



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Valorisation par compostage des déchets solides fermentescibles collectés à l'École Supérieure Polytechnique de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar: Etude de l'effet phytotoxique sur des plants de maïs et d'arachide

Modou DIENG^{1*}, Anna Sow DIEDHIOU² et Falilou Mbacké SAMBE²

¹Ecole Supérieure Polytechnique, Laboratoire d'Analyses et Essais, Université Cheikh Anta Diop, BP 5085 Fann-Dakar, Sénégal.

²Ecole Supérieure Polytechnique Laboratoire d'Electrochimie et des Procédés Membranaires, Université Cheikh Anta Diop, BP 5085 Fann-Dakar, Sénégal.

*Auteur correspondant, E-mail : modouabsadieng@gmail.com

RESUME

Au Sénégal, la gestion des déchets occupe une place centrale dans la politique environnementale de l'Etat. L'objectif de cette étude est de valoriser les déchets fermentescibles par compostage comme alternative à l'enfouissement des déchets. Le compostage a été réalisé en andain de 1,5 m de côté soit une surface de 2,25 m². Au 45^{ème} jour de compostage, le pallier de température observé caractérise la maturation et la stabilité du compost. La maturité du compost a été évaluée par le rapport C/N combiné aux paramètres physico-chimiques tels que le pourcentage de la matière organique totale, le pH et les tests de phytotoxicité. Les pH relevés sont voisins de la neutralité, variant entre 7,3 et 8,5 avec une valeur de 7,6 au démarrage. L'étude de l'évolution de la température au cours du processus de compostage montre que la température de départ varie considérablement jusqu'à 77 °C. Après tamisage, on a obtenu une masse de compost mûr de 145,2 kg soit un ratio 56,2% entre la masse de compost mûr et la masse de matière organique initiale. Le rapport C/N a connu une baisse passant de 24% à 16%. L'utilisation du compost mûr a permis d'améliorer la germination du maïs et de l'arachide, en sol sablonneux. Les Coliformes fécaux ainsi que *Pseudomonas aeruginosa* et les bactéries Anaérobies Sulfito-Réductrices sont présents en quantité modérée dans le compost mûr. Ce travail a permis de valoriser les déchets organiques à l'École Supérieure Polytechnique par la production de compost utilisé pour améliorer le rendement de certains plants et entretenir les espaces verts.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Mots clés : Compostage, déchets fermentescibles, boues d'épuration, phytotoxicité.

Compost recovery of fermentable solid waste collected at the Ecole Supérieure Polytechnique of the Cheikh Anta Diop University of Dakar: Study of the phytotoxic effect on maize and peanut plants

ABSTRACT

In Senegal, waste management occupies a central place in the State's environmental policy. The objective of this study is to valorize the fermentable waste by composting as an alternative to landfilling waste. The composting was carried out in a swath. After 45 days of composting, the level of temperature observed characterizes the maturation and stability of the compost. The maturity of the compost was evaluated by the C / N ratio combined with the physicochemical parameters such as the percentage of the total organic matter, the

pH and the phytotoxicity tests. The pH values are close to neutrality, varying between 7.3 and 8.5 with a value of 7.6 at startup. The study of the evolution of the temperature during the composting process shows that the starting temperature varies considerably up to 77 °C. After sieving, a mass of mature compost of 145.2 kg was obtained. The ratio of the mass of mature compost to the initial mass of organic matter is 56.2%. The C / N ratio dropped from 24% to 16%. Mature compost has improved germination of corn and peanut. Faecal Coliforms and *Pseudomonas aeruginosa* and Sulfite-Reducing Anaerobes are present in moderate amounts in mature compost. This work has made it possible to promote organic waste at the Polytechnic School by producing compost used to improve the yield of certain plants and to maintain green spaces.

© 2019 International Formulae Group. All rights reserved

Keywords: Composting, fermentable waste, sewage sludge, phytotoxicity.

INTRODUCTION

Au Sénégal, la gestion des déchets a toujours été une préoccupation majeure de l'Etat. Vue la quantité de déchets produits et leur nature complexe, leurs traitements constituent un important centre d'intérêt. La mise en décharge et l'incinération sont les méthodes de traitement les plus répandues sans véritable contrôle sur les impacts engendrés. Selon Mina et al. (2013), la quantité de déchets ménagers produite constitue une menace sérieuse pour l'environnement dans la mesure où les conditions de collecte de ces déchets sont précaires. L'urbanisation et le développement économique ont généralement pour corollaire l'accroissement des besoins alimentaires et l'augmentation de la production des déchets dans les pays en développement et dont la gestion demeure un problème (Tshala et al., 2017). Dans un tel contexte, la valorisation des déchets dans les pays en développement par compostage contribue fort bien au développement durable. De nombreuses études ont montré le rôle bénéfique du compost sur les qualités physiques et chimiques des sols amendés. Il est maintenant bien établi, que pour maintenir la fertilité des sols de nos agroécosystèmes, il faut y retourner sous forme de compost ou de fumier les résidus de récoltes (Dabre et al., 2017). Gomgnimbou et al. (2017) ont montré que l'application de la fumure minérale combinée au compost permet d'améliorer les performances de production du niébé mais les effets significatifs ne seront perceptibles qu'à moyen et long terme. L'effet des apports de fumures organominérales sur le relèvement des taux de carbone et d'azote du sol est avéré (Ouandoago et al., 2016). Les pratiques non

