

INFLUENCE DES COMPOSTS DE DÉCHETS URBAINS SUR LES RENDEMENTS DU SORGHO EN ZONE SOUDANO-SAHÉLIENNE DU BURKINA FASO

**Dasmané BAMBARA^{1*}, Ablassé BILGO¹, Edmond HIEN³,
Dominique MASSE⁴, Adjima THIOMBIANO² et Victor HIEN¹**

¹*INERA, GRN/SP, 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso*

²*Université de Ouagadougou, UFR/SVT, 03 BP 7021*

Ouagadougou 03, Burkina Faso

³*Laboratoire Sols, Matériaux et Environnement, UFR/SVT, Université de
Ouagadougou, et IRD, UMR Eco & Sols centre de Ouagadougou 01 BP 182,*

Ouagadougou, Burkina Faso

⁴*Laboratoire d'écologie microbienne des sols et agro systèmes tropicaux,
(IRD-ISRA-UCAD) Campus Bel-Air BP 1386 CP 18524, Dakar, Sénégal*

*Correspondance, e-mail : das.bambara@coraf.org

RÉSUMÉ

Au Burkina Faso, l'impact des composts de déchets urbains sur les rendements céréaliers est peu documenté. Dans un dispositif en blocs complets randomisés à quatre répétitions, six types de composts de déchets urbains ont été testés sur du sorgho à la dose de 3 t MS ha⁻¹ an⁻¹ à Donsin, zone semi-rurale du Burkina Faso. L'essai, conduit en 2010, 2011 et 2012 visait à évaluer l'effet des composts sur les rendements en grain, en panicule et en paille. Les composts ont été apportés seuls ou couplés à l'urée à la dose de 50 kg ha⁻¹ an⁻¹. Les traitements ont été comparés à un témoin absolu sans fertilisation et à un traitement de 50 kg ha⁻¹ an⁻¹ d'urée, ensuite une comparaison a été faite entre les traitements de composts seuls et ceux complétés avec l'urée. Les résultats ont montré que pour les composts seuls, les augmentations de rendement variaient de + 4 à + 39% selon le type de compost comparativement au témoin. Les différences n'étaient pas statistiquement significatives. Couplés à l'urée, les augmentations de rendement variaient de + 20 à + 84%. Les différences étaient significatives avec le témoin. Les meilleurs composts ont été ceux produits à partir de mélanges diversifiés et équilibrés de substrats biodégradables. La valorisation des composts de déchets urbains respectant les normes environnementales peut accroître la productivité céréalière.

Mots-clés : *sorgho, expérimentation, lixisol, matière organique, Burkina Faso.*

ABSTRACT**Effect of urban composts on sorghum yields in sudano-sahelian part of Burkina Faso**

Information about effects of urban composts on cereal yields is scarce in Burkina Faso. This research tested six urban composts application effects on sorghum yields in three-year experiment in the semi-rural village of Donsin in Burkina Faso. The study implemented in 2010, 2011 and 2012 assessed composts effect on sorghum grain, panicle and straw yields. The field experiment was a randomized complete with four replicated blocks. Composts were applied at 3 t DM ha⁻¹ year⁻¹ rate, single or combined with 50 t ha⁻¹ year⁻¹ urea rate. The treatments were compared to a control without any fertilization and a 50 t ha⁻¹ year⁻¹ urea treatment. Comparisons were also done between single composts treatments and composts combined with 50 t ha⁻¹ urea ones. Results showed that, sorghum yields increases rate ranged from + 4% to 39% under single composts treatments by comparison to the control. Yields increases were not significantly different from the control. However, when composts were combined with urea, sorghum yields increases rate ranged from +20 to +80% and were significantly different by comparison to the control. Best composts were those produced with various and balanced composting materials. Eco-friendly urban waste composts adoption could improve cereal productivity.

Keywords : *sorghum, experiment, lixisol, organic matter, Burkina Faso.*

I - INTRODUCTION

Au Sahel, l'atteinte de la sécurité alimentaire qui demeure un défi à relever constitue une préoccupation majeure des différentes couches socioprofessionnelles (population, développeurs, recherche, politique). Une des causes principales de l'insécurité alimentaire reste le faible niveau de fertilité des sols lié à leur dégradation sous l'effet du double facteur climatique et anthropique [1]. Dans le contexte sahélien, le phénomène de la dégradation des sols affecte 20 à 60% des terres en relation avec le gradient agro-écologique des grands bassins versants du continent [2], entraînant une perte annuelle de 6 millions d'hectares de terres productives. Au Burkina Faso 38% des sols du territoire sont affectés par les processus de dégradation des terres et 23% des terres du Plateau Central du pays sont soumises à une dégradation sévère [3].

Cette dégradation se traduit par une perte de la productivité des sols et de la biodiversité mettant en péril les moyens de subsistance de millions de personnes [4]. Pour faire face à cette dégradation des terres, les producteurs utilisent la fumure organique comme un moyen de restauration de la fonction productive du sol [5,6]. En plus d'être une source d'éléments nutritifs pour les cultures par sa composante minérale, la fumure organique améliore les propriétés biologiques et physiques du sol par sa composante organique [7]. La matière organique des sols (MOS) tropicaux est considérée comme le déterminant majeur de leur durabilité [8,9].

Au Burkina Faso, l'effet positif de l'apport de fumure organique telle que le compost sur le rendement céréalier a été mis en évidence dans de nombreux travaux antérieurs [10,11]. Mais, les composts utilisés sont à base de résidus culturels (paille de céréale, litières d'animaux domestiques). Les informations sur les composts produits à partir de mélanges rationnels de déchets urbains sont rares. Pourtant, les quantités de ces déchets deviennent de plus en plus importantes avec le phénomène d'urbanisation croissante [12]. La ville de Ouagadougou en a produit 300 000 tonnes en 2007 et en 2025, 1000 000 tonnes de déchets sont attendus [13]. Dans cette dynamique, les composts de déchets urbains peuvent représenter un enjeu important en tant que source de matière organique dans la production de biomasse céréalière. C'est pour combler cette insuffisance d'information que cette recherche a été menée dans le village de Donsin à 25 km au Nord-Est de Ouagadougou, zone semi-rurale où les composts de déchets urbains peuvent être valorisés. L'étude visait à évaluer, à partir d'expérimentation en milieu réel [14] l'impact de six formules de composts de déchets urbains de Ouagadougou sur le rendement en biomasse du sorgho et à identifier la formule de compost qui contribue le plus à la réalisation de cette fonction productive du sol.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Milieu d'étude

L'étude a été conduite à Donsin, localisé à 12° 35' 01'' de latitude Nord et 01° 24' 06'' de longitude Ouest. Avec une superficie de 9,38 km², il est situé à 25 km au Nord-Est de Ouagadougou, chef-lieu de la région du Centre. Donsin est inclus dans l'espace géographique du Grand Ouaga [15]. La population, d'ethnie mossi, compte environ 1 889 habitants avec une densité de 201 habitants/km² [16]. Les activités socio-économiques comprennent l'agriculture pluviale (sorgho dominant), le maraîchage, l'élevage, la pêche, le petit commerce et l'artisanat.

