humiques à la base de la structuration des sols (N.V. Hue, 1986 ; S. Bizimana, 2003).

De manière générale, l'action de neutralisation de l' Al échangeable par les fientes de poule est plus faible à court terme, mais elle se prolongerait dans le temps (S. Bizimana, 2003 ; L. Nimubona, 2005). Sa combinaison avec la chaux donnerait de meilleurs résultats à long terme. En effet, la combinaison de la chaux et de la matière organique a été utilisée pour la correction de l'acidité et la toxicité aluminique par certains chercheurs.

A titre d'exemple, dans leur expérience effectuée à Kajondi dans la région naturelle du Bututsi, C. Mathieu & A. Bruyère (1987) ont relevé que la combinaison de 4 T de fumier de vache et 2 T de calcaire équivaldrait à 7 T de fumier appliqué seul à l'hectare. Autrement dit, la combinaison des deux amendements (minéraux et organiques) réduirait les quantités de fumier à utiliser.

4. Conclusions et perspectives

Les fientes de poule constituent une source intéressante de matières organiques riches en nutriments avec un pouvoir de neutralisation de l' Al^{3+} échangeable, souvent responsable de la toxicité aluminique des sols acides d'altitude du Burundi. L'investigation rapportée dans cette publication a permis de remarquer qu'une dose de 5 T/ha de fiente combinée à 1 T/ha de chaux donne lieu à de plus grandes croissances aériennes et racinaires, de même que des productions élevées de biomasse racinaires et aériennes d'une culture test de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.).

Cette combinaison de doses de fientes de poule et de chaux dolomitique n'est cependant pas statistiquement plus significative que les doses inférieures, parmi lesquelles figure la dose de 2,5 T/ha de fiente de poule et 0,5 T/ha de chaux dolomitique. Cette dernière combinaison permet de neutraliser complètement l' Al^{3+} échangeable contenu dans le sol étudié, autant que la combinaison des plus grandes doses de fiente de poule et de chaux dolomitique. L'action des fientes de poule sur la neutralisation de l' Al^{3+} est double : (i) libération des cations basiques (Ca^{2+} , Mg^{2+}) par action microbienne, lesquels à leur tour neutralisent l'ion Al^{3+} , (ii) détoxification de l' Al^{3+} par chélation par les acides organiques contenus dans les fientes de poule (C.I. Duruigbo & al., 2007). En plus de cet effet chaulant, les fientes de poule apportent des éléments nutritifs supplémentaires et sont caractérisées par un effet à long terme (effet résiduel) plus soutenu sur la fertilité des sols par rapport aux engrais minéraux appliqués (B. Singh & al., 1997). Ces derniers peuvent à terme acidifier le sol (S. Kaboneka & al., 2019).

En fin de compte, l'analyse globale des caractéristiques de croissance du haricot couplée aux résultats de neutralisation de l'acidité d'échange indique que la combinaison optimale des deux amendements serait 2,5 T/ha de fiente de poule associée à 0,5 T/ha de chaux dolomitique. C'est une indication que les fientes de poule constituent une ressource à valoriser dans la gestion des sols acides du Burundi, pour autant que des quantités suffisantes de fientes de poule puissent être disponibles. C'est un défi à relever.

Obtenus en conditions contrôlées sous serre, ces résultats nécessitent bien évidemment une validation en milieu réel comportant une analyse de rentabilité et une évaluation de l'effet à long terme (effet résiduel). Cette approche de combinaisons organo-minérales de fertilisants est en harmonie avec la FOMI (Fertilisants Organo-Minéraux Industries), une nouvelle initiative de fabrication de fertilisants mixtes organo-minéraux au Burundi.

