

Effets de doses croissantes des excréments de caprins sur le rendement de chou pomme ou cabus (*Brassica oleraceae* L.) installé sur un sol sablo - argileux

Jean Liévin Liengo BONANE^{1*}, Innocent Kungsi NDONGALA²,
Benoît Jacques Nampembe TUNAKIESE², André Mayanga NSUANDA¹
et Guelord Mayanga NSUANDA³

¹ Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Centre de Recherche de Mvuazi,
BP 2037 Kinshasa, RD. Congo

² Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques (ISEA) de Mvuazi, RD Congo

³ Institut International Agriculture Tropicale (IITA), RD Congo

* Correspondance, courriel : lievinbonane@gmail.com

Résumé

Ce travail porte sur l'évaluation de l'efficacité agronomique de fumiers de caprins et de l'engrais minéral NPK 17-17-17 sur le rendement du chou pommé conduit sur un sol sablo - argileux. Le dispositif expérimental est un dispositif complètement randomisé à trois répétitions et six traitements : T0 (témoin non fertilisé) ; T1 (150 kg NPK par hectare) ; T2 (300 kg NPK par hectare) ; T3 (15 tonnes des excréments de caprins par hectare), T4 (30 tonnes des excréments de caprins par hectare) et T5 (45 tonnes des excréments de caprins par hectare). Les excréments de caprins et le NPK 17-17-17 sont apportés en diffusion dans le sol respectivement six jours avant et, l'engrais minéral a été épandu deux fois en localisation ; la première fraction 10 jours après le repiquage et la deuxième fraction 30 jours après la première. Les résultats montrent que des différences hautement significatives ($p < 0,05$) ont été obtenues entre les différents traitements en ce qui concerne la croissance et les rendements du chou pommé. Des rendements obtenus varient de 28 T.Ha⁻¹ pour le traitement témoin à 108 T.Ha⁻¹ pour le traitement T5 à base de 45 tonnes des excréments de caprins. En référence aux rendements obtenus et à l'efficacité agronomique, les doses des excréments des caprins de 15 T.Ha⁻¹ et de 30 T.Ha⁻¹ seraient des doses économiques et conviendraient pour limiter tout recours aux intrants minéraux. L'étude montre que, les excréments de caprins, dans les conditions de cet essai ont été d'un grand potentiel pour l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs de sol et a pu fournir la quantité des nutriments nécessaires à la culture de chou pommé sans apport d'engrais minéraux.

Mots-clés : *fumiers de caprins, engrais minéraux, chou pommé, Mvuazi, DRC.*

Abstract

Effects of increasing doses of caprine excreta on the yield of apple cabb (*Brassica oleraceae* L.) on a clay-sable soil

This work focuses on the assessment of the agronomic efficiency of goat manure and mineral fertilizer NPK 17-17-17 on cabbage yield on a sandy loam soil. The experimental setup is a completely randomized device with three replicates and six treatments : T0 (unfertilized control); T1 (150 kg NPK per hectare); T2 (300 kg NPK

per hectare); T3 (15 tons of goats' excreta per hectare), T4 (30 tons of goats' excreta per hectare) and T5 (45 tons of goats' excrement per hectare). Goat feces and NPK 17-17-17 are released into the soil respectively six days before and the mineral fertilizer has been spread twice in location; the first fraction 10 days after transplanting and the second fraction 30 days after the first. The results show that highly significant differences ($p < 0.05$) were obtained between different treatments in terms of growth and yield of cabbage. Yields ranged from 28 T.Ha-1 for the control treatment to 108 T.Ha-1 for the 45 tons T5 treatment of goats' excreta. With reference to yields achieved and agronomic efficiency, goat excrement doses of 15 T.Ha-1 and 30 T.Ha-1 would be economic doses and would be appropriate to limit any use of mineral inputs. The study shows that, goats' feces, under the conditions of this test have been of great potential for improving the availability of soil nutrients and has been able to provide the amount of nutrients needed to grow cabbage headed without the use of mineral fertilizers.

