

## **L'apport de biodéchets améliore la croissance des cultures maraichères à Lubumbashi : signe d'une bonne qualité de biodéchets?**

### **[ The contribution of biowastes improves the growth of the market gardening in Lubumbashi: sign of a good quality of biowastes? ]**

**Chuimika Mulumbati Magnifique<sup>1</sup>, Kidinda Kidinda Laurent<sup>1</sup>, Mazinga Kwey Michel<sup>1</sup>, and Baboy Longanza Louis<sup>1-2</sup>**

<sup>1</sup>Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, BP. 1825, Lubumbashi, R.D. Congo

<sup>2</sup>Collaborateur Scientifique au service d'Ecologie du Paysage et système de production végétale,  
Ecole Inter facultaire des Bio-ingénieurs, Université Libre de Bruxelles, Belgique

---

Copyright © 2015 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:** This study checks the hypothesis which the organic amended contain components alternatives according to their mode of obtaining and conservation. Their use in agriculture efficiently contributes to resolve the problem of infertility of the soil. Samples of biowastes were analyzed at the laboratory to determine the composition in major fertilizers. Four doses of biowastes and three doses of fertilizers were applied only or in combination in a device completely randomized to three repetitions. The observations on the onion and spinach plants related to the height of plants, the number of sheets and the weight of the useful product and the results obtained were subjected to the analysis of the variance. It emerges from the physical characterization that the biowastes contain more 95% of organic matter. The chemical composition as well with it showed as these biodéchetes contains content of major elements (N, P, K...) allowing their use in horticulture. The experimentation proved the effectiveness of their incorporation with fertilizers by the increase in output. A significant increase in output was obtained with the treatments amended compared to that no amended. This study constitutes an additional argument in the development of a chanel of management of waste, which passes by their valorization in agriculture, taking into consideration their capacity to improve quality of the soil.

**KEYWORDS:** caracterization, biowastes, fertilizer, market gardening, poor soil.

**RESUME:** Cette étude vérifie l'hypothèse selon laquelle les amendements organiques contiennent de composantes variantes en fonction de leur mode d'obtention et de conservation. Leur utilisation en agriculture contribue efficacement de pallier au problème d'infertilité du sol. Des échantillons de biodéchets ont été analysés au laboratoire pour déterminer la composition en éléments minéraux majeurs. Quatre doses de biodéchets et 3 doses d'engrais ont été appliquées seules ou en combinaison dans un dispositif complètement randomisé à trois répétitions. Les observations sur les plantes d'épinard et d'oignon ont porté sur la taille de plantes, le nombre de feuilles et le poids du produit utile et les résultats obtenus ont été soumis à l'analyse de la variance. Il ressort de la caractérisation physique que les biodéchets contiennent plus 95% de matière organique. La composition chimique quant à elle a démontré que ces biodéchets contiennent de teneur en éléments majeurs (N, P, K...) permettant leur utilisation en horticulture. L'expérimentation a prouvé l'efficacité de leur incorporation avec les fertilisants chimique par l'augmentation de rendement. Un accroissement significatif de rendement a été obtenu avec les traitements amendés comparativement à celui non amendé. Cette étude constitue un argument supplémentaire dans le développement d'une filière de gestion de déchets, qui passe par leur valorisation en agriculture, au regard de leur capacité à améliorer la qualité des sols.

**MOTS-CLEFS:** caractérisation, biodéchets, engrais chimiques, cultures maraichères, sol pauvre.

## 1 INTRODUCTION

La démographie urbaine mondiale est de plus en plus galopante, avec une augmentation estimée à 3 milliards d'individus à l'horizon 2030 et cette augmentation concernera à 95 % les pays en voie de développement [1]. Celle de la ville de Lubumbashi particulièrement, a non seulement triplé à moins d'un siècle, évaluée à 16180 habitants en 1923 est devenue de 1480152 habitants en 2009 [2]. En outre, cette situation d'accroissement de la population et d'urbanisation rapide, entraîne une demande de plus en plus croissante en denrées alimentaires parallèlement à une production des déchets par habitant [3].

