

Compostage et qualité du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

E. Compaoré* & L.S. Nanéma

Keywords: Urban- Solid wastes- Composting- Maturity- Chemical elements- Heavy metals- Burkina Faso

Résumé

Une étude de compostage de déchets urbains solides a été conduite afin d'évaluer la qualité du compost de déchets. Des déchets solides de décharges publiques de la ville de Bobo-Dioulasso ont été collectés, triés, et mis en compostage dans des fosses avec le fumier, la paille et le phosphate naturel de Kodjari. Au cours du compostage, le pH a atteint 8,6; le taux d'humidité 68% et la température 65 °C avant de baisser puis se stabiliser respectivement à 7,1; 30% et 31 °C au terme du compostage. Les composts obtenus ont une fraction fine ≤ 2 mm importante, environ 65%. Ils contiennent des teneurs de carbone, de matière organique, d'azote, de phosphore et de potassium acceptables et des rapports C/N assez bas, par rapport aux normes internationales. Leurs teneurs en métaux lourds (Cu, Pb, Ni et Zn) sont assez élevées mais inférieures aux valeurs limites, avec une prédominance du Zn et du Pb. La qualité des composts est acceptable et est améliorée par l'ajout du phosphate de Kodjari.

Summary

Composting and Compost Quality of Urban Solid Wastes in Bobo-Dioulasso Town, Burkina Faso

A study of urban solid wastes composting was conducted to evaluate wastes compost quality. Wastes of municipal dumps of Bobo-Dioulasso have been collected, separated and composted with cow manure, grass and Kodjari phosphate rock. During composting the pH increased up to 8.6, the moisture up to 68% and the temperature up to 65 °C before decreasing and then stabilizing at 7.1; 30% and 31 °C respectively. Particle size distribution of composts showed that the fraction ≤ 2 mm is dominant, about 65%. The organic matter, C, N, P and K contents of the composts are acceptable but the C/N ratio was relatively low in comparison with international standard. The heavy metals (Cu, Pb, Ni and Zn) contents in composted urban wastes were relatively high with higher content of Zn and Pb. The compost obtained was of good quality and the addition of Kodjari phosphate rock enhanced this quality.

Introduction

Les sols du Burkina Faso sont insuffisamment pourvus en éléments nutritifs assimilables par les plantes (N, P, Ca, etc.) (6, 14). Ainsi, ils ne peuvent en l'état assurer une production agricole acceptable sans que des apports massifs d'engrais chimiques ou d'amendements organiques ne leur soient appliqués. Par ailleurs, l'urbanisation galopante engendre des déchets dans les grandes villes du Burkina Faso. Ces déchets s'amoncellent dans des décharges anarchiques malgré les efforts des municipalités à les résorber. Car les méthodes traditionnelles d'incinération et d'enfouissement n'arrivent plus à juguler les déchets produits. Les déchets ont des teneurs élevées en éléments nutritifs et en métaux lourds sous des formes et de disponibilité très variées. Ainsi, les éléments nutritifs contenus dans ces déchets sont de plus en plus recyclés comme fertilisant dans l'agriculture urbaine et périurbaine par les producteurs, le plus souvent en application directe car la proportion compostée reste faible. Les risques de pollution des sols et de la nappe phréatique et aussi de contamination de la chaîne alimentaire à long terme existent. Mais le compostage des déchets urbains

avant leur utilisation peut réduire significativement les problèmes de pollution. Car, il permet le tri de certains éléments indésirables et l'hygiénisation du compost produit, ce qui va limiter la contamination de l'environnement. Le compostage de déchets urbains est de plus en plus reconnu comme une méthode de gestion viable pour les débris organiques solides. Les composts produits présentent des teneurs élevées de matière organique et d'éléments nutritifs, N, P, K (8), contribuent à la nutrition des plantes (8, 12) et permettent l'augmentation significative des rendements des cultures (8). Le compostage est actuellement considéré comme une composante écologiquement durable dans un système de gestion intégrée des déchets et aurait à cet effet un triple avantage: l'assainissement de l'environnement urbain, la réduction des risques pour la santé et l'accroissement de la productivité agricole par le renouvellement des éléments nutritifs des sols. En dépit de ces aspects positifs, des études ont montré que le compostage n'est pas exempt de problèmes de pollution. En effet les composts de déchets urbains peuvent contenir des éléments indésirables tels que les métaux lourds

INERA, Station de Recherches Agricoles de Farako-Bâ, 01 B.P. 910, Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

Auteur correspondant: E. Compaoré Tél: (226) 20 98 23 29/ Fax: (226) 20 97 01 59; E-mail: ecompaorez@hotmail.com

Reçu le 11.03.10 et accepté pour publication le 20.10.10.

