

# Etude des caractéristiques physico-chimiques et contribution à la valorisation agronomique du compost des ordures ménagères

Jawad AOUN, Dunia BOUAOUN

Université Libanaise - Faculté des Sciences (II) - Département de chimie - BP 90656 - Jedeidet-el-Metrn - FANAR - Liban

Pour toute correspondance : aounjawad@hotmail.com

## Résumé

La production des déchets urbains est une source majeure de pollution qui pose des problèmes au niveau environnemental et sanitaire.

Les ordures ménagères peuvent être traitées par compostage et le refus éliminé, soit par incinération soit par recyclage des co-produits. La fermentation aérobie des ordures ménagères entraîne l'obtention d'un amendement organique indispensable à l'amélioration de la qualité des sols. L'objectif de cette étude est de suivre la qualité du compost produit. Le suivi des paramètres de fonctionnement au cours des étapes de fermentation et de la maturation permet une estimation de sa valeur agronomique et de la contamination éventuelle des plantes par les métaux lourds.

L'évaluation de l'impact du compost en agriculture a été effectuée sur deux variétés de cultures et avec deux types de sols agricoles qui ont été mélangés à des proportions variables du compost.

Le produit obtenu est classé comme un compost « moyen ». De même, le taux de 25 % du compost urbain est le plus bénéfique et n'engendre pas d'effets néfastes et toxiques pour la culture. L'utilisation d'une dose dépassant cette valeur peut ralentir le développement des végétaux et augmenter la teneur en métaux lourds dans les feuilles et les fruits.

**Mots clés :** déchets urbains, compostage, amendement organique, fermentation aérobie, maturation, valeur agronomique.

## Introduction

Les déchets sont à la fois une source de nuisances pour l'environnement et un gisement important pour la récupération des matières premières. La valorisation des déchets reste le moyen le plus intéressant pour préserver la qualité de l'environnement. Les filières de récupération et de valorisation sont multiples pour une meilleure gestion des déchets.

Les procédés de traitement des déchets ménagers contribuent largement à la réduction des nuisances et de leur impact sur l'environnement (Debray, 2002). Le compostage des ordures ménagères est le plus répandu car il conduit à leur valorisation et à la gestion de la matière organique.

Le compostage présente un double objectif :

- produire un amendement organique sans impact négatif sur l'environnement ;
- réduire les nuisances des déchets en contribuant au maintien de la qualité de l'environnement.

L'utilisation du compost des déchets ménagers comme amendement organique est devenue courante. Les études effectuées ont montré que la valeur fertilisante et agronomique du compost est caractérisée par la teneur en matière organique, en métaux lourds, en éléments minéraux majeurs et en oligo-éléments (Feix, 2007). Ces éléments sont phytotoxiques et indispensables aux sols et ils sont aussi considérés comme polluants potentiels des sols et des nappes phréatiques.

Plusieurs études ont été effectuées faisant apparaître les origines, les teneurs et les formes chimiques des différentes composantes des déchets ménagers (Gourdon, 2001). Les fractions compostables et fermentescibles telles que les papiers et les cartons, les matières indésirables et inertes ont fait l'objet de nombreuses études de valorisation, de recyclage et de réutilisation des produits finis (Hafid, 2002).

Le compost présente un intérêt qui se traduit par une amélioration de la structure du sol, de sa perméabilité et de son pouvoir de rétention d'eau (Gourdon, 2001). La faible teneur en oligo-éléments tels que le zinc et le cuivre est bénéfique pour un meilleur développement végétal.

Ainsi, la valeur agronomique du compost est indéniable du point de vue matière organique et des éléments nutritifs qui sont libérés au fur et à mesure de la dégradation de la matière organique (Mamo et al, 1999 ; Mays, 2002).

Cet article met l'accent sur l'étude de la qualité du compost des ordures ménagères, son évolution au cours du compostage et son utilisation dans le domaine agricole. Le compostage est l'une des solutions attribuées à l'élimination des ordures ménagères. Le compost produit présente souvent des problèmes de maturité et d'existence de matières indésirables déconseillées pour l'agriculture. Cependant, l'évaluation de la qualité agronomique du compost a été effectuée sur un certain nombre de cultures, plantées à différentes doses du compost (0 %, 25 %, 50 %, 75 %).

Au cours de la phase de croissance des cultures, des échantillons ont été prélevés et analysés afin de suivre l'impact de chaque amendement sur la plante. Les résultats obtenus ont montré que la dose de 25 % semble la plus apte à améliorer la qualité des cultures.