Keywords : *goat manure, mineral fertilizer, cabbage, Mvuazi, DRC.*

1. Introduction

Il apparaît que la plupart de petits producteurs de chou pommé qui font cette culture, sont limités par l'utilisation des engrais minéraux qui coûtent trop cher. En Afrique subsaharienne, l'exploitation agricole de plus en plus intensive du fait de la forte pression sur les terres est due aux besoins croissants engendrés par l'accroissement démographique et au manque de terres cultivables [1]. La conséquence de cette pression est la diminution des jachères conduisant à la dégradation du sol et aux faibles rendements des cultures [2]. D'autre part, la fertilisation minérale seule ne permet pas de maintenir la fertilité des sols. Son utilisation exclusive entraîne dans certains cas une augmentation de l'acidité, une dégradation du statut physique et une baisse de la matière organique du sol [3]. Dans un tel contexte, la fertilisation organique devrait constituer une solution appropriée pour la restauration de la fertilité des sols. L'utilisation de fumiers de caprins peut constituer un substitut pour augmenter la production de la culture. L'utilisation des engrais minéraux, de par leur action bénéfique immédiate sur la productivité des cultures vivrières est une des solutions, mais leur coût élevé et leur disponibilité limitée les rendent presque inaccessibles aux petits paysans [4]. De nombreux travaux ont montré que les amendements jouent un rôle important sur diverses propriétés du sol, ce qui permet de justifier leur utilisation [5 - 13] ont montré que la décomposition des résidus organiques permet d'améliorer considérablement le niveau des nutriments et de la matière organique dans les sols. Dans le centre de l'INERA Mvuazi en particulier et dans le territoire de Mbanza - Ngungu en général, la culture de chou s'accroît de plus en plus mais les agriculteurs sont confrontés par les prix élevés des engrais minéraux. Par conséquent, l'utilisation des excréments des caprins à la place des engrais minéraux peut aider à accroître la production. L'objectif est d'étudier l'influence des doses croissantes de fumiers de caprins sur le rendement de chou pommé sur un sol sablo - argileux et d'en choisir la dose économique.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu

Cette étude a été menée au sein du Centre de Recherche de l'INERA (Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques(INERA) à Mvuazi, qui est situé dans l'Ouest de la République Démocratique du Congo, dans la province du Kongo - Central. Les coordonnées géographiques du centre de Mvuazi sont : 14°53' de longitude Est ; 05° 27' de latitude Sud et 432 m d'altitude. La végétation du site de Mvuazi est une savane et

le sol est du type argilo-sableux [14]. Son climat appartient à la zone AW₄ de KÖPPEN, caractérisée par la présence d'une saison sèche marquée de ± 130 jours. La saison pluvieuse s'étend du mois d'octobre au mois de mai avec une petite interruption en janvier et février. La saison pluvieuse connaît deux maxima se situant en mars - avril d'une part et d'autre part en novembre - décembre ; ce qui ramène la moyenne annuelle à 1375 mm et la température moyenne entre 21,5 et 23,5°C [15]. Les données climatiques ont été enregistrées durant expérimentation (*Tableau 1*).

Tableau 1 : Données climatiques pendant l'expérimentation

Mois	Pluviométrie		Température extrême			Humidité relative (volume / %)	Evaporation (Piche / cm ³)
	Pluies (mm)	Nbres jours des pluies	Maximum	Minimum	Moyenne		
Mars 017	119,5	5	31,5	20,6	26,0	78,3	3,89
Av.017	366,5	19	31,3	20,1	25,7	79,0	2,49
Mai 017	142,1	7	29,4	19,8	24,6	81,8	2,24
Juin 017	18,0	1	25,7	18,0	21,8	81,6	2,12
Juillet017	5,1	-	24,7	17,3	21,2	78,0	2,8
TOTAL	651,2	32	28,5	19,2	23,9	79,7	2,7

Source : Station météorologique de l'INERA MVUAZI

2-2. Matériel

Le chou pommé est l'un des légumes les plus cultivés et consommés dans le monde et dans la province du Kongo Central, a été utilisé comme matériel végétal. Selon l'organisation mondiale pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), les choux sont parmi les 20 légumes les plus cultivés au monde et constituent ainsi une importante source alimentaire [16]. Le chou est considéré comme une importante source de vitamine A, C et K. La composition nutritionnelle du chou blanc par 100 g de partie comestible (c.à.d. 77 % du produit tel qu'acheté) est de : eau 90,1 g, énergie 109 kJ (26 kcal), protéines 1,7 g, lipides 0,4 g, glucides 4,1 g, fibres alimentaires 2,9 g, Ca 52 mg, Mg 8 mg, P 41 mg, Fe 0,7 mg, Zn 0,3 mg, carotène 385 µg, thiamine 0,15 mg, riboflavine 0,02 mg, niacine 0,5 mg, folate 75 µg, acide ascorbique 49 mg [17]. L'essai a été conduit à Mankewa, sur un sol sablo - argileux dont sa flore de recolonisation était dominée par le *Panicum maximum*, *Imperata cylindrica*, *Bidens pilosa*, *Tithonia diversifolia* et *Cynodon dactylon* qui occupaient le terrain à des degrés de recouvrement variés. L'analyse de l'échantillon de sol au laboratoire a donné les résultats suivants selon le *Tableau 2*.

