

Impact de bois raméal fragmenté de *Bridelia ferruginea* et *Acacia mangium* sur la croissance et la production du manioc sur sol ferrallitique au Congo

B.W. Nzobadila Kindiela¹, G.F. Mialoundama Bakouétilla^{2,3}, L.M.F Yebas¹, S. Makosso³, A.M. Bitá³, Attibayeba⁴.

¹Laboratoire « Systèmes de cultures et sciences du sol, Institut national de Recherche Agronomique (IRA), Congo.

²Laboratoire d'Economie et Sociologie Rurales, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, Université Marien Ngonabi, Congo.

³Laboratoire des ressources végétales et Phytotechnie, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie, Université Marien Ngonabi, Congo.

⁴Laboratoire de Biotechnologie et Production Végétales, Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien Ngonabi, Congo.

Correspondant : gmialoundama2016@gmail.com / (+242) 06 603 67 67

Mots clés : Bois raméal fragmenté, *Bridelia ferruginea*, *Acacia mangium*, manioc, sol ferrallitique

Keywords: Ramial chipped wood, *Bridelia ferruginea*, *Acacia mangium*, cassava, ferrallitic soil

1 RÉSUMÉ

L'étude visait l'évaluation de l'influence de bois raméal fragmenté (BRF) de *Bridelia ferruginea* et d'*Acacia mangium* sur la croissance et la production du manioc. Le dispositif est un bloc aléatoire complet comprenant 4 traitements plantés de manioc : apport de BRF d'*Acacia* (30t/ha), apport de BRF de *Bridelia* (30t/ha), apport de 500 kg/ha de calcaire + 500 kg/ha de NPK, et aucune fertilisation. Les observations ont porté sur le taux de mortalité des boutures, la croissance et la production du manioc. Les résultats montrent une meilleure croissance des tiges dans les parcelles où des copeaux de *Bridelia* ont été enfouis et la plus faible en absence de fertilisation. Le rendement frais moyen est de 23,6 t/ha, les tiges fertilisées avec des copeaux de *Bridelia* ont produit de tubercules plus lourds et en plus grand nombre. Les dimensions de tubercules ne sont pas influencées par la fertilisation. En comparaison des copeaux d'*Acacia*, ceux de *Bridelia* ont entraîné de meilleures performances. L'étude a montré que les copeaux de BRF ont accru le rendement du manioc à Odziba. Ainsi, la technique de BRF est une voie à privilégier dans la restauration de la fertilité des sols dégradés et l'amélioration des rendements des cultures.

ABSTRACT

The study led on sandy soil aims to evaluate the influence of Ramial Chipped Wood (RCW) of *Bridelia ferruginea* and *Acacia mangium* on the growth and the production of cassava. The device is complete blocks random including 4 planted treatments of cassava: buried of RCW of *Acacia* (30t/ha), buried of RCW of *Bridelia* (30t/ha), buried of 500 limestone kg/ha + 500 kg/ha of NPK, and no fertilization. The observations related to the death rate of the cuttings, the growth and the production of cassava.

The results show a better growth of the stems in the pieces where chips of *Bridelia* were buried and weakest in absence of fertilization. The average fresh yield is 23,6 t/ha, the stems fertilized

with chips of *Bridelia* produced heavier tubers and in greater number. Dimensions of tubers are not influenced by the fertilization. Compared to chip of *Acacia*, those of *Bridelia* involve better growth and production. The study showed that the chips of BRF increased cassava yield in Odziba conditions. Thus, the technique of RCW is a way to be privileged in the restoration of the fertility of the degraded soils and the improvement of the yields of cultures.

2 INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) est l'aliment de base au Congo, sa culture occupe plus de 6 % des espaces emblavés et concerne 70 % des actifs agricoles. Le bilan diagnostic de la filière manioc au Congo montre de niveaux de rendement faibles de 11t/ha (FAO, 2010 ; MAE, 2006). Ces faibles rendements constatés sont dus entre autres au faible niveau de fertilité des sols, aux maladies, aux techniques traditionnelles à faible intrants avec des outils rudimentaires (Mabanza et Mahouka, 2001). Akinwale *et al.*, (2011) ont montré que la croissance et la production du manioc sont fortement influencées par la fertilité du sol. Par ailleurs, les sols du Congo sont pauvres naturellement (fragilité des sols, pauvreté du complexe argilo humique en cations échangeables, acidité des horizons supérieurs) et après leur mise en valeur on observe une baisse graduelle de la fertilité (De Boissezon *et al.*, 1969 ; Schwartz, 1987). A cela s'ajoute une indisponibilité notoire des fertilisants. Le brûlis, principale mode de mise en valeur des terres agricoles du pays impacte négativement le sol (Nzila, 1992 ; Giardina *et al.*, 2000) : destruction de la matière organique et des colloïdes du sol, création de conditions défavorables aux organismes du sol, modification des propriétés physiques du sol (structure, adhésivité, etc.). Or, la présence de la matière organique et des microorganismes dans les sols agricoles est un facteur important de productivité. Toutefois, la qualité ou la nature de celle-ci est tout aussi déterminante, il s'agit notamment de la source de carbone, des teneurs en nutriments, de la présence de métabolites secondaires et d'arrangement physique (Lal, 2006). La