chimiques d'amélioration de la fertilité du sol constituent un challenge de sortie par rapport aux méthodes classiques de fertilisation des sols par les engrais chimiques (Mukendi et al., 2017) De même, l'incorporation de compost au sol s'avère efficace pour lutter contre la dégradation de la surface du sol (Bresson et al., 2001). Selon Emmerling et al. (2000), le compost semble avoir des effets stimulateurs de l'activité microbienne du sol moins intenses que les déchets organiques non compostés soit à cause de la qualité du compost utilisé, soit du fait de la réduction de leur concentration en substances métaboliques. Ainsi, le compostage constitue une alternative de gestion de déchets, lesquels peuvent être valorisés en agriculture urbaine et périurbaine surtout dans un contexte où l'accès aux engrais synthétiques n'est pas à la portée de tous les maraichers (Tshala et al., 2017). Toutefois, pour une meilleure valorisation, une analyse microbienne serait nécessaire afin de prévenir des maladies. Le compostage à partir d'un mélange contenant des boues de station d'épuration est un procédé qui permet de détruire les agents pathogènes, notamment par le biais de l'élévation de température. Ros et al. (2006) ont montré que *Ascaris lombricoïdes*, un parasite de l'homme et des animaux, qui se développe dans les intestins et se transmet par les excréments humains infectés contenant des œufs, est détruit pendant le processus de compostage.

Cependant, il est à noter qu'il subsiste un risque de croissance de nouveaux pathogènes si les sources d'énergie sont disponibles. Sidhu et al. (2001) ont montré que le compost présente des risques de croissance potentielle des micro-organismes

pathogènes et que la détermination de la maturité n'est pas un facteur suffisant de garantie de l'absence de risque sanitaire. La qualité du compost est fonction du degré de stabilisation de la matière organique (Zurbrugg, 2003). La maturité d'un compost est le plus souvent associée à la germination et à la croissance des plantes incluant la phytotoxicité, l'immobilisation de l'azote et la balance des nutriments (Brinton, 2001). La maturité est souvent évaluée par le rapport C/N. Il a été établi par différents auteurs qu'un rapport C/N voisin de 10-15 correspond à un compost mature. Actuellement, il est nécessaire de combiner ce rapport avec d'autres paramètres physico-chimiques tels que le pourcentage de la matière organique totale, le pH et les tests de phyto-toxicité.

Le rapport C/N est le paramètre le plus communément mesuré pour évaluer la maturité d'un compost. Il peut être déterminé en phase solide comme en phase liquide lors d'une mise en contact avec de l'eau. Un rapport C/N inférieur à 12 en phase solide est considéré comme un indicateur de maturité pour le compost. Ce rapport, fréquemment retrouvé, est rapproché au rapport C/N, proche de 10, des sols humiques. Dans ces conditions, les microorganismes se développent et induisent une minéralisation accélérée de la matière organique en présence dont la quantité de CO₂ produite est fonction de la population microbienne, leur diversité, les enzymes métaboliques secrétées et la composition des amendements appliqués (Dabre et al., 2017).

Dans le but d'évaluer l'impact du compost sur la germination du produit végétal, il a été procédé à des essais. Le test de germination est un moyen d'évaluation de la toxicité liée à l'incorporation des composts immatures dans le sol de se rendre compte de la maturité d'un compost (Chennaoui, 2016). Les expérimentations ont été réalisées sur un sol sablonneux et sur deux plantes de culture courante en région sahélienne, le maïs et l'arachide.

MATERIEL ET METHODES

L'andain a été construit sur un site adéquat proche du département Génie

Chimique et Biologie Appliquée (GCBA) de l'Ecole Supérieure Polytechnique de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Les intrants sont essentiellement constitués de l'herbe qui avait poussé lors de la saison hivernale, de la boue issue de la Station d'Épuration de l'Office Nationale de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) de Cambérène et de l'eau. Le matériel ci-après a été ainsi utilisé pour la construction de l'andain : des briques pour la délimitation, une pelle, des arrosoirs de 11 litres de capacité, une fourche, une bassine, une balance, un thermomètre, un tamis de 12 mm de maillage.

Méthode de construction de l'andain

L'andain est un carré de 1,5 m de côté soit une surface de 2,25 m². Après triage et affinement, on pèse 10 bassines de matières organiques (masse d'une bassine tournant autour de 3 à 4 kg), que l'on verse sur l'andain soit une hauteur de 20 cm puis on ajoute 2,5 arrosoirs (environ 27,5 litres d'eau) constituant ainsi la première couche. Le même procédé est répété pour la deuxième couche. Entre deux couches, 8 kg de boue séchée issue de la Station d'Épuration de Cambérène à Dakar sont incorporés. De la troisième à la sixième couches, pour 10 bassines de matières organiques, on ajoute 5 arrosoirs d'eau. A partir de la septième couche on ajoute dix arrosoirs de même que pour la huitième. Après construction, l'andain présente une hauteur de 160 cm environ. Puis l'andain est couvert pour éviter un excès d'évaporation. La température est vérifiée et relevée chaque jour, de même que l'humidité. Des retournements hebdomadaires sont effectués afin de chasser les gaz piégés à l'intérieur et d'aérer pour oxygéner le milieu. La boue est utilisée comme adjuvant pour déclencher et accélérer le processus.

