



## Analyses physico-chimiques du compost issu des déchets ménagers à Butembo, est de la République Démocratique du Congo

Kambere Siviri Lwanga<sup>1</sup>, Gilbert Paluku Mutiviti<sup>2</sup>, Emmanuel Kakule Vyakuno<sup>3</sup>, Charles Kambale Valimunzigha<sup>4</sup>

### Résumé

*La plupart de sols des régions tropicales sont suffisamment dépourvus en éléments nutritifs. En outre, les éléments exportés par les récoltes ne sont pas souvent compensés par des apports chimiques ou organiques. Dans le but de valoriser le compost issu des déchets ménagers en Ville de Butembo, nous nous sommes assignés comme objectif d'effectuer la caractérisation physico-chimique de ce compost. Ainsi, les déchets collectés au sein de 200 ménages ont été triés afin de séparer la part non biodégradable de celle biodégradable qui a été compostée en andain durant une période de deux mois. Les analyses physico-chimiques ont porté sur (i) la composition du compost, (ii) la maturation du compost (iii) les teneurs en éléments fertilisants et (iv) en métaux lourds. Les valeurs obtenues lors des analyses ont été comparées aux valeurs requises par les normes françaises NFU 44-051 et FAO.*

*L'évolution de la température du tas du compost au cours du temps a connu deux pics caractéristiques d'une intense activité des microorganismes et elle s'est stabilisée autour de 23°C. Le compost issu des déchets ménagers était constitué de 32,50 et 19,95 % respectivement de matière sèche et de matière organique. Le rapport C/N a été de 12,21, une valeur qui se situe dans l'intervalle de 10 à 15 requise pour la maturité du compost ; le pH de 7,8 révélé sur le compost mûr étant légèrement basique est un indicateur de fertilité et de richesse en cations susceptibles de corriger l'acidité du sol. La plupart des éléments fertilisants ont été en conformité avec les normes régissant la qualité du compost.*

---

<sup>1</sup> Professeure Associée en Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Catholique du Graben (Nord-Kivu/RDC) : [lwsiviri@gmail.com](mailto:lwsiviri@gmail.com)

<sup>2</sup> Professeur Ordinaire en Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Catholique du Graben (Nord-Kivu /RDC).

<sup>3</sup> Professeur en Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences sociales, Politiques et Administratives de l'Université Catholique du Graben (Nord-Kivu/RDC).

Néanmoins, la teneur en potassium K (3,72 %) a été au-delà de celles prônées par les normes standards. Cet excès en K a été dû probablement à la nature des déchets compostés dépendant des habitudes alimentaires au sein des ménages. La teneur en phosphore (1,82 %), cependant, était légèrement inférieure à celle (3 %) recommandée par la norme NFU 44-051, mais se trouvait légèrement au-delà de la limite supérieure (1,6 %) prônée par la FAO. Par ailleurs, le cadmium et le mercure n'étaient pas présents dans le compost. Ainsi, le compost issu des déchets ménagers de la Ville de Butembo peut-il être utilisé comme un amendement organique afin de booster la production agricole périurbaine et urbaine.

*Mots-clés : Compost, déchets ménagers, éléments fertilisants, métaux lourds, Butembo.*

### **Abstract**

*Most soils in tropical regions are sufficiently nutrient-free. In addition, most of the time the elements exported by harvests are not compensated by inputs of any kind chemical or organic. As part of the recovery of compost from household waste in the city of Butembo, we have set ourselves the objective of carrying out physical and chemical characterization of this compost. Therefore, the waste collected in 200 households was sorted to separate the non-biodegradable part of the biodegradable that has been composted in a windrow for a period of two months. Physical and chemical analyses focused on the composition of the compost, the maturation of the compost, the content of nutrients and heavy metals. The values obtained during the analyses were compared with the values required by the French standard NFU 44-051 and the FAO standard.*

*The evolution of the temperature of the compost pile over time showed two peaks characteristic of intense activity of microorganisms and stabilized around 23°C. Compost from household waste consisted of 32.50 % and 19.95 % dry matter and organic matter respectively. The C/N ratio was 12.21, a value that is within the range of 10 to 15 required for compost maturity; the pH of 7.8 revealed by the mature compost being slightly alkaline is an indicator of fertility and richness in cations that can correct the acidity of the soil. Most of the nutrients have in accordance with the standards governing the quality of the compost.*

*Nevertheless, the potassium K content (3.72 %) was beyond those pronated by standard standards. This excess of K was probably due to the nature of composted waste that depends on eating habits in households. The phosphor content (1.82 %) on the other hand was slightly lower than that (3 %) recommended by NFU 44-051 but was slightly below the upper limit (1.6 %) as suggested by FAO. In addition, cadmium and mercury were not detected in the compost. Thus, compost from household waste from the town of Butembo*

*can be used as an organic amendment to boost peri-urban and urban agricultural production.*

*Keywords: compost, household waste, nutrients, heavy metals, Butembo*

## **1. Introduction**

La modernisation et l'urbanisation dans la plupart des pays africains sont souvent associées à un accroissement des besoins alimentaires dont la satisfaction devrait passer impérativement par l'intensification de l'agriculture. Elles entraînent en outre une augmentation des déchets dont la gestion est un casse-tête par suite du manque de planification de divers services environnementaux (CHALOT, 2004 ; COMPAORÉ et NANÉMA, 2010a ; SOTAMENOU, 2010).

