

DEGRADATION DES MATIERES ORGANIQUES PAR LES MICRO-INVERTEBRES DANS LES SCENARIOS DE LA BOUSE DE VACHE AVEC LA SCIURE DE BOIS A KINSHASA (RD CONGO)

[DEGRADATION OF ORGANIC MATTERS BY MICRO-INVERTEBRATES IN THE SCENARIOS OF THE COW BOUCH WITH THE WOOD SCIOR IN KINSHASA (RD CONGO)]

A.K. KITAMBALA¹, E.B. MAKALY¹, Z.W. KASUKU², E.L. EALE³, L. SITA⁴, V. PWEMA⁵, and B. EPUMBA⁶

¹Faculté des Sciences, Département de l'Environnement, Université de Kinshasa, B.P.190, KINSHASA XI, RD Congo

²Faculté des Sciences, Unité de Sciences de l'Environnement, Université Libre de Bruxelles, Campus de la Plaine, Boulevard de Triomphe, CP260, 1050 Bruxelles, Belgium

³Faculté des Sciences, département de Physique, Université de Kinshasa B.P. 190, Kinshasa XI, RD Congo

⁴Faculté d'Agronomie, Unité Biodiversité, Université de Kinshasa B.P. 190, Kinshasa XI, RD Congo

⁵Faculté des Sciences, Département de Biologie, Université de Kinshasa, BP.190, Kinshasa XI, RD Congo

⁶Ecole de Santé Publique, Université de Kinshasa, B.P. 11850, Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Waste management is a major stakeholder of a nation that aspires for development. Organic biodegradable waste invades the city of Kinshasa: streets, green spaces, aquatic environments and in other cities of the country where their management becomes a serious problem. In this work, three organic substrates: cow dung, sawdust and soil (fertile soils) were recycled by mixing them in the form of scenarios (dung alone, dung with sawdust and dung with soil). Recycling was carried out using the vermicomposting technique. The trials have yielded a fertile manure that meets ecological standards and earthworms that are increasingly being considered in the production of animal proteins and economically profitable.

KEYWORDS: Degradation, Organic matter, Micro-invertebrates, Cow dung, Sawdust, Scenarios, Kinshasa, DR Congo.

RESUME: La gestion des déchets est un enjeu majeur d'une nation qui aspire pour le développement. Les déchets organiques biodégradables envahissent la ville province de Kinshasa : rues, espaces verts, les milieux aquatiques et dans les autres villes du pays où leur gestion devient de plus en plus un sérieux problème.

Dans ce travail, trois substrats organiques : bouse de vache, sciure de bois et les terreaux (sols fertiles) ont été recyclées en les mélangeant sous forme des scénarios (Bouse seule, Bouse avec sciure de bois et bouse avec les terreaux). Le recyclage a été réalisé en recourant à la technique de lombricompostage. Les essais ont donné un fumier fertile répondant aux normes écologiques et les vers de terre qui de plus en plus sont considérés dans la production des protéines animales et économiquement rentables.

MOTS-CLEFS: Dégradation, Matière organique, micro-invertébrés, Bouse de vache, Sciure de Bois, Scénarios, Kinshasa, RD Congo.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

Les habitants des milieux urbains et péri – urbains des pays en développement dont ceux de la République du Congo déversent dans leur environnement immédiat : les rues, les cours d'eau et des tas des déchets créent des montagnes sur les espaces verts sont à majorité les déchets biodégradables.

Dans la ville province de Kinshasa, la gestion des ordures est devenu un défi du fait que les moyens mobilisés pour nettoyer ces espaces : transport vers les décharges non contrôlées, enfouissement dans les parcelles, déversement dans les rivières et entassement sur les espaces verts n'apportent des résultats escomptés.

Avec l'augmentation de la population, la crainte s'installe de plus en plus sur l'installation permanente des décharges non contrôlées sont les sources :

1. De contamination des sols par percolation ;
2. De pollution de l'eau de nappes phréatiques par les contaminants dissous au regard des conditions climatiques de la région ;
3. D'émissions permanentes du biogaz et autres gaz à effet de serre vers l'atmosphère.

