

Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs

F. Lompo¹, Z. Segda, Z. Gnankambary & N. Ouandaogo

Keywords: Compost- Maize straw- Carbon mineralization- Rock phosphate- Burkina Faso

Résumé

La pauvreté des sols en matières organiques et en phosphore est une contrainte à l'intensification de la production agricole au Burkina Faso. En vue de proposer une méthode efficace de production de matières organiques de qualité, une étude a été réalisée en milieu contrôlé sur un sol Lixisol. Un suivi de la biodégradation des composts produits à partir de pailles de maïs, de phosphates naturels, de fumier et d'un inoculum de synthèse (IS) a été réalisé. Les résultats ont montré que les composts produits en présence de fumier, avec ou sans IS, ont eu des C/N respectifs de 19 et 18. L'influence de ces composts sur la production de CO₂ dépendait du type de compost et de l'apport ou non d'azote. On a enregistré un accroissement de 53% de CO₂ dû à l'apport d'azote dans un sol ayant reçu un compost produit avec le fumier et IS contre un accroissement de 118% obtenu avec celui produit avec le fumier, IS et les phosphates naturels. Les résultats obtenus permettent d'envisager une production de matières organiques de qualité à partir du compostage de pailles de maïs.

Summary

Influence of Indigenous Phosphate on Maize Straw Compost Quality and Biodegradation

Soil organic matter and phosphorus scarcities are the main constraints for intensification of crop production in Burkina Faso. To propose an adequate method to produce good quality organic matter, a study, in controlled conditions, was conducted using a Lixisol to evaluate the biodegradation of composts made of maize straw, rock phosphate, animal manure and a synthesis inoculum (SI). Composts obtained from composting maize crop residues + manure ± SI had C/N of 19 and 18, respectively. Influence of composts produced on soil CO₂ production was related to the type of compost and to nitrogen application. An increase of 53% of CO₂ production due to nitrogen application was observed when compost produced with manure and SI was incorporated in the soil. This increase was 118% with incorporation of the compost obtained with manure, SI and rock phosphate. These results suggest that there is potential to produce high quality organic inputs by composting maize straw in presence of rock phosphate.

Introduction

L'amélioration de la productivité agricole dans les pays africains au sud du Sahara est limitée par la pauvreté des sols en nutriments et en matière organique (1). La matière organique joue un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols. En plus d'être source d'éléments nutritifs tels que l'azote, le phosphore, le potassium, le soufre et de plusieurs micronutriments, elle permet d'améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols et partant les productions agricoles.

Les travaux de Sédogo (12) ont montré l'importance que joue la matière organique dans l'amélioration de la fertilité des Lixisols au Burkina Faso. La production de cette matière organique est cependant limitée et se pose en termes de disponibilité de fumier ou de compost de bonne qualité. Pour les composts produits à partir de résidus culturels, un premier défi qui se pose aux exploitants agricoles est de les obtenir en un temps relativement court, tout en limitant les quantités d'eau nécessaires à leur production.

Le second défi, tout aussi important, est la carence quasi générale des sols en phosphore. La solution à ce défi est constituée par des apports d'engrais phosphatés plus ou moins solubles comme le superphosphate triple, le superphosphate simple et les phosphates naturels. Cependant les effets combinés du coût élevé de ces engrais, de leur indisponibilité, du faible niveau d'organisation du marché des engrais, et du niveau de pauvreté élevé de la plupart de producteurs, expliquent le faible niveau de consommation annuelle de fertilisants au Burkina Faso. La consommation en phosphore en particulier est très faible et ne représente que 0,05% de celle de l'Afrique.

Le paradoxe est que le Burkina Faso, comme beaucoup d'autres pays d'Afrique de l'Ouest, dispose d'importants gisements de phosphates naturels, dont la valorisation

pourrait contribuer à résoudre les problèmes de carence en phosphore des sols et donc améliorer la production agricoles. C'est ainsi que des travaux de recherche ont été conduits pour proposer des méthodes de fabrication de composts enrichis avec les phosphates naturels à partir essentiellement de pailles de sorgho et de paille de riz (8). L'ajout de phosphates naturels pendant le compostage a permis l'obtenir des phosphocomposts riches en phosphore disponible pour les plantes (8).

