



Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine (*Brassica chinensis* L.) installé sur un sol acide de Lubumbashi

Luciens Nyembo Kimuni¹, Marlene Kisimba Mwali¹, Theodore Mwamba Mulembo^{1&2}, Jonas Lwalaba Wa Lwalaba¹, Antoine Kanyenga Lubobo¹, Becker Ntumba Katombe³, Mpundu Mubemba Michel^{1&4}, Baboy Longanza Louis^{1&5}.

¹ Département de Phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo ;

² Laboratoire de Pédologie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo ;

³ Section Gestion de l'eau et fertilité du sol, Antenne Gestion des Ressources Naturelles, Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques, Station de Kipopo, RD Congo BP 224

⁴ École Supérieure d'Hôtellerie et Tourisme, Université de Lubumbashi BP 1825, Lubumbashi, RD Congo ;

⁵ Collaborateur Scientifique au Service d'Écologie du Paysage et Systèmes de Production Végétale, École interfacultaire des BioIngénieurs, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique

Correspondance : marlenekisimba@yahoo.fr, lbaboy2002@yahoo.fr, mwambattheo@gmail.com, luciensnyembokimuni@gmail.com, michelmpundu@gmail.com

Original submitted in on 11th February 2014. Published online at www.m.elewa.org on 31st May 2014. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v77i1.4>

RESUME

Objectif : Une étude a été conduite sur un ferralsol en vue d'évaluer l'efficience agronomique de compost de fumiers de poules et des engrais minéraux (NPK et urée) sur le rendement du chou de Chine.

Méthodologie et résultats : Le dispositif expérimental était un dispositif complètement randomisé à six répétitions et six traitements : T0 (témoin non fertilisé) ; T1 (175 kg NPK+87 kg Urée par hectare) ; T2 (350 kg NPK+47,5 kg Urée par hectare) ; T3 (15 t.ha⁻¹ de compost de fumiers de poules), T4 (30 t.ha⁻¹ de compost de fumiers de poules) ; T5 (60 t.ha⁻¹ de compost de fumiers de poules). Les composts de fumiers de poules, le NPK et l'urée ont été incorporées dans le sol respectivement une semaine avant, le jour de la transplantation et 3 semaines après transplantation. Des différences hautement significatives ($p < 0,05$) ont été obtenues entre les traitements en ce qui concerne la croissance et les rendements du chou de Chine avec des rendements variant de 1,4 à 5,1 t.ha⁻¹; les traitements T2 et T5 ayant donné les rendements similaires et les plus élevés et le traitement T0 les plus bas.

Conclusion et application : En référence aux rendements obtenus et à l'efficience agronomique, les doses des composts de 15 t.ha⁻¹ conviendraient pour limiter tout recours aux intrants minéraux. Cependant, du fait des faibles disponibilités des composts en éléments disponibles, un complément d'engrais minéraux est à préconiser. L'étude a montré que, les composts de fumiers de poules, 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 de Chine sans apport d'engrais minéraux.

Mots Clés : Compost de fumiers de poules, engrais minéraux, Chou de Chine, sol acide, efficience agronomique, Lubumbashi

ABSTRACT

Effects of increasing doses of compost on the performance of Chinese cabbage (*Brassica chinensis* L.) installed on an acid soil of Lubumbashi

Objective: A study was conducted on a ferralsol to assess the agronomic efficiency of manure from chickens and mineral fertilizers (NPK and urea) on the yield of Chinese cabbage.

Methodology and Results: The experimental design was a completely randomized with six repetitions and six treatments: T0 (unfertilized control), T1 (175 kg NPK +87 kg urea per hectare), T2 (350 kg NPK+47.5 kg Urea per hectare), T3 (15 t.ha⁻¹ manure of chicken compost), T4 (30 t.ha⁻¹ manure of chicken compost), T5 (60 t.ha⁻¹ manure of chicken compost). Manure of chicken, NPK and urea were incorporated into the soil, respectively, a week before the day of transplantation and 3 weeks after transplantation. Highly significant differences ($p < 0.05$) were found between treatments in terms of growth and yield of Chinese cabbage with yields ranging from 1.4 to 5.1 t.ha⁻¹, the treatments T2 and T5 which gave similar yields and the highest and lowest T0 treatment.

Conclusion and application: With reference to yields and agronomic efficiency, doses of manure at 15 t.ha⁻¹ agree to address any use of mineral inputs. However, due to the low availability of manure nutrients, a mineral fertilizer supplement is recommended. The study showed that chicken manure under the conditions of this trial was a great potential for improving the availability of nutrients in soil and was able to provide the amount of nutrients needed to growing Chinese cabbage without the addition of mineral fertilizers.

KEYWORDS: Compost manure from chickens, mineral fertilizers, Chinese cabbage, acidic soil, agronomic efficiency, Lubumbashi

INTRODUCTION

La productivité agricole en Afrique sub-saharienne devra s'accroître substantiellement dans la prochaine décennie si l'on veut éviter une crise alimentaire de proportion immense. La disparité entre l'accroissement de la population et la production alimentaire est en grande partie responsable de cette vision catastrophique. Pendant que la population s'accroît à 3% par an, la quantité et la qualité des ressources naturelles et des terres cultivables par habitant déclinent (Batiano *et al.*, 1998). Une agriculture intensive sans restauration de la fertilité a progressivement diminué l'offre alimentaire des sols africains. Une étude récente de l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a caractérisé "d'agriculture minière" le prélèvement continu et inexorable des éléments nutritifs du sol par les cultures sans apport ou compensation par l'utilisation des engrais (FAO, 2005). Les bilans des éléments nutritifs sont négatifs pour plusieurs systèmes de production avec les sorties plus grandes que les rentrées indiquant que les paysans pratiquent effectivement une agriculture minière. 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 (Kasongo *et al.*, 2013). La conséquence de cette pression est la diminution des jachères conduisant à la dégradation du sol et aux faibles rendements des cultures (Jama *et al.*, 2000). La chute des rendements constitue une préoccupation majeure pour les paysans. L'utilisation des engrais chimiques, de par leur action bénéfique immédiate sur la productivité des cultures vivrières est une des solutions, mais leur coût élevé et leur indisponibilité les rendent presque inaccessibles aux petits paysans (Useni *et al.*, 2013). Outre les problèmes écologiques et environnementaux qu'elle cause, la fertilisation minérale seule ne permet pas de maintenir la fertilité des sols. Son utilisation exclusive entraîne une augmentation de l'acidité, une dégradation du statut physique et une baisse de la matière organique du sol (Mulaji, 2011). Dans un tel contexte, la fertilisation organique devrait constituer une solution appropriée pour la restauration de la fertilité des sols. De nombreux travaux ont montré que les amendements jouent un rôle important sur

diverses propriétés du sol, ce qui permet de justifier leur utilisation (N'Dayegamiye et al., 2005 ; N'Dienor, 2006 ; Mukalay et al., 2008 ; Mulaji, 2011 ; Kasongo et al., 2013 ; Useni et al., 2013). Jama et al. (2000), Kaho et al. (2011) et Islam et Munda (2012) ont montré que la décomposition des résidus organiques permet d'améliorer considérablement le niveau des nutriments et de la matière organique dans les sols. Mais l'utilisation des amendements organiques tels que les biodéchets est peu documenté dans la région de Lubumbashi, alors qu'ils constituent une source optimale d'éléments nutritifs et renferment 50 à 90% de matières organiques (Mulaji, 2011). Vu leur disponibilité en milieux urbains, l'utilisation des biodéchets pourrait être une solution aux