Ce travail présente les résultats obtenus en prétraitant mécaniquement trois déchets organiques biodégradables : la bouse de vache, les terreaux et la sciure de bois mélangés selon les scénarios : bouse de vache, bouse de vache plus les terreaux et bouse de vache additionnée de sciure de bois dans lesquels l'espèce de vers de terre *Eissinia foetidia* a été élevée. Enfin poussé par la perspective du développement durable, le but est de valoriser les déchets longtemps considérés sans une valeur ajoutée et de tenter de réduire la pauvreté.

1.2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.2.1 MATÉRIELS

Les matériels de ce travail comprennent : trois substrats organiques biodégradables, les lombricomposteurs et l'équipement d'analyse des propriétés physico – chimiques des produits de transformation des déchets.

1.2.2 LES SUBSTRATS ORGANIQUES BIODÉGRADABLES

Il s'agit de la bouse de vache, des terreaux, de la sciure de bois et les vers de terre espèces *Eossinia foetidia*.

1.2.3 LES LOMBRICOMPOSTEURS

Ce sont les structures d'élevage des vers de terre (18). Ils ont été construits avec les matériaux de récupération locaux : sacs en polypropylène, les ficelles et les bagues en plastique. Elles sont appelées en fonction du temps de transformation des substrats : Mélanges manuels des substrats entre le premier et le quatorzième jour et composteur de l'humus entre le quatorzième jour et les vingt huitième jours, Lombricomposteurs entre les vingt huitième jours et la récolte des vers de terre.

Le schéma de nos structures est représenté par la figure 1.

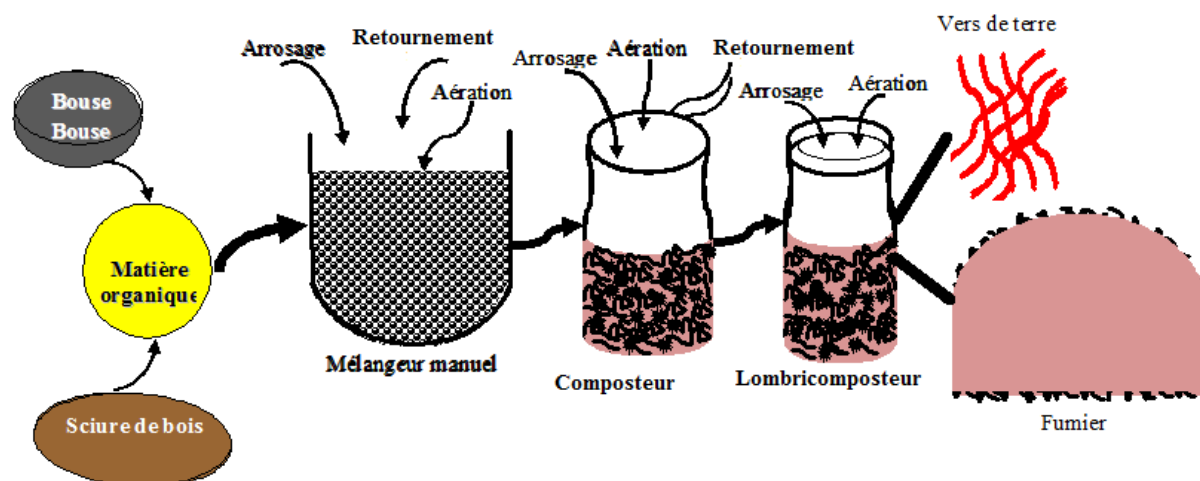


Fig.1. Structures d'élevage des vers de terre

1.3 L'ÉQUIPEMENT D'ANALYSE DES PROPRIÉTÉS PHYSICO CHIMIQUES

Le principal équipement d'analyses des paramètres physicochimiques comprend : le pH mètre de marque HACH *Senslo1*, le multi paramètre de marque HACH *Senslo1*, le spectrophotomètre U.V et visible de marque HACH série 2400, l'étuve de marque Memmert, le four à moufle de marque Furnace 62700, et le distillateur semi-automatique de marque Fisher Bioblock.