La présente étude se propose, d'une part, d'apprécier les caractéristiques de composts de pailles de maïs produits en présence de fumier, d'inoculum de synthèse et de phosphates naturels du Burkina Faso et, d'autre part, de suivre la biodégradation de ces composts suite à leur incorporation dans un Lixisol. Deux hypothèses sont à la base de cette étude: (i) l'addition de phosphates naturels pendant le compostage de pailles de maïs améliore la qualité du produit obtenu, et, (ii) la minéralisation du compost ainsi obtenu et incorporé dans un Lixisol est meilleure en présence d'azote comparativement à celle observée en absence d'azote.

Matériel et méthodes

Le sol utilisé dans notre étude provenait de prélèvements effectués dans l'horizon 0 - 20 cm dans un champ en milieu paysan, localisé à Saria (Latitude 12°16'N; Longitude 2°09'O) au Burkina Faso. Le sol est sablo-limoneux, de type Lixisol (6). Il est pauvre en matière organique (1,1 g.kg⁻¹) et en phosphore total (1 mg.kg⁻¹), et est faiblement acide (pH eau = 6,7).

Les pailles de maïs, le fumier d'étable, l'inoculum de synthèse (Micro 110) et les phosphates naturels ont été

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso.

*Auteur correspondant: Tel: +226 70 26 12 04; Fax: +226 50; Fax: +226 50 34 02 71; E-mail: lompoxa1@yahoo.fr

Reçu le 02.04.08 et accepté pour publication le 02.03.09.

Tableau 1

Caractéristiques chimiques du fumier, du micro 110 et des pailles brutes de maïs utilisés comme matériaux de compostage

	C	N	P	K	C/N
	g. kg ⁻¹				
Fumier	168	10,8	3,1	2,94	16
Micro 110	321	31	16,7	3,87	10
Pailles brutes de maïs	528	6,6	0,3	nd	80

nd: Non déterminé

utilisés comme matériaux de compostage (Tableau 1). Le Micro 110 est composé de micro-organismes et d'enzymes capables de dégrader la cellulose et la lignine. Il contient également des oligo-éléments. Les phosphates naturels utilisés proviennent du gisement de Kodjari, localisé dans la région Est du Burkina et contiennent en moyenne 25% de P₂O₅ (dont seulement 0,03% soluble dans l'eau) et 35% de CaO.

Quatre types de composts ont été fabriqués en utilisant les matériaux de compostage dans les proportions indiquées dans le tableau 2. La durée du compostage a été de 4 mois. La production des composts a nécessité un apport total d'eau estimé 7400 litres (37 fûts de 200 litres chacun) par tonne de matériaux de compostage. L'eau provenait d'un puits situé à proximité de l'aire de compostage. L'arrosage est effectué durant le processus de compostage à raison de 7 fûts (1400 litres) par tonne de matériaux de compostage au moment du remplissage des fosses et le reste tous les trois jours, selon les besoins.

Les tests respirométriques ont été conduits, pendant 21 jours, en laboratoire à la température de 25 °C. Cent grammes de sol séchés à l'air et tamisés à 2 mm auxquels ont été ajoutés 1,7 g de compost finement broyé par kg de sol, ont été humidifiés aux 4/9 de leur capacité maximale de rétention en eau et incubés dans un bocal à fermeture hermétique. Le CO₂ dégagé est piégé par la soude (NaOH 0,1N) et précipité par du chlorure de baryum (BaCl₂) à 20%. L'excès de NaOH est dosé par l'acide chlorhydrique (HCl) 0,2N. Un témoin constitué uniquement de bûchers de soude et d'eau distillée permet de tenir compte de la carbonisation initiale de la soude et de l'air contenu dans le bocal.

Pour évaluer l'effet de l'azote sur la décomposition des différents types de composts, nous avons utilisé un dispositif factoriel comprenant deux facteurs et répété trois fois:

1. Le facteur 'Compost' à trois niveaux: (i) sol sans apport de compost; (ii) sol + compost C3; et (iii) sol + compost C4.
2. Le facteur 'Azote' à deux niveaux de doses d'apport : 0 et 75 mg N.kg⁻¹ de sol. L'azote est apporté sous forme d'urée.