Matériel et méthodes utilisés pour les analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques suivis sur le compost fini sont les suivants : le pH, la teneur en matière organique totale, le carbone, l'azote, le phosphore et le potassium.

Pour la réalisation des analyses, le matériel suivant a été utilisé : un pH-mètre, une balance de précision 0,0001 g, une étuve Memmert, un distillateur, un chromatographe ionique DIONEX ICS-1100.

Méthodes d'analyses microbiologiques

Dénombrement des microorganismes aérobies à 30 °C (NF EN ISO 4833-1)

Un millilitre de la suspension mère ou de ses dilutions décimales retenues a été porté en double dans les boîtes de Pétri stériles (90 mm de diamètre). Dans chaque boîte, 17 ml de gélose PCA (Plate count agar) préalablement fondue et ramenée à 47 °C (plus ou moins 1 °C) ont été coulés. L'inoculum et le milieu de culture ont été mélangés puis laissés solidifier. L'ensemble de ces opérations n'a pas duré plus de quinze minutes. Les pipettes stériles utilisées ont été changées pour chaque dilution. L'homogénéisation des dilutions se fait à l'aide d'un agitateur pour tubes à essai (vortex). Les boîtes sont ensuite incubées à l'étuve à 30 °C (plus ou moins 1 °C) dans une position retournée pendant soixante-douze heures. Pour le dénombrement, les boîtes contenant plus de 30 colonies et moins de 300 colonies ont été retenues.

Dénombrement des coliformes fécaux

Le principe du milieu repose sur l'aptitude des coliformes à fermenter le lactose. Le milieu est rendu inhibiteur vis-à-vis des bactéries Gram positives et de certaines bactéries Gram négatives par la présence simultanée de cristal violet et de sels biliaires. Le milieu gélosé lactosé bilié au cristal violet et au rouge neutre (V.R.B.L) (Conforme à la norme NF V 08-14) est un milieu sélectif qui a été utilisé pour le dénombrement des coliformes.

Recherche et dénombrement des anaérobies-sulfito-réducteurs

La recherche permet de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies caractérisées par la possibilité d'exister sous forme sporulée et par un équipement enzymatique réduisant plus ou moins activement les sulfites en sulfure. Dans ce groupe entrent les *clostridium* sulfito-réducteurs en particulier *clostridium perfringens*. Le milieu de dénombrement est

la gélose Tryptone Sulfite Néomycine (TSN), réparti en tube à raison de 20 ml par tube. Le milieu TSN a été fondu puis régénéré pendant 20 mn au bain-marie bouillant. Il a ensuite été refroidi jusqu'à 47 °C avant ensemencement.

Dénombrement des *Pseudomonas aeruginosa*

Le dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa* a été effectué sur le milieu de culture gélose au cétrimide. C'est un milieu sélectif, qui permet l'isolement des bactéries du genre *Pseudomonas* et notamment de l'espèce *Pseudomonas aeruginosa*. Ce milieu gélosé contient un antiseptique : le cétrimide (bromure de N-acétyl-N, N, N-triméthylammonium). L'utilisation de ce dérivé d'ammonium quaternaire comme agent sélectif produit une large inhibition des microorganismes contaminants, inhibe suffisamment la flore d'accompagnement et permet une meilleure croissance de *Pseudomonas*. Ce milieu favorise la production de pigments par *Pseudomonas aeruginosa* (pyoverdine et pyocyanine). Il s'est agi de couler 17 millilitres de gélose cétrimide fondue ensuite d'étaler en surface environ 0,1 ml de l'inoculum et de ses dilutions. Les boîtes ont été incubées à l'étuve à 37 °C (plus ou moins 1 °C) pendant vingt-quatre heures (\pm deux heures). La dernière étape a consisté à dénombrer les colonies verdâtres et à vérifier si l'oxydase était positive.

Dénombrement de *Escherichia coli*

Le dénombrement de *Escherichia coli* a été réalisé sur milieu TBX. 0,1 ml de la suspension mère et des différentes dilutions a été déposé dans une boîte de Pétri contenant le milieu TBX refroidi. Les boîtes ont été incubées à 44 °C (plus ou moins 1 °C) pendant environ 24 h. Les colonies bleues-vertes sur les différentes dilutions retenues ont été comptées. Le résultat a été obtenu en multipliant le nombre de colonies par l'inverse du facteur de dilution de la boîte considérée.

Matériel et méthodes pour les tests de phyto-toxicité

Les tests de phyto-toxicité évaluent l'effet du compost sur la faculté germinative de 2 cultures (maïs et arachide). Ainsi, 10

graines de chaque culture sont semées dans des compartiments aménagés de 600 cm² contenant du sable seul, du compost mélangé à du sable et du compost seul. Les traitements sont les suivants:

- T₀ : sable seul,
- T₁ : 3/4 sable + 1/4 compost,
- T₂ : 1/2 sable + 1/2 compost,
- T₄ : compost seul.