Tableau 2 : Caractéristiques chimiques du sol du site de l'essai

pH	Bases échangeables (ppm)			Azote ammoniacal (ppm)	Phosphore disponible (ppm)
	Ca	Mg	K		
5,8	1816,32	99,072	52,5	33,75	30

Source : Laboratoire pédologique de l'Université Kongo (Mbanza - Ngungu)

Le *Tableau 2* montre que le niveau de fertilité du site de l'essai est caractérisé par un pH marginal, mais pas nuisible pour le chou pommé, car à pH 5,8 il n'y a pas de risques de toxicité aluminique. Les niveaux de K et P sont bas, ceux de l'azote ammoniacal sont moyens. Le calcium et le magnésium sont en quantité suffisante. L'engrais NPK 17-17-17 a été utilisé comme fertilisant minéral et a été appliqué à la dose de 150 kg et de 300 kg à l'hectare. En outre, des fumiers de caprins ont été appliqués comme fertilisants organiques. Les fumiers étaient mis à l'étuve, à la température de 65°C pour connaître la quantité exacte des

fumiers à utiliser après le séchage de l'eau. Après 48 heures d'étuvage, les résultats d'analyse de laboratoire ont montré que sur 1000 grammes, il y a 379 grammes d'eau et 621 grammes des matières sèches. Les fumiers de caprins ont été appliqués aux doses croissantes de 15, 30 et 45 tonnes par hectare.

2-3. Méthodes

L'essai a été installé suivant un dispositif complètement randomisé comprenant six répétitions. Les traitements comprenaient trois doses de fumiers de caprins (15, 30 et 45 tonnes par hectare) et deux doses d'engrais minéral NPK 17-17-17 (150 et 300 kg par hectare). Ces doses de fertilisants minéraux et organiques ont été comparées à un témoin non fertilisé, ramenant le nombre de traitement à six (**Tableau 3**).

Tableau 3 : Quantités d'éléments fertilisants apportés par les différents traitements

Type de fertilisants	N° Traitement	Quantité apportée / Ha
		T0
NPK 17-17-17	T1	150 kg
	T2	300 kg
Excréments de caprins	T3	15 T
	T4	30 T
	T5	45 T

2-4. Conduite de l'essai

L'essai a été conduit sur un terrain sablo - argileux dont il est caractérisé par un pH de 5,8 (acide) et, les excréments de caprins ont le rapport Excrément - Urine de 87/33 ; 66 % d'eau ; 10,4 % de N ; 3,2 % de P₂O₅ et de 9,8 % de K₂O [18]. Les dimensions du terrain étaient de 85 m² de superficie dont 17 mètres de long et 5,0 m de large. Chacune des répétitions avait 17 m x 1,20 m et les parcelles élémentaires avaient chacune 2,5 m x 1,20 m avec une superficie de 3 m². Les écartements de semis utilisés étaient de 0,50 m x 0,35 m. Les engrais organiques ont été apportés en diffusion et enfouis six jours avant le repiquage. L'engrais NPK 17-17-17 était épandu deux fois, en localisation, la première fraction dix jours après le repiquage et la seconde fraction un mois après la première. La transplantation définitive était manuelle, à plat, à raison d'un plant par poquet. Le regarnissage des vides a lieu le septième jour après transplantation et les soins culturaux étaient constitués de sarclo - binages une fois par semaine. A la récolte, le diamètre de la pomme de chou et la hauteur de la pomme de chou cabus ont été prélevés tandis que la pomme de chou cabus a été pesée à la fin où la production a été étendue à l'hectare. Les données recueillies des observations ont été arrangées à l'aide du logiciel Excel et analysées en utilisant les logiciels statistiques Statistix 8.0. La comparaison des moyennes des traitements au niveau de signification de 5 % a été opérée. Elle a été calculée à partir du rendement total de Chou pommé pour chaque traitement. L'efficacité agronomique des fertilisants concerne les doses apportées à la fin de l'expérimentation. Elle a été calculée à partir du rendement total de la pomme de Chou cabus pour chaque traitement et de la quantité de dose apportée suivant l'équation ci-dessous [19] : $EAF = [R(f) - R(t)] / Q(f)$ EA = efficacité agronomique de fertilisants, R(e) = rendement de fertilisant, R(t) = rendement du témoin sans fertilisants et Q(e) = Quantité de fertilisants apportée.