Tableau 2

Quantités de matériaux (pour 100 kg de pailles de maïs) entrant dans la fabrication des différents types de compost

	Paille brutes de maïs (kg)	Fumier (kg)	Micro 110 (g)	Phosphates Naturels (kg)
Compost C1	100	0	0	0
Compost C2	75	25	0	0
Compost C3	75	25	50	0
Compost C4	75	25	50	8

Les paramètres suivants ont été utilisés pour apprécier l'aptitude à la biodégradation de ces composts: (i) les dégagements journaliers de CO₂; (ii) les quantités cumulées de CO₂ dégagé; (iii) le taux de minéralisation complémentaire (TMC) qui s'obtient par la formule suivante :

$$\text{TMC (\%)} = 100 \times [\text{C dégagé (sol + compost)} - \text{C dégagé (sol seul)}] / \text{C introduit}$$

Les analyses chimiques ont été réalisées selon les procédures décrites par Walinga *et al.* (15). Le pH est mesuré dans une solution de rapport compost: eau de 1:5. Les teneurs en matière organique ont été déterminées par la méthode de la calcination à 550 °C pendant cinq heures. Pour la détermination des éléments totaux (N, P, K, Ca et Mg), les échantillons ont été minéralisés par un mélange H₂SO₄-Se-H₂O₂ à 450 °C pendant 4 heures. Puis les teneurs en N et P ont été déterminées par colorimétrie, tandis que celles en K, Ca et Mg ont été déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme.

Le logiciel STATITCF a été utilisé pour effectuer une analyse de variance (ANOVA) des données collectées. Les différences sont significatives lorsque p < 0,05 suivant le test de Tukey.

Résultats

Pour l'analyse des effets des phosphates naturels sur le compostage de pailles brutes de maïs en présence ou non d'inoculum, l'étude s'est intéressée aux caractéristiques chimiques des composts obtenus et à leur cinétique de minéralisation.

Caractéristiques chimiques des substrats organiques

Le tableau 3 présente les caractéristiques des composts obtenus après 4 mois de compostage.

Le compostage a réduit significativement le rapport C/N qui est passé de 80 pour les pailles brutes non compostées, à 29 pour les pailles seules compostées (Compost C1). Les rapports C/N les plus bas ont été obtenus avec les composts produits en présence de fumier, avec ou sans Micro 110 (C3 et C2, respectivement). Avec des C/N respectifs de 19 et 18, ces composts peuvent être considérés comme

Tableau 3

Caractéristiques chimiques des composts de pailles brutes de maïs après 4 mois de compostage

Composts	pH eau	C Total (%)	N Total (%)	C/N	P Total (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Somme des bases
Compost C1	7,5 ^a	25,6 ^b	0,9 ^a	29 ^b	0,5 ^a	0,1 ^a	0,02 ^a	0,3 ^a	0,42 ^a
Compost C2	7,5 ^a	22,5 ^a	1,2 ^a	18 ^a	0,7 ^a	0,1 ^a	0,05 ^a	0,3 ^a	0,45 ^a
Compost C3	7,4 ^a	21,6 ^a	1,1 ^a	19 ^a	0,6 ^a	0,1 ^a	0,03 ^a	0,3 ^a	0,43 ^a
Compost C4	7,5 ^a	20,6 ^a	1,0 ^a	22 ^a	3,4 ^b	0,2 ^b	0,03 ^a	0,3 ^a	0,53 ^b

C1: Compost de pailles brutes de maïs

C2: Compost du mélange pailles brutes de maïs + fumier

C3: Compost du mélange pailles brutes de maïs + fumier + Micro 110

C4: Compost du mélange pailles brutes de maïs + fumier + Micro 110 + phosphates naturels

Dans une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes à p < 0,05 suivant le test de Tukey.

mûrs si l'on se réfère aux critères de maturité de compost proposés par Mustin (10). Les composts produits avec les phosphates naturels du Burkina ont eu des rapports C/N variant entre 21 et 23 et sont à la limite de la maturité. Les teneurs en phosphore ont été nettement plus élevées dans les composts obtenus avec les phosphates naturels et les activateurs de maturation (fumier et Micro 110).

Le compostage a entraîné une perte en bases échangeables. La somme des bases a été, en moyenne, de $0,43 \text{ cmol.kg}^{-1}$ pour le compost de paille seule (C1), le compost produit en présence de fumier (C2) et celui obtenu avec l'ajout au fumier du Micro 110 (C3). L'apport combiné du Micro 110 et de phosphates naturels a amélioré la somme des bases ($0,53 \text{ cmol.kg}^{-1}$) des composts obtenus (C4). Il est à noter l'augmentation importante du calcium dans les composts suite à l'apport de phosphates naturels. Le compostage a augmenté de façon significative le pH qui est passé de 7,1 pour les pailles brutes à, en moyenne 7,5 pour les composts.