Les compartiments sont arrosés tous les jours afin de maintenir l'humidité du sol entre 60 et 80%. Après 10 jours d'incubation, la maturité du compost a été évaluée suivant le pourcentage de germination des différents traitements par rapport au témoin. Les résultats du témoin (sable seul) ont été pris comme référence et considérés comme 100%.

- Expression des résultats

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (cité par M Chennaoui, 2016), le taux de germination est donné par l'expression suivante : % de germination = $\frac{Nc}{10} * \frac{Nt}{10} * 100$

10 : représente le nombre de graines utilisées

Nc : le nombre de graines germées dans le traitement

Nt : le nombre de graines germées dans le témoin

RESULTATS

Les teneurs en carbone et en azote de la paille et de la boue qui ont servi à la réalisation du compost sont consignées dans le Tableau 1. Les teneurs en carbone de la paille et de la boue sont respectivement de 5,08% et 47,58% avec des teneurs en azote de 2,24% pour la paille et 2,94% pour la boue. Ces teneurs en carbone et en azote au démarrage du compostage donnent des rapports C/N de 24,56% pour la paille et 16,18% pour la boue. La teneur en matière organique pour la paille est de 84,3% et de 81,84 pour la boue.

Les pH relevés sont voisins de la neutralité, variant entre 7,3 et 8,5 avec une valeur de 7,6 au démarrage. Ces valeurs de pH sont favorables au développement de certaines bactéries importantes pour une bonne réalisation du compostage. Un pH acide pourrait entraîner la lyse des microorganismes

alors qu'un milieu de pH basique favoriserait une production d'ammoniac qui est toxique.

L'étude de l'évolution de la température au cours du processus de compostage montre variation considérable (Figure 2). La courbe présente deux phases. La première appelée phase oxydative ou dégradative est la phase la plus importante du processus avec une montée progressive de la température allant jusqu'à 77 °C. Ce phénomène provoque une élimination de la majeure partie des microorganismes pathogènes ainsi que les graines d'adventices. La deuxième est celle de la maturation où la température diminue progressivement jusqu'à la stabilité favorisant ainsi la formation des éléments précurseurs de l'humus. Les chutes brusques de température constatées sur la courbe correspondent soit aux jours où les retournements sont faits soit aux jours où on a ajouté de l'eau. Le pallier observé à partir du 45^{ème} jour caractérise la maturation et la stabilité du compost. Ceci est confirmé par les caractéristiques du compost.

Caractéristiques du compost fini

Le processus de compostage a duré 45 jours et après tamisage, une masse de compost mûr de 145,2 kg a été obtenue soit un ratio de 56,2% entre la masse de compost mûr et la masse de matière organique initiale. Le compost mûr est illustré par la Figure 3.

Des analyses physico-chimiques au laboratoire ont permis de caractériser le compost fini et les résultats sont consignés dans le Tableau 2. La caractérisation du compost a consisté à déterminer la teneur en carbone, la teneur en azote, le rapport C/N, la teneur en matière organique totale (MOT), la teneur en phosphore et en Potassium et enfin la mesure du pH et la description de la couleur. Le compost mur présente un rapport C/N de 16,33% pour le compost. Le taux de carbone a fortement baissé par rapport aux taux de carbone dans la paille et dans la boue au démarrage du compostage. Cette baisse de la concentration en carbone et en azote est due à l'utilisation par les microorganismes du carbone comme source d'énergie et de carbone et de l'azote comme source protéique.



Figure 1: Andain ; (a) en cours de construction ; (b) après construction.

Tableau 1: Quelques caractéristiques physiques des matériaux de départ.

Paramètres	Paille	Boue
La teneur en carbone	55,08%	47,58%
La teneur en azote	2,24%	2 ,94%
Rapport C/N	24,56	16 ,18
La teneur en matière organique	84,3%	81,84

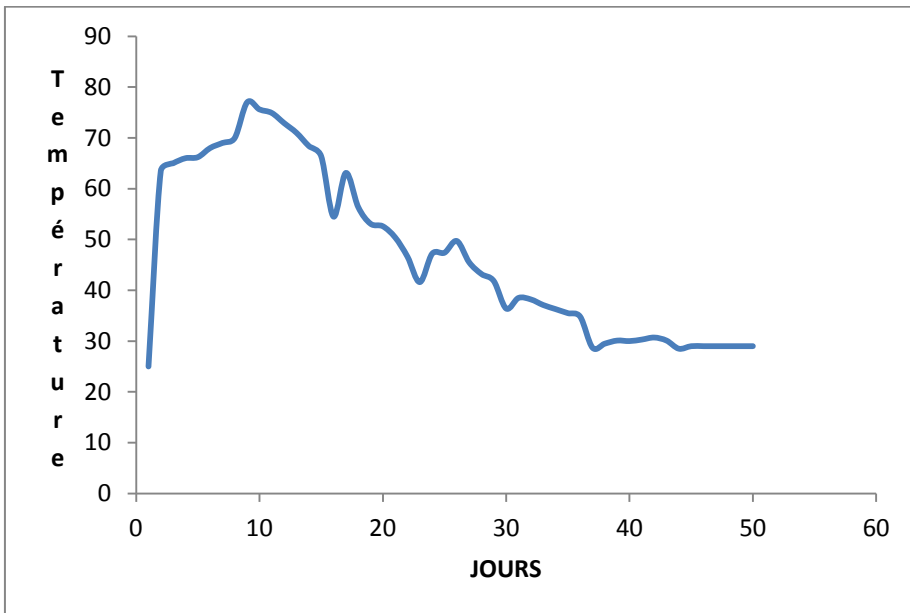


Figure 2 : courbe d'évolution de la température le long du compostage.



