



Effets directs et résiduels des composts des biodéchets ménagers sur les propriétés chimiques d'un andosol du Nord-Kivu (Est-R.D Congo) dans un système de culture maïs (*Zea mays*) - épinard (*Spinacia oleracea*).

NGUO BALINGENE Pascal^{1,2*}, TCHENGI Raymond³, SEBURIRI SENDIHI Trésor², SHEMERERWA BANURA Nadine², KAURWA MUNUBO Xavier¹, AZINWI PRIMUS Tamfuh¹, et Armand Sylvain Ludovic WOUATONG⁴

¹Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles de l'Université de Dschang au Cameroun, Colline de Foto, Dschang, B.P : 222, Cameroun.

²Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement de l'Université de Goma en R.D Congo, B.P : 204 Goma, R.D Congo.

³Congo Bio Tech, Goma, RD Congo.

⁴Faculté des Sciences de la Terre de l'Université de Dschang au Cameroun, Colline de Foto, Dschang, B.P : 222, Cameroun.

*Auteur correspondant : pnguobalingene@gmail.com

Submitted 21/03/2026, Published online on 31/05/2026 in the <https://www.m.elewa.org/journals/journal-of-applied-biosciences-about-jab/> <https://doi.org/10.35759/JABs.220.8>

RESUME

Objectif : la présente étude avait pour objectif d'évaluer les effets des composts des biodéchets ménagers à court et à moyen terme sur quelques propriétés chimiques du sol sous culture de l'épinard en rotation à la culture du maïs.

Méthodologie et résultats : Un dispositif en blocs complètement randomisés constitué de 7 traitements et 4 répétitions a été mis en place. Les traitements étaient : T0 : témoin, DC1 : 5 t/ha de compost, DC2 : 10 t/ha de compost, DC3 : 15 t/ha de compost, DC4 : 20 t/ha de compost, DC5 : 30 t/ha de compost, FM : fumure minérale (150 kg/ha de NPK 17-17-17 + 100 kg/ha d'Urée). Après la culture du maïs en première saison culturale, l'effet résiduel des composts a été étudié sur l'épinard dans le même dispositif au cours de la saison culturale suivante. Les résultats montrent qu'à l'issue de la première saison culturale, une amélioration de la qualité des sols en fonction des doses des composts a été constatée pour le pH, le phosphore assimilable, les bases échangeables (Ca et Mg) et la capacité d'échange cationique. L'amélioration de la qualité des sols pour les propriétés ci-dessus a été maintenue après la deuxième saison culturale. Le rendement du maïs a été significativement ($P < 0,05$) affecté par les traitements. La dose de compost de 30t/ha (DC5) affiche un rendement élevé de 2054 kg/ha contre 1051 kg/ha obtenu sur le témoin. Les effets résiduels des doses des composts ont induit des différences très hautement significatives ($P < 0,001$) sur le rendement de l'épinard. Les rendements en biomasse fraîche de l'épinard significativement élevés ont été obtenus avec DC5 (17,27T/ha) et DC4 (15,25T/ha) contre 0,71T/ha et 0,94T/ha obtenus respectivement sur le témoin et la fumure minérale.

Conclusion et application des résultats : Le recours de compost de biodéchets ménagers pourrait être envisagé dans la production agricole à des doses faibles. Les agriculteurs peuvent utiliser la dose de 5 T/ha de compost des biodéchets ménagers à laquelle ils peuvent adjoindre des engrais chimiques dans le cadre de la gestion intégrée de la fertilité des sols.

Mots clés : Sol volcanique jeune, propriétés chimiques, compost des biodéchets ménagers, maïs, épinard, Nord-Kivu, R.D Congo.

ABSTRACT

Objective : The objective of this study was to evaluate the short- and medium-term effects of household biowaste compost on certain chemical properties of soil under spinach cultivation in rotation with corn cultivation.

Methodology and results : A completely randomized block design consisting of seven treatments and four replicates was set up. The treatments were: T0: control, DC1: 5 t/ha of compost, DC2: 10 t/ha of compost, DC3: 15 t/ha of compost, DC4: 20 t/ha of compost, DC5: 30 t/ha, FM: mineral fertilizer (150 kg/ha of NPK 17-17-17 + 100 kg/ha of urea). The results show that at the end of the first growing season, an improvement in soil quality was observed depending on the compost doses for pH, available phosphorus, exchangeable bases (Ca and Mg), and cation exchange capacity. The improvement in soil quality for the above properties was maintained after the second growing season. Corn yield was significantly ($P < 0.05$) affected by the treatments. The 30 t/ha compost dose (DC5) showed a high yield of 2054 kg/ha compared to 1051 kg/ha obtained on the control. The residual effects of the compost doses induced highly significant differences ($P < 0.001$) in spinach yield. Significantly higher fresh biomass yields of spinach were obtained with DC4 (15.25 t/ha) and DC5 (17.27 t/ha) compared to 0.71 t/ha and 0.94 t/ha obtained on the control and manure, respectively. *Conclusion and application of results* : The use of household bio-waste compost could be considered in agricultural production at low doses. Farmers can apply 5 tons per hectare of compost made from household food waste, to which they may add chemical fertilizers as part of an integrated soil fertility management program.

Keywords: Young volcanic soil, chemicals properties, household bio-waste compost, corn, spinach, North Kivu, Democratic Republic of Congo.

INTRODUCTION

La planète terre sera peuplée d'environ 9 milliards d'habitants d'ici 2050, ce qui impliquera une demande croissante des produits alimentaires (Du *et al.*, 2020). La baisse de la fertilité des sols tropicaux est un problème majeur qui se traduit par une faible production agricole due à une altération rapide des matières organiques, l'érosion des sols et une intensification du phénomène de lessivage des nutriments (Barus *et al.*, 2016). Cette baisse de la fertilité des sols de l'Afrique Subsaharienne est l'une des principales contraintes à l'intensification de la production agricole (Sawadogo *et al.*, 2021). Les sols volcaniques à l'instar d'autres types des sols

sont sujets à des phénomènes de dégradation. En effet, selon Ngongo *et al.* (2009), la plupart des sols volcaniques sont carencés en phosphore à raison d'une fixation accentuée, ce qui est à la base de leur niveau bas de fertilité. La contrainte majeure des andosols vitriques est la forte proportion de fractions grossières leur conférant une texture sableuse entraînant ainsi une grande macroporosité, une capacité de rétention faible en eau et une faible capacité d'échange cationique. De même, le Programme de Nations Unies pour le Développement (2009) rapporte que les sols de l'axe Goma-Masisi-Nyiragongo-Rutshuru au Nord-Kivu à l'Est de la R.D Congo présentent

des carences en azote et en potassium. Les principales conséquences sont les faibles rendements des cultures. Parmi les facteurs limitants la croissance, le développement et le rendement des cultures, les plus principaux sont l'azote, le phosphore, le potassium et l'eau (Agbede *et al.*, 2017). Dans la province du Nord-Kivu, les agriculteurs prennent de plus en plus des initiatives d'intensifier la production agricole pour mieux en tirer profits malgré l'appauvrissement des sols suite à une forte densité de la population et l'abandon de la jachère (PASA-NK, 2015). Pour y parvenir, les producteurs optent pour les engrais chimiques étant donné que leurs effets sont perceptibles dès les premiers apports (Ouedraogo *et al.*, 2014). Néanmoins, les apports fréquents des engrais synthétiques peuvent être à la base de l'acidification des sols et avoir des répercussions négatives sur l'environnement et sur la santé humaine (Agbede *et al.*, 2017). De même, l'apport des engrais minéraux seuls présente des effets positifs sur les rendements de cultures pendant les premières années ; il s'observe cependant des chutes de rendements après quelques années suite à la détérioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols (Sikuzani *et al.*, 2014). Dans ce contexte, l'agriculture biologique est indispensable. Elle promeut le recours à des pratiques agronomiques et des technologies alternatives adaptées aux contextes socioéconomiques et écologiques du milieu. Parmi ces pratiques agronomiques figure la fertilisation organique qui se fait généralement par l'apport des résidus des végétaux, du fumier ou du compost

qui offre l'avantage d'être fabriqué au sein même de l'exploitation (Valarini *et al.*, 2008). Le compost en tant que variante de matière organique, il est à mesure d'augmenter la disponibilité des éléments nutritifs aux plantes (Cahyono *et al.*, 2020). Des études antérieures ont révélé que les déchets solides urbains générés en masse sont riches en fractions biodégradables dont le recyclage pour produire les composts est perçue comme une alternative à la fertilisation minérale (Mulaji, 2011 ; Useni *et al.*, 2012). Avec une population estimée à 1,5 millions d'habitats (INS, 2015), la ville de Goma dispose d'un fort potentiel de production de déchets. Les travaux de Nguo *et al.* (2025) ont montré que les déchets solides ménagers produits en ville de Goma sont riches en matières organiques dont la proportion avoisine 60%. Dans ce contexte, le compostage constitue une piste à explorer. Le compost est très reconnu comme un amendement organique ayant un impact bénéfique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols (Tomasz Glab *et al.*, 2020). Il constitue un réservoir potentiel d'éléments nutritifs indispensables aux plantes, notamment N, P, K, Ca, Mg et S, ainsi qu'une gamme diversifiée d'oligo-éléments essentiels. De ce fait, le compost peut être considéré comme un engrais organique multi-éléments (Barus *et al.*, 2016). La présente étude a été menée sur un sol à caractère andique jeune en vue d'évaluer les effets des composts de biodéchets ménagers à court et à moyen terme sur quelques propriétés chimiques du sol sous culture de l'épinard en rotation à la culture du maïs.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude : Les travaux ont été réalisés à la Ferme expérimentale de l'Université de la Paix de la RD Congo (UNIP-RDC) à Buhimba dans le quartier Lac Vert qui est l'un de 18 quartiers que compte la Ville de Goma, la capitale de la Province du Nord-Kivu. Située à environ 1500 Km de la Capitale du pays