Des auteurs comme NGNIKAM (2003), ROTICH *et al.* (2006) soulignent que la gestion des déchets dans la plupart des pays en développement spécifiquement ceux d'Afrique est la plus mitigée et confrontée à des problèmes financiers, institutionnels, techniques et physiques, tels que l'absence de plan d'urbanisation, le déficit d'organisation, occasionnant de sérieux problèmes sanitaires. En plus, la pollution par les déchets est de loin celle qui est la plus perçue par tout le monde, car contrairement à d'autres types de pollution (pollution de l'air, du sol ou des ressources en eau), la pollution par les déchets est la plus visible à l'œil nu (MÜLLER, 2007). D'après COMPAORÉ *et al.* (2010b), la gestion des déchets constitue un défi majeur dès lors que leur production s'accroît ; en conséquence, de nouvelles filières d'élimination doivent être trouvées.

Face à la demande croissante des besoins alimentaires, la plupart d'agriculteurs des zones tropicales font plus recours aux fertilisants chimiques qui malheureusement sont très coûteux (AYENI *et al.*, 2010, USENI *et al.*, 2013, NYEMBO *et al.*, 2014) et il y a dans ces pays un manque prononcé d'encadrement technique. Par ricochet, pour les sols des pays d'Afrique subsaharienne qui, dans la plupart des cas, sont sableux ou argileux, il a été mis en évidence par plusieurs auteurs que

les systèmes culturels intensifs, n'impliquant pas des niveaux élevés de restitutions organiques au sol, conduisaient ainsi donc à leur dégradation et, en conséquence, à une diminution de la productivité végétale (OMOTAYO et Chukwuka, 2009).

Cette dégradation est souvent liée à une diminution des stocks organiques, alors que la gestion durable et la reconstitution des sols fortement dégradés constituent un défi pour l'agriculture des pays tropicaux (MOKOSSESSE *et al.*, 2009). Ainsi donc, une meilleure gestion des sols tropicaux signifie-t-elle alors que les prélèvements doivent être compensés par des apports, de telle sorte que l'équilibre dynamique soit maintenu. Or pour l'Afrique, il a été démontré que le compostage des déchets demeure une option écologiquement durable et économiquement attrayante (USENI *et al.* (2013 ; 2014), SOUDI (2001). En plus, dans les villes africaines, les ordures ménagères sont composées en grande partie de matière organique (N'DAYEGAMIYE *et al.*, 2005).

En République Démocratique Congo, MULAJI (2010) a montré l'importance d'utiliser un compost des déchets des ordures ménagères dans l'amélioration de la fertilité des sols acides tropicaux de la région de Kinshasa. Par ailleurs, dans la partie sud du pays, TSHALA *et al.* (2017) ont quantifié et valorisé les déchets produits dans les ménages à Kolwezi dans une agriculture périurbaine et urbaine. Au Burkina-Faso, l'application du compost des ordures ménagères avait aussi permis une nette amélioration des rendements des cultures maraîchères (ABDOULAYE et PHAL, 2007).

Cependant, peu d'informations existent sur la Ville de Butembo où la population est généralement agricultrice et où des centaines de tonnes de déchets sont produites chaque jour. Aussi, quand bien même en Ville de Butembo, les déchets sont-ils produits en abondance, la qualité du compost qui en découlerait pour qu'il serve d'amendement ou fertilisants de nos sols n'est pas garantie. En effet, pour qu'un compost soit accepté pour des fins d'agriculture, il doit répondre à certaines normes comme la norme française AFNOR NFU 44-051 amendements

organiques (AFNOR, 1981) et celle de la FAO (2005) définissant la qualité des composts utilisés en agriculture.

L'objectif de notre étude, celui de déterminer la qualité du compost issu des déchets ménagers produits en Ville de Butembo afin de le recommander dans l'agriculture urbaine et périurbaine est en rapport avec la question, celle qui interrogeait sur la qualité du compost issu des déchets ménagers produits en Ville Butembo. Cette interrogation a suscité l'hypothèse selon laquelle le compost obtenu à partir des déchets ménagers produits en Ville Butembo serait de bonne qualité, car constitué en grande partie par les matières organiques.

