

Effet de l'application de différentes doses de fertilisants organiques sur la croissance et le rendement de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en conditions semi-contrôlées

Bakary DIAITÉ¹, Mariama Dalanda DIALLO^{1*}, Touroumgaye GOALBAYE², Siré DIÉDHIOU³, Abdourahmane DIALLO¹, RAMATA TALLA⁵, Aliou DIOP⁴ et Aliou GUISSÉ⁵

¹Section Productions Végétales et Agronomie, UFR des Sciences Agronomiques, de l'Aquaculture et des Technologies Alimentaires, Université Gaston Berger, UMI 3189 "Environnement, Santé, Sociétés" UGB, UCAD, CNRS, CNRST, USTTB, Observatoire Homme-Milieus international de Tésékéré, BP. 234, Saint-Louis, Sénégal

²Institut Universitaire des Sciences Agronomiques et de l'Environnement (IUSAE), Université de Sarh, BP 105, Tchad

³Département d'Agroforesterie, UFR de Sciences et Technologie, Université Assane Seck de Ziguinchor, BP. 523 Néma, Ziguinchor, Sénégal

⁴Section Mathématiques Appliquées, UFR des Sciences Appliquées et Technologie, Université Gaston-Berger, Saint Louis, Sénégal

⁵Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, UMI 3189

"Environnement, Santé, Sociétés" UGB, UCAD, CNRS, CNRST, USTTB, Observatoire Homme-Milieus international de Tésékéré, B.P. 5005, Dakar-Fann, Sénégal

*Auteur correspondant : e-mail : mariama-dalanda.diallo@ugb.edu.sn ; +221776420974

Mots clés : litière, dose, croissance, rendement, *Solanum lycopersicum*, Sénégal.

Keywords: litter, dose, growth, yield, *Solanum lycopersicum*, Senegal.

Publication date 30/04/2020, <http://m.clewa.org/Journals/about-japs/>

1 RESUME

L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets de l'application de différents fertilisants organiques (fumier de vache, litières de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst) sur les paramètres de croissance et de rendement de la variété F1 Mongal de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en conditions semi-contrôlées. L'étude a été effectuée à la ferme agricole de l'Université Gaston Berger de Saint Louis au Nord du Sénégal entre avril et juin 2018. Le dispositif expérimental utilisé est en blocs aléatoires randomisés avec quatre (04) répétitions, huit (08) traitements et trois (03) doses (0,2%, 0,5% et 0,8%). Les traitements appliqués sont : T0 (témoin sans apport de fertilisant), T1 (litière de *Balanites aegyptiaca*), T2 (litière de *Boscia senegalensis*), T3 (litière de *Sclerocarya birrea*), T4 (fumier), T5, T6 et T7 (mélange à proportion égale (1/2+ 1/2) de fumier et chacune des trois (03) litières). Après application des différents fertilisants organiques, une durée de décomposition de 15 jours a été observée avant semis dans des pots de 1,5 kg. Après 60 jours de croissance, les résultats obtenus ont montré que les effets sur la croissance de la tomate varient en fonction de la dose et de la qualité de la matière organique apportée. Les litières de *B. senegalensis* appliquées seules ou en combinaison avec le fumier et la litière *B. aegyptiaca* utilisée seule ont amélioré significativement certains des paramètres étudiés (hauteur, surface foliaire, biomasse sèche aérienne et couleur du feuillage) aux doses de 0,5% et 0,8%. Les meilleurs effets ont été induits par la plus forte dose (0,8%) de *B. senegalensis*. La litière de *S. birrea* n'a pas eu d'effets significatifs sur les paramètres de

croissance et de rendements de la tomate. Le fumier n'a montré aucun effet sur les paramètres de croissance de la tomate par rapport au témoin sans fertilisant. Ainsi, la litière de *B. senegalensis* dans les conditions de cet essai, a montré un grand potentiel pour l'amélioration des paramètres de croissance et de rendement de la tomate.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the effects of the application of different organic fertilizers (manure, *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. and *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst) on the growth and yield parameters of the F1 Mongal variety of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) under semi-con controlled conditions. The study was conducted at the Gaston Berger University of Saint Louis farm in northern Senegal between April and June 2018. The experimental design used is randomized blocks with four (04) replicates, eight (08) treatments and three (03) doses (0.2%, 0.5% and 0.8%). The treatments applied are: T0 (control without fertilizer), T1 (*Balanites aegyptiaca* litter), T2 (*Boscia senegalensis* litter), T3 (*Sclerocarya birrea* litter), T4 (manure), T5, T6 and T7 (equal proportion of manure and each of the three (03) litters). After application of the various organic fertilizers, a decomposition time of 15 days was observed before sowing in 1.5 kg pots. After 60 days of growth, the results obtained showed that the effects on tomato growth vary according to the dose and quality of the organic matter supplied. *B. senegalensis* litter applied alone or in combination with manure and *B. aegyptiaca* litter used alone significantly improved some of the parameters studied (height, leaf area, aerial dry biomass and foliage color) at doses of 0.5% and 0.8%. The best effects were induced by the highest dose (0.8%) of *B. senegalensis*. *S. birrea* litter did not have significant effects on tomato growth and yield parameters. Manure showed no effect on tomato growth parameters compared to the control without fertilizer. Thus, the litter of *B. senegalensis* under the conditions of this trial showed great potential for improving tomato growth and yield parameters.

2 INTRODUCTION

Depuis plus de trois décennies, on assiste au Sénégal à une réduction continue des performances de l'agriculture due à une baisse de la fertilité des sols et de la productivité agricole (Diack et al., 2017). Plusieurs facteurs expliquent cette baisse de la fertilité, entre autres, de mauvaises pratiques culturales, l'intensification agricole, le déboisement, mais également les conditions pluviométriques déplorables aussi bien dans l'intensité que dans la répartition (Diallo et al., 2019). Face à ce problème, les engrais chimiques à eux seuls ne permettent pas de rehausser la qualité des sols. La fertilisation minérale du fait des problèmes environnementaux et écologiques qu'elle cause, ne permet pas un maintien durable de la fertilité des sols. En effet, selon Mulaji (2011), l'usage exclusif des fertilisants chimiques provoque une augmentation de l'acidité, une dégradation du

