



<http://www.remise.ma>

Etude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers

Benaissa ATTRASSI¹, Drissia KRIMOU¹ et Loubna MRABET¹

1 : Equipe de microbiologie appliquée- Laboratoire de Biologie et Santé, Faculté des Sciences de l'Université Ibn Tofail, BP. 133 - Kenitra 14000 Maroc E. mail: atarassi@hotmail.com

Résumé

Le présent travail s'inscrit dans le contexte de la gestion et de la valorisation des déchets solides urbains. L'évolution des paramètres physicochimiques et microbiologiques au cours du compostage d'une tonne d'ordures ménagères de la ville de Kenitra a été déterminée. La maturité du processus et la valeur agronomique du produit fini ont été examinés.

Initialement, les déchets collectés présentent une composition en matière fermentescible de 72,20%. Sous conditions naturelles, et pour un tas de déchets fermentescibles d'une tonne construite sur 2 m de diamètre et 1 m de hauteur, une humidité fixée par arrosage entre 30 et 50%, une oxygénation maintenue par retournement, le compost mur obtenu présente un rapport $\frac{C}{N} = 7$. Au terme du compostage, les analyses microbiologiques montrent une absence totale des germes indicateurs de contamination fécale (CF) et des germes pathogènes. Les essais de phytotoxicité menés sur des cultures de blé et de la tomate, révèlent que l'incorporation de 25% du compost au support de culture permet un taux de germination allant jusqu'à 85,71% (contre 80,94% pour le témoin) pour la variété du blé Amjad. Dans le cas de la tomate (variété Compbella), nous avons enregistré un taux de germination de l'ordre de 62,42% contre 61,90% pour le témoin.

Mots clés : déchets urbains, compost, valorisation, analyses physicochimiques, analyses microbiologiques, tests de maturité.

Introduction

Le développement des activités humaines et industrielles concourt certainement à l'augmentation de la production des déchets qui peuvent avoir des impacts néfastes sur la santé humaine directement ou indirectement (pollution des eaux). La gestion de ces déchets et leur élimination devient une obligation. Par ailleurs, le recyclage des déchets urbains, après compostage, est actuellement considéré comme une des composantes du développement durable (Basalo, 1974 ; Golueke, 1977 et 1979). L'introduction du compost mûr dans le sol est une solution pour le maintien de la matière organique dans le sol (Tietjen, 1975). Le compost est, en effet, un produit riche en matières organiques et en composés minéraux, capable d'améliorer la fertilité du sol.

L'objectif de ce travail consiste à étudier, sous conditions naturelles, les propriétés chimiques, physiques et microbiologiques des déchets ménagères de la ville de Kénitra au cours du compostage et à évaluer la valeur agronomique du produit fini.

Matériel et méthodes

- Origine et caractérisation des déchets

Cette étude a porté sur un échantillon de 2 tonnes des déchets urbains en provenance de la ville de Kenitra. Les déchets collectés ont subi d'abord un prétraitement (trilage, criblage et broyage) qui vise à homogénéiser, affiner et humidifier le produit destiné à la fermentation.

La composition des déchets collectés figure dans le tableau I.

Tableau I : Composition des déchets ménagers bruts de la ville de Kenitra

Constituant	Teneur en %
Matières fermentescibles	72,2
Plastique	18,2
Verre	1,8
Métaux	4,7
Divers (bois, etc...)	2,7

- Conditions de compostage

La technique adoptée à cet effet est celle du compostage en tas. Elle consiste à mélanger les matières à composter et à les disposer en tas de 2 m de diamètre et 1 m de hauteur. Il est ensuite retourné de manière périodique afin d'assurer une bonne aération et permettre une fermentation aérobique. Ainsi, après la mise en place du tas, des retournements ont été effectués au 1^{er}, 2^{ème}, 4^{ème}, 8^{ème} et 16^{ème} jours, puis chaque mois jusqu'à l'obtention du compost mûr qui a été disposé au bout de 3 mois.

- Préparation des échantillons pour analyses

Un échantillon de 0,5 Kg est prélevé dans des sacs stériles à chaque retournement, 3 fois à différents niveaux du tas de manière à obtenir un prototype aussi représentatif que possible.

- Analyses physicochimiques

La température est mesurée par thermomètre sonde. Le pH est déterminé dans le surnageant d'une solution de compost dilué au 1/5 (10 g d'échantillon dans 40 ml d'eau) dans l'eau distillée après une heure d'agitation. L'humidité est déterminée par la teneur en eau selon la formule suivante :

$$PF = 100 \times \frac{MF - MS}{MF}$$

PF : poids frais en g ; MF : matière fraîche en g et MS ; matière sèche en g (déterminée après séchage de la matière à 65°C jusqu'à obtention d'un poids constant).