1.4 MÉTHODOLOGIE

Ce travail s'apparente à celui sur la conception et la mise au point des unités pilotes de recyclage des déchets biodégradables. Aussi, sa méthodologie décrit de manière succincte la collecte des substrats, la conception et le fonctionnement des unités d'élevage de vers de terre et la caractérisation physico chimique du fumier et de la bouse après élevage.

2 RÉCOLTE DES SUBSTRATS

La bouse de vache a été récoltée dans l'abattoir d'État de Masina en pinçant les éjections avec des baguettes en bois. La matière organique (terreaux) a été prélevée dans le jardin expérimental du Département de Biologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa. La sciure de *Prioria balsamifeira* a été ramassée dans une scierie. L'espèce de vers de terre sélectionné de cette expérience pour l'élevage était : *Eisenia foetida* ; Famille : *Lombriceida* ; Règne : *Animalia* [1]. Appelé aussi vers de compost, ils vivent sur toute la surface du monde. C'est alors un ver rouge zébré comme le montre la figure 1 qui appartient à l'espèce des épigés, très fin et très petit autour de 5 à 10 cm. La longévité de se ver est autour de 2 à 3ans, vivant la surface de sol ou dans le tas de compost et se nourrissent des matières organiques et carboniques en décomposition. Sa fonction est de participer activement à la décomposition des résidus organiques en rendant d'importants éléments nutritifs à d'autres organismes vivants du sol (www.verslaterre.fr). Il fait parti de lombricien comme l'affirme certains auteurs [2]. L'eisenia ne sait consommer un élément très frais, il faut qu'il ait été dégradé par les micro-organismes et il sert de nourriture à toute une série d'animaux et d'oiseaux [3]. La reconnaissance de ce vers comme dans sa multiplication stipule qu' il se nourrit de végétation en décomposition [4].

Les individus ont été récoltés dans les décharges non contrôlées des Homes 20 et 30 de l'Université de Kinshasa en sarclant au moyen d'une houe et en les retirant sous terre. De couleur rouge, ils étaient de petite taille et pesaient entre 200 mg et 800 mg. Ces laboureurs et mélangeurs de sol ont un très grand taux de fécondité. Ils sont donc de véritables usines à crotte. Le remaniement de la matière organique dans leurs tubes digestifs la transforme en changeant ses propriétés physico-chimiques, qui la rendent plus disponible aux réseaux trophiques inférieurs ou à la microflore. Ils construisent des galeries dans l'ensemble du sol. Ils se nourrissent de matières organiques fraîches. Pourvus de pigmentation, ils sont très mobiles et capables de s'enfoncer profondément sous la terre. Ils parcourent horizontalement de longs trajets. Leur forme est peu allongée.

Les paramètres qui les caractérisent dans cette étude sont : -le nombre d'individus cultivés : N_{vt} dans chaque lombricomposteur ; - la température : T (°C) du lombricomposteur ; - la masse moyenne de vers cultivés : M_{vtm} (Kg) dans chaque unité ; - la longueur moyenne : L_{vt} (m) de vers de terre.

2.1 FONCTIONNEMENT DES UNITÉS DU LOMBRICOMPOSTEUR

Pour cette étude, nous avons retenu trois scénarios de milieu de culture de vers de terre soient : bouse de vache (B), bouse de vache plus les terreaux (BT) et bouse de vache plus la sciure de bois (BSC). Pour avoir des résultats représentatifs, chaque scénario avait été reproduit en six exemplaires. Ce qui donne 18 structures d'élevage des vers de terre.

Toutes ces unités ont été construites avec les matériaux locaux (sacs polypropylènes, ficelles et bagues en plastique). Elles sont appelées en fonction du temps de transformation des substrats comme le montre la figure 1 : -Mélangeurs manuels des substrats entre le premier et le quatorzième jour, - Composteurs de l'humus entre le quatorzième jour et les vingt huitième jours, - Lombricomposteurs entre les vingt huitième jours et la récolte des vers de terre.

Les mélangeurs manuels sont des structures où les substrats mélangés sont retournés une fois par semaine et humidifiés par arrosage avec de l'eau deux fois par semaine jusqu'au quatorzième jour dans les conditions aérobies. Ils donnent l'humus non mure.