## Matériel et méthodes

### Origine des échantillons

Le compost étudié est produit par une usine mixte (incinération - compostage) de traitement des déchets urbains située dans la ville de Beyrouth (LIBAN). Le système de traitement utilisé est celui d'une fermentation aérobie accélérée (Procédé SILODA - OTV). Après le traitement d'affinage, la maturation s'effectue en andains. La chaîne de traitement classique est représentée par la figure 1.

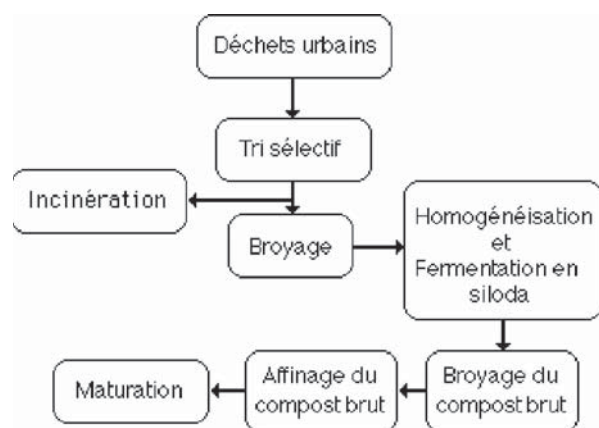


Figure 1: Chaîne de traitement classique des déchets urbains de l'usine.

Cette usine a une capacité de traitement 500 tonnes/jour de déchets et son fonctionnement consiste à composter les ordures et incinérer les refus.

Le compost affiné est de granulométrie moyenne de diamètre douze millimètres, généralement bien humidifié et dont la qualité est souvent contestée, d'où l'objet de notre étude.

Les échantillons ont été prélevés à différents niveaux et après retournement des tas, de manière à obtenir un échantillon aussi représentatif que possible (20 à 30 kg) et ceci au cours de la phase de maturation. Nous avons utilisé pour tous nos essais un compost âgé de 35 jours.

### Méthodes analytiques du contrôle de qualité

La norme française AFNOR NFU 44051 - Amendements organiques (Afnor, 1981) définit la qualité des composts utilisés en agriculture, en particulier les composts urbains.

Certains paramètres physiques déterminent l'aspect qualitatif du compost tels que la granulométrie, la teneur en corps étrangers ou indésirables (verre, plastique, métal).

Les paramètres physico-chimiques permettant de contrôler la qualité du compost et sa valeur fertilisante sont les suivants :

- pH, température et conductivité ( $\mu\text{Scm}^{-1}$ ) ;
- humidité (%) et matières sèches (MS) exprimées en % ;
- matières organiques (MO) exprimées en % de MS ;
- phosphore (P), potassium ( $\text{K}^+$ ), chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), sodium ( $\text{Na}^+$ ) et magnésie ( $\text{MgO}$ ) exprimés en % de MS ;
- carbone organique (CO) exprimé en  $\text{g.L}^{-1}$  déterminé par la méthode Anne ;
- azote total Kjeldahl (NTK) exprimé en  $\text{g.L}^{-1}$  (Méthode Kjeldahl, Afnor, 1981) ;
- teneur en métaux lourds : plomb (Pb), cadmium (Cd), zinc (Zn), cuivre (Cu) et mercure (Hg). La teneur a été déterminée par spectrophotométrie d'absorption atomique et exprimée en ppm (Afnor, 1981) ;
- teneur en germes pathogènes : le contrôle de la présence des germes a été effectué sur des milieux de culture spécifiques en vue d'isoler et d'identifier les germes aérobie et anaérobies (Afnor, 1981) ;
- maturité du compost : elle a été déterminée par mesure de la respirométrie à l'aide du respiromètre « GONAN ». Nous avons utilisé dans cette partie de l'étude le respiromètre de GANONG (Ganong's respirometer) caractérisé par les points suivants :

- La première cellule du respiromètre (A) contient de l'hydroxyde de potassium KOH (1N) permettant d'absorber le volume du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) dégagé. La variation du déplacement de la solution dans le manomètre nous conduit à la détermination du volume de l' $\text{O}_2$  consommé en fonction du temps (par heure ou par jour).

La masse de l' $\text{O}_2$  consommé est calculée selon la relation suivante :

$$m\text{O}_2 = 1,428.V\text{O}_2$$

avec :

$V\text{O}_2$  exprimé en ml ou en  $\text{cm}^3$  du liquide déplacé

$m\text{O}_2$  exprimée en mg d' $\text{O}_2$  consommé par gramme du compost.

La masse du  $\text{CO}_2$  produite est calculée selon la relation suivante :

$$m\text{CO}_2 = 1,977.V\text{CO}_2$$

avec :

$V\text{CO}_2$  exprimé en ml ou en  $\text{cm}^3$  du liquide déplacé

$m\text{CO}_2$  exprimée en mg de  $\text{CO}_2$  produit par gramme du compost.