L'agriculture dans la ville de Lubumbashi s'étend de plus en plus sur les Ferralsols, présentant une faible potentialité de production primaire au regard de leurs propriétés chimiques [4]. Les techniques de gestion de la fertilité pratiquées par les agriculteurs conduisent davantage à un épuisement rapide des sols [5]. Les éléments nutritifs exportés par les récoltes, dans des sols déjà pauvres, ne sont pas remplacés de manière adéquate [6]. Devenant de plus en plus infertiles, les sols de Lubumbashi et ceux de proximité exigent l'apport considérable de fertilisant pour y pratiquer une activité agricole rentable [7]. L'emploi des engrais chimiques est fort limité par leurs coûts relativement élevés par rapport aux revenus des agriculteurs [8]. Dans un contexte d'insécurité alimentaire, de réduction de la fertilité des sols, de fort taux de chômage causant la pauvreté de population et de la hausse des prix des engrais sur les marchés, il apparaît nécessaire d'utiliser pour l'agriculture les amendements disponibles et à faible coût [9]. Différents travaux ont prouvé que l'utilisation de biodéchets améliorée les propriétés des sols et permet l'accroissement des rendements de cultures [10]; [11]; [12]. Le compostage de biodéchets apparaît comme l'une des techniques la plus intéressante pour valoriser cette matière organique [13-15]. En effet, Ce processus permet de transformer les déchets organiques en amendement organique très riche en éléments nutritifs. Et offre également des solutions très intéressantes permettant de transformer en ressource les déchets organiques [16,17]. Le présent travail a pour objectif de caractériser les biodéchets et d'évaluer leurs effets en cultures maraichères. Plus spécifiquement, il s'agira de (i) déterminer les différentes composantes de biodéchets; (ii) déterminer la composition chimique majeure; et (iii) comparer la croissance de végétative en fonction de quantité de biodéchets appliquée.

## 2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Deux légumes (épinard et oignon) ont été installés à la faculté des sciences Agronomiques, dans son champ expérimental. Ces légumes ont été retenus en fonction des habitudes alimentaires locales [18]. L'essai a été installé suivant un dispositif complètement randomisé et les traitements en trois répétitions comprenaient quatre doses de biodéchets (0 ; 1,75 ; 3,5 et 7 t/ha) et trois doses d'engrais minéral (0 ; 150 kg NPK + 100kg Urée et 300 kg NPK + 200 kg Urée) pour la culture d'oignon, et (0 ; 150 kg Urée et 200 kg Urée) pour l'épinard. Le poids de sol mis dans chaque unité expérimental (sachet) était de 2kg, arrosé jusqu'à saturation. Et les amendements étaient appliqués selon les traitements une semaine avant l'installation des cultures. 10 échantillons d'environ 20 grammes chacun ont été prélevés dans chaque sac de 50 kg. Par la suite, par type de biodéchets, les échantillons prélevés dans les différents sacs ont été mis ensemble pour former « un composite ». La caractérisation physique consistée, au séchage des échantillons de biodéchets, au triage et à la séparation de différents constituants de biodéchets. Les différents constituants physiques groupés en quatre types (métaux et plastiques, cailloux, sable et matières organiques ou fermentescibles) ont été pesés. Le pourcentage de chaque constituant de biodéchets a été trouvée par la formule suivante :  $\text{Proportion du constituant} = (\text{poids du constituant} / \text{poids total de biodéchets}) * 100$ . Avant essai, les échantillons composites de sol et ceux de biodéchets ont été analysés au laboratoire de l'Office Congolais de Contrôle (OCC) pour déterminer la teneur en éléments chimiques majeurs. Les travaux ont débuté par la préparation des pots qui a consisté en la pesée et remplissage du sol dans les différents pots. Les biodéchets ont été appliqués une semaine avant le repiquage à différentes doses selon les traitements. Les graines d'oignon ont été semées à une profondeur de 1 cm. Pour l'épinard le semis c'est fait à une profondeur de 4 cm. Le repiquage est intervenu 45 jours après le semis pour l'oignon lorsque les plantes avaient 2 feuilles chacune et une hauteur de 120 mm par plante. Pour l'épinard le repiquage a eu lieu 30 jours après le semis dont le nombre des feuilles par plante était de 3 et 90 mm de taille par plante. Les observations ont porté sur le nombre de feuilles, la taille de plantes et le poids de feuilles ou de tubercules selon les cultures. Les données brutes sur les paramètres végétatifs observés ont été traitées par l'analyse de la variance (ANOVA) avec test post hoc (test de Tukey) pour la détermination des moyennes, à l'aide du logiciel Minitab 16.