dégradation des terres entraîne une diminution de la matière organique et des nutriments au niveau du sol avec comme corollaire une baisse de productivité. Dans cette perspective, l'emploi des bois raméaux fragmentés (BRF) constitue une alternative pour redresser et entretenir la fertilité des sols agricoles (Lemieux et Germain, 2001). Ainsi, ces matériaux, riches en lignine, sont les précurseurs d'un humus stable, garant des équilibres biologiques et chimiques des sols pour une productivité durable. L'apport de BRF présente plusieurs atouts (Lalande *et al.*, 1998 ; Soumare *et al.* 2002 ; Ba *et al.*, 2014) : amélioration de la structure, hausse du taux d'azote disponible et d'humus, stabilisation du rapport C/N entre 20 et 40, correction du pH vers la neutralité, réduction des pertes de nutriments par lessivage, augmentation de la réserve d'eau facilement utilisable. Par ailleurs dans les savanes du Congo, d'importantes quantités d'arbustes sont défrichées, mis en tas et brûlés lors de la préparation des champs (Makany, 1976). Cette biomasse préalablement broyée pourrait être valorisée sous forme de bois raméaux fragmentés (Tanguy, 2006). Malgré le fait que la technique de BRF est facile à mettre en œuvre, peu de travaux ont été menés sur les BRF sur sol ferrallitique appauvri (cinétique de décomposition, évolution de la fertilité), particulièrement sur la culture du manioc. L'objectif de l'étude est d'évaluer l'impact des bois raméaux fragmentés d'*Acacia mangium* et *Bridelia ferruginea* (Photos 1 et 2) sur la croissance et la production du manioc sur sol ferrallitique d'Odziba en République du Congo.



Photo 1 : Plant d'*Acacia mangium*



Photo 2 : Plant de *Bridelia ferruginea*

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Présentation du site d'étude : L'étude a été menée dans une vieille friche de la station de recherche d'Odziba. Cette station se trouve à 100 km au nord de Brazzaville, à 3°44 de latitude Sud, 15°30 de longitude Est, à 680 m d'altitude sur le plateau Téké de Mbé. Le climat de la zone est de type équatorial (Venetier, 1977), caractérisé par une saison sèche de 3 mois, de juin à août ; une saison de pluies de septembre à mai avec un ralentissement de pluies de janvier à février. La température moyenne mensuelle est de 22,9 °C.

La moyenne annuelle des pluies est de 2026,4 mm, avec des pics en novembre et avril. Les sols de la zone d'étude sont ferrallitiques, appauvris et fortement désaturés issus des sables ocres des plateaux Tékés (De Boissezon, 1965 ; Djondo, 1994). Ils sont caractérisés par une texture sableuse et une faible teneur en matière organique, une faible réserve en bases échangeables. Le complexe d'échange cationique (CEC) est dominé par l'aluminium (46 %), le calcium 20 %, le Magnésium (9 %) (Tableau 1).

Tableau 1 : caractéristiques des sols de la zone d'étude

Sable (%)	>80
Limons (%)	1,5
Argile (%)	<10
Matière organique (‰)	1 à 2
CEC (1mé/100g)	<4
Taux de saturation (%)	<20
pH	<5

Source : Djondo (1994)

Les sols de la station sont couverts de savane herbacée à *Hyparrhenia diplandra* Stapf. *Crotalaria retusa*, *Hymenocardia acida*, *Anona senegalensis* y sont rencontrés à faible densité (Makany, 1976). Après la mise en valeur des terres croissent le *Digitaria horizontalis* et l'*Imperata cylindrica*.

3.2 Matériel végétal : Les copeaux de bois raméal fragmenté ont été obtenus après fragmentation des branches de deux espèces ligneuses arbustives *Acacia mangium* et *Bridelia*

ferruginea. La première espèce est introduite et la seconde exotique. La variété de manioc I92-0029 répandue dans la zone et tolérante à la mosaïque a été plantée. Cette variété sélectionnée par « IITA » présente un port dressé, des entrenœuds courts et peu de ramifications de tiges. Les boutures proviennent d'un champ des producteurs âgé de dix mois. Sur le tiers inférieur de tiges ont été coupées de boutures de 20 à 25

cm de longueur, 2 à 3 cm de diamètre et présentant 4 à 6 nœuds.

