



Amélioration de la composition chimique des composts par le recyclage des résidus de sorgho (*Sorghum bicolor*), de sésame (*Sesamum indicum*) et des cosses de *Mucuna pruriens* au Tchad

RESUME

Objectif : cette étude a été conduite à la station de Bébédjia au Tchad, pour déterminer les meilleures sources des résidus des cultures dans la perspective de produire du compost de bonne qualité chimique.

Méthodologie et résultats : les compostages étudiés ont été réalisés en utilisant trois associations des résidus de cultures ainsi définies : C1. compostage de cosses de mucuna + résidus de panicules de sorgho + fumier ; C. compostage de cosses de mucuna + résidus de sésame + fumier et C3.compostage de cosses de mucuna+ résidus de panicules de sorgho + résidus de sésame + fumier. Le fumier a été utilisé comme ferment d'amorce dans les trois combinaisons de compostage répétées chacune trois fois dans des fosses séparées. Dans la fosse, les résidus des cultures sont mélangés au fumier puis arrosés. L'ensemble du contenu de chaque fosse est retourné et bien arrosé à intervalles de quinze jours, et ce, pendant les six premières semaines. Dans l'ensemble des fosses, la maturité des composts a été observée au bout de 90 jours de compostage. Le compost issu de chaque fosse est prélevé, puis analysé au laboratoire pour la détermination de ses qualités chimiques. Ces analyses ont révélé que le compost à base des cosses de *M. pruriens* et des résidus de sésames est particulièrement riche en phosphore, potassium et calcium ; celui à base des cosses de *M. pruriens* et des résidus des panicules de sorgho est riche en phosphore et magnésium. Ce qui suggère que tous les résidus de récolte utilisés constituent de bonnes sources de phosphore.

Conclusion et application des résultats : pour une fertilisation organique rationnelle, l'étude recommande de privilégier l'utilisation des cosses de *M. pruriens* mélangées aux résidus de sésame pour obtenir du compost riche en calcium (Ca), potassium (K) et phosphore (P).

Mots clés : résidus de cultures, compost, phosphore, potassium, magnésium, calcium.

Improvement of the chemical composition of composts by recycling residues of sorghum (*Sorghum bicolor*), sesame (*Sesamum indicum*) and *Mucuna pruriens* pods in Chad

ABSTRACT

Objective: This study was conducted at the Bébédjia station in Chad to determine the best sources of crop residues for producing compost of good chemical quality.

Methodology and results: The composting processes studied were carried out using three crop residue associations defined as follows: C1. Composting of mucuna pods + sorghum panicle residues + manure; C. composting of mucuna pods + sesame residues + manure; and C3. composting of mucuna pods + sorghum panicle residues + sesame residues + manure. Manure was used as a starter ferment in all three composting combinations, each repeated three times in separate pits. In the pit, the crop residues were mixed with the manure and then watered. The entire contents of each pit are turned and watered well at fortnightly intervals for the first six weeks. In all the pits, the maturity of the composts was observed after 90 days of composting. Compost from each pit was collected and analyzed in the laboratory for chemical qualities. These analyses revealed that the compost made from *M. pruriens* pods and sesame residues was particularly rich in phosphorus, potassium and calcium; that made from *M. pruriens* pods and sorghum panicle residues was rich in phosphorus and magnesium. This suggests that all crop residues used are good sources of phosphorus.

Conclusion and application of results: For a rational organic fertilization, the study recommends the use of *M. pruriens* pods mixed with sesame residues to obtain compost rich in calcium (Ca), potassium (K) and phosphorus (P).

Keywords: crop residues, compost, phosphorus, potassium, magnesium, calcium.

INTRODUCTION

Dans les exploitations agricoles au Tchad, les rendements des cultures sont relativement faibles en dépit des efforts des services techniques d'appui-conseil des producteurs. Les céréales comme le sorgho, le maïs et le riz, ne produisent qu'en moyenne respectivement 700 ; 770 ; 1125 kg ha⁻¹. Pour le niébé, l'arachide et le coton, des rendements respectifs de 540 ; 970 et 590 kg ha⁻¹ sont obtenus (DSA, 2015). Ces faibles rendements s'expliquent outre les déficits pluviométriques, par le manque ou les faibles quantités d'amendements organiques et/ou d'engrais minéraux appliqués aux cultures. Les résidus des cultures sont très peu transformés sous forme de fumier ou de compost pour être resitués aux parcelles où ils ont été exportés. Ils sont souvent abandonnés sur les parcelles et consommés par les animaux transhumants ou brûlés par les feux de brousse. Les céréales telles que le sorgho et le maïs ne reçoivent