3. Résultats

Réponse de la culture de chou pommé installée sur un sol sablo - argileux aux apports des excréments de caprins comme fertilisants. Les résultats obtenus sur le diamètre de la pomme, la hauteur de la pomme et le rendement sont présentés sur le **Tableau 3**. Les résultats de l'analyse de la variance ont montré que les apports des excréments de caprins et des engrais minéraux ont induit des effets avec de différence hautement significative comparativement aux parcelles non fertilisées ($P > 0,05$).

3-1. Diamètre moyen de la pomme de chou cabus en fonction des traitements

Cet effet a été suivi en mesurant le gain en diamètre des pommes de chou au niveau de collet. Ces gains ont été mesurés à la récolte. Le graphique ci - dessous présente la croissance moyenne de diamètre au collet des pommes.

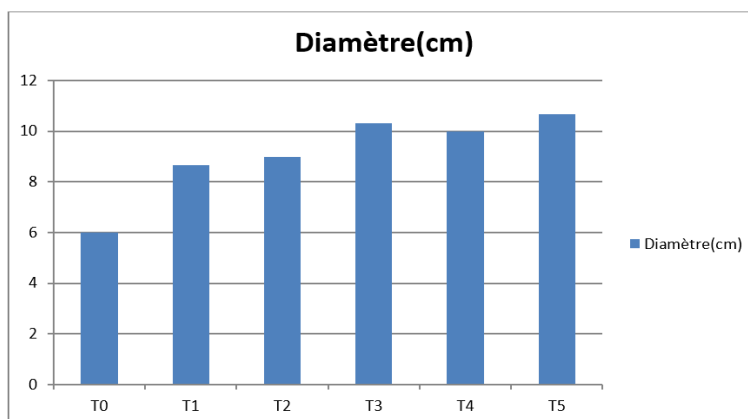


Figure 1 : *Diamètre moyen de la pomme*

Les résultats de l'ANOVA portant sur le diamètre de la pomme de cabus ont montré qu'il existe de différences hautement significatives entre les différentes doses de fertilisants appliqués (*Figure 1*). Le test de statistique Statistix. 8.0 montre que la faible valeur a été obtenue avec le traitement témoin et la valeur la plus élevée avec les traitements des doses des excréments de caprins et moyenne dose des engrais minéraux. Par ailleurs, les résultats montrent que toutes les doses des excréments de caprins ont donné des différences non significatives entre elles. Il apparaît sur la *Figure 1* que les apports en matières organiques augmentent le diamètre de la pomme de cabus. Toutefois, cette augmentation est fonction des doses apportées. Les résultats de l'analyse de la variance montrent qu'il y a un effet significatif des traitements. En revanche, le test de statistique Statistix.8.0 montre que la valeur faible et moins élevée de diamètre de la pomme de cabus est obtenue sur le sol du champ expérimental non amendé.

3-2. Hauteur moyen de la pomme de chou cabus en fonction des traitements

Cet effet a été réalisé en mesurant le gain en hauteur des pommes de chou au niveau du collet jusqu'au sommet où se rencontrent les feuilles. Ces gains ont été mesurés à la récolte. Le graphique ci - dessous présente la croissance moyenne de la hauteur des pommes.

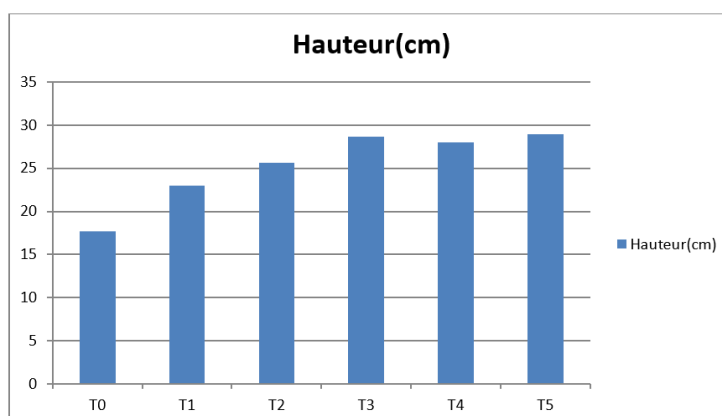


Figure 2 : *Hauteur moyenne de la pomme*

Les résultats de l'ANOVA portant sur la hauteur moyenne de pomme de chou cabus ont montré qu'il existe de différences hautement significatives entre les différentes doses de fertilisants appliqués (**Figure 2**). Le test de statistique Statistix 8.0. a permis de classer les moyennes des traitements en 5 groupes (a, ab, bc, c et d), montre que les valeurs des fertilisants organiques ont été obtenues respectivement supérieures par rapport au fertilisants minéraux et au traitement témoin et, parallèlement, des plantes chétives ont été obtenues dans de parcelles non fertilisées.

