

Caractérisation biochimique et potentiel de fertilisation de composts innovants produits par les petits producteurs de la Vallée du Fleuve Sénégal

Abdoulaye FAYE¹, Saïdou Nourou SALL^{2*}, Cheikh Tidiane FAYE²

¹Fédération Nationale pour l’Agriculture Biologique, section nord, et Global Key System Zone Nord, BP 09 Ross-Béthio, Sénégal

²Université Gaston Berger, Laboratoire des Sciences Biologiques, Agronomiques, Alimentaires et de Modélisation des Systèmes Complexes (LABAAM), BP 234, Saint-Louis, Sénégal

* Corresponding author : email : saidou-nourou.sall@ugb.edu.sn; Tel : +221 77 562 07 02

Submission 17th November 2022. Published online at <https://www.m.elewa.org/Journals/> on 28th February 2023.
<https://doi.org/10.35759/JABs.182.1>

RÉSUMÉ

Objectif : Cette étude avait pour objectif de déterminer la valeur agronomique des composts innovants fabriqués par les producteurs de la Vallée du Fleuve Sénégal, à partir des plantes envahissantes des parcelles de culture et des canaux d’irrigation (*Azolla sp.*, ou azollas, *Typha australis* ou massette et *Ceratophylle demersum* ou herbe à corne). *Méthodologie et Résultats :* Les caractéristiques chimiques et biochimiques des composts ont été déterminées. Les potentiels d’humification ont été analysés. Les effets des composts sur les paramètres de croissance du maïs (*Zea mays*) ont été également déterminés. Les résultats ont montré que les rapports C/N étaient compris entre 11,4 et 16,7. Les taux des fractions solubles étaient supérieurs à 50 % et les potentiels d’humus stables Tr supérieurs à 30 %.

Conclusions et implications : L’analyse met en exergue deux classes de composts. La première classe contient les composts qui ont une valeur fertilisante, riches en nutriments minéraux, N, P, Ca, disponibles pour la plante et le plus significatif était le compost à base d’*Azolla sp.* Ses effets sur la croissance des plantes sont équivalents au témoin utilisant l’engrais minéral. La deuxième classe contient les composts qui ont une valeur d’amendement, riches en lignine, pour améliorer la qualité du sol, et le plus significatif était le compost à base de *Ceratophylle Demersum*.

Mots clés : compost, caractérisation, fertilisant, amendement, Vallée du Fleuve Sénégal.

Biochemical characterization and fertilization potential of innovative composts produced by small farmers in the Senegal River Valley

ABSTRACT

Objectives: The objective of this study was to determine the agronomic value of innovative composts made by farmers in the Senegal River Valley from invasive plants in crop plots and irrigation canals (*Azolla sp.* or mosquito fern, *Typha australis* or bulrush, and *Ceratophyllum demersum* or coontail).

Methodology and results: The chemical and biochemical characteristics of the composts were determined. Humification potentials were analyzed. The effects of the composts on the growth parameters of corn (*Zea mays*) were also determined. The results showed that the C/N ratios were between 11.4 and 16.7. The soluble fractions were above 50 % and the stable humus potentials were above 30 %.

Conclusions and application of findings: The study highlights two classes of composts. The first class contains composts that have a fertilizing value, rich in mineral nutrients, N, P, Ca, available to the plant and the most significant was the *Azolla sp.*-based compost. Its effects on plant growth are equivalent to the control using mineral fertilizer. The second class contains the composts that have an amending value, rich in lignin, to improve the soil quality, and the most significant was the compost based on *Ceratophyllum demersum*.

Key words: compost, characterization, fertilizer, amendment, Senegal River Valley.

INTRODUCTION

La baisse de la fertilité des sols dans la Vallée du Fleuve Sénégal est une conséquence normale de la quasi-monoculture intensive et de l'absence de restitutions organiques dans les sols (Boivin *et al.*, 1998). L'utilisation irrationnelle des engrains minéraux et des pesticides a entraîné la dégradation de la qualité des sols, la perte de la biodiversité du sol et les problèmes croissants de santé publique. Comme dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest, l'adoption des pratiques de recyclage des matières organiques telles que le compostage, est fortement préconisée (FAO, 2005). Le compostage constitue une méthode appropriée, très utilisée pour valoriser les résidus organiques en matières fertilisantes pour les sols (Houot, 2009). Il reste une solution très appréciée de nos jours par les petits producteurs pour transformer en ressources les déchets organiques de leur exploitation agricole en compost. L'utilisation à grande échelle du compost dans les exploitations agricoles permettra l'amélioration de la fertilité et de la qualité du

sol, provoquant ainsi une augmentation de la productivité agricole, une meilleure biodiversité du sol, une réduction des risques écologiques et un environnement plus favorable. Le compost est une source importante de matière organique qui joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité, et donc pour une production agricole durable. Elle a un rôle crucial dans le fonctionnement physique, chimique et biologique du sol (Feller *et al.*, 1995) et sa dynamique dans les sols constitue un des déterminants essentiels pour les éléments nutritifs (N, P, K, Ca) des plantes. Le compost, en fonction de son aptitude à entretenir le stock de matière organique du sol ou à fournir rapidement des nutriments pour la plante, peut avoir différents intérêts. Il est ainsi utilisé comme fertilisant ou comme amendement (Houot, 2009 ; Francou *et al.*, 2008). Il existe une grande variabilité des résultats publiés sur la dynamique des composts dans le sol, due en partie à la méconnaissance de la nature chimique des composts, incluant les formes du carbone et de