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 CARACTÉRISATION DES BIODÉCHETS

Les résultats obtenus montrent que les biodéchets renferment une forte proportion de la matière organique, soit en moyenne 95%. Cependant, il encre dans ces biodéchets en faible proportion de cailloux, du sable, de métaux et du plastique, et de teneurs non négligeables d'éléments chimiques majeurs y sont (tableau 1).

**Tableau 1 : Composition physique et chimique du sol et de biodéchets**

Éléments/Substrat	Cailloux	Métaux et plastiques	Sable	Matière organique	N	P	K
Sol	-	-	-	-	2,7	0,8	1,3
Fèces humaines	2%	0,4%	2%	95,6%	6	2,3	28,8
Fumiers de poules	0%	0%	3%	97%	6	5,71	0,57
Bouse de vaches	3%	0%	0%	97%	1,67	33,25	0,303
Déjections de porcs	7,2%	0,5%	0%	92,3%	3,68	44,92	2,172

#### 3.2 COMPORTEMENT DE L'ÉPINARD ET DE L'OIGNON 3.2.1. COMPORTEMENT DE L'ÉPINARD

Après analyse statistique, il ressort qu'une différence significative a été observée entre les traitements amendés et celui non amendé. Le nombre de feuille, la taille de plantes et le poids de feuilles ont variés proportionnellement à l'augmentation d'amendements (tableau 2).

**Tableau 2. Résultats moyens la culture en pot de l'épinard**

Traitements	Nombre de feuille	Hauteur (mm)	Poids de feuilles (gr)
T <sub>0</sub>	3,33±0,57b	114,33±8,14b	4,33±0,58b
T <sub>1</sub>	5,33±0,58ab	218,33±86ab	27±8,54ab
T <sub>2</sub>	6,33±0,58ab	247,67±19,14ab	35,67±3,5ab
T <sub>3</sub>	6,67±0,58ab	256,7±17,04ab	47,33±3,79ab
T <sub>4</sub>	6±1a	294±11,14a	54±5,56a
T <sub>5</sub>	8a	275±14a	72±6,55a
T <sub>6</sub>	9,33±58a	305±16a	85,67±5,51
T <sub>7</sub>	11a	320±16a	94,67±4,04a
T <sub>8</sub>	7,33±0,57a	297,33±7,64a	67±8,18a
T <sub>9</sub>	8,67±0,57a	286,67±13,43a	81,67±6,55a
T <sub>10</sub>	10a	311,67±13,50a	89,33±4,51a
T <sub>11</sub>	11,67±0,58a	328,33±7,64a	103±5,51a

Légende : T<sub>0</sub> : non amendé, T<sub>1</sub> : 1,75 t/ha de biodéchets, T<sub>2</sub> : 3,5 t/ha de biodéchets, T<sub>3</sub> : 7 t/ha de biodéchets, T<sub>4</sub> : 150 kg/ha d'urée, T<sub>5</sub> : 1,75 t/ha de biodéchets et 150 kg/ha d'urée, T<sub>6</sub> : 3,5 t/ha de biodéchets et 150 kg/ha d'urée, T<sub>7</sub> : 7 t/ha de biodéchets et 150 kg/ha d'urée, T<sub>8</sub> : 200 kg/ha d'urée, T<sub>9</sub> : 1,75 t/ha de biodéchets et 200 kg/ha d'urée, T<sub>10</sub> : 3,5 t/ha de biodéchets et 200 kg/ha d'urée et T<sub>11</sub> : 7 t/ha de biodéchets et 200 kg/ha d'urée.