MILIEU, MATERIEL ET METHODES

Description du site d'étude : Cette étude a été conduite en serre au champ expérimental de la faculté des sciences agronomiques (11° 60869' S et 027° 47692 E, sur une altitude moyenne de 1257 m), au nord-ouest de la ville de Lubumbashi, au Sud-est de la République Démocratique du Congo. La région de Lubumbashi est caractérisée par un climat du type Cw6 de la classification de Koppén (FAO, 2005). Elle est caractérisée par une période de croissance normale d'une durée moyenne de 182 jours en moyenne constituée une période humide d'environ 150 jours (FAO, 2005). Cette période de croissance commence à la seconde moitié d'octobre pour s'arrêter vers la mi-avril tandis que la période humide va de la première moitié de novembre jusqu'à la première décade d'avril (Kasongo et al., 2013). Du point de vue du climat régional, Lubumbashi et ses environs sont caractérisés par une température moyenne annuelle de 20°C. Octobre et novembre sont les mois les plus chauds avec une moyenne des maxima journaliers de 32°C et une température moyenne mensuelle de 23°C. Par contre, le mois de juillet est le mois le plus froid avec la moyenne des minima journaliers de 8°C, la température moyenne mensuelle étant de 17°C (Mpundu, 2010). Actuellement l'occupation du sol autour de Lubumbashi a profondément changé. La savane qui est une formation herbeuse continue d'au moins 80 cm de hauteur est dans la région de Lubumbashi principalement anthropique. Elle correspond à la dégradation de la forêt claire et les

problèmes de fertilisation des sols. Parallèlement, les villes offrent des ressources organiques variées. Les biodéchets constituent un bon substitut au fumier et surtout aux engrais, et ils produisent des rendements au moins équivalents à ceux des pratiques paysannes. (N'Dienor, 2006). Son intérêt s'accroît avec l'augmentation du prix des engrais. L'étude a été réalisée sur des sols ferrallitiques argileux en vue d'évaluer l'intérêt de l'utilisation des fumiers de poules dans une perspective de gestion durable de la fertilité des sols. De façon plus spécifique, les rendements du chou de chine et l'efficience agronomique, ont été étudiés en fonction des quantités de compost de fumiers de poules apportées.

stades intermédiaires (savanes arborées et arbustives) s'observent en de très nombreux endroits.

Matériel : Le chou de chine, l'un des légumes les plus cultivés dans le monde et dans la ville de Lubumbashi (Mpundu, 2010), a été utilisé comme matériel végétal. Selon la FAO (1988), le chou sont parmi les 20 légumes les plus cultivés au monde et constituent ainsi une importante source alimentaire. En 2008, le chou de Chine était cultivé à Lubumbashi sur une superficie de 67,5 ha pour une production de 2000,7 tonnes (SENAHUP, 2008). Le chou est considéré comme une importante source de vitamine A, C et K (Fowke et al., 2003). 100g de feuilles de chou contiennent 1,8 g de protéines, 0,1 g de matières grasses, 4,6 g des hydrates de carbone et près de 1 g de sels minéraux (FAO, 2000). Le sol a été prélevé à côté de la serre sur un bloc n'ayant pas porté la culture précédemment. Sa flore de recolonisation était dominée par *Bidens pilosa*, *Bidens oligoflora*, *Ancathospermum hispidum*, *Panicum maximum*, *Imperata cylindrica*, *Cynodon dactylon* et *Tithonia diversifolia* qui occupaient le terrain à des degrés de recouvrement variés. Le sol, du type ferralsol selon la classification FAO-WRB (WRB, 2006) et de la série Kaponda (Sys et Schmitz, 1959 ; Van Wambeke, 1995), a été prélevé dans le champ expérimental de la faculté des sciences agronomiques à une profondeur de 0-20cm ; séché sous la serre durant trois semaines. Toutes les particules caillouteuses et débris végétaux que contenaient ces les sols ont été enlevés. L'analyse de l'échantillon de sol au laboratoire a donné les résultats suivants : L'Urée (46% d'azote) et le NPK 17-

Kimuni et al. J. Appl. Biosci. 2014. Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine installé sur un sol acide de Lubumbashi.

17-17 ont été utilisées comme fertilisants minéraux. Ces engrais ont été appliqués à la dose de 87kg d'urée et 352,9kg, en référence à la dose appliquée par Ojetayo et al. (2011). La dose de référence a par ailleurs été appliquée de moitié dans le but d'évaluer son efficacité agronomique. En outre, des composts obtenus à partir des fumiers de poules obtenus à la ferme DAIPN station de Kilobelobe ont été appliqués comme fertilisants organiques. Le compostage, en anaérobie, a duré 36 jours. Après compostage, les résultats d'analyse de laboratoire ont montré que la composition des composts en éléments majeurs était de 3,25%P, 5,6%N, 7,046%K et 19,24%Ca. Les

composts ont été appliqués aux doses croissantes en référence à la gamme de 0 à 60 t.ha⁻¹, en accord avec la gamme de 5 à 150 t.ha⁻¹ de compost, proposé par Ojetayo et al. (2011).

Méthodes

Description de l'essai : L'essai a été installé suivant un dispositif complètement randomisé comprenant 6 répétitions. Les traitements comprenaient 3 doses de composts de fumiers de poules (15, 30 et 60 tonnes par hectare) et 2 doses des engrais minéraux. Ces doses de fertilisants minéraux et organiques ont été comparées à un témoin non fertilisé, ramenant le nombre de traitement à 6 (Tableau 1).

Tableau 1 : Quantités d'éléments fertilisants apportés par les différents traitements

Type de fertilisants	N° du traitement	Quantité apportée	N	P	K
	T0	0	0	0	0
NPK+Urée	T1 (Kg.ha ⁻¹)	350+87	99,5	59,5	59,5
	T2 (Kg.ha ⁻¹)	175+43,5	49,75	29,75	29,75
Compost de fumiers de poules	T3 (t.ha ⁻¹)	15	840	487,5	1056,9
	T4 (t.ha ⁻¹)	30	1680	975	2113,8
	T5 (t.ha ⁻¹)	60	2520	1462,5	3170,7

Conduite de l'essai : Des pots contenant 3 kg de sol chacun ont été installés. Ce sol était caractérisé par un pH de 4,6 (acide) ; 0,001% de P ; 0,34 % N ; 4,21 % de K ; 7,21 % de C ; 0,087 % de Ca et un rapport C/N de 21,2. Le compost obtenu a été appliqué aux différentes doses une semaine avant transplantation de chou. La transplantation a été réalisée manuellement à raison d'une plantule par pot à la date du 29 mars 2013. Le NPK a été épandu lors de la transplantation alors que l'urée a été épandue 3 semaines après. La dose d'arrosage a consisté en l'apport d'une quantité d'eau équivalente à 100ml, dont une partie appliquée le matin et l'autre le soir. En début de végétation, le taux de reprise a été prélevé alors qu'en cours de végétation et aux intervalles de 15 jours, le nombre de feuilles par plante, la hauteur des plantes et la surface foliaire ont été déterminés dans chaque pot. A la récolte, la biomasse obtenue dans chaque pot a été pesée.