## 2. Milieu, matériels et méthode

### 2.1. Milieu

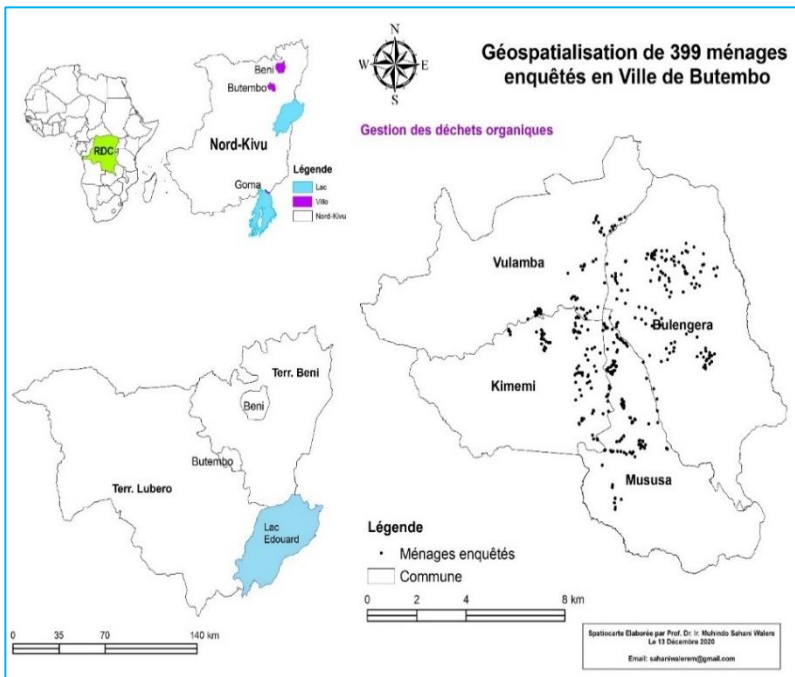


Figure 1. Géospatialisation de 399 ménages enquêtés en Ville de Butembo

Les déchets ont été collectés dans les différents ménages de la Ville de Butembo

## **2.2. Méthode**

### **2.2.1. Collecte des déchets**

Cette étude fait suite à une autre menée en 2011 (Siviri K, 2011), qui nous a permis d’avoir des données préliminaires sur l’analyse de la composition du sol et du compost obtenu à partir des déchets organiques collectés en Ville de Butembo. Une nouvelle étude s’est avérée indispensable afin d’actualiser les données. Au cours de cette nouvelle étude, la collecte des déchets a été effectuée durant 3 jours au sein de 200 ménages en raison de 50 ménages par commune. À la fin de l’exercice de collecte des déchets, un triage a été effectué pour bien séparer les déchets biodégradables de non biodégradables, tel que décrit par TSHALA *et al.* (2017). Une partie des déchets biodégradables a constitué la matière première du compostage.

### **2.2.2. Compostage**

Après triage des déchets, la part biodégradable a été compostée durant une période de deux mois par la méthode en andain (MULAJI, 2010) dans un local aménagé pour cette fin à l’Université Catholique du Graben (Butembo). Le compostage en andain mis en place le 21 décembre 2018 a consisté à placer un mélange des matières premières dans un tas qui a été remué deux fois durant la période de compostage soit le 04 janvier 2019 et le 02 février 2019 à l’aide des pelles et fourchettes. L’opération de retournement permet de mélanger les composants du compost et d’améliorer l’aération passive des tas en compostage. L’andain confectionné avait une hauteur de 180 cm et une largeur de 150 cm tel que recommandé par la FAO (2005) pour les matières légères.

### **2.2.3. Paramètres mesurés et observés**

Parmi les paramètres mesurés et observés, certains ont été déterminés durant la période de compostage et d’autres après analyse des

échantillons au niveau du laboratoire. Les paramètres estimés au cours du compostage sont :

- (i) L'évolution quotidienne de la température du tas a été suivie tout pendant la période de compostage à l'aide d'un thermomètre pour sonde compost ;
- (i) L'évolution du poids du tas des déchets a été suivie en pesant les déchets au début du compostage, avant le premier et aussi le deuxième retournement à l'aide des seaux de 20 kg ;
- (ii) L'évolution du rythme respiratoire du compost a été suivie à l'aide de l'activité microbienne par des mesures de la respiration des organismes par rapport à la consommation d'oxygène ou au rejet de dioxyde de carbone. Ces mesures ont été effectuées par l'intermédiaire de systèmes fermés avec Oxi Top-c et le contrôleur OC 110.
- (iii) La maturité du compost a été déterminée par la respiration (dégagement du CO<sub>2</sub>) à l'aide du respiromètre

Pour les paramètres déterminés après la maturation du compost, les échantillons du compost séchés à l'air libre, broyés à l'aide d'un mortier en porcelaine et tamisés à l'aide d'un tamis des mailles de 2 mm de diamètre ont été expédiés à l'Université de Nairobi pour subir différentes analyses chimiques dans les laboratoires rattachés à la Faculté d'Agriculture et celle de Santé Publique. Il s'agissait essentiellement :