3-3. Rendement de pomme de chou cabus en fonction des traitements

Cet effet a été réalisé en pesant les pommes de chou produits lors de la récolte et en les ramenant à l'hectare pour obtenir le rendement.

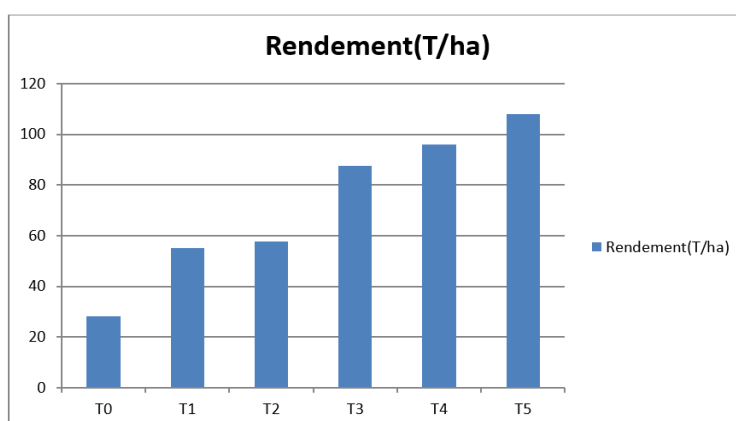


Figure 3 : Rendement moyen de pomme

Il ressort des résultats de la **Figure 3** que plus la dose de fumiers de caprins augmente plus l'efficacité agronomique tend à diminuer. Par contre, les engrais minéraux ont une efficacité agronomique plus. Le traitement de 45 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins donne les meilleurs rendements, comparables aux autres traitements. Toutefois, ce traitement a une efficacité agronomique faible. Par contre, la dose de 15 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins est beaucoup plus efficace que 30 T.Ha⁻¹ ou 45 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins. La même situation a été observée pour les traitements à engrais minéraux, la faible dose étant plus efficace que la forte dose.

Tableau 4 : Diamètre moyen, hauteur moyenne et rendement de pomme

Traitement	Diamètre (cm)	Hauteur (cm)	Rendement (T/Ha)
T0	6.000 d	17.6667 d	28.333 d
T1	6.667 c	23.0000 c	55.000 c
T2	9.000 bc	25.6667 bc	57.667 c
T3	10.333 ab	28.6667 ab	87.667 b
T4	10.000 abc	28.0000 ab	96.000 ab
T5	10.667 a	29.0000 a	108.000 a
CV (%)	9.33	7.02	12.81
PPDS (0.05)	1.5461	3.2374	16.805

Les valeurs suivies de mêmes indices ne sont pas significativement différentes selon le test de la PPDS à 5 % de probabilité.

3-4. Efficience agronomique des fertilisants organiques et minéraux

Cet effet a été obtenu en calculant à partir du rendement total pour chaque traitement et de la quantité de dose apportée.

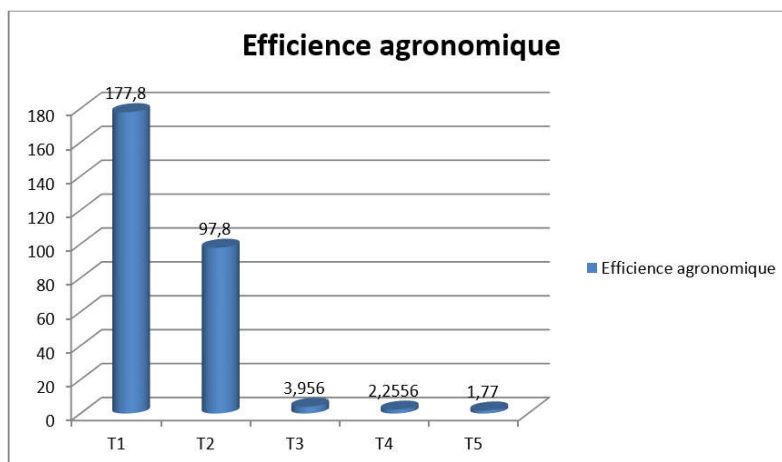


Figure 4 : *Efficience agronomique des fertilisants*

Figure 4 : *Efficience agronomique (EA) des fumiers de caprins et des engrais minéraux en kg feuilles.kg⁻¹. T1 : 150 kg.Ha⁻¹ de NPK ; T2 : 300 kg.Ha⁻¹ de NPK ; T3 : 15 T.Ha⁻¹ des fumiers de caprins ; T4 : 30 T.Ha⁻¹ des fumiers de caprins ; T5 : 45 T.Ha⁻¹ des fumiers de caprins*