Donsin appartient au secteur phytogéographique nord-soudanien [17] avec une pluviométrie annuelle variant entre 700 et 900 mm (**Figure 1**). Les différents types de sols rencontrés appartiennent à la classe des sols ferrugineux tropicaux [18]. La végétation est constituée de savanes arbustives à arborée. La flore présente dans ces différentes formations végétales est constituée essentiellement d'herbacées telles que *Andropogon gayanus* Kunth, *Pennisetum pedicellatum* Trin, *Cenchrus biflorus* Roxb, *Loudetia togoensis* (Pilger) C.E. Hubbard et d'espèces ligneuses telles que *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst, *Ficus sp*, *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn., *Acacia nilotica* (L.) Willd. ex Del., *Adansonia digitata* L., *Saba senegalensis* (A. DC.) Pichon, *Bombax costatum* Pellegr. & Vuill., *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. DC. Les plantations anthropiques comprennent des espèces telles que *Manguifera indica* L., *Azadirachta indica* A. Juss., *Cassia siamea* Lam. Le contexte écologique de Donsin est marqué par des sols et un couvert végétal dégradés. La dégradation des sols se caractérise par leur faible niveau de fertilité lié notamment à leurs faibles teneurs en matière organique [19].

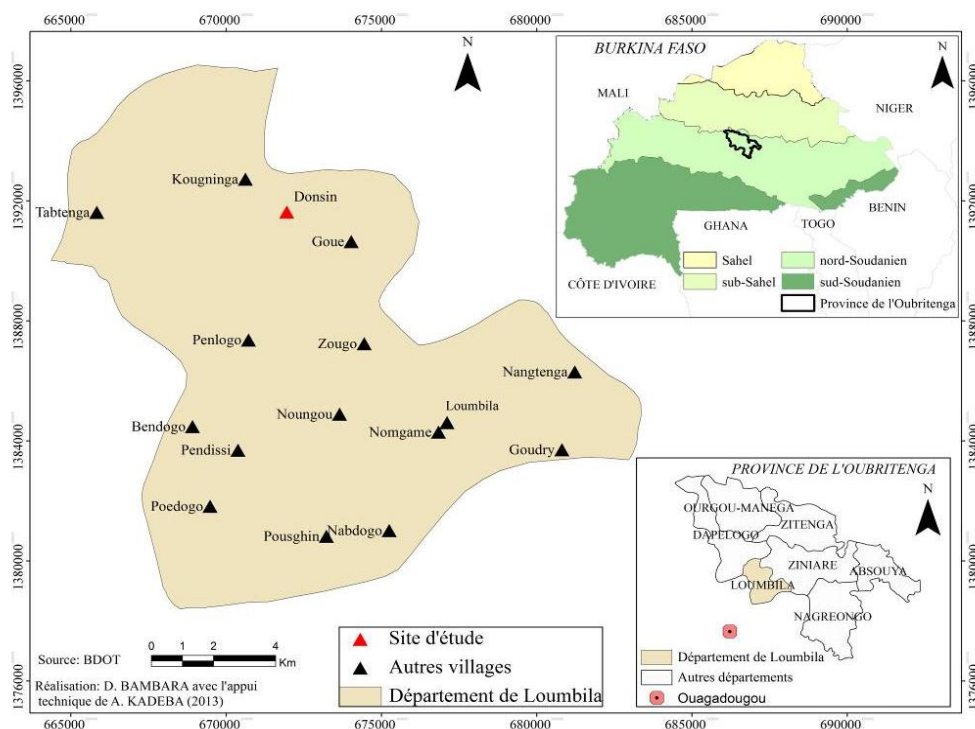


Figure 1 : Situation géographique du village de Donsin

II-2. Choix et caractérisation du site expérimental

L'essai a été réalisé en milieu réel. Les parcelles sont aménagées en cordon pierreux. L'étude pédologique réalisée à partir de trois profils indique que le sol est un lixisol endopetroplinthique [20], équivalant dans la classification française, à un sol ferrugineux tropical lessivé induré moyennement profond [21]. Les caractéristiques pédologiques de l'horizon superficiel 0-20 cm [22] sont reportées dans le **Tableau 1**.

Tableau 1 : Caractéristiques pédologiques de l'horizon de surface (0-20 cm) du sol du site expérimental (Moyennes \pm Ecart type, $n = 3$ profils)

| Paramètres | Moyennes \pm Ecart type |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Granulométrie (%) | |
| Argile | 15,77 \pm 2,50 |
| Limons totaux | 36,40 \pm 5,24 |
| Sables totaux | 47,83 \pm 6,42 |
| Texture | (Limoneuse) |
| Type de sol (WRB, 2006) | (Lixisol endopetroplinthique) |
| Matière organique (%) | 0,744 \pm 0,150 |
| Carbone total (%) | 0,432 \pm 0,087 |
| Azote total (%) | 0,033 \pm 0,004 |
| C/N | 13,31 \pm 3,49 |
| Phosphore total (ppm) | 137,62 \pm 12,82 |
| Phosphore assimilable (ppm) | 3,62 \pm 1,16 |
| Potassium total (ppm) | 1725,45 \pm 387,62 |
| pH eau | 5,8 \pm 0,3 |

Argiles ($\emptyset < 2\mu\text{m}$) ; limons totaux (\emptyset compris entre 2 - 50 μm) ; sables totaux (\emptyset compris entre 50 - 2 000 μm)

Les sables totaux constituent la principale classe granulométrique et la texture est limoneuse [23]. Se référant aux normes rapportées par [24], l'horizon de surface du sol possède des teneurs, basse en matière organique, en azote et en phosphore totaux, moyenne en potassium total, très basse en phosphore assimilable. Cet horizon est moyennement acide (**Tableau 1**). L'étude floristique du site a permis d'inventorier 68 espèces regroupées en 52 genres et 27 familles. Les espèces de la famille des poaceae et des fabaceae étaient les plus représentées avec 25 et 16,18% des espèces recensées.

II-3. Composts

Les composts utilisés ont été produits à partir du mélange de déchets solides urbains biodégradables. Le compost 1 était produit à partir du mélange de 60% de déchets d'abattoir (DA = contenu des panses de ruminants) + 40% de déchets verts (DV = Feuilles de *Kaya senegalensis*, *Cassia seamea*, *Eucalyptus camaldulensis*), le compost 2 : 40% de DA + 20% de déchets de cuisine (DC = Epluchures diverses, restes de fruits divers, légumes divers abîmés, restes de repas divers) + 40% de DV, le compost 3 : 30% de DA + 30% de DC + 40% de DV, le compost 4 : 20% de DA + 40% de DC + 40% de DV, le compost 5 : 60% de DC + 40% de DV et le compost 6 : 100% de DV. Les principales propriétés des composts sont consignées dans le **Tableau 2**.

Les teneurs en éléments chimiques étaient variables d'un compost à l'autre mais conformes aux critères de la norme NF U 44-051 [25]. La teneur en azote total est basse. Les rapports C/N sont élevés indiquant que les composts sont des amendements organiques [26]. Les teneurs en phosphore total sont basses. Le pH est moyennement alcalin pour les composts 3, 6 et 4 et fortement alcalin pour les composts 5, 1 et 2.