- La deuxième cellule du respiromètre (B) contenant de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) permet, suivant le déplacement du liquide dans le manomètre, de déterminer le volume de l' $\text{O}_2$  consommé. Le volume du  $\text{CO}_2$  dégagé est minimisé par sa faible dissolution dans l'eau.

Ainsi, la respirométrie consiste à mesurer soit le volume de CO<sub>2</sub> dégagé ou produit, soit le volume de l'O<sub>2</sub> consommé. Ce volume produit ou consommé peut être suivi soit par tranche horaire, soit quotidiennement. La technique respirométrique est une méthode quantitative d'évaluation de la maturité du compost.

Plusieurs essais ont été effectués afin d'évaluer la durée nécessaire pour avoir un compost mûr. La détermination de la respiration a été réalisée quotidiennement par des mesures respectives des volumes du KOH et de H<sub>2</sub>O déplacés dans les deux manomètres.

#### Protocole expérimental spécifique pour la valorisation agronomique

L'évaluation de la qualité du compost pour l'usage agricole doit être conforme aux caractéristiques préconisées par les normes d'un amendement organique.

Notre étude a été effectuée avec deux types de sols (S1) et (S2) potentiellement agricoles. Les variétés cultivées sont les suivantes :

- la laitue « Romaine » : *Lactuca sativa*
- la tomate : *Lycopersicum esculentum*.

Les deux types de sol S1 et S2 ont été mélangés avec le compost à 0 %, 25 %, 50 %, 75 %. Les plantations ont été effectuées en quatre exemplaires menés en parallèle dans des pots de végétation de capacité de 9 kg. Ainsi, le nombre total est de 64 pots.

Le compost utilisé était âgé de trois mois et aucun ajout d'engrais chimique n'a été pratiqué. L'irrigation a été effectuée goutte à goutte à raison de 0,5 litre par jour et par plante.

#### Résultats et discussion

Un suivi permanent a été effectué sur le site de traitement des déchets en particulier au niveau de l'aire de fermentation et de celui de maturation. Les valeurs des différents paramètres contrôlés sont regroupées dans le tableau 1 :

**Tableau 1: Moyenne des valeurs des paramètres du processus du compostage.**

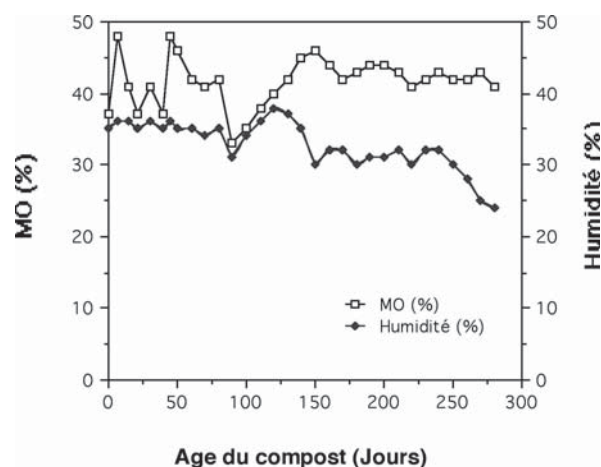
	pH	Turbidité NTU	Phénol ppm	DCO ppm	DBO ppm	Phosphates ppm
Rejet avant traitement	6.14	545	6.55	7000	2800	0.3
Rejet après traitement par VN	7.70	3.27	0.65	390	1600	0

Les valeurs obtenues montrent que la température et l'humidité au cours du processus de compostage ont été respectées. La teneur en matières sèches est acceptable, elle varie entre l'aire de fermentation et celle de maturation de 45 % à 65 %.

La teneur des matières organiques est intéressante, elle dépend de la nature des ordures ménagères collectées, triées et mises en fermentation.

La figure 2 décrit l'évolution de l'humidité et des matières organiques suivant l'âge du compost. Les variations obtenues montrent que la maturation se déroule normalement et l'humidité a tendance à diminuer sous l'action conjuguée de la hausse de la température et de l'aération après retournement des tas du compost, ce qui entraîne des pertes sous forme de vapeur d'eau.

**Figure 2 : Variation de l'humidité et des matières organiques (MO) en fonction de l'âge du compost.**



#### Evaluation microbiologique

Plusieurs tests microbiologiques ont été effectués sur les échantillons du compost prélevés de l'aire de maturation et selon l'âge du compost tout au long de nos expérimentations. Les tests ont montré les caractéristiques suivantes :

- les bactéries aérobies pathogènes recherchées sont les *Staphylocoques aureus*, *Salmonella*, *Shigella* et *Escherichia coli* ;
- les champignons poussent dans un milieu humide et se développent naturellement dans les matières organiques ;
- les bactéries anaérobies recherchées sont des sulfite-réductrices de type *Clostridium*.