l'azote. La nature des résidus compostés, les procédés et la durée de compostage influencent sur les caractéristiques biochimiques de composés organiques présents et la stabilité du compost (Francou, 2003). La caractérisation biochimique des fractions extraites par la méthode de Van Soest (1991) et l'estimation du potentiel d'humus stable (Sierra et Simphor, 2011) du compost ont montré des variations en composés carbonés et azotés facilement dégradables (sucres, protéines, lipides) et difficilement dégradables (polysaccaridiques, lignine) dans les différentes fractions au cours du compostage (Houot et al., 2002 ; Peltre, 2010). Pourtant, les producteurs initient des innovations dans les procédés de compostage avec des déchets de matériel organique qui leur sont accessibles. Leurs innovations pour la plupart sont issues de constat sur le terrain et des connaissances endogènes dans différentes situations pour faire face à la dégradation des sols et aux besoins de fertilisation. Pour eux, l'utilisation des résidus des plantes envahissantes que sont *Azolla sp.*, *Typha australis* et *Ceratophyllum demersum* est une excellente alternative pour améliorer la lutte contre ces plantes envahissantes de leurs

parcelles de culture et des canaux d'irrigation et qui causent des baisses de rendement, le développement de maladies comme la bilharziose et le paludisme (Cogels, 1997 ; Gross et al., 2003). Cependant, les connaissances scientifiques relatives à la qualité des mélanges effectués avec ces résidus organiques, la stabilité des composts élaborés par ces petits exploitants, restent très souvent méconnues et nécessitent une investigation scientifique avant leur utilisation agricole. La connaissance de la valeur fertilisante des composts constitue une demande majeure de la part des agriculteurs (Francou et Houot, 2000). C'est dans cet objectif que la recherche universitaire s'associe avec les exploitants des communes de la Vallée du Fleuve Sénégal pour déterminer la valeur agronomique des composts qu'ils ont produits afin de valider les processus innovants de compostage adaptés utilisés par ces petits exploitants. Cet article met l'accent sur les caractéristiques biochimiques des mélanges de matières organiques, leur stabilité et le potentiel de fertilisation des composts élaborés par ces producteurs.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les composts ont été élaborés à Ross-Béthio ($16^{\circ}16'49''$ N et $16^{\circ}08'19''$) par les exploitants de la FENAB (Fédération Nationale pour l'Agriculture Biologique) en collaboration avec le groupement *Global Key System*, entre les mois de Mai et Aout 2019. Ils résultent d'un processus de compostage en andains (en tas) couverts par des bâches trouées. Les mélanges de matières organiques utilisées et les durées de compostage sont variables (tableau 1). Selon les mélanges utilisés par les producteurs, les composts obtenus sont à base de Balle de Riz (BR) ; Bouse de Vache (BV) ; *Azolla* à 80 % (AZ80) ; résidus de *Ceratophyllum demersum*

à 80 % (CD80) ; résidus de *Typha australis* à 70 % (TA) ; *Azolla sp.* à 70 % (AZ70) ; *Azolla sp.* à 50 % (AZ50). Pour tous les processus, quel que soit la durée, un seul retournement a été effectué et les apports d'eau ont été effectués de manière variable selon la décision de l'exploitant sur l'aspect du tas. La durée du compostage, la maturité et la fin du compostage ont été décidées par décision de l'exploitant agricole à partir de ses connaissances endogènes (couleur, odorat, texture). À la fin de chaque compostage, des échantillons de compost ont été prélevés, bien séchés à l'air, à l'abri du soleil et gardés jusqu'à analyses.

Tableau 1 : Les mélanges utilisés pour l'élaboration des composts par les exploitants.

Compost	Matière organique principale	Matière organique secondaire	Durée de compostage	Activateur/Stimulant	Additifs
BR	Balle de riz carbonisée broyée 50%	Bouse de vache 25% Résidus de <i>Typha australis</i> broyé 25 % (v/v)	37 Jrs	Mélasse 2 litres par m ³	Déchets de poissons
BV	Bouse de vache séchée 60%	Résidus de <i>Ceratophylle Demersum</i> 40%	33 Jrs	Levure boulangère en grain 100g	Corne torréfiée broyée
AZ80	<i>Azolla</i> sp. 80%	Marc de café 20%	29 Jrs	Mélasse 2 litres par m ³	Os carbonisé broyé 250g
CD80	<i>Cératophylle Démersum</i> 80%	Marc de café + balle de riz carbonisée 20 %	45 Jrs	Levure boulangère en grain 100g	Cendre de bois
TA	<i>Typha</i> sec broyé + 70%	Bouse de vache séchée 30%	49 Jrs	Rien	Sang desséché
AZ70	<i>Azolla</i> 70%	Bouse de vache 30 %	28 Jrs	Mélasse 2 litres par m ³	Rien
AZ50	<i>Azolla</i> 50%	<i>Ceratophylle demersum</i> 50 %	32 Jrs	Mélasse 500 g diluée dans 5 litres d'eau	Rien