II-4. Matériel végétal

La variété de sorgho, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, CEF 382/2-1-1 (Sariaso 11) a été utilisée. C'est une variété sélectionnée assez résistante à la sécheresse (adaptée à la zone comprise entre les isohyètes 400 et 700 mm) et qui valorise bien la fumure organique. Son cycle est de 100 jours [27].

II-5. Dispositif expérimental et modalités comparées

Le dispositif expérimental était constitué de 4 blocs de Fischer (36 m x 13 m chacun) comportant 14 traitements (**Tableau 3**) correspondant au total à 56 parcelles élémentaires (5 m x 4 m). Les allées entre les parcelles consécutives étaient de 1 m. Les blocs étaient dispersés mais les distances qui les séparaient étaient comprises entre 10 et 30 m.

Tableau 2 : Propriétés chimiques des composts (moyennes \pm écart type, $n = 3$ prélèvements)

| Paramètres | Compost 1 | Compost 2 | Compost 3 | Compost 4 | Compost 5 | Compost 6 |
|--------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| MS (%) | 60,93b \pm 4,29 | 68,50a \pm 8,52 | 67,00ab \pm 9,30 | 69,39a \pm 3,69 | 72,05a \pm 6,84 | 45,87c \pm 6,90 |
| Ct (g kg ⁻¹) | 363,85cd \pm 9,60 | 391,1b \pm 20,1 | 366,75c \pm 7,30 | 335,10e \pm 10,10 | 343,90de \pm 12,90 | 415,10a \pm 7,10 |
| Nt (g kg ⁻¹) | 21,80ab \pm 9,70 | 25,80a \pm 0,60 | 26a \pm 3,80 | 21,50ab \pm 5,80 | 21,10ab \pm 1,00 | 16,10b \pm 3,30 |
| C/N | 16,69ab \pm 8,63 | 15,17b \pm 1,08 | 14,28b \pm 1,75 | 15,50b \pm 5,10 | 16,34b \pm 1,41 | 25,78a \pm 6,24 |
| Pt (g kg ⁻¹) | 1,85a \pm 0,37 | 1,73a \pm 0,11 | 1,83a \pm 0,06 | 1,98a \pm 0,33 | 1,81a \pm 0,18 | 0,89b \pm 0,17 |
| Kt (g kg ⁻¹) | 5,86c \pm 0,54 | 7,16c \pm 0,29 | 13,68a \pm 2,41 | 7,16c \pm 0,72 | 10,09b \pm 1,07 | 7,82c \pm 0,90 |
| Ca (g kg ⁻¹) | 19,22d \pm 0,86 | 22,53c \pm 3,07 | 28,12b \pm 2,26 | 35,39a \pm 0,64 | 33,53a \pm 0,51 | 27,92b \pm 1,27 |
| Mg (g kg ⁻¹) | 2,12c \pm 0,10 | 2,62b \pm 0,46 | 2,95ab \pm 0,15 | 2,66b \pm 0,24 | 3,13a \pm 0,18 | 3,01ab \pm 0,26 |
| pH eau | 8,6ab \pm 0,4 | 8,8a \pm 0,2 | 8,1b \pm 0,2 | 8,4ab \pm 0,3 | 8,5ab \pm 0,4 | 8,3ab \pm 0,3 |

La matière sèche (MS) est exprimée en % du produit frais ; les autres analyses sont exprimées par rapport au poids sec des composts. Ct : Carbone total ; Nt : Azote total ; Pt : Phosphore total ; Kt : Potassium total, Ca : Calcium ; Mg : Magnésium.

Les moyennes sur la même ligne qui ont la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % (Test de Fischer, LSD)

Tableau 3 : Liste des traitements expérimentaux

| Numéros d'ordre des traitements | Désignations | Abréviations |
|---------------------------------|--|--------------|
| 1 | Compost 1 | C1 |
| 2 | Compost 2 | C2 |
| 3 | Compost 3 | C3 |
| 4 | Compost 4 | C4 |
| 5 | Compost 5 | C5 |
| 6 | Compost 6 | C6 |
| 7 | Compost 1 + Urée | C1N |
| 8 | Compost 2 + Urée | C2N |
| 9 | Compost 3 + Urée | C3N |
| 10 | Compost 4 + Urée | C4N |
| 11 | Compost 5 + Urée | C5N |
| 12 | Compost 6 + Urée | C6N |
| 13 | Urée | N |
| 14 | Témoin absolu sans apport de fertilisant | TA |

La prise en compte des traitements 7 à 12 se justifie par les faibles valeurs azotées des composts et le rôle de premier rang que joue cet élément dans le développement des cultures [28].

II-6. Déroulement de l'essai

L'essai a été conduit sur la même parcelle durant 3 ans (2010, 2011, 2012). L'assignation des traitements aux parcelles élémentaires a été réalisée de façon aléatoire. L'apport des fertilisants a été réalisé à la levée des plants de sorgho, localisé au pied du plant à la dose de 3 t MS ha⁻¹ an⁻¹ pour les composts et 50 kg ha⁻¹ an⁻¹ pour l'urée. Nous recouvrons ensuite les fertilisants d'une légère couche de terre pour éviter leur transport par l'eau ou le vent ou la volatilisation (urée). Le dispositif a été conduit en culture continue de sorgho avec exportation totale de la paille et des récoltes. Le sorgho a été semé à la densité de 0,8 m x 0,4 m et démarié à trois plants par poquet une semaine après le semis. Les semis ont été effectués dans la première quinzaine de juillet de chaque campagne agricole. Chaque opération de semis était précédée d'un labour de 20 cm. Les opérations d'entretien ont consisté en deux sarclages et un sarclo-buttagage pour le contrôle des mauvaises herbes. Les récoltes ont été effectuées en novembre de chaque année.

II-7. Procédure de mesure des rendements de biomasse

Nous avons procédé à la récolte totale de chaque traitement. Nous avons séparé les panicules de la paille et les deux entités ont été séchées au soleil jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Les poids secs ont été vérifiés après passage d'échantillons de 250 g de chacun à l'étuve à 80°C pendant 96 heures. La paille, mise en bottes, a été pesée à l'aide d'une balance à ressort de marque HOMS de 5 kg de portée avec une précision de 50 g. Nous avons pesé les panicules puis les avons battues et vannées. Les grains obtenus ont été pesés pour obtenir la biomasse de grain. Les panicules et les grains ont été pesés avec une balance de marque HOMS de 1 kg de portée ± 10 g. Les poids obtenus ont été extrapolés à l'hectare pour obtenir les rendements.

II-8. Analyses statistiques

Les données collectées ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un facteur en utilisant le test des moindres carrés de Fischer (LSD) pour comparer les moyennes des rendements sous divers composts. Le seuil de significativité a été défini à $P < 0,05$.

Les comparaisons ont été faites selon trois niveaux : (i) les différents traitements de composts seuls entre eux, (ii) les différents traitements de composts couplés à l'urée entre eux et (iii) les différents traitements de composts seuls avec ceux de composts couplés à l'urée. Le test de Dunnett [29] a été utilisé pour la comparaison des groupes avec le groupe de contrôle avec un intervalle de confiance à 95%, là où les traitements ont montré des différences significatives. Le logiciel XLSTAT-Pro 7.5.2 [30] a été utilisé pour ces analyses.