Figure 3 : Compost mûr, tamisé et conditionné en sac.

Tableau 2 : les caractéristiques physico-chimiques du compost fini.

Paramètres	Résultats
Teneur en carbone	36, 3%
Teneur azote	2,24%
Rapport C/N	16, 33
Teneur en M.O.T	51 ,97%
Teneur en phosphore (ppm)	1171,57
Teneur en potassium (Kg / T)	5,7
Couleur	Brun- noir
pH	7,3

DISCUSSION

Résultats des analyses physico-chimiques

La température a augmenté progressivement durant les dix premiers jours après la mise en tas. Au démarrage du processus, la température fluctuait vers 27 °C pour ensuite atteindre une valeur maximale de 77 °C au 10^{ème} jour du compostage avant d'entamer une phase décroissante. La température baisse progressivement dans le tas de compost, jusqu'au 50^{ème} jour avec une valeur oscillant entre 28 et 31 °C. L'évolution de la température notée dans ce travail reflète une conformité avec les travaux de Biekre et al. (2018), qui ont révélé deux phases de températures, thermophile et mésophile. En effet, selon Biekre et al. (2018), les courbes d'évolution des températures relevées au centre des tas de composts sont être réparties en deux phases : la zone d'échauffement allant du 1er au 23ème jour où les températures sont supérieures à 40 °C et la zone de

refroidissement, qui part du 23 ou 33ème jour au 74ème jour où les températures se stabilisent autour de 30 °C.

Le pH qui est compris entre 7 et 9 et le C/N voisin de 15, attestent de la maturité du compost conformément aux résultats des travaux publiés par Biekre et al. (2018) où les valeurs de pH varient entre 7,45 et 8,05). Konaté et al. (2018) ont montré que le compost s'est avéré relativement basique (pH = 7,3). Steger et al. (2006) ont conclu que le processus de compostage s'accompagne toujours d'un phénomène d'alcalinisation. Leurs travaux ont révélé une augmentation de pH allant de 5,4 au départ à 8,5 au bout de 57 semaines de compostage de déchets verts mélangés à des déchets ménagers. Conformément aux travaux de Larbi (2006), le pH pourrait être un indicateur de la maturité complète d'un substrat et que la valeur du pH se situe normalement entre 7 et 8. Toutefois, le pH n'est pas une mesure très précise de la

maturité d'un substrat Kerkeni (2008). La maturité est aussi souvent évaluée par le rapport C/N. Le compost produit dans ce travail présente un rapport C/N de 16,33%. Ce rapport est conforme à la norme AFNOR, qui a situé cette valeur entre 15 et 20 (Konaté et al., 2018) et légèrement différent des rapports C/N déterminés dans l'étude de Compaoré (2010) qui variaient de 10,5 à 13,8. Les travaux de Compaoré ont montré ainsi que ces composts étaient presque minéralisés. En outre, le rapport C/N est fréquemment utilisé pour évaluer le processus de minéralisation de la MO et comme indicateur de maturité des composts (Larbi, 2006). Selon M'Sadak (2013), le rapport C/N varie largement selon l'origine des déchets compostés et il est influencé directement par la teneur relative en azote du substrat. Cependant ce paramètre varie sensiblement selon les composts. Le faible rapport C/N relevé du méthacompost avicole (MCA) issu de la biométhanisation peut s'expliquer du fait que la minéralisation des composts d'origine animale est plus rapide que celle d'origine végétale (dégradation difficile des polymères: Lignine, Cellulose,...) (Goyal, 2005). Cette diminution du rapport C/N est dû à l'utilisation du carbone suite à la dégradation de la matière organique. La teneur en matière organique (MO) du compost est essentielle pour la fertilité des sols du fait de ses effets physiques, chimiques et biologiques (M'Sadak et al., 2013). La fraction organique a été minéralisée en composés stables par les activités microbiennes, ce qui explique sa diminution au cours du processus de compostage. Elle est passée d'environ 82% (84,3% pour la paille et 81,84% pour la boue) à environ 51,97% après 45 jours de compostage. Le compost produit révèle un taux de MO de 51,97%. Ce résultat est conforme aux travaux de ADEME (2006) qui confirme que le digestat produit s'appauvrit en MO. D'après les directives rapportées par M'Sadak (2013), le compost mûr doit avoir une teneur en MO inférieure à 50 %.

Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques sur le compost sont également réalisées au cours du processus. Les résultats obtenus sont représentés à la Figure 4.