statut physique et une baisse de la matière organique du sol. Dans un tel contexte, les fertilisants organiques tels que les litières d'espèces végétales ou les déjections animales représentent un substitut approprié aux engrais chimiques de synthèse pour une gestion durable de la fertilité des sols, car, ces intrants constituent une source potentielle de nutriments (Niang et al., 2014). De plus, le rôle bénéfique des litières sur les diverses propriétés du sol a été prouvé par de nombreux travaux, ce qui permet de justifier leur utilisation (Feller, 1995 ; Diallo et al., 2010). Musvoto et al. (2000) ont montré que les litières foliaires ont permis de renouveler sans frais les conditions nécessaires à la restauration de la fertilité des sols par un transfert vertical d'éléments nutritifs. Selon Diallo et al. (2019), l'utilisation des litières stimule l'activité et le développement des microorganismes du sol par

un effet direct avec l'apport de substrat carboné dans les systèmes sol-végétation. L'action de ces litières est surtout notée au niveau de l'amélioration de la structure du sol en limitant les phénomènes d'érosion, de l'alimentation des plantes en augmentant la capacité d'échange cationique et la disponibilité des nutriments (Hatfield et al., 2017). C'est ainsi qu'une étude a été réalisée à la ferme agricole de l'Université Gaston Berger (UGB) en vue d'évaluer les effets de l'application de différents fertilisants

organiques (fumier de vache, litières de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst) sur les paramètres de croissance et de rendement de la variété F1 Mongal de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en conditions semi-contrôlées. Cette expérience vise en particulier à déterminer la dose minimale pour une croissance optimale de la culture et à identifier parmi les intrants testés, celui qui montre les meilleurs effets sur la croissance de la tomate.

3 MATERIELS ET METHODES

3.1 Site de l'étude : L'étude a été conduite du 19 avril au 19 juin 2018 à la ferme agricole de l'Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis (Figure 1) qui couvre une superficie de 33 ha. La ferme est située à Sanar Woloff (16°18'N, 16°29'O et à 4 m d'altitude), et à 12 km de la ville de Saint-Louis (Commune de Gandon, Département et Région de Saint-Louis). Le climat du site d'étude est du type sub-canarien à sahélien. Il est caractérisé par deux saisons, une saison sèche allant de novembre à juin et une saison pluvieuse de juillet à octobre. Le relief est plat et l'alizé (vent frais et humide) souffle de

novembre à mars, tandis que l'harmattan (vent chaud et sec), va dans la direction Est-ouest d'avril à juin. Les précipitations annuelles sont faibles et varient entre 100 et 200 mm (Diack et Loum, 2014). Les températures maximales enregistrées aux mois d'avril et mai sont généralement comprises entre 35 °C et 37 °C. Les températures minimales sont observées en janvier (16 °C). Les eaux de surface, provenant essentiellement du Djeuss (un affluent du fleuve Sénégal situé à 1 km de la ferme), permettent l'irrigation des cultures sur le périmètre de la ferme.

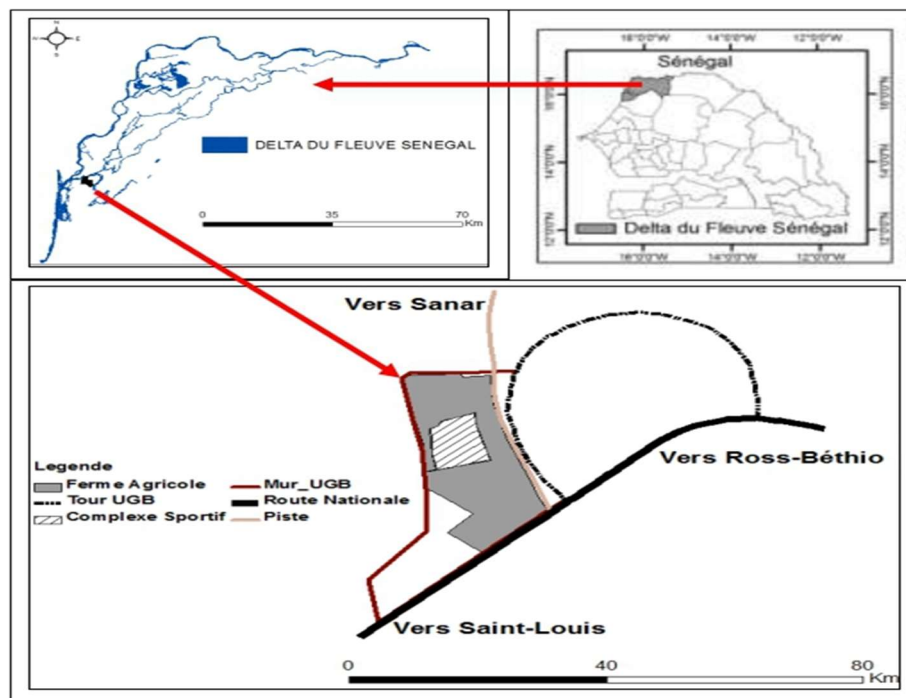


Figure 1. Localisation de la zone d'étude (Diack et Loum, 2014)

Les sols de la zone d'étude appartiennent, selon le référentiel pédologique, à la classe des arénosols ferrugineux (AFES, 2008 ; WRB, 2014). Les résultats obtenus après analyse des échantillons prélevés dans le site entre 0 – 10 cm montrent que les sols sont de texture sableuse à prédominance sable fin, profonds, bien drainés et bien aérés très propices au développement

racinaire des plantes. Cependant, les propriétés chimiques analysées sont en général mauvaises sur le site excepté pour la conductivité électrique (CE) qui atteste de la non salinité du site, les éléments minéraux sont faiblement disponibles pour une croissance optimale des plantes (tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimique du sol (0-10 cm) (Diallo *et al.*, 2019)

Granulométrie (%)	
Sables	92,10
Limons	5,50
Argiles	0,40
Analyse chimique du sol	
pHeau	7,15
pHKCl	6,48
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C)	81,90
C total (%)	0,35
N total (%)	0,03
C org (g kg^{-1})	3,58
C/N	11,70
P total (mg g^{-1})	134,40
P assim. (mg g^{-1})	23,23
Ca ($\text{mEq}/ 100 \text{ g de sol}$)	3,02
Mg ($\text{mEq}/ 100 \text{ g de sol}$)	0,59
Na ($\text{mEq}/ 100 \text{ g de sol}$)	0,03
K ($\text{mEq}/ 100 \text{ g de sol}$)	0,24
CEC ($\text{mEq}/ 100 \text{ g de sol}$)	1,49

La végétation est composée d'espèces telles que *Acacia tortilis* var. *raddiana* (Savi) Brenan, *Balanites aegyptiaca* Delile, *Prosopis juliflora* (SW.) DC. et *Euphorbia balsamifera* Aiton.