Traitement des données : L'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur a été effectuée à l'aide du logiciel *Minitab16*. La comparaison des moyennes des traitements au niveau de signification de 5 % a été opérée. L'efficacité agronomique des éléments

fertilisants concerne les trois éléments majeurs l'azote, le phosphore et le potassium à la fin de l'expérimentation. Elle a été calculée à partir du rendement total de la biomasse de Chou de chine pour chaque traitement et de la quantité de l'élément apportée suivant l'équation ci-dessous (Mulaji, 2011) :

$$EAE=R(f)-R(t)/Q(e,f)$$

EAE= efficacité agronomique apparente de l'élément fertilisant, R(f)= rendement du fertilisant, R(t)= rendement du témoin sans ce fertilisant et Q(e,f)= quantité de l'élément fertilisant appliqué. L'efficacité agronomique (EA) représente le rendement physique de la culture engendrée par l'apport de l'engrais (fertilisant), elle se calcule suivant l'équation ci-dessous et s'exprime en kg MS/kg d'engrais apporté.

$$EAE=R(e)-R(t)/Q(e)$$

EA = efficacité agronomique de l'engrais, R(e)= rendement de l'engrais, R(t)= rendement du témoin sans engrais et Q(e) = Quantité d'engrais apportée.

RESULTATS

Réponse de la culture de chou de chine installée sur un sol acide aux apports des composts de fumiers de poules comme fertilisants : Les résultats

obtenus sur le taux de reprise sont présentés sur la figure 1. Le taux de reprise obtenu avec les différents traitements a été maximal (100%) et les résultats de

Kimuni et al. J. Appl. Biosci. 2014. Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine installé sur un sol acide de Lubumbashi.

l'analyse de la variance ont montré que les apports des composts de fumiers de poules et des engrais

minéraux ont induit des effets similaires comparativement aux pots non fertilisés ($P > 0,05$).

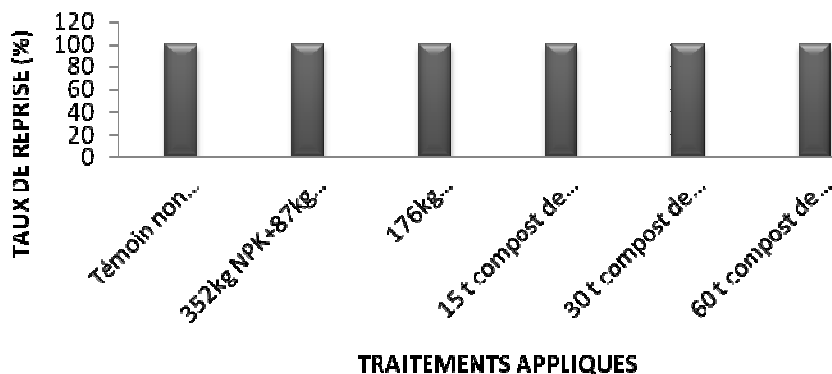


Figure 1 : Taux de reprise de Chou de Chine à 7 jours après transplantation

Il apparaît sur la figure 2 que les apports en matières organiques augmentent le nombre de feuilles par plante chez le chou de Chine. Cette augmentation est fonction des doses apportées. Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe des différences significatives ($p < 0,05$) entre traitements appliqués. Il en résulte que le traitement témoin comme le traitement à la faible dose des engrais minéraux

NPK+urée ont donné de nombre de feuilles réduit. Au regard des comparaisons établies, les traitements à base des fortes doses de composts et des engrais minéraux NPK+Urée ont donné de nombre de feuilles similaires et élevé par rapport aux traitements à base des faible et forte dose de composts de fumiers de poules.

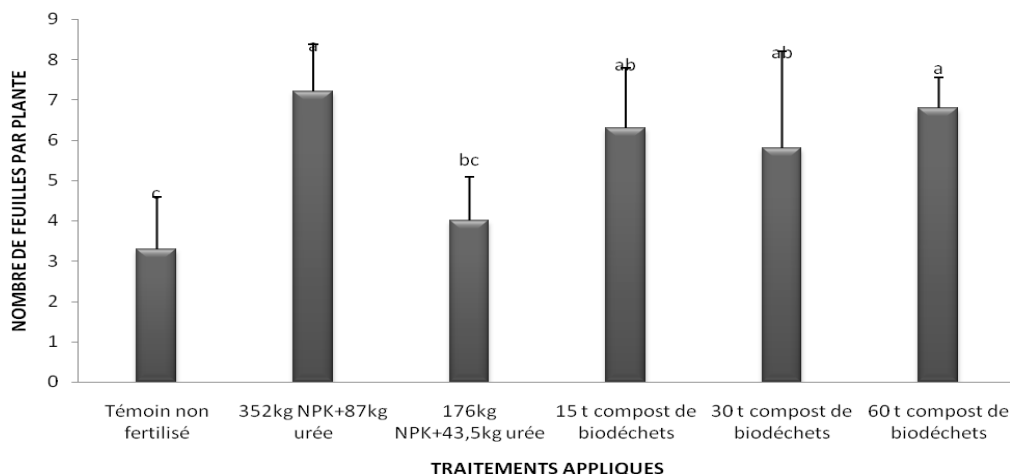


Figure 2 : Nombre moyen de feuilles par plante à 15 jours après transplantation

Les résultats de l'ANOVA à un facteur contrôlé indiquent qu'il existe des différences très hautement significatives ($p < 0,005$) entre traitements au 30^{ème} et 45^{ème} jour en ce qui concerne le nombre de feuilles par plante (Figure 3 et 4). Le test de Tukey révèle que le

nombre de feuilles de chou de Chine augmente en fonction des doses croissantes de composts de fumiers de poules et des engrais minéraux et est faible sur le traitement témoin.