La teneur en azote est déterminée par la méthode Kjeldahl (Bremner, 1965) et la teneur en carbone est dosée par voie humide (Anne, 1945).

- Analyses microbiologiques

Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT), des coliformes totaux (CT), des coliformes fécaux (FC) et des champignons, a été réalisé selon la méthode du nombre le plus probable (NPP) (Rodier, 1996). Les milieux utilisés et les conditions d'incubation sont: pour la FMAT; bouillon nutritif (incubé à 35°C), pour les CT; bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (incubé à 35°C) et pour les CF; bouillon lactosé bilié au vert brillant et l'eau peptonée exempt d'indole (incubé à 44°C). La numération des champignons a été réalisée sur milieu solide (PDA).

- Test de phytotoxicité

Il est basé sur le pouvoir germinatif des graines de deux cultures (blé et tomate) en présence du compost. Ces tests consistent à semer un même nombre de graines (15 graines) dans des pots contenant du sable seul, compost seul ou sable additionné de 25 à 75% du compost et à raison de 6 pots par catégorie. Après 10 jours d'incubation à 25°C, la maturité du compost a été évaluée suivant le pourcentage de germination par rapport au témoin.

Résultats et discussion

- Evolution des paramètres physico-chimiques au cours de compostage

Les résultats enregistrés sur la figure 1 révèlent que la température du compost augmente très vite pendant le début de la première semaine, puis lentement pour atteindre 70°C à la fin de la deuxième semaine. A cette phase thermophile, la température baisse rapidement puis lentement pour rester aux alentours de 40°C à partir de la 3^{ème} semaine. C'est la phase de maturation.

Ces résultats suggèrent que l'élévation de la température au début du compostage est liée à la présence de la matière organique facilement biodégradable ce qui entraîne une forte activité microbienne est par conséquent une montée rapide de la température (Waksman et al., 1939). Au cours des phases suivantes reste plus ou moins stable (30 à 40°C).

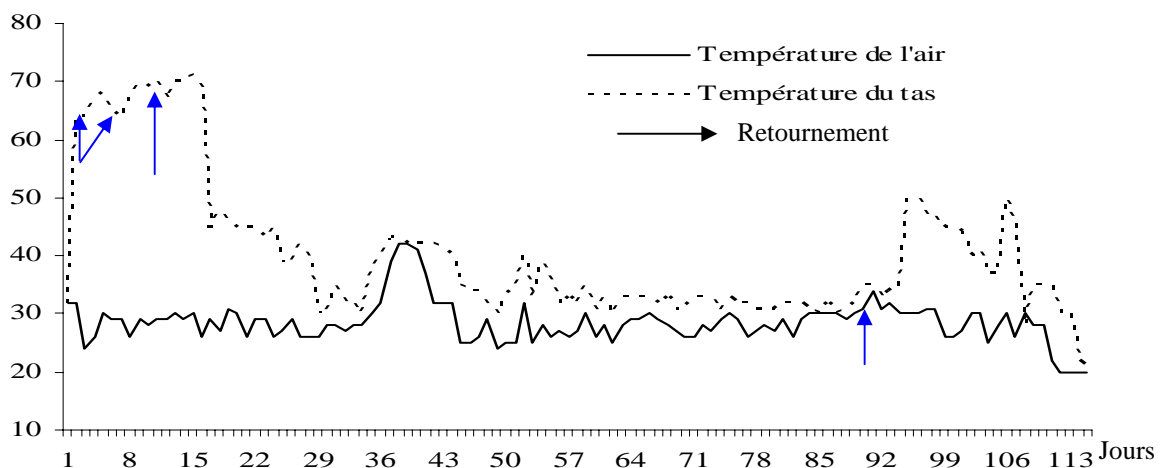


Figure 1 : Evolution de la température durant la période du compostage

Pour l'évolution du pH, on observe sur la figure 2 que pendant les trois premières semaines, le pH est légèrement acide (environ 6,5). Au cours du processus, le pH augmente progressivement pour devenir neutre puis basique à partir de la 5^{ème} semaine; c'est-à-dire pendant la maturité.

Nos résultats montrent une forte activité microbienne pendant les 2 premières semaines; expliquée par la montée de la température jusqu'à 70°C et un pH acide. Ceci concorde avec les observations de Morel et al. (1986) selon lesquels le pH des déchets urbains est compris entre 5 et 9. Par ailleurs, Bertoldie et al. (1983), ont attribué l'acidification du compost à la production anaérobie d'acides organiques ce qui conforte nos constatations. Ces acides sont ensuite dégradés entraînant une alcalinisation du compost,

L'humidité (figure 3), au cours du compostage baisse durant les premiers jours; l'évaporation de l'eau provoque son assèchement. L'humidité est réajustée aux environs de 40% par arrosage afin de maintenir les conditions favorables au déroulement du processus du compostage.