E. coli apparaît au début puis disparaît pendant le compostage. L'absence des pathogènes comme *Escherichia coli* est normale du fait que lors du compostage, plus précisément pendant la phase thermophile, l'ensemble des pathogènes sensibles à la chaleur sont détruits. Cela est conforme aux travaux de Charnay et al. en 2005. La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est bien présente au début du compostage. Durant la phase thermophile, la FMAT diminue considérablement puis réapparaît en fin de processus où la température de compostage baisse. Cela est conforme aux études publiées par (Compaore, et al., 2010 ; Butler et al., 2001) qui montrent qu'après la phase de fermentation chaude, les températures des composts diminuent graduellement pour demeurer constantes et inférieures à 35°C. Cette baisse de température peut s'expliquer par un ralentissement de l'activité des micro-organismes dû à l'épuisement des matières organiques facilement biodégradables. Pour les coliformes fécaux, on note une baisse importante après la première semaine jusqu'à la cinquième, caractérisant ainsi la phase thermophile du compostage qui est également la phase hygiénisant où tous les pathogènes devraient être éliminés. Les bactéries anaérobies sulfite-réductrices (ASR) apparaissent progressivement entre la troisième et la quatrième semaine où les températures du compost avoisinent 37 °C. Les Coliformes fécaux ainsi que *Pseudomonas aeruginosa* et les bactéries Anaérobies Sulfite-Réductrices sont présents en quantité modérée dans le compost mûr. Les résultats de l'analyse microbiologique sont en accord avec ceux obtenus par Baboy Longanza et al. (2015) qui ont montré la présence de bactéries du genre *Escherichia*, de *Enterobacter cloacae* de *staphylococcus*, de champignons et de levures dans 3 types de composts. Par contre, les travaux de Charnay (2005) ont montré que le compostage permet une élimination totale des germes pathogènes. Cela s'explique par le fait qu'après la phase

thermophile qui dure quelques semaines, le compost est envahi par des insectes, lézards ou margouillats entraînant ainsi sa recontamination par la flore pathogène.

• **Test de germination du compost**

Après une incubation de 10 jours des deux cultures (maïs et arachide), les résultats suivants sont obtenus (Tableau 3).

Le compost final milite en faveur de son application agricole. En effet, les essais de phytotoxicité effectués sur des cultures de maïs et d'arachide, révèlent que l'incorporation de 25% du compost au support de culture permet un taux de germination de 90% contre 80% pour le témoin pour maïs. Dans le cas de l'arachide, une faible amélioration du taux de germination a été enregistrée, soit 72% contre 70% pour le témoin. Ces résultats sont conformes à ceux de Chennaoui et al. (2016) sur les essais de phytotoxicité menés sur des cultures de blé et de la tomate. Ils ont révélé que l'incorporation de 25% du compost aux supports de culture permet un taux de germination allant jusqu'à 85% contre 70% pour le témoin pour la variété du blé. Dans le cas de la tomate, un

taux de germination de l'ordre de 67% contre 58% pour le témoin a été enregistré. Au regard des résultats, la rentabilité de l'emploi du compost est excellente pour la faible dose de 25%, montrant ainsi que la rentabilité n'est pas fonction de la dose appliquée. Ces résultats sont conformes à l'étude de Kitabala et al. (2016), et de M'zée (2008), qui préconisent l'usage de petites quantités des composts en culture de légume de salade, blé, choux, maïs, pomme de terre, etc. Selon Compaoré et al. (2010), la germination varie donc avec la dose du compost apporté et le type de culture. Un compost est considéré comme non toxique lorsque son indice de germination excède 50% (Chennaoui et al., 2016). On peut ainsi conclure que pour l'arachide les doses de 50% et 100% sont toxiques. Par ailleurs ces résultats indiquent que l'effet dépressif du compost n'est pas seulement lié à l'immaturité du compost mais aussi aux doses de compost apportées. Les taux de germination ont varié selon le type de culture. En effet, le maïs semble supporter les fortes doses de compost par rapport à l'arachide.