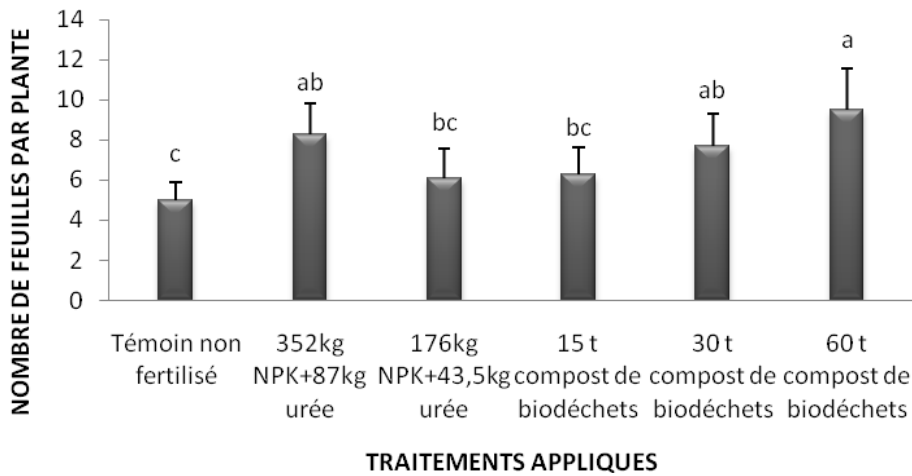


Figure 3 : Nombre moyen de feuilles par plante à 30 jours après transplantation

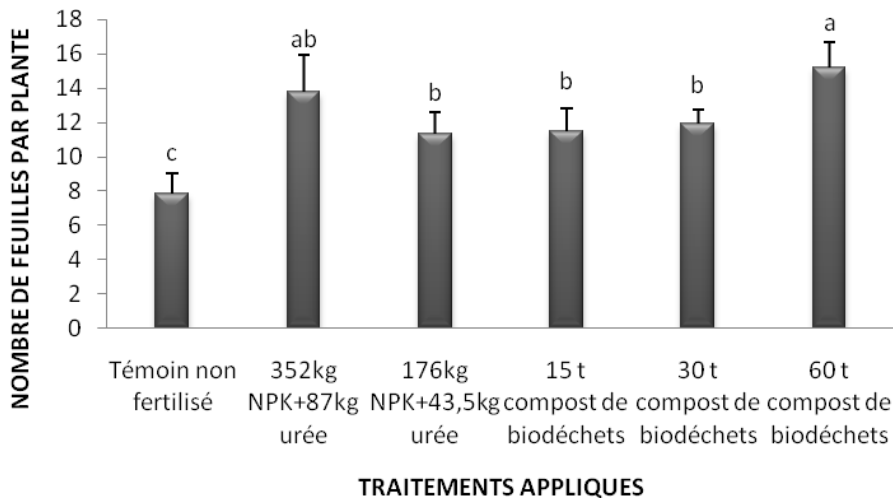


Figure 4 : Nombre moyen de feuilles par plante à 45 jours après transplantation

Au 15^{ème} jour après transplantation, les résultats de l'ANOVA portant sur la surface foliaire ont montré qu'il existe de différences hautement significatives entre les différentes doses de fertilisants appliqués (figure 5.). Le test de Tukey qui a permis de classer les moyennes des traitements en 4 groupes (a, ab, bc et c), montre que les valeurs extrêmes ont été obtenues avec le

traitement témoin et la forte dose de compost de fumiers de poules. Par ailleurs, des résultats similaires ont été obtenus avec d'une part le couple forte dose des engrais minéraux et dose moyenne des composts de fumiers de poules et de l'autre le couple faible dose des engrais minéraux et la faible dose des composts de fumiers de poules.

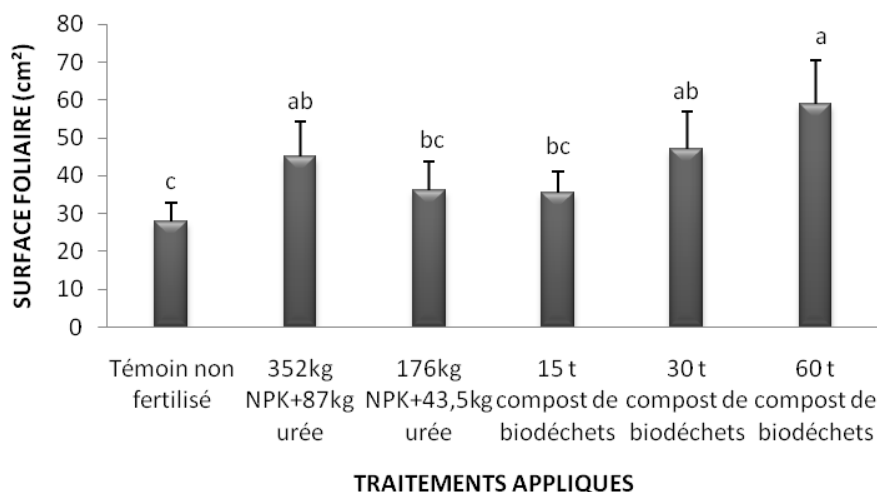


Figure 5 : Surface foliaire moyenne en fonction des traitements, à 15 jours après transplantation

Les résultats de l'ANOVA à un facteur contrôlé indiquent qu'il existe des différences très hautement

significatives ($p < 0,005$) entre traitements au 30^{ème} en ce qui concerne la surface foliaire (figure 6).

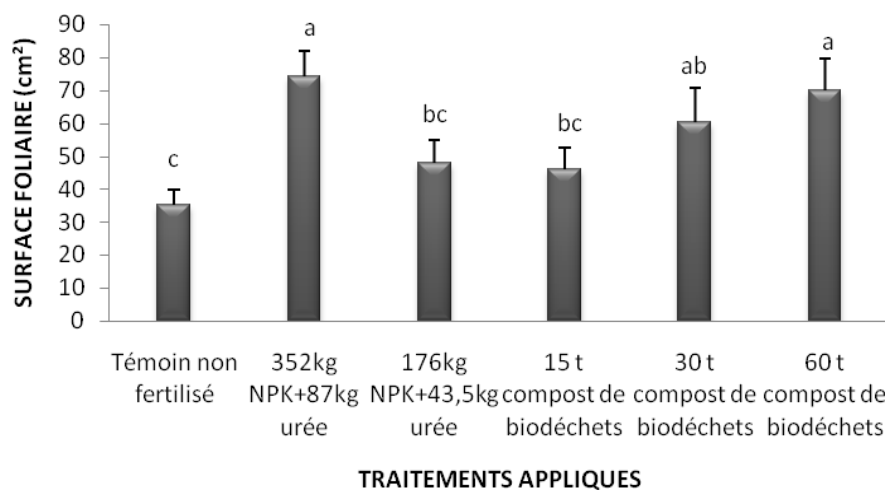


Figure 6 : Surface foliaire moyenne en fonction des traitements, à 30 jours après transplantation

Le test de Tukey a permis de classer les moyennes des traitements en 4 groupes (a, ab, bc et c). Il en résulte que le traitement témoin a donné les feuilles à surface réduite alors que le couple forte dose de composts de fumiers de poules et forte dose des engrais minéraux (groupe a) et le couple faible dose des engrais

minéraux et faible dose des composts de fumiers de poules (groupe bc) ont induit des effets similaires. Au 45^{ème} jour après transplantation, les résultats de l'ANOVA portant sur la surface foliaire ont montré qu'il existe de différences hautement significatives entre les différentes doses de fertilisants appliqués (figure 7).