3.3 Préparation du terrain et apport de bois raméal fragmenté (BRF) : Le terrain devant abriter l'essai a été labouré par un tracteur sur environ 20 cm. Deux semaines plus tard, un pulvérisage croisé a été effectué sur ce terrain. Les rameaux des deux espèces arbustives ont été récoltés dans l'enceinte de la station de recherche.



Photo 3 : fragmentation de jeunes branches

Seules les parties des branches de 5 cm de diamètre maximal à la base ont été récoltées pour être fragmentées en copeaux de 1 à 3 cm de long à l'aide de machettes et marteaux. Sur sol pulvérisé et nivelé, ces copeaux frais sont incorporés superficiellement au sol durant la saison des pluies à l'aide d'une houe (Photos 3 et 4).



Photo 4 : Pesée de copeaux de bois fragmenté

3.4 Dispositif expérimental : D'une superficie de 1156 m² (34m x 34m), le dispositif expérimental (figure 1) est constitué de 4 blocs complets randomisés comportant quatre traitements (parcelle élémentaire : 6 m x 6 m) plantés de manioc :

T₀ : Aucun apport (Témoin) ;

T₁ : Apport de 500 kg/ha de calcaire + 500 kg/ha de NPK 17-17-17 ;

T₂ : Apport de 30t/ha d'*Acacia mangium* sous forme de bois raméal fragmenté ;

T₃ : Apport de 30t/ha de *Bridelia ferruginea* sous forme de bois raméal fragmenté.

115 jours après l'enfouissement des BRF, les boutures de manioc ont été plantées à la main, à plat aux écartements de 1 m x 1 m, soit une densité de 10.000 plants/ha.

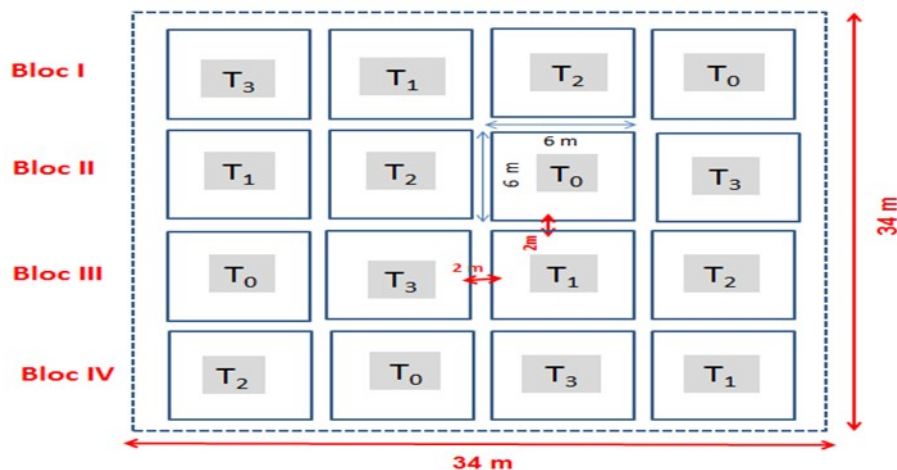


Figure 1 : dispositif expérimental de l'essai

3.5 Entretien de la culture et collecte des données : Les parcelles du traitement fertilisé (T₁) ont reçu à la mise en place 500 kg/ha de calcaire, à 2 mois après la mise en place, 500 kg/ha de N.P.K 17-17-17 à la volée. 4 désherbages manuels ont été effectués pendant le cycle de la culture (14 mois). Les adventices coupés sont étalés à même le sol afin de permettre la restitution au sol des éléments nutritifs exportés. La récolte a été manuelle par traction verticale sur des tiges coupées à 25 cm au-dessus du sol. Les mensurations ont porté sur les pieds de manioc de la parcelle utile (une ligne de bordure). A deux semaines après la plantation du manioc, le taux de reprise des boutures a été effectué. Concernant les paramètres de croissance, il a été retenu la hauteur (mesurée à l'aide d'un mètre ruban, du collet jusqu'à l'apex), la circonférence (mesurée à l'aide d'un mètre ruban, au collet), et la frondaison de la tige (mesurée à l'aide d'un mètre ruban, des points horizontaux les plus éloignés). Afin d'apprécier la production, les paramètres ci-après ont été étudiés : masse (à l'aide d'une balance), nombre (comptage) et dimensions des

tubercules par pied (longueur et diamètre maximum à l'aide d'un mètre ruban). Les paramètres de croissance sont suivis à 3 mois d'intervalle, ceux de production à la récolte.