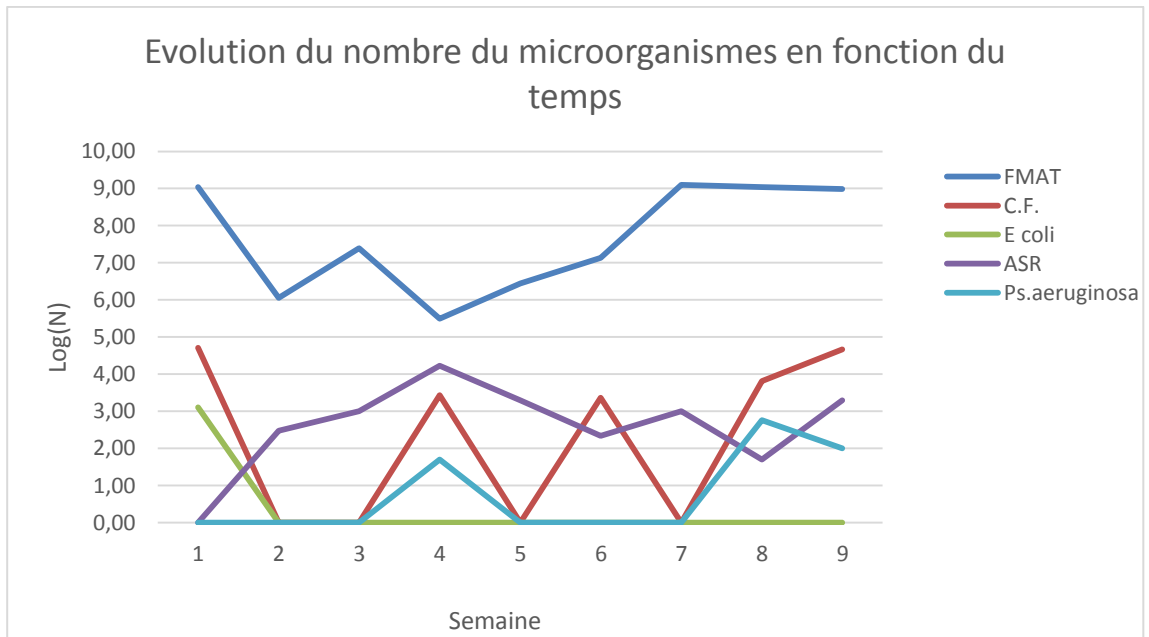


Figure 4 : Suivi de la microflore au cours du processus de compostage.

FMAT : Flore mésophile aérobie totale *C.F.*: Coliformes fécaux; *E. coli* : *Escherichia coli* *ASR* : Anaérobies sulfito-réductrices ; *Ps. A* : *Pseudomonas aeruginosa*.

Tableau 3 : Résultats des tests de germination du compost.

	0% de compost	25% de compost	50% de compost	100% de compost
Maïs	80	90%	80%	80%
Arachide	70	72%	45%	45%

Conclusion

L'objectif de cette étude était de mettre en valeur les déchets fermentescibles par compostage à l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar et de produire de l'amendement organique pour les cultures, ce qui est une alternative à l'enfouissement des déchets dans un souci de protection de l'environnement. Elle a porté sur la dégradation par les microorganismes, des différentes matières organiques issues de l'herbe qui avait poussé lors de la saison hivernale et de la boue issue de la Station d'Épuration de l'Office Nationale de l'Assainissement du Sénégal (ONAS) de Cambéréne. Ainsi, il ressort de cette étude que le compost obtenu répond aux critères d'un compost de qualité. D'après les résultats des tests de phytotoxicité, ce compost pourrait contribuer fortement à l'amélioration des rendements agricoles. Ainsi, à l'heure où on évalue les projets agricoles qui militent pour le développement durable, le compostage pourrait constituer une alternative à l'utilisation des engrais chimiques pour de meilleurs rendements agricoles dans les pays en développement souvent confrontés à la problématique de la gestion des déchets.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique (ESP), le Recteur de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar et Monsieur Abdou Beukeu SOW, conservateur des Bibliothèques à l'ESP pour l'appui technique apporté à la réalisation de ce travail.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MD est le principal investigateur ; il a participé au suivi périodique du processus de compostage, au travail de laboratoire, a relu et apporté des contributions au travail. ASD a effectué la collecte des données, a suivi les travaux de compostage et les manipulations de laboratoire. FMS est le superviseur de la recherche dans sa conception méthodologique, pour les protocoles et les analyses et également le chef de l'équipe qui a coordonné les travaux du laboratoire. Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REFERENCES

- ADEME. 2006. L'intérêt Agronomique du Digestat issu de la Méthanisation, Fiche Technique N°3 élaborée par l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME), Mission Energie de la Chambre d'Agriculture du Doubs, 2 p. Les Energies Renouvelables en Agriculture.
- Baboy Longanza L, Kidinda Kidinda L, Tshipama Tamina D, Tombo JA, Tshijika Ikatalo 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. DOI : info/document.php?id=4505. ISSN 1813-548X