(Kinshasa) et géographiquement entre 1°35' 15" de latitude Sud et 29° 06' 45" de longitude Est, Goma est une ville se trouvant à l'extrême Est de la République Démocratique du Congo (Ciraane *et al.*, 2022). La ville de Gisenyi en République du Rwanda et le Lac Kivu lui sont frontaliers respectivement à l'Est et au Sud. A

l'Ouest et au Nord de la Ville de Goma se trouvent respectivement le Parc National de Virunga et le territoire de Nyiragongo. Caractérisé par des pluviométries annuelles pouvant atteindre 981 mm et une température moyenne annuelle de 22°C, le climat de la ville de Goma est du type tropical tempéré par l'altitude (Ciraane et al., 2022). L'on y note quatre saisons (deux sèches et deux pluvieuses) distinctes dans le temps. Les saisons pluvieuses se situent entre mars et mai

et entre septembre et décembre tandis que les saisons sèches vont de janvier à février et de juillet à août (Amani et al., 2023). Les couvertures pédologiques sont dominées par des sols volcaniques jeunes issus des coulées récentes ne permettant pas encore l'implantation d'un grand nombre des spéculations. Ils sont noirs, très poreux et présentent également une hydrophobicité et une proportion élevée en particules grossières (Amani, 2025).

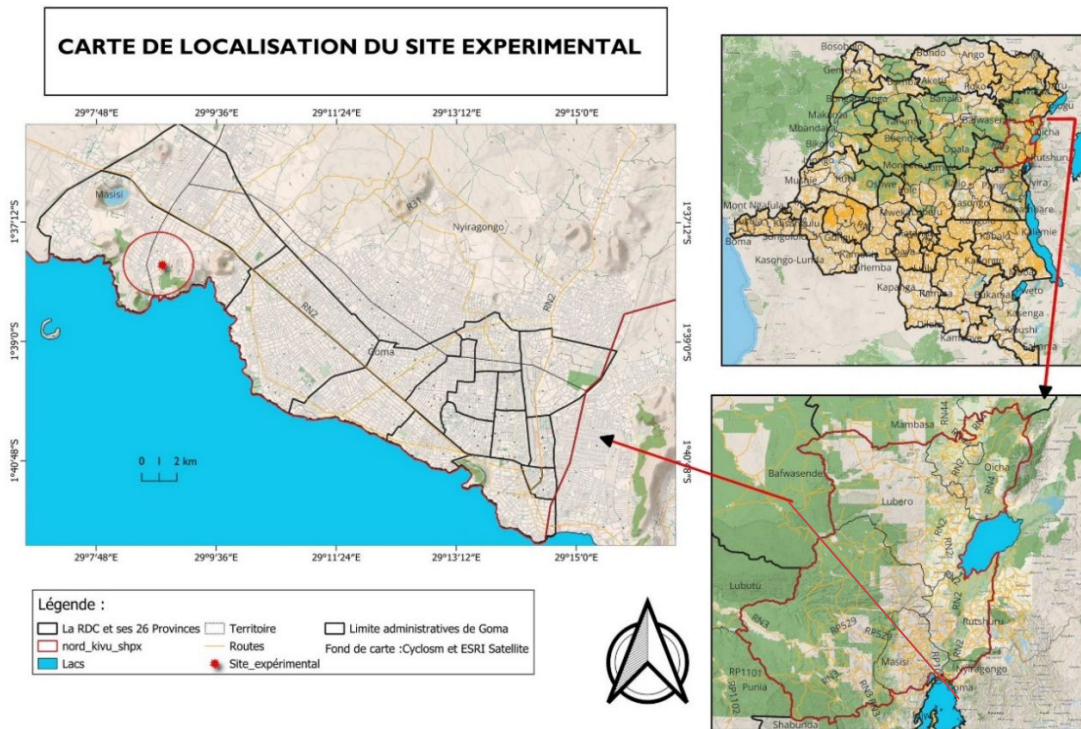


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

Matériel végétal et fertilisants utilisés : La variété Bambou du maïs a été utilisée au cours de l'essai. Elle est originaire du Rwanda et a un cycle de production de 130 jours. Les plants peuvent atteindre une hauteur de 180 à 250 cm. Les grains présentent une couleur blanche et le rendement est de 2500 à 2800 kg/ha en station et de 1800 à 2000 kg/ha en milieu réel (Kambale et al., 2023). Les semences du maïs nous ont été livrées par le SENASEM (Service National des Semences) qui est un service du

Ministère de l'Agriculture de la RD Congo ayant comme attribution principale, la certification de semences. L'épinard a été testé en culture subséquente dont les semences ont été achetées dans une pharmacie agrovétérinaire de la place. Deux types de fertilisants ont été utilisés dans le cadre de cette expérimentation, il s'agit du compost de biodéchets ménagers et des engrais minéraux (NPK 17-17-17 et urée qui titre 46% d'azote).

Méthodes

Dispositif expérimental : En vue d'atteindre l'objectif fixé par cette étude, un dispositif en blocs complètement randomisés a été mis en place comportant 7 traitements dont 5 parmi eux ont été définis en fonction des doses croissantes des composts des biodéchets ménagers qui ont été comparés à un traitement témoin et à un traitement à base de la fertilisation minérale (Urée + NPK 17-17-17)

(tableau 1). Chaque traitement a été répété 4 fois. Le site expérimental avait une longueur de 24 m et une largeur de 16 m soit une superficie de 384 m². La dimension de chaque unité expérimentale (UE) était de 3,1 m de long sur 3 m de large soit une superficie de 9,3 m². Deux blocs étaient distants de 1m pendant que les UE étaient séparées entre elles par une distance de 0,5 m.

Tableau 1: Traitements étudiés au cours de l'essai

Traitements	Nature	Doses en T/ha (M.S)	Doses en T/ha (M.F)	Doses en kg/ha	Quantité apportée par UE (9,3 m ²) en kg
T0	-	0	0	0	0
DC1	CBDM	5	8,8	NA	8,2
DC2	CBDM	10	17,6	NA	16,4
DC3	CBDM	15	26,4	NA	24,6
DC4	CBDM	20	35,2	NA	32,8
DC5	CBDM	30	44	NA	41
FM	NPK 17 17 17 + Urée	NA	NA	150	0,139
		NA	NA	100	0,5115

CBDM : Compost de biodéchets ménagers, UE : unité expérimentale, N.A : non applicable, MS : matières sèches, MF : matières fraîches, T0 = Témoin, DC = dose de compost et FM = Fertilisation minérale.

Conduite de l'essai : Les échantillons de sols ont été prélevés à 0-20 cm de profondeur à l'aide de la tarière à 3 périodes distinctes : (i) au démarrage de l'expérimentation, (ii) à la fin du cycle de culture de maïs et (iii) à la fin du cycle de la culture subséquente. Tous les

échantillons des sols étaient chaque fois expédiés au laboratoire de sciences du sol de l'Unité de Recherche d'Analyse des sols et Chimie de l'Environnement (URASCE) de l'Université de Dschang au Cameroun pour des analyses de routine (tableau 2).

Tableau 2 : Méthodes d'analyses physico-chimiques réalisées au laboratoire

Paramètres	Méthodes d'analyses	Références bibliographiques
Granulométrie	Méthode internationale de Pipette de Robinson	Pauwels <i>et al.</i> (1992)
Carbone organique total	Méthode de Walkey et Black	Mulaji (2011)
Azote total	Méthode de Kjeldahl	
Phosphore assimilable	Bray II	Alissou (2011)
Bases échangeables (Ca, Mg, Na)	Spectrophotométrie à absorption atomique	Kenne <i>et al.</i> (2028)
Capacité d'échange cationique	Spectrophotométrie à absorption atomique	Pauwels <i>et al.</i> (1992)

Le compost a été fabriqué pendant 2 mois par la méthode en tas. Il a été élaboré à partir de deux types de substrats suivants : les fractions fermentescibles provenues du tri de déchets solides ménagers et le fumier de poules collectés respectivement au niveau des ménages et des poulaillers en ville de Goma. Le compost a été fabriqué selon le ratio 3/1 de biodéchets ménagers et 1/3 de fumier de poules (Aho et Kossou, 1997). Les retournements des andains et les arrosages étaient effectués afin respectivement d'apporter de l'air aux microorganismes décomposeurs et de maintenir l'humidité des tas à un seuil acceptable (40-60%) (Bokobana *et al.*, 2017). A l'issue du processus de compostage, des échantillons de compost ont été prélevés et envoyés au laboratoire pour des analyses chimiques. L'épandage de compost a été fait en surface au même moment que le semis du maïs. En effet, selon Mulaji (2011), l'application du compost en surface offre plusieurs avantages comparativement à l'incorporation dans le sol. Il s'agit entre autres de l'amélioration de la structure du sol et la limitation des pertes des éléments nutritifs par lixiviation et de la compétition pour l'azote entre la plante et les microorganismes dans la zone racinaire. Le NPK 17-17-17 et l'Urée ont été appliqués en cours de culture. Le NPK a été entièrement apporté 3 semaines après semis dans les sillons à proximité des lignes de semis. Par contre l'urée a été apportée de manière fractionnée. Les deux moitiés de la dose totale ont été appliquées respectivement 3 semaines et 6 semaines après semis (Zohoungbogbo *et al.*, 2018). Après la récolte du maïs, l'épinard a été installé sur le même dispositif pour étudier les arrières-effets des fertilisants appliqués au cours de la saison culturale précédente. Afin

RESULTATS

Composition chimique du compost et des substrats organiques utilisés pour le compostage : Le pH et les teneurs en matière organique et en éléments majeurs du compost

d'évaluer l'effet de différents fertilisants sur la croissance du maïs, le diamètre au collet, la hauteur des plants et le nombre de feuilles ont été mesurés. Les paramètres de rendement et ses composantes ont été également mesurés, à savoir la longueur des épis, le nombre des lignes par épis, le poids de 100 graines et le rendement en t/ha. En ce qui concerne la culture de l'épinard, les mesures du diamètre au collet, de la hauteur des plants et du nombre de feuilles et de ramifications ont permis d'analyser les arrières-effets de différents fertilisants sur sa croissance. Le poids de la biomasse fraîche a été déterminé en guise de rendement.