(plomb, mercure, cadmium, chrome...), les polluants organiques et les microorganismes pathogènes.

Cependant, la mise au point ou l'identification de techniques de compostage de déchets urbains et l'évaluation de la qualité des composts de déchets sont indispensables pour la fabrication de composts de qualité.

Cette étude a donc pour objet de tester le mode compostage aérobie en fosse, le mode le plus répandu et d'évaluer la qualité du compost de déchets dont les principaux critères d'évaluation sont la maturité, la présence d'impuretés, la teneur en éléments fertilisants et la concentration en métaux lourds et en contaminants organiques.

Matériel et méthodes

L'expérimentation a été conduite dans la station de recherche de Farako-Bâ, Burkina Faso située entre la longitude 04° 20 Ouest et la latitude 11° 06 Nord. La température minimale est de 10 °C et la maximale de 37 °C, l'évapotranspiration assez forte, varie en moyenne de 1700 mm à 1800 mm par an.

Matériel expérimental

Les déchets solides provenaient des dépôts sauvages de la ville de Bobo-Dioulasso. Le fumier a été ramassé dans l'étable de la station de Farako-Bâ. La paille a été prélevée dans la végétation naturelle de la dite station. Le phosphate naturel de Kodjari (PNK) a été extrait de la mine de Kodjari (Est du Burkina Faso). Il est difficilement soluble dans l'eau et contient 25% de P_2O_5 .

Méthode de compostage

La technique de compostage adoptée fut le compostage aérobie en fosses. C'est un processus de dégradation des déchets organiques en présence de l'oxygène de l'air. Les fosses ont été construites en ciment de capacité 4,5 m³ (longueur 2 m, largeur 1,5 m et profondeur 1,5 m) et à fond étanche (en béton) pour éviter les pertes des éléments solubles par lixiviation pendant l'arrosage. Chaque fosse reçoit 700 kg de déchets en couches successives à raison de 100 kg de déchets pour 12 kg de paille hachée, 3 kg de phosphate naturel de Kodjari (PNK) et 5 kg de fumier. Les traitements répétés 3 fois étaient les suivants:

T₀ - déchets solides seuls;

T₁ - déchets solides + PNK + fumier de ferme + paille;

T₂ - déchets solides + PNK + fumier de ferme.

Le contenu des fosses a été arrosé à 30% du poids des déchets soit environ 250 litres le 1^{er} jour et 200 litres le 3^{ème} jour. Cette quantité est réduite en fonction du taux d'humidité constaté. Le contenu des fosses a été retourné chaque semaine 5 fois et par la suite une fois par mois afin d'assurer une bonne aération et de permettre une fermentation aérobie.

Caractérisation physique et chimique du compost

- Le taux d'humidité du substrat a été mesuré en séchant une masse de compost frais (MF) pendant 48 heures à 70 °C à l'étuve. Après étuvage, la masse sèche (MS) est pesée. Le taux d'humidité a alors été exprimé en adoptant la formule suivante (13):

$$\text{Teneur en eau (\%)} = 100 \times \frac{MF \times MS}{MF}$$

- La température du substrat prise chaque semaine a été effectuée en fin de matinée grâce à un thermomètre métallique.

- Les composts séchés ont été fractionnés à l'aide de tamis de 10, 5 et 2 mm.

- Le pH (1: 2,5 H₂O), le carbone organique (Walkley-Black), l'azote total (Kjedhal), le phosphore total et le potassium total (attaque à l'acide perchlorique, 70%) et le phosphore assimilable (Bray-I) ont été déterminés.