#### 3.2.1 COMPORTEMENT DE L'OIGNON

Le résultat obtenu après analyse, montre que le comportement de la culture dépendait des apports d'amendements. L'augmentation de nombres de feuilles et le poids de bulbes était fonction de dose croissante avec le faible niveau pour le traitement sans amendement. Pour la taille, le traitement avec 3,5 t/ha de biodéchets et 150 kg NPK + 100 kg/ha d'urée avait une élévation supérieure par rapport aux autres et le traitement sans amendement était toujours inférieur (tableau 3).

Tableau 3 : Résultats moyens sur la culture en pot de l'oignon

Traitements	Nombre de feuilles	Hauteur (mm)	Poids bulbes (gr)
T <sub>0</sub>	3,66±0,57b	153,33±47,72b	6,67±1,15b
T <sub>1</sub>	7±1ab	285,33±24,66ab	16±1,73b
T <sub>2</sub>	7,33±0,57ab	323±28ab	23,33±3,06b
T <sub>3</sub>	7,67±15ab	397,67±32,35ab	55,33±3,51ab
T <sub>4</sub>	7,33±0,57ab	397±69,48ab	38±3b
T <sub>5</sub>	8±2ab	481,67±83,19ab	61,33±7,02ab
T <sub>6</sub>	11±1a	542±1a	95,33±17,39ab
T <sub>7</sub>	11,67±1,53a	485,67±112,27ab	66,33±3,78a
T <sub>8</sub>	9,67±0,57a	492,33±4,93ab	95±8,89ab
T <sub>9</sub>	9,33±2,08a	481±82,61ab	113,67±4,16a
T <sub>10</sub>	11±1a	503±55ab	117,67±8,02
T <sub>11</sub>	12±1,73a	475±87,89ab	121,33±7,67a

Légende : T<sub>0</sub> : non amendé, T<sub>1</sub> : 1,75 t/ha de biodéchets, T<sub>2</sub> : 3,5 t/ha de biodéchets, T<sub>3</sub> : 7 t/ha de biodéchets, T<sub>4</sub> : 150 kg/ha de NPK + 100 kg/ha d'urée, T<sub>5</sub> : 1,75 t/ha de biodéchets et 150 kg/ha NPK + 100 kg/ha d'urée, T<sub>6</sub> : 3,5 t/ha de biodéchets et 150 kg/ha NPK + 100 kg/ha d'urée, T<sub>7</sub> : 7 t/ha de biodéchets et 150 kg/ha NPK + 100 kg/ha d'urée, T<sub>8</sub> : 300 kg/ha NPK + 200 kg/ha d'urée, T<sub>9</sub> : 1,75 t/ha de biodéchets et 300 kg/ha NPK + 200 kg/ha d'urée T<sub>10</sub> : 3,5 t/ha de biodéchets et 300 kg/ha + 200 kg/ha d'urée et T<sub>11</sub> : 7 t/ha de biodéchets et 300 kg/ha NPK + 200 kg/ha d'urée.