- ✓ Du pH à l'eau
- ✓ De la teneur en humidité, en matières sèches, en cendres totales et cendres insolubles exprimées en pourcentage ;
- ✓ De la matière organique exprimée en pourcentage du poids sec ;
- ✓ Des teneurs en phosphore (P), potassium (K), sodium (Na), calcium (Ca), et magnésium (Mg) exprimées aussi en pourcentage de matière sèche, de celles de manganèse (Mn) et de fer (Fe) en mg/kg ;
- ✓ Du carbone organique (C) exprimé en pourcentage de la matière sèche a été déterminé par la méthode Anne (AFNOR, 1981) ;

- ✓ De l'azote ammoniacal, l'azote organique et l'azote total (NT) exprimés en pourcentage ont été déterminés par la Méthode Kjeldahl (AFNOR, 1981) ;
- ✓ Les teneurs en éléments traces métalliques : plomb (Pb), cadmium (Cd), zinc (Zn), cuivre (Cu), chrome (Cr), nickel (Ni) et mercure (Hg) exprimées en mg/kg ont été déterminées par spectrophotométrie d'absorption atomique (AFNOR, 1981) ;

Les détails sur les techniques utilisées pour déterminer les différents paramètres au laboratoire sont consignés dans le tableau 1 ci-après.

**Tableau 1. Techniques utilisées pour déterminer les paramètres estimés au laboratoire**

pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	Mise en solution de l'échantillon dans H <sub>2</sub> O déminéralisée (rapport masse/volume : 1/10), puis lecture au pH-mètre
NH <sub>3</sub> (Ammoniac)	Mise en solution de l'échantillon dans H <sub>2</sub> O déminéralisée (rapport masse/volume : 1/10) Distillation et titration – Méthode de Kjeldahl
Matière sèche	Matière sèche étuve (3 jours à 55°C ± 15°C) * Matière sèche analytique
Matière sèche analytique (M.S.) (2)	Séchage à l'étuve de l'échantillon à 103°C ± 3°C jusqu'à masse constante
Cendres totales (C.T.) (2)	Calcination de l'échantillon à 450°C durant 48 heures
Matière organique (M.O.)	Calcul (%M.S.-% C.T.)
Azote total	Méthode de Kjeldahl (minéralisation, distillation et titration)
Azote total	Méthode DUMAS (par combustion sèche)
Cendres insolubles (2)	Solubilisation des cendres totales par un acide fort (HNO <sub>3</sub> 1M) et filtration Calcination au four à 450°C durant 16 heures Titration en retour de l'excès d'AgNO <sub>3</sub> par KSCN de titre connu.
Chlorures (2)	Méthode de Volhard
Éléments majeurs : Ca, Mg, K, Na (2)	Solubilisation des cendres totales avec HNO <sub>3</sub> 1M Dosage des éléments par spectrophotométrie d'absorption atomique dans la flamme air/acétylène

Oligo-éléments : Cu, Fe, Zn, Mn (2)	Solubilisation des cendres totales avec HNO <sub>3</sub> 1M Dosage des éléments par spectrophotométrie d'absorption atomique dans la flamme air/acétylène
Élément : P (2)	Solubilisation des cendres totales avec HNO <sub>3</sub> 1M Dosage par spectrophotomètre UV – Méthode dite au jaune vanadate
Éléments métalliques : Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Cd (2)	traces Solubilisation à l'eau régale (HNO <sub>3</sub> +HCl) Dosage des éléments par spectrophotométrie d'absorption atomique dans la flamme air/acétylène
Élément métallique : Hg (2)	trace Solubilisation à l'eau régale (HNO <sub>3</sub> + HCl) Dosage du mercure par spectrophotométrie d'absorption atomique de vapeur froide (par ajouts dosés)
Rythme respiratoire	Pour établir la biodégradabilité des substances nutritives, polluants, agents nocifs ou déchets à l'aide de l'activité microbienne on réalise souvent des mesures dites de la respiration (mesures de la réduction de l'oxygène). On détermine, dans des conditions définies, la respiration des organismes par rapport à la consommation d'oxygène ou au rejet de dioxyde de carbone. Ces mesures s'effectuent par l'intermédiaire de systèmes fermés avec Oxi Top-c et le contrôleur OC 110. Selon l'application, on utilise des récipients optimisés qui disposent tous de raccord nécessaire à la tête de mesure et sont en partie autoclavable.

---

(2) Prétraitement des échantillons : Séchage 3 jours à 55°C ± 15°C et broyage à maximum 1,5 mm avec un broyeur mécanique

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Évolution de la température au cours du compostage

L'évolution quotidienne de la température au cours de la période de compostage reprise sur la figure 2 ci-dessous montre deux pics de température avant et après le premier retournement du tas de compost respectivement au 7<sup>ième</sup> jour et au 37<sup>ième</sup> après l'installation du tas de compost. À la fin de la période de compostage, la température s'est stabilisée vers 23°C.