Les composteurs sont les mêmes structures où l'on poursuit le traitement de l'humus en le retournant et en l'humidifiant dans les mêmes conditions jusqu'au vingt-huitième jour, le moment où elle devient mure et prête à servir de milieu d'élevage des vers de terre.

Les lombricomposteurs pilotes consistent en des sacs en polypropylène renfermant l'humus mure. Le mélange a les mêmes propriétés nutritionnelles que la litière, matière ou vit les vers de terre. Elle a été préparée avec la bouse de vache et la sciure de bois dans les proportions de 70 % bouse et 30 % sciure de bois. Avant d'y être cultivés, les vers capturés acclimatés pendant quatre jours dans un cadre obscure, humide et bien aéré étaient pesés. 25 vers de terre étaient introduits dans chacun de nos dispositifs d'élevage. Ils étaient retournés avec l'humus à la main deux fois par semaine pendant quatre semaines et humidifiés une fois par semaine avec de l'eau. Comme nutriments supplémentaires, on y a ajouté du papier journal en noir et blanc, du carton ondulé, déchiqueté et des feuilles de Chikwangue. La litière devait toujours être humide mais ne devait pas dégoutter, ni sécher. Un autre ajout est la poudre des coquilles d'œufs très bon pour tamponner ou ajuster le pH et qui est une source importante de calcium. Après 30 jours, les vers de terre étaient récoltés et leurs paramètres déterminés. Les paramètres physico chimiques de la bouse de vache résiduelle et ceux du fumier l'étaient aussi.

3 ANALYSE PHYSICOCHIMIQUE

Les analyses des paramètres physicochimiques ont été déterminées à l'aide des protocoles des équipements dans nos laboratoires d'Eco toxicologie, de Santé publique et Biotechnologie ainsi que celui de Microbiologie Environnementale du Département de l'Environnement, Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa.

- Le pH était déterminé par la méthode potentiométrique à l'aide du multi paramètre de marque HACH Senslo1. Son principe est d'évaluer le potentiel d'une solution entre deux électrodes. Ici on met en jeu les électrodes afin de mesurer le pH des solutions comme sont électrode à membrane de verre utilisée dans les pH-mètres [5] [6].
- La température était prélevée à l'aide du même multi paramètre ;
- La demande chimique en oxygène était déterminée par la méthode 10067 avec le spectrophotomètre U.V visible de marque HACH, série 2400 ;
- Le Carbone organique total était obtenu par la méthode directe 10129 avec le spectrophotomètre U.V visible de même marque [7] .
- La matière sèche était déterminée par la méthode d'étuvage à 105°C pendant 24 heures dans l'étuve de marque Memmert ;
- Le taux des matières organique total était obtenu de la matière séchée à l'aide d'un four à moufle de marque Furnace 62700 ;
- Le distillateur semi-automatique de marque Fisher Bioblock a servi à doser l'azote kjelhdal par la méthode kjelhdal ;
- Le phosphore était dosé par la méthode phosVer 3 par digestion de l'acide persulfate (8190) avec le spectrophotomètre de marque HACH série 2400 ;
- Le potassium était dosé par la méthode tétraphénylborate (8049) avec le même spectrophotomètre.