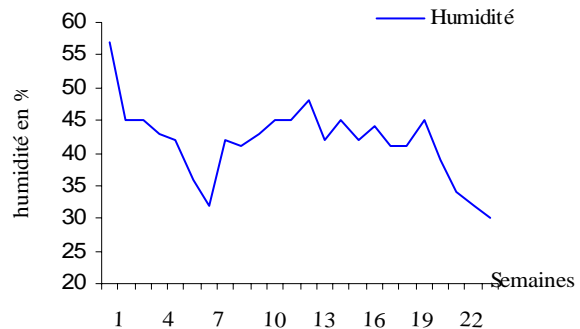
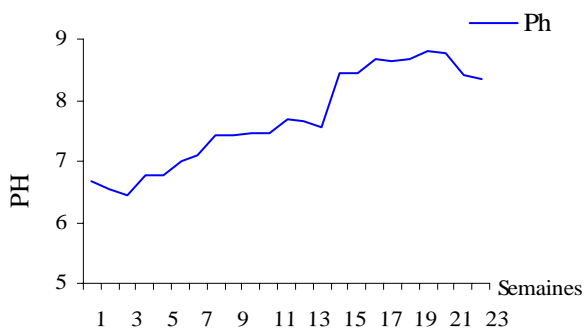


Figure 2 : Evolution du pH au cours du compostage

Figure 3 : Evolution de l'humidité au cours du compostage

Par ailleurs, le rapport carbone sur azote, d'une valeur de 7, montre que les déchets ménagers sont riches en azote.

- Evolution des paramètres microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques (Figure 4) montrent que la teneur moyenne de la flore mésophile aérobie totale et celle des champignons (Figure 4A) ne semblent pas être trop influencées au cours du compostage; les valeurs de la FMAT oscillent entre $3,5 \times 10^{11}$ germes/g et $1,4 \times 10^{16}$ germes/g (figure 4A), celles des champignons varient entre $3,1 \times 10^7$ germes/g et $2,3 \times 10^9$ germes/g (figure 4B). Cependant, le taux des coliformes totaux (Figure 4C) et fécaux (Figure 4D) enregistre une nette diminution durant les 4 premières semaines jusqu'à un minimum de $9,5 \times 10^2$ germes/g et $0,9 \times 10^2$ germes/g respectivement. Une reprise de l'augmentation progressive des taux moyens s'observe lors du dernier retournement. Ceci pourrait être expliqué par la saturation en oxygène et la présence de la matière organique fermentescible résiduelle. A la fin de la maturation on assiste à la disparition complète des coliformes fécaux (Figure 4D).

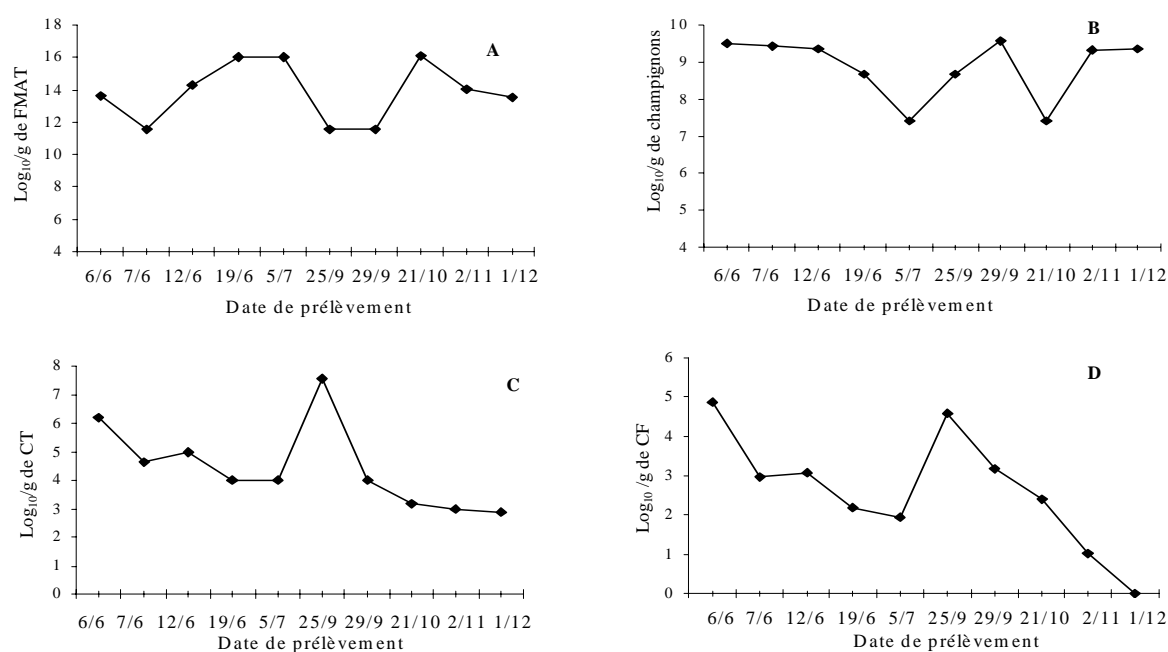


Figure 4 : Evolution de la charge microbienne des déchets urbains au cours du compostage