Les noms sont donnés au compost selon la principale matière première :

BR : Balle de Riz ; BV : Bouse de Vache ; AZ80 : Azolla à 80 % ; CD80 : résidus de *Ceratophylle demersum* à 80 % ; TA : résidus de *Typha australis* à 70 % ; AZ70 : *Azolla* sp. à 70 % ; AZ50 : *Azolla* sp. à 50 %

Les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des composts : Toutes les analyses physico-chimiques classiques et biochimiques, excepté la détermination de la teneur en polyphénols et en composés humiques, ont été réalisées au Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires de l'ISRA (LNERV/ISRA). Les phénols et les composés humiques ont été effectués au laboratoire des sciences biologiques, agronomiques, alimentaires et de modélisation des systèmes complexes (LABAAM) de l'UGB. Le fractionnement biochimique a été effectué sur les composts par la méthode de Van Soest (1991) repris par AFNOR XP U44-162 (AFNOR, 2009). Le fractionnement est réalisé de façon consécutive en utilisant différents réactifs (respectivement détergent neutre, détergent acide et l'acide sulfurique 72%) pour déterminer les pourcentages en *Neutral Detergent Fibre*

(NDF), en *Acid Detergent Fibre* (ADF) et en *Acid Detergent Lignin* (ADL). Cette analyse permet de déterminer les teneurs en matières minérales et organiques. Les proportions en fraction soluble, hémicellulose, cellulose et lignine en ont été ainsi déduites et exprimées en pourcentage de la quantité de matière organique (MO) de chaque produit. La quantité potentielle d'humus stable a été estimée par la méthode de Robin (1997), reprise par la norme AFNOR XPU44-162 (AFNOR, 2009). La relation entre le C restant dans le sol après épandage (Tr) et les fractions organiques et minérales des composts, est donnée par l'équation :

$$Tr = (0.3221 * SOL) - (0.7155 * HEM) + (0.6717 * CEL) + (1.8919 * LIG) + (0.0271 * MMIN)$$

Tr est exprimé en % du C de la matière sèche du compost ; SOL, HEM, CEL, LIG et MMIN sont exprimés en % de la matière sèche. Ainsi,

par exemple, un Tr égal à 30 implique que 30v% du C du compost sera stabilisé (humifié) après épandage, et 70 % restant perdu comme CO₂ par la respiration des microorganismes du sol (Robin, 1997). Les proportions des acides fulviques et humiques ont été également déterminées par le test E4/E6 (Schnitzer, 1982). Brièvement, 0,4 g de chaque compost ont été dissous dans 10 ml de solution de bicarbonate de sodium pendant 30 mn, puis filtrés. L'absorption lumineuse de la solution a été mesurée par un spectromètre (Spectronic 200, France) à des fréquences de 465 et 665 nm, et le rapport des résultats des densités optiques a été établit et comparé à celui d'une solution de bicarbonate sans compost. Un rapport E4/E6 inférieur à 5 indique la présence d'acide humique, donc une décomposition avancée alors qu'un rapport supérieur à 5 indique la présence d'acide fulvique, donc une décomposition moins avancée (Schnitzer, 1982). Plus le rapport est faible, plus le compost est mûr, plus les particules d'humus sont complexes. A l'inverse, plus le rapport est élevé, moins le compost est mûr. Les polyphénols totaux ont été extraits par la méthode décrite par Li *et al.*, (2006). Brièvement, 5 g de matière broyée ont été macérés dans 50 ml d'éthanol à 80 % pendant

24 h à une température de 35 °C. Après filtration du mélange, une deuxième extraction est réalisée sur les résidus pour extraire le maximum de polyphénols. Le dosage des phénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin-Ciocalteu rapportée par Boizot et Charpentier (2006). Pour ce faire, 100 µl de l'extrait ont été mélangé à 500µl du réactif de Folin (dilué 10 fois) et 400 µl de Na₂CO₃ (75 g.L⁻¹). Le mélange a été ensuite incubé pendant 5 mn à 35 °C et l'absorbance mesurée à 750 nm au spectrophotomètre (Spectronic 200, France). La concentration en polyphénols totaux de chaque extrait a été déterminée par référence à une courbe d'étalonnage réalisée en utilisant l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en mg Eq AG/g MS.

Test de croissance du maïs :

L'expérimentation a été réalisée dans la ferme agricole de l'Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis, située sur 16°13'Nord, 16°18' Ouest. Cette expérimentation avait pour objectif d'évaluer sur la durée d'un cycle cultural les effets des composts sur les paramètres agro-morphologiques du maïs. Le sol est de type sableux et les caractéristiques physico-chimiques de l'horizon superficiel cultivé sont indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques de l'horizon de surface (0-20 cm) du sol utilisé (Sall *et al.*, 2020).