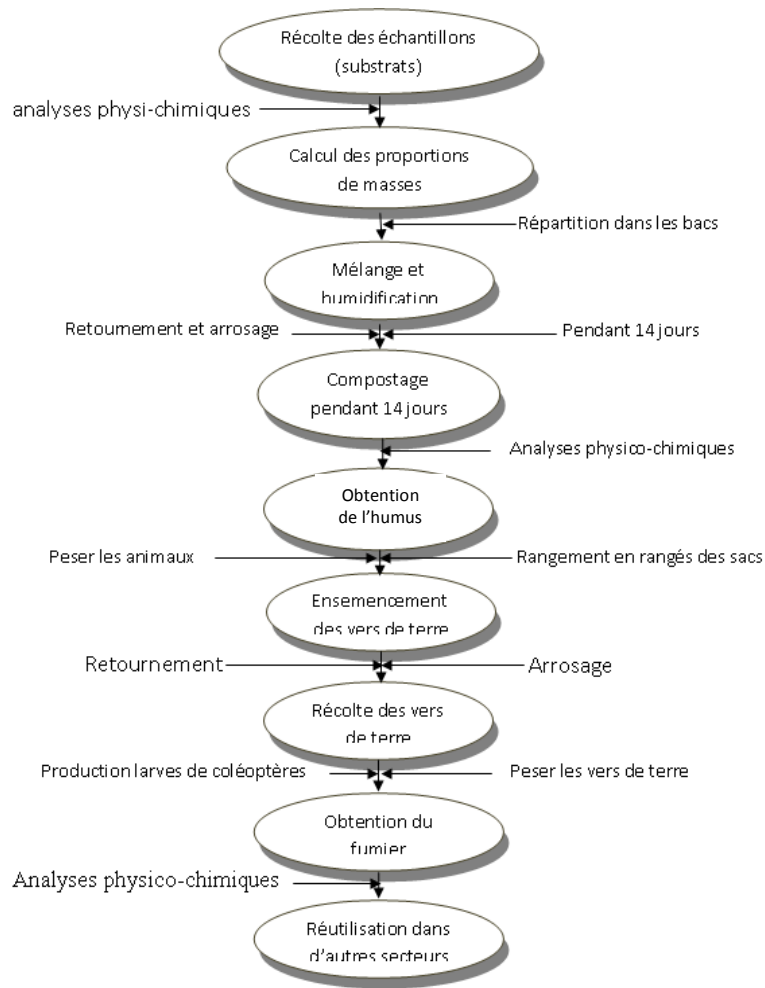


Fig. 3 : Schéma de l'organigramme de culture des vers de terre.

4 RESULTATS

Dans ce travail, les résultats obtenus sont: les données sur les substrats récoltés, les caractéristiques des lombricomposteurs, les paramètres physico chimiques de l’humus, les paramètres physico chimiques du fumier, les statistiques de production de vermes et des larves de coléoptère, les statistiques de récolte des vers de terre. Ils sont regroupés dans les tableaux 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 et 3.6, 3.7, 3.8 ci-dessous.

Tableau 3.1 : Données sur les substrats récoltés

Nom du substrat	M _{sb} (Kg)
Bouse de vache	15 ± 0,01
Sciure de bois	25 ± 0,01
Matière organique (terreaux)	20 ± 0,01

M_{sb} (Kg) : Masse moyenne du substrat récolté

L_{sb} (Kg) : Longueur des vers de terre dans les échantillons prélevés

Tableau 3.2 : Données sur les scénarios préparés

Nom du substrat	M _{sb} (Kg)
Bouse de vache	1,00 ± 0,01
Sciure de bois	3,30 ± 0,01
Matière organique (terreaux)	2,30 ± 0,01

M_{sb} (Kg) : Masse moyenne du substrat récolté,

L_{sb} (Kg) : Longueur des vers de terre dans les échantillons prélevés

Tableau 3.3. : Caractéristiques des lombricomposteurs

Scenario	Ph	T(°C)	N _{vt}	L _{vt} (cm)	10 ⁻³ M _{vt} (Kg)
(B) _{i=1≤i≤6}	7,1±1,9	29,8±1,5	25	9,7±0,4	10,5±0,3
(BT) _{i=1≤i≤6}	7,3±0,1	29,7±1,5	25	9,7±0,4	10,8±0,4
(BSc) _{i=1≤i≤6}	6,9±1,0	29,7±1,5	25	9,8±0,6	10,5±0,3

- (B)_{i=1≤i≤6} : scenario de 6 Lombricomposteurs dont le substrat est la bouse de vache de base ;
- (BT)_{i=1≤i≤6} : scenario de 6 Lombricomposteurs dont le substrat est la bouse de vache de base plus les terreaux;
- (BSc)_{i=1≤i≤6} : scenario de 6 Lombricomposteurs dont le substrat est la bouse de vache de base plus de la sciure de bois ;
- N_{bt} : nombre de vers de terre ensemencés dans chaque lombricomposteur
- T (°C) : température du lombricomposteur
- pH : le pH du lombricomposteur
- M_{vtm} : Masse moyenne de vers de terre dans chaque lombricomposteur;
- L_{vt} : longueur moyenne de vers de terre dans chaque lombricomposteur

Tableau 3.4. : Statistiques de production des vermisseaux et larves de coléoptère.