A : FMAT, **B :** champignons, **C :** coliformes totaux et **D:** coliformes fécaux.

- Test de maturité de compost

Les tests de maturité bactériologiques, mycologiques, du rapport C/N ne permettent pas toujours de se rendre compte de la maturité d'un compost. Ceci nous a conduits à entreprendre des tests biologiques, basés sur des essais de germination sur le compost pur ou mélangé au sol. Les résultats de ces analyses sont reportés dans le tableau II.

Tableau II : Test de germination de deux variétés de blés et de tomate sur compost pur ou mélangé au sol. (90 graines par essai)

	Variétés	Taux de germination			
		Sable (témoin)	Sable + 1/3 de compost	Sable + 2/3 de compost	Compost (100%)
Blé	Tarik	80,94 ± 5,15	85,71 ± 3,67	75,31 ± 6,21	63,80 ± 10,32
Tomate	Compbella	61,9 ± 4,34	62,42 ± 4,54	45,23 ± 8,32	40,98 ± 15,56

Ces résultats montrent que l'incorporation d'une dose de 33% du compost au sol permet un taux de germination de 85,71% pour la variété TARIK et 62,42% pour la tomate. En revanche, les cultures sur un substrat contenant 66 à 100% du compost sont plutôt réprimées. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par De Hann (1981) et Abad Berjon et *al.* (1997) qui ont signalé que l'effet dépressif du compost est lié aux caractéristiques des composts et leurs maturités.

Conclusion

L'évolution des ordures ménagères au cours du compostage conduit à des modifications importantes de leur composition. Cette évolution conduit à une stabilisation du produit fini que l'on peut valoriser en agriculture. Par ailleurs, les résultats obtenus à travers les essais agronomiques ont montré que le compost des ordures ménagères peut être considéré comme un amendement organique qui permet d'améliorer les propriétés physiques et chimiques des sols et par conséquent les rendements de cultures.

Références bibliographiques

- Abad Berjon M., climent Morato M.D., Aragon Revuelta P., et Camarero Simon A. (1997). The influence of solid Urban Waste compost and nitrogen –mineral fertilizer on growth and productivity in Potatoes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 28:1653-1661.
- Anne P. (1945) Dosage rapide du carbone organique des sols. *Ann. Agron*, 161-172.
- Basalo C. (1974) Les ordures ménagères en agriculture. *T.S.M. Eau*, 69, 15-23.
- Basalo C. (1978) Le traitement des ordures ménagères. *Génie rural*, 11, 26-28.
- Bremner J. M. (1965) Total nitrogen, inorganic forms of nitrogen. In "Methods of soil analysis", Agronomy, 9 (2), 1149-1237, C. A. Black, D.D. Evans, J. L. White, L.E. Ensminger, F. E. Clark eds, Am. Soc. Agron., Madison (Wisconsin), 771-1572.
- De Bertoldi M., Vallini G., et Pera A. (1983) The biology of composting: a review *Waste Management & Research*, 1:157-176.
- De Hann S. (1981) Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the Institute for Soil Fertility at Haren/ Gorningen, the Netherlands. *Neth. J. agric. Sci*, 29: 49-61.
- Golueke C. G. (1977) The biological approach to solid Waste management. *Compost Sci.*, 18, 4-9.
- Golueke C. G. (1979) Composting: an review of rationale, principles and public health. *Compost Sci.*, 17, 11-15.
- Morel J. L., Guckert A., Nicolardot B., Benistant D., Catroux G. et Germon J.C. (1986) Etude de l'évolution des caractéristiques physico –chimiques et de la stabilité biologique des ordures ménagères au cours du compostage. *Agronomie*, 6 :693-701.
- Rodier J. (1996) L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer : physico- chimie, bactériologique et biologie. Ed .Dunod, 8^{ème} Ed, 1432p.

Tiejen C. (1975). The potential of composting in developing countries. *Compost Sci.*, 16, 6-7

Waksman S.A., Cordon T.C. et Hulpoi N. (1939) Influence of température Upon the microbiological population and decomposition processes in composts of stable manure. *Soil Sci.* 3, 15-22.