3.6 Analyse des données : Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel R version 3.5.1 (package R Commander version 2.4-4) et ont porté sur les paramètres de croissance et de production du manioc. Une analyse statistique élémentaire a permis de décrire par les moyennes, les variables en fonction du traitement. Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA), le modèle est de type monofactoriel (traitement) à quatre niveaux pour les variables mesurées. Un test de normalité a été conduit sur les variables pour valider les résultats des analyses de variances. Le test de Bonferroni (au seuil de 5 %) a été utilisé pour la comparaison des moyennes en cas de différences significatives entre les traitements. Afin d'apprécier la variabilité des données, les écarts types ont été calculés pour chaque variable. Tous les graphiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2016.

4 RESULTATS

4.1 Taux de mortalité des boutures de manioc : Le taux de mortalité moyen des boutures à 90 jours après plantation est de 9,5 %. L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les différents traitements. Toutefois, les taux de mortalité des boutures sont

les plus élevés en absence de toute fertilisation (figure 2). A 270 jours après plantation, on enregistre en ordre décroissant les taux suivants : 33,7 % (aucune fertilisation), 26,5 % (BRF d'Acacia) et 25,5 % (BRF de Bridelia et apport de calcaire combiné au NPK).

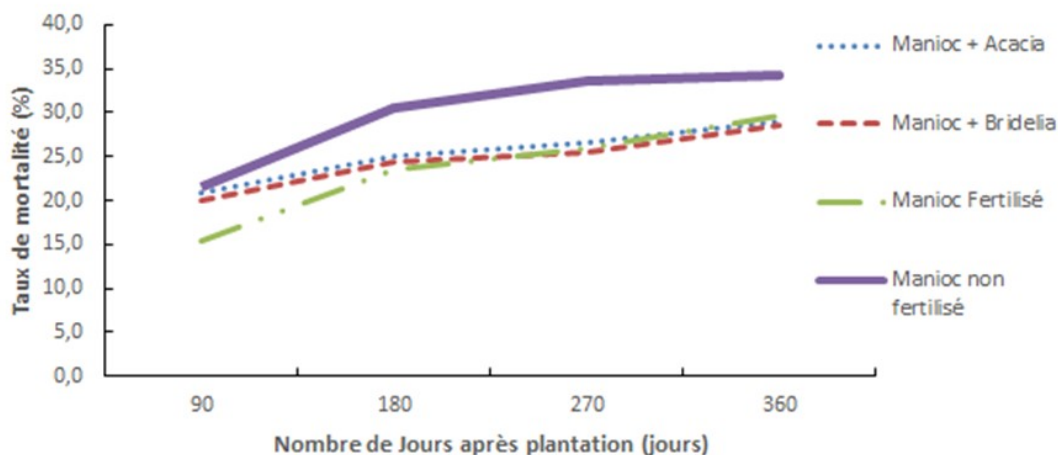


Figure 2 : Evolution du taux de mortalité des tiges de manioc des différents traitements

4.2 Croissance des tiges de manioc : La hauteur de la tige de manioc évolue en fonction du temps et du traitement appliqué. De 90 à 360 jours après plantation, on observe que les plants de manioc sont significativement plus grands dans les parcelles où des copeaux de BRF de Bridelia ont été enfouis. Puis suivent ceux croissant dans les parcelles ayant reçu un apport de NPK combiné au calcaire ou de copeaux de

BRF d'acacia. Les plants de manioc n'ayant reçu aucun apport sont les plus courts. Significatives, les différences observées sont de plus en plus marquées avec le temps (tableau 2). A 180 jours après plantation ($P < 0,05$), l'apport de BRF de Bridelia (1,48 m) est supérieur à l'apport de BRF d'Acacia (1,31m) ainsi qu'aux autres traitements (apport de calcaire et NPK, aucun apport).

Tableau 2 : Evolution de la hauteur moyenne (m) des plants de manioc des différents traitements

Traitement	Nombre de jours après plantation (JAP)			
	90	180	270	360
T ₃ : apport BRF de Bridelia (30 t/ha)	1,12 ± 0,22 b	1,48 ± 0,30 b	1,88 ± 0,30 b	1,95 ± 0,24 c
T ₂ : apport BRF d'Acacia (30 t/ha)	1,08 ± 0,18 ab	1,31 ± 0,28 a	1,55 ± 0,25 a	1,67 ± 0,26 ab
T ₁ : apport de calcaire (500 kg/ha) et de NPK (500 kg/ha)	0,99 ± 0,19 a	1,30 ± 0,27 a	1,64 ± 0,28 a	1,75 ± 0,23 b
T ₀ : aucun apport (témoin)	0,99 ± 0,22 a	1,29 ± 0,30 a	1,52 ± 0,28 a	1,59 ± 0,27 a

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes

La durée écoulée et le traitement appliqué influence la circonférence de la tige de manioc. Jusqu'à 270 jours après plantation, les circonférences des tiges de manioc sont significativement plus élevées dans les parcelles fertilisées avec des BRF de Bridelia. Les plants fertilisés avec le calcaire et le NPK et ceux non fertilisés sont les moins grosses. Enfin ceux fertilisés avec des copeaux d'acacia sont en

position intermédiaire (tableau 3). Cependant, à 360 jours après plantation, seuls les plants de manioc non fertilisés présentent des circonférences significativement inférieures aux autres traitements. A 180 jours après plantation, les moyennes des circonférences des plants de manioc varient de 8,51 cm pour les plants fertilisés avec Bridelia à 7,75 cm pour les plants non fertilisés.