#### 4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les résultats montrent que les différents biodéchets contiennent une forte teneur en matière organique, résultat concordant avec ceux de nombreux chercheurs évaluant la teneur de la matière organique entre 40-90% [19]. Les fortes teneurs en matière organique que renferment les biodéchets constitue une opportunité pour leur utilisation en agriculture [20]. Les faibles teneurs de matière plastique, cailloux et métaux non élucidées par d'autres chercheurs tels que [21] pourrait s'expliquer par le fait que ces biodéchets étaient recueillis dans de lieux exposés à l'érosion et à leur exposition à l'air libre. Les quantités des éléments minéraux qu'ils contiennent permettent leur utilisation dans l'agriculture urbaine [22] et principalement celle de régions tropicales [23]. Le choix de cultures légumières était motivé par le fait que leur pratique est plus intéressante financièrement et sont activement consommées dans la zone de Lubumbashi [24]. En effet, le maraichage se caractérise par l'utilisation des variétés locales, un potentiel de rendement par unité de temps et par unité de surface très élevé [25]. Avec une croissance rapide, une valeur marchande élevée et des qualités nutritionnelles supposées meilleures à la santé par la diversification des aliments [26, 27]. Les deux cultures ont montré une meilleure adaptabilité aux apports de biodéchets eu égard à leurs produits utiles. L'explication pourrait être l'apport sélectif supplémentaire de fertilisant chimique selon les cultures [15]. En effet, la combinaison de doses d'engrais minéraux à celles d'amendements organiques favorise l'activité biologique du sol qui libérerait une quantité importante d'azote, qui contribue à l'augmentation de rendement [28, 29]. Il est vrai que, les ressources locales comme les déchets organiques et les roches naturelles, appliquées aux sols tropicaux pauvres et acides peuvent fournir les éléments nutritifs nécessaires pour l'alimentation et la croissance des plantes et par conséquent, accroître le rendement des plantes cultivées [30]. Dans le contexte de pauvreté de sols tropicaux, l'utilisation des biodéchets deviennent une nécessité compte tenue de leurs potentiels fertilisants permettant leur intégration en horticulture urbaine [31]. Leur combinaison aux fertilisants inorganiques permet une bonne valorisation de biodéchets et augmente le rendement [32]. Cette combinaison facilite la minéralisation de la matière organique, rendant ainsi les éléments minéraux disponible aux cultures [32].

#### 5 CONCLUSION

Les résultats obtenus ont montré que les biodéchets, produits de l'assainissement, présentent des teneurs élevées en matières organiques (plus de 95%). En revanche, les résultats sur la caractérisation chimique montrent qu'ils sont potentiellement de bons fertilisants. Et peuvent tant soit peu pallier à l'épineux problème de faible productivité de sols tropicaux. Leur apport seul ou en combinaison avec les engrais minéraux permet à la fois de réduire le coût de production dû à l'utilisation d'amendement inorganique seul et améliore les qualités physico-chimiques de sols. L'utilisation de ces biodéchets apparait comme solution palliative au double problème d'insalubrité de villes Africaines et manque de denrée alimentaire suite à l'infertilité de sols.

Ces résultats confirment davantage le rôle capital que jouent les déchets ménagers dans la fertilisation des sols. Quelle que soit la culture et pour tous les paramètres étudiés, les résultats ont montré l'intérêt de la valorisation des biodéchets en agriculture en vue d'accroître les rendements des cultures.

Toutefois, le traitement préalable des biodéchets avant leur valorisation agronomique constitue un moyen sécurisé pour l'augmentation de la production des cultures maraichères dans l'agriculture urbaine et périurbaine.