Références

- [1] Bacanamwo, M. & E. Ruyikiri, 1987. Etude des amendements calco-magnésiens dans la fertilisation des sols acides. Mémoire, U.B., FACAGRO. Bujumbura. 149 p.
- [2] Bizimana, S., 2003. Effets comparatifs des amendements organiques et calcaires sur la réduction de l'Aluminium échangeable dans deux sols d'altitude du Burundi. Mémoire, U.B., FACAGRO. Bujumbura. 136 p.
- [3] Bizoza, F., 1986. Contribution à la correction de la toxicité aluminique des sols humifères d'altitude au Burundi. Mémoire, U.B., FACAGRO. Bujumbura. 127p.
- [4] Dagnélie, P., 1987. Théorie et méthodes statistiques. Application agronomique (Vol 2). Gembloux, Belgique. 1982 p.
- [5] Duruigbo, C.I., J.C. Obiefuna & E.U. Onweremadu. 2007. Effect of poultry manure rates on soil acidity in an Ultisol. International Journal of Soil Science 2:154-158.
- [6] George E., W.J. Horst & E. Neumann, 2012. Adaptation of plants to adverse chemical soil conditions. Chapter 17 (409-472). In Marschners's Mineral nutrition of higher plants. Third Edition. Elsevier Ltd. 651 p.
- [7] Hue, N.V. 2008. Correcting soil acidity of a highly weathered Ultisol with chicken manure and sewage sludge. Communications in Soil Science and Plant Analysis. Vol 23 (3-4):241-264. Published online: 11 november 2008.
- [8] Hue, N.V., Graddock, G.R. & Adams, F. 1986. Effect of organic acids on Al toxicity in subsoils. Soil Sci. Soc. Am. J. 50: 28-34.
- [9] ISABU, 2006. Fiche descriptive des variétés de haricots sélectionnées et recommandées par l'ISABU, programme légumineuse, composante haricot. ISABU, Bujumbura. 28 p.
- [10] Kaboneka, S., B.T Iro Ong'or, C. Kwizera, G. Nsavyimana, D. Buzoya and N. Ntukamazina. 2019. Effects of urea and Di-Ammonium Phosphate on acidification of three Burundi representative soils. International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (IJASRE). Volume 5(8). August 2019. DOI : 10.31695/IJASRE.2019.33119.
- [11] Kibiriri, C., S. Ndayiragije, J. Gourdin & P. Hollebodch. 1986a. Analyse des bases échangeables, de la CEC et de l'acidité échangeable. ISABU. 33 p.
- [12] Kibiriri, C., S. Ndayiragije, J. Gourdin & P. Hollebodch. 1986b. Détermination du pH, la conductivité et l'analyse de la matière organique. ISABU. 35 p.
- [13] Landa, C., 1983. Vingt ans d'essais de fumure sur les cultures vivrières au Burundi (1963-1983), synthèse des résultats et recommandations ISABU. Publication N° 35.
- [14] Materechera, S.A. & T.S. Mkhabela. 2002. The effectiveness of lime, chicken manure and leaf litter ash in ameliorating acidity in a soil previously under black wattle (*Acacia mearnsii*) plantation. Bioresource Technology 85 : 9-16.
- [15] Mathieu, C. & A. Bruyère, 1987. Effet de la fertilisation sur les rendements du blé Romany en culture d'ouverture. Rapport annuel du Projet IBSNAT de Kajondi. FACAGRO, Bujumbura. 65 p.
- [16] Ndayishimiye, D., 2007. Effet comparatif de trois amendements calco-magnésiens sur la correction de la toxicité aluminique d'un sol du Mugamba (Gisozi). Mémoire, U.B., FACAGRO. Bujumbura. 87 p.

- [17] Nduwimana O., Z.Nzohabonayo, C. Hicintuka & M. Nibasumba. 2013. Cartographie de la fertilité des sols du Burundi et des besoins des principales cultures vivrières en éléments nutritifs. PAN PNSEB. IFDC. 110 p.
- [18] Nimubona, L., 2005. Effet de l'application de différents fumiers et du calcaire sur la dynamique de l'Aluminium échangeable de deux sols d'altitude du Burundi. Mémoire, U.B., FACAGRO. Bujumbura. 168 p.
- [19] Opdecamp, L., 1988. Etude de la toxicité aluminomangannique des sols d'altitude du Burundi. ISABU. 87 p.
- [20] Singh, B. Y. Singh, M.S. Maskina & O.P.Meelu. The value of poultry manure for wetland rice grown in rotation with wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 47: 243-250.
- [21] Wakana, M, 1984. Contribution à la définition de la toxicité aluminique des sols humifères d'altitude au Burundi. Mémoire, U.B., FACAGRO. Bujumbura. 108 p.
- [22] Wouters, J.F.R, M. Wakana & L. Opdecamp, 1985. Sensibilité du haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) à la concentration en Aluminium des sols de la région des Grands-Lacs. *Tropicultura*. Vol 4(1) : 20-26.