Le tableau 2 regroupe les valeurs moyennes des germes présents dans le compost.

**Tableau 2 : Identification des microorganismes dans le compost.**

Micro-organismes	Ecart de présence	Moyenne de présence
Micro-organismes anaérobies	(2 - 4)	(3+)
<i>Escherichia coli</i>	(1 - 4)	(2+)
Staphylocoques	(1 - 4)	(2+)
Salmonelles	(0 - 4)	(1+)
Proteus	(1 - 4)	(2+)
Micro-organismes aérobies	(1 - 4)	(3+)
Champignons	(1 - 2)	(1+)

1 - Très faible (Low) 2 - Faible (Fair)  
3 - Moyen (Medium) 4 - Nombreux (High)

Aux premiers jours de maturation (du 12<sup>e</sup> au 21<sup>e</sup>), une abondance des bactéries aérobies a été observée. Le nombre des bactéries anaérobies varie avec la fréquence du retournement. A ce stade, le compost est souillé de bactéries pathogènes et il n'est pas encore stabilisé.

Le suivi de maturation entre le 30<sup>e</sup> et le 40<sup>e</sup> jours a révélé une abondance notable des bactéries aérobies, le compost est contaminé par les germes aérobies et anaérobies.

A partir du 60<sup>e</sup> jour, la présence des bactéries aérobies est limitée, alors que l'abondance des bactéries anaérobies est remarquable jusqu'au 150<sup>e</sup> jour. Après cette durée, leur nombre diminue rapidement. La présence des bactéries anaérobies traduit un manque de retournement du compost. Ceci s'accompagne d'un développement des zones d'anaérobiose et de dégagement des gaz organiques volatils responsables des odeurs indiquant un mauvais suivi de la phase de maturation.

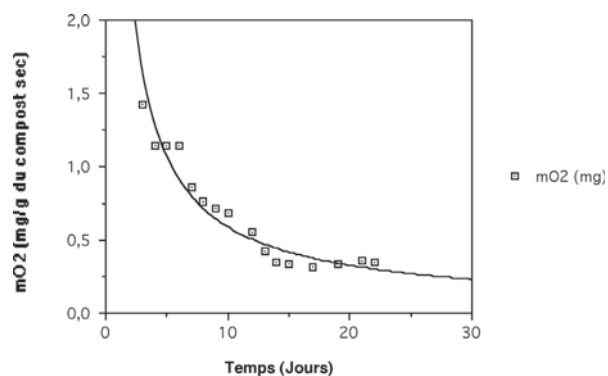
#### Evaluation de la maturité du compost

L'évaluation de la maturité du compost étudié est effectuée par un suivi de la respiration des micro-organismes qui conduisent à la stabilisation de la matière organique biodégradable. Ainsi, cette stabilisation confère au compost le caractère mûr et stable.

Nous remarquons que les études antérieures sur le compost urbain ont confirmé que la maturité est atteinte lorsque la quantité d'oxygène (O<sub>2</sub>) consommée est égale à 7 mg d'O<sub>2</sub>/g de compost sec en 7 jours. De même, la maturité peut être estimée par une quantité d'O<sub>2</sub> consommée inférieure à 40 mg/kg MS de compost/heure.

La figure 3 décrit les masses d'O<sub>2</sub> consommées par le compost pendant 22 jours. Nos résultats montrent une activité biologique intense de la matière vivante présente dans le compost au début de l'expérience, suivie d'une baisse rapide à partir du 7<sup>e</sup> jour d'incubation. Une stabilisation de la consommation d'O<sub>2</sub> est observée à partir du 14<sup>e</sup> jusqu'au 22<sup>e</sup> jour

**Figure 3 : Variation journalière de la masse d'oxygène consommée par le compost.**



Le cumul de la quantité d'O<sub>2</sub> consommée correspond à 7,138 mg par la masse du compost utilisée en 7 jours. Nous avons estimé que la poursuite des essais au-delà de cette durée est intéressante, permettant ainsi de déterminer un temps moyen de maturation du compost.

De ce fait, le cumul de toute la quantité d'O<sub>2</sub> consommée sur la période correspondante à 22 jours est égale à 7 mg d'O<sub>2</sub>/gr de compost sec environ. Nous retiendrons de cette étude les points suivants :

- La période de 7 jours permet une estimation de la maturité du compost.
- La respiration est faible et entravée par la présence d'une quantité importante de plomb évaluée à 510 ppm. Cette concentration entraîne un ralentissement de l'activité biologique du compost.