Analyse granulométrique (%)	
Argile	3,3 ± 0,4
Limon	3 ± 0,6
Sable	93,5 ± 0,3
Carbone – Azote - Phosphore	
N org (g/kg)	0,16 ± 0,04
C org (g/kg)	1,83 ± 0,3
P total (mg/kg)	34,9 ± 9
P assimilable (mg/kg)	4,88 ± 0,7
Bases échangeables (%)	
Ca	1,1 ± 0,1
Mg	0,6 ± 0,1
Na	0,1 ± 0,1
K	0,2 ± 0,01
Capacité d'Échange Cationique CEC méq%	1,4 ± 0,1

Le maïs (*Zea mays*) a été utilisé comme plante test pour évaluer l'effet des différents composts sur la croissance et le rendement en biomasse. La variété hybride F1 VN10 utilisée a été recueillie à la ferme agricole. C'est une variété avec trois épis et dont le cycle végétatif est inférieur à 60 jours. Un dispositif expérimental en randomisation totale comprenant 8 traitements et trois répétitions a été mis en place dans l'ombrière de la ferme agricole de l'UGB. La fertilisation a été le seul facteur étudié. Le dispositif comprenait le témoin positif avec apport d'engrais minéral (Teng), les 7 composts. Le test a été ainsi réalisé dans des seaux de 10 L remplis aux 2/3 avec environ 15 kg de sol humidifié et troués à la base pour éviter l'asphyxie. Les composts ont été apportés une semaine avant semis, à raison de 10 t/ha (correspondant à 380 g par seau) et mélangés à une profondeur de 10 cm. Le témoin positif (avec engrais minéral, Teng), engrais de type 9-23-30 a été apporté pour une

dose équivalente de 200 kg/ha comme fumure de fond et l'urée (100 kg/ha) comme fumure d'entretien à la phase végétative (stade 5 feuilles) soit 20 jours après l'émergence des plantules. L'irrigation s'effectuait tous les deux jours à une quantité de 400 – 500 ml/plant. Les paramètres de croissance du maïs (hauteur, diamètre au collet et nombre de feuilles) ont été suivis durant 2 mois.

Analyses statistiques : Les données issues de l'expérimentation ont été soumises à une analyse de la variance (ANOVA) avec le logiciel R version 4.0.2 (2020-06-22) afin de déterminer les différences significatives entre les traitements avec un degré de probabilité $P < 0,05$. Un test d'homogénéité de la variance a été effectué au préalable pour vérifier la distribution normale des données. Une Analyse en Composantes Principales avec le même logiciel, a été aussi effectuée avec les données des chimiques et biochimiques.

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Caractérisation biochimique et classement des composts : Tous les composts présentent des rapports C/N compris entre 11,4 et 16,7. Ces valeurs sont en phase avec celles de la littérature globalement comprises entre 8 et 25 (Sanchez-Monedero et al., 2002 ; Francou, 2003 ; Benito et al., 2009 ; Bernal et al., 2009 ; Biekre, 2018 ; Soulama et al., 2020). Ces composts présentent des fractions solubles supérieures à 50 % et des potentiels d'humus stable Tr supérieurs à 30 % (tableau 3). Sur la base de la typologie proposée par Robin (1997), tous ces composts pourraient avoir un comportement de fertilisant organique. Le compost CD80 présente la fraction SOLU significativement la plus élevée (65,33 % MS), alors que TA présente la fraction SOLU la plus faible (50,11 % MS). Les fractions HEMI et CELL sont très faibles pour tous les composts. La fraction LIGN est significativement plus élevée dans le compost AZ50 (13,43 % MS) et BV (12,88 % MS). Ces deux composts ont les

Tr les plus élevés (respectivement 43,26 et 44,19 en % C de MS). Ils correspondent aux composts les plus humifiés. Dans la détermination de Tr, la LIGN possède le coefficient le plus élevé et est le composant le plus important en termes d'humification du compost (Duby et Robin, 2000). Ce résultat est conforté par les ratios AH/AF les plus faibles, respectivement de 6,81 et 5,87 (tableau 3) et indique une plus forte teneur en acide humique qu'en acide fulvique dans ces composts. Le compost BV (60 % de Bouse de vache séchée + 40 % de *Ceratophyllum demersum*) aurait pu être le compost le plus humifié comparé à AZ50 (50 % de Azolla + 50 % *Ceratophyllum demersum*). Mais, l'ajout de levure boulangère dans le compost BV a favorisé la dégradation de la lignine. Ce résultat suggère que les composts préparés avec ajout de 50 % de résidus de *Ceratophyllum demersum* présentent les stabilités les plus élevées.

Tableau 3 : Caractéristiques biochimiques des composts

	C	N	Mmin	SOLU	HEMI	CELL	LIGN	Tr	Phénols	AH/AF	C/N
			% de MS						% de MS	g AG/kg MS	
BR	20,13	1,55	29,9 ± 1,01	59,20 ± 0,86	1,40 ± 0,59	2,64 ± 1,14	6,83 ± 0,39	33,59	0,75	7,44	12,99
BV	20,90	1,59	26,6 ± 4,3	57,91 ± 3,74	0,94 ± 0,24	1,67 ± 0,10	12,88 ± 0,96	44,19	2,33	5,87	13,15
AZ80	20,03	1,76	34,9 ± 0,2	51,56 ± 1,16	1,37 ± 1,81	3,39 ± 1,09	8,77 ± 0,28	35,45	4,14	7,86	11,38
CD80	19,38	1,16	22,9 ± 1,7	65,33 ± 1,42	0,92 ± 1,03	1,23 ± 0,83	9,56 ± 0,46	39,92	1,32	7,54	16,71
TA	18,97	1,52	39,3 ± 0,3	50,11 ± 0,22	0,34 ± 0,37	1,97 ± 0,60	8,27 ± 0,27	33,93	4,48	7,83	12,48
AZ70	23,23	1,41	30,0 ± 0,0	59,80 ± 0,02	0,58 ± 0,01	0,91 ± 0,21	8,72 ± 0,22	37,76	1,2	7,93	16,48
AZ50	20,27	1,67	33,5 ± 0,28	51,44 ± 0,18	0,52 ± 0,42	1,12 ± 0,32	13,43 ± 0,64	43,26	4,6	6,81	12,14