Il ressort des résultats de la **Figure 4** que plus la dose des excréments des caprins augmente plus l'efficience agronomique tend à diminuer. Par contre, les engrais minéraux ont une efficience agronomique plus. Le traitement de 45 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins donne les meilleurs rendements, comparables à ceux de T2 (300 kg.Ha⁻¹ de NPK). Toutefois, ce traitement a une efficience agronomique faible. Par contre, la dose de 15 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins est beaucoup plus efficace que 30 ou 45 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins. La même situation a été observée pour les traitements à engrais minéraux, la faible dose étant plus efficace que la forte dose.

4. Discussion

Les effets supérieurs des fertilisants minéraux et organiques ont été observés pour les paramètres végétatifs (diamètre et hauteur), en comparaison au témoin non fertilisé. Les effets des fertilisants minéraux seraient liés à la libération des éléments fertilisants alors que pour les excréments de caprins, la supériorité serait liée à l'action combinée de l'amélioration des propriétés des sols et la minéralisation des éléments nutritifs. En effet, les études conduites en milieu naturel et en serre (laboratoire) ont montré que les ressources locales comme les déchets organiques, appliquées aux sols tropicaux pauvres et acides peuvent fournir les éléments nutritifs nécessaires pour l'alimentation et la croissance des plantes et par conséquent, accroître le rendement des plantes cultivées [20]. Cela nous amène à conclure que les excréments de caprins, qui sont abondamment présent à Mvuazi, autour de ses aux environs et même presque dans la plupart des villages et villes de la province du Kongo Central, pourraient constituer une bonne alternative aux engrais minéraux qui ont des coûts élevés et ne sont d'ailleurs pas à la portée des paysans et des agriculteurs de la province. En effet, le taux de décomposition de la matière organique et la croissance des plantes était étroitement lié à la synchronisation entre la libération des nutriments et leur assimilation par la plante [21]. La faible

performance des plantes observées sur les parcelles témoins à ce qui concerne le diamètre de la pomme de chou, la hauteur de chou et le rendement de chou à l'hectare peut être attribuée aux facteurs caractéristiques des sols pauvres et aussi des espèces qui l'ont colonisée. Ces résultats montrent que le diamètre de la pomme de chou et la hauteur de la pomme de chou augmentent en fonction de la quantité des fertilisants apportés. Parallèlement, les résultats obtenus sur le rendement ont montré la même tendance que celle des paramètres végétatifs : des faibles rendements sur les parcelles témoins, l'augmentation des rendements en fonction des doses des fertilisants et des rendements supérieurs des fertilisants organiques sur des fertilisants minéraux. Pour les traitements à base des fertilisants minéraux, les résultats s'expliquent par le fait que le niveau de matière organique se trouvant dans le sol reste le facteur important pour le maintien de la fertilité dans le sol [22]. La **Figure 4** nous montre que la faible valeur observée d'efficacité agronomique des fertilisants pour les engrais minéraux serait probablement attribué à sa minéralisation lente pour fournir les éléments minéraux aux sols et aux cultures. La matière organique joue un rôle important dans le sol, s'avère favorable à la croissance des micro-organismes qui induisent une activation de la solubilisation des éléments nutritifs [23].

Les éléments nutritifs rendus suffisamment disponibles au fil du temps dans le sol sont efficacement utilisés par les plantes cultivées [24]. Dans le cas de cette étude, le traitement de 45 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins donne les meilleurs rendements, mais a tout de même une efficacité agronomique faible. A ce qui concerne l'efficacité agronomique des excréments de caprins et des engrais minéraux : Pour tout fertilisant apporté, l'efficacité agronomique des amendements aux différents traitements diminue avec les doses. Aussi, plus la dose des excréments de caprins augmente plus l'efficacité agronomique tend à diminuer. Dans le cas de cette expérimentation, les engrais minéraux ont une efficacité agronomique plus petite parce que leurs éléments ne sont pas disponibles et facilement absorbés par les cultures immédiatement. Ceci montre qu'il n'y a pas eu libération rapide des éléments fertilisants pour les sols et les plantes. Par contre, la dose de 15 T.Ha⁻¹ des excréments de caprins est beaucoup plus efficace que 30 ou 45 T.Ha⁻¹. Ces résultats (**Tableau 4 et Figure 4**) montrent l'intérêt et la nécessité en cas de faibles disponibilités en matières organiques d'utiliser des doses faibles qui seraient des doses économiques. Ceci confirme les études des auteurs qui préconisent l'usage des petites quantités des composts en culture de légumes et de soja [25 - 31].