L'évaluation quantitative de la maturation du compost est estimée à une durée totale moyenne de 57 jours. Cette durée correspond à la période de mise dans l'aire de maturation (35 jours) jusqu'à la fin de nos essais (22 jours).

La maturation du compost qui est la dernière phase du processus de compostage doit être suivie par un contrôle régulier des paramètres de maturation caractérisés par les points suivants :

- une température de maturation égale à 58 °C ( $T^{\circ} < 60$  °C)
- une humidité égale à 45 % ( $H < 50$  %).
- des matières sèches égales à 65 % et organiques à 40 %.

La stabilisation et l'amélioration de la qualité du compost urbain dépendent de la fréquence du retournement des tas et de leur taux de l'humidité.

Le suivi analytique de la qualité du compost nous a permis de regrouper les caractéristiques dans le tableau 3.

**Tableau 3 : Caractéristiques du compost produit à l'usine du traitement des déchets ménagers.**

Les valeurs moyennes de nos analyses permettent de conclure les points suivants :

A- Paramètres physico-chimiques	Compost urbain	Caractéristiques préconisées par les normes françaises
Granulométrie	Ø < 10 mm	6,5 < Ø < 40 mm
pH (eau)	7,35	7- 8
Humidité (%) produit affiné	35	55 - 65
Humidité (%) produit brut	55	ND
MO par calcination à 525 °C (% MS)	41	> 20
Matières sèches (%)	67	ND
Azote total ( méthode Kjeldhal) (% MS)	1,41	< 2
Phosphore P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (% MS)	1,01	0,7 - 0,9
Potasse (% MS)	0,75	0,25 - 0,5
Magnésie MgO (% MS)	0,61	0,15 - 0,4
Calcaire CaO (% MS)	2,75	2,5 - 5
Chlorure Cl <sup>-</sup> (% MS)	2,52	ND
Salinité totale (Conductivité µcm <sup>-1</sup> )	1003	2,13
C/N	17,78	< 20
C/MO	42	< 50
<b>B - Métaux lourds (ppm)</b>		
Zinc (Zn)	281	≤ 1000
Cadmium (Cd)	0,68	≤ 8
Cuivre (Cu)	107	≤ 800
Mercuré (Hg)	2,3	≤ 8
Plomb (Pb)	510	≤ 800
<b>C - Matières étrangères</b>		
Verres Ø < 10 mm	Présence	Néant
Plastiques	Présence	Néant
Cartons et papiers	Présence	Néant
Cailloux	Néant	Néant
Morceaux de fer	Néant	Néant

- la granulométrie du compost obtenu le classe comme un compost urbain fin puisqu'au moins 99 % du compost passent au tamis à maille carrée de 10 mm ;
- le pH et l'humidité du produit brut et affiné sont conformes aux critères traditionnels d'un compost urbain ;
- la teneur en matières sèches, organiques et en azote total permet de le sélectionner comme un compost de qualité acceptable ;
- la salinité élevée ou conductivité ( $1003 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) limite en effet son utilisation en agriculture. La présence en quantité importante des chlorures, des sels de sodium et de potassium sont responsables de cette salinité. Cette teneur en sels entraîne un retard de croissance ou "Stress" des plantations. La salinité acceptable doit être de l'ordre  $2,13 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  ;
- la teneur en métaux lourds est bien moindre que la teneur fixée par la norme (NFU 44051) ;
- la teneur en matières fertilisantes NPK est faible, ce qui est souvent rencontré dans les composts urbains. Un apport d'engrais (NPK) est souhaité afin de satisfaire les besoins des plantes ;
- les valeurs des rapports C/N et C/MO montrent un équilibre entre la matière carbonée et azotée, surtout pour un compost en cours de maturation ;
- la présence des micro-organismes en faibles quantités ne constitue pas un critère de mauvaise qualité. En effet, au terme de 2 mois de maturation, le compost est moins souillé en germes aérobies (*Escherichia coli*, Staphylocoques, Salmonelles). Par contre, nous constatons une augmentation des germes anaérobies (*Clostridium sulfito-réductrice*) due à une mauvaise aération par manque de retournement des tas. Par ailleurs, pour cette même durée de mise en maturation, la pousse fongique s'est avérée très réduite ;
- la présence des impuretés (verre, plastique) est souvent la principale cause d'un déclassement de la qualité esthétique du compost urbain et limite ainsi son application en agriculture ;
- la maturité du compost est évaluée quantitativement par respirométrie. Le compost devient stable après 57 jours de mise dans l'aire de maturation, par conséquent, il est indispensable d'effectuer des contrôles réguliers pour l'amélioration et le maintien de la qualité du compost.