III - RÉSULTATS

III-1. Effets des composts seuls sur les rendements

Les rendements en grain, en panicule et en paille du sorgho sous composts seuls en 2010, 2011 et 2012 sont reportés dans le *Tableau 4*. Les composts ont influencé les rendements de biomasse du sorgho. Les effets des composts étaient plus marqués en troisième année où des différences significatives ($p < 0,05$) de rendements ont été relevées entre les traitements.

Tableau 4 : Rendements (kg ha^{-1}) en biomasse grain, panicule et paille du sorgho sous composts seuls en 2010, 2011 et 2012 (Moyennes \pm écart type)

| Années | Traitements | Grain | Panicule | Paille |
|--------|-------------|------------------|------------------|-------------------|
| 2010 | C1 | 471a \pm 169 | 560a \pm 164 | 838a \pm 328 |
| | C2 | 752a \pm 275 | 976a \pm 332 | 1161a \pm 396 |
| | C3 | 568a \pm 276 | 726a \pm 281 | 898a \pm 178 |
| | C4 | 577a \pm 155 | 765a \pm 373 | 938a \pm 259 |
| | C5 | 443a \pm 148 | 518a \pm 274 | 638a \pm 217 |
| | C6 | 453a \pm 243 | 850a \pm 286 | 1086a \pm 365 |
| | TA | 588a \pm 278 | 818a \pm 191 | 969a \pm 127 |
| 2011 | C1 | 519abc \pm 159 | 696ab \pm 220 | 974abc \pm 97 |
| | C2 | 701a \pm 235 | 985a \pm 289 | 1160ab \pm 313 |
| | C3 | 696ab \pm 287 | 929a \pm 317 | 1201a \pm 449 |
| | C4 | 575abc \pm 209 | 836ab \pm 235 | 1077abc \pm 215 |
| | C5 | 499abc \pm 281 | 653ab \pm 254 | 846abc \pm 280 |
| | C6 | 376c \pm 185 | 562b \pm 225 | 723c \pm 312 |
| | TA | 384bc \pm 61 | 535b \pm 165 | 764bc \pm 189 |
| 2012 | C1 | 720ab \pm 270 | 898ab \pm 87 | 1700a \pm 187 |
| | C2 | 756ab \pm 259 | 905ab \pm 152 | 1687a \pm 309 |
| | C3 | 1213a \pm 278 | 1374a \pm 252 | 1825a \pm 240 |
| | C4 | 730ab \pm 125 | 1009ab \pm 148 | 1937a \pm 141 |
| | C5 | 632ab \pm 161 | 984ab \pm 399 | 1525a \pm 224 |
| | C6 | 540b \pm 216 | 840b \pm 352 | 1462a \pm 216 |
| | TA | 457b \pm 79 | 639b \pm 127 | 1262a \pm 277 |

Les chiffres affectés de lettres différentes dans la même colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$, selon le test de Fisher.

De ce **Tableau 4**, plusieurs constats se dégagent.

III-1-1. Première année (2010)

Hormis le sorgho sous le C2, les rendements en grain sous le C1, le C3, le C4, le C5 et le C6 ont été inférieurs à celui du traitement témoin sans fertilisation. Les écarts variaient de -2 à -25%. Le taux d'augmentation de rendement sous le C2 était de 28% comparativement à TA. L'ordre décroissant de rendement en grain était : $C2 > C6 > C4 > C3 > C1 > C5$. Les rendements en panicule et en paille ont suivi la même dynamique que celui du rendement en grain. Toutefois, les différences de rendement entre les différents composts d'une part et entre le témoin et les différents composts d'autre part n'étaient pas statistiquement significatives ($p > 0,05$) pour le grain, la panicule et la paille.

III-1-2. Deuxième année (2011)

A l'exception du sorgho sous compost 6, tous les composts ont donné des rendements en grain plus élevés que celui du témoin sans fertilisation. Les augmentations variaient de 30 à 83% par rapport au témoin. Le C2 a engendré le plus fort rendement en grain, suivi dans l'ordre de C3, C4, C1, C5 et C6. Les différences étaient significatives entre le C2 et le TA ($p = 0,049$), le C2 et le C6 ($p = 0,044$), le C3 et le C6 ($p = 0,047$). L'apport des composts a entraîné 5 à 84% d'augmentation de rendement en panicule comparativement au témoin sans fertilisation. L'ordre de classement des composts pour le rendement en panicule a suivi la même dynamique que celui du rendement en grain. Les différences étaient significatives entre le C2 et le TA ($p = 0,018$), le C3 et le TA ($p = 0,035$), le C2 et le C6 ($p = 0,025$), le C3 et le C6 ($p = 0,049$). Hormis le sorgho sous C6, tous les composts ont engendré des rendements en biomasse paille plus élevés que celui du témoin sans fertilisation. Les augmentations de rendement en biomasse paille variaient de 11 à 57% par rapport au témoin. Le sorgho sous C3 a produit plus de biomasse paille, suivi dans l'ordre décroissant par le sorgho sous C2, C4, C1, C5 et C6. Les différences étaient significatives entre le C3 et le témoin ($p = 0,041$), le C6 et le C3 ($p = 0,027$), le C6 et le C2 ($p = 0,042$).

III-1-3. Troisième année (2012)

Tous les composts ont donné des rendements en grain plus élevés que le témoin sans fertilisation. Les augmentations de rendement en grain variaient de 18 à 165% par rapport au témoin. Le C3 a donné le rendement en grain le plus élevé, suivi dans l'ordre de C2, C4, C1, C5 et C6. Les différences étaient significatives ($p < 0,05$) entre le C3 et les autres traitements.

L'apport des composts a entraîné 32 à 115% d'augmentation de rendement en panicule comparativement au témoin sans fertilisation. Le sorgho sous le C3 a donné le rendement en panicule le plus élevé, suivi dans l'ordre décroissant du sorgho sous le C4, le C2, le C5, le C1 et le C6. La différence était significative entre le C3 et le témoin ($p = 0,010$). Tous les composts ont engendré des rendements en biomasse paille plus élevés que celui du témoin sans fertilisation.

Les augmentations de rendement en biomasse paille variaient de 16 à 53% par rapport au témoin. Le sorgho sous le C4 a produit plus de biomasse paille, suivi dans l'ordre décroissant par le sorgho sous le C3, le C1, le C2, le C5 et le C6. Les différences n'étaient pas significatives entre les traitements.

III-2. Effets des composts couplés à l'urée sur les rendements

Les rendements en grain, en panicule et en paille sous composts couplés à l'urée au cours de 2010, 2011 et 2012 sont reportés dans le **Tableau 5**.