Tableau 3 : Evolution de la circonférence moyenne (cm) des tiges de manioc des différents traitements

Traitement	Nombre de jours après plantation (JAP)			
	90	180	270	360
T ₃ : apport de BRF de Bridelia (30 t/ha)	5,81 ± 0,88 b	8,51 ± 1,45 b	9,21 ± 1,46 b	9,37 ± 1,26 b
T ₂ : apport de BRF d'Acacia (30 t/ha)	5,55 ± 0,88 ab	8,20 ± 1,46 ab	8,50 ± 1,53 ab	9,04 ± 1,48 b
T ₁ : apport de calcaire (500 kg/ha) et de NPK (500 kg/ha)	5,22 ± 0,82 a	7,75 ± 1,30 a	8,40 ± 1,39 a	9,20 ± 1,16 b
T ₀ : aucun apport (témoin)	5,26 ± 1,00 a	7,75 ± 1,43 a	7,99 ± 1,34 a	8,29 ± 1,90 a

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes

Concernant la frondaison des tiges de manioc (tableau 4), il n'a été observé de différences significatives entre les traitements qu'au-delà de 270 jours après plantation. L'apport de copeaux de Bridelia a favorisé le meilleur développement de la surface foliaire. Ainsi à 180 jours après plantation, la frondaison des pieds fertilisés par des BRF de Bridelia est 1,71 m contre 1,70 m

pour ceux fertilisés avec des BRF d'Acacia, 1,59 m pour ceux non fertilisés et 1,55 pour ceux fertilisés avec le calcaire et le NPK. A 360 jours après plantation, la frondaison des plants ayant reçu du calcaire et du NPK est statistiquement supérieure ($Pr (>F)=0.0239^*$) aux autres traitements.

Tableau 4 : Evolution de la frondaison (m) des tiges de manioc des différents traitements

Traitement	Nombre de jours après plantation (JAP)			
	90	180	270	360
T ₃ : apport de BRF de Bridelia (30 t/ha)	0,93 ± 0,30 a	1,71 ± 0,55 a	2,44 ± 0,66 a	2,60 ± 0,73 ab
T ₂ : apport de BRF d'Acacia (30 t/ha)	0,94 ± 0,30 a	1,70 ± 0,53 a	2,37 ± 0,59 a	2,51 ± 0,81 ab
T ₁ : apport de calcaire (500 kg/ha) et de NPK (500 kg/ha)	0,82 ± 0,24 a	1,55 ± 0,43 a	2,33 ± 0,55 a	2,94 ± 0,62 b
T ₀ : aucun apport (témoin)	0,83 ± 0,28 a	1,59 ± 0,51 a	2,42 ± 0,66 a	2,44 ± 0,73 a

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes

4.3 Production des tiges de manioc : Les résultats du tableau 5 montrent que la fertilisation a une influence sur le poids des tubercules de manioc par tige ($p<0,05$). Le meilleur traitement est l'enfouissement des copeaux de Bridelia (2,87 kg). En absence de fertilisation, les plants ont produit les tubercules les plus légers 1,92 kg/plant. Les différences entre traitements étaient significatives ($Pr (>F)=0.016^*$) pour le nombre de tubercules par tige. Ce nombre est significativement plus élevé (4,67) dans les parcelles fertilisées avec des copeaux de Bridelia.

Ce nombre est plus faible (3,33) dans les parcelles fertilisées avec calcaire +NPK. Les pieds de manioc fertilisés avec de copeaux d'Acacia et ceux non fertilisés comportent respectivement 4,44 et 3,63 (tableau 5). Bien que non significatif, l'enfouissement des BRF de Bridelia induit la croissance en longueur des tubercules la plus élevée (33,00 cm) suivi d'aucune fertilisation (32,17 cm). L'enfouissement de BRF d'Acacia (31,39 cm) et l'apport de calcaire+NPK (29,12 cm) ont plutôt retardé l'élongation des tubercules formés (tableau 5). La fertilisation n'influence pas

significativement la croissance en circonférence des tubercules formés (tableau 5). Selon un ordre décroissant de la circonférence de tubercules, les traitements se classent en ordre décroissant

comme suit : BRF de Bridelia (T3), BRF d'Acacia (T2), Apport de calcaire + NPK (T1), Aucun apport (T0).