Scenario	M _{vermi} (g)
(B) _{i=1≤i≤6}	43,1±9,5
(BT) _{i=1≤i≤6}	35,0±9,0
(BSc) _{i=1≤i≤6}	-

M_{lar} (g) : masse moyenne des larves de coléoptères,
M_{vermi}(g) : masse moyenne des vermisseaux.

Tableau 3.5 : Récolte de vers de terre 30 jours après l'élevage

N°	Scénario	Nombre de vers de terre récoltés	10 ⁻³ P _{vt} (Kg)
1	(B) _{i=1}	22	16,50 ±0,90
2	(B) _{i=2}	23	17,32 ±0,78
3	(B) _{i=3}	17	11,28 ±0,42
4	(B) _{i=4}	24	16,32 ±1,47
5	(B) _{i=5}	18	12,24 ±0,63
6	(B) _{i=6}	21	14,04 ±0,71
7	(BT) _{i=1}	10	6,62 ±0,63
8	(BT) _{i=2}	12	7,02 ±0,79
9	(BT) _{i=3}	13	8,24 ±0,70
10	(BT) _{i=4}	8	5,10 ±1,48
11	(BT) _{i=5}	24	16,26 ±0,01
12	(BT) _{i=6}	24	16,11 ±1,00
13	(BSc) _{i=1}	25	18,04 ±0,73
14	(BSc) _{i=2}	23	15,25 ±1,56
15	(BSc) _{i=3}	17	11,38 ±0,01
16	(BSc) _{i=4}	18	12,26 ±0,40
17	(BSc) _{i=5}	17	11,38 ± 0,01
18	(BSc) _{i=6}	16	10,49 ±0,77

P_{vt} (Kg) : poids de vers de terre

Tableau 3.6 : Paramètres physico-chimiques du substrat bouse de vache.

N°	Paramètre	Substrat bouse de vache fraîche	Substrat bouse de vache après élevage
1	pH	8,7 ± 1,0	7,8 ± 1,1
2	DCO (mgO ₂ /Kg)	1124 ± 100	582 ± 11
3	COT (mg/Kg)	562,0 ± 9,5	191,4 ± 1,0
4	Cendres (%)	14,7 ± 0,9	66,2 ± 10,6
5	M.O (%)	85,5 ± 10,6	33,8 ± 9,9
6	M.S (%)	18,5 ± 1,10	12,3 ± 0,9
7	N _{kd} (mg/Kg)	16,1 ± 1,0	6,8 ± 1,0
8	K (mg/Kg)	14,5 ± 1,0	4,9 ± 1,0
9	P (mg/Kg)	14,1 ± 1,0	10,1 ± 0,1

Tableau 3.7. Paramètres physico-chimiques du substrat bouse de vache plus terreaux

N°	Paramètre	Substrat bouse de vache fraîche plus terreaux	Substrat bouse de vache plus terreaux après élevage
1	pH	6,5 ± 1,0	7,3 ± 0,05
2	DCO (mgO ₂ /Kg)	1160,1 ± 95,5	378,4 ± 9,63
3	COT (mg/Kg)	600,8 ± 99,9	200,4 ± 99,95
4	Cendres (%)	27,8 ± 9,6	92,5 ± 0,95
5	M.O (%)	72,2 ± 10,4	7,5 ± 10,01
6	M.S (%)	89,9 ± 10,0	32,1 ± 0,58
7	N _{kd} (mg/Kg)	14,3 ± 1,0	6,3 ± 0,90
8	K (mg/Kg)	13,1 ± 1,1	6,7 ± 0,90
9	P (mg/Kg)	14,6 ± 1,0	7,1 ± 1,00

Tableau 3.8. Paramètres physico-chimiques du substrat sciure de bois plus bouse de vache