Analyses statistiques : Les données de différents paramètres ont été traitées pour ressortir d'abord les moyennes et les écarts-types. Ensuite, la normalité a été vérifiée à l'aide des tests de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov et Anderson-Darling. En cas de normalité entre les données, une analyse de la variance à un seul critère de classification a été faite, suivi du test post-hoc de Duncan. En cas de non-normalité persistante, nous avons fait recours au test de Kruskal-Wallis (package *stats*) qui a été complété par le test post-hoc de Dunn (package *FSA*). Les corrélations linéaires ont été explorées par les coefficients de Pearson et Bayésiens (packages *psych*, *Bayes Factor*), visualisées sous forme de heatmap (packages *ggplot2*, *corrplot*). Les relations significatives ont ensuite été analysées profondément par régression linéaire simple, selon le modèle : $y = ax + b$, dans cette équation a désigne la pente et b l'ordonnée à l'origine. L'ensemble des traitements et analyses a été réalisé sous R Studio (version 4.4.1). Le seuil de signification statistique a été fixé à $\alpha = 0,05$.

et des substrats organiques engagés dans le processus de compostage sont mentionnés dans le tableau 3. Les résultats de ce tableau renseignent que les substrats utilisés pour la

fabrication du compost sont pourvus d'un stock important d'éléments nutritifs indispensables pour la croissance et le rendement des cultures. Le compostage a entraîné une perte importante des nutriments à raison probablement du phénomène de lessivage suite aux arrosages. On note toutefois

que le fumier des poules est plus riche en matière organique et en azote que les biodéchets ménagers. Par contre, une forte teneur en potassium, en calcium et en magnésium a été observée avec les biodéchets ménagers comparativement au fumier des poules.

Tableau 3 : Qualité chimique du compost et des substrats organiques

Substrats organiques	Biodéchets ménagers	Fumier des poules	Compost
pH	9,85	7,95	7,9
MO (%)	70,5	85,6	33,3
Azote total (%)	2,32	2,61	0,6
P ass (mg/kg)	1500	5000	4618,89
K éch (mg/kg)	39300	16600	9012,59
Calcium (mg/kg)	15802	11179	2774,49
Magnésium (mg/kg)	5448	4342	1562,71

MO= matière organique, P ass= phosphore assimilable, K éch = potassium échangeable.

Effets de composts de biodéchets ménagers sur les propriétés chimiques du sol : Le tableau 4 présente la variation des caractéristiques chimiques du sol selon les doses de compost et les saisons culturales. Les caractéristiques des sols supplémentés par les différentes doses des composts sont comparées aux teneurs initiales. De manière globale, à l'issue de la grande saison culturale, une amélioration de la qualité des sols en fonction des doses des composts a été constatée pour le pH, le phosphore assimilable, les bases échangeables (Ca et Mg) et la Capacité d'échange cationique. La dose de compost de 30T/ha (DC5) présente un pH de 6,5 qui s'est démarquée des autres traitements qui, eux affichent des valeurs similaires et inférieures à celle du sol initial (6,4). Les teneurs en phosphore des sols amendés par les différentes doses des composts sont largement supérieures à la teneur initiale des sols (12,74 mg/kg) avec un pic de 58,76 mg/kg pour DC4 (dose de 20t/ha de compost). Des augmentations importantes des bases échangeables (Ca et Mg)

ont été également obtenues comparativement à la teneur initiale du sol. La valeur de la CEC est passée de 19,45 méq/100 g des terres à 27,65; 29,16, 31,41; 30,96 et 28,06 méq/100g respectivement pour DC1, DC2, DC3, DC4 et DC5. Une tendance à la stabilisation des valeurs de pH, du phosphore, de calcium, du magnésium et de la CEC des sols des différentes parcelles ayant reçu des apports antérieurs des composts a été mise en évidence après la deuxième saison culturale. Toutefois, au terme de deux saisons culturales, le pH a connu une augmentation de 0,2 unités avec les fortes doses de composts (DC3, DC4, DC5) en comparaison avec le pH initial (6,4). De même, DC5 a accru la teneur en carbone à hauteur de 12,75% comparativement à celle enregistrée dans les sols avant l'installation de l'expérimentation. Quelles que soient les doses des composts, des baisses des teneurs en carbone, en azote et en potassium ont été observées à l'issue des expérimentations effectuées au cours de deux saisons culturales comparativement aux teneurs initiales du sol.

Tableau 4 : Variation des caractéristiques chimiques du sol (0-20 cm) en fonction des traitements et des saisons culturales

Traitements	pH eau	C org (%)	N tot (%)	C/N	P ass (mg/kg)	K éch (méq/100g)	Ca (méq/100g)	Mg (méq/100g)	CEC (méq/100g)
Intitial	6,4	4,94	0,4	12,35	12,74	2,43	1,01	0,71	19,45
Après la première saison culturale (grande saison 2024)									
DC1	6,4	4,05	0,16	25,62	50,82	2,01	7,18	3,18	27,65
DC2	6,3	4,23	0,18	23,77	44,69	1,98	8,22	3,61	29,16
DC3	6,4	4,78	0,13	37,75	48,21	1,21	6,18	6,88	31,41
DC4	6,4	3,98	0,25	16,00	58,76	1,21	8,25	3,58	30,96
DC5	6,5	3,68	0,11	34,47	50,82	1,51	9,48	2,41	28,06
Après la deuxième saison culturale (petite saison 2025)									
DC1	6,4	4,05	0,23	17,42	44,89	2,01	7,30	3,26	29,95
DC2	6,5	3,80	0,10	38	44,89	2,04	7,18	2,68	25,45
DC3	6,6	3,37	0,09	37,34	47,30	2,07	7,76	2,65	29,74
DC4	6,6	4,19	0,10	41,9	50,42	2,07	8,52	1,80	33,68
DC5	6,6	5,57	0,22	23,5	42,78	2,04	9,06	2,00	27,95

DC1 = 5 t/ha de CBDM, DC2 = 10 t/ha de CBDM, DC3 = 15 t/ha de CBDM, DC4= 20 t/ha de CBDM, DC5= 30 t/ha de CBDM. CBDM = Compost de biodéchets ménagers, P ass= Phosphore assimilable, K éch = Potassium échangeable et CEC = Capacité d'échange cationique.

Effets de composts de biodéchets ménagers sur la croissance du maïs : La variation du diamètre au collet, de la hauteur et du nombre des feuilles des plants au 90^{ème} jour après semis selon les doses des composts est illustrée par le tableau 5. L'analyse de la variance révèle des différences très hautement significatives ($P < 0,001$) entre les moyennes des traitements pour tous les paramètres de croissance mesurés. Les plantes de grandes tailles ont été observées avec le traitement DC5 (dose de 30 t/ha de compost) avec une taille moyenne de $209,13 \pm 27,72$ cm. Par ailleurs, les plantes de

petites tailles ont été observées avec le traitement témoin (T0) ($165,75 \pm 33,4$ cm). La croissance en diamètre au collet est importante chez les plantes des parcelles fertilisées avec des valeurs maximales au niveau de DC5 ($21,25 \pm 3,25$ mm) et des valeurs minimales au niveau de T0 ($15,12 \pm 2,8$ mm). La même tendance se fait remarquer pour le nombre des feuilles. Ainsi, FM était en tête avec $13,1 \pm 1,28$ feuilles suivi de DC5 avec $12,37 \pm 1,17$ feuilles. DC3 se place en dernière position avec 11,29 feuilles.

