

## **Etude de cas sur l'impact des amendements organiques vis-à-vis de la salinité en culture de bananier**

**Michel Mazinga KWEY<sup>1</sup>, Séverin Kalala BANZE<sup>2</sup> et John Banza MUKALAY<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> *Laboratoire des cultures in vitro, Département de phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, République Démocratique du Congo*

<sup>2</sup> *Département de phytotechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, BP 1825, Lubumbashi, République Démocratique du Congo*

\* Correspondance, courriel : [mukalayjohn@gmail.com](mailto:mukalayjohn@gmail.com)

### **Résumé**

Ce travail a été initié dans l'objectif d'évaluer les effets des doses croissantes de la matière organique sur le comportement du bananier soumis à différents niveaux de salinité. L'essai a été conduit sous serre suivant un dispositif complètement randomisé à 3 répétitions. Les traitements comprenaient 3 doses d'amendements organiques (0, 1 et 2 kg) et 5 doses de sel (0 ; 2,5 ; 5 ; 7,5 et 10 g/L). Les résultats montrent que les fortes doses de sels (plus de 5g) ont eu un effet dépressif sur la croissance des bananiers alors que les différentes doses d'amendements organiques réduisent les impacts de la salinité. Une forte concentration en K a été enregistrée avec la dose de 2 kg de la matière organique contre le traitement D0 qui en accumulé moins; pour le Na, une forte concentration a été obtenue avec T5 contre T1 qui a enregistré une faible teneur. Enfin, aux pots ayant reçu les fortes doses de sel, correspondent de faible diversité de couleurs de champignons. Ces résultats montrent que l'agriculteur peut modifier l'état de salinité des sols à titre préventif ou de réhabilitation en apportant de la matière organique.

**Mots-clés :** *bananier, salinité, amendements organiques, effet dépressif, champignons.*

### **Abstract**

#### **Impact of organic amendments on salinity in banana crop : a case study**

This work was initiated to evaluate the effects of increasing doses of organic matter on banana response submitted to different salinity levels. The trial was conducted in a greenhouse according to completely randomized design with three replications. Treatments included three doses of organic amendments (0, 1 and 2 kg) and 5 doses of salt (0, 2.5, 5, 7.5 and 10 g/L). The results show that high doses of salts (over 5g) had a depressive effect on the growth of banana while different doses of organic amendments reduce the impacts of salinity. A high concentration of K was recorded at the rate of 2 kg of organic matter against the D0 treatment which accumulated less; For Na, high concentration was obtained with T1 T5 against which recorded low. Finally, in pots that received high doses of salt correspond to low color diversity of Fungi. These results show that the farmer can change the salinity state preventive or rehabilitation by providing organic matter.

**Keywords :** *banana, salinity, organic amendments, depressive effect, fungi.*

## **1. Introduction**

La banane est un aliment énergétique (90 calories /100grammes). Elle constitue un aliment de base de bonne qualité surtout pour la population qui habite dans des zones favorables pour sa production [1]. Pourtant la culture des bananiers est butée à plusieurs contraintes entre autres la salinité excessive des sols et des eaux d'irrigation entraînant des faibles rendements. Un grand nombre de sols des prairies, des zones arides et semi arides contiennent des concentrations élevées à l'état naturel de sels hydrosolubles, dont les sulfates de sodium, de calcium et de magnésium [2]. Cependant, comme les sels solubles s'accumulent dans la rhizosphère pendant le processus naturel de salinisation du sol, ils peuvent avoir des effets défavorables sur la croissance des végétaux [3]. L'effet de la salinisation sur les végétaux est semblable à celui de la sécheresse à mesure que la concentration des sels dissous augmente, la capacité des racines d'absorber à la fois l'eau et les éléments nutritifs diminue. À des concentrations élevées de sels, la croissance normale des plantes cultivées est limitée et le rendement des cultures est réduit [4-6]. Dans ce contexte, les amendements organiques sont bénéfiques contre l'acidification du sol qu'ils corrigent par l'effet de son pouvoir tampon et qu'ils stabilisent chimiquement.