qu'entre 35 et 75 kg ha⁻¹ d'engrais NPKSB (19-12-19-5S-1,2) et 42 kg ha⁻¹ d'urée (Naitormbaide *et al.*, 2010). Les doses de fumier appliquées respectivement au mil et au maïs sont de 140 et 400 kg ha⁻¹ (Naitormbaide, 2007). Ces mauvaises pratiques agricoles répandues dans la plupart des exploitations agricoles ont entraîné l'appauvrissement des terres, le plus souvent sous culture contenue. En effet, les teneurs en matière organique (MO) des sols dans les savanes tchadiennes se situent entre 0,33 et 0,81 %. Ces sols étant pauvres en MO, les engrais minéraux appliqués aux cultures sont mal valorisés (Naitormbaide *et al.*, 2010). Bado (2002) rapporte que la pratique d'agriculture minière à faibles intrants et sans aucun recyclage des résidus de récolte, entraîne à la longue, une exportation des éléments nutritifs et un appauvrissement continu des sols. Les travaux de Koulibaly *et al.*, (2017) ont aussi montré

l'importance que joue la gestion des résidus des cultures dans l'amélioration de la qualité des sols. Le défi majeur qui se pose aux exploitants tchadiens est l'augmentation de la teneur en MO des sols afin de rendre leur productivité plus stable et durable. Pour ce faire, il est souvent conseillé aux producteurs de transformer les résidus des cultures en compost et d'épandre sur les parcelles, une dose moyenne de 5 t ha⁻¹ tous les 2 ans. Toutefois, cette recommandation ne se

préoccupe ni de la qualité des substrats végétaux utilisés dans la fabrication du compost, ni de sa valeur fertilisante qui conditionne son efficacité. La présente étude vise à déterminer le type de substrat végétal approprié pour produire du compost de bonne qualité chimique à partir de divers résidus cultureux. Elle envisage de faire des recommandations pour mieux valoriser les résidus de résidus de récolte par les producteurs.

MATERIEL ET METHODES

L'étude du compostage de différents matériaux a été conduite en 2017 sur la Station de Recherche Agronomique de Bébédjia située entre 16° 30' et 16° 35' de longitude Est et entre 8° 38' et 8° 44' de latitude Nord. La pluviosité moyenne enregistrée sur cette Station durant ces quinze dernières années est de 1190 mm avec des températures qui varient entre 16,5 et 39, 5° C. La technique de

compostage aérobie en fosse a été adoptée dans cette expérimentation. Trois types de substrats végétaux ont été utilisés en plus du fumier servant de ferment d'amorce. Les substrats compostés étaient constitués par les cosses de *M. pruriens*, les résidus de sésame (*S. indicum*) et ceux des panicules de sorgho (*S. bicolor*) (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques chimiques des substrats utilisés pour le compostage

Types de résidus	N	P	K	Ca	Mg
	mg/kg de matière sèche				
Fumier des bovins	24300	6600	31500	14400	2700
Résidus de <i>S. indicum</i>	19400	4600	15500	9800	1400
Résidus des panicules de <i>S. bicolor</i>	22900	2200	7500	3300	2100
Cosses de <i>M. pruriens</i>	17200	1000	17800	8000	2100

Les matériaux à composter, ont été mis en fosse en deux couches successives selon les traitements ci-dessous définis.

C1 = 36,8 kg cosses de mucuna + 20 kg résidus de panicules sorgho + 30 kg de fumier soit 86,8 kg

C2 = 36,8 kg cosses de mucuna + 9,2 kg résidus de sésame + 30 kg de fumier soit 76 kg

C3 = 38,8 kg cosses de mucuna + 20 kg résidus de panicules sorgho + 9,2 kg résidus de sésame + 30 kg de fumier soit 96 kg

Chaque fosse d'une capacité 1,5 m³ (longueur 1,50 m, largeur 1m et profondeur 1 m) a été construite en ciment, avec un fond étanche pour éviter les pertes des éléments solubles par lixiviation pendant les arrosages. Au total, neuf fosses ont été creusées et chacune d'elle, affectée à un traitement répété trois fois. Au cours du remplissage, le contenu de chaque fosse a été suffisamment arrosé. Il a été

retourné une fois tous les 15 jours afin d'assurer une bonne aération et de permettre une fermentation aérobie des matériaux. Pour réduire les pertes des éléments minéraux par l'évaporation, chaque fosse, après remplissage, a été couverte d'une bâche.