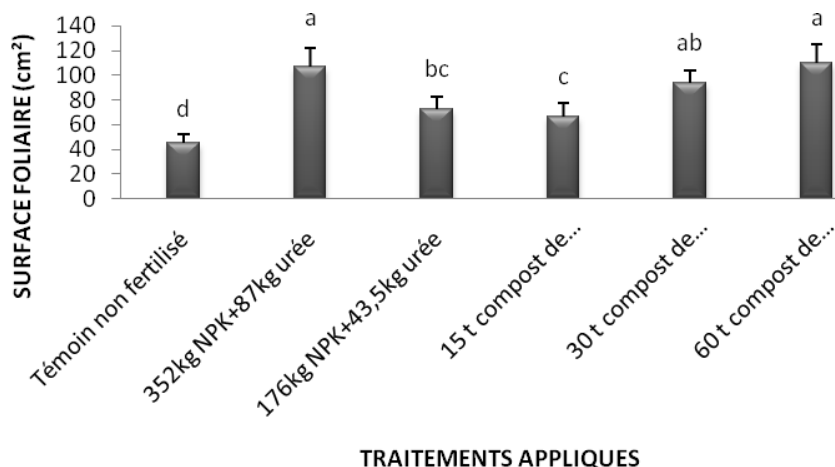


Figure 7 : Surface foliaire moyenne en fonction des traitements, à 45 jours après transplantation

Les résultats de l'ANOVA portant sur la surface foliaire ont montré qu'il existe de différences hautement significatives entre les différentes doses de fertilisants appliqués (figure 7). Le test de Tukey montre que la faible valeur a été obtenue avec le traitement témoin et la valeur la plus élevée avec le couple forte dose de compost de fumiers de poules et forte dose des engrais minéraux. Par ailleurs, les résultats montrent que la faible dose de composts a donné des feuilles à surface foliaire réduite. Il apparaît sur la figure 8 que les apports en matières organiques augmentent la hauteur

de plante chez le chou de Chine à 15 jours après transplantation. Toutefois, cette augmentation est fonction des doses apportées. Les résultats de l'analyse de la variance montrent qu'il ya un effet significatif des traitements. En revanche, le test de Tukey montre que les valeurs faibles et élevées de taille de plante sont obtenues respectivement sur le sol du champ expérimental non amendé et le sol du champ expérimental fertilisé à la dose de 60 t.ha⁻¹ de compost de fumiers de poules.

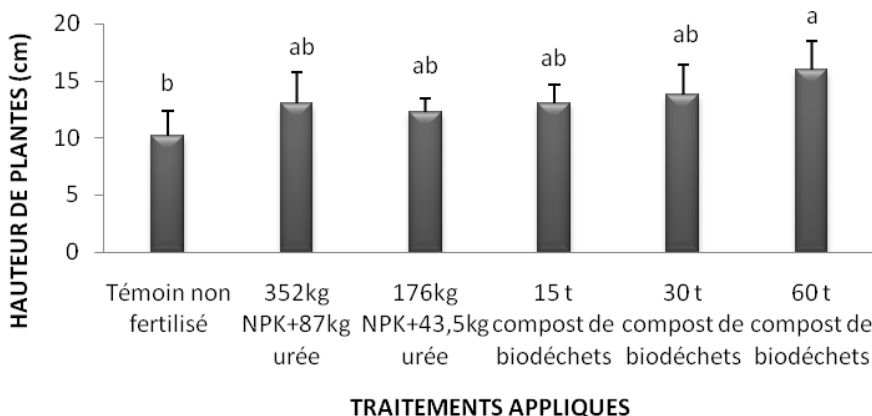


Figure 8 : Hauteur moyenne des plantes en fonction des traitements, à 15 jours après transplantation

Au 30^{ème} jour après transplantation, les résultats de l'ANOVA portant sur la hauteur moyenne des plantes ont montré qu'il existe de différences hautement significatives entre les différentes doses de fertilisants appliqués (figure 9). Le test de Tukey montre la taille de

plante de chou de chine peut être accrue avec l'apport des fortes doses de compost de fumiers de poules ou l'apport des engrais minéraux. Parallèlement, des plantes chétives ont été obtenues dans de pots non fertilisés.

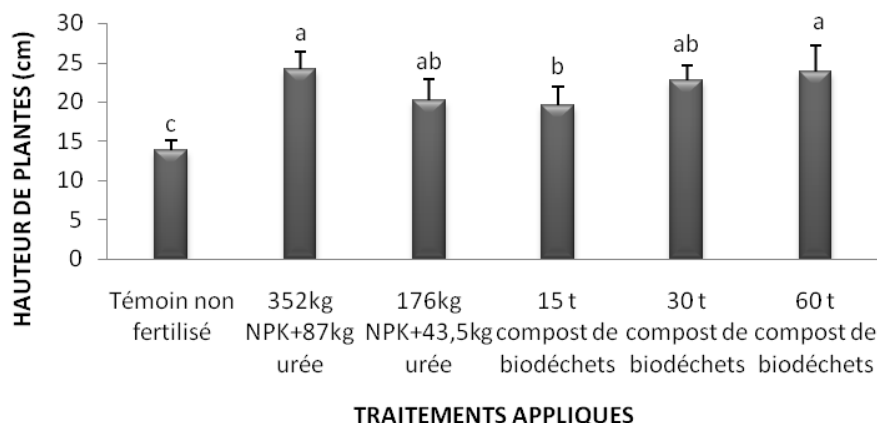


Figure 9 : Hauteur moyenne des plantes en fonction des traitements, à 30 jours après transplantation

Au 45^{ème} jour après transplantation, les résultats de l'ANOVA portant sur la hauteur moyenne des plantes ont montré qu'il existe de différences hautement significatives entre les différentes doses de fertilisants appliqués (figure 10). Le test de Tukey qui a permis de classer les moyennes des traitements en 4 groupes (a, ab, b et c), montre que les valeurs extrêmes ont été

obtenues respectivement avec le traitement témoin et le couple formé par la dose de 60 t.ha⁻¹ compost de fumiers de poules et 352 kg.ha⁻¹ NPK+87 kg.ha⁻¹ Urée. Par ailleurs, des résultats similaires ont été obtenus avec les traitements à base des engrais minéraux et ceux à faible et moyenne dose des composts de fumiers de poules.

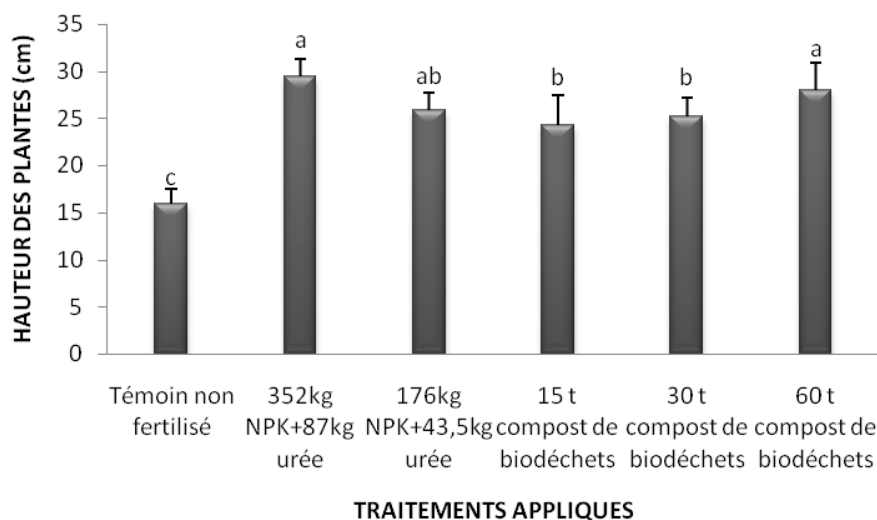


Figure 10 : Hauteur moyenne des plantes en fonction des traitements, à 45 jours après transplantation