Cinétique de minéralisation des composts

- Minéralisation du carbone

Comparativement au témoin, l'application de composts a augmenté la biomasse du sol, qui s'est traduite par l'accroissement du dégagement de CO_2 (Figures 1 et 2). Le dégagement journalier de CO_2 a montré une différence

significative durant la période d'incubation et aussi en fonction des traitements ($p < 0,001$).

L'examen des courbes d'activité respiratoire (Figure 1) a laissé apparaître deux parties très nettes. La première est caractérisée par un dégagement très important de CO_2 . Le maximum de dégagement est apparu dès le premier jour pour tous les traitements. A cette date, les productions les plus élevées de CO_2 ont été observées avec les composts C3 et C4 ($1,7 \text{ mg CO}_2\text{.j}^{-1}$). Après cette phase de minéralisation rapide, une deuxième, caractérisée par une décroissance progressive, a été observée pour tous les traitements. Le niveau de production de CO_2 pendant cette phase est, en moyenne, de $1,5 \text{ mg CO}_2\text{.j}^{-1}$ pour le témoin (sol sans apport de compost), et de $1,7 \text{ mg CO}_2\text{.j}^{-1}$ lorsque l'incubation est réalisée avec les composts C3 et C4. La décroissance de la production du CO_2 durant cette phase est plus ou moins rapide et plus ou moins continue selon les traitements. Ainsi avec le sol seul, la baisse a été plus rapide et est allée jusqu'au 6^e jour. Avec les autres traitements, la baisse a été entrecoupée de pics à partir du 3^e jour pour C3, et du 4^e jour pour C4. En fin d'expérimentation (21^e jour), les dégagements journaliers de CO_2 ont été, très faibles avec le témoin ($0,01 \text{ mg CO}_2\text{.j}^{-1}$) et avec C4 ($0,02 \text{ mg CO}_2\text{.j}^{-1}$), mais nettement plus élevés avec C3 ($0,32 \text{ mg CO}_2\text{.j}^{-1}$).

L'apport d'azote a augmenté significativement la respiration des microorganismes du sol ($p < 0,01$). Ainsi, au 1^{er} jour de

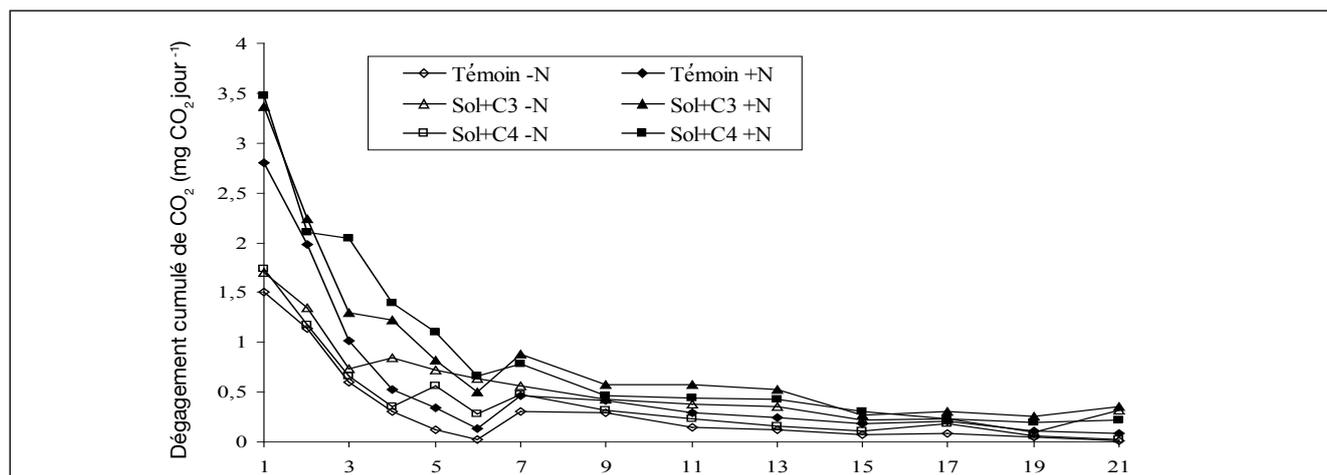


Figure 1: Evolution du dégagement journalier de CO_2 . Temps (jours)