Tableau 5 : Rendements (kg ha^{-1}) en biomasse grain, panicule et paille du sorgho sous composts couplés à l'urée en 2010, 2011 et 2012 (Moyennes \pm écart type)

| Années | Traitements | Grain | Panicule | Paille |
|--------|-------------|-----------------|-------------------|------------------|
| 2010 | C1N | 693a \pm 307 | 1174a \pm 299 | 1603a \pm 890 |
| | C2N | 900a \pm 237 | 1382a \pm 322 | 1986a \pm 385 |
| | C3N | 949a \pm 213 | 1567a \pm 362 | 1915a \pm 252 |
| | C4N | 714a \pm 183 | 1206a \pm 268 | 1546a \pm 235 |
| | C5N | 923a \pm 221 | 1444a \pm 366 | 1777a \pm 391 |
| | C6N | 602a \pm 34 | 1000a \pm 108 | 1258a \pm 82 |
| | N | 672a \pm 331 | 1065a \pm 262 | 1386a \pm 335 |
| | TA | 588a \pm 278 | 818a \pm 191 | 969a \pm 127 |
| 2011 | C1N | 434a \pm 164 | 534a \pm 246 | 1186a \pm 336 |
| | C2N | 642a \pm 277 | 831a \pm 134 | 1270a \pm 362 |
| | C3N | 714a \pm 455 | 881a \pm 211 | 1388a \pm 354 |
| | C4N | 597a \pm 343 | 851a \pm 210 | 1113a \pm 307 |
| | C5N | 643a \pm 309 | 762a \pm 278 | 1093a \pm 360 |
| | C6N | 383a \pm 53 | 507a \pm 97 | 836a \pm 183 |
| | N | 500a \pm 215 | 646a \pm 256 | 836a \pm 237 |
| | TA | 383a \pm 61 | 535a \pm 165 | 763a \pm 189 |
| 2012 | C1N | 748bc \pm 181 | 1025abc \pm 194 | 1860ab \pm 157 |
| | C2N | 845b \pm 208 | 1056abc \pm 201 | 1906ab \pm 211 |
| | C3N | 1269a \pm 275 | 1358a \pm 227 | 2050a \pm 348 |
| | C4N | 880b \pm 194 | 1178ab \pm 165 | 1875ab \pm 124 |
| | C5N | 749bc \pm 113 | 1029abc \pm 358 | 1515ab \pm 207 |
| | C6N | 738bc \pm 93 | 876abc \pm 84 | 1500ab \pm 334 |
| | N | 564bc \pm 78 | 835bc \pm 133 | 1288b \pm 232 |
| | TA | 458c \pm 79 | 639c \pm 127 | 1263b \pm 477 |

Les chiffres affectés de lettres différentes dans la même colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$, selon le test de Fisher.

De ce *Tableau 5*, plusieurs constats se dégagent.

III-2-1. Première année (2010)

Les composts couplés à l'urée ont engendré des augmentations de rendement en grain du sorgho de 2 à 61% comparativement au témoin sans fertilisation. Par ordre de taux décroissants d'augmentation de rendement en grain ces traitements ont la classification suivante : C3N > C5N > C2N > C4N > C1N > C6N. Les différences n'étaient pas significatives ($p > 0,05$) entre les traitements. La fumure à base d'urée seule a augmenté les rendements en grain de 14% comparativement au témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$). Les composts couplés à l'urée ont amélioré les rendements en panicule de 22 à 92% par rapport au témoin sans fertilisation. L'ordre de classement des composts pour le rendement en panicule a suivi la même dynamique que celui de la production de grain. Les différences n'étaient pas significatives ($p > 0,05$) entre les traitements. La fumure à base d'urée seule a augmenté les rendements en panicule de 30% comparativement au témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$). Les composts couplés à l'urée ont augmenté les rendements en biomasse paille de 30 à 105% par rapport au témoin. L'ordre d'amélioration était : C2N > C3N > C5N > C1N > C4N > C6N. Les différences n'étaient pas significatives ($p > 0,05$) entre les traitements. La fumure à base d'urée a donné 43% d'augmentation de rendement en paille par rapport au témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$).

III-2-2. Deuxième année (2011)

Les productions de grain n'ont pas connu d'augmentation pour le sorgho sous C6 + urée par rapport au témoin. Des augmentations de 13 à 86% de rendement en grain ont été relevées pour les traitements de CN comparativement au témoin, à l'exception de C6N pour lequel il n'y a pas eu de hausse. Le sorgho sous le C3N a produit le plus de grain, suivi dans l'ordre décroissant du sorgho sous le C5N, le C2N, le C1N et le C6N. Les différences n'étaient pas significatives ($p > 0,05$) entre les traitements. Le sorgho sous l'urée a entraîné 30% de plus de rendement en grain que le témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$). Pour les rendements en panicule, des augmentations de 43 à 65% ont été relevées pour les traitements de composts comparativement au témoin, excepté le C6N et le C1N qui n'ont pas entraîné des hausses de rendement. Le sorgho sous C3N a produit le plus de panicule, suivi dans l'ordre décroissant du sorgho sous le C4N, le C2N, le C5N, le C1N et le C6N. Les différences n'étaient pas significatives ($p > 0,05$) entre les traitements. Le sorgho sous l'urée a rendu 21% de panicule de plus que le témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$).

Les augmentations de rendement en biomasse paille ont varié de 10 à 82% sous les composts couplés à l'urée comparativement au témoin sans fertilisation. Le sorgho sous le C3N a donné le plus rendement le plus élevé, suivi dans l'ordre décroissant du sorgho sous le C2N, le C1N, le C4N, le C5N et le C6N. Les différences n'étaient pas significatives ($p > 0,05$) entre les traitements. Le sorgho sous l'urée a produit 9% de paille de plus que le témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$).

III-2-3. Troisième année (2012)

Des augmentations de rendement en grain de 61 à 177% ont été relevées pour les composts couplés à l'urée par rapport au témoin. Le sorgho sous le C3N a produit le plus de grain, suivi dans l'ordre décroissant du sorgho sous le C4N, le C2N, le C5N, le C1N et le C6N. Les différences de rendement en grain étaient significatives entre le C4N et le témoin ($p = 0,016$), le C3N et le témoin ($p < 0,0001$), le C4N et le C3N ($p = 0,026$), le C2N et le C3N ($p = 0,016$), le C2N et le témoin ($p = 0,026$). Le sorgho sous l'urée a produit 23% de grain de plus que le témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$). Pour la panicule, les augmentations de rendement sous CN variaient de 37 à 112% par rapport au témoin. Le sorgho sous le C3N a produit le plus de panicule, suivi dans l'ordre décroissant du sorgho sous le C4N, le C2N, le C1N, le C5N et le C6N. Les différences étaient significatives entre le C3N et le témoin ($p = 0,007$), le C3N et le N ($p = 0,043$), le C4N et le témoin ($p = 0,038$). Le sorgho sous urée a produit 31% de panicule de plus que le témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$). Les augmentations de rendement en biomasse paille ont varié de 19 à 62% sous les composts couplés à l'urée comparativement au témoin sans fertilisation. L'ordre décroissant de classement des traitements est : C3N > C2N > C4N > C1N > C5N > C6N. Les différences étaient significatives entre le C3N et le témoin ($p = 0,027$), le C3N et le N ($p = 0,032$). Le sorgho sous urée a produit 2% de plus que le témoin. La différence n'était pas significative ($p > 0,05$).