Les résultats illustrés sur la figure 11 montrent que les rendements en feuilles de *Brassica chinensis* L. ont varié entre 1,3 t.ha⁻¹ (traitement témoin) et 5 t.ha⁻¹ (traitement à base de 352 kg.ha⁻¹ NPK+87 kg.ha⁻¹ Urée). Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe

des différences significatives ($p < 0,05$) entre traitements appliqués. Il ressort du test de TUKEY que les traitements à base des fortes doses de composts et des engrais minéraux NPK+Urée ont donné de nombre de rendement similaires et élevé par rapport aux

Kimuni et al. J. Appl. Biosci. 2014. Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine installé sur un sol acide de Lubumbashi.

traitements à base des faible et forte dose de composts de fumiers de poules. Ceci confirme l'effet positif (bénéfique) des apports en matières organiques lié à

toutes les doses appliquées sur le rendement en feuilles produit par plante.

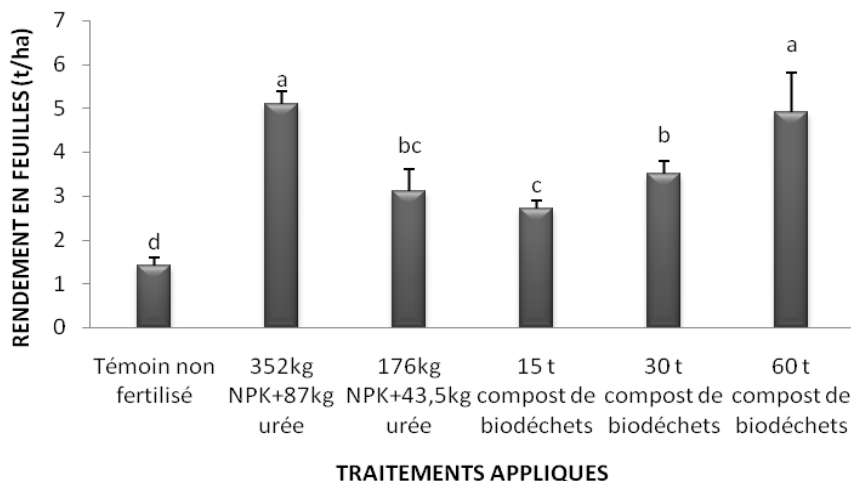


Figure 11 : Rendement en feuilles de *Brassica chinensis* en fonction des traitements

Efficience agronomique de compost de fumiers de poules et des engrais minéraux

Efficience agronomique des doses de compost de fumiers de poules et des engrais minéraux : Il ressort des résultats de la figure 12 que plus la dose de compost de fumiers de poules augmente plus l'efficience agronomique tend à diminuer. Par contre, les engrais minéraux ont une efficience agronomique plus. Le traitement de 60 t.ha⁻¹ compost de fumiers de

poules donne les meilleurs rendements, comparables à ceux de T2 (43,5 kg.ha⁻¹ d'urée et 175 Kg.ha⁻¹ de NPK). Toutefois, ce traitement a une efficience agronomique faible. Par contre, la dose de 15 t.ha⁻¹ compost de fumiers de poules est beaucoup plus efficace que 30 ou 60 t.ha⁻¹ de compost de fumiers de poules. La même situation a été observée pour les traitements à engrais minéraux, la faible dose étant plus efficace que la forte dose.

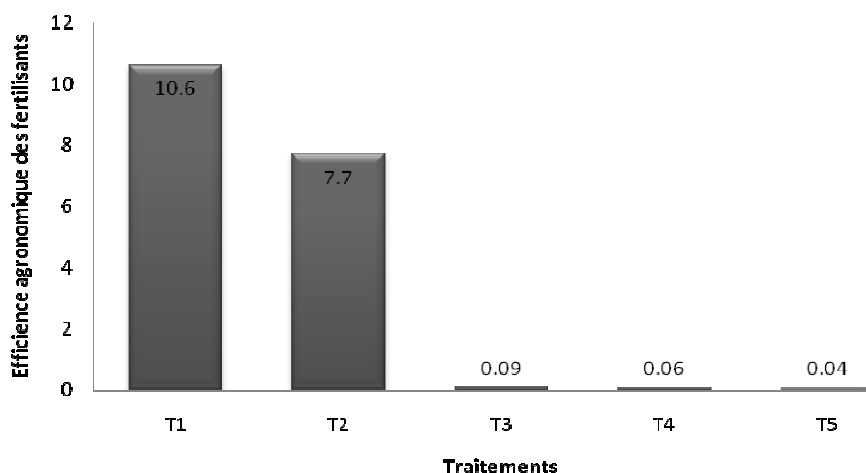


Figure 12 : Efficience agronomique (EA) des composts de fumiers de poules et des engrais minéraux en kg feuilles.kg⁻¹. T1 :87 kg.ha⁻¹ d'urée +350 kg.ha⁻¹ de NPK ; T2 :43,5 kg.ha⁻¹ d'urée et 175 Kg.ha⁻¹ de NPK ; T3 :15 t.ha⁻¹ de compost des fumiers de poule ; T4 :30 t.ha⁻¹ de compost des fumiers de poule ; T5 :60 t.ha⁻¹ de compost des fumiers de poule

Efficience agronomique des éléments fertilisants apportés par les doses de compost de fumiers de poules et des engrais minéraux : Il ressort du tableau 2 que l'efficience agronomique apparente des éléments fertilisants (N, P et K) diminue avec les doses des

fertilisants. Ainsi, les traitements à faibles doses sont plus efficaces que les traitements à fortes doses quel que soit le type de fertilisants considéré, c'est-à-dire le traitement T3 pour les composts et T1 pour les engrais minéraux.

Tableau 2 : Efficience agronomique apparente des éléments fertilisants (N, P et K) contenus dans les composts et les engrais minéraux en kg feuille.kg⁻¹ de l'élément fertilisant.

Traitements	N total	P disponible	K total
T1	40,2	62,18	62,18
T2	34,2	57,1	57,1
T3	1,54	2,66	1,23
T4	1,25	2,15	0,99
T5	1,38	2,39	1,1

T1 :87 kg.ha⁻¹ d'urée +350 kg.ha⁻¹ de NPK ; T2 :43,5 kg.ha⁻¹ d'urée et 175 Kg.ha⁻¹ de NPK ; T3 :15 t.ha⁻¹ de compost des fumiers de poule ; T4 :30 t.ha⁻¹ de compost des fumiers de poule ; T5 :60 t.ha⁻¹ de compost des fumiers de poule

Entre les différents fertilisants, les valeurs sont faibles pour les composts de fumiers de poules et élevées pour les engrais minéraux. Elles se situent pour l'azote (N) entre 1,25 et 1,54 kg feuilles.kg⁻¹ pour les composts; 34,2 à 40,2 kg feuilles.kg⁻¹ pour les engrais minéraux. Pour le Phosphore, elles se situent entre 2,15 et 2,66 kg feuilles.kg⁻¹ pour les composts; 57,1 à 62,18 kg feuilles.kg⁻¹ pour les engrais minéraux. Pour le potassium, les valeurs se situent entre 1,1 et 1,23 kg

feuilles.kg⁻¹ pour les composts; 57,1 à 62,18 kg feuilles.kg⁻¹ pour les engrais minéraux. Entre les trois éléments, on observe que l'utilisation du P est plus efficace par rapport au K et N dans le cas des traitements avec les composts. Parallèlement, l'efficience des éléments fertilisants obtenue par l'utilisation des fertilisants minéraux est largement supérieure à celle obtenue avec les fertilisants organiques.