Un suivi analytique de fonctionnement de la chaîne de compostage permet d'éviter tout risque de phytotoxicité pour toute utilisation ultérieure du compost dans le domaine agricole.

Les résultats expérimentaux obtenus permettent de caractériser le compost suivant deux aspects, réglementaire et d'hygiène, préconisés par la norme française AFNOR NFU 44051 qui définit la qualité des composts utilisés en agriculture.

Les composts urbains sont classés suivant des paramètres physico-chimiques permettant de contrôler leur qualité et qui sont :

- la granulométrie,
- la maturité,
- les impuretés,
- les odeurs.

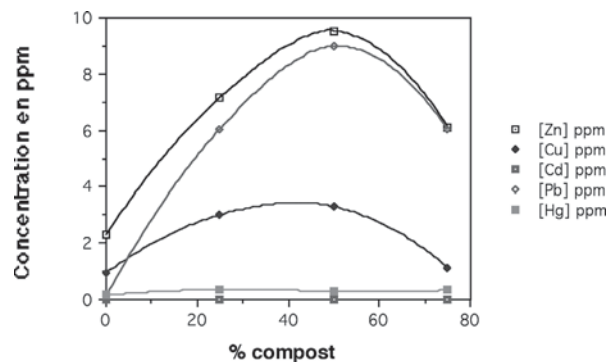
Il est préférable que le compost urbain contienne le minimum de corps ou de matériaux indésirables.

La détection des métaux lourds dans les feuilles et les fruits permet de suivre la répartition de ces éléments dans les plantes et pour les différents mélanges du compost. Les résultats obtenus pour les diverses cultures sont rapportés dans les figures 4 à 9 pour les sols S1 et S2 respectivement.

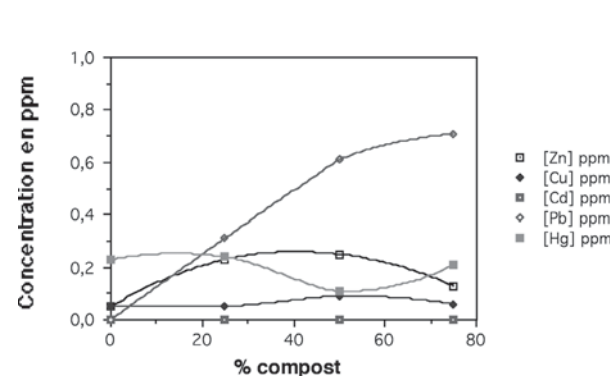
• Feuilles et fruits des tomates (figures 4 à 7)

Les valeurs obtenues ont montré que les teneurs en métaux lourds (Zn, Cu, Cd, Pb, Hg) dans les plantes restent très faibles. Ceci traduit un phénomène d'absorption par la masse végétale au cours de sa croissance.

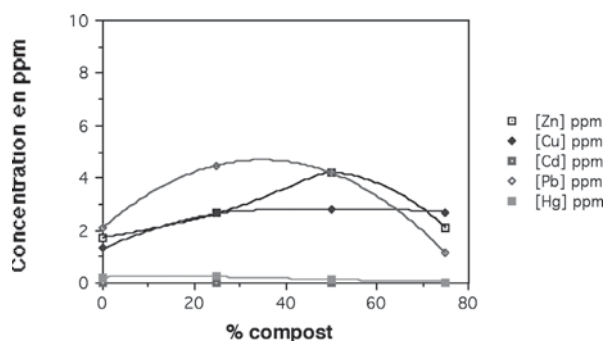
**Figure 4 : Concentration des métaux lourds dans les feuilles de tomates (S1)**



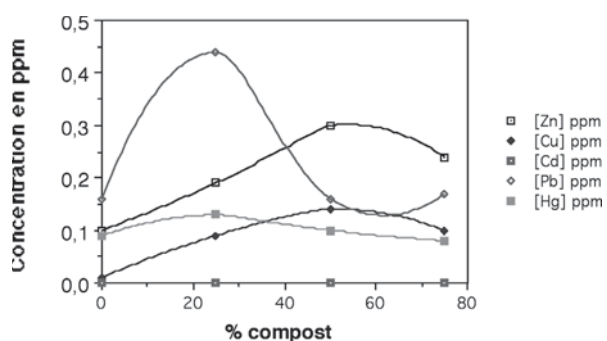
**Figure 5 : Concentration des métaux lourds dans les fruits de tomates (S1)**



**Figure 6 : Concentration des métaux lourds dans les feuilles de tomates (S2)**



**Figure 7 : Concentration des métaux lourds dans les fruits de tomates (S2)**



Les teneurs observées diminuent en passant des feuilles aux fruits pour l'ensemble des métaux. Les teneurs de tous les métaux lourds n'ont jamais excédé la concentration de 1 ppm dans les fruits. Ainsi, l'accroissement des quantités de compost n'a pas conduit à l'augmentation de la teneur des métaux lourds dans les fruits. Nous remarquons que la présence des métaux dans les feuilles des tomates (figures 4 et 6) pour les deux sols S1 et S2 est largement supérieure à celle retrouvée dans les fruits (figures 5 et 7).