Le compost fournit des substances nutritives progressivement assimilables par les plantes en se minéralisant. Ces substances sont fonction de sa composition chimique et des éléments qui le constitue. La matière organique est d'une importance fondamentale dans la durabilité pour la fertilité des sols et donc pour une production agricole durable, du fait de ses effets physiques, chimiques et biologiques [7,8]. Son influence sur les propriétés du sol dépendra de la quantité et du type de matière organique ajoutée. La matière organique, et plus particulièrement l'humus, serait un facteur de sécurité et d'économie dans la production végétale [9,10]. Plusieurs études conduites en milieu naturel et en serre (laboratoire) ont montré que les ressources locales et leurs composts 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 [11-13]. Le présent travail a été entrepris pour évaluer les effets des doses croissantes des amendements organiques sur le comportement des bananiers installés sur les sols ayant reçu les différents niveaux de sels. Les objectifs spécifiques sont entre autres d'évaluer les effets de la salinité sur le comportement des bananiers et d'évaluer les effets des amendements organiques sur la réduction des impacts de la salinité.

## **2. Milieu, matériel et méthodes**

### **2-1. Site**

Cette expérimentation a été conduite en sachets de polyéthylène au cours de la saison culturale 2013-2014 au jardin expérimental de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi (RDC). Le site est localisé à 11° 60869' de latitude Sud et 027° 47692' de longitude Est, sur une altitude moyenne de 1257 m. La pluviométrie annuelle avoisine 1270 mm avec une saison de pluie de 118 jours, alors que la température moyenne annuelle est d'environ 20°C avec une grande stabilité interannuelle. Le taux d'humidité moyenne est de 62 % avec un niveau d'humidité minimum moyenne de 52 % en saison sèche (juin – août) et un maximum de 80 % durant la saison pluvieuse (novembre à mars) [14]. La couverture pédologique est du type ferrallitique avec un pH à l'eau oscillant autour de 5,2. Les sols sont acides et appartiennent au groupe des ferralsols d'après la base référentielle mondiale de la classification des sols [15].

## 2-2. Matériel et méthodes

### 2-2-1. Matériel et installation de l'essai

Les jeunes plantules des bananiers ont été utilisées comme matériel végétal et les composts de bouse de vache a été utilisés comme amendement organique. L'expérimentation a été conduite sous serre suivant un dispositif complètement randomisé avec trois répétitions. Les traitements comprenaient 3 doses d'amendements organiques (0, 1 et 2 kg) et 5 doses de sel (0, 2,5, 5, 7,5 et 10g/ L). Les travaux de préparation du sol ont consistés au prélèvement des sols et à leur mise en sachet après pesage la bouse de vache a été ajoutée comme amendement organique. Le sol a été prélevé dans les horizons de surface (0-20cm). Les amendements ont été incorporés à la même date que la transplantation, le 01 janvier 2014. Les soins d'entretien ont consisté à l'arrosage à l'eau non salée les 3 premiers mois. Après trois mois de reprise de rejets, différentes concentrations de sel ont été appliquées et cela, pendant 6 mois. A la fin de l'expérimentation, les échantillons de sols ont été prélevés dans chaque pot en vue d'observer la diversité de couleurs de champignons ; et les teneurs en Na et K dans les feuilles ont été déterminées par la méthode décrite par la référence [16]. L'eau de robinet avec une teneur très faible en Chlore a été utilisée pour arroser les plantules et le sel provenant du grand marché de la ville a été utilisé.

### 2-2-2. Observations, analyses de laboratoire et traitement de données

Trois mois après transplantation, le taux de reprise a été observé. En cours de végétation, les observations ont porté sur le taux de survie, la taille de plantes, la surface foliaire, le nombre de feuilles et le diamètre au collet. Enfin de l'expérimentation, les échantillons de sols ont été prélevés dans chaque pot en vue d'observer la diversité de couleurs de champignons ; et les teneurs en Na et K dans les feuilles ont été déterminées par la méthode décrite par la référence [16]. Les données brutes ont été soumises à une Anova à deux facteurs (doses d'amendements et doses de NaCl) avec test post hoc de Tukey, à l'aide du logiciel Minitab 16.