BR : Balle de Riz ; BV : Bouse de Vache ; AZ80 ; Azolla à 80 % ; CD80 : résidus de *Ceratophylle demersum* à 80 % ; TA : résidus de *Typha australis* à 70 % ; AZ70 : *Azolla sp.* à 70 % ; AZ50 ; *Azolla sp.* à 50 %

Le même constat est fait également avec le compost à base de 80 % de résidus de *Ceratophylle demersum* (CD80) qui présente la teneur la plus élevée en fraction SOLU. Cependant, ce compost a été élaboré sur une durée plus longue (45 jours) et contient de la levure boulangère et des additifs (cendre de bois) qui entraînent une minéralisation des composés récalcitrants sur un temps plus long du processus. La dégradation biologique des composés complexes tels que les lignines est réalisée exclusivement par les champignons (Duchaufour, 1997 ; Tuomela *et al.*, 2000). Elle peut conduire à des composés organiques intermédiaires qui contribuent à la fraction soluble (Kögel-Knaber, 2002). Il peut s'agir donc de transferts des composés des compartiments organiques plus complexes vers le compartiment soluble au cours de la dégradation pour les composts BV et CD80. Par ailleurs, les teneurs en éléments traces métalliques (cuivre et zinc) sont faibles dans tous les composts (tableau 3) et sont utilisables, selon les normes standards, dans les sols agricoles (AFNOR, 2002). Le compost BR présente le taux de phénols le plus bas

(0,75 g⁻¹ AG. Kg⁻¹ MS) alors que TA et AZ50 présentent les taux les plus élevés (respectivement 4,48 et 4,60 g⁻¹ AG. Kg⁻¹ MS) (tableau 3). L'analyse en composante principale montre que 72,93 % de l'inertie totale (analyses chimiques et biochimiques confondues) est extraite avec les deux premières dimensions de l'ACP qui expliquent respectivement 44,83 % et 26,32 % de la variance (figure 1). Ce qui est proche de l'analyse de Duby et Robin (2000). La dimension 1 est fortement et négativement corrélée avec les variables P ($r = -0,90$), K ($r = -0,71$), Ca ($r = -0,82$), Mmin ($r = -0,84$) et CELL ($r = -0,77$). En revanche, elle est fortement et positivement corrélée aux variables Cu ($r = 0,87$), Fe ($r = 0,93$) et SOLU ($r = 0,75$) et C/N ($r = 0,73$). La dimension 2 est fortement et négativement corrélée avec la variable LIGN ($r = -0,83$) et positivement corrélée avec les variables Na ($r = 0,71$), Zn ($r = 0,80$) et Ratio AH/AF ($r = 0,74$) (figure 1). L'ACP des individus sépare les composts les plus stables [BV, AZ50 et TA] et les moins stables [BR, AZ70, AZ80 et CD80]. Une séparation principalement associée aux

composés solubles et aux composés récalcitrants, lignine et phénol. Ainsi, le groupe [BV, AZ50 et TA] contient les composts les plus riches en lignine et phénol, alors que le groupe [BR, AZ70, AZ80 et CD80] contient les composts très peu humifiés avec des teneurs élevées en fraction soluble

(tableau 3). Par ailleurs, les deux grands groupes composés des composts [BR, AZ80 et TA] et des composts [AZ70, CD80, BV et AZ50] sont discriminés significativement par CELL, P, K, Ca pour le 1^{er} groupe et Tr, Fe et Cu pour le 2^{ème} groupe (figure 1).