Tableau 5 : Amélioration de la croissance du maïs en fonction des doses des traitements

Traitements	Diamètre au collet (mm)	Hauteur des plants (cm)	Nbre de feuilles
T0	$15,12 \pm 2,8d$	$165,75 \pm 33,40c$	$11,83 \pm 1,27abc$
DC1	$17,16 \pm 2,76c$	$181,42 \pm 28,42 c$	$12,33 \pm 1,37ab$
DC2	$18,78 \pm 2,86abc$	$193,08 \pm 28,56ab$	$11,54 \pm 1,59abc$
DC3	$19,26 \pm 3,97ab$	$194,46 \pm 28,49ab$	$11,29 \pm 11,57c$
DC4	$19,48 \pm 3,23ab$	$183,92 \pm 28,89b$	$12,75 \pm 1,7a$
DC5	$21,25 \pm 3,25a$	$209,13 \pm 27,72a$	$12,37 \pm 1,17ab$
FM	$20,57 \pm 4,31ab$	$191,08 \pm 28,51b$	$13,1 \pm 1,28a$
P-value	1.11e-08	6.66e-05	0,000165
Signification	***	***	***

T0 = témoin, DC1 = 5 t/ha de CBDM, DC2 = 10 t/ha de CBDM, DC3 = 15 t/ha de CBDM, DC4 = 20 t/ha de CBDM, DC5 = 30 t/ha de CBDM, FM = fumure minérale (150 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée). Les moyennes suivies des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas différentes sur le plan statistique.

Effets de composts de biodéchets ménagers sur les composantes du rendement du maïs : Les résultats du nombre des lignes par épis, de la longueur des épis, du poids de 100 graines et de la production obtenue par parcelle élémentaire sont mentionnés dans le tableau 6. L'analyse de la variance révèle qu'il n'existe pas des différences significatives ($P > 0,05$) entre les moyennes de traitements pour le nombre des lignes par épis et la longueur des épis. A l'inverse, des différences significatives ($P < 0,05$) entre les moyennes des traitements pour le poids de 100 graines et la production parcellaire ont été observées. Il est à noter que malgré les effets non significatifs des différentes doses de composts sur le nombre des lignes par épis et sur la longueur des épis, les traitements à base de doses croissantes de

compost et celui à base la fertilisation minérale ont tendance à augmenter la taille et le nombre des lignes des épis qui sont relativement supérieurs à ceux des épis obtenus sur les parcelles témoins. Les résultats du tableau 6 montrent également une évolution du poids de 100 graines avec une tendance haussière en fonction des doses croissantes de composts avec un maximum de $31,25 \pm 3,7$ gr pour la dose de 30 t/ha (DC5) et un minimum de $23,75 \pm 7,27$ gr pour T0 (témoin). En ce qui concerne la production parcellaire ; DC1, DC2, DC3, DC4, DC5 et FM présentent des valeurs moyennes variant de $436,75 \pm 128,35$ gr pour DC2 à $550,75 \pm 185,14$ gr pour DC5 significativement égales mais qui sont supérieures à celle de T0 ($293,25 \pm 149,1$ gr).

Tableau 6 : Variation des composantes du rendement du maïs en fonction des traitements

Traitements	Nombre des lignes par épis	Longueur des épis (cm)	Poids de 100 grains (gr)	Production parcellaire (gr)
T0	11,5 ± 2,15	14,26 ± 1,34	23,75 ± 7,27b	293,25 ± 149,1b
DC1	12 ± 0,96	15,57 ± 1,23	29,75 ± 3,5ab	467,75 ± 119,07ab
DC2	12,3 ± 1,58	15,12 ± 1,53	28,25 ± 1,5ab	436,75 ± 128,35ab
DC3	13,3 ± 1,63	15,96 ± 1,67	29,00 ± 2,94ab	550,75 ± 185,14ab
DC4	12,15 ± 1,59	15,6 ± 0,7	27,75 ± 4,35ab	497,50 ± 171,14ab
DC5	12,7 ± 2,14	15,76 ± 1,78	31,25 ± 3,78a	573,25 ± 207,91a
FM	12,4 ± 1,56	15,58 ± 0,87	28 ± 4,76ab	514,00 ± 123,07ab
P-values	0,079	0,2695	0.0371	0,0266
Signification	NS	NS	*	*

T0 = témoin, DC1 = 5 t/ha de CBDM, DC2 = 10 t/ha de CBDM, DC3 = 15 t/ha de CBDM, DC4= 20 t/ha de CBDM, DC5= 30 t/ha de CBDM, FM = fumure minérale (150 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée). Les moyennes disposant des mêmes lettres alphabétiques sont identiques statistiquement.

Effets des composts des biodéchets ménagers sur le rendement du maïs : Le rendement du maïs grains a été significativement ($P < 0,05$) affecté par les traitements (Tableau 7). La dose de compost de 30T/ha (DC5) affiche un rendement élevé de 2054 kg/ha qui s'est distinguée des autres traitements. Le rendement le plus faible a été obtenu sur les parcelles témoins présentant en moyenne 1051 kg/ha. Les résultats du tableau

7 révèlent également que les différents traitements n'ont pas induit des différences significatives sur la biomasse fraîche du maïs. Toutes fois, il convient de noter que même si la biomasse fraîche n'a pas été influencée significativement, les traitements à base de différentes doses des composts et celui à base des engrais minéraux augmentent les rendements en biomasses fraîches comparativement au contrôle.

Tableau 7 : Variation des rendements en grains et en biomasse fraîche du maïs en fonction des traitements

Traitements	Rendement en maïs grains (kg/ha)	Rendement en biomasse fraîche du maïs (t/ha)
T0 (sans application)	1051,075b	17,5a
DC1 (5 t/ha de compost)	1676,523ab	19,7a
DC2 (10 t/ha de compost)	1655,017ab	20,1a
DC3 (15 t/ha de compost)	1974,016a	20,3a
DC4 (20 t/ha de compost)	1783,155ab	21,17a
DC5 (30 t/ha de compost)	2054,658a	21,6a
FM (150 kg/ha de NPK 17-17-17 + 100 kg/ha d'Urée)	1842,293ab	22,1a
P-value	0,0266	0,685
Singification	*	NS

Les moyennes suivies des mêmes lettres alphabétiques ne sont pas différentes sur le plan statistique.

Matrice de corrélation des paramètres végétatifs et du rendement de maïs : identification des facteurs clés de productivité : Il ressort de la figure 2 que certains paramètres végétatifs et de rendement sont interdépendants pendant que d'autres ne les sont pas. Les corrélations fortes

s'observent entre le Rendement en t/ha et le poids de 100 graines ($R=0,82$). Le diamètre au collet et le nombre des feuilles sont fortement corrélés ($R=1$). Des corrélations modérées sont constatées entre le diamètre au collet, le nombre des feuilles et le rendement en t/ha ($R=0,47$).

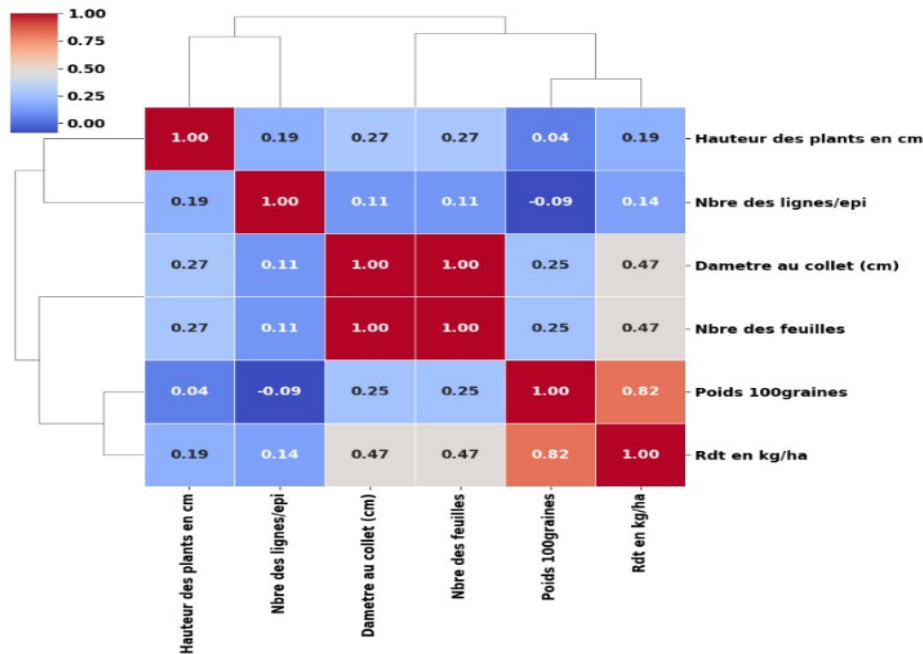


Figure 2 : Heatmap de corrélation des variables agronomiques.

Effets résiduels de composts de biodéchets ménagers sur la croissance de l'épinard : La croissance des plants de l'épinard en hauteur, en volume de tiges, en ramifications et en nombre des feuilles est renseignée dans le tableau 8. Tous les paramètres végétatifs de l'épinard ont été influencés significativement ($P<0,001$) par les arrières-effets des traitements. La meilleure croissance en hauteur s'observe sur les plants des parcelles traitées par les différentes doses de composts avec un pic sur DC5 ($26,00 \pm 2,99$ cm) et un minimum sur FM ($7,36 \pm 0,55$ cm). Le même constat a été fait pour les autres paramètres végétatifs. Concernant le diamètre au collet, les plants les plus vigoureux provenaient de parcelles traitées avec la dose de compost de 20T/ha (DC4) présentant en moyenne $11,67 \pm 2,24$

mm de diamètre. Au cours de l'essai, les effets résiduels de la fertilisation minérale ont été inexistant, l'on constate que le traitement à base de la fertilisation minérale enregistre la valeur de diamètre au collet la plus faible ($4,78 \pm 0,76$ cm). Les doses de compost tendent à augmenter l'émission des feuilles. L'émission foliaire est plus prononcée chez les plants issus du traitement à base de 20 T/ha de compost (DC4) avec en moyenne $36,91 \pm 5,9$ feuilles. Une tendance baissière de l'émission des feuilles a été constatée chez les plants des parcelles témoins et ceux des parcelles de traitements à base de la fertilisation minérale qui ont présenté des valeurs moyennes de nombre de feuilles plus faibles et statistiquement équivalentes.