## 3. Résultats

### 3-1. Effets de doses croissantes de NaCl sur le comportement des bananiers

Il ressort des résultats présentés dans le *Tableau 1* que le nombre de feuilles à 15 jours augmente en fonction des doses de NaCl. Toutefois, à 90 jours, le nombre de feuilles diminue au fur et à mesure la dose de NaCl augmente (0 > 2,5 et 5 > 7,5 et 10). Pour le reste de paramètres, il ressort de l'analyse de la variance que les différentes doses de sels ont induite des effets similaires à ceux de pots sans sel.

**Tableau 1 : Réponse des bananiers aux apports croissants de NaCl, Moyennes  $\pm$  écart type**

Paramètres	0g	2,5g	5g	7,5g	10g	P
TR 15	23,2 $\pm$ 15,7	31,8 $\pm$ 14,7	32,1 $\pm$ 8,2	35,6 $\pm$ 14,3	25,4 $\pm$ 13,7	0,2
TR 90	66,6 $\pm$ 50,0	100,0 $\pm$ 0,0	77,7 $\pm$ 44,1	88,8 $\pm$ 33,3	100,0 $\pm$ 0,0	0,6
DC 15	10,8 $\pm$ 6,4	12,4 $\pm$ 2,7	12,8 $\pm$ 3,6	12,3 $\pm$ 4,7	14,6 $\pm$ 5,4	0,5
DC 90	11,3 $\pm$ 8,8	16,2 $\pm$ 6,9	14,5 $\pm$ 9,5	10,8 $\pm$ 7,4	12,0 $\pm$ 6,7	0,5
SF 15	1892 $\pm$ 2526	3072 $\pm$ 3117	3163 $\pm$ 3293	3452 $\pm$ 3143	3769 $\pm$ 3801	0,7
SF 90	593 $\pm$ 527	490 $\pm$ 763	609 $\pm$ 587	2633 $\pm$ 4085	1264 $\pm$ 2742	0,2
NF 15	3,2 $\pm$ 2,1	4,3 $\pm$ 0,8	4,4 $\pm$ 0,7	4,2 $\pm$ 1,0	4,5 $\pm$ 0,8	0,1
NF 90	6,4 $\pm$ 4,9a	5,8 $\pm$ 1,6a	2,3 $\pm$ 1,9b	1,5 $\pm$ 2,1b	1,5 $\pm$ 2,5b	0,000

Les différentes lettres à Côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. TR : taux de reprise ; DC : diamètre au collet ; SF : surface foliaire ; NF : nombre de feuilles ; 15 et 90 : 15 et 90<sup>ème</sup> jour d'observation

### 3-2. Effets des doses d'amendements organiques

Il ressort des résultats du **Tableau 2** que les différentes doses d'amendements organiques ont induit de différences significatives sur certains paramètres observés. Pour ces paramètres, les valeurs des paramètres étudiés sont proportionnelles aux doses appliquées. Toutefois l'on remarque que les valeurs obtenues sont faibles sur les parcelles non amendées et/ou celles qui ont reçu une faible dose.

**Tableau 2 : Effets d'amendements organiques sur le comportement des bananiers, Moyennes  $\pm$  écart type**

Paramètres	0 kg	1 kg	2 kg	P
TR à 15 jrs	20,3 $\pm$ 12,6 a	32,2 $\pm$ 14,1 a	36,2 $\pm$ 9,7 b	0,003
TR à 90 jrs	80,0 $\pm$ 41,4	80,0 $\pm$ 41,4	100,0 $\pm$ 0,0	0,1
DC à 15jrs	9,6 $\pm$ 4,8 a	13,3 $\pm$ 3,9 ab	15,0 $\pm$ 3,7 b	0,004
DC à 90 jrs	9,8 $\pm$ 9,6	12,9 $\pm$ 7,4	16,2 $\pm$ 5,0	0,0
SF à 15 jrs	3,9 $\pm$ 3,4	2,9 $\pm$ 3,4	2,3 $\pm$ 2,4	0,3
SF à 90 jrs	16,1 $\pm$ 3,0	4,5 $\pm$ 6,1	12,8 $\pm$ 2,4	0,3
NF à 15jrs	3,6 $\pm$ 1,7 a	4,0 $\pm$ 0,8 ab	4,8 $\pm$ 0,6 b	0,01
NF à 90 jrs	2,6 $\pm$ 3,4	3,4 $\pm$ 3,2	4,5 $\pm$ 3,7	0,3