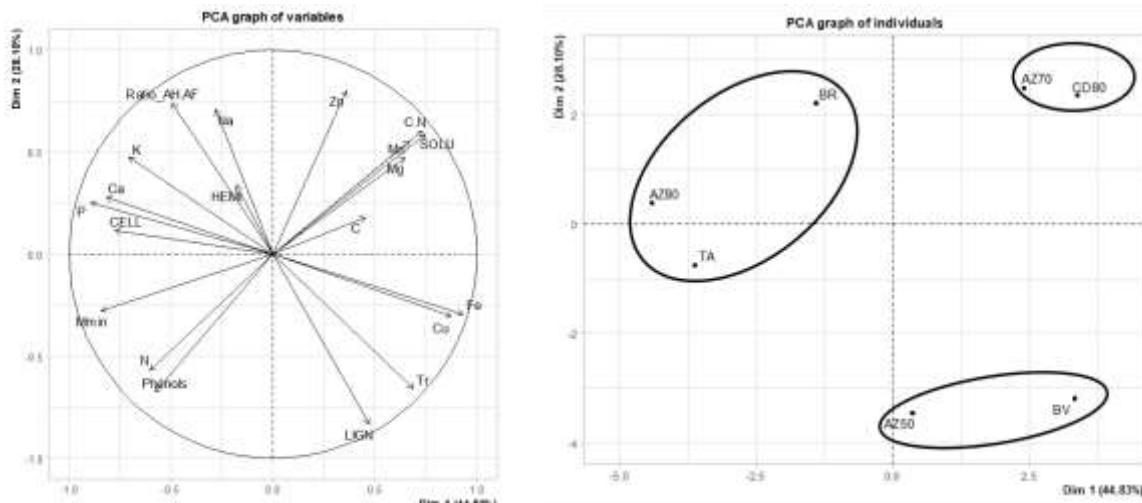


Figure 1 : Analyse en Composante Principale des caractéristiques chimiques et biochimiques des composts. Avec : BR : Balle de Riz ; BV : Bouse de Vache ; AZ80 : Azolla à 80 % ; CD80 : résidus de *Ceratophyllum demersum* à 80 % ; TA : résidus de *Typha australis* à 70 % ; AZ70 : *Azolla sp.* à 70 % ; AZ50 : *Azolla sp.* à 50 %

Les teneurs en N, P et K jouent un rôle important dans l'évaluation de la qualité agronomique des fertilisants, particulièrement dans les sols tropicaux du Sénégal, et en général de l'Afrique de l'ouest, où les sols sont pauvres en N et P (Sanginga *et al.*, 2009 ; Chianu *et al.*, 2012). Les teneurs nettement plus élevées en nutriments minéraux K, P et Ca des composts du 1^{ère} groupe [BR, AZ80 et TA] proviendraient de l'utilisation de la bouse de vache et des os, des poissons, de la mélasse (riche en sucre et en éléments minéraux) et du sang séché. Ces résidus organiques et additifs sont connus pour leur valeur ajoutée significative dans les composts (Lombo, 1993 ; Ruggieri *et al.*, 2008 ; Lopez-Mosquera *et al.*, 2011). Les teneurs en éléments minéraux des composts dépendent largement de la nature des substrats utilisés dans le compostage (Soudi, 2001 ; Compaoré et Nanéma, 2010).

Cela fait de ces composts des fertilisants organiques particulièrement intéressants pour les producteurs pour satisfaire les fortes demandes des plantes en ces éléments durant le cycle végétatif. En revanche, les composts [BV et AZ50] présentent des Tr > 40 % qui est la valeur minimale pour qu'un compost soit considéré comme un amendement organique (Robin, 1997) et seraient particulièrement intéressants pour améliorer également la qualité des sols.

Effet sur les paramètres de croissance du maïs : Le Diamètre au collet (DC) et le nombre de feuille (NF) ne présentent pas de différences significatives entre les traitements (figure 2). Cependant, pour la hauteur des plants, le traitement avec l'engrais minéral induit une hauteur significativement plus élevée comparée au compost, excepté le traitement AZ80.

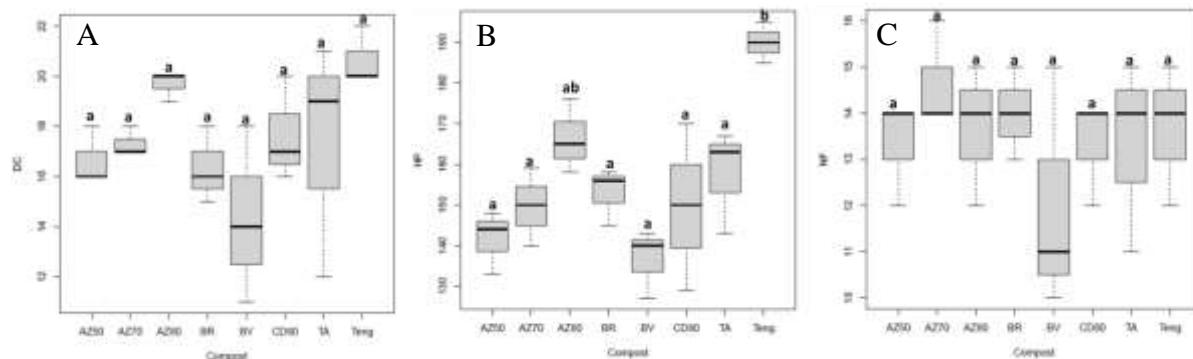


Figure 2 : Les paramètres de croissance du maïs mesurés. A : Diamètre au Collet (DC) ; B : Hauteur des Plants (HP) ; C : Nombre de Feuille (NF) ; BR : Balle de Riz ; BV : Bouse de Vache ; AZ80 : Azolla à 80 % ; CD80 : résidus de *Ceratophyllum demersum* à 80 % ; TA : résidus de *Typha australis* à 70 % ; AZ70 : Azolla sp. à 70 % ; AZ50 : Azolla sp. à 50 %

Cela s'explique par le fait que les composts [BR, AZ80 et TA] ont des teneurs en K, P, et Mmin les plus élevées à disponibilité des plantes. Leurs effets sur la croissance de la plante se rapprochent de Teng, particulièrement AZ80 pour la HP. Par contre BV, AZ50 ont les potentiels d'humus stable et les lignines les plus élevés, et induisent les paramètres de croissance les plus faibles. Ils agissent sur la stabilité physique, biologique et chimique des sols en tant qu'amendement (Francou, 2003 ; Douma, 2013 ; Houot *et al.*, 2014). Ainsi, ils agissement d'abord sur le sol

et fournissent progressivement des nutriments pour la plante et donc avec moins de lixiviation. Les résultats suggèrent que le *Ceratophyllum demersum* est une matière première intéressante pour la fabrication de compost avec une bonne valeur d'amendement organique. Une révision par les producteurs des mélanges de matière organique initiale permettrait également de mieux améliorer la qualité des composts. L'importance des effets de la nature des substrats initiaux et de leurs proportions a été soulignée par d'autres auteurs (Francou, et al. 2008, Kaboré *et al.*, 2009).