3.2 Matériel

3.2.1 Les litières : La litière de trois (03) espèces ligneuses a été utilisée durant cette étude. Il s'agit de *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (famille des *Balanitaceae*), *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. (famille des *Capparaceae*) et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. (famille des *Anacardiaceae*). Ce sont des espèces qui ont été choisies pour la restauration des terres dégradées du Ferlo dans le cadre du projet Panafricain de la Grande Muraille Verte (GMV). Elles se caractérisent surtout par leur capacité de résister à la sécheresse et sont endémiques de la zone du

Ferlo. Elles représentent des espèces à usage multiple du fait de leur rôle alimentaire, pastoral, commercial, énergétique, ou médicinal. Leur choix a été guidé par des critères tels que la fréquence dans la zone, la disponibilité (quantité de litière produite par an), la facilité d'usage (facilité de récolte en particulier) et la qualité biochimique différente (Diallo *et al.*, 2017).

Collecte et traitement des matières fertilisantes : Les litières des trois espèces ligneuses ont été ramassées sous le houppier des arbres à Widou Thiengoly (15°58'30"N, 15°17'90"O, altitude 43 m) entre décembre 2017

et mars 2018. Celles-ci ont été d'abord débarrassées de leurs impuretés (litières d'autres espèces, mauvaises herbes, cailloux, sable, etc.). Ensuite, elles ont été récupérées, puis broyées à l'aide d'un mixeur avant d'être passées au tamis (mailles de 2 mm) pour faciliter la décomposition. Le fumier de vache a été récolté et mis dans des sacs au niveau de la commune de Gandon (Saint Louis, Sénégal) puis stocké à l'ombre, dans un endroit sec et bien ventilé pour éviter sa déstructuration. Il n'a pas été broyé mais utilisée telle quel.

3.2.2 Semences de la tomate : La variété F1 Mongal de la tomate (*Solanum lycopersicum*) a été utilisée comme plante test. C'est une variété hybride qui provient de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, France) et qui montre une tolérance au flétrissement bactérien. Elle est adaptée aux conditions climatiques de la zone d'étude et peut être cultivée pendant toute période de l'année. En cas de très fortes températures, sa nouaison très robuste lui permet de produire de nombreux fruits. Un échantillon de semence a été soumis à un test de germination avant le semis et le taux de germination obtenu au bout d'une semaine a été de 96,4%.

3.3 Méthodes

3.3.1 Dispositif expérimental : Le dispositif est un bloc aléatoire complet avec 4 répétitions, 8 traitements et 3 doses de litières (0,2%, 0,5%, 0,8%) soit un nombre total de 96 pots. Les litières broyées des trois espèces ligneuses étudiées ont été incorporées au sol dans des pots de 1,5 kg. L'expérimentation a été faite sous ombrière en conditions semi-contrôlées pendant 02 mois. Le sol utilisé a été prélevé dans les parcelles de la ferme agricole de l'UGB à une profondeur de 20 cm puis tamisé. Les différents traitements sont constitués des litières des trois espèces végétales, du fumier de vache et des combinaisons litière mélangée au fumier à quantité égale ($\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$). Les 8 traitements correspondent à :

T0 : témoin sans apport de fertilisant ;

T1 : litière de *Balanites aegyptiaca* ;

T2 : litière de *Boscia senegalensis* ;

T3 : litière de *Sclerocarya birrea* ;

T4 : fumier ;

T5 : litière de *Balanites aegyptiaca* + fumier ($\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$) ;

T6 : litière de *Boscia senegalensis* + fumier ($\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$) ;

T7 : litière de *Sclerocarya birrea* + fumier ($\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$).

La dose de 0,2% appliquée correspond à 0,2 g de litière pour 100 g de sol, celle de 0,5% à 0,5 g de litière pour 100 g de sol et celle de 0,8% à 0,8 g de litière pour 100 g de sol.

Après application des intrants organiques, une durée de décomposition de 15 jours a été observée. Pendant ce temps, l'humidité dans les pots a été maintenue à la capacité au champ (15 g d'eau pour 100 g de sol). Après 15 jours d'incubation, les graines de la variété F1 Mongal ont été semées directement dans les pots de 1,5 kg à raison 5 graines par pot. Un démariage à un plant a eu lieu 15 jours après le semis. Durant l'expérimentation, l'apport en eau est effectué régulièrement en maintenant l'humidité dans les pots à 80% de la capacité au champ.

3.3.2 Paramètres mesurés ;

Les paramètres de croissance de la tomate notamment la hauteur de la plante, le diamètre au collet, le nombre de feuilles, la surface foliaire ont été mesurés au moment de la fructification. La hauteur de la plante, la longueur et la largeur des feuilles ont été mesurées à l'aide d'une règle graduée. Le nombre de feuilles a été obtenu par comptage et le diamètre au collet à l'aide d'un pied à coulisse. La surface foliaire a été calculée à partir de la longueur et de la largeur foliaire selon la formule suivante (1) :

$$\text{Surface foliaire (cm}^2\text{)} = L \text{ (cm)} \times l \text{ (cm)} \times k ; \text{ où :} \quad (1)$$

- L = longueur de la feuille ;

- l = largeur de la partie médiane de la feuille ;

- k = 0,72 (Ruget et al., 1996).

Les biomasses sèches aérienne et racinaire ont été mesurées après déracinement des plantes. Cette opération a consisté à enlever les plantes dans les pots tout en séparant les deux parties, aérienne et racinaire au niveau du collet. Les biomasses des plantes prélevées ont été déterminées après séchage à l'étuve (65°C

pendant 48 heures) et pesage au moyen d'une balance de précision.

La vigueur et la coloration du feuillage ont été aussi évaluées par simple appréciation des plantes en attribuant des notes selon les échelles suivantes :

Vigueur :

Couleur :

1 : peu vigoureux ;
vert clair ;

1 :

2 : moyennement vigoureux ;
vert moyen ;
3 : vigoureux.
vert foncé.