5. Conclusion

Cette étude a été initiée en vue d'évaluer l'efficacité agronomique des excréments de caprins et de l'engrais minéral NPK 17-17-17 sur le rendement du chou pommé. Les caractères agronomiques tels que le diamètre de la pomme, la hauteur de la pomme et le rendement en pomme par hectare, ainsi que l'efficacité agronomique ont été mesurés. Le diamètre, la hauteur et le rendement du chou pommé ont considérablement été améliorés suite aux apports des différentes doses des excréments de caprins et d'engrais minéraux NPK 17-17-17 par rapport au témoin non fertilisé où le rendement a baissé significativement par rapport aux autres traitements. Les augmentations du diamètre, de la hauteur et du rendement par rapport au témoin sont proportionnelles aux quantités apportées dans chaque parcelle. Les apports de la fertilisation minérale ont un effet positif sur les rendements par rapport au témoin non fertilisé, et cet effet est croissant en fonction de la dose de l'engrais NPK 17-17-17. Lorsqu'on examine l'efficacité agronomique des fertilisants organiques par rapport aux engrais minéraux, on constate qu'elle est supérieure avec le traitement T1 et T2 pour les engrais minéraux et T3 (15 T.Ha⁻¹) pour les excréments de caprins. En conclusion aux rendements obtenus et à l'efficacité agronomique, les doses des excréments de caprins de 15 T.Ha⁻¹ et de 30 T.Ha⁻¹ seraient des doses économiques et conviendraient pour limiter tout recours aux intrants minéraux. Le rendement n'est qu'une des composantes pour évaluer les effets des fumures organiques et des engrais minéraux sur la production des légumes. Pour une nouvelle évaluation, il importe d'utiliser d'autres matières organiques comme par exemple la bouse de vache, le lisier de porc et même les associations des fumures.

Références

- [1] - L. M. E. KASONGO, M. T. MWAMBA, M. P. TSHIPOYA, M. J. MUKALAY, S. Y. USENI, K. M. MAZINGA et K. L. NYEMBO, Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 63 (2013) 4727 - 4735
- [2] - B. JAMA, C. A. PALM, R. J. BURESH, A. L. NIANG, C. GACHENGO and G. NZIGUHEBA, *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. *Agroforestry Systems*, 49 (2000) 201 - 221
- [3] - K. C. MULAJI : Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, Gembloux Agro bio tech, (2011) 220 p.
- [4] - S. Y. USENI, K. M. CHUKIYABO, K. J. TSHOMBA, M. E. MUYAMBO, K. P. KAPALANGA, N. F. NTUMBA, A-K. P. KASANJI, K. A. KYUNGU, L. L. BABOY, K. L. NYEMBO et M. M. MPUNDU, Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zeamays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 66 (2013) 5070 - 5081
- [5] - A. N'DAYEGAMIYE, A. DRAPEAU et M. R. LAVERDIERE, Effets des apports de composts de résidus ménagers sur les rendements des cultures et certaines propriétés du sol. *Agrisol*, 16 (2) (2005) 57 - 71
- [6] - M. N'DIENOR, Fertilité et gestion de la fertilisation dans les systèmes maraîchers périurbains des pays en développement : intérêts et limites de la valorisation agricole des déchets urbains dans ces systèmes, cas de l'agglomération d'Antananarivo (Madagascar). Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA), (2006) 242 p.
- [7] - M. J. MUKALAY, M. N. SHUTCHA, K. J. TSHOMBA, K. MULOWAYI, C. F. KAMB et L. M. NGONGO, Causes d'une forte hétérogénéité des plants dans un champ de maïs dans les conditions pédoclimatique de Lubumbashi. Presses universitaires de Lubumbashi, Annales Faculté des Sciences Agronomiques, Vol. 1, N°2 (2008) 4 - 11
- [8] - K. C. MULAJI, Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, Gembloux Agro bio tech, (2011) 220 p.
- [9] - L. M. E. KASONGO, M. T. MWAMBA, M. P. TSHIPOYA, M. J. MUKALAY, S. Y. USENI, K. M. MAZINGA et K. L. NYEMBO, Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 63 (2013) 4727 - 4735
- [10] - S. Y. USENI, K. M. CHUKIYABO, K. J. TSHOMBA, M. E. MUYAMBO, K. P. KAPALANGA, N. F. NTUMBA, A-K. P. KASANJI, K. A. KYUNGU, L. L. BABOY, K. L. NYEMBO et M. M. MPUNDU, Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zeamays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 66 (2013) 5070 - 5081
- [11] - B. JAMA, C. A. PALM, R. J. BURESH, A. I. NIANG, C. GACHENGO and G. NZIGUHEBA, 2000. *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya : a review. *Agroforestry Systems*, 49 (2000) 201 - 221
- [12] - F. KAHO, M. YEMEFACK, P. FEUJIO-TEGWEFOUET et J. C. TCHANTHAOUANG, Effet combiné de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicicultura*, 29 (1) (2011) 39 - 45
- [13] - M. ISLAM and G. C. MUNDA, Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, productivity, nutrient uptake and economics of maize (*Zea mays* L.) and toria (*Brassica campestris* L.). *Agricultural Science Research Journals*, Vol. 2, (8) (2012) 470 - 479
- [14] - IITA, Projet Cassava R&D, programme d'activités 2014 - 2015, Kinshasa/RDC, (2014) 80 p.