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Dans la Vallée du Fleuve Sénegal, il est nécessaire de mener une recherche-action entre les producteurs et les chercheurs. Cette étude avait pour objectif de déterminer la valeur agronomique des composts innovants fabriqués par les producteurs à partir des plantes envahissantes des parcelles de culture et des canaux d'irrigation. Pour une prise de décision par les producteurs face à des situations de carences en nutriments, ces composts sont favorables, en particulier le compost à base d'Azolla sp., AZ80 pour une fertilisation organique et une disponibilité

immédiate de nutriments pour la plante. D'un autre côté, le meilleur comportement en tant qu'amendement pour améliorer la qualité du sol est donné par le compost BV à base de bouse de vache et de résidus de *Ceratophyllum demersum*. Toutefois, la réflexion avec les producteurs devra se poursuivre pour élaborer également des composts ayant surtout des valeurs d'amendement pour améliorer les propriétés physiques, chimique et biologiques des sols, compte tenu de la forte dégradation des sols dans cette zone.

CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs n'ont pas de conflit d'intérêt lié à cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Monsieur Faye A. a conduit avec les producteurs le processus de compostage à Ross Béthio et a participé à la conception de l'étude ; Monsieur Faye C.T. a mené les expérimentations en tant qu'étudiant pour son mémoire de fin d'études en Agronomie et a

contribué à la rédaction scientifique de l'article. Monsieur Sall SN a participé à la conception de l'étude, supervisé l'expérimentation et les analyses et a conduit la rédaction scientifique.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient tous les acteurs de la plateforme INNOVACSA qui regroupe les producteurs et les chercheurs et conseillers agricoles, ainsi que les membres du comité de pilotage du projet ACSA-UGB. Les travaux ont été financés par la fondation OSIWA

(Open Society Initiative for West Africa) à travers le projet ACSA (Sécurité Alimentaire et Adaptation au Changement Climatique dans les Systèmes Agricoles des petits Producteurs du Delta du Fleuve) (Ref. G03701).

RÉFÉRENCES

- AFNOR, 2002. Norme NFU 44 095. Amendements organiques - Composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux. 22p.
- AFNOR 2009. Norme expérimentale XP U44-162 ; Amendements organiques et supports de culture ; fractionnement biochimique et estimation de la stabilité biologique ; méthode de caractérisation de la matière organique par solubilisations successives'. Afnor, La Plaine Saint Denis, 15p.
- Benito M., Masaguer A., Moliner A., Hontoria C., Almorox J., 2009. Dynamics of pruning waste and spent horse litter co-composting as determined by chemical parameters. Bioresource Technology 100, 497-500.
- Bernal MP, Alburquerque JA, Moral R. 2009. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. Bioresource Technology, 100: 5444-5453. DOI : 10.1016/j.biortech.2008.11.027.
- Biekre AHT, Tie BT, Dogbo DO. 2018. Caractéristiques physico-chimiques des composts à base de sous-produits de ferme de Songon en Côte d'Ivoire.
- International Journal of Biological and Chemical Sciences, 12(1) : 596-609. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.45>
- Boivin P., Favre F., Maeght J-L. 1998. Les sols de la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Caractéristiques et évolution sous irrigation. Gestion des Sols, 5 (4), p. 235-245.
- Boizot, N., Charpentier, J.P. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cah. Tech. INRA. 79-82.
- Chianu J, Chianu J., Mairura F. 2012. Mineral fertilizers in the farming systems of sub-Saharan Africa. A review. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 32 (2), pp.545-566. ff10.1007/s13593-011-0050-0ff. fffhal-00930525f.
- Cogels C.X. 1977. Suivi et gestion de l'hydrologie et de la qualité des eaux du lac de Guiers, Sénégal, 277 – 286p.
- 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.