DISCUSSION

Réponse de la culture de chou de chine installée sur un sol acide aux apports des composts de fumiers de poules comme fertilisants : Le taux de reprise a été maximal pour l'ensemble des traitements, montrant que les apports de fertilisants organiques et minéraux n'ont pas eu d'effets significatifs sur ce paramètre. La sélection des plantes vigoureuses opérée avant transplantation justifierait cette situation. En effet, la vigueur des plantes influence leur reprise alors que l'apport des fertilisants ne l'influence pas. Nombreuses études, notamment celles de Babatola et Olaniyi (1997), Bhardwaj et al., (2000), Muhammad et al. (2007), Olaniyi et Akanbi (2008), Olaniyi et al. (2010), Ojetayo et al. (2011) et Musas (2012) ont montré que le taux de reprise de Chou pommé, Chou de Chine, Tomate, Epinard et oignon était similaire sur sol non fertilisé, fertilisé au NPK 15-15-15 et aux divers fumiers. En revanche, des effets supérieurs des fertilisants minéraux et organiques ont été observés pour le reste des paramètres végétatifs, en comparaison au sol témoin acide non fertilisé. Les

effets des fertilisants minéraux seraient liés à la libération rapide des éléments fertilisants alors que pour les composts de fumiers de poules, 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 (Mulaji, 2011). Cela nous amène à conclure que le compost de FP, qui est abondamment présent dans La ville de Lubumbashi, pourrait constituer une bonne alternative aux engrais minéraux qui ne sont d'ailleurs pas à la portée des paysans de la région. Par ailleurs, le traitement sous CFP à forte dose (T5) a donné des résultats similaires à ceux obtenus avec la forte dose d'engrais minéraux (T2). Cela semble suggérer que la synchronisation de la libération des

éléments nutritifs par les CFP pendant leur décomposition et leur assimilation par la plante test était bonne. En effet, Mulaji (2011) a montré que 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. La faible performance des plantes observés sur les sols témoins peut être attribuée aux facteurs caractéristiques des sols acides, notamment le pH acide, la toxicité Al et les déficiences en nutriments (Ca, Mg, P, K, B et Zn) (Mukalay et al., 2008 ; Kasongo, 2008). En revanche, la croissance végétative des plantes de chou de Chine, bien qu'améliorée par l'apport des fertilisants, était cependant directement proportionnelle aux doses des fertilisants apportés quelle que soit la nature des fertilisants. Ces résultats semblent suggérer que la taille des plantes, le nombre de feuilles et leur surface augmentent en fonction de la quantité des éléments fertilisants apportés. Des résultats similaires ont été obtenus au Nigeria sur la culture de gombo après application des doses croissantes de fumiers et des engrais minéraux NPK 15-15-15 (Olaniyi et al., 2010). Parallèlement, les résultats obtenus sur le rendement ont montré la même tendance que celle des paramètres végétatifs : des faibles rendements sur les sols témoins, l'augmentation des rendements en fonction des doses des fertilisants et des rendements similaires entre les fertilisants minéraux et organiques. Pour les traitements à base des fertilisants, les résultats s'expliquent par le fait que le niveau de matière organique du sol reste le facteur important pour le maintien de la fertilité dans le sol (Jama et al., 2000).

Efficiences agronomiques de compost de fumiers de poules et des engrais minéraux : Pour tout fertilisant apporté, l'efficiences agronomiques des amendements aux différents traitements diminue avec les doses. Aussi, plus la dose de compost augmente plus

l'efficiences agronomiques tend à diminuer. La faible valeur observée d'efficiences agronomiques d'éléments fertilisants pour les composts est probablement attribué à sa minéralisation lente pour fournir les éléments minéraux aux sols et aux cultures. Des résultats similaires ont été obtenus par Mulaji (2011) avec les composts de déchets ménagers sur un ferralsol de Kinshasa, utilisant l'arachide, le soja et l'oseille comme culture test. 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. Les éléments nutritifs rendus suffisamment disponibles au fil du temps dans le sol sont efficacement utilisés par les plantes cultivées (Ojetayo et al., 2011). Dans le cas de notre étude, le traitement de 60 t.ha⁻¹ de compost de fumiers de poules donne les meilleurs rendements, mais a tout de même une efficiences agronomiques faible. Par contre, les engrais minéraux ont une efficiences agronomiques plus grande parce que leurs éléments sont disponibles et facilement absorbés par les cultures. Ceci serait attribuable à la libération rapide des éléments fertilisants pour les sols et les plantes, tels que démontré par Bhardwaj et al. (2000) dans une étude comparant la rentabilité économique des fertilisants inorganiques et organiques en culture de gombo et de chou. Par contre, la dose de 15 t.ha⁻¹ de compost de fumiers de poules est beaucoup plus efficiente que 30 ou 60 t.ha⁻¹. Ces résultats (tableau 2 et figure 12) montrent l'intérêt et la nécessité en cas de faibles disponibilités en matières organiques d'utiliser des doses faibles. Ceci confirme les études de Ewulo et al. (2008), Mulaji (2011), Ojetayo et al. (2011), Yamika et Ikawati (2012), Viharnaa et Thayamini (2012) et Ainika et al. (2012) qui préconisent l'usage des petites quantités des composts en culture de légumes et de soja.

CONCLUSION

Cette étude a été initiée en vue d'évaluer les effets des doses croissantes des composts de fumiers de poules sur les rendements de la culture de chou de Chine. Les caractères agronomiques tels que la densité à la reprise, la hauteur de plante, le nombre de feuilles et la surface foliaire, le poids de feuilles par pot, le rendement en feuilles par hectare et l'efficiences agronomiques ont été mesurés. La croissance et le rendement du chou de Chine ont considérablement été améliorés suite aux apports des différentes doses de composts et d'engrais minéraux NPK. Pour le témoin,

le rendement baisse significativement. Les augmentations par rapport aux témoins sont proportionnelles aux quantités apportées dans chaque pot. Les effets du traitement T5 (60 t.ha⁻¹ compost de fumiers de poules) donnent les meilleurs rendements qui ne sont pas significativement différents du traitement T2 (350 Kg NPK+87 kg Urée). Les apports de la fertilisation minérale ont un effet positif sur les rendements, et cet effet est croissant en fonction de la dose de l'engrais NPK. Lorsqu'on examine l'efficiences agronomiques des fertilisants organiques par rapport