Tableau 7 : Variation du diamètre au collet, de la hauteur des plants, du nombre des feuilles et de ramifications de l'épinard selon les traitements

Traitements	Diamètre au collet (mm)	Hauteur des plants (cm)	Nombre des feuilles	Nombre des ramifications
T0	5,03 ± 0,54c	7,44 ^e ± 1,14 ^d	6,59 ± 0,44c	0,53 ± 0,35d
DC1	8,36 ± 0,84b	14,22 ± 2,42 ^c	16,66 ± 2,71b	2,83 ± 1,96c
DC2	8,83 ± 0,84b	15,34 ^c ± 1,97 ^c	17,53 ± 3,15b	4,21 ± 1,54bc
DC3	9,32 ± 0,60b	17,59 ± 2,02 ^c	21,07 ± 3,24b	4,96 ± 1,26b
DC4	11,67 ± 2,24a	22,77 ± 1,42 ^b	31,18 ± 8,51a	7,19 ± 0,84a
DC5	11,16 ± 0,83a	26,00 ± 2,99 ^a	36,91 ± 5,95a	8,35 ± 0,98a
FM	4,78 ± 0,76c	7,36 ± 0,55 ^d	6,69 ± 0,18c	0,37 ± 0,23d
P-Value	<0,001	<0,001	<0,001	<0,00
Signification	***	***	***	***

T0 = témoin, DC1 = 5 t/ha de CBDM, DC2 = 10 t/ha de CBDM, DC3 = 15 t/ha de CBDM, DC4 = 20 t/ha de CBDM, DC5 = 30 t/ha de CBDM, FM = fumure minérale (150 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée). Les moyennes suivies des lettres alphabétiques différentes ne sont pas égales statistiquement.

Effets résiduels de composts de biodéchets ménagers sur la production parcellaire et le rendement de l'épinard : Il ressort du tableau 9 que les effets résiduels des doses des composts ont induit des différences très hautement significatives ($P < 0,001$) sur la production parcellaire et le rendement en t/ha de l'épinard. Les doses de composts de 20 et 30 T/ha (DC4 et DC5) présentent les productions parcellaires respectives (16,06 et 14,18 kg) significativement élevées à celles de tous les autres traitements. Le traitement témoin et la fertilisation minérale affichent des

productions parcellaires respectives plus faibles (0,66 et 0,88 kg) et équivalentes statistiquement. La même tendance s'observe pour le rendement en t/ha comme l'on s'y attend logiquement. Les rendements en biomasse fraîche de l'épinard significativement élevés ont été obtenus avec DC4 (15,25T/ha) et DC5 (17,27T/ha). Le traitement témoin et le traitement à engrais minéral ont induit des rendements en biomasses les plus faibles équivalents sur le plan statistique avec des moyennes respectives de 0,71T/ha et 0,94T/ha.

Tableau 9 : Production parcellaire et le rendement en t/ha de l'épinard sous différents traitements

Traitements	Production parcellaire de l'épinard en kg	Rendement en biomasse fraîche de l'épinard en t/ha
T0 (sans application)	0,66 ± 0,13c	0,71 ± 0,14c
DC1 (5 t/ha de compost)	4,17 ± 1,68b	4,48 ± 1,81b
DC1 (10 t/ha de compost)	5,82 ± 2,04b	6,17 ± 2,33b
DC1 (15 t/ha de compost)	6,76 ± 0,89b	7,27 ± 0,97b
DC1 (20 t/ha de compost)	14,18 ± 2,92a	15,25 ± 3,14a
DC1 (30 t/ha de compost)	16,06 ± 2,48a	17,27 ± 2,67a
FM (150 kg/ha de NPK 17-17-17 et 100 kg/ha d'Urée)	0,88 ± 0,33c	0,94 ^c ± 0,36c
P-value	<0,001	<0,001
Signification	***	***

Les moyennes disposant des mêmes lettres alphabétiques sont identiques sur le plan statistique.

Heatmap de corrélation et régressions linéaires prédictives des paramètres agronomiques : La figure 3 présente la matrice de corrélation (heatmap) associée entre paramètres agronomiques clés de l'épinard sous les différentes doses des composts, intégrant coefficients de Pearson (échelle -1 à +1= et modèles prédictifs du rendement (t/ha) ; la heatmap révèle un bloc très positif ($r > 0,89$) entre hauteur de plants, diamètre au collet, nombre des feuilles par plant, nombre des ramifications, production parcellaire et rendement final, avec 78% des paires $> 0,90$.

La figure 4 présente une régression linéaire robuste confirmant la prédictivité : le rendement suit $Y = 0,84 * \text{Hauteur (cm)} + 5,83$ ($R^2 = 0,82$, $RMSE = 1,42\text{t/ha}$), $Y = 0,53 * \text{Nombre des feuilles} + 2,83$ ($R^2 = 0,89$, $RMSE = 1,08\text{/ha}$) et $Y = 1,22 * \text{Diamètre au collet (mm)} + 10,48$ ($R^2 = 0,82$, $RMSE = 1,39\text{ t/ha}$), avec des pentes significatives ($p < 0,001$) et une augmentation moyenne de $0,53\text{ t/ha}$ par cm de hauteur gagné entre 12 et 28 cm, ou de $0,34\text{ t/ha}$ par feuille supplémentaire au-delà de 25 feuilles/plant.

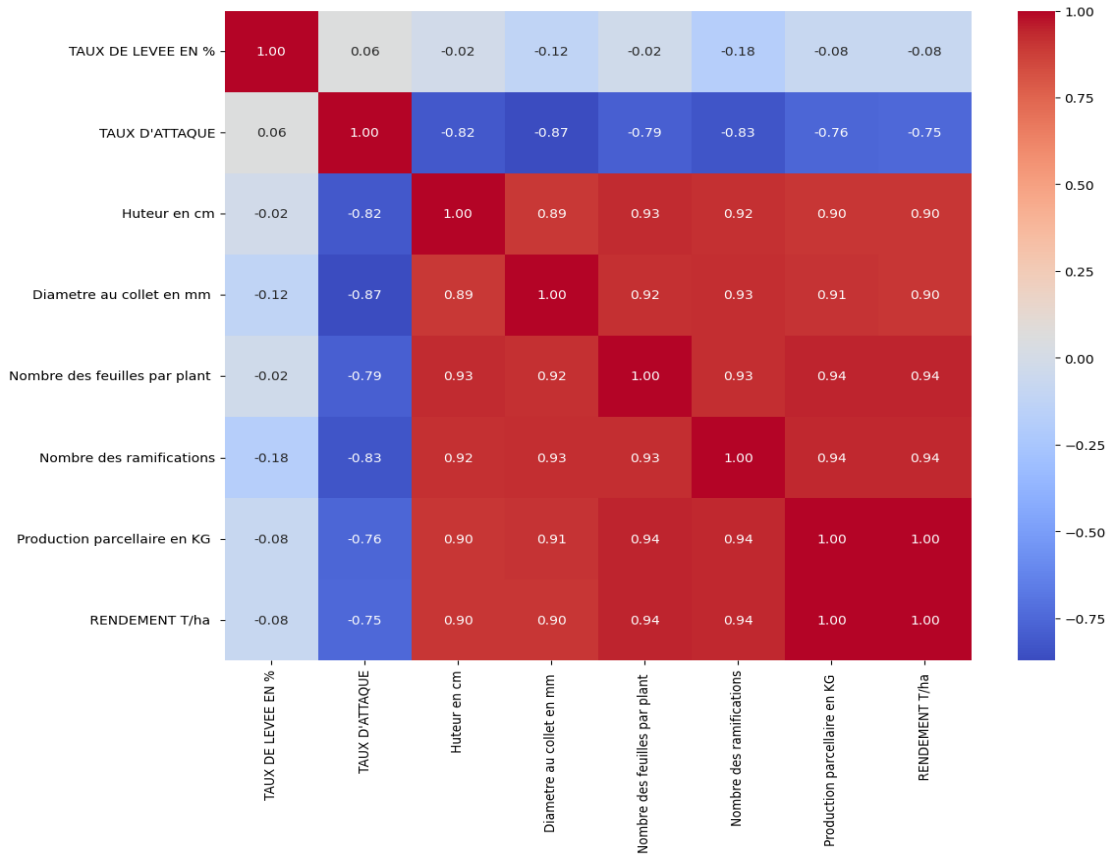
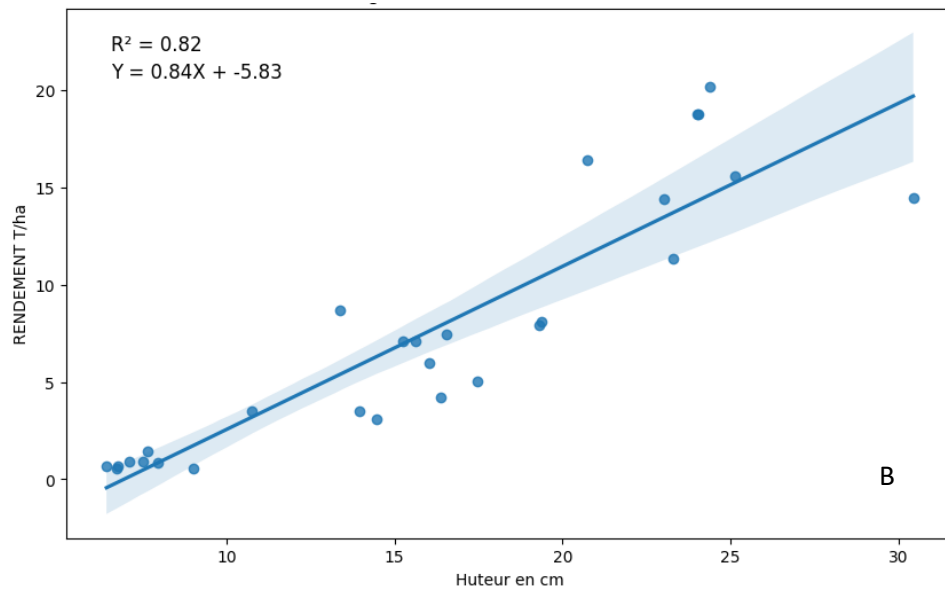
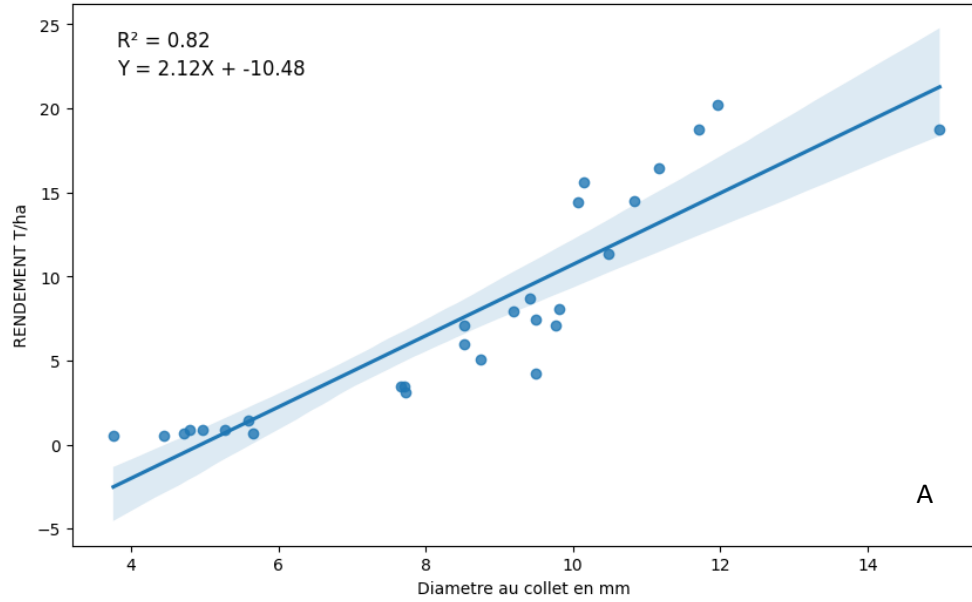