Tableau 5 : Caractéristiques de la production des différents traitements

Traitement	Poids tubercules/ tige	Nombre tubercules/tige	Circonférence tubercule médian	Longueur tubercule médian
T ₃ : apport de BRF de Bridelia (30 t/ha)	2,87 ± 1,82 b	4,67 ± 2,23 b	16,76 ± 2,92 a	33,00 ± 9,69 a
T ₂ : apport de BRF d'Acacia (30 t/ha)	2,63 ± 1,56 ab	4,44 ± 2,63 ab	16,72 ± 2,35 a	31,39 ± 12,3 a
T ₁ : apport de calcaire (500 kg/ha) et de NPK (500 kg/ha)	2,03 ± 1,24 ab	3,33 ± 1,91 a	16,08 ± 3,13 a	29,12 ± 10,2 a
T ₀ : aucun apport (témoin)	1,92 ± 1,26 a	3,63 ± 1,72 ab	15,72 ± 2,79 a	32,17 ± 10,87 a

Par comparaison au plant témoin non fertilisé, l'enfouissement de BRF de Bridelia a permis un gain de rendement de 9,5 t/ha. Les plants de manioc ayant reçu des apports de Bridelia

présentent des meilleurs rendements (28,7 t/ha), ils sont suivis par les plants qui ont reçu des apports de BRF d'Acacia soit 26,3 t/ha (figure 3).

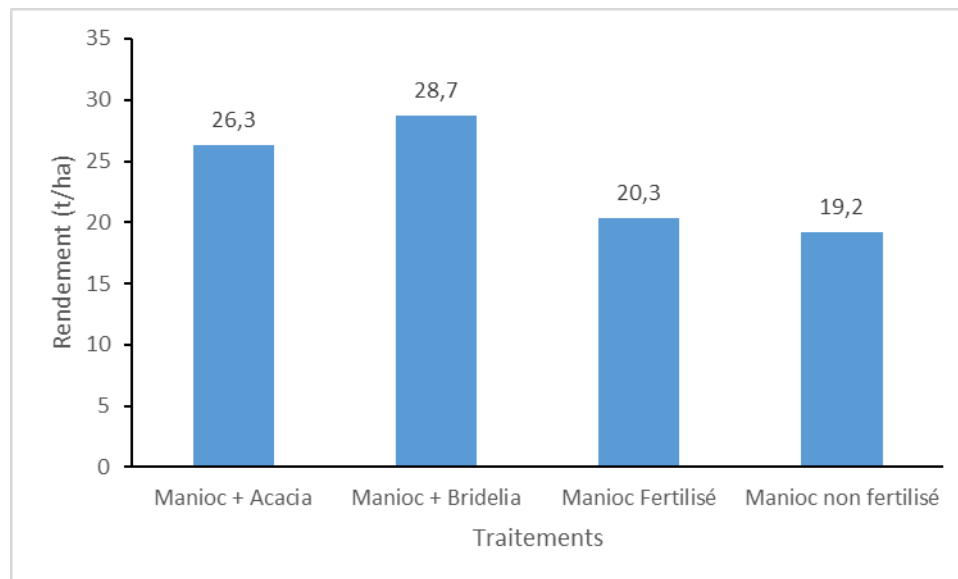


Figure 3 : rendement frais (t/ha) en tubercules de manioc des différents traitements

5 DISCUSSION

5.1 Production faible de manioc : Dans les conditions pédoclimatiques d'Odziba, le rendement moyen du manioc est relativement faible (23,6 t/ha), il varie de 19,2 t/ha (aucun apport) à 28,7 t/ha (enfouissement de Bridelia).

Les rendements du manioc varient en fonction de la variété plantée, du type de sol, de l'âge de la récolte, de l'intensité et de la distribution des précipitations (Akinwale *et al.*, 2011). Ces relatives faibles productions peuvent être imputées à la

faible fertilité du sol d'Odziba (taux élevé de sable, faible taux d'argile et de matière organique, forte acidité avec possible toxicité d'aluminium), la faible capacité d'échange cationique (CEC), la faible capacité de rétention en eau ainsi que la faible activité microbienne (Schwartz, 1987 ; Djondo, 1994). Or, la production du manioc est fortement influencée par la fertilité du sol, la culture exporte beaucoup de nutriments du sol et nécessite beaucoup d'eau pour un rendement photosynthétique optimal. Cette culture performe sur un sol riche en humus, meuble, de pH proche de la neutralité et bien pourvu en humidité (El-Sharkawy, 2004). Un effet variété plantée expliquerait en partie les productions obtenues. Les boutures de manioc ont été plantées aux écartements 1 m x 1m. Pour cette variété à port important, une compétition en lumière et en éléments nutritifs du sol entre les plants peut apparaître, avec une incidence négative sur la photosynthèse. Car le rendement, le diamètre et le volume des tubercules croissent dans le même sens que l'écartement entre les plants (Mabanza et Mahouka 2001).