- Douma N. T., 2013. Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chef, Algérie. Thèse Pour l'obtention du grade de Docteur De L'université De Limoges En Cotutelle Avec L'université De Blida. 244p.
- Duby C. et Robin S. 2000. Analyse en Composantes Principales. INRA Paris-Grignon.
- Duchaufour P. 1997. Abrégé de pédologie. Sol, Végétation, Environnement. (eds Masson),
- FAO 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Rome. 48p
- Feller C. 1995. La matière organique du sol : un indicateur de la fertilité. Application aux zones sahélienne et soudanienne. Agriculture et Développement, 8 : 35-41.
- Francou C. 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage des déchets urbains : Influence de la nature des déchet et du procédé de compostage-Recherche Indicateurs pertinents. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique Paris-Grignon, 288p.
- Francou, C. and S. Houot. 2000. Utilisation des composts d'origine urbaine en agriculture. Enquête auprès des chambres d'agriculture., 67p.
- Francou, C., Linères, M., Derenne, S., Le Villio-Poitrenaud, M., Houot, S., 2008. Influence of green waste, biowaste and paper-cardboard initial ratios on organic matter transformations during composting. Bioresour. Technol. 99, 8926-8934.
- Gross M.E., Erhard D., Ivanyi E. 2003. Allelopathic activity of *Ceratophyllum demersum* L. and *Najas marina* sp *intermedia* (Wolfgang) Casper, Limnological Institute, University of Konstanz 583-589p.
- Houot S., Cambrier P., Deschamps M., Benoit P., Bodineau G., Nicolardot B. et al., 2009. Compostage et valorisation pour l'agriculture des déchets urbains. Innovation agronomiques, 70p.
- Houot, S., D. Clergeot, J. Michelin, C. Francou, S. Bourgeois, G. Caria, H. Ciesielski. 2002. Agronomic value and environmental impacts of urban composts used in agriculture. In Microbiology of Composting. H.Insam, N.Riddech, S.Klammer ed. (Springer-Verlag Berlin Heidelberg), 457-472
- Houot, S., Pons, M.N., Pradel, M., Caillaud, M.A., Savini, I., Tibi, A. (2014). Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. Expertise scientifique collective, INRA-CNRS-Irstea
- Kaboré W-T.T., Houot S., Hien E., Zombré P., Hien V., Masse D. 2009. Effect of the raw materials and mixing ratio of composted wastes on the dynamic of organic matter stabilization and nitrogen availability in composts of sub-Saharan Africa. Bioresource Technology 101, 1002-1013
- Kögel-Knaber, I. 2002. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. Soil Biol.Biochem., 34:139-162.
- Li, B.B., Smith B., Hossain Md. M. 2006. Extraction of phenolics from citrus peels. I. Solvent extraction method. Separation and Purification Technology. 48, 182-188.
- Linères, M. and J. L. Djakovitch. 1993. Caractérisation de la stabilité biologique des apports organiques par analyse biochimique. Matières organiques et agriculture. Actes des

- 4 mes journées du GEMAS et du 5ème forum du COMIFER. Blois, France. Ed. Decroux et Ignazi, 159-168.
- Lompo F., 1993. Contribution à la valorisation des phosphates naturels du Burkina Faso : Etude des effets de l'interaction phosphate naturels-matières organiques. Thèse présentée à la Faculté des Sciences Techniques de l'Université Nationale de Côte d'Ivoire pour obtenir le grade de docteur ingénieur. 248p.
- Lopez-Mosquera ME, Fernandez-Lemaa E, Villaresa R, Corralb R, Alonso B, Blancob C. 2011. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. Procedia Environmental Sciences, 9: 113 - 117.
- Peltre, C., Dignac, M.F., Derenne, S., Houot, S., 2010. Change of the chemical composition and biodegradability of the Van Soest soluble fraction during composting: A study using a novel extraction method. Waste Manage. 30, 2448–2460.
- Robin, D. 1997. Intérêt de la caractérisation biochimique pour l'évaluation de la proportion de matière organique stable après décomposition dans le sol et la classification des produits organominéraux. Agronomie, 17:157-171.
- Ruggieri L, Gea T, Artola A, Sanchez A, Group GCR. 2008. Influence of different co-substrates biochemical composition on raw sludge cocomposting. Biodegradation, 19: 403- 415. DOI : <http://dx.doi.org/10.1007/s10532-007-9146-2>
- Sanchez-Monedero M.A., Roig A., Paredes C., Bernal M.P., 2001. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. Bioresource Technology 78, 301-308.
- Sanganga N, Woomer P.L., Bationo A., Chianu J., Giller KE., Idupulapati R., Lesueur D., Merckx R., Mokwunye U., Ohiokpehai O., Place F., Pypers P., Ramadjita T., Sanganga P.C., Savala C., N., Shepherd K., Smaling E., Vanlauwe B., Wambui D. (2009). Integrated soil fertility management in Africa : principles, practices and developmental process. Nairobi : CIAT [Kenya], 267 p. ISBN 978-92-9059-261-7
- Schnitzer, M. 1982. Organic matter characterization. pages 581-595 in Page, A.L., R.H. Miller et D.R. Keeney (éditeurs). 1982. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2e édition. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. 1159 pages.
- Sierra J., Simphor A. 2011. Caractérisation biochimique et estimation du potentiel humique des composts de Sita Verde (Guadeloupe). Rapport d'expertise, INRA, Petit-Bourg. 19p
- Soudi B., 2001. Compostage des résidus ménagers et valorisation du compost : cas des petites et moyennes communes au Maroc, ed Actes, 104 p.
- Soulama S., Kaboré W.B. Bambara D., Bembamba M., Hien E. (2020). Évaluation de la qualité de composts à base de biomasses feuillées de deux espèces agroforestières à Cassou, Centre-Ouest, Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(9): 3297-3307, 2020
- Tuomela, M., M. Vikman, A. Hatakka, and M. It vaara. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. Bioressource Technology, 72:169-183
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber

neutral detergent and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Dairy Sci.* 74, 3583-3597.