- [15] - M. CRABBET et T. TOTIWE, Paramètres moyens et extrêmes principaux de climat des stations du réseau INERA, (1974) 77 - 85 p.
- [16] - FAO, Guide sur les engrais et la nutrition des plantes. Rome, (1987) 190 p.
- [17] - B. HOLLAND, I. D. UNWIN and D. H. BUSS, Vegetables, herbs and spices. The fifth supplement to McCance & Widdowson's The Composition of Foods. 4th Edition. Royal Society of Chemistry, Cambridge, United Kingdom, (1991) 163 p.
- [18] - FAO, Sécurité alimentaire et nutritionnelle : importance de la production vivrière. Rome, (2000)
- [19] - NyleC BRADY, The Nature and Property of Soils, (1974) 1885 p.
- [20] - K. C. MULAJI, Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, *Gembloux Agro bio tech*, (2011) 220 p.
- [21] - K. C. MULAJI, Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, *Gembloux Agro bio tech*, (2011) 220 p.
- [22] - L. L. KIMUNI, M. M. KISIMBA, M. T. MWAMBA, L. T. LWALABA, L. A. KANYENGA, K. B. NTUMBA, M. M. MPUNDU, et L. L. BABOY, Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine installé sur un sol acide de Lubumbashi, (2014)
- [23] - B. JAMA, C. A. PALM, R. J. BURESH, A. I. NIANG, C. GACHENGO and G. NZIGUHEBA, Tithonia as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya : a review. *Agroforestry Systems*, 49 (2000) 201 - 221
- [24] - L. L. KIMUNI, M. M. KISIMBA, M. T. MWAMBA, L. T. LWALABA, L. A. KANYENGA, K. B. NTUMBA, M. M. MPUNDU et L. L. BABOY, Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine installé sur un sol acide de Lubumbashi, (2014)
- [25] - A. E. OJETAYO, J. O. OLANIYI, W. B. AKANBI and T. I. OLABIYI, Effect of fertilizer types on nutritional quality of two cabbage varieties before and after storage. *Journal of Applied Biosciences*, 48 (2011) 3322 - 3330
- [26] - B. S. EWULO, O. S. OJENIYI and D. A. AKKANI, Effect of poultry manure on selected soil physical and chemical properties, growth, yield and nutrient status of tomato. *African J. Agric. Res.*, 3 (2008) 612 - 616
- [27] - K. C. MULAJI, Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, *Gembloux Agro bio tech*, (2011) 220 p.
- [28] - A. E. OJETAYO, J. O. OLANIYI, W. B. AKANBI and T. I. OLABIYI, Effect of fertilizer types on nutritional quality of two cabbage varieties before and after storage. *Journal of Applied Biosciences*, 48 (2011) 3322 - 3330
- [29] - W. S. D. YAMIKA and K. R. IKAWATI, Combination inorganic and organic fertilizer increased yield production of soybean In Rain-Field Malang, Indonesia. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 6 (1) (2012) 14 - 17
- [30] - S. VIHARNAA and H. S. THAYAMINI, Effect of cow and poultry manures as basal fertilizers on marketable fruit yield of okra (*Abelmoschus esculentus L.*). *Tropical Agricultural Research & Extension*, 16 (1) (2012) 1 - 3
- [31] - N. J. AINIKA, E. B. AMANS, C. O. OLONITOLA, C. P. OKUTU and Y. E. DODO, Effect of Organic and Inorganic Fertilizer on Growth and Yield of *Amaranthus Caudatus L.* in Northern Guinea Savanna of Nigeria. *World J of Engineering and Pure and Applied Sci.*, 2 (2) (2012) 26 - 30