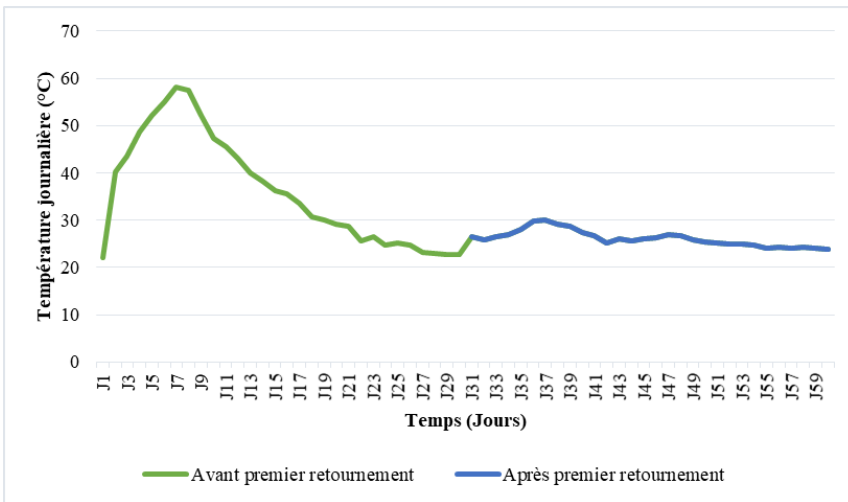


Figure 2. Évolution des températures journalières au cours du processus de compostage

### 3.2. Évolution du poids du tas de déchets compostés, de l'émission du CO<sub>2</sub> (rythme respiratoire), de la teneur en C et en N

Le tableau 2 récapitule les résultats des paramètres susmentionnés.

**Tableau 2. Évolution du poids de tas en compostage, du CO<sub>2</sub>, des teneurs en carbone et en azote**

Paramètres Temps	Quantité de tas (kg)	Réduction du poids (%)	CO <sub>2</sub> (mg) (respiration)	% C	% N
Initial	404	0	-	-	-
Premier retournement	329	18,56	211	40,65	5,820
Deuxième retournement	285	29,45	206	18,30	1,025
Compost mature	270	33,16	171,5	11,60	0,95

Au regard des résultats consignés dans le tableau 2 susmentionné, un constat est qu'au cours de la période de compostage, les différents paramètres faisant l'objet de ce point n'ont fait que diminuer. S'agissant du poids du tas en compostage, il est compréhensible qu'il y ait réduction, car la fermentation entraîne la dégradation aboutissant à la perte de certains éléments sous forme de gaz. En outre, pendant la fermentation, les divers microorganismes qui interviennent dans le processus, entretiennent leurs structures cellulaires en utilisant des nutriments contenus dans la matière en fermentation.

C'est ce qui a probablement été à la base de la réduction de la teneur en carbone et en azote au cours du compostage. Quant à la réduction du rythme respiratoire, elle serait alors corolaire à la réduction de la biomasse fermentescible qui intervient bien au cours du compostage aboutissant à des composés plus stables qui subiront par la suite une minéralisation lente.

### 3.3. Principaux paramètres chimiques du compost urbain à Butembo

Les valeurs de principaux paramètres estimés par l'analyse chimique du compost mature à la fin du processus de compostage sont reprises dans le tableau 3 ci-après.

**Tableau 3. Bulletin d'analyse chimique du compost produit à Butembo**

Paramètres	Unités	Valeurs calculées	Norme NFU 44-051	Norme FAO
Matière sèche	%	32,50	>30	30-45
Cendres totales	%	65,56	-	-
Cendres insolubles	%	48,93	-	-
Chlorure	%	0,02	-	-
Matière organique totale	%	19,95	>20	10-30
Carbone organique	%	11,60	-	10-17
Azote ammoniacal	%	0,003	-	-
Azote organique	%	0,67	-	-
Azote total	%	0,95	<3	0,4-0,5
Phosphore	%	1,83	<3	0,1-1,6
Potassium	%	3,72	<3	0,4-2,3
Calcium	%	2,86	<6	
Magnésium	%	0,51	<1	
Sodium	%	5,40	-	
Fer	mg/Kg	129,50	-	
Manganèse	mg/Kg	78,50	-	
pH	-	7,80	6-8	7-8
Rapport C/N	-	12,21	>8	15-20

Eu égard aux résultats consignés dans le tableau 3, on se rend compte que la proportion de la plupart des éléments dosés dans le compost issu des déchets ménagers de la Ville de Butembo se trouve en conformité de la norme française AFNOR NFU 44-051 et à celle de la FAO.

### 3.4. Éléments traces métalliques

Les résultats présentés dans le tableau 4 ci-dessous révèlent de faibles teneurs en éléments traces métalliques dans le compost produit à partir des déchets ménagers à Butembo. Ces différentes teneurs sont, pour la plupart en dessous de celles des normes recommandées pour le compost de bonne qualité et d'autres éléments sont carrément absents du compost à l'occurrence le Cadmium et le Mercure.