2 :

3 :

3.4 Analyse statistique

L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée avec le logiciel SAS version 9.4.0 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Le test de Student - Newman-Keuls (SNK) a servi pour la comparaison des moyennes des traitements au seuil de probabilité de 5%.

4 RESULTATS

4.1 Effets des fertilisants sur les paramètres de croissance de la tomate : Les effets des fertilisants sur les paramètres de croissance de la tomate ont été présentés dans le tableau 2. L'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de 5% a révélé une différence non significative de la hauteur pour tous les traitements par rapport au témoin (T0) (29,3 cm) sauf pour les traitements avec *B. senegalensis* (T1) à 0,5% et 0,8% et le traitement *B. senegalensis* mélangé avec le fumier (T6) à 0,8% qui ont significativement stimulé la croissance en hauteur. Par contre, le traitement *S. birrea* (T3) à 0,8% a eu un effet régressif sur la hauteur (16,5

cm) par rapport au témoin (T0). Concernant le diamètre au collet et le nombre de feuilles, il n'y a pas de différence significative à $p < 0,5$ pour l'ensemble des traitements utilisés par rapport au témoin même si le traitement avec la litière de *S. birrea* (T3) montre des valeurs plus faibles. La surface foliaire est plus élevée avec les traitements *B. senegalensis* (T1) à 0,5% et 0,8% et le traitement *B. senegalensis* mélangé avec le fumier (T6) à 0,8% qui ont significativement stimulé la croissance de la surface foliaire. Les autres traitements n'ont pas montré de différence par rapport au témoin (51,3 cm²).



Tableau 2. Variation des paramètres de croissance (hauteur, diamètre au collet, nombre de feuilles et surface foliaire) en fonction des différentes doses de fertilisants

Traitements	Hauteur (cm)	Diamètre au collet (mm)	Nombre de feuilles	Surface foliaire (cm ²)	Biomasse racinaire (g)	Biomasse aérienne (g)	Coloration feuillage	Vigueur
Témoin sans apport de fertilisant	29,3 ± 4,94 ^{cde}	0,56 ± 0,06 ^{abcd}	11,08 ± 0,78 ^{abc}	51,3 ± 11,42 ^d	1,05 ± 0,54 ^a	1,65 ± 0,51 ^{acd}	1,33 ± 0,5 ^{de}	2,17 ± 0,42 ^{abcd}
<i>Balanites aegyptiaca</i> à 0,2%	20,8 ± 3,56 ^{bcde}	0,58 ± 0,07 ^{abcd}	11,25 ± 1,25 ^{abc}	55,5 ± 20,46 ^d	0,79 ± 0,46 ^a	1,90 ± 0,65 ^{acd}	1,75 ± 0,75 ^{bcde}	2,00 ± 0,5 ^{abcd}
<i>Balanites aegyptiaca</i> à 0,5%	23,3 ± 4,70 ^{abc}	0,63 ± 0,04 ^{abcd}	12,00 ± 0,50 ^{abc}	80,0 ± 26,69 ^{cd}	1,53 ± 1,35 ^a	2,63 ± 0,53 ^{ac}	2,75 ± 0,38 ^{ab}	2,75 ± 0,38 ^{ab}
<i>Balanites aegyptiaca</i> à 0,8%	30,4 ± 3,05 ^{abc}	0,78 ± 0,16 ^a	12,50 ± 0,50 ^{ab}	75,8 ± 23,40 ^{cd}	1,85 ± 0,77 ^a	2,95 ± 0,37 ^{cef}	2,75 ± 0,38 ^{ab}	2,50 ± 0,5 ^{abc}
<i>Boscia senegalensis</i> à 0,2%	25,5 ± 3,90 ^{abcde}	0,62 ± 0,05 ^{abcd}	11,50 ± 0,50 ^{abc}	76,2 ± 33,31 ^{cd}	0,91 ± 0,45 ^a	2,77 ± 1,28 ^{bce}	1,75 ± 0,75 ^{bcde}	2,75 ± 0,38 ^{ab}
<i>Boscia senegalensis</i> à 0,5%	35,0 ± 1,81 ^a	0,76 ± 0,05 ^a	12,50 ± 0,75 ^{ab}	110,6 ± 4,74 ^{bc}	1,93 ± 0,80 ^a	4,93 ± 0,38 ^g	2,50 ± 0,5 ^{abc}	3,00 ± 0 ^a
<i>Boscia senegalensis</i> à 0,8%	35,0 ± 2,19 ^a	0,71 ± 0,01 ^{abc}	12,25 ± 0,75 ^{abc}	147,4 ± 15,79 ^a	2,40 ± 1,48 ^a	4,72 ± 0,56 ^{fg}	3,00 ± 0 ^a	3,00 ± 0 ^a
<i>Sclerocarya birrea</i> à 0,2%	20,3 ± 1,05 ^{cde}	0,52 ± 0,09 ^{bcd}	10,00 ± 0,50 ^{bc}	40,6 ± 9,68 ^d	0,82 ± 0,37 ^a	1,42 ± 0,51 ^{acd}	1,25 ± 0,38 ^{de}	1,50 ± 0,5 ^{bcd}
<i>Sclerocarya birrea</i> à 0,5%	19,7 ± 3,93 ^{cde}	0,48 ± 0,06 ^{cd}	9,50 ± 10 ^c	35,1 ± 9,32 ^d	0,38 ± 0,08 ^a	0,95 ± 0,26 ^{ab}	1,00 ± 0 ^e	1,25 ± 0,38 ^{cd}
<i>Sclerocarya birrea</i> à 0,8%	16,5 ± 1,28 ^e	0,45 ± 0,04 ^d	10,25 ± 0,88 ^{bc}	36,9 ± 6,46 ^d	0,34 ± 0,11 ^a	0,80 ± 0,17 ^{ab}	1,00 ± 0 ^e	1,25 ± 0,38 ^{cd}
Fumier à 0,2%	21,7 ± 1,56 ^{cde}	0,56 ± 0,05 ^{abcd}	10,75 ± 0,38 ^{bc}	52,2 ± 7,88 ^d	0,45 ± 0,14 ^a	1,13 ± 0,23 ^{acd}	1,00 ± 0 ^e	1,75 ± 0,38 ^{abcd}
Fumier à 0,5%	23,0 ± 0,30 ^{bcde}	0,60 ± 0,06 ^{abcd}	11,00 ± 10 ^{abc}	58,0 ± 10,55 ^d	0,58 ± 0,17 ^a	1,93 ± 0,38 ^{acd}	1,25 ± 0,38 ^{de}	2,25 ± 0,38 ^{abcd}
Fumier à 0,8%	22,8 ± 2,30 ^{bcde}	0,60 ± 0,06 ^{abcd}	10,75 ± 1,75 ^{bc}	66,8 ± 15,95 ^{cd}	1,12 ± 0,73 ^a	1,81 ± 0,31 ^{acd}	1,50 ± 0,5 ^{ede}	2,00 ± 0,5 ^{abcd}
<i>Balanites aegyptiaca</i> + fumier à 0,2%	26,3 ± 0,30 ^{abcde}	0,56 ± 0,05 ^{abcd}	11,75 ± 0,75 ^{abc}	65,3 ± 12,91 ^{cd}	0,88 ± 0,38 ^a	1,89 ± 0,24 ^{acd}	1,25 ± 0,38 ^{de}	2,00 ± 0 ^{abcd}
<i>Balanites aegyptiaca</i> + fumier à 0,5%	25,4 ± 2,55 ^{abcde}	0,66 ± 0,07 ^{abcd}	11,75 ± 0,75 ^{abc}	76,0 ± 19,64 ^{cd}	1,10 ± 0,65 ^a	2,42 ± 0,54 ^{ac}	2,25 ± 0,38 ^{abcd}	2,00 ± 0 ^{abcd}