5.2 Effet BRF : Les résultats de l'étude ont montré l'impact des BRF sur la croissance et la production du manioc. Apportés à la dose de 30 t/ha, les copeaux de BRF d'*Acacia mangium* et *Bridelia ferruginea* ont augmenté significativement la hauteur et la circonférence des pieds, ainsi que la masse et le nombre de tubercules portés par un pied comparativement aux parcelles de témoin et ceux ayant reçu une fumure minérale (calcaire puis NPK). De manière générale, les BRF entraînent après décomposition une amélioration de la fertilité du sol : augmentation de la teneur en C et N, du pH (d'où une réduction des effets des cations toxiques tels Fe, Mn ou Al), apport des bases (Ca, Mg, K, Na), augmentation de la capacité d'échange cationique au niveau des complexes argilo-humiques, baisse du rapport C/N (N'Dayegamiye et Angers, 1993 ; Lalande *et al.*, 1998 ; Lemieux et Germain, 2001 ; Barthès *et al.*, 2010). Par rapport à la fertilisation minérale, la matière organique apporte, en plus des macroéléments, des oligoéléments favorables aux cultures tout en améliorant les propriétés du sol comme : l'infiltration, l'humidité, la porosité et la

stabilité structurales plus élevées, ainsi qu'une compacité plus faible (Lalande *et al.*, 1998 ; Soumare *et al.*, 2002). Pour les sols tropicaux dans lesquels dominent la kaolinite, le fer et les oxydes d'Aluminium, les propriétés physico-chimiques et biologiques dépendent largement de leur contenu en matière organique. Ainsi, l'augmentation de rendement dû à l'apport des amendements organiques est attribuable au changement favorable des propriétés du sol. Or le manioc possède un fort potentiel pouvant s'exprimer en milieu fertile, humide (Howeler, 2002 ; Gbadegesin, 2011). Cet effet BRF apporté est observé plus tôt par rapport à d'autres travaux mentionnant une augmentation significative de rendement des cultures, 2 à 4 ans après l'incorporation au sol de BRF (Soumaré *et al.*, 2002). La zone est soumise à de fortes précipitations, ce qui entrainerait une décomposition accélérée des BRF. En effet, dans les conditions de température et humidité élevées, les processus de minéralisation de la matière organique sont intenses en raison d'une plus grande activité des organismes du sol (Meier *et al.*, 2010). En conditions tropicales, les BRF appliqués sur sols sableux ont un effet positif sur le rendement dès la première culture (Lalande *et al.*, 1998).

5.3 Effet espèce de BRF : Il a été constaté de manière croissante, un effet espèce de BRF sur la hauteur et un peu moins sur la circonférence des pieds, ainsi que la masse et le nombre de tubercules portés par un pied de manioc. En effet de façon non significative, ces paramètres ont été les plus élevés suite à l'apport au sol de copeaux de BRF de *Bridelia* qu'avec ceux d'*Acacia*. Ces différences seraient attribuables à la différence dans la composition des substrats organiques, à l'arrangement des tissus ainsi qu'à leur dynamique de décomposition (Pettigrew, 1998 ; Dossa *et al.*, 2009 ; Ba *et al.*, 2014 ; Senga *et al.*, 2016). De poids moléculaire élevé, la lignine exerce un contrôle sur le taux de décomposition à la fois par sa résistance aux attaques enzymatiques, et par la protection physique des constituants cellulaires contre la dégradation. En outre, le rapport C/N des tissus végétaux détermine le taux de libération des nutriments au cours de la

minéralisation dans le sol et, par conséquent, la vitesse de décomposition (Tissaux, 2001 ; Dossa *et al.*, 2009).

5.4 Faible immobilisation de l'azote du sol : L'apport de bois raméaux fragmentés occasionne, l'année de leur application, une forte immobilisation de l'azote, voire du phosphore par les microorganismes du sol aux dépens de la plante (Lalande *et al.*, 1998 ; Tissaux, 2001 ; Soumaré *et al.*, 2002 ; Barthès *et al.*, 2010). Les facteurs à l'origine de cette immobilisation sont les teneurs en lignine (d'autant plus que les ratios C/N et lignine/N sont élevés). Ainsi l'intensité de l'immobilisation de l'azote dans le sol varie selon l'essence utilisée, le diamètre des branches prélevées, la dose apportée, les dimensions des

copeaux, l'origine et la période de coupe (Dossa, 2009 ; Barthès *et al.*, 2010). La dose relativement faible apportée au sol (30 t/ha) conjuguée aux dimensions moyennes des copeaux peuvent expliquer cette faible immobilisation. Car selon Stevanovic (2006), le volume d'un copeau devrait être compris entre 2 et 5 cm³, et la longueur entre 5 et 10 cm. En général, en zones tropicales, selon une loi exponentielle (loi d'Arrhénius), la matière organique se dégrade plus rapidement à cause de l'intensité des processus biologiques (Meier *et al.*, 2010). Enfin, il se peut que les deux espèces enfouies (*Acacia mangium* et *Bridelia ferruginea*) par leur composition n'immobilise pas fortement l'azote du sol.