**Tableau 4. Éléments traces métalliques dans le compost produit à Butembo**

Paramètres	Unités	Valeurs calculées	Norme standard	Norme NFU 44-051
Cuivre (Cu)	mg/Kg	116,2	100,0	<300
Zinc (Zn)	mg/Kg	14,5	300,0	<600
Plomb (Pb)	mg/Kg	0,03	100,0	<180
Nickel (Ni)	mg/Kg	0,20	50,0	<60
Cadmium (Cd)	mg/Kg	-	5,0	<3
Chrome (Cr)	mg/Kg	0,005	150,0	<120
Mercure (Hg)	mg/Kg	-	5,0	<2

### 3.5. Discussion

Les résultats de l'étude préliminaire de l'estimation des déchets produits dans les divers ménages de la Ville de Butembo ont montré qu'une importante quantité de déchets est produite au sein des ménages en Ville de Butembo et peut être valorisée dans l'agriculture urbaine et péri-urbaine.

L'évolution de la température du tas de déchets en compostage présentée sur la figure 2 a révélé deux pics qui veulent signifier qu'à certains moments du compostage, il y a eu une forte activité microbienne qui a abouti à une élévation de la température conduisant à ces pics. Le premier pic est plus élevé que le second ; en effet, juste après l'installation de l'andain, avec une forte humidité des déchets encore frais et une forte aération du tas de déchets, les microorganismes se sont

activés pour déclencher le processus de décomposition qui a conduit la température au premier pic qui, de toute évidence, est devenu létal pour la plupart des microorganismes et des semences de mauvaises herbes dans le compost (TEMGOUA *et al.*, 2014).

Ces résultats sont en conformité avec ceux d'autres chercheurs qui ont conclu que l'élévation de la température au cours de premières semaines du compostage est une caractéristique de la phase en aérobie du compostage et est donc un indicateur d'une activité microbienne importante (FAO, 2005 ; FOLEFACK, 2008 ). CHARNAY (2005) et GUENE (1995) renchérisent que l'élévation de la température au début du compostage serait due à la forte activité microbienne induite plus par la présence des matières organiques facilement biodégradables. Au cours du temps, le tassement progressif du tas de déchets aurait réduit alors le degré d'aération. Ainsi donc, la combinaison de la réduction du nombre de microorganismes actifs due au premier pic de température et de la réduction de l'aération du tas de déchets aurait entraîné une évolution régressive de la température qui n'est repartie à la hausse qu'après le premier retournement.

La relance de la température après le premier retournement du tas a abouti à un second pic moins élevé et presque égal à la moitié du premier. Cette relance de température peut bien être expliquée par le seul fait que le retournement du tas a amélioré le niveau d'aération, favorable à l'activité microbienne. Le second pic est moins élevé parce que, d'une part, l'effectif de microorganismes actifs a été réduit par la forte température du premier pic et d'autre part, par la réduction de matières fermentescibles qui ont été dégradées pendant la première flambée de température avant le retournement du tas.

Ce qui converge vers les constats de NGNIKAM et TANAWA (2000) et COMPAORÉ *et al.* (2010 a) qui ont trouvé que la baisse de température après le premier pic est attribué davantage à un ralentissement de l'activité des microorganismes dû à l'épuisement des matières organiques plus facilement dégradables. Après le deuxième pic, la température s'est stabilisée vers 23°C, ceci dénote une bonne

décomposition des substrats qui conduit vers la bonne maturité du compost.

Les résultats des analyses des paramètres chimiques de compost issu des déchets ménagers en Ville de Butembo (tableaux 3 et 4) ont révélé que dans l'ensemble, les concentrations des éléments fertilisants et les éléments traces métalliques se sont conformées aux normes françaises NFU 44-051 et de la FAO. Par contre, les teneurs en phosphore (1,83 %) et en potassium (3,72 %) ont été légèrement supérieures à celles établies par ces mêmes normes (surtout la norme FAO). Cette légère supériorité du phosphore et du potassium serait due en grande partie à la nature des matières premières intervenant dans le processus du compostage qui, d'une manière ou d'une autre, sont liées aux habitudes alimentaires de la population de Butembo.

En effet, les déchets ménagers générés à Butembo sont constitués, en majeure partie, des épluchures de banane qui ont une teneur moyenne en potassium de 78,1 mg/100g (BOUAFOU *et al.*, 2012). Selon les conclusions de COMPAORÉ *et al.* (2010) cités par TSHALA *et al.* (2017), la teneur en éléments minéraux des composts est beaucoup liée à la nature des déchets et à la teneur initiale des éléments majeurs. Ce même constat avait déjà été bien révélé par SOUDI (2001).