- Les concentrations totales en métaux lourds ont été déterminées en minéralisant un échantillon de compost avec un mélange de HNO₃, HClO₄ et HF. Les résidus ont été repris avec du NO₃ et du HCl.

Résultats et discussion

Evolution de quelques paramètres physiques et chimiques des déchets solides au cours du compostage

Le processus de compostage est souvent divisé en 2 phases (3):

- une première phase ou phase active caractérisée par la disponibilité de matière organique facilement décomposable, une activité microbienne intense, des températures élevées, etc.

- une seconde phase ou stabilisation intervient lorsque les matières organiques facilement dégradables sont épuisées. Cette phase est caractérisée par un processus de minéralisation et d'humification lente.

Les résultats obtenus dans cette étude indiquent que les paramètres physico-chimiques des substrats tels que le pH, le taux d'humidité et la température ont évolué globalement au cours du compostage suivant ces deux phases.

Le pH

Le pH a augmenté au cours de la phase active (Figure 1). Dans le traitement T₁ (ordures ménagères + PKN + fumier + paille), il a augmenté progressivement de 6,5 à 8,6 au bout de la 5^{ème} semaine. Cette valeur est restée stable de la 5^{ème} à la 9^{ème} semaine, puis a diminué à 7,2 à la fin du compostage. Les traitements témoin (ordures ménagères seules) et T₂ (ordures ménagères + PKN + fumier de ferme), ont aussi évolué comme le T₁ mais, avec cependant, des valeurs relativement plus faibles. Apparemment cette augmentation du pH est due à la dégradation des acides gras à chaînes courtes et à la libération d'ammoniac dans le processus d'ammonification suite à la dégradation des acides organiques (9). La stabilisation du pH à

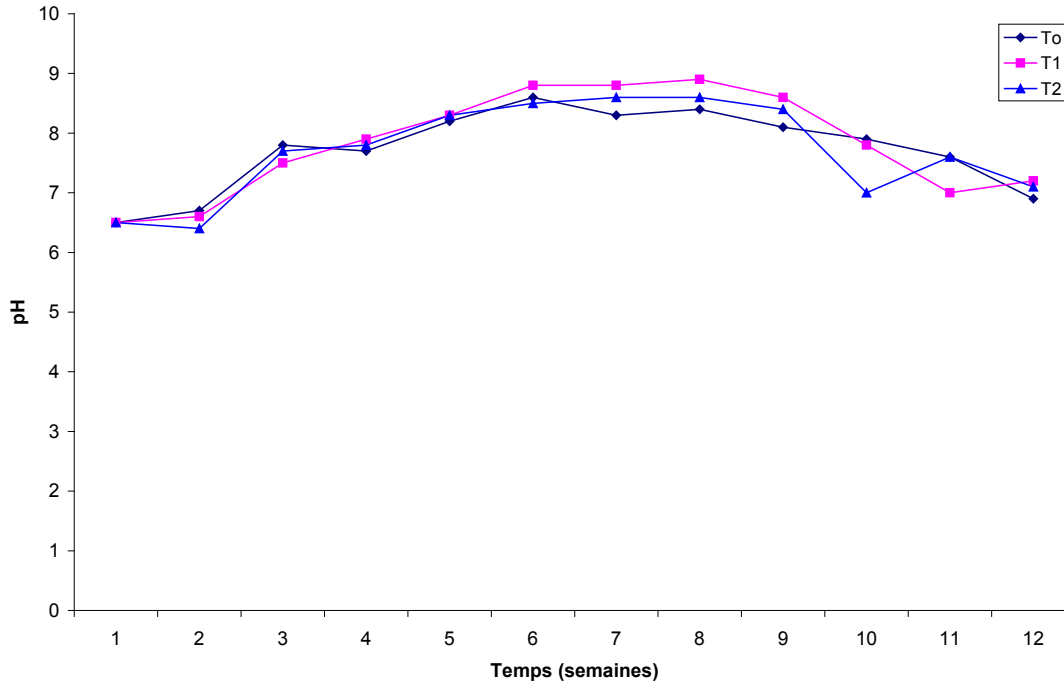


Figure 1: Evolution du pH durant le compostage.

la fin du processus est attribuée à l’oxydation de l’ammonium par les bactéries et la précipitation du carbonate de calcium (1). La composition du substrat de départ influence aussi l’évolution du pH au cours du compostage d’où la légère différence entre les traitements.