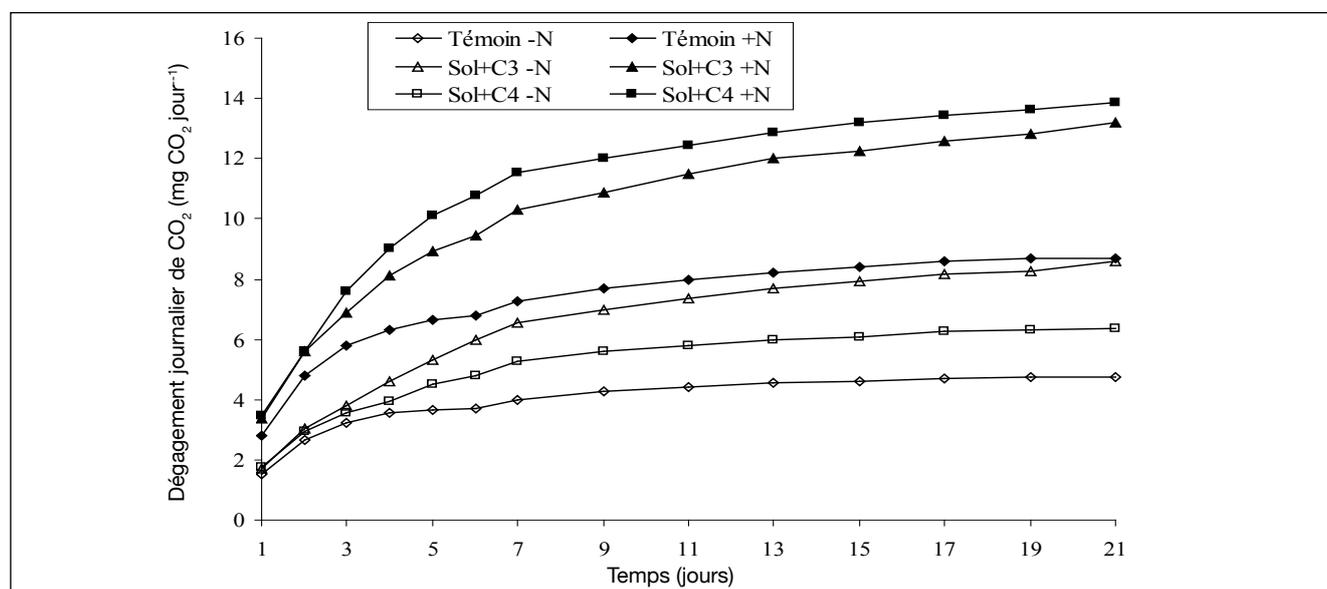


Figure 2: Evolution cumulée de CO_2 dégage.