Figure 3 : Heatmap de corrélation des variables.



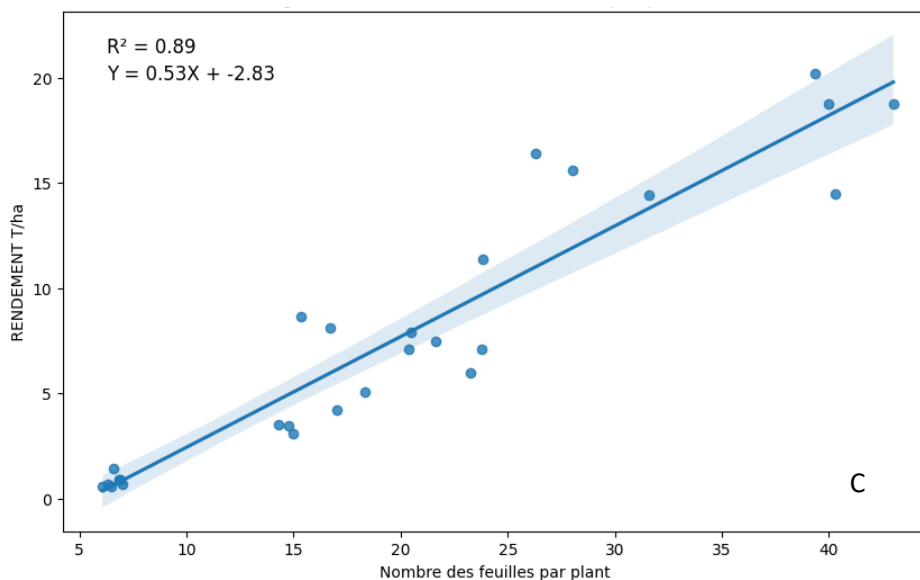


Figure 4: Régression linéaire des variables diamètre au collet A, hauteur B, nombre de feuilles C, sur le rendement.

DISCUSSION

Les données issues des analyses des échantillons des sols indiquent que l'apport des composts a amélioré la qualité des sols pour certaines propriétés. Les différentes doses des composts affichent des valeurs du pH similaires et inférieures à celle du sol initial, exceptée la dose la plus forte de compost qui a augmenté légèrement le pH du sol à hauteur de 0,1 unité comparativement à la teneur initiale. Le même constat a été fait par Yelemou et al. (2020) qui ont remarqué qu'il n'existait pas de différence notable de pH entre le sol du pot témoin et celui des pots des traitements à base des composts de biomasse végétale. Les teneurs en phosphore des sols amendés par les différentes doses des composts sont largement supérieures à la teneur initiale des sols. Cela résulterait de la minéralisation de la matière organique qui a eu lieu au fil du temps. Ces résultats sont en accord avec ceux de Tshala et al. (2019) qui ont observé des fortes teneurs de phosphore et d'azote obtenues à la fin de l'expérimentation. De même, Benhachem (2023) rapporte que la teneur en phosphore disponible pour la plante a augmenté de 2 ; 6 et 9 % respectivement pour les doses de 10 ; 15 et 20 t.h⁻¹ de compost par rapport au témoin. La présente étude indique que le compost

ajouté au sol à des doses croissantes a entraîné des accroissements importants des bases échangeables (Ca et Mg) comparativement à la teneur initiale du sol. La richesse de composts des biodéchets ménagers en éléments chimiques aurait permis d'augmenter leur disponibilité dans le sol tel que rapporté par Ducasse (2023). Nos résultats rejoignent en partie ceux de Sawadogo et al. (2008) qui ont constaté à l'issue de leur étude que la teneur du calcium était quatre fois plus élevée dans les traitements intégrant le compost que dans l'échantillon du sol initial. Dans notre étude, à l'issue de la première saison culturale, il s'est révélé que les différentes doses des composts ont accru considérablement la CEC comparativement à la teneur initiale du sol. En effet, la CEC est liée à la présence des colloïdes minéraux (argile) et organiques dans le sol (matière organique ou humus du sol) (Lele, 2016). Par ailleurs, la CEC est plus tributaire à la matière organique sous formes des composés humiques (Mulaji, 2011). De ce fait, la matière organique est cruciale dans la disponibilisation de la CEC quand celle des fractions minérales du sol est faible. Plusieurs études ont rapporté une augmentation de la CEC suite à l'ajout des composts (Sawadogo

et al., 2008, Mulaji, 2011 ; Kenne, 2023). L'amélioration de la qualité du sol constatée après la première saison culturale a été maintenue après la deuxième saison culturale. Cela suggère que les différentes doses des composts ont présenté des effets résiduels favorables aussi bien sur la qualité des sols que sur la production de la culture subséquente. Ceci s'expliquerait par le fait que les engrais organiques solides libèrent lentement éléments nutritifs. De plus, leurs résidus dans le sol sont disponibles pendant une période plus longue (Muktamar et al., 2018). Nombreux auteurs ont rapporté l'amélioration des propriétés du sol à la suite des effets résiduels des amendements organiques. Les résultats de Olowokowere et al. (2020) montrent qu'au cours de la deuxième année après l'application du compost ayant intervenu l'année précédente, le compost appliqué à raison de 30 t.ha⁻¹ a considérablement augmenté le magnésium, le carbone organique, l'azote et le Phosphore assimilable du sol après la récolte. A l'issue de deux saisons culturales, les doses de composts de 15; 20 et 30 t/ha ont accru le pH du sol à hauteur de 0,2 unités comparativement au sol initial. Le relèvement du pH serait dû à la richesse des composts en cations. En effet, les cations basiques forment une liaison avec le complexe argilo-humique et contribuent à la baisse de la concentration des ions Al³⁺ et H⁺ dans la solution du sol. De ce fait, ils jouent un crucial dans la neutralisation d'une partie non négligeable de l'acidité des sols (Sawadogo et al., 2021). En parcourant la littérature, il s'observe que l'application du compost augmente légèrement le pH des sols dans la plupart des cas (Rupasinghe et Leelamanie, 2020 ; Benhachem, 2023). Une tendance à la baisse du carbone organique, en azote et en potassium a été observée au terme des expérimentations réalisées au cours deux saisons culturales comparativement aux teneurs initiales du sol. Ceci serait lié à deux phénomènes principaux notamment le lessivage ainsi que les exportations des