Il est connu que le rapport C/N est le paramètre essentiel permettant d'évaluer le degré de maturité du compost, ce dernier est déclaré mûr lorsque ce rapport est compris entre 10 et 15 (NAMKOONG *et al.* (1999) cités par LONGANZA *et al.*, (2015). La valeur du rapport C/N de 12,21 trouvée dans le cas de notre investigation, indique qu'au bout du processus du compostage, notre compost avait déjà atteint la maturité. Le pH (7,8) du compost produit à partir des déchets ménagers à Butembo est légèrement basique et proche de la neutralité. Cette valeur de pH se rapproche de celle de la plupart de compost (NGNIKAM et TANAWA, 2000). Selon TEMGOUA *et al.* (2014), un compost avec un pH légèrement basique est un indicateur de la fertilité améliorant les propriétés biologiques et la disponibilité des cations du sol et en outre, son application aide à corriger l'acidité du sol, de quoi nous réjouir pour

le cas de notre compost qui présage un bon usage dans l'agriculture urbaine et celle périurbaine en Ville de Butembo.

Les concentrations des éléments traces métalliques mentionnées dans le tableau 4 sont inférieures aux concentrations requises par la norme NFU 44-051. Les éléments traces métalliques comme le cadmium et le mercure ne sont pas présents dans le compost ; le chrome et le plomb y sont représentés en très petite quantité. Ceci serait dû plus à un tri systématique des matières premières intervenant dans la fabrication du compost.

En effet, les matériaux solides comme les sachets, les verres et les boîtes de conserve et d'autres jugés dangereux ont été éliminés dès le début des déchets à composter. Lors de leur étude portant sur la valorisation des ordures ménagères par compostage dans la Ville de Dschang au Cameroun, TEMGOUA *et al.* (2014) avaient émis une hypothèse selon laquelle, le cadmium (Cd) proviendrait des batteries mal triées et le chrome (Cr) des papiers colorés. Or, quant aux déchets en Ville de Butembo, les batteries endommagées ne sont pas jetées, elles sont plus souvent recyclées autrement servant, par exemple, de sièges dans les ménagers moins riches.

Eu égard aux résultats repris ci-haut, l'hypothèse de ce travail qui stipulait que le compost obtenu à partir des déchets ménagers produits en Ville de Butembo serait de bonne qualité, car ces déchets sont constitués en grande partie des matières organiques, a été confirmée.

## **Conclusion**

L'objectif de cette étude était d'effectuer la caractérisation physico-chimique du compost issu de déchets ménagers afin de le recommander dans l'agriculture urbaine et périurbaine en Ville de Butembo. En définitive, eu égard aux différents résultats obtenus, il apparaît que le compost issu des déchets ménagers en Ville de Butembo est en conformité avec les normes régissant les qualités d'un bon compost pouvant être destiné à des fins de production agricole. Ainsi, dans un

double but d'assainissement et aussi de production d'un amendement organique, il est impérieux que la question de recyclage des déchets soit au centre de tension psychologique des décideurs politiques en collaboration avec les scientifiques.

Un tel mariage permettra d'élaborer des politiques cohérentes pour la sensibilisation, l'éducation sur la prise de conscience des habitants de la Ville de Butembo de la valorisation des déchets ménagers qui ne seraient plus perçus comme un danger, mais plutôt donc comme une ressource. Il serait souhaitable que des projets de gestion des déchets soient conçus et financés par les moyens locaux afin d'assainir en grande échelle et de valoriser de façon durable les produits de traitement des déchets en Ville de Butembo. Certes, les résultats susmentionnés prouvent que le compost issu des déchets ménagers organiques produits en Ville de Butembo est conforme pour être utilisé à des fins agricoles. Il faudra aussi mener des études additionnelles pour savoir quelle influence peut avoir donc l'utilisation de ce compost sur le rendement des cultures en Ville et dans les diverses périphéries de la Ville de Butembo ?

## Références bibliographiques

- ABDOULAYE S., et PHAL M., 2007. *Valorisation agricole des ordures ménagères en zone soudanosahélienne : cas de la ville de Bobo Dioulasso. In Sciences et Médecine, Revue. CAMES Série (A) 05 : 64-70*
- AYENI L.S., et ADETUNJI M.T., 2010. *Integrated application of poultry manure and mineral fertilizer on soil chemical properties, nutrient uptake, yield and growth components of maize. Nature and Science 8(1): 60-37*
- CHALOT F., 2004. *De l'amont vers l'aval : l'émergence d'une filière de gestion des déchets adaptée aux villes africaines. Synthèse et analyse des actions relatives aux déchets. In Gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain. Mars 2004, pp 45-69.*
- CHARNAY F., 2005, *Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement. Élaboration d'une démarche méthodologique pour une*