N°	Paramètre	Substrat bouse de vache+sciure de bois frais	Substrat bouse de vache+sciure de bois après élevage
1	pH	5,5 ± 1,0	7,1 ± 0,9
2	DCO (mgO ₂ /Kg)	1370,9 ± 90,0	685,0 ± 94,4
3	COT (mg/Kg)	591,4 ± 56,9	195,7 ± 1,1
4	Cendres (%)	26,5 ± 10,4	66,8 ± 9,5
5	M.O (%)	73,5 ± 10,4	33,2 ± 1,0
6	M.S (%)	77,1 ± 9,5	56,8 ± 9,0
7	N _{kd} (mg/Kg)	14,1 ± 1,0	8,7 ± 0,9
8	K (mg/Kg)	17,7 ± 1,7	8,6 ± 1,0
9	P (mg/Kg)	16,2 ± 1,0	14,2 ± 1,0

4.1 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Le lombricompostage est une des techniques de transformation des déchets organiques biodégradables à l'état naturel ou aménagé sous l'action de vers de terre et autres microorganismes en humus et en percolât, une manière écologique de traité le sol[8]. Cette technique donne une quantité considérable de compost, un percolat (digestat) très fertilisant et une population fille importante des vers de terre dont le lombric.

Le lombric appelé aussi vers de terre est un Annelide fousseur qui contribue au mélange permanent des couches terrestres en général et en particulier dans un lombricomposteur. Il vit en profondeur, creuse des galeries verticales et horizontales. Son travail produit des effets importants sur le sol et ses annexes. En effet, ils enfouissent, malaxent et mélangent par leurs déplacements d'importantes quantités de nourriture qu'ils ingèrent. Ils fertilisent le sol en général et en particulier le compost en remontant à la surface la matière minérale des horizons profonds et en faisant descendre au même moment l'oxygène et la matière organique de la surface vers les plus bas horizons du sol. Dans la nature, l'activité de ce vers est facilitée par le travail préalable des coléoptères et des larves de diptères consistant à augmenter la porosité de la bouse.

La même activité facilite le déplacement et la consommation des particules de bouse ingérées et plus facilement transformées dans leur bioréacteur intestinal dans le monde de bactérie [9].

Si le milieu de culture n'est pas naturel, certains auteurs rapportent [10] rapporte aussi que Darwin a obtenu un compost dont la qualité dépend des propriétés physico-chimiques du milieu, des caractéristiques de la matière à décomposer et du taux de transformation de la matière organique par des vers de terre et autres microorganismes.

Le rôle des vers de terre et autres micros organismes lors du lombricompostage est indirect dans le processus de dégradation de la matière organique [11] En effet, les interactions de ces invertébrés avec la microflore ont un effet sur la décomposition et la minéralisation de la matière organique car les arthropodes consomment un grand nombre des bactéries et des champignons. Le passage de cette matière organique à travers leurs tubes digestifs augmente le développement de la population microbienne et leur activité métabolique. Cette prédation stimule ensuite la croissance microbienne et fongique. Ainsi, le milieu intestinal des vers de terre, nos macro-invertébrés est un meilleur environnement pour le développement et la production des agents microbiens grâce à leur double action sur la croissance de la microflore dans les déchets organiques biodégradables à savoir : - L'ensemencement dans leurs tubes digestifs de la microflore y introduite, - L'ensemencement du milieu extérieur par les crottes y déféquées.

A la suite cette double action, il se crée un équilibre entre la prédation de la microflore par les invertébrés du compost et la multiplication des bactéries et champignons qui favorise d'abord la dégradation et la minéralisation de la matière organique fécale, ensuite la polymérisation des débris par les enzymes. La microflore dégrade d'abord plus ou moins rapidement le substrat en petites molécules (sucres, acides aminés) puis libère des éléments minéraux [12]. La figure 4 montre les vers de terre élevés de couleur tigrée.



Fig 4. *Eisinia foetidia* élevés

La durée d'élevage apparaît courte, des vermisseaux étaient produits dans tous les scénarios. Les individus élevés étaient comptés avec la main à l'aide d'un bâton en bois.