Paramètres mesurés et analyses chimiques des composts : L'azote total (N) Kjeldahl a été déterminé par minéralisation de l'échantillon

de masse égale à 5 g par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur (sélénium) à 400°C pendant 2 heures. Une alcalinisation des produits de la réaction s'effectue ensuite par une solution de NaOH de concentration 400 g/l, une distillation et un titrage de l'ammoniac libéré se fait en dernière étape à l'aide d'une solution d'acide sulfurique de concentration égale à 0,05 M. Les analyses des minéraux (P, K, Mg et Ca) ont été effectuées par une attaque acide des cendres. Les échantillons sont analysés ensuite par l'absorption atomique avec un appareil de type HITACHI modèle Z-6100. L'analyse par cet appareil consiste à pulvériser l'échantillon minéralisé dans une flamme à haute température (air acétylène : 2400°C, N₂O-acétylène 2900°C) ; où se produit l'atomisation de l'élément à doser. Cette population d'atomes est ensuite traversée par une radiation de lumière monochromatique d'intensité I₀ dont une partie sera absorbée. La

lumière résiduelle d'intensité I est détectée par des photomultiplicateurs puis analysée. La différence I₀-I qui correspond à la lumière absorbée, varie linéairement avec la concentration de l'élément à doser selon la loi de Beer- Lambert :

$A = \text{Log } I_0/I = a.b.c$ (A: absorbance exprimée en densité optique; I₀ : intensité du rayon réfléchi ;

I : intensité du rayon réfléchi ; a : coefficient d'absorption atomique ; b : longueur de l'atomiseur ; c : concentration de l'élément à doser).

Traitements statistiques : Les données résultant des analyses chimiques ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel GENSTAT 9.1. Lorsque les différences sont significatives, la séparation des moyennes a été effectuée par le test de Fisher au seuil de probabilité de 5%.

RESULTATS

Variations des teneurs en azote (N), phosphore (P) et potassium (K) des composts : Après le remplissage des fosses par différents mélanges de résidus de culture et de fumier, 90 jours ont été nécessaires pour la maturation des composts C1, C2 et C3. La teneur en N du compost C1 fabriqué à partir de cosses de mucuna et des résidus de panicules

de sorgho s'est révélée statistiquement supérieure à celle du compost C2 à base des cosses de mucuna et des résidus de sésame (Tableau 2). La teneur en N du compost C2 est statistiquement supérieure à celle du compost C3 fabriqué à base des cosses de mucuna, des résidus de sésame et des panicules de sorgho.

Tableau 2 : Teneurs en N, P et K des composts

Composts	N	P	K
	mg/kg de matière sèche		
C1.Cosses mucuna + résidus panicules sorgho + fumier	19900 a	5400 a	11600 b
C2 .Cosses mucuna + résidus sésame + fumier	17100 b	5500 a	14100 a
C3. Cosses mucuna + résidus sésame + résidus panicules sorgho + fumier	10500 c	4100 a	8700 c
Pr > F	0,000	0,114	0,000
Signification	s	ns	s
CV%	27	19	21

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne diffèrent pas significativement selon le test de Fisher au seuil de 5% ; s = significatif ; ns = non significatif.

Quelle que soit la combinaison des matériaux de départ, les teneurs en phosphore des composts C1, C2 et C3 sont élevées et statistiquement homogènes entre elles. S'agissant du potassium, le compost C2 a une teneur plus élevée que celle du compost C1, elle-même supérieure à la teneur en K du compost C3 qui est la plus faible.

Teneurs en Calcium (Ca) et Magnésium (Mg) des composts : Les analyses de variance ont révélé que la teneur en Ca du compost C2 est plus élevée que celle du compost C1, elle-même supérieure à la teneur en cet élément du compost C3 (Tableau 3). La teneur en Mg du compost C1 est significativement supérieure à celles des composts C2 et C3 qui sont statistiquement homogènes entre elles.