<i>Balanites aegyptiaca</i> + fumier à 0,8%	25,0 ± 3,05 ^{abcde}	0,64 ± 0,04 ^{abcd}	11,00 ± 0,00 ^{abc}	68,9 ± 17,99 ^{cd}	0,86 ± 0,35 ^a	1,96 ± 0,25 ^{acd}	2,00 ± 0 ^{abcd}	2,00 ± 0 ^{abcd}
<i>Boscia senegalensis</i> + fumier à 0,2%	28,2 ± 2,60 ^{abcd}	0,65 ± 0,05 ^{abcd}	10,75 ± 1,75 ^{bc}	59,7 ± 11,05 ^d	0,70 ± 0,17 ^a	2,19 ± 0,67 ^{acd}	1,75 ± 0,38 ^{bcde}	2,50 ± 0,5 ^{abc}
<i>Boscia senegalensis</i> + fumier à 0,5%	26,5 ± 4,80 ^{abcde}	0,73 ± 0,16 ^a	11,75 ± 0,38 ^{abc}	83,0 ± 27,23 ^{cd}	0,76 ± 0,23 ^a	2,98 ± 0,98 ^{def}	2,00 ± 0,5 ^{abcde}	2,50 ± 0,5 ^{abc}
<i>Boscia senegalensis</i> + fumier à 0,8%	32,4 ± 1,32 ^{ab}	0,68 ± 0,04 ^{abcd}	13,50 ± 0,50 ^a	120,2 ± 23,12 ^{ab}	2,31 ± 1,45 ^a	4,25 ± 0,87 ^{eg}	3,00 ± 0 ^a	3,00 ± 0 ^a
<i>Sclerocarya birrea</i> + fumier à 0,2%	20,2 ± 1,50 ^{cde}	0,55 ± 0,05 ^{abcd}	10,50 ± 0,50 ^{bc}	41,0 ± 7,59 ^d	0,85 ± 0,48 ^a	1,15 ± 0,28 ^{acd}	1,00 ± 0 ^e	1,75 ± 0,38 ^{abcd}
<i>Sclerocarya birrea</i> + fumier à 0,5%	19,5 ± 3,46 ^{cde}	0,51 ± 0,06 ^{bcd}	10,50 ± 1,25 ^{bc}	47,4 ± 15,55 ^d	0,79 ± 0,72 ^a	1,29 ± 0,46 ^{acd}	1,25 ± 0,38 ^{de}	1,50 ± 0,75 ^{bcd}
<i>Sclerocarya birrea</i> + fumier à 0,8%	18,0 ± 3,04 ^{de}	0,48 ± 0,07 ^{cd}	10,00 ± 0,50 ^{bc}	33,5 ± 8,23 ^d	0,29 ± 0,08 ^a	1,01 ± 0,14 ^{ac}	1,00 ± 0 ^e	1,00 ± 0 ^d

Les résultats sont présentés sous forme de moyenne ± écarts types des moyennes.

Les valeurs affectées d'une même lettre sur la colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de probabilité de 5%.

4.2 Effets des fertilisants sur les paramètres de rendement : Les résultats du tableau 2 montrent aussi qu'il n'y a pas de différence significative de l'application des fertilisants à toutes les doses sur la croissance de la biomasse sèche racinaire par rapport au témoin (1,05 g). Par contre, la biomasse sèche aérienne a été augmentée significativement de la même façon que la hauteur des plants par les traitements avec *B. senegalensis* (T1) à 0,5% et 0,8% et le traitement *B. senegalensis* mélangé avec le fumier (T6) à 0,8%. Les autres traitements n'ont pas montré de différences significatives par rapport au témoin.

4.3 Effets des fertilisants sur les paramètres qualitatifs de la tomate : Les plus fortes colorations du feuillage (vert foncé) ont été obtenues également avec la dose de 0,8% des traitements T1 (*B. aegyptiaca*) et T2 (*B. senegalensis*) à 0,5% et 0,8%, et T6 (mélange fumier et *B. senegalensis*) à 0,8% comparées au témoin (tableau

2). Les traitements avec *S. birrea* (T3 et T7) présentent des plants à feuillage faiblement coloré (vert clair à jaunâtre).

Il n'y a pas de différence significative concernant la vigueur pour tous les traitements même s'il est observé des plants à vigueur moins accentuée que le témoin (*S. birrea* (T3) et *S. birrea* + fumier (T7)).

4.4 Analyse en Composante Principale (ACP) : Une analyse de composantes principales (ACP) a été réalisée en utilisant les données du tableau 2. Le Tableau 3 présente les valeurs propres et proportion d'informations concentrées sur les axes de l'ACP. La première composante (axe 1) à elle seule explique 87,6% des informations de départ et la deuxième composante (axe 2) donne 4,4% de l'information. Ainsi, avec les deux axes (axe 1 et axe 2), on arrive à expliquer 92% des informations contenues dans les variables initiales.