## REFERENCES

- [1] Olanreju B.S., Moustier P., Mougeot L., Fall A. Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone: enjeux, concepts et méthodes. CIRAD-CRDI, 173p. 2004
- [2] K.F. Munyemba et J. Bogaert. Anthropisation et dynamique spatiotemporelle de l'occupation du sol dans la région de Lubumbashi entre 1956 et 2009. e-revue UNILU 1. 3-23. 2014.
- [3] S.Y. Useni, L.L. Baboy., K.L. Nyembo & M.M., Mpundu. Effets des apports combinés de biodéchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de *Zea mays* L. cultivée à Lubumbashi. *Journ of Appl Biosc* 54: 3935– 3943. 2012
- [4] L.E. Kasongo, M.T. Mwamba, M.P.Tshipoya, Mukalay M.J., S. Y. Useni, K. M. Mazinga, K. L. Nyembo. Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Journ of Appl Biosc* 63: 4727 – 4735. 2013
- [5] M. Yemefack, L. Nounamo, R. Njomgang & P. Bilong. Influence des pratiques agricoles sur la teneur en argile et autres propriétés agronomiques d'un sol ferrallitique au sud du Cameroun. *Tropicultura* 22 (1) : 3-10. 2004
- [6] Mulaji KC, 2011. *Utilisation des composts de biodéchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo)*. Thèse de doctorat, Gembloux Agro bio tech, 220p.
- [7] U.Y. Sikuzani, L.L. Baboy, K.A. Lubobo, B.L. Assani, K.M. Mbuyi, M.N. Kasanda, Mbayo L.J. Kyongo, M.M. Mpundu, K.L. Nyembo. Problématique de la valorisation agricole des biodéchets dans la ville de Lubumbashi : identification des acteurs, pratiques et caractérisation des déchets utilisés en maraîchage. *Journ of Appl Biosc* 76:6326– 6337. 2014
- [8] A.T.G Muhammad, R. Kazi, S.M. Ansari, B. Mujtaba, M.A. Khanzada, M.U. Khan, Shirazi, S. Mumtaz. Effects of un-treated sewage sludge on wheat yield, metal uptake by grain and accumulation in the soil. *Pak. J. Bot.*, 39(7): 2511-2517. 2007
- [9] A.J. Folefack, Jaza. The Influence of Compost Use on the Production of Lettuce (*Lactuca sativa*) in the Urban and Peri-urban Areas of Yaoundé (Cameroon). *Tropicultura*, 26, 4, 246-253. 2008.
- [10] E. Cameron, N. How, S. Sagggar, C. Ross. The cost- benefits of applying biosolid composts for vegetable, fruit and maize/sweet corn. Landcare Research Science Series no. 27. Manaaki Whenua Press, Lincoln, Canterbury, NZ. 31 p. 2004
- [11] C. Crecchio, M. Curci, M.D.R. Pizzigallo, P. Ricciuti, P. Ruggiero. Effects of municipal solid waste compost amendments on soil enzyme activities and bacterial genetic diversity. *Soil Biol. Biochem.* 36: 1595-1605. 2004
- [12] S.Y. Useni, K. M. Chukiyabo, K.J. Tshomba, M.E. Muyambo, K.P. Kapalanga, N.F. Ntumba, K.P. Kasangij, K. Kyungu L.L. Baboy, K.L. Nyembo, M.M. Mpundu. 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. *J. Appl. Biosci.* 66:5070 – 5081.2013.
- [13] A.J. Folefack, The Influence of Compost Use on the Production of Lettuce (*Lactuca sativa*) in the Urban and Peri-urban Areas of Yaoundé (Cameroon). *Tropicultura*, 26(4), 246-253. 2008
- [14] F. Lompo, Z. Segda, Z. Gnankambary, N. Ouandaogo, Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. *Tropicultura*, 27(2), 105-109. 2009
- [15] G.F. Matejka, H. De Las, A. Klein, F. Paquetteau, J. Barbier & A. Keke, *Composting of municipal solid waste in Labé (Guinea): Process optimisation and agronomic development*. In: "Eight International Waste Management and Landfill Symposium". Cagliari, Italy, 451-457. 2001
- [16] E. Temgoua, E. Ngikam, H. Dameni & G.S. Kouedeu Kameni. Valorisation des ordures ménagères par compostage. *Tropicultura*, 32, 1, 28-36. 2014.
- [17] E-M. Abou, M.A. M. El-Bassiony. and Z.F. Fawzy. Effect of organic manure with or without chemical fertilizer on growth, yield and quality of some varieties of Broccoli plants. *J. of Applied Science Res.*, 2 (10):791-798. 2006.
- [18] Mpundu M.M. 2010. *Contaminations des sols en ETMs à Lubumbashi (Katanga, RDC). Evaluation des risques de contamination de la chaîne alimentaire et choix de solutions de remédiation*. Université de Lubumbashi. Thèse de doctorat en sciences agronomiques 401p.
- [19] L.M. Bresson, C. Koch, Y.L. Bissonnais, E. Barriuso, V. Lecomte. Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application. *Soil Sciences Society of American Journal*. 65: 1804-1811. 2001