Le taux d’humidité

Les courbes du taux d’humidité connaissent également deux phases (Figure 2), une première phase très courte d’augmentation du taux d’humidité suivi d’une phase plus longue de baisse et de stabilisation. Le taux d’humidité a augmenté jusqu’à 68% dans le traitement T₁ à la deuxième semaine avant de baisser progressivement jusqu’à la 6^{ème} semaine et se stabiliser. A partir de cette période, il est resté constant jusqu’à la

12^{ème} semaine. A la fin du compostage, le taux d’humidité était de 30%. Les traitements T₀ et T₂ ont présenté les mêmes tendances, avec des valeurs presque similaires au T₁. Les fluctuations du taux d’humidité observées pourraient être dues d’une part à la présence des microorganismes aérobies et d’autre part à l’hétérogénéité et à la qualité des substrats originaux (paille, fumier, déchets). En effet, par leur respiration, les microorganismes vont épuiser l’oxygène de la masse en compostage et rendre le milieu anaérobie d’où une élévation de température. Le taux d’humidité aurait alors tendance à diminuer sous l’action conjuguée de la montée de température et l’aération due au retournement qui entraîne des pertes d’eau sous forme de vapeur (9). Le taux d’humidité plus élevé dans le traitement T₁ est probablement dû à la présence de la paille.

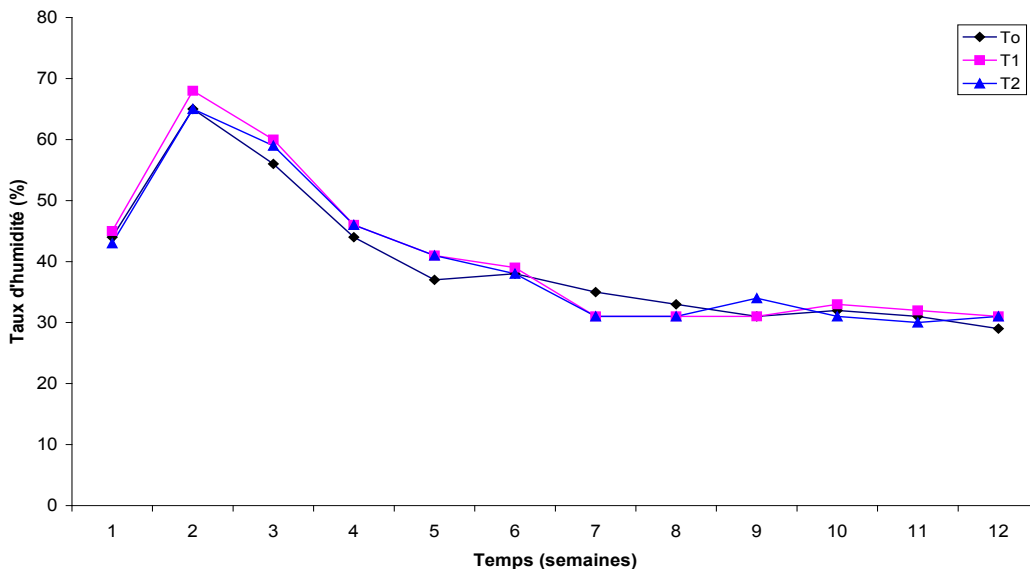


Figure 2: Evolution du taux d’humidité durant le compostage.