Les feuilles et les fruits des tomates du sol S1, et pour les différentes doses, contiennent des quantités plus élevées que ceux du sol S2. Ceci est dû à une meilleure dégradation du taux de la matière organique dans le sol S1, qui a permis une bonne répartition des métaux, et ensuite une absorption non négligeable de la plupart de ces métaux dans les différentes parties des plantations.

Les éléments comme le zinc, le cuivre et le plomb se trouvent en quantités non négligeables. Une attention particulière doit être portée sur les teneurs en Pb, car ce métal est phytotoxique à des doses très faibles et il peut facilement s'accumuler dans les végétaux. Le mercure et le cadmium, se trouvant en faibles quantités dans les deux sols et dans les différents mélanges, ne présentent pas d'effets toxiques sur la végétation.

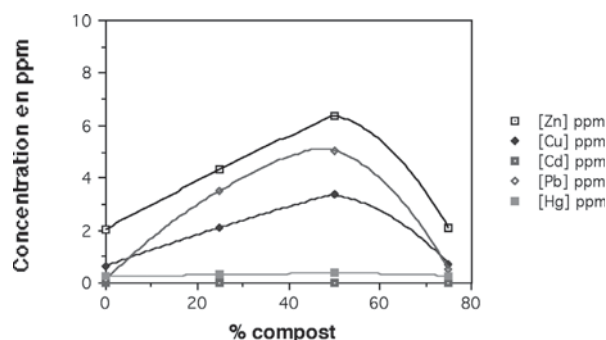
Nos résultats confirment que l'absorption des métaux dans les feuilles et les fruits des tomates demeure la plus faible pour la dose de 25 % du compost.

Cette absorption augmente pour la dose de 50 % et diminue significativement pour la dose de 75 %. Les tomates du lot 75 % ont montré une faible teneur en métaux à cause du faible développement végétal.

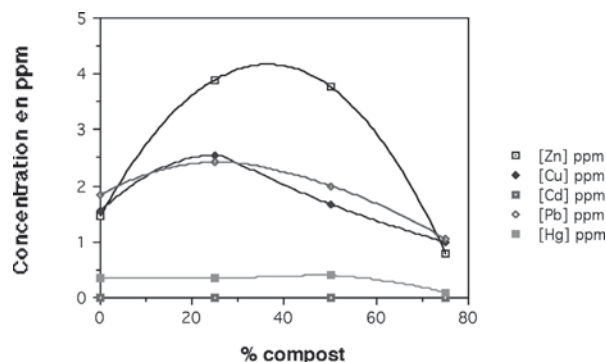
• Feuilles de laitue (figures 8 et 9)

Nos expérimentations ont montré un développement des laitues du sol S1 plus important que celui du sol S2. Le faible développement de la laitue a entraîné une réduction de l'absorption de l'ensemble des métaux étudiés et ceci pour les différentes proportions du mélange utilisé.

**Figure 8 : Concentration des métaux lourds dans les feuilles de laitue (S1)**



**Figure 9 : Concentration des métaux lourds dans les feuilles de laitue (S2)**



Les résultats du sol S1 confirment que la dose de 25 % de compost urbain est la plus bénéfique du point de vue rétention des métaux lourds, tandis que les résultats obtenus avec le sol S2 sont largement différents de ceux du sol S1.

Les plantes du lot 25 % ont montré un meilleur développement que les autres doses, ce qui a conduit à une absorption plus élevée de la plupart des métaux.

L'apport du compost urbain à la dose de 25 % semble être le moins toxique et n'engendre pas des effets néfastes du point de vue teneur en métaux lourds, et cela pour une utilisation régulière dans une production agricole.

Les teneurs des métaux lourds dans le compost urbain sont inférieures à la norme française NFU 44051 ; une fraction limitée de ces métaux est prélevée du sol et assimilable par la plante.

Les résultats obtenus montrent que les proportions des métaux dans les feuilles sont largement supérieures à celles retrouvées dans les fruits.