Les rendements en biomasse sous composts seuls ont été globalement moins élevés que ceux sous composts couplés à l'urée en 2010, 2011 et 2012 (**Tableau 6**). En 2011, le sorgho sous composts seuls a produit mieux que le sorgho sous composts couplés à l'urée pour les modalités C1C1N, C2C2N pour le grain et la panicule, tandis que C3 rendait mieux que C3N (modalité C3C3N) pour la panicule. Les différences ont été significatives en 2010 pour les rendements en grain, en panicule et en paille entre les modalités C1C1N ($p = 0,04$; $p = 0,02$; $p = 0,001$), C3C3N ($p = 0,01$; $p = 0,001$; $p = 0,03$), C4C4N ($p = 0,03$; $p = 0,001$; $p = 0,04$) et C5C5N ($p = 0,04$; $p = 0,002$; $p = 0,007$). Cette différence a été significative pour le grain pour C6C6N ($p = 0,03$).

En 2011, des différences significatives ont été observées entre C5C5N pour le rendement en grain ($p = 0,04$) et le rendement en paille ($p = 0,04$) et entre C1C1N pour le rendement en panicule ($p = 0,04$) et en paille ($p = 0,04$). En 2012, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les rendements sous composts seuls et ceux sous composts couplés à l'urée (**Tableau 6**).

Comparativement au témoin, des augmentations de rendement de biomasse ont été relevées en 2011 et 2012 au niveau de C3 et de C2 pour les composts seuls et de C2N, de C3N et de C4N pour les composts couplés à l'urée. Seuls le C3 et le C3N de 2012 ont montré une différence significative par rapport au témoin selon le test de Dunnett (**Tableaux 7 et 8**).

Tableau 7 : Augmentation (%) de rendement induite par les composts seuls par rapport au témoin

| Années | Modalités | Grain | | | Panicule | | | Paille | | |
|--------|-----------|-------|------|--------|----------|------|--------|--------|------|--------|
| | | Accr | Prob | Signif | Accr | Prob | Signif | Accr | Prob | Signif |
| 2011 | C2 ~ TA | 87 | 0,04 | Ns | 84 | 0,01 | Ns | - | - | - |
| | C3 ~ TA | - | - | - | 74 | 0,03 | Ns | 57 | 0,04 | Ns |
| 2012 | C3 ~ TA | 165 | 0,01 | * | 115 | 0,01 | * | - | - | - |

Accr : Accroissement, Prob : Probabilité, Signif : Significativité (Test de Dunnett avec un intervalle de confiance de 95%), Ns : Non significatif, * : Significatif

Tableau 8 : Augmentation (%) de rendement induite par les composts couplés à l'urée par rapport au témoin

| Années | Modalités | Grain | | | Panicule | | | Paille | | |
|--------|-----------|-------|---------|--------|----------|-------|--------|--------|------|--------|
| | | Accr | Prob | Signif | Accr | Prob | Signif | Accr | Prob | Signif |
| 2012 | C2N ~ TA | 84 | 0,02 | Ns | - | - | - | - | - | - |
| | C3N ~ TA | 177 | < 0,001 | * | 112 | 0,007 | * | 62 | 0,02 | Ns |
| | C4N ~ TA | 92 | 0,01 | Ns | 84 | 0,03 | Ns | - | - | - |

Tableau 6 : Variation de biomasse grain, panicule et paille (kg ha⁻¹) sous composts seuls et sous composts couplés à l'urée en 2010, 2011 et 2012 : moyennes ± écart type (n = 4, α = 5%)

| Années | Modalités | Grain | | | Panicule | | | Paille | | |
|--------|-----------|----------|--------------------|----------|----------|---------------------|----------|----------|----------------------|----------|
| | | C seul | C + N | LSD | C seul | C + N | LSD | C seul | C + N | LSD |
| 2010 | C1C1N | 471±169 | 693±307 | * | 560±164 | 1174±299 | * | 838±328 | 1603±890 | * |
| | C2C2N | 752±275 | 900±237 | Ns | 976±332 | 1382±322 | Ns | 1161±396 | 1986±385 | Ns |
| | C3C3N | 568±276 | 949±213 | * | 726±281 | 1567±362 | * | 898±178 | 1915±252 | * |
| | C4C4N | 577±155 | 714±183 | * | 765±373 | 1206±268 | * | 938±259 | 1546±235 | * |
| | C5C5N | 443±148 | 923±221 | * | 518±274 | 1444±366 | * | 638±217 | 1777±391 | * |
| | C6C6N | 453±243 | 602±34 | * | 850±286 | 1000±108 | Ns | 1086±365 | 1258±82 | Ns |
| | N TA | 588±278 | 672±331 588±278 | Ns Ns | 818±191 | 1065±262 818±191 | Ns Ns | 969±127 | 1386±335 969±127 | Ns Ns |
| 2011 | C1C1N | 519±159 | 435±164 | Ns | 696±220 | 534±246 | * | 974±97 | 1186±336 | * |
| | C2C2N | 701±235 | 642±277 | Ns | 985±289 | 831±134 | Ns | 1160±313 | 1270±362 | Ns |
| | C3C3N | 696±287 | 715±455 | Ns | 929±317 | 881±211 | Ns | 1201±449 | 1389±354 | Ns |
| | C4C4N | 575±209 | 598±343 | Ns | 836±235 | 851±210 | Ns | 1077±215 | 1113±307 | Ns |
| | C5C5N | 499±281 | 643±309 | * | 653±254 | 763±278 | Ns | 846±280 | 1094±360 | * |
| | C6C6N | 376±185 | 383±53 | Ns | 562±225 | 508±97 | Ns | 723±312 | 836±183 | Ns |
| | N TA | 384±61 | 500±215 384±61 | Ns Ns | 535±165 | 647±256 535±165 | Ns Ns | 764±189 | 836±237 764±189 | Ns Ns |
| 2012 | C1C1N | 720±270 | 748±181 | Ns | 898±87 | 1025±194 | Ns | 1700±187 | 1860±157 | Ns |
| | C2C2N | 756±259 | 845±208 | Ns | 905±152 | 1056±201 | Ns | 1688±309 | 1906±211 | Ns |
| | C3C3N | 1213±278 | 1269±275 | Ns | 1374±252 | 1358±227 | Ns | 1825±240 | 2050±348 | Ns |
| | C4C4N | 730±125 | 880±194 | Ns | 1009±148 | 1178±165 | Ns | 1938±141 | 1875±124 | Ns |
| | C5C5N | 633±161 | 749±113 | Ns | 984±399 | 1029±358 | Ns | 1525±224 | 1515±207 | Ns |
| | C6C6N | 540±216 | 738±93 | Ns | 840±352 | 876±84 | Ns | 1463±216 | 1500±334 | Ns |
| | N TA | 458±79 | 564±78 458±79 | Ns Ns | 639±127 | 835±133 639±127 | Ns Ns | 1263±277 | 1288±232 1263±277 | Ns Ns |

* = différence significative des moyennes ; Ns = différence non significative des moyennes

IV - DISCUSSION

L'évaluation des rendements en biomasse a révélé que les composts ont influencé différemment la productivité du sorgho. Ainsi, en 2010, première année de test, le sorgho ayant reçu l'apport de composts seuls a produit moins que le témoin sans fertilisation. L'adjonction de l'urée aux différents composts a inversé les tendances. Le sorgho amendé avec du compost couplé à l'urée a produit plus de biomasse que le témoin. Ce constat pourrait s'expliquer par la faible teneur des composts en azote, pouvant entraîner une faim d'azote du sol quand ils sont apportés comme amendement au sorgho.