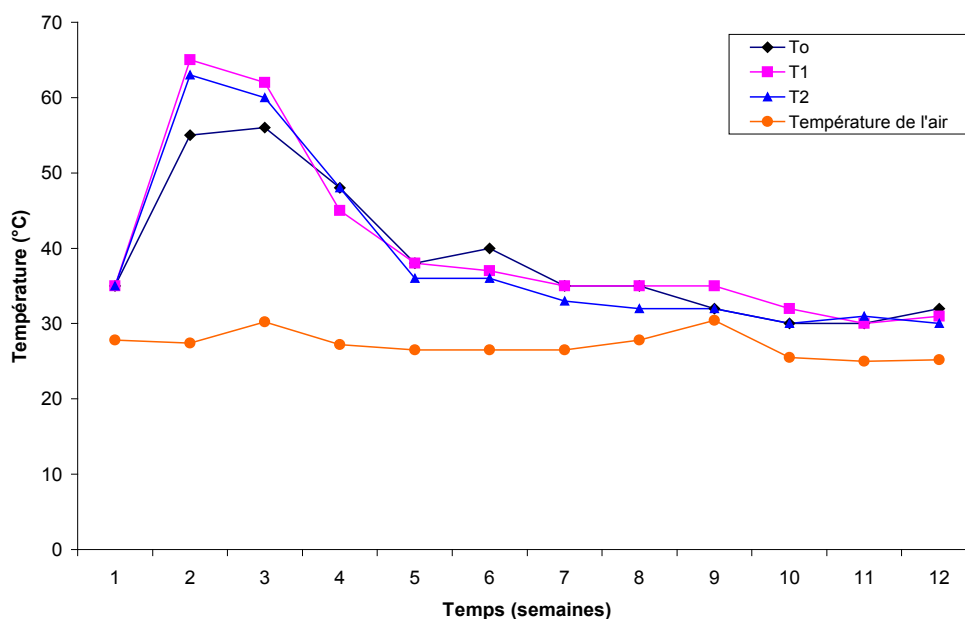


Figure 3: Evolution de la température durant le compostage.

La température

Tous les traitements ont atteint rapidement des températures ≥ 55 °C dès la première semaine de décomposition et maintenues pendant au moins une dizaine de jours avec un maximum de 65 °C dans le traitement T₁ (Figure 3). Ces températures élevées pourraient entraîner la réduction des pathogènes et l'élimination des graines d'adventices (15). Les températures élevées caractérisent les processus de compostage aérobie et sont les indicateurs d'une activité microbienne importante. La chaleur générée accélère la décomposition des protéines, des graisses et des sucres complexes telles la cellulose et l'hémicellulose et réduit la durée du processus. L'élévation de la température au début du compostage serait due à la forte activité microbienne induite par la présence de matières organiques facilement biodégradables (17). A cette phase thermophile a succédé une phase (phase de maturation) au cours de laquelle la température dans tous les traitements s'est abaissée progressivement jusqu'à la 6^{ème} semaine où elle s'est stabilisée à une température inférieure à 40 °C. Au bout de 90 jours de compostage les températures avaient des valeurs stables et se rapprochèrent de la température ambiante. Cette baisse de température peut être expliquée par un ralentissement de l'activité des microorganismes dû à l'épuisement des matières organiques facilement dégradables (13).

Presque tous ces trois paramètres caractéristiques du compostage sont compris dans les fourchettes normales et se sont tous stabilisés bien avant la fin du processus de compostage ce qui dénote d'une décomposition des substrats et une bonne maturation du compost.

Qualité des composts de déchets urbains solides

La qualité du compost est souvent identifiée comme un des problèmes les plus importants de son utilisation comme amendement. Les principaux critères de

qualité des composts testés ont été: la maturité, les impuretés, les teneurs en éléments minéraux et en éléments traces.

-La maturité

La maturité du compost est une importante caractéristique à considérer pour l'évaluation de sa qualité. Les méthodes d'évaluation de la maturité du compost sont nombreuses, car il est impossible de trouver un seul test qui puisse valablement évaluer ce critère. L'utilisation de plusieurs indicateurs tels que le rapport C/N, le test de germination, la croissance des plantes etc., s'avère nécessaire. Le rapport C/N contrôle l'équilibre microbiologique du sol. C'est le paramètre le plus communément mesuré pour évaluer la maturité d'un compost. Il a été établi qu'un rapport C/N voisin de 10-15 correspond à un compost mature (10). Les rapports C/N déterminés dans cette étude variaient de 10,5 à 13,8 et montrent ainsi que ces composts étaient presque minéralisés. Des tests de germination et de croissance du maïs et de l'arachide effectués avec les composts étudiés ont donné des résultats probants (11). Ce qui confirme que les composts produits étaient mûrs.