nutriments par les biais des récoltes de deux cultures qui se sont succédées au cours des expérimentations. Les observations similaires ont été rapportées par plusieurs auteurs (Lele, 2016 ; Muktamar et al., 2018 ; Kenne, 2025). En culture du maïs, les résultats des trois paramètres de croissance mesurés dans cette étude à savoir, la hauteur des plants, le diamètre au collet et le nombre de feuilles par plante ont montré que ces derniers ont été améliorés significativement par les différents niveaux de compost et le fertilisant chimique. L'amélioration des paramètres de croissance pourrait être attribuée à la libération des éléments nutritifs libérés par les composts. En effet, selon Aho et Kossou (1997), les éléments minéraux en général et en particulier l'azote déclenchent la végétation en accélérant la formation et la croissance des organes végétatifs des plants. Ces résultats sont similaires à ceux de Benjamin (2017), où les amendements organiques ont entraîné une bonne croissance de la courgette en Haïti. Au Bénin, Houeno (2019) a constaté que l'apport d'amendement organique à base de Bokashi et de compost à raison de 20t/ha a permis d'améliorer significativement la croissance des différentes cultures comparé au témoin. En R.D Congo, les résultats obtenus par Baboy et al. (2015) ont révélé que la plus grande taille des plantes du maïs a été obtenue en apportant au sol les ordures de décharge publique combinées à la paille et au fumier, par contre la plus faible taille a été enregistrée sur les plants du contrôle. Le rendement du maïs a été significativement (P<0,05) affecté par les traitements. La dose de compost de 30T/ha (DC5) présente un rendement en kg/ha deux fois plus grand que celui obtenu sur les parcelles témoins. En effet, la libération des éléments minéraux à l'occurrence l'azote, le phosphore, le potassium et les oligoéléments fait suite à la décomposition de la matière organique. Ces bioéléments jouent un rôle crucial dans la croissance des cultures se traduisant par des meilleurs rendements (Guei

et al., 2020). Des augmentations des rendements similaires sont rapportées dans la littérature. En effet, au Burkina Faso, avec les traitements à base de compost et de tiges + urée, une augmentation de rendement grain du sorgho de 385% et 367%, et du niébé de 110% et 108% a été observée par rapport au témoin en présence de la macrofaune du sol (Ouedraogo et al., 2014). Au Cameroun, Kenne et al. (2023) rapportent que le compost à base des ordures ménagères et de boues de vidange à un taux de 10 t.ha⁻¹ a présenté la production de maïs significativement élevée à celle du traitement témoin. En culture subséquente, tous les paramètres végétatifs de l'épinard ont été améliorés significativement (P<0,001) par les arrières-effets des doses des composts. Cela s'expliquerait par le fait que la décomposition des amendements organiques a augmenté l'offre en éléments nutritifs pour la culture subséquente tel que confirmé par Diallo et al. (2018). Des constatations similaires ont été faites par plusieurs auteurs (Emad et al., 2018; Diallo et al., 2018;). Il ressort de la présente étude que les effets résiduels des doses des composts ont induit des différences très hautement significatives (P<0,001) sur la production parcellaire et le rendement en t/ha de l'épinard. Dans une étude biennale au cours de laquelle, les amendements organiques ont été apportés en première année, les arrières-effets des amendements organiques étudiés en deuxième année, laissent entrevoir que le traitement à base du compost des déchets solides municipaux et celui à base du compost de déjections animales ont permis d'obtenir des rendements significativement élevés par rapport au témoin durant les deux

années (Emad et al., 2018). Nos résultats corroborent également ceux de Saidou et al. (2012) qui rapportent que le compost des résidus végétaux enrichi avec la fiente de volailles a eu un arrière-effet considérable sur la biomasse fraîche de la laitue comparativement aux autres engrais organiques et au témoin. En culture de maïs, la matrice de corrélation montre que le diamètre au collet présente une forte dépendance avec le nombre des feuilles (R = 1). Des corrélations modérées sont constatées entre le diamètre au collet, le nombre des feuilles et le rendement en t/ha (R= 0,47). La même allure est notée en culture d'épinard où la heatmap révèle un bloc très positif (r>0,89) entre hauteur de plants, diamètre au collet, nombre des feuilles par plant, nombre des ramifications et rendement final. L'utilisation des composts aurait entraîné l'augmentation de la chlorophylle dans les feuilles qui, par conséquent, auraient influencé positivement le développement d'autres organes grâce à une production intense de la sève élaborée. En effet, d'après Lakhdar et al. (2008) ; Mamo et al. (2000), le compost, au regard de sa composition minérale et organique déclenche la synthèse de la chlorophylle, des protéines LEA (Late Embryogenesis Abundant) et accroît l'activité de la RuBisCO (Ribulose 1,5-Bisphosphate Carboxylase Oxygénase) donc le rendement des cultures. Au cours de leur étude, Toundou (2016) a pu mettre en évidence que les plus fortes teneurs en chlorophylle ont été quantifiées dans les plantes cultivées sur le sol amendé avec le compost à base de déchets de restauration.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Cette étude a permis de mettre en exergue l'importance des composts produits à partir des déchets solides municipaux dans l'amélioration des sols volcaniques jeunes de la Province du Nord-Kivu. Le phosphore a largement augmenté dans les sols

supplémentés par les différents niveaux de composts fixés dans cette étude comparativement au sol non amendé. De même les paramètres comme le pH, les bases échangeables et la CEC ont été améliorés. En cultures du maïs et d'épinard, les rendements

augmentaient en fonction d'augmentation des doses. La dose de 30 t/ha par hectare a permis d'obtenir des rendements significativement très élevés pour les deux cultures testées dans cette étude. Des faibles doses des composts de

biodéchets ménagers facilement mobilisables par les agriculteurs peuvent être recommandées afin de maintenir la durabilité de la production agricole.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement l'Université de Goma pour l'appui financier à la présente étude dans le cadre du projet « Valorisation des déchets pour un environnement sain en RD Congo, *VaDech_RD Congo* » en sigle financé par l'Institut Francophone pour le Développement Durable (IFDD). A nos

anciens étudiants de master II du département de production végétale de la Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement de l'Université de Goma pour leur participation à la collecte des données lors de l'expérimentation, nous disons énormément merci.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agbede T.M., Adekiya A.O., Eifediyi E.K., 2017. Impact of poultry manure and NPK fertilizer on soil physical properties and growth and yield of carrot. *Journal of Horticultural Research* 25 (1): 81–88 DOI: 10.1515/johr-2017-0009.
- Aho N. et Kossou D., 1997. Précis d'agriculture tropicale : Bases et éléments d'applications. Ed Flamboyant, 461 p.
- Alissou A.E., 2011. Analyse des pratiques culturales maraichères dans les bas-fonds rizicoles d'Agbedranfo-Vovokanmey (Couffo) et de Houinga (Mono) au Sud Bénin, et effet d'azote sur la croissance et la production du Crincri (*Corchorus oleratus L.*), Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques/Université d'Abomey Calavi, 128p.
- Amani M.I., 2025. Efficacité des légumineuses de couverture (*Desmodium intortum* et *Mucuna pruriens*) dans la conservation d'un andosol sous culture de maïs au Nord-Kivu, Est-RDC. Thèse de doctorat, Faculté d'Agronomie et des Sciences agricoles, Université de Dshcang, 155p.
- Amani N., Nguo P., Yamoneka J., Balume I., 2023. Impacts des décharges incontrôlées sur la qualité du sol dans les quartiers péri-urbains de la ville de Goma (Est RD Congo) : cas du quartier Mugunga. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 17 (4) 1738-1749 DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i4.35>.
- Baboy L., Kidinda L., Tshipamba D., Tombo A., Tshijika M., 2015. Valorisation agricole des déchets comme alternative à leur gestion dans les villes d'Afrique subsaharienne : caractérisation des déchets urbains à Lubumbashi et évaluation de leurs effets sur la croissance des cultures vivrières. *Afrique SCIENCE* 11 (2) : 76 – 84.
- Benhachem I., 2023. Effets du compost urbain sur les paramètres physico-chimiques et sur la biodiversité d'un sol sableux du plateau de Mostaganem. Thèse de Doctorat, Université Abdelhamid Ibin Badis de Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département d'Agronomie, 91p.
- Benjamin J., 2019. Effet de trois types de composts et fertilisants chimiques sur la croissance et le rendement de la courgette (*Cucurbita Pepo L.*) dans des