Tableau 3 : Valeurs propres et pourcentage d'inertie des axes de l'ACP

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Axe 6	Axe 7
Valeur propre	6,13	0,21	0,18	0,15	0,09	0,07	0,003
% variance	87,59	4,44	2,70	2,26	1,35	1,13	0,53
% cumulé	87,59	92,03	94,73	96,99	98,34	99,47	100

La figure 2 présente le cercle de corrélation qui montre les relations entre toutes les variables et les deux premières composantes (axe 1 et axe 2). Tous les paramètres sont très bien représentés sur l'axe 1 avec des corrélations variant de 0,89 à 0,95. Les variables vigueur de la tige, diamètre au collet et nombre de feuilles sont bien représentés

sur l'axe 1 et sont positivement corrélés sur les deux axes tandis que les variables hauteur, coloration des feuilles, surface foliaire, biomasse sèche racinaire et aérienne sont positivement corrélés sur l'axe 1 et négativement corrélés à l'axe 2.

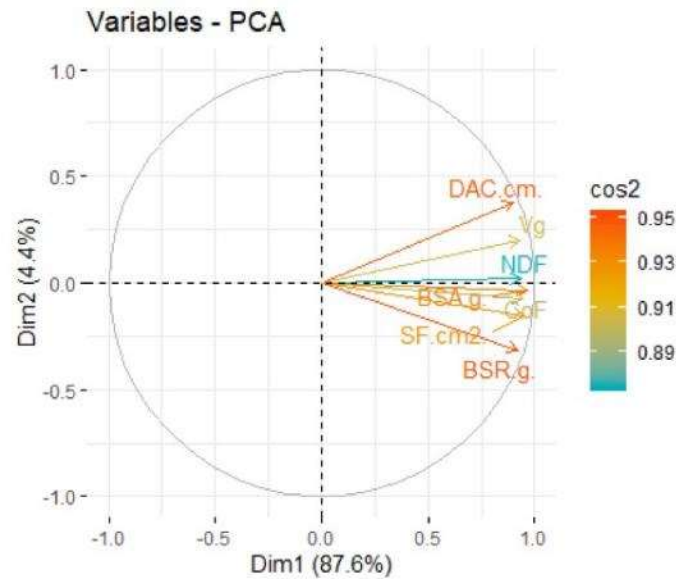


Figure 2 : Cercle de corrélation des paramètres étudiés

L'Analyse en Composante Principale des individus (figure 3) a permis de mettre en évidence 3 groupements principaux :

- Un premier groupement à *Sclerocarya* constitué des traitements *S. birrea* aux doses de 0,5% et 0,8% et des traitements mélange de la litière de *S. birrea* et fumier aux doses 0,2%, 0,5% et 0,8%.
- Un deuxième groupement à *Boscia* constitué des traitements de *B. senegalensis* aux doses 0,5% et 0,8%, du traitement *B. senegalensis* mélangé avec le fumier à la dose 0,8%.
- Un troisième groupement mixte constitué par les traitements témoin (T0), *B. aegyptiaca* mélangé ou non aux doses 0,2%, 0,5% et 0,8%, *B. senegalensis* mélangé

ou non à la dose 0,2% et fumier aux doses aux doses 0,2%, 0,5% et 0,8%.

Les groupements à *Boscia* et *Sclerocarya* sont antagonistes par rapport aux paramètres suivant l'axe 1 qui regroupe 87,6% de l'inertie totale. Le groupement à *Boscia* dans les abscisses positifs est caractérisés par des mesures importantes de l'ensemble des paramètres mesurés par opposition au groupement à *Sclerocarya* ou les paramètres sont faibles. Le groupe intermédiaire regroupe des espèces ou les mesures sont moyennement faibles ou élevées. Donc, l'axe 1 définit le gradient des paramètres de croissance et de rendement de la tomate.