-La granulométrie

Les valeurs moyennes des différentes fractions > 10 mm, 5-10 mm, 2-5 mm et ≤ 2 sont respectivement de 10, 11, 13 et 65% (Tableau 1). Ainsi les particules

Fractions	T ₀	T ₁	%	T ₂	Moyenne
> 10 mm	9,3	11,6		10,5	10,5
5 - 10 mm	9,3	13,1		11,8	11,4
2 - 5 mm	13,3	13,7		12,3	13,1
≤ 2 mm	67,9	61,4		65,2	64,8

T₀= déchets solides seuls, T₁= déchets solides + PNK + fumier de ferme + paille, T₂= déchets solides + PNK + fumier de ferme.

dont la taille est inférieure ou égale à 2 mm constituent la proportion la plus importante quelque soit le traitement.

Les composts présentait une structure dont les particules sont plus petites et assez homogènes, et dont la texture se rapproche de celle d'un sol. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par plusieurs auteurs dont Soudi (13) et Charnay (4). Le fort taux d'éléments fins du compost pourrait s'expliquer par le processus de décomposition-dégradation au cours du compostage et les teneurs élevées en éléments fins des déchets. Les fortes proportions des éléments fins témoignent d'une bonne qualité des composts bien que les refus avoisinent les 10%. Car les normes internationales (AFNOR) d'appréciation des substances organiques qualifient de très riches les composts dont les particules fines (< 10 mm) sont supérieures à 60% et ayant moins de 5% d'éléments indésirables.

- Les teneurs en éléments chimiques

Les teneurs en matière organique, carbone, azote, phosphore et potassium sont acceptables et les rapports C/N sont faibles par rapport aux normes internationales (Tableau 2). Les apports de phosphate naturel et de paille ont entraîné un accroissement des teneurs en P et C. Par exemple, le P assimilable (Pass) a été multiplié par 4,8 fois rapport au témoin. Les teneurs en éléments chimiques déterminées sont comparables à celles obtenues par Guene (7) à Ouagadougou, et légèrement plus faibles que celles déterminées par Waas (16) dans cette même ville. Selon la norme FAO, les composts fabriqués ont des teneurs faibles en matière organique, en azote et un rapport C/N bas, mais des teneurs élevées en Pt et K (Tableau 2).

Cependant, comparativement à la norme AFNOR, les composts ont des teneurs relativement élevées en matière organique, en azote, en P et K, mais avec des rapports C/N relativement faibles (Tableau 2). Ces faibles rapports de C/N peuvent s'expliquer entre autre par la nature du substrat organique utilisé dont le rapport C/N était faible (20,5) et la forte proportion en terre contenue dans les ordures (18).

Les teneurs en éléments minéraux des composts sont liées à la nature des déchets. En effet, la valeur

fertilisante du compost des déchets urbains solides est tributaire de la teneur initiale en éléments majeurs des déchets (13). L'adjonction de la paille au niveau du traitement T₁ pourrait expliquer la plus forte teneur en carbone dans ce traitement. Les traitements T₁ et T₂ ont des teneurs élevées en Pt et Pass. Cela pourrait provenir de l'ajout du phosphate naturel de Kodjari dans le substrat. En effet, l'apport de phosphate naturel accroît davantage les teneurs de Pt et de Pass et ce, dû à l'action des anions organiques (citrates et oxalates) provenant de la décomposition de la matière organique (5). Les composts de déchets urbains étudiés ont des teneurs en éléments fertilisants acceptables et peuvent alors être utilisés comme fertilisants.

- Les teneurs en métaux lourds

Les moyennes des concentrations de Zn, Ni, Pb et Cu sont respectivement de 130; 13,7; 37,5 et 15 mg.kg⁻¹ (Tableau 3). Elles sont relativement importantes, mais restent en dessous des valeurs limites des normes française et suisse (Tableau 3).