Le zinc et le cuivre sont indispensables aux végétaux à des seuils limités. Les proportions de ces deux métaux dans les feuilles et dans les fruits sont faibles et ne présentent pas d'effets toxiques

Le tri des ordures ménagères devrait permettre une élimination satisfaisante des divers produits responsables des apports du plomb dans le compost urbain.

## Conclusion

L'étude entreprise sur l'amélioration de la qualité physico-chimique du compost nous a permis de mettre en évidence les remarques suivantes :

- la gestion des déchets ménagers doit être clairement définie que ce soit au niveau du tri sélectif pour la réduction des matières indésirables ou bien par le choix de la filière du traitement des matières fermentescibles. Ainsi, la nature et l'origine des ordures traitées doivent être préalablement précisées afin d'obtenir un compost haut de gamme ;
- l'amélioration de la qualité du compost nécessite un suivi des paramètres physico-chimiques, biologiques et une évaluation des critères de maturité par la définition de méthodes simples et rapides pour le contrôle du processus de compostage.

Rappelons que le compost étudié présente trois inconvénients limitant ainsi son utilisation en quantités élevées en agriculture :

- la présence des matières indésirables (verre et plastique) modifient sa qualité esthétique. Un traitement d'appoint (broyage et criblage sélectif) devrait réduire sensiblement la présence de ces matières. Ceci permettrait l'obtention d'un compost de qualité satisfaisante ;
- la forte salinité réduit énormément son utilisation agricole comme source de matière organique et pourrait entraîner un retard de croissance par l'effet de stress des plantations ;
- la teneur en métaux lourds est moins élevée que celle fixée dans la norme AFNOR, mais son utilisation apporte toujours des quantités importantes de ces métaux aux sols. L'assimilation de ces métaux par les plantes dépend seulement des caractéristiques des sols : pH, humidité, teneur en matières organiques et en argile, mais également de la nature de l'élément et de la plante cultivée. Cependant, un compost riche en métaux lourds doit être prudemment utilisé.

Les essais effectués ont montré que seule la dose de 25 % semble être bénéfique pour l'ensemble des cultures. Le seul inconvénient est la présence des sels entraînant un état dépressif et un retard de la reprise normale et par suite de la croissance de la plantation. Par conséquent, il y a nécessité de

limiter l'emploi du compost urbain pour certaines espèces végétales, en particulier celles qui sont susceptibles d'accumuler les métaux lourds. Les doses d'utilisations et la fréquence des apports doivent être précisées.

La valorisation agricole du compost urbain a permis de mettre en évidence l'intérêt de l'utilisation de ce genre d'amendement organique. Cependant, l'incorporation du compost dans le sol doit être suivie prudemment de façon à éviter l'accumulation des métaux lourds dans le sol provoquant ultérieurement sa stérilité. Ceci devrait conduire à un choix strict des plantes n'accumulant pas ces métaux.

L'amélioration de la qualité du compost constitue une condition primordiale pour sa valorisation agronomique et par la suite pour une meilleure utilisation en agriculture.

## Références bibliographiques

Afnor, 1986. Recueil de normes françaises. Eaux méthodes d'essai, Paris.

Afnor, 1981. Amendements organiques. Dénominations et spécifications. Norme française NFU 44051.

Ayed B., Hassen A., Jedidi N., Salai N., Bouzaiane O., Murano F., 2005. Caractérisation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques au cours d'un cycle de compostage d'ordures ménagères. *Déchets, Sciences et Techniques*, n° 4, pp. 4 - 11.

Debray B., 2002. Modélisation et simulation de la gestion et du traitement des déchets ménagers. *Déchets, Sciences et Techniques*, n° 22, pp. 3-8.

Feix I., 2007. Besoins de recherches et de transfert des résultats en matières de compostage dans un contexte de développement durable de la gestion biologique des déchets. *Techniques, Sciences, Méthodes*, n° 5, pp. 115-120.

Hafid N., El Hadek M., Lguirati A., Boumamrane A., 2002. Evaluation d'une filière simplifiée de compostage des ordures ménagères. *Déchets, Sciences et Techniques*, n° 25, pp. 13-17.

Gourdon R., 2001. Traitement biologique des déchets. *Techniques de l'ingénieur. Environnement*, vol. G2, n° G2060, pp. G2060.1-G2060.14.

Mamo M., Rosen C.J., Halbach T.R., 1999. Nitrogen availability and leaching from soil amended with municipal solid waste compost. *Journal of environmental quality*, vol. 28, n°4, pp. 1074-1082.

Mays P., 2002. Valorisation organique des biodéchets : le succès par la qualité. *Environnement & Technique*, n° 214, pp. 39-43.