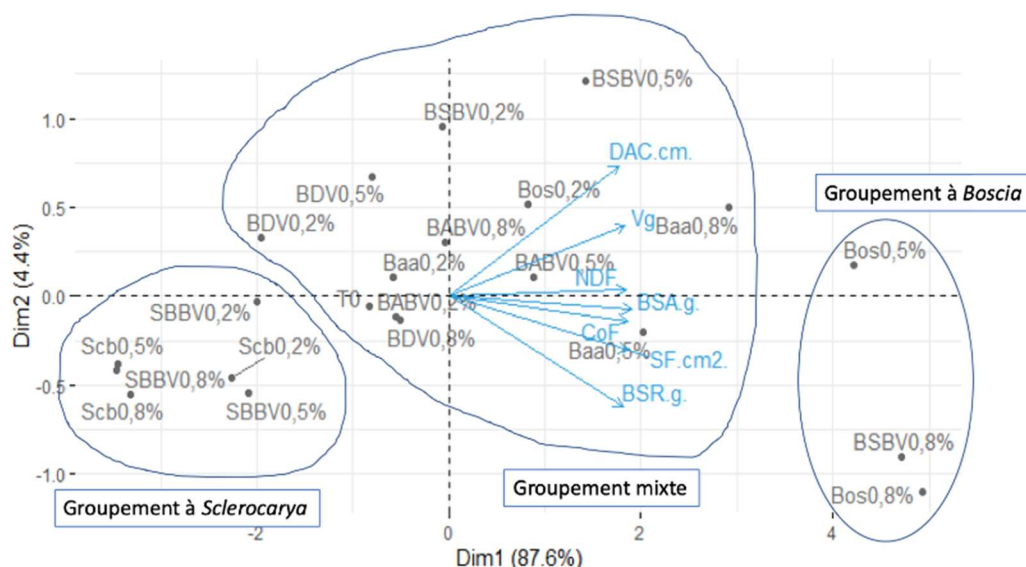


Figure 3 : Analyse en Composante Principale (ACP) des individus et des variables

5 DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de l'étude ont montré que les effets des fertilisants organiques sur la croissance de la tomate varient en fonction de la dose et de la qualité de la matière organique apportée. La litière de *B. senegalensis* appliquée seuls ou mélangée avec du fumier (T2 et T6) et la litière *B. aegyptiaca* utilisée seule (T1) ont stimulé de manière significative certains des paramètres de croissance de la tomate. Toutefois, les meilleurs effets ont été induits par la litière de *B. senegalensis* aux doses de 0,5% et 0,8%. Cela laisse supposer que cette litière, appliquée 15 jours avant semis a subi une décomposition effective sous l'effet des microorganismes inféodés au substrat de culture (bactéries, champignons). L'action de ces organismes décomposeurs aurait permis la libération d'éléments nutritifs essentiels à la croissance végétale. En effet, les travaux de Samba (2001) et Diallo (2005), ont mis en exergue le rôle important de l'apport de litières dans l'amélioration des propriétés chimiques du sol. Selon ces auteurs, l'apport de litières permet un enrichissement important de l'azote minéral du sol (ammonium et nitrate) sous les litières en décomposition. Les études de Ayoola et Makinde (2008) et de celles de Maman et Mason (2013) viennent appuyer ces résultats car ils ont montré que les amendements organiques ont

tendance à augmenter les propriétés chimiques du sol. De plus, les réserves nutritives fournies à la dose de 0,8% seraient suffisantes pour assurer une bonne croissance de la culture. D'où les meilleurs effets observés à cette dose. La mise à disposition des éléments minéraux à la culture quelques jours après incorporation des litières au substrat (15 jours de décomposition), de sorte à assurer une bonne croissance pourrait être expliquée par deux facteurs. Le facteur le plus important serait le broyage qui augmente la vitesse de décomposition des litières. En effet, le broyage aurait augmenté la surface de contact des microorganismes décomposeurs. Ce qui accélérerait la décomposition et par la même la fourniture d'éléments minéraux à la culture. A propos de l'intérêt du broyage, Diallo (2005) soutient que le broyage des litières augmente la disponibilité du substrat pour les microorganismes, la colonisation des litières et l'activité microbienne. D'autre part, la décomposition précoce des litières de *B. senegalensis* et de *B. aegyptiaca* comparé à celle de *S. birrea* pourrait s'expliquer par leur qualité chimique. Une étude de Diallo (2016) sur la composition chimique et biochimique des litières testées dans le cadre de cette étude, a montré que les litières de *B. senegalensis* et de *B. aegyptiaca* ont des teneurs en azote supérieures à

celle de *S. birrea*. Plusieurs études ont établi une corrélation positive entre les teneurs en azote des matières organiques et leur vitesse de décomposition (Chaves et al. 2004 ; Schwendener et al. 2005 ; Diallo et al., 2010). Par ailleurs, la litière de *S. birrea* s'est particularisée par ses effets non significatifs sur la quasi-totalité des paramètres évalués. Cette différence par rapport aux litières étudiées pourrait se justifier aisément en s'appuyant sur les qualités biochimiques de ces différentes litières. Les travaux de Diallo et al. (2019) ont révélé de faibles teneurs en azote (N) pour la litière *S. birrea* (4,6%) par rapport aux litières de *B. aegyptiaca* et de *B. senegalensis* (respectivement 10,4% et 11,7%) et des teneurs en phénols et en lignine plus importantes de *S. birrea* (12,5 %, 14,8 % respectivement comparées à celles de *B. aegyptiaca* (1,1 % et 10,4 % respectivement) et à celles de *B. senegalensis* (1,7 % et 6,6 % respectivement). Ces deux facteurs conjugués expliqueraient les effets neutres suite à l'application de la litière *S. birrea*. En effet, l'application de litières à faible teneur en N ou à rapport C/N élevé (les valeurs optimales de C/N sont situées entre 20 et 25) peut conduire à l'appauvrissement des sols en azote et donc à l'affaiblissement de la croissance et du développement des cultures installées (Ramade, 2008). Plusieurs études ont montré que l'apport

6 CONCLUSION

Cette étude a été réalisée dans le but d'évaluer les effets de différentes matières organiques sur les paramètres de croissance et rendement de la tomate en conditions semi contrôlées. L'étude a montré une amélioration significative de certains paramètres par les apports de litières de *B. senegalensis* aux doses de 0,5 et 0,8% suivi de celle de *B. aegyptiaca*. En revanche, la litière de *S. birrea* et le fumier de vache n'ont pas été significatifs. Les résultats obtenus à l'issue de cette étude montrent l'intérêt de valoriser les matières

7 REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État Français gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du Labex DRIIHM,

de litière à faible teneur en N ou à C/N élevé fait que les microorganismes responsables de la dégradation assimilent l'azote minéral du sol par le phénomène de l'immobilisation de l'azote dans le sol, réduisant ainsi sa disponibilité et, par conséquent, les rendements des cultures sont affaiblis (Falisse et Lambert, 1994, Lô, 2007 ; Diallo et al., 2010). Les travaux de Gessner et al. (2010) ont montré que des concentrations importantes en lignine rendent difficiles la biodégradation de la litière (Moinet, 2012). De même, d'autres auteurs comme Graças et al. (2005) ainsi que Sall et al. (2003) ont montré une corrélation négative entre la concentration en polyphénols totaux et la dégradation de la litière. Des auteurs tels que Samba (2001), Sall et al. (2003) et Bâ et al. (2014) affirment que les composés phénoliques peuvent entraîner des effets allélopathiques sur la croissance végétale. D'autres études ont mis en évidence une croissance relativement faible des oignons traités avec de la litière broyée de *S. birrea* (Ciss, 2016). Enfin, le fumier a montré peu d'effet sur la croissance de la tomate. Les résultats obtenus avec le fumier de vache seraient liés à sa qualité qui n'est peut-être pas des meilleurs. En effet, cette matière organique a été ramassée en période de soudure où les vaches s'alimentent d'herbes sèches peu enrichissantes.

organiques comme amendement organique dans les systèmes de culture afin d'accroître la productivité des sols agricoles et assurer leur exploitation durable dans la zone sahélienne. Cependant, une étude plus exhaustive est nécessaire car il conviendrait de reproduire cet essai sur une autre plante test comme l'oignon et sur d'autres conditions comme en station de plein champ et en milieu paysan en vue de confirmer les résultats obtenus en conditions semi contrôlées.

programme « Investissements d'avenir » portant la référence ANR-11-LABX-0010. Les auteurs remercient aussi le Projet Observatoire

International Hommes-Milieux (OHMi) de Tèssékéré pour avoir financé les travaux et fourni la logistique de terrain.