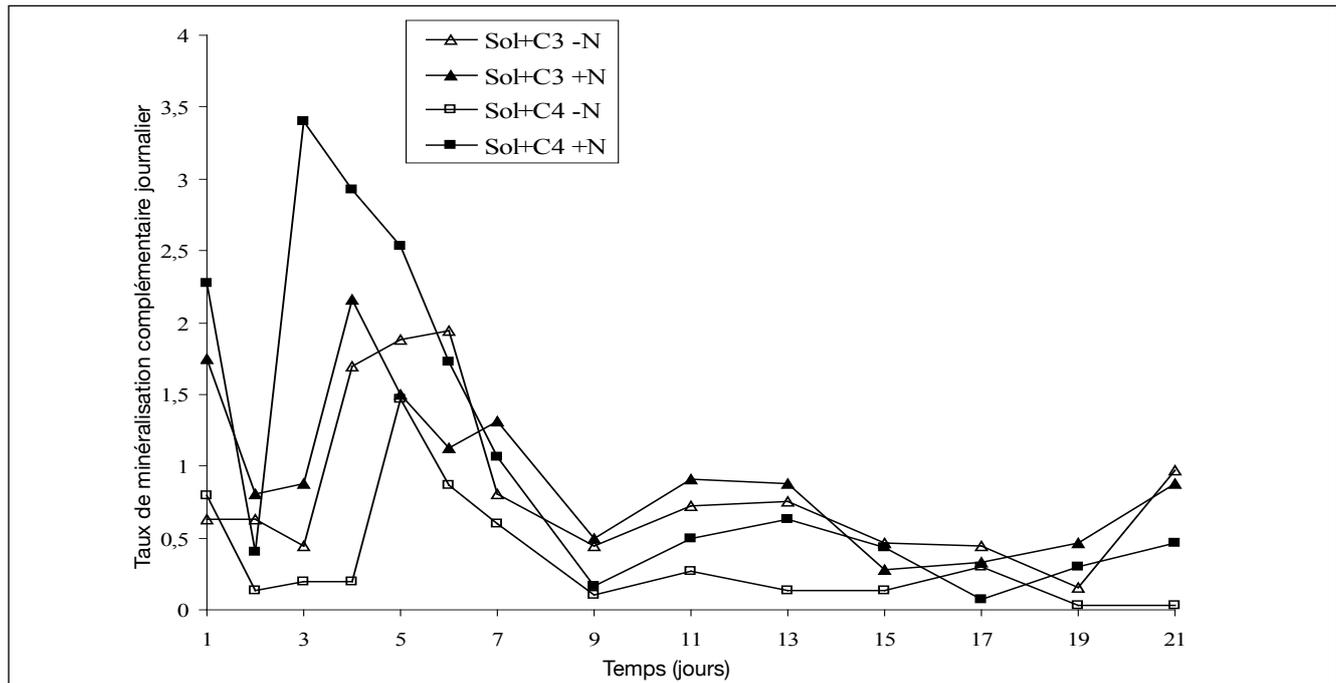


Figure 3: Taux de minéralisation complémentaire (TMC) journalier.

l'expérimentation, l'apport d'azote a presque doublé le dégagement de CO_2 pour tous les traitements (Figure 1). Pour le témoin, le dégagement a été de 2,8 mg avec azote, soit une augmentation de 87% par rapport au témoin sans azote pour lequel la production de CO_2 était de 1,5 mg. Avec les composts C3 et C4, les dégagements de CO_2 sont passés respectivement de 1,70 et 1,74 mg CO_2 à 3,36 et 3,48 mg CO_2 pour C3 et C4 respectivement, suite à cet apport d'azote, soit des augmentations respectives de 98 et 100%.

- Production cumulée de CO_2

D'une manière générale, le dégagement cumulé de CO_2 (Figure 2), a eu une allure exponentielle avec trois phases caractéristiques. La première a été ascendante, à forte pente; elle a duré 1 jour pour le témoin et 2 jours pour C3 et C4. La deuxième, toujours ascendante, a été rapide d'abord et plus lente jusqu'au 6^e ou 7^e jour, selon le traitement. La dernière est caractérisée par un accroissement beaucoup plus lent, sinon un plateau.

Les émissions chez les témoins ont plafonné à 4,76 mg CO_2 sans azote et à 8,70 mg CO_2 en présence d'azote, soit une augmentation de 83%. Les productions cumulées sont passées de 8,58 mg de CO_2 sans azote à 13,19 mg CO_2 en présence d'azote, soit un accroissement de 54% pour le traitement avec le compost C3. Cet accroissement a été de 118% avec le compost C4. L'augmentation générale de la production de CO_2 suite à l'apport de compost, a constitué l'observation la plus importante. En absence d'azote, le compost C3 (C/N= 19) a minéralisé plus que le compost C4 (C/N= 22). En présence d'azote, c'est le contraire qui a été observé.

- Effet des phosphates naturels sur le taux de minéralisation complémentaire

Le compost fabriqué sans addition de phosphates naturels (compost C3) a eu un taux de minéralisation complémentaire plus élevé que le compost produit avec addition de phosphates naturels (compost C4). L'addition d'azote pendant l'incubation a augmenté le taux de minéralisation complémentaire des composts, comparativement à celui obtenu sans ajout d'azote (Figure 3). Pour le compost C3,

les taux de minéralisation complémentaire journalier ont été de 12% et 14% respectivement sans azote et avec azote. Pour le compost C4, ces valeurs sont de 5% et 17%, respectivement.