- [20] E. Wass., A. Bidaux, G. Dériaz, F. Laurent, C. Touré, O. Guene, N. Adjademe, O. Diop, R. Schertenleib, W. Meyer, R. fammatter. *Valorisation des déchets organiques dans les quartiers populaires des villes africaines*. Centre de Coopération Suisse pour la Technologie et le Management, Vadianstrasse 42, 900 à St. Gallen, Suisse, p 126. 1996
- [21] A.C.A. Bodruzzaman, B.M.A. Meisner, A. Sadat, H.M. Israil. Long-term effects of applied organic manures and inorganic fertilizers on yield and soil fertility in a wheat-rice cropping pattern. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia. , 2010
- [22] N'Dienor M. *Fertilité et gestion de la fertilisation dans les systèmes maraîchers périurbains des pays en développement : intérêts et limites de la valorisation agricole des déchets urbains dans ces systèmes, cas de l'agglomération d'Antananarivo (Madagascar)*. Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, École Supérieure des Sciences Agronomiques, 242p + Annexes. 2006
- [23] W-T.T Kaboré, E.Hien, P. Zombré, A.Coulibaly, S.Houot, D. Masse. Valorisation de substrats organiques divers dans l'agriculture péri-urbaine de Ouagadougou (Burkina Faso) pour l'amendement et la fertilisation des sols : acteurs et pratiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15 (2), 271-286. 2011
- [24] S. O. Omotoso, O. S. Shittu, Soil properties, leaf nutrient composition and yield of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] as affected by broiler litter and NPK 15:15:15 fertilizers in Ekiti State, Nigeria. *Int. J. Agric Res.* 3, 140-147. 2008.
- [25] D. A Okunade, O. A Olanusi, K. O. Adekalu, Growth, yield and economics of okra and amaranth production under irrigation. *Int. J. Vegetable Sci.* 15, 29-44. 2009.
- [26] S. T Zodape, V. J Kawarkhe, J. S Patolia, A. D. Warade, Effect of liquid seaweed fertilizer on yield and quality of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Journal of Scientific & Industrial Research* 67, 1115-1117. 2008.
- [27] I. O Asia, I. B Enweani, I. O. Eguavo, Characterization and treatment of sludge from the petroleum industry. *African Journal of Biotechnology* 5(5), 461-466. 2006.
- [28] M. Raviv, Y. Oka, J. Katan, Y. Hadar, A. Yoge, S. Medina, A. Krasnovsky & H. Ziadna, High-nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops. *Bioresource Technology*, 96, 419-427. 2005
- [29] J.F.M. Rippy, M.M. Peet, F.J. Louws, P.V. Nelson, D.B. Orr & K.A. Sorensen, Plant Development and harvest yields of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience*, 39, 2, 223-229. 2004
- [30] L. Thuriès, M. Pansu, M.-C. Larré-Larrouy & C. Feller, Biochemical composition and mineralization kinetics of organic inputs in a sandy soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 239-250. 2002
- [31] B. Jama, C.A. Palm, R.J. Buresh, A.I. Niang, C. Gachengo, G. Nziguheba, *Tithonia* as a green manure for soil fertility improvement in Western Kenya: a review. *Agroforestry Systems*, 49: 201-221. 2000.
- [32] W.D.Sakala, G. Cadisch & K.E. Giller, Interactions between residues of maize and pigeonpea and mineral N fertilizers during decomposition and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 32, 679-688. 2000
- [33] B. Berg & E. Matzner, Effect of N deposition on decomposition of plant litter and soil organic matter in forest ecosystems, *Environ. Rev.* 5, 1-25. 1997.