- sols basaltiques et calcaires à la commune de Kenscoff, Haïti. Travail de fin d'étude, Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT), Université de Liège, 63p.
- Cahyono P., Loekito S., Wiharso D., Rahmat A., Nishimura N., Senge M., 2020. Effect of compost on soils properties and yield of pineapple (*Ananas comusus* L. MERR) on red acid soil, Lampung, Indonesia. *International Journal of GEOMATE* 19 (76): 33–39 DOI: <https://doi.org/10.21660/2020.76.87174>.
- Ciraane U.D., Mutua B.M, Abdelbaki C., Boumazza T., 2022. Performance indicators of water supply network of Goma Township in the Democratic Republic of Congo: a tripartite assessment. *Applied Water Science* 12 :158 <https://doi.org/10.1007/s13201-022-01676-6>.
- Diallo M., Baldé M., Diakité B., Goalbaye T., Diop A., Guissé A., 2018. Arrière-effet de différents apports de fertilisants sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate (*solanum lycopersicum* L.). *Revue Agrobiologia*, 8 (2) : 1078-1085.
- Du Y., Cui B., Qian-Zhang A., Wang Z., Sun J., Niu W., 2020. Effects of manure fertilizer on crop yield and soil properties in China: A meta-analysis. Elsevier, 39p <https://www.elsevier.com/open-access/userlicense/1.0/>.
- Ducasse D., 2023. Valorisation des biodéchets urbains par vermicompostage sur des sols de grandes cultures conduits en AB :une pratique agroécologique pour préserver la biodiversité des sols. Thèse de Doctorat, Ecologie, Environnement. AgroParisTech, ffNNT : 2023AGPT0005ff. fftel-04200234ff.
- Emad A.A., Traversa A., Coccozza C., Brunetti G., 2018. Effects of a two-year application of different residual biomasses on soil properties and potato yield. Elsevier, Article accepted, doi: 10.1002/cfen.201800261.
- Głąb T., Żabiński A., Sadowska U., Gondek K., Kopeć M., Mierzwa-Hersztek M., Tabor S., Stanek-Tarkowska J., 2020. Fertilization effects of compost produced from maize, sewage sludge and biochar on soil water retention and chemical properties. *Soil & Tillage Research* 197 : 1-10.
- Guei A.M., Zro F.G.B., Soro D., Kouassi P.K., 2020. Étude de l'effet de différentes doses de bouse fraîche de bovin sur la productivité d'un sol sableux utilisé en maraîchage à Daloa, Centre-ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE* 16 (1) : 92 – 105.
- Houenou A.C.E., 2019. Etude de l'efficacité des bokashis, du compost et de la solution debiopesticide promus par le centre Songhaï pour améliorer la production de la laitue et de l'amarante au Sud du Bénin. Travail de fin d'étude, Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT), Université de Liège, 103p.
- Kambale M.H., Mbusa W., Mubalama M.J., Kasika L.E., 2023. Incidence de la chenille légionnaire (*Spodoptera frugiperda*) et performances agronomiques de six cultivars de maïs cultivés à Butembo, Nord-Kivu. *Journal of Applied Biosciences* 184: 19245–19258. <https://doi.org/10.35759/JABs.183.2>.
- Kenne K.E.D., Wouatong A.S.L., Njopwouo D., Ekosse G.I., 2018. Physico-chemical Characterization of Clayey Materials Consumed by Geophagism in Locality of Sabga (North-western Cameroon): Health Implications. *International Journal of Applied Science and Technology* 8 (3) : 57-68 <http://doi:10.30845/ijast.v8n3p6>.

- Kenne R.E., 2025. Compostage des boues de vidange : technologies appropriées pour une ville moyenne d'Afrique centrale et valeurs agronomiques. Thèse de doctorat, Université de Dschang, Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, 173p.
- Kenne R.E., Noubep F.W., Azinwi T.P., Lekemo M.D., Tchunte, S.A., Nszana G.M., Tsafack N.H., Temgoua E., Bitom D., 2023. Agronomic Value of Composts Made from Fecal Sludge and Household Waste and Effect on Maize Production in Dschang (West Cameroon). *World Journal of Agricultural Research*, (11) 3: 72-82 <http://DOI:10.12691/wjar-11-3-2>.
- Lakhdar L., Hafsi C., Rabhi M., Debez A., Montemurro F., Abdelly C., Jedidi N., Ouerghi Z. (2008). Nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique. Thèse de Doctorat, université Paul Cézanne Aix-Marseille III, France, 170p
- Lele N.B., 2016. Potentiel d'amélioration de la fertilité des sols sableux et acides de Kinshasa (RDC) par l'usage du charbon des bois (biochar), de la biomasse végétale et des engrais minéraux. Thèse de doctorat, Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrés des forêts et territoires tropicaux (ÉRAIFT), Kinshasa-RD Congo, 243 p.
- Mamo M., Moncrief J. F., Rosen C. J., Halbach T. R., 2000. The Effect of Municipal Solid Waste Compost Application on Soil Water and Water Stress in Irrigated Corn. *Compost Sci. Util* 8 : 236-246.
- Muktamar Z., Adiprasetyo T., Yulia S., Sari, L., Fahrurrozi, F. Setyowati, N. (2018). Residual effect of vermicompost on sweet corn growth and selected chemical properties of soils from different organic farming practices. *International Journal of Agricultural Technology* 14 (7) : 1471-1482.
- Mulaji K.C., 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, Université de Liège-Gembloux Agro-Biotech, 220p.
- Ngongo M., Van-Ranst E.G., Baert G., Kasongo E., Verdoodt A., Mujinya B., Mukalay J., 2009. Guide des sols de la RDC, Tome I, UGent, HoGent, UNILU, 283 p.
- Nguo P., Azinwi T.P., Amani I., Fataki D.A., Bahinzi J.C.H., Kasereka P., Moundjeu E.D., Wouatong A.S.L., 2025. Agronomic value of composts based on household solid wastes and local organic additives in the City of Goma, DR Congo. *African Journal of Environmental Science and Technology* 19 (12) : 433-443 DOI: 10.5897/AJEST2025.3427.
- Olowokere F.A., 2020. Direct and residual effect of plantain peel-based compost on soil chemical properties, growth and yield of *Celosia argentea*. *Nigerian Journal of Horticultural Science* 25 : 99- 107.
- Ouedraogo J., Ouedraogo E., Nacro H.B., 2014. Effet de l'interaction entre des modes de gestion de fertilité et la macrofaune sur la production du niébé et du sorgho en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Bio. Chem. Sc* 8 (1) : 104-114.
- Pauwels J.M., Van Ranst E., Verloo M., Mvondo-Ze A., 1992. Manuel de laboratoire de pédologie. Méthodes d'analyses des sols et des plantes, Equipements, Gestion de stocks de Verrerie et des produits chimiques. Publication agricole 28, AGCD, Dschang-Bruxelles, pp. 3-208.

- Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD). (2009). Profil économique de la Province du Nord-Kivu, 225p
- Projet d'Appui au Secteur Agricole dans la Province du Nord-Kivu (PASA-NK). (2015). *Rapport de conception finale*. Division Afrique de l'Ouest et du Centre Département de la gestion des programmes. 186p
- Rupasinghe I.S.U. et Leelamanie D.A.L., 2020. Comparison of municipal and agriculture-based solid waste composts: short-term crop-yield response and soil properties in a tropical Ultisol. *Biologia* 75(6). <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00464-4>.
- Saidou A., Bachabi S. F. X., Padonou G. E., Biao O. D. B., Balogoun I., Kossou D., 2012. Effect of organic manure on the chemical properties of a ferrallitic soil and lettuce production in Southern Benin. *Rev. CAMES-Série A* 13 (2) : 281-285.
- Sawadogo H., Bock L., Lacroix D., Nabsanna P.Z., 2008. Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina Faso). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 12 (3) : 279-290.
- Sawadogo J., Coulibaly P.J.A, Traoré B., Bassole M.S.D., Kabore A., Legma J.B., 2021. Amélioration des propriétés physico-chimiques et microbiologiques des sols par des fertilisants biologiques sous cultures de la tomate en zone Soudano-sahélienne. *Afrique SCIENCE* 19 (4) : 189 – 202.
- Sikuzani Y.U., Mwamba G., Mwamba T., Ntumba B., Lwalaba J., Assani M., Kanyenga A., Baboy L., 2014. Amélioration de la qualité des sols acides de Lubumbashi (Katanga, RD Congo) par l'application de différents niveaux de compost de fumiers de poules. *Journal of Applied Biosciences* 77: 6523 – 6533.
- Tondou O., 2016. Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du maïs (*Zea mays* L. Var. Ikenne) et de la tomate (*Lycopersicum esculentum* L. Var. Tropimech) sous deux régimes hydriques au Togo, Thèse de Doctorat, Université de Lomé en cotutelle avec l'Université de Limoges France, Biologie végétale appliquée, 213p.
- Tshala J., Kitabala A., Misonga E., Kasongo L., Nyembo L., 2019. Effets des composts ménagers sur les propriétés du sol et sur la productivité des cultures légumières : cas de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Int. J. Biol. Chem. Sc.*, 13 (7): 3411-3428.
- Useni S.Y., Baboy L.L., Nyembo K.L., Mpundu M.M., 2012. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivées dans la région de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* 54 : 3935–3943.
- Valarini P.J., Curaqueo G., Seguel A., Manzano K., Rubio R., Cornejo P., Borie F., 2008. Effect of compost application on some properties of a volcanic soil from central South Chile. *Chilean Journal Of Agricultural Research* 69 (3) : 416-425.
- Yelemou B., Sanogo M.E, Bazongo P., Tyano A., Some, K., Sedego M., 2020. Effets du compost de biomasse foliaire des ligneux aux champs sur la production de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Rev. Ivoir. Sci. Technol.* 35 : 214- 230.
- Zohoungbogbo P.F.H., Montin A., Lègba C.E., Houdegbe C.A., Fassinou H.V.N., Achigan-Dako G.E., 2018. Fiche

synthétique pour la production du maïs jaune (*Zea mays* L.). Laboratory of Genetics, Horticulture and Seed Science (GBioS), Université d'Abomey-Calavi (UAC, Abomey-Calavi, ISBN 978-99919-78-48-2, Dépôt légal N°10668 du 06/09/18, Bibliothèque Nationale du Bénin, 3^e trimestre.