Discussions

Les tests respirométriques ont permis de mettre en évidence l'effet des phosphocomposts sur l'évolution de la matière organique du sol. Le dégagement de CO_2 traduit la réponse biologique à une modification du milieu.

L'incorporation des composts de pailles de maïs a augmenté et stimulé la biomasse microbienne du sol, comparativement au témoin (3). En effet, les coefficients de stimulation de l'activité biologique tels que définis par Tardieux-Roche (13), et qui représentent les rapports entre les productions cumulées de CO_2 des traitements avec incorporation de composts et celles du témoin, sont de 1,3 et 1,80 en absence d'azote pour les composts C4 et C3 respectivement. Des teneurs plus élevées en carbone plus facilement biodégradables dans les composts, conduisant ainsi à une plus grande croissance de la population microbienne dans les sols amendés, expliquent ce phénomène (14).

Les dégagements élevés de CO_2 au début de l'incubation (1^{ère} semaine) ont aussi été rapportés par plusieurs auteurs avec différents types de matière organique tels que les composts (14), le fumier (12) et la litière (4). Ceci pourrait être attribué en partie aux microorganismes zymogènes, connus pour leur prompt réponse aux apports de substrats riches en énergie. Cette phase de croissance correspondrait également à une dégradation intense des composés les moins stables, en particulier les glucides hydrosolubles et hydrolisables (7,12).

Après cette augmentation importante de production de CO_2 du fait de la croissance de la population de microorganismes responsables de la décomposition des molécules riches en énergie, la phase de décroissance progressive de dégagement de CO_2 pourrait s'expliquer par non seulement l'épuisement des composés facilement biodégradables, mais aussi par la présence de composés récalcitrants pouvant inhiber la croissance microbienne (9). L'apparition ultérieure de pics de minéralisation s'explique par la minéralisation de composés hydrosolubles, de celluloses,

de lignines et de produits néoformés.

La différence de teneur en phosphore total pourrait expliquer les différences en TMC des composts C3 et C4. En effet, la forte teneur en P du compost C4, consécutive à l'apport des phosphates naturels pendant le compostage, a induit un excédent de P nécessaire à l'assimilation du carbone et de l'azote par les microorganismes. En conséquence, ces derniers pourraient avoir synthétisé des enzymes (nitrogénase) pour minéraliser l'azote indispensable à l'utilisation du phosphore, plutôt qu'à se multiplier. Cette hypothèse est supportée par le dégagement de CO₂ et le TMC qui sont plus faibles avec le compost C3 qu'avec le compost C4 (Figure 3).

L'effet positif de l'addition d'azote sur la minéralisation du carbone a été rapporté par plusieurs auteurs, particulièrement lorsque des substrats organiques à C/N élevé sont incorporés dans des sols pauvres en azote (11). L'addition d'azote a stimulé le dégagement de CO₂ comparativement au traitement sans apport de cet élément, confirmant que dans les sols du Burkina Faso, l'azote est un facteur limitant pour la production agricole (1) et pour l'activité microbienne (5). Cet effet positif pourrait aussi s'expliquer par le fait que l'azote apporté ait réagi avec les polyphénols récalcitrants, neutralisant ainsi leurs effets inhibiteurs du processus de décomposition des composts (2).

L'addition d'azote a aussi induit une minéralisation plus importante du compost C4 (riche en P), comparativement au compost C3. Cette augmentation de l'activité microbienne confirme les résultats des travaux effectués au Burkina

Faso et ailleurs en Afrique sur le fait que le phosphore est également un facteur limitant dans la plupart des sols aussi bien pour la production (1) que l'activité biologique de ces sols (4).

Conclusion

La présente étude a montré la possibilité de produire des matières organiques non seulement de qualité, mais dans un délai de trois à quatre mois. Comparé au compost de pailles seules, celui produit en présence de phosphates naturels et de fumier a permis d'obtenir un compost à C/N= 21, à la limite de la maturité. Les teneurs en phosphore, en calcium et dans une moindre mesure en azote, ont été améliorées. Le fumier et l'inoculum Micro 110 employés en combinaison ont eu des effets positifs sur les teneurs en azote des composts et surtout sur l'accélération du processus de leur maturation. L'étude de l'aptitude à la biodégradation des composts, suite à leur incorporation dans le sol, a permis de mettre en évidence une augmentation de l'activité globale de la microflore totale du sol. Cette augmentation est fonction du type de compost et d'apport ou non d'azote.