Cette interprétation est d'autant plus probable que lors que les composts ont été associés à de l'urée, ils étaient devenus plus productifs que le témoin sans fertilisation. Ce résultat est en accord avec celui de [31] qui a montré que les fumures organiques associées aux engrais minéraux produisaient plus de biomasse que les fumures organiques sans association d'engrais minéraux. [32] ont trouvé dans une étude similaire que des composts ménagers apportés seuls n'ont pas permis d'obtenir des rendements élevés en maïs-grain en première année de culture, probablement à cause de la faible disponibilité de leurs éléments nutritifs, particulièrement l'azote. Selon ces auteurs, l'azote du compost de résidus ménagers est principalement sous forme organique et sa minéralisation n'a probablement pas été suffisante pour combler les besoins en N du maïs-grain.

Par ailleurs, le sol étant pauvre en azote comme l'ont montré les résultats de l'étude pédologique du site expérimental ainsi que d'autres travaux antérieurs tels que ceux de [33], un apport de compost relativement pauvre en azote disponible ne pourrait qu'entraîner une baisse de rendement des cultures car le peu d'azote du sol est temporairement utilisé par les microorganismes pour leur métabolisme. [34] ajoutent que les composts ayant un pouvoir absorbant peuvent réaliser une compétition avec la plante pour l'eau disponible. Ce déficit hydrique peut se traduire par une baisse de rendement de biomasse dans les traitements sous composts. En 2011, deuxième année de test, les tendances n'étaient plus les mêmes que celles de 2010. En effet, à l'exception du sorgho sous le compost 6 (compost produit avec 100% de déchets verts), les rendements de biomasse ont été supérieurs pour le sorgho sous composts seuls comparativement au témoin sans fertilisation. Cette performance pourrait indiquer que les composts en contact avec le sol commencent déjà à se minéraliser en deuxième année pour libérer des nutriments au sorgho.

[34] ont indiqué dans leurs travaux qu'après une année d'essai, la concentration du sol en nutriments était plus importante dans les parcelles ayant reçu du compost qu'en parcelle témoin. De plus, [14] ont expliqué que l'apport de compost permet d'éviter un lessivage profond des minéraux grâce à la matière organique qui y est élevée permettant de maintenir les éléments en place pour être disponible pour la plante. Nos résultats corroborent ceux de [35] et de [36] qui ont observé que l'addition de compost dans un sol favorise le développement végétal et réduit aussi le nombre de maladies occasionnées par les pathogènes issus du sol. Quant au compost 6, le faible rendement de biomasse du sorgho serait probablement associé au fait que ce compost à base de déchets verts ait un C/N plus élevé ($C/N = 25,78$) que les autres types de composts, pouvant causer une immobilisation de l'azote disponible.

Les travaux de [37] ont montré que lorsque les fumures organiques à C/N élevé sont incorporées au sol, elles stimulent l'activité microbienne. Les microorganismes immobilisent temporairement l'azote, entraînant une "faim d'azote" pour la culture. En 2012, troisième année d'expérimentation, des augmentations de rendement en biomasse atteignant 165% comparativement au témoin ont été relevées. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par [31] qui montrent qu'en milieu tropical les effets des fumures sur les rendements des céréales et du coton devenaient de plus en plus marqués avec le temps. Cependant en 2011, les rendements en biomasse ont été inférieurs à ceux de 2010. On devrait s'attendre à un résultat contraire. Mais ce constat s'expliquerait par les quantités excessives d'eau enregistrées entre juin et octobre (906,1 mm en 2011 contre 570,6 mm en 2010 et 527,7 mm en 2012) qui ont eu un effet dépressif sur le développement du sorgho. En effet, les quantités, les fréquences et l'intensité des pluies sont des facteurs variables d'une année à l'autre et spécifiques à chaque saison. Elles influencent la production de biomasse des cultures et l'utilisation des éléments nutritifs et expliquent de ce fait les variations des réponses des cultures aux fumures d'une année à l'autre comme souligné dans les travaux de [38].

Le test de Dunnett, réalisé au niveau des traitements où les rendements ont indiqué des différences significatives, a révélé que ce sont les C2, C3 et C4 qui ont engendré des augmentations de rendements significatives comparativement au témoin. Cela s'expliquerait par le fait que ces composts intègrent dans leur matière première tous les trois substrats (DA, DC, DV) à des proportions différentes pour DA et DC. Selon [39], les meilleurs composts sont ceux qui sont produits à partir de mélanges de substrats variés. Cet auteur souligne que la valeur nutritive du compost peut être extrêmement variable selon les matières compostées.

En effet les substrats étant de compositions chimiques différentes, plus ils sont diversifiés et plus le compost généré renfermera des éléments chimiques variés qui lui donneront une valeur agronomique plus efficace. Ce constat a été relevé par [40] qui a trouvé que sur quatre types de mélanges de produits à composter, le meilleur compost a été obtenu avec le mélange constitué de 4 substrats différents comparativement aux autres composts issus du mélange de deux, trois ou d'un seul substrat.

V - CONCLUSION

Les mesures effectuées sur 3 ans consécutifs de tests ont montré que les composts permettent d'améliorer les rendements de biomasse de sorgho à partir de la deuxième année.

Les résultats indiquent que les composts ont une valeur fertilisante immédiate faible se traduisant par un faible rendement en première année. Ce sont les composts produits à partir de mélanges diversifiés de substrats initiaux (C2, C3 et C4) qui ont été les plus performants sur les rendements en biomasse de sorgho. Le C3, mieux équilibré en substrats initiaux a été le plus efficace sur les rendements en biomasse à l'issue de l'expérimentation. L'évaluation des propriétés physico-chimique et biologique du sol en lien avec le type de compost apporté permettra d'approfondir les connaissances sur l'impact des composts sur le sol.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les programmes RIPIECSA (Recherche Interdisciplinaire et Participative sur les Interactions entre les Ecosystèmes, le Climat et les Sociétés d'Afrique de l'Ouest) et LMI-IESOL (Laboratoire Mixte International-Intensification Ecologique des Sols Cultivés en Afrique de l'Ouest) pour leur appui financier. Abel KADEBA nous a appuyés techniquement.