Les différentes lettres à Côté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. TR : taux de reprise ; DC : diamètre au collet ; SF : surface foliaire ; NF : nombre de feuilles ; 15 et 90 : 15 et 90<sup>ème</sup> jour d'observation

### 3-3. Concentration en K et Na dans les feuilles de bananiers en fonction des apports croissants d'amendements organiques

L'accumulation du Sodium n'a pas révélé de différence significative entre les trois doses de la matière organique ; tandis que pour le Potassium, une forte concentration en K a été enregistrée avec la dose de 2 kg contre le traitement D0 qui en accumulé moins (**Tableau 3**).

**Tableau 3 :** *Teneurs de K et Na dans les feuilles de bananiers en fonction des doses d'amendements organiques*

	0 kg	1 kg	2kg	P
<b>Na</b>	1,6 ± 0,7	1,6 ± 0,7	1,2 ± 0,4	0,1
<b>K</b>	276,8 ± 84,6 b	312,9 ± 96,6 ab	373,2 ± 40,2 a	0,006

*Les différentes lettres à Coté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité*

### 3-4. Concentration en K et Na dans les feuilles de bananiers en en fonction des apports croissants de NaCl et d'amendements organiques

Les résultats obtenus dans le **Tableau 4** montrent des différences significatives sur la teneur de Na et K dans les feuilles en fonction des différents traitements. Une forte concentration en Na a été obtenue avec T5 contre T1 qui a enregistré une faible teneur en Na et K.

**Tableau 4 :** *Teneurs en K et Na dans les feuilles de bananiers en fonction des apports croissants de NaCl et d'amendements organiques*

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>N</b>	0,2c	1,6ab	0,8 b c	1,2 abc	2,2a	1,9ab	1,9ab	1,8ab
<b>K</b>	102b	363,3a	387,7a	376,7a	320,5a	300,4a	320,6a	312,3a
	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	P
<b>N</b>	1,7ab	1,8ab	1,2a b c	1,2abc	0,9abc	1 abc	1 abc	0,000
<b>K</b>	241,4ab	361,9a	363,2a	348a	331,9a	333,1a	351,8a	0,001

*Les différentes lettres à Coté des moyennes indiquent de différence significative après le test de Tukey au seuil de 5% de probabilité. T1, T2, T3, T4 et T5 correspondent aux doses de 0, 2,5 ; 5,7,5 ; et 10 g de sel/ L appliquées dans les pots non amendés ; T6, T7, T8, T9 et T10 correspondent aux doses de 0, 2,5 ; 5,7,5 ; et 10 g de sel/l appliquées dans les pots ayant reçu 2,5 kg d'amendements organiques ; T11, T12, T13, T14 et T15 correspondent aux doses de 0, 2,5 ; 5,7,5 ; et 10 g de sel/l appliquées dans les pots ayant reçu 5 kg d'amendements organiques*

### 3-5. Morphodiversité fongique

Les résultats obtenus montrent la présence des champignons sur tous les traitements. Toutefois, les spores de couleur noire et jaune clair n'ont été obtenues que dans les traitements T1, T2, T5, T7 et T15 caractérisés par les apports de 2,5 et 10gr. Les spores noire, jaune claire et jaune vif ont été obtenues dans T3, T6 et T14. Cependant les traitements ayant reçus les fortes doses de sel, ont présentés de faible diversité de couleurs de champignons (**Tableau 5**).

**Tableau 5 : Effets de NaCl sur la diversité de couleurs de champignons**

Traitement	Présence de champignons	Couleurs de champignons
T1	+	Noire, jaune claire
T2	+	Noire, jaune claire
T3	+	Noire, jaune claire, vif, rouge
T4	+	Noire, rouge
T5	+	Noire, jaune claire
T6	+	Noire, jaune claire, vif, rouge
T7	+	Noire, jaune claire
T8	+	Noire seulement
T9	+	Noire, jaune vif
T10	+	Noire, jaune vif
T11	+	Noire, jaune claire
T12	+	Noire, jaune vif
T13	+	Noire, jaune claire, rouge
T14	+	Noire, jaune claire, vif
T15	+	Noire, jaune claire