5 CONCLUSION

Nous avons conçu et construit 6 lombricomposteurs par scénario avec les matériaux locaux faciles à trouver et à moindre coût pour la valorisation des déchets organiques biodégradables.

Dans ce procédé de lombricompostage, les matières organiques sont recyclées par les vers de terre épigé *Eisinia foetidia* sous l'action des microorganismes. Ce recyclage entraîne des effets environnementaux : le piégeage du carbone utilisé comme leur source d'énergie dans leur métabolisme. Leurs poids ont augmenté après être nourris et élevés, et enfin, ils se sont abondamment reproduits sans beaucoup des pertes des individus ensemencés au départ. Le nombre des juvéniles et des cocons produits durant 30 jours d'élevage indiquent à suffisance l'efficacité de compost préparé pour les nourrir.

Les lombricomposts (BT B₇- BT₁₂) et (BS B₁₃ - BS B₁₈) dans le scénario de la bouse avec les terreux d'une part et la bouse avec la sciure de bois de l'autre part se sont avérés comme étant des techniques efficaces pour valoriser les déchets organiques biodégradables dans les villes et dans les milieux ruraux. Bien qu'il faut alimenter les animaux avec les suppléments nutritifs riches en calcium qui étaient contenus dans la poudre de coquille des œufs de poules et la cellulose contenue dans les feuilles des Schikwanges¹, tous étant des déchets à recycler. A la fin des expérimentations, une

diminution significative des paramètres : le carbone organique et en azote Kjeldahl (N_{kj}) était observée dans chaque substrat testé (S_1 à S_{18}) dans le compostage et lombricompostages. Ce qui justifie le bon fonctionnement des unités des fermentations pilotes mises en place. Le rapport C/N des substrats contenant de présentent une augmentation. On a observé beaucoup des difficultés tout au long de ce travail. On a valorisé les déchets biodégradables en fumier écologique et la production des vers de terre réputés protéines animales. Enfin de pérenniser la recherche, et de créer des nouvelles filières dans la perspective du développement durable, nous proposons que les recherche se poursuivent et que les résultats servent à l'élaboration des projets de valorisation de ces déchets.

REFERENCES

- [1]. Dominguez J., A. Velando, A. Ferreira. 2005. Are *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) and *Eisenia andrei* Bouché (1972) different biological species. *Pedobiologia*, 49 :81-87.
- [2]. Lavelle P. 1975. Consommation annuelle de terre par une population naturelle des vers de terre dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). *Rev. Ecol. Biol. Sol.* 12:11-24.
- [3]. Antonio R., J. Pannizi, R.P. Parra. 2012. *Biology and nutrition for integrated rest management*, CRC Press; pp 705-709.
- [4]. David J.S., J.M. Weeks, C.A.M. Van Gestel. 2003. A summary of eleven years progress in earth worn ecotoxicology: the seven Th international symposium on earth worn ecology. Cardiff. Wales. 2002. *Pedobiologia*, vol47, n°5-6, pp588-606.
- [5]. Weber A.F. 1879. *Electroanalytical Method*. Ann. 7,536.
- [6]. Bard A., R. Larry. 2000. *Electrochemical methods/ Fundamentals and Applications*. 2^e Ed. Wiley, pp. 12-18.
- [7]. Wang J.C. 2000. *Analytical Electrochemistry*. John Wiley and Sons.
- [8]. Lavelle P, A.V. Spain. 2001. *Soil Ecology.*, KAP, 619pp.
- [9]. Janine G.M. 2001. *Les bactéries, leur monde et nous : vers une biologie intégrative et dynamique*. Ed. Dunod. p.191.
- [10]. Brook A. 2007. *Biologie des microorganismes*. 11^e ed, Persons, Paris. P.196.
- [11]. Lara Z., Q. Renard, D. Joseph, K.Tu Pham, H.N. Duyet, P. Lebailly, F. Francis, E. Haubruge. 2010. Valorisation of water hyacinth in vermicomposting using an epigeic earthworm *Perionyx Cavatus* in Central Vietnam.
- [12]. Linda R. H. Peter, M.D. Raven. 2009. *Un panorama exhaustif de l'Environnement*. Brielle's, PUB, p.680.