- 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. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 596-609. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i1.45
- Bresson LM, Koch C, Le Bissonna Y, Barriuso E, Lecomte V. 2001. Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application. *Soil Science Society of America Journal*, **65**: 1804-1811. DOI: 10.2136/sssaj2001.1804Am. J.65:1804-1811.
- Brinton WF. 2001. How compost maturity affects plant and roots performance in container grown media. *Journal of Biodynamics*, **233**: 22-27.
- Butler TA, Sikora LJ, Steinhilber PM, Douglass LW. 2001. Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost. *Journal of Environmental Quality*, **30**: 2141-2148. DOI: 10.2134/jeq2001.2141.
- Charnay F. 2005. Compostage des déchets dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de doctorat, Université de Limoge (France), 448p.
- Chennaoui M, Salama Y, Makan A, Mountadar M. 2016. Valorisation agricole d'un compost produit à partir du compostage en cuve des déchets municipaux. *European Scientific Journal December*, **12**(35): 247. DOI: 10.19044/esj.2016.v12n35p247
- Compaore E, Nanema LS, Bonkougou S, Sedogo MP. 2010. Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. *Journal of Applied Biosciences*, **33** : 2076-2083.
- Dabre A, Hien E, Some D, Drevon JJ. 2017. Effets d'amendements organiques et phosphatés sous zaï sur les propriétés chimiques et biologiques du sol et la qualité de la matière organique en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(1): 473-487. DOI: <http://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i1.38>.
- Emmerling C, Liebner C, Haubold-Rosar M, Katzur J, Schroder D. 2000. Impact of application of organic waste materials on microbial and enzyme activities of mine soils in the Lusatian coal mining region. *Plant Soil*, **220**: 129-138. DOI: 10.1023/A: 1004784525209
- Gomgnimbou AKP, Kalifa C, Wilfried S, Abdramane S, Hassan BN, Sedogo M. 2017. Évaluation des composantes de rendements et de la teneur en éléments chimiques de la biomasse du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) en conditions d'expérimentation paysanne dans l'Ouest du Burkina Faso. *Afrique Science*, **13**(5): 61–69.
- Goyal S, Dhulland SK, Kapoor KK. 2005. Chemical and Biological Changes During Composting of Different Organic Wastes and Assessment of Compost Maturity. *Bioresource Technology*, **96**: 1584–1591. DOI: 10.1016/j.biortech.2004.12.012
- Kerkeni A. 2008. Contribution à la valorisation des composts et des jus de composts : Incidence sur la fertilisation et la protection phytosanitaire de quelques espèces légumières. Thèse Agriculture Durable. Doctorat en Sciences Agronomiques de l'Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem, Tunisie, 158 p.
- Kitabala M, Alain TUJ, Kalenda MA, Tshijika IM, Mufind KM. 2016. Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba, Congo. *J. Appl. Biosci.*, **102**: 9669–9679. DOI: <https://doi.org/10.4314/jab.v102i1.1>.
- Konate Z, Abobi HDA, Soko FD, Yao-Kouame A. 2018. Effets de la fertilisation des sols à l'aide des déchets ménagers solides compostés dans les

- décharges sur le rendement et la qualité chimique de la laitue (*Lactuca sativa* L.) *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(4): 1611-1625. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i4.9>
- Larbi M. 2006.- Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de Doctorat de l'Université de Neuchâtel, Suisse, 15-21.
- M'Sadak Y, Ben M'Barek A. 2013. Caractérisation qualitative du digestat solide de la biométhanisation industrielle des fientes avicoles et alternative de son exploitation agronomique hors sol. *Revue des Energies Renouvelables*, **16**(1): 33-42. DOI: doi.org/10.4314/jfas.v8i3.12
- M'zée SP. 2008. Influence d'apports en matières organiques sur l'activité biologique et la disponibilité du phosphore dans deux sols de la région des grands lacs d'Afrique. Thèse de Doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux; 240 p.
- Mina E, Sanae S, Khadija E, Fatima B, Zahra D, Belghyti D. 2013. Caractérisation physico-chimique du lixiviat de la décharge d'Ouledberjal (Kenitra, Maroc). *Sciences Lib Editions Marsenne*, **5**(13): 211-232. DOI: [10.19044/esj.2017.v13n33p154](https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n33p154)
- Mukendi RT, Mutamba BT, Kabongo DM, Longanza LB, Munyuli TM. 2017. Amélioration du sol dégradé par l'apport d'engrais inorganique, organiques et évaluation de rendement du maïs (*Zea mays* L.) dans la province de Lomami, République Démocratique du Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(2): 816-827. DOI: [10.4314/ijbcs.v11i2.23](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v11i2.23).
- Ouandaogo N, Ouattara B, Pouya BM, Gnankambary Z, Nacro BH, Sedogo PM. 2016. Effets des fumures organo-minérales et des rotations culturales sur la qualité des sols. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(2): 904-918. DOI: [10.4314/ijbcs.v10i2.37](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.37).
- Ros M, Klammer S, Knapp B, Aichberger K, Insam H. 2006. Long-term effects of compost amendment of soil on functional and structural diversity and microbial activity. *Soil Use and Management*, **22**: 209-218. DOI: [10.1111/j.1475-2743.2006.00027.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2006.00027.x)
- Sidhu J, Gibbs ARH, Unkovich GE. 2001. The role of indigenous microorganisms in suppression of *Salmonella* regrowth in composted biosolids. *Water Research*, **35**: 913-920. DOI: [10.1016/S0043-1354\(00\)00352-3](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00352-3)
- Steger MF, Frazier P, Oishi S, Kaler M. 2006. The Meaning of Life Questionnaire: assessing then presence of and search for meaning in life. *Journal of Counseling Psychology*, **53**: 80-93. DOI: [10.1037/0022-0167.53.1.80](https://doi.org/10.1037/0022-0167.53.1.80)
- Tshala UJ, Kitabala MA, Tunda MJP, Mufind KM, Kalenda MA, Kapele KG, Nyembo KL. 2017. Vers une valorisation des déchets ménagers en agriculture (péri) urbaine à Kolwezi: caractérisation et influence de la saisonnalité. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(2): 11072-11079. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v11i2i1.12>
- Zurbrugg C, Drescher S, Patel AH, Sharatchandra HC. 2003. Taking a closer look at decentralised composting schemes - lessons from India. Asian Society for Environmental Protection (ASEP).