Les teneurs en métaux lourds des composts sont comparables à celles obtenues par Guene (7) dans les déchets solides de Ouagadougou. Mais elles sont élevées par rapport à celles obtenues par Wass (16) dans cette même ville. Ces différences observées pourraient être dues d'une part, à la nature des déchets et d'autre part, à la technique de compostage et aux méthodes d'analyse. Les teneurs en métaux lourds des composts sont inférieures à celles déterminées dans les déchets bruts utilisés pour le compostage (18). Cette baisse des teneurs en métaux serait probablement due à la séparation des matières indésirables avant le processus de compostage (2). Le compostage a donc entraîné une réduction des teneurs en métaux lourds du compost. Les teneurs en métaux des composts sont relativement importantes bien qu'elles soient inférieures aux valeurs limites. Ainsi, il y a lieu de craindre des risques d'accumulation de ces éléments traces suite à un épandage régulier de compost dans les champs du fait de leur temps de demie vie long (Tableau 3).

Conclusion

La présente étude a été conduite en vue de contribuer à une meilleure connaissance du compostage des

Tableau 2
Caractéristiques chimiques des composts de déchets

Caractéristiques chimiques	T0	T1	T2	Moyenne	Norme FAO	Norme AFNOR
pH	7,3	7,0	6,8	7,0		
C (%)	4,07	6,76	5,33	5,4		
MO (%)	7,01	11,65	9,18	9,3	10 - 30	> 5
N (%)	0,36	0,49	0,51	0,5	0,4 - 0,5	> 0,25
C/N	11,30	13,79	10,45	11,8	15 - 20	< 20
Pt (mg P. kg ⁻¹)	1031,0	4571,4	5283,8	3628,7		
Pass (mg P. kg ⁻¹)	27,6	112,8	132,9	91,1		
Kt (%)	1,26	1,06	1,02		0,4 - 2,3	> 1

Tableau 3
Teneur en métaux lourds des composts

Métal	T0	T1	T2	Moyenne	Normes Françaises	Normes suisses	Temps de demi-vie dans le sol
	mg kg ⁻¹						années
Zn	137,5	122,5	130	130	300	400	2100
Ni	12,5	15	13,5	13,7	50	30	1700
Pb	37,5	32,5	42,5	37,5	100	120	860
Cu	14,5	17,5	13,0	15,0	100	100	2300

déchets urbains solides et de caractériser la qualité du compost de déchets. Le compost obtenu présente des teneurs en métaux lourds largement inférieurs à la norme française et suisse. Cependant, l'utilisation de ce produit doit être contrôlée et réglementée dans la mesure où les métaux lourds peuvent s'accumuler dans le sol et peut à long terme passer dans la chaîne alimentaire ou polluer la nappe phréatique. Le compostage de déchets urbains permet ainsi d'obtenir de composts de qualité pour la fertilisation. Mais le processus de compostage s'avère quelque peu exigeant (coût et technique). Il importe alors de trouver des techniques simples et pratiques capables de minimiser ces obstacles.

D'après les résultats de cette étude, il est avéré que le compost obtenu avec un mélange de paille, de fumier de ferme et du phosphate de Kodjari a une qualité supérieure à celle obtenue dans le cas d'ordure seule

ou avec le fumier. Cette technique constitue par ailleurs une voie d'utilisation du phosphate de Kodjari.

Les résultats auxquels nous sommes parvenus montrent l'intérêt du compostage des déchets. Ainsi, la filière de traitement des déchets par compostage présente un grand intérêt pour les pays en développement et particulièrement pour le Burkina Faso du fait de la nature organique des ordures et particulièrement du fait du grand besoin de matière organique de ses sols.

Remerciements

Cette étude a été financée par la coopération française au Burkina Faso à travers le Fonds de Solidarité Prioritaire (FSP), Appui au Développement de la Recherche au Burkina Faso. Les auteurs tiennent à remercier le Dr Ouangré et Monsieur O. Amoro pour leur appui technique efficace.