Ces résultats devront permettre d'améliorer la qualité des composts qui sont produits en milieu paysan, depuis le lancement au Burkina Faso, de «l'Opération 2 000 000 de fosses fumières». Cela nécessitera cependant (i) une disponibilité des phosphates naturels dans toutes les zones de production agricole, (ii) une meilleure intégration agriculture-élevage pour rendre le fumier disponible pour la production des composts, (iii) la localisation des compostières à proximité d'une source d'eau.

Références bibliographiques

- Bationo A., Lompo F. & Koala S., 1998, Research on nutrient flows and balances in West Africa: state-of-the-art. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 71, 19-35.
- Berg B. & Matzner E., 1997, Effect of N deposition on decomposition of plant litter and soil organic matter in forest ecosystems, *Environ. Rev.* 5, 1-25.
- Calderon F.J., McCarty G.W., Van Kessel J.S. & Reeves III J.B., 2004, Carbon and nitrogen dynamics during incubation of manured soil, *Science Society of America Journal Soil*, 68, 1592-1599.
- Gnankambary Z., Bayala J., Malmer A., Nyberg G. & Hien V., 2007, Decomposition 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.
- Gnankambary Z., Ilstedt U., Nyberg G., Hien V. & Malmer A., 2008, Nitrogen and phosphorus limitation of soil microbial respiration in two tropical agroforestry parklands in the south-Sudanese zone of Burkina Faso: the effects of tree canopy and fertilization. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 350-359.
- Iuss, Isric, FAO, 2006, World reference base for soil resources, a framework for international classification, correlation and communication, 145 p.
- Kotto J.S., 1980, Contribution à l'étude de la biodégradation de différents types d'apports organiques dans un sol ferrallitique sableux; interférence sur les mécanismes d'agrégation, Thèse de Doctorat-Ingénieur, Université de Nancy, INPL, France, 133 p.
- Lompo F., 1989, Effet des phosphocomposts sur la dynamique du phosphore assimilable dans quatre sols du Burkina et sur la production de matière sèche du mil, Mémoire de DEA d'Ecologie Tropicale, Option Ecologie Végétale, FAST, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 94 p.
- Marstorp H., 1996, Interactions in microbial use of soluble plant components in soil. *Biology and Fertility of Soils (Historical Archive)*, 22, 45.
- Mustin M., 1987, Le compost: gestion de la matière organique, Paris, France, François Dubux, 1^{ère} édition, 954 p.
- Sakala W.D., Cadisch G. & Giller K.E., 2000, Interactions between residues of maize and pigeonpea and mineral N fertilizers during decomposition and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 32, 679-688.
- Sédogo P.M., 1993, Evolution des sols ferrugineux tropicaux lessivés: incidence des modes de gestion sur la fertilité, Thèse de Doctorat ès sciences, FAST, Université Nationale de Côte d'Ivoire, 285 p.
- Tardieux-Roche A., 1966, Contribution à l'étude des interactions entre phosphates naturels et microflore du sol. 1^{ère} et 2^{ème} parties, *Ann. Ago.* 17, (4), 403-471.
- Thuriès L., Pansu M., Larré-Larrouy M.-C. & Feller C., 2002, Biochemical composition and mineralization kinetics of organic inputs in a sandy soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 239-250.
- Walinga I., Vark W., Houba V.J.G. & Lee J.J., 1989, Soil and plant analysis, Part 7, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

F. Lompo, Burkinabè, Docteur d'Etat, Directeur Adjoint chargé des Programmes de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).

Email: lompoa1@yahoo.fr

Z. Segda, Burkinabè, Doctorat Unique en Sciences Biologiques Appliquées, Attaché de recherches, Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso. Email: zacharie.segda@messrs.gov.bf

Z. Gnankambary, Burkinabè, PhD, Enseignant à l'UFR SVT/SEA de l'Université de Ouagadougou, Burkina Faso. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso. Email: gnank_zach@hotmail.com

N. Ouandaogo, Burkinabè, Master of Science en ingénierie, Responsable technique du Laboratoire Sol-Eau-Plante du Département de Recherche Gestion des Ressources Naturelles / Système de Production. Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 04 BP 8645, Ouagadougou 04, Burkina Faso. Email: ouandaogo_noufou@yahoo.fr