Tableau 3 : Teneurs en Ca et Mg des composts

Composts	Ca	Mg
	mg/kg de matière sèche	
C1. (Cosses mucuna + résidus panicules sorgho + fumier)	5700 b	5400 a
C2 (Cosses mucuna + résidus sésame + fumier)	6700 a	3600 b
C3 (Cosses mucuna + résidus sésame + résidus panicules sorgho + fumier)	4400 c	3100 b
Pr > F	0,000	0,005
Signification	S	s
CV%	18	28

Les valeurs suivies de la même lettre dans chaque colonne ne diffèrent pas significativement selon le test de Fisher au seuil de 5%, s = significatif

DISCUSSION

Variation des teneurs en azote (N), phosphore (P) et potassium (K) en fonction des types de compost : Les teneurs en N, P et K permettent d'évaluer la qualité agronomique des composts obtenus. Selon les matériaux de départ utilisés pour le compostage, les composts obtenus ont eu des teneurs en N comprises entre 1050 et 1990 mg/kg de matière sèche qui sont faibles à très faibles dans l'ensemble. Les faibles teneurs en N dans les composts C1, C2 et C3 seraient liées à la qualité des différents résidus culturaux utilisés probablement pauvre en cet élément. Ce qui suggère d'explorer d'autre option telle que l'ajout d'une quantité raisonnable de l'urée comme adjuvant dans la fabrication de ces composts pour les enrichir en cet élément. Bationo et al. (1998) ont montré que l'azote est un facteur limitant en production agricole. Les différentes combinaisons des substrats organiques utilisées permettent d'obtenir des composts de teneurs en P qui varient entre

4100 et 5500 mg/kg. Les composts ainsi obtenus sont riches en P. Les composts à base des déchets ménagers avec l'ajout de phosphates naturels obtenus par Compaoré et al., (2010) et Koledzi (2011) ont aussi des teneurs en phosphore totale comprises entre 1030 et 5285 mg/kg de matière sèche. Ces auteurs ont aussi montré que ce type de compostage permet de multiplier par 3 à 5 les teneurs en phosphore total pour atteindre des teneurs maximales de 4571 mg/kg et 9700 mg/kg de matière sèche dans les composts produits au Togo et au Burkina-Faso. Ce résultat suggère que tous les types de substrats utilisés sont de bonnes sources de P, donc très indispensables pour la fabrication d'un compost riche P. Les composts obtenus étant riches en P, leur apport comme fumure de fond au sol contribuera aussi bien à la satisfaction des besoins des plantes cultivées en cet élément ainsi qu'à la stimulation de l'activité biologique des sols. Selon Gnankamary et al.,

(2007), le phosphore est un facteur limitant dans la plupart des sols aussi bien pour la production que l'activité biologique de ces sols. L'application des amendements comme le compost C3 fabriqué à partir du mélange des cosses de mucuna, des résidus des panicules de sorgho et des résidus de sésame qui est accessible aux exploitations agricoles à revenus souvent faibles est gage d'une production durable et stable. S'agissant du potassium, les composts C1, C2 et C3 sont très riches en cet élément car les teneurs varient entre 8700 et 11600 mg/kg. Cependant, le meilleur compost contenant plus de potassium est C2 obtenu à base des cosses mucuna, des résidus sésame et ayant comme adjuvant le fumier. En effet, les teneurs en potassium recommandées par la FAO et AFNOR sont comprises entre 400 et 1000 mg/kg de matière sèche. **Variation des teneurs en calcium (Ca) et magnésium (Mg) en fonction des types de compost :** Le compost C2 a une teneur en Ca plus élevée (5400 mg/kg) que celle de C1 (3600 mg/kg), lui-même avec une teneur en cet élément plus élevée que celle de C3 (3100 mg/kg). La teneur en Ca du compost C2 est acceptable, alors que celles des composts C1 et C3 sont faibles. Les résidus de sésame étant