Références bibliographiques

- Beck-Friis B., Smars S., Jonsson H., Ekland Y. & Kirchmann H., 2003, Composting of source-separated household organics at different oxygen levels: gaining and understanding of the emission dynamics. *Compost. Sci. Util.* 1, 41-50.
- Bidlingmaier W., Sidaine J.M. & Papadimitriou E.K., 2004, Separate collection and biological waste treatment in the European Community. *Environmental Science & Bio/Technology*, 3, 307-320.
- Brewer L. & Sullivan D.M., 2003, Maturity and stability evaluation of composted yard trimmings. *Compost. Sci. Util.* 2, 96-112.
- 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), 448 p.
- Compaoré E., Frossard E., Fardeau J.C., Morel J.L. & Sédogo M.P., 2000, Efficacité d'un phosphate naturel de Kodjari, de son dérivé partiellement acidifié et d'un compost estimé par la méthode des cinétiques d'échange isotopique. *Science et Technique*, 24, 1, 67-81.
- Compaoré E., Frossard E., Fardeau J.C., Sinaj S., Morel J.L., 2003, Influence of land-use management on isotopically exchangeable phosphate in soils from Burkina Faso. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 34, 1 & 2, 201-223.
- Guene O., 1995, Compostage artisanal intégré à la gestion des ordures ménagères, données de terrain et outils de diffusion, CREPA, Ouagadougou (Burkina Faso), 68 p.
- Hue N.V., Ikwa H. & Silva J.A., 1994, Increasing plant-available phosphorus in an ultisol with a yard-waste compost. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25, 19 & 20, 3291-3303.
- Mustin M., 1997, Le compost: gestion de la matière organique, ed François Dubusc, 954 p.
- Nanéma S.L., 2007, Compostage et évaluation de l'efficacité agronomique du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, mémoire d'ingénieur, IPR/IFRA, Katiébougou (Mali), 67 p.
- Namkoong W., Hwang E.Y., Cheong J.G. & Choi J.Y., 1999, A comparative evaluation of maturity parameters for food waste composting. *Compost. Sci. Util.* 7, 55-62.
- Sims J.T., 1990, Nitrogen mineralization and elemental availability in soils amended with composted sewage sludge. *J. Environ. Qual.* 19, 669-675.
- Soudi B., 2001, Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost: cas des petites et moyennes communes au Maroc, ed Actes, 104 p.
- Stoorvogel J.J., Smaling E.M.A. & Jansen B.H., 1993, Calculating soil nutrient balances at different scale. I. Supra-national scale. *Fert. Res.* 35, 227-235.
- Tognetti C., Mazzarino M.J. & Laos F., 2007, Cocomposting biosolids and municipal organic waste: effects of process management on stabilization and quality. *Biol. Fertil. Soils*, 43, 387-397.
- Waas E., 1996, Valorisation des déchets organiques dans les quartiers populaires des villes africaines, SKAT centre de coopération suisse pour la technologie et le management, 143 p.
- Waksman S.A., Cordon T.C. & Hulpoi N., 1983, Influence of temperature upon the microbiological population and process in composts of stable manure. *Soil Sci.* 12, 11-15.
- Yé L., 2007, Caractérisation des déchets urbains solides utilisables en agriculture urbaine et périurbaine: cas de Bobo-Dioulasso, mémoire de DEA, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso), 48 p.

E. Compaoré, Burkinabè, Ingénieur Agronome de l'Institut Supérieur Polytechnique de Ouagadougou, 1986. DEA, Institut National Polytechnique de Lorraine (France), 1993. Docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine (France), 1996. Chargé de Recherche (Chimie et Fertilité des sols et Environnement), depuis juillet 2002. Coordonnateur du Programme National de recherche sur les Olé- Protéagineux au CRREA Ouest, Station de recherche de Farako-Bâ, Bobo-Dioulasso, depuis juin 1998. INERA/CNRST 01 BP 910, Bobo-Dioulasso 01; Tel: (226) 20 98 23 29 Fax: (226) 20 97 01 59

S.L. Nanéma, Burkinabè, Ingénieur Agronome de l'IPR/IFRA, Katiébougou (Mali), 2007. Ingénieur Agronome au Bureau National des Sols (BUNASOL), depuis février 2008. Bureau National des Sols (BUNASOL), 03 BP 7142, Ouagadougou 03. Tel: 50-36-18-85/89