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La présente étude a montré que l'utilisation des copeaux d'*Acacia mangium* et surtout de *Bridelia ferruginea* comme amendement organique améliore la croissance et la production du manioc. A la portée des paysans, la technique de BRF constituerait une voie à privilégier dans la restauration de la fertilité des sols dégradés. Dans les conditions pédoclimatiques de la zone d'étude, la croissance et la production sont plus élevées dans les parcelles où les copeaux de BRF ont été enfouis. Cependant des deux espèces enfouies, *Bridelia* a permis de meilleures croissance et rendement comparé à *Acacia*, ce qui montre la nécessité d'un choix rationnel de l'espèce à utiliser en BRF. Pour mieux comprendre les effets des BRF sur le sol et la culture, il s'avère indispensable de reconduire l'étude en vue de vérifier, voire confirmer les conclusions avancées dans la présente étude. Une période de temps plus longue est préférable, afin de permettre une décomposition plus complète des BRF. En parallèle, une analyse du sol pour suivre son évolution (caractéristiques physique, chimiques et

biologiques) est à souhaiter. Ces deux espèces (*Acacia mangium* et *Bridelia ferruginea*), ainsi que les principales espèces arbustives des savanes du pays (*Hymenocardia acida*, *Oncoba welchitchi*, *Anona arenaria*) devraient faire l'objet d'analyses (teneurs en fibres telles cellulose, hémicellulose et lignine, en carbone total, en azote total) afin de déterminer leurs valeurs raméales et leur cinétique de décomposition au champ. La dose de 30 t/ha de BRF a permis une augmentation de la production du manioc. Etant donné la disponibilité du matériel végétal utilisé en BRF et les contraintes de toutes sortes, il serait pratique d'apporter de doses plus faibles afin de déterminer la dose minimale améliorant significativement la fertilité du sol. Une autre solution à mettre en œuvre est la plantation de vergers d'espèces ayant une valeur en BRF. Cela permettra une autonomie des agriculteurs sur le plan du prélèvement des raméaux par une plus grande disponibilité du matériel végétal et partant, lutter contre la dégradation du couvert végétal existant.

7 REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le PRASAC (pôle régional de recherche appliquée au développement des systèmes agricoles d'Afrique

centrale) pour son soutien financier et toutes les personnes ayant apporté leur contribution à la réalisation de ce travail.

8 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Akinwale MG, Akinyele BO, Odiyi AC, Dixon AGO, 2011. Genotype X Environment Interaction and Yield Performance of 43 Improved Cassava Genotypes at Three Agro-climatic Zones in Nigeria. *British Biotechnology Journal* 1(3): 68-84.
- Ba MF, Colinet G, Samba San, Bassene E, 2014. Étude de quelques caractéristiques des bois raméaux fragmentés (BRF) de *Guiera senegalensis* J. F. Gmel et de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst et de leur influence sur des propriétés chimiques et biologiques des sols ferrugineux tropicaux du Bassin arachidier, Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 81 :7253 – 7262
- Barthès, B.G., Manlay, R.J. et O., Porte, 2010. Effets de l'apport de bois raméal sur la plante et le sol : une revue des résultats expérimentaux. *Cahiers Agricultures*, 19 (4) : 280 - 287.
- De Boissezon, P. 1965. Les sols de savane des plateaux Bateke. *Cab. O.R.S.T.O.M. Pédol.*, III, 4, pp. 291-298.
- Djondo M.Y. 1994. Propriétés d'échange ionique des sols ferrallitiques argileux de la Vallée du Niari et sableux du plateau de Mbé-Batéké. Thèse de Doctorat, Université Paris XII- Val de Marne, 258 p.
- Dossa EL, Kouma M, Diedhiou I, Sene M, Kizito F, Badiane AN, Samba SAN, Dick RP. 2009. Carbon, nitrogen and phosphorus mineralization potential of semiarid Sahelian soils amended with native shrub residues. *Geoderma.*, 148 (3-4) : 251-260.
- El-Sharkawy MA, 2004. Cassava biology and physiology. *Plant Molecular Biology*, 56 : 481–501.
- FAO