plus riche en Ca que les résidus des panicules du sorgho, son adjonction avec les résidus de sésame dans le compostage pourrait expliquer la plus forte teneur en ce fertilisant dans le compost C2. Soudi (2001), Compaoré et Nanéma (2010) ayant travaillé sur compostage des résidus urbains ont aussi montré que les teneurs en éléments minéraux des composts sont liées à la nature des résidus utilisés dans le compostage. Quels que soient les matériaux de départ utilisés et de leurs proportions dans la fabrication d'un compost donné, celui-ci est toujours riche en Mg car les teneurs varient entre 3100 et 5400 mg/kg. Cependant, la teneur en Mg est particulièrement élevée (5400 mg/kg) lorsque les résidus des panicules de sorgho sont associés aux cosses de *M. pruriens* dans le compostage. Comparativement à d'autres substrats utilisés, les résidus des panicules de sorgho permettent de produire un compost riche en Mg. Les résidus de sorgho étant riches en Mg, ils ont probablement contribué à l'exportation du Mg du sol où cette céréale a été cultivée. Ce résultat suggère que dans les conditions de sa culture, le sorgho a été produit, il est indispensable de faire des apports minéraux riches en Mg au sol afin d'éviter la dégradation du sol en cet élément.

CONCLUSION

L'étude a visé la détermination d'un substrat végétal, qui, seul ou associé à d'autres substrats permet d'obtenir un compost de meilleure qualité. Les résultats montrent qu'avec les substrats utilisés, on peut produire des composts riches en certains éléments minéraux en trois mois. En effet, les composts obtenus à base des cosses de *M. pruriens* et des résidus de sésame sont particulièrement riches en P, K et Ca. Ils constituent donc des amendements de fond intéressants, mais n'excluant pas la complémentarité par une fumure minérale destinée à satisfaire les fortes demandes instantanées des plantes, mais aussi

pour le maintien ou l'amélioration des propriétés physiques chimiques et biologiques des sols. Les résultats ainsi rapportés sont basés uniquement sur les analyses chimiques des composts. Cependant, la satisfaction des besoins des plantes dépendra de la vitesse de libération des éléments contenus dans le compost dès son incorporation au sol. Aussi, les composts obtenus doivent-ils être testés au champ pour l'évaluation de leurs efficacités agronomiques sur les cultures dans une perspective d'amélioration durable de la productivité agricole.

BIBLIOGRAPHIE

- Bado V. 2002. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse PhD, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université de Laval, Quebec/Canada, 184 p.
- Bationo A., Lompo F., et Koala S., 1998, Research on nutrient flows and balances in West Africa: state-of-the-art. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 71, 19-35.
- Koulibaly B., Déhou D., Ouola T., Korodjouma O. and Lompo F., 2017. Long-term Effects of Crops Residues Management on Soil Chemical Properties and Yields in Cotton - Maize - Sorghum Rotation System in Burkina Faso. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 10(2): 1-11, 2017.
- Compaoré E., Nanéma L.S., 2010. Compostage et qualité du compost de résidus urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, *Tropicultura*, 2010, 28, 4, 232-237.
- Compaoré E., Nanema L.S., Bonkougou S., Sedogo M.P., 2010. Evaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. *J. Appl. Biosci.*, 33: 2076-2083.
- Division de la Statistique Agricole. 2015. Données statistiques sur les productions agricoles du Tchad, N'Djaména/Tchad, 2 P.
- Gnankambary Z., Bayala J., Malmer A., Nyberg G., et Hien V., 2007, and nutrient release from mixed plant litters of contrasting quality in an agroforestry parkland in the south-Sudanese zone of West Africa, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 82, 1-13.
- Koledzi K. E., 2011. Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo): Approche méthodologique pour une production durable de compost. Mémoire de Thèse de Doctorat, 224p.
- Naitormbaide M., Lompo F., Gnankambary Z., Ouandaogo N. et Sedogo P. M., 2010. Les pratiques culturelles traditionnelles appauvrissent les sols en zone des savanes du Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(4): 871-881, August 2010.
- Naitormbaide M., 2007. Effets des pratiques paysannes actuelles de gestion de la fertilité sur les caractéristiques physico-chimiques et la productivité des sols de savanes du Tchad: cas de Nguétté I et Gang. Mémoire de DEA, Sciences du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 106 p.
- Outendé T., 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 (*Lycopersicon esculentum* L. Var. Tropimech) sous deux régimes hydriques au Togo. *Sciences de la Terre*. Université de Limoges; Université de Lomé (Togo).
- Soudi B., 2001. Compostage des résidus ménagers et valorisation du compost : cas des petites et moyennes communes au Maroc, ed Actes, 104 p.