- production pérenne de compost, Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 277p.*
- COMPAORÉ E. & NANÉMA L.S., 2010b. *Compostage et qualité d compost des déchets urbains solides de la ville de Bobo Dioulasso, Burkina Faso. Tropicultura* 28 (4) : 232-237
- COMPAORÉ E., NANÉMA L.S., BONKOUNGOU S., SEDOGO M.P., 2010a. *Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. Journal of Applied Biosciences* 33:2076-2083.
- FAO, 2005. *Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Doc. travail Terres et Eaux*, 2, 51 p., Rome, Italie.
- 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.*
- LONGANZA L.B., KIDINDA L.K., TSHIPAMA T.D., TOMBO J.B., et Tshijika I.M., 2015. *Valorisation agricole des déchets comme alternative à leur gestion dans les villes d'Afrique subsaharienne : caractérisation des déchets urbains à Lubumbashi et évaluation de leurs effets sur la croissance des cultures vivrières. Afrique SCIENCE* 11(2) 76 – 84
- MOKOSSESSE J.A., LEPAGE M. & JOSENS G., 2009. *Croissance en pots de quatre espèces végétales sur des substrats enrichis avec la terre de termitières de Cubitermes. Tropicultura*, 27(3) :168-175
- MÜLLER, C., 2007. *Anaerobic Digestion of Biodegradable, Solid Waste in Low- and Middle Income Countries Overview over existing technologies and relevant case studies. Dübendorf: EAWAG & SANDEC*, 63 p.
- N'DAYEGAMIYE, A., DRAPEAU, A., Laverdière, M.R., 2005. *Effets des apports de composts de résidus ménagers sur les rendements des cultures et certaines propriétés du sol. Agrosolutions* 16 (2) :57-71.
- 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.
- NGNIKAM E. & TANAWA E., 2000, *Les villes d'Afrique face à leurs déchets. Université de technologie de Belfort- Montbéliard, (UTBM), Metthez (France), 287p.*

- NGNIKAM E., 2003. *Mise en place des structures de précollecte et de traitement des déchets solides urbains dans une capitale tropicale, Yaoundé (Cameroun). Rapport final*, Janvier 2003, 186 p.
- NYEMBO K.L., USENI S.Y., CHINAWAJ M. M. D, KYABUNTU I.D, KABOZA Y., MPUNDU M.M, BABOY L.L., 2014. *Amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol sous l'apport combiné des biodéchets et des engrais minéraux et influence sur le comportement du maïs (Zea mays L. variété UNILU)*. *Journal of Applied Biosciences* 74:6121– 6130
- OMOTAYO, O.E. & CHUKWUKA, K.S., 2009. *Soil fertility restoration techniques in sub-Saharan Africa using organic resources*. *African Journal of Agricultural Research* 4: 144-150.
- ROTICH K. H., YONSHENG Z & JUN D., 2006. *Municipal solid waste management challenges in developing countries. Kenyan study in Waste management* 26: 92-100.
- SAHANI, M. 2011. *Le contexte urbain et climatique des risques hydrologiques en ville de Butembo (Nord-Kivu)*, Thèse de doctorat, ULG, liège.
- SIVIRI, K. 2011 *Compostage et qualité de compost en base de déchets biodégradables en Ville de Butembo*, mémoire de DEA, UCG, 2011
- SOTAMENOU J. 2010. *Le compostage : une alternative soutenable de gestion publique des déchets solides au Cameroun*. Thèse en Economie, Université de Yaoundé II, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Cameroun, 364p
- SOUDI B., 2001. *Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost : cas des petites et moyennes communes au Maroc*. éd Actes, 104p.
- TEMGOUA E, NGNIKAM E, DAMENI H., & KOUEDOU K., 2014. *Valorisation des ordures ménagères par compostage dans la ville de Dschang, Cameroun*. *Tropicicultura*, 32, 1, 28-36
- USENI S.Y., CHUKIYABO K.M., TSHOMBA K.J., MUYAMBO M.E., KAPALANGA K.P., Ntumba N.F., KASANGIJ K.P., KYUNGU K.A., BABOY L.L., NYEMBO K.L. & MPUNDU M.M., 2013. *Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (Zea mays L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo*. *Journal of Applied Biosciences* 66: 5070-50811
- USENI S.Y., KANYENGA L. A., ASSANI B.L., EKONDO O.A., BABOY L.L., NTUMBA K. B., MPUNDU M. M. & NYEMBO K L., 2014. Influence de

la date de semis et de la fertilisation inorganique sur le rendement de nouveaux hybrides de maïs (*Zea mays* L.) à Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences* 76:6316-6325

- VALIMUNZIGHA Ch., AFOKA N et MBUSA H., 2019, *Détermination de la dose optimale de K<sub>2</sub>O sur le rendement en tubercules de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L) à Butembo, Est de la RD Congo. Journal of Applied Biosciences* 144: 14764-14772  
<https://doi.org/10.35759/JABs.v144.5>
- VIKANZA, P. 2011. *Aires protégées, espaces disputés et développement au Nord-Est de la R.D. Congo*, Thèse de doctorat, Université Catholique Louvain, Presses Universitaires de Louvain, Louvain-la-Neuve, 375 p.
- VYAKUNO, E. 2006. *Pression anthropique et aménagement rationnel des hautes terres de Lubero en R.D. Congo, Rapports entre société et milieu physique dans une montagne équatoriale, Tomes 1 et 2*, Thèse de doctorat, Université de Toulouse 2-le Mirail, Toulouse.