RÉFÉRENCES

- [1] – H. DIALLO, I. BAMBA, Y. SADAIOU, S. BARIMA, M. Visser, A. BALLO, A. MAMA, I. VRANKEN, M. MAIGA, J. BOGAERT Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé). *Sécheresse*, 22 (3) (2011) 97-107.
- [2] – L. THIOMBIANO et I. TOURINO-SOTO Status and trends in Land Degradation in Africa. In: Sivakoumar M.V.K., Ndangui N. (Eds.) *Climate and land degradation*, Environmental Science and Engineering, Springer, (2007) pp. 39-53.
- [3] - F.W. KAGAMBEGA, S. TRAORE, A. THIOMBIANO et J.I. BOUSSIM Impact de trois techniques de restauration des sols sur la survie et la croissance de trois espèces ligneuses sur les « zipellés » au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (3) (2011) 901-914.
- [4] - FEM-FIDA. S'attaquer à la dégradation des terres. FEM-FIDA : Rome, (2002).
- [5] - A. MANDO, R. ZOUGMORE, N.P. ZOMBRE, V. HIEN Réhabilitation des sols dégradés dans les zones semi-arides de l'Afrique sub-sahélienne. In : La jachère en Afrique tropicale. C. Floret, R. Pontanier (eds.), Vol. II., John Libbey, Paris, (2001) pp. 311-339.
- [6] - UICN. Rapport synthèse des études de capitalisation des connaissances, pratiques, stratégies et technologies locales d'adaptation au changement climatique au Burkina Faso, Mali et Sénégal. Version finale. Projet « Intégration de l'adaptation au changement climatique dans les stratégies de réduction de la pauvreté en Afrique de l'Ouest », 22 p (2011).
- [7] - F. GANRY, C. FELLER, J.M. HARMAND, H. GUIBERT Management of soil organic matter in semiarid Africa for annual cropping systems. *Earth and Environmental Science*, 61 (1-2) (2001) 105-118
- [8] - A.BATIONO, J. KIHARA, B. VANLAUWE, B. WASWA and J. KIMETU Soil organic carbon dynamics, functions and management in West African agro-ecosystems. *Agricultural Systems*, 94 (2007) 13-25.
- [9] - K.S. RAJIV and H. SUNIL Organic farming: producing chemical-free, nutritive and protective food for the society while also protecting the farm soil by earthworms and vermicompost – reviving the dreams of sir Charles Darwin. *Agricultural Science Research Journals*, 2(5) (2012) 217-239.
- [10] - P.M. SEDOGO Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse de doctorat .Univ. Cocody, RCI, 285 p (1993).

- [11] - E. OUÉDRAOGO, A. MANDO, N.P. ZOMBRE Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agriculture Ecosystems and Environment* 84 (2001) 259-266.
- [12] - UNITED NATIONS. World urbanization prospects: the 2007 revision. Department of Economic and Social Affairs/Population Division. New York, 244 p (2008).
- [13] - W.T. KABORE, E. HIEN, P. ZOMBRE, 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) (2011) 271-286.
- [14] - C. RIVERO, T. CHIRENJE, L.Q. MA, G. MARTINEZ. Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions. *Geoderma*, 123 (2004) 355-361.
- [15] - MHU (Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme). Schéma Directeur d'Aménagement du Grand Ouaga, Horizon 2025. Volume I : le portrait du Grand Ouaga. AAPUI-Arcade, Ouagadougou, 216 p (2008).
- [16] - INSD (Institut National de la Statistique et de la Démographie). Recensement général de la population et de l'habitation de 2006. MEF, Ouagadougou, 52 p (2008).
- [17] - J. FONTES., S. GUINKO. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Note explicative. Ministère de la coopération française, Projet Campus 88 313 101, 67 p (1995).
- [18] - BUNASOLS. Etude morpho-pédologique de la province d'Oubritenga et du Kourweogo (échelle 1/50 000). Rapport technique, MA, Ouagadougou, Burkina Faso, (1998).
- [19] - R. ZOUGMORE, K. OUATTARA, A. MANDO, B. OUATTARA. Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï et demi-lunes) au Burkina Faso. *Sécheresse*. 15 (1) (2004) 41-88.
- [20] - WRB (World reference base for soil resources). A framework for international classification, correlation and communication. World soil resources reports 103. IUSS-ISRIC-FAO, Rome, 128 p (2006).
- [21] - CPCS (Convention de Pédologie et de Classification des Sols). Classification des sols. ENSA (Eds.), Grignon, 77 p (1967).
- [22] - J.L. CHOPART Systèmes racinaires des cultures annuelles tropicales : effets du travail du sol sur les racines. In : Le Travail du Sol pour une Agriculture Durable. W.B Hoogmoed, M.C. Klaij (Eds.). Document FAO, FAO-AGL--MISC/21/97 nd (1994) pp 27-34.

- [23] - A.C Forges de RICHER. Lost in the triangular diagrams of soil texture. *Pedometron*, (2010) 14-17.
- [24] - BUNASOLS. Manuel pour l'évaluation des terres. Document technique n°6, 181 p (1990).
- [25] - AFNOR (Agence Française de Normalisation). Normes Françaises NF U44-051. Amendements organiques : dénominations, spécifications et marquage. AFNOR . Paris, (2006).
- [26] - P. POUËCH. La valeur agronomique des composts : Synthèse bibliographique. ADAESO-APESA. France. 42 p (2006).
- [27] - INERA (Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles). Fiche technique du sorgho CEF 382/2-1-1 (sariaso 11). Création INERA/CIRAD, Station de Recherche de Saria. INERA. Burkina Faso. 2 p (1998).
- [28] - T. LAMAZE, S KHAMIS, C. FOYER, J. FARINEAU, M.H. VALADIER, J.F. MOROT-GAUDTY, 1990. Effet d'une limitation en N sur la photosynthèse chez le maïs. *In* Physiologie et production du maïs, INRA (Eds.), (1990) pp. 113-121.
- [29] - C. LALANNE Biostatistiques et statistiques appliquées aux sciences expérimentales Comparaisons multiples. Cogmaster, 26 p (2007).
- [30] - ADDINSOFT. XLSTAT-Pro 7.5.2. User's manual, 230 p (2004).
- [31] - B.V BADO. Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse, Fac. Sci. Agric. Al., Univ. Laval Québec, 197 p (2002).
- [32] - A. N'DAYEGAMIYE, A DRAPEAU, M.R. LAVERDIERE Effets des apports de composts de résidus ménagers sur les rendements des cultures et certaines propriétés du sol. *Agrosol*. 16 (2) (2005) 135-144.
- [33] - A. BATIONO and A. BUERKERT Soil organic carbon management for sustainable land use in Sudano-Sahelian West Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61 (2000) 131-142.
- [34] - C. LANDRY, C. BOIVIN, L. BELZILE, J. MAINGUY Essais sur l'apport de différents types de matières organiques appliquées en bande à l'implantation d'un verger de cassis. Rapport final n° 11-321, IRDA, 50 p (2013).
- [35] - E. ERHART, K. BURIAN, W. HARTL, & K. STICH, Suppression of *Pythium ultimum* by biowaste composts in relation to compost microbial biomass, activity and content of phenolic compounds. *Journal of Phytopathology-Phytopathologische Zeitschrift*, 147 (1999) 299-305.

- [36] - L. COTXARRERA, M. I. TRILLAS-GAY, C. Steinberg, C. ALABOUVETTE, Use of sewage sludge compost and *Trichoderma asperellum* isolates to suppress *Fusarium* wilt of tomato. *Soil Biology and Biochemistry* 34 (2002) 467-476.
- [37] - D.C. COLEMAN, Malcom Oades, Goro Uehara. Dynamic of soil organic matter. In: *Interactions of soil organic matter and variable-charges clays; Dynamic of soil organic matter in tropical ecosystems* Oades M. *et al.* (Eds), University of Hawaii (1989).
- [38] - B.V. BADO, M.P. SEDOGO, M.P. CESCAS, F. LOMPO. et A. BATIONO Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures*, 6 (6) (1997) 571-575.
- [39] - M. HUGH Introduction au compostage agricole. Fiche technique, MAA, Ontario, 12 p (2005).
- [40] - I.E.A. ZNAÏDI :Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Master, CIHEAM, CTAB, Tunisie, 104 p (2002).