*T1, T2, T3, T4 et T5 correspondent aux doses de 0, 2,5 ; 5,7,5 ; et 10 g de sel/l appliquées dans les pots non amendés ; T6, T7, T8, T9 et T10 correspondent aux doses de 0, 2,5 ; 5,7,5 ; et 10 g de sel/l appliquées dans les pots ayant reçu 2,5 kg d'amendements organiques ; T11, T12, T13, T14 et T15 correspondent aux doses de 0, 2,5 ; 5,7,5 ; et 10 g de sel/l appliquées dans les pots ayant reçu 5 kg d'amendements organiques*

#### 4. Discussion

Tel que montrent les résultats obtenus en fonction de l'apport en sel, un effet dépressif de sel a été observé. La référence [17] a montré un effet dépressif, voire inhibiteur, de la salinité sur la régénération de bananeraies. Ceci serait dû au fait que les doses utilisées pour cette expérimentation sont très faibles que celles utilisées par ces derniers (plus de 10 g/litre). Nombreux auteurs ont remarqué qu'une dose supérieure de NaCl réduit fortement la croissance végétative et cause de symptômes de brûlure et de toxicité [17-19] ont rapporté que la réduction de la croissance de la plante est due à la diminution du potentiel osmotique dans le sol, de la conductance stomatique, de la photosynthèse et aussi à l'augmentation de la concentration des ions Na et Cl qui atteignent des niveaux toxiques pour la plante. La matière organique s'est montrée moins performante dans la réduction des impacts de la salinité, au regard des doses massives apportées. Un constat similaire a été fait par la référence [20] dans la réduction de l'accumulation des ETM. Cependant, la référence [21] a observé une augmentation de paramètres végétatifs par l'apport d'amendement. Pourtant les résultats obtenus par [22] renseignent la forte production de la bananeraie par la bonne croissance végétative, grâce à l'apport de la matière organique qui favorise la tolérance. La bonne performance a été obtenue avec les traitements ayant reçu plus de matière organique, particulièrement en ce qui concerne le diamètre au collet, sous apport de sels. La référence [23] a observé un bon arrangement de la structure et la texture du sol par apport de la matière organique. [24] justifie cette amélioration par le fait que l'acide humique contenu dans la matière organique active l'hormone qui stimule la croissance de la plante. [25-27] ont observé les mêmes effets de l'acide humique sur plusieurs cultures. Les doses de 1 kg et 0kg donnent de résultats similaires.

Des constats analogues ont été faits sur le tournesol par [28] concernant la réduction du nombre de feuilles suite à la salinité, sous l'apport des faibles doses d'amendements organiques. En effet, l'enrichissement en sel est inversement proportionnel à l'accumulation en chlorophylle, réduisant la capacité de la plante à augmenter le nombre de feuilles [29]. Contrairement aux paramètres végétatifs, une accumulation similaire du sodium a été observée entre traitements en fonction de la matière organique tandis que l'accumulation du potassium était meilleure pour le traitement à forte dose de matière organique. Une observation similaire a été faite également par [30] justifiant ce phénomène par la présence considérable du potassium dans la matière organique. La référence [31] attribue cela à la facilitation de l'accumulation de nutriments. Les résultats obtenus ont montré en outre un effet dépressif de NaCl sur la diversité des couleurs de champignons. Ceci serait dû aux exigences écologiques même de ces champignons. En effet, il existe de groupes de champignons qui ne tolèrent pas de concentration élevée en sel. Des résultats similaires, montrant que la couleur de la colonie dépend fréquemment du milieu utilisé et de la saison, ont été obtenus par [32]. Cette situation laisse supposer que la biomasse des champignons obtenues est le résultat d'une disponibilité en matière organique, indispensable aux hétérotrophe [33].