aux engrais minéraux, on constate qu'elle est supérieure avec le traitement T1 (175kg NPK+47,5 kg urée) pour les engrais minéraux et T3 (15 t.ha⁻¹) pour les composts. Le phosphore s'est révélé comme étant l'élément limitant suivi du potassium dans la productivité des sols étudiés amendés aux composts. En référence aux rendements obtenus et à l'efficacité agronomique, les doses des composts de 15 t.ha⁻¹ conviendraient pour limiter tout recours aux intrants

minéraux. Cependant, du fait des faibles disponibilités en composts des éléments disponibles, un complément d'engrais minéraux est à préconiser. Le rendement n'est qu'une des composantes pour évaluer les effets des fumures organiques sur la production des légumes. Pour une évaluation complète, il importe aussi d'associer l'influence des fertilisations sur la qualité des récoltes en particulier via l'analyse des végétaux et de tester une culture exigeante à cycle végétatif long.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ainika N.J, Amans E.B., Olonitola C.O., Okutu C.P., Dodo Y.E., 2012. 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):26-30
- Babatola L.A., Olaniyi J.O., 1997. *Effect of NPK 15:15:15 fertilizer level and plant spacing on performance and shelf - life of okra.* In: proc. 15th HORTSON Conference, NIHORT, Ibadan 8th April, 1997.
- Bationo A., Williams T.O., Mokwunye A.U., 1998. *Soil fertility management for sustainable agricultural production in Semi-Arid West Africa.* In Bezuneh et al. (Ed) Technology options for sustainable agriculture in Sub-Saharan Agriculture, pp. 349-367. (Eds.), Publication of SAFGRAD.
- Bhardwaj M.L., Raj H., Koul B.L., 2000. Yield response and economics of Organics sources and inorganic source in tomato (*Lycopersicon esculentum*), okra (*Hibiscus esculentus*), cabbage (*Brassica oleraceae* var *B. Oleracea* var *botytis*). *Indian Journal of Agricultural Science* **70 (10)** : 653 – 656.
- Ewulo BS, Ojeniyi OS and Akkani DA 2008 Effect of poultry manure on selected soil physical and chemical properties, growth, yield and nutrient status of tomato. *African J. Agric. Res.* 3: 612–616
- FAO, 1987. *Guide sur les engrais et la nutrition des plantes.* Rome, 190p
- FAO, 2005. *Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne.* Rome, Italie, 63 p.
- Islam M., Munda G.C., 2012. Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, productivity, nutrient uptake and economics of maize (*Zea mays* L.) and toria (*Brassica campestris* L.) minéraux. Cependant, du fait des faibles disponibilités en composts des éléments disponibles, un complément d'engrais minéraux est à préconiser. Le rendement n'est qu'une des composantes pour évaluer les effets des fumures organiques sur la production des légumes. Pour une évaluation complète, il importe aussi d'associer l'influence des fertilisations sur la qualité des récoltes en particulier via l'analyse des végétaux et de tester une culture exigeante à cycle végétatif long.
- Agricultural Science Research Journals Vol.* 2(8): 470-479
- Jama B, Palm CA, Buresh RJ, Niang AI, Gachengo C, Nziguheba G, 2000. *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. *Agroforestry Systems*, 49: 201-221.
- Kaho F, Yemefack M, Feujio-Tegwefouet P, Tchanthaouang JC, 2011. 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. *Tropicultura*, 29 (1): 39-45
- Kasongo L.M.E., 2008. *Système d'évaluation des terres à multiples échelles pour la détermination de l'impact de la gestion agricole sur la sécurité alimentaire au Katanga R.D.Congo.* Thèse de doctorat, Université de Gand Belgique 336p.
- Kasongo L.M.E., Mwamba M.T., Tshipoya M.P., Mukalay M.J., Useni S.Y., Mazinga K.M., Nyembo K.L., 2013. 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: 4727 – 4735
- Mpundu M.M., 2010. Contaminations des sols en Eléments Traces Métalliques à Lubumbashi (Katanga/RDC). Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de remédiations.401p
- Muhammad D., Muhammad Q., Maray A., 2007. Effect of Different levels of N, P and K on the Growth and Yield of Cabbage. *Journal. Agric Res.*, **45 (2)**: 51-68
- Mukalay M.J., Shutcha M.N., Tshomba K.J., Mulowayi K., Kamb C.F., Ngongo L.M., 2008. 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 : 4-11
- Mulaji KC, 2011. 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, 220p.
- Musas N. N., 2012. *Valorisation agronomique des bio déchets et gestion de la fertilité de sols en agriculture urbaine et péri-urbaine : Effets des doses croissantes des engrais minéraux, des fèces humaines et de leur combinaison sur la production de l'oignon (Allium cepa) et de l'épinard (Spinacia oleracea)*. Mémoire de fin d'études, Faculté des sciences agronomiques, Unilu, 43p
- N'Dayegamiye A., Drapeau A., Laverdière M.R. ,2005. Effets des apports de composts de résidus ménagers sur les rendements des cultures et certaines propriétés du sol. *Agrosol*. **16 (2)** :57-71.
- N'Dienor M., 2006. *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), 242p
- Ojetayo A.E, Olaniyi J.O., Akanbi W.B., Olabiyi T.I., 2011. Effect of fertilizer types on nutritional quality of two cabbage varieties before and after storage. *Journal of Applied Biosciences* 48: 3322– 3330
- Olaniyi J.O., Akanbi W.B., 2008. Effect of cultural practice on mineral compositions of cassava peel compost and its effect on the performance of cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Journal of applied Biosciences* **8(1)**: 272 - 279.
- Olaniyi J.O., Akanbi W.B., Olaniran O.A., Ilupeju O.T., 2010. Effect of organic, inorganic and organominerals on growth, fruit yield and nutritional composition of okra (*Abelmoschus esculentus*). *Journal of Animal and Plant Sciences* **9 (1)**: 11135 - 1140.
- SENAHUP, 2008. *Rapport annuel* du service national de l'horticulture urbaine et péri-urbaine à Lubumbashi. FAO, Lubumbashi, RDCongo, 32p
- Sys C., Schmitz A., 1959. Notice Explicative de la carte des sols et de la végétation. INEAC, 1- 69 p.
- Useni S.Y., Chukiyabo K.M., Tshomba K.J., Muyambo M.E., Kapalanga K.P., Ntumba N.F., Kasangij A-K.P., Kyungu K.A., Baboy L.L., Nyembo K.L., Mpundu M.M., 2013. Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences* 66:5070 – 5081
- Van Wambeke A., 1995. Sols des tropiques. Propriétés et appréciations. Wagenigen, CTA, 256p.
- Viharnaa S., Thayamini H.S., 2012. Effect of cow and poultry manures as basal fertilizers on marketable fruit yield of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Tropical Agricultural Research & Extension* 16(1):1-3
- WRB, 2006. World reference base for soil resources, 2nd ed. World Soil Resources Report N° 103. FAO, Rome.
- Yamika W.S.D., Ikawati K.R., 2012. Combination inorganic and organic fertilizer increased yield production of soybean In Rain-Field Malang, Indonesia. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 6(1): 14-17