8 REFERENCES

- AFES : 2008. Référentiel pédologique. Définitions des horizons de référence, pp. 6-28.
- Ayoola OT et Makinde EA: 2008. Performance of green maize and soil nutrient changes with fortified cow dung. *Afr. J. Plant Sci.*, 2(3) : 19-22.
- Ba MF, Samba ANS et Bassene E : 2014. Influence des bois rameaux fragmentés (BRF) de *Guiera senegalensis* J.F. Gmel et de *Piliostigma reticulatum* (Dc) Hochst sur la productivité du mil, *Pennisetum glaucum* (L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, pp. 1039-1048.
- Chaves B, Deneve S, Hofman G, Boeck P et Vancleemput O: 2004. Nitrogen mineralization of vegetable root residues and green manures as related to their (bio) chemical composition. *European Journal of Agronomy*, 21:161-170.
- Ciss PN : 2016. Étude des litières de quelques espèces végétales de la Grande Muraille Verte du Ferlo sur la croissance de l'oignon (*Allium cepa* L.) en conditions semi contrôlées. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Agroforesterie, Ecologie et Adaptation. Université Cheikh Anta Diop de Dakar. 46p.
- Diack M et Loum M : 2014. Caractérisation par approche géostatistique de la variabilité des propriétés du sol de la ferme agropastorale de l'Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis dans le bas delta du fleuve Sénégal. *Revue De Géographie Du Laboratoire Léidi*, 12 : 1-15.
- Diack M, Diom F, Sow K et Sène M : 2017. Soil Characterization and Classification of the Koutango Watershed in the Semi-Arid Southern Peanut Basin of Senegal. *International Journal of Plant & Soil Science*, 20(4) : 1-13.
- Diallo MD : 2005. Effet de la qualité des litières de quelques espèces végétales sahéliennes sur la minéralisation de l'azote. Thèse de Doctorat en biologie végétale. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 168 p.
- Diallo MD, Guissé A, Sall SN, Ndiaye SA, Bâ AT et Chotte JL : 2010. Evaluation in vitro de l'influence de la litière de deux espèces végétales sahéliennes sur le taux de N minéral et la densité des communautés bactériennes nitrifiantes d'un sol ferrugineux tropical. *Annales Botanique de l'Afrique de l'Ouest*, 06: 105 – 119.
- Diallo MD : 2016. Influence de cinq espèces ligneuses de la Grande Muraille verte au Ferlo (*Acacia senegal* (L.), *Acacia tortilis* var. *raddiana* (Savi) Brenan, *Balanites aegyptiaca* (L.) Del., *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poir. et *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst) sur la minéralisation de l'azote, la biomasse microbienne et la diversité spécifique de la biomasse herbacée. Thèse de Doctorat en Productions Végétales et Agronomie. Université Gaston Berger, Saint-Louis, 96 p.
- Diallo MD, Goalbaye T, Mahamat-Saleh M, Sarr PS, Masse D, Wood SA, Diop L, Dick RP, Diop A et Guisse A : 2017. Effect of major woody species of the Senegalese Great Green Wall on soil N Mineralization and Microbial Biomass. *Bois et Forêts des Tropiques*, 333(3) : 43-54.
- Diallo MD, Diatité B, Diédhiou PM, Diédhiou S, Goalbaye G, Doelsch E, Diop A et Guissé A : 2019. Effets de l'application de différents fertilisants sur la fertilité des sols, la croissance et le rendement du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. dans la Commune de Gandon au Sénégal. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 2(2) : 7-15.

- Feller C : 1995. La matière organique du sol : un indicateur de la fertilité. Application aux zones sahélienne et soudanienne. *Agriculture et développement*, 8 : 35-41.
- Graças MaS, Bärlocher F et Gessner MO : 2005. Methods to Study Litter Decomposition: a Practical Guide. Springer.
- Hatfield JL, Sauer TJ et Cruse RM: 2017. Soil: the forgotten piece of the water, food, energy. *Nexus Adv. Agron.*, 143 : 1–46.
- Lo DS : 2007. Effet de l'apport de résidus végétaux de qualité différente sur le fonctionnement microbiologique et la production végétale : cas d'un sol sableux soumis à un apport d'azote minéral. Mémoire de DEA en Biologie Végétale. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 88 p.
- Maman N et Mason S : 2013. Poultry manure and inorganic fertilizer to improve pearl millet yield in Niger. *Afr. J. Plant Sci.*, 7(5) : 162-169.
- Masson, J.C. (2012).- Etude du sol de la région d'Aigrefeuille-sur-Maine (Loire-Atlantique) à partir de la base de données des analyses de terre (INRA) ; Donesol, 18 p.
- Moinet G : 2012. Fonctionnement d'un écosystème forestier développé sur un technosol multicontaminé. *Pharmaceutical sciences*, 57 p.
- 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. 220 p.
- Musvoto, C, Campbell BM ET Kirchman H: 2000. Decomposition and nutrient release from mango and miombo woodland litter in Zimbabwe. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 1111-1119.
- Niang K, Ndiaye O, Diallo A et Guissé A : 2014. Flore et structure de la végétation ligneuse le long de la Grande Muraille Verte au Ferlo, nord Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 79: 6938 – 6946.
- Ruget F, Bonhomme R et Chartier M : 1996. Estimation simple de la surface foliaire de plantes de maïs en croissance. *Agronomie, EDP Sciences*, 16 (9) : 553-562.
- Sall SN, Masse D, Bernhard-Reversat F, Guisse A et Chotte JL : 2003. Microbial activities during the early stage of laboratory decomposition of tropical leaf litters: the effect of interactions between litter quality and exogenous inorganic nitrogen. *Biology and Fertility of Soils*, 39: 103-111.
- Samba SAN : 2001. Effet de la litière de *Cordyla pinnata* sur les cultures : approche expérimentale en agroforesterie. *Ann. For. Sci.*, 58: 99-107.
- Schwendener CM, Lehman J, Decamargo PB, Luizao RCC et Fernandes ECM : 2005. Nitrogen transfer between high- and low-quality leaves on a nutrient-poor Oxisol determined by ¹⁵N enrichment. *Soil Biology and Biochemistry*, 37:787-794.
- WRB: 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES World Soil Resources Reports, 191p.