## 5. Conclusion

Cet essai s'inscrivait dans le but d'évaluer les effets de la combinaison de la matière organique et du sel sur le comportement de deux cultivars de bananier (pélépita ABB et plantain). Les résultats obtenus ont montré que les fortes doses de sels (plus de 5g) ont eu un effet dépressif sur la croissance des bananiers. Les différentes doses d'amendements organiques ont induit de différences significatives pour quelques paramètres étudiés. Pour ces paramètres, les valeurs des paramètres observés sont proportionnelles aux doses appliquées des amendements organiques. En outre, une forte concentration en K a été enregistrée avec la dose de 2 kg contre le traitement D0 qui en accumulé moins; Pour le Na, une forte concentration a été obtenue avec T5 contre T1 qui a enregistré une faible teneur. Une présence des champignons sur tous les traitements a été observée. Toutefois, les spores de couleur noire et jaune clair ont été obtenues dans les traitements T1, T2, T5, T7 et T15 caractérisés par les apports de 2,5 et 10gr. Les spores noire, jaune claire et jaune vif ont été obtenues dans T3, T6 et T14. Enfin, aux pots ayant reçu les fortes doses de sel, correspondent de faible diversité de couleurs de champignons. Ces résultats montrent que l'agriculteur peut modifier l'état de salinité des sols à titre préventif ou de réhabilitation en jouant sur des incorporations de matière organique (déchets végétaux).

## Références

- [1] - CIRAD-GRET., "Mémento de l'agronome, centre de coopération international en recherche et échange technologique (GRET), imprimé en France Jouve, 11Bd de Sébastopol, 191p. Dépôt légal Décembre, 2002.
- [2] - R. MUNNS, A. J. RICHARD, A. LAUCHLI "Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals", *Journal of Experimental Botany*, 57 (5) (2006) 1025–1043.
- [3] - R. G EILERS, W. D. EILERS, M. M. FITZGERALD, "A Salinity Risk Index for Soils of the Canadian Prairies", *Hydrogeology Journal*. 5 (1) (1997) 68-79.
- [4] - J. S. BOHRA et K. DOERFFLING, "Potassium nutrition of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under NaCl salinity," *Plant and Soil* 152 (1993) 299-303.
- [5] - R. MUNNS, D. P SCHACHTMAN, A. G.CONDON, "The significance of the —phase growth repose to salinity in wheat and barley," *Australian journal of plant physiology* 22 (1995) 561-569.



- [6] - M. ASHRAF, J. C. HARRIS, "Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants," *Plant Science*, 166 (2004) 3–16.
- [7] - FAO., "Gestion de la fertilité des sols pour la sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne. Rome, Italie, 63p, (2005).
- [8] - M. TEJADA, J. L. GONZALEZ., A. M G. MARTINEZ, J. PARRADO, "Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield" *Bioresource Technology* 99 (2008) 1758-1767.
- [9] - J. M. GOBAT, M. ARAGNO, W. MATTHEY, *Le sol vivant. Bases de pédologie - Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Suisse, 521p (1998).*
- [10] - 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", *Journal of Applied Biosciences* 66 (2013) 5070 – 5081.
- [11] - V. B. BADO, V. HIEN, "Efficacité agronomique des phosphates naturels du Burkina Faso sur le riz pluvial en sol ferrallitique", *Cahiers Agricultures*, 7 (1998) 236-248.
- [12] - V. KOTCHI, K. A. YAO, D. SITAPHA, "Réponse de cinq variétés de riz à l'apport de phosphate naturel de Tilmesi (Mali) sur les sols acides de la région forestière de Man (Côte d'Ivoire)", *J. appl. Biosc.* 31 (2010) 1895-1905.
- [13] - K. C. MULAJI, "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 (2011).
- [14] - M. M. MPUNDU, S. Y. USENI, M. T. MWAMBA, M. G. KATETA, M. MWANSA, K. ILUNGA, K. C. KAMENGA, K. KYUNGU, K. L. NYEMBO, "Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols de différents jardins potagers de la ville minière de Lubumbashi et risques de contamination des cultures potagères," *Journal of Applied Biosciences*, 65 (2013) 4957 – 4968.
- [15] - L. E. KASONGO, M. T MWAMBA, M. P. TSHIPOYA, M. J. MUKALAY, 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," *Journal of Applied Biosciences* 63 (2013) 4727 – 4735.
- [16] - M. BENMILOUD et W. A. POLOCZANKA, "Pratique du diagnostic foliaire", laboratoire générale de chimie. MARA Direction de la Recherche Agronomique, Maroc (1977).
- [17] - M. BELFAKIH., M. IBRIZ, A. ZOUAHRI, S. HILALI, "Effet de la salinité sur la croissance des deux variétés de bananier « grande naine » et « petite naine » et leur nutrition minérale au Maroc", *Journal of Applied Biosciences* 63 (2013) 4689 – 4702.
- [18] - K. CHARTZOULAKIS, G. KLAPAKI, "Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages", *Scientia Horticulturae* 86 (2000) 247-260.
- [19] - R. MUNNS, M. TESTER, "Mechanisms of salinity tolerance", *Annual Review of Plant Biology*, 59 (2008) 651-681.
- [20] - M. M. MPUNDU., S. Y. USENI, K. L. NYEMBO, G. COLINET, "Effets d'amendements carbonatés et organiques sur la culture de deux légumes sur sol contaminé à Lubumbashi (RD Congo)", *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 18(3) (2014), 367-375.
- [21] - N. CHEZHUYEN, P. BALASUBRAMANI, C.V.HARRIS M. ANANDTHAN, "Effect of inorganic and biofertilizers on growth and yield of inorganic banana var. *Virupakshi. S*," *Indian Hort.*, 47 (1999) 1-6.
- [22] - C. M. PATEL, N. L., S. S. GAIKWAD, S. J. PATIL, "Effect of post-shooting treatments on yield and it's attributes of banana (*Musa paradisiaca* L.) cv. Grand Naine," *J. Plant Dis. Sci.*, 5(2) (2010) 210-212.
- [23] - P. JOTHIMANI, R. SANGEETHA, "Ecosan compost A Potential resource of organic manure," *International Journal of Advanced Life Sciences.*, 1(1) (2012) 58-61.



- [24] - G. FERRARA, G. BRUNETTI, "Effects of the times of application of soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) CV Italia" *Spanish J. Agric. Res.*, 8(3) (2010) 817-822.
- [25] - M. SHARIF, R. A. KHATTAK, M. S. SARIR, "Wheat yield and nutrient accumulation as affected by humic acid and chemical fertilizers. *Sarhad, J. Agric.*, 18 (2002) 323 -329.
- [26] - M. N. ALAM, M. S. JAHAN, M. K. ALI, M. A. ASHRAF, M. K. ISLAM, "Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barried soils of Bangaldesh," *J. Appl. Sci. Res.*, 3(12) (2007) 1879-1888.
- [27] - H. CELIK., A. V. KATKAT, B. B. AYK and M. A. TURAN, "Effects of soil application of humus on dry weight and mineral nutrients uptake of maize under calcareous soil conditions," *Arch. Agron. Soil Sci.*, 54(6) (2008) 605-614.
- [28] - M. EL MIDAQUI, M. BENBELLA, A. AÏT HOUSSA, M. IBRIZ, A. TALOUIZTE, "Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus* L.)," *Revue HTE* 136 (2007) 29-34.
- [29] - A. ABOUSALIM, N. ESSAFI, O. ROCHDI, A. RACHIDAI, "Délection in vitro de lignées de cals de pote greffes d'agrumes tolérant la salinité," *Actes Inst. Agron. Vet.* 22(4) (2002) 185-191.
- [30] - G. S. NIJJAR, "Banana role of nitrogen on yield. In: Nutrition of fruit trees," Usha, R. (Ed.), *Kalyani Publishers, New Delhi*, India, pp. 306-308 (1985).
- [31] - V. P. PAWAR, D. K. KATHMALE, Z. V. DESHMUTH, J. A. MORE, "Effect of fertilizers doses and their application on production of Basrai banana," *J. Maharashtra Agric. Univ.*, 22(2) (1997) 166-168.
- [32] - H. BOUDOUDOU, R. HASSIKOU, A.T. OUAZZANI, BADO, A. DOUIRA, "Premières manifestations de la fusariose sur la germination et les plantules du riz," *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 148 (2009) 45-54.
- [33] - K. PRADE, J. C. G. OTTOW, V. A. JACQ, G. MALOUF, J. Y. LOYER, "Relation entre les propriétés des sols de rizières inondées et la toxicité ferreuse en basse Casamance (Sénégal)," *Études, revue et synthèse de travaux antérieurs. Cah. ORSTOM. Sér. Pédol.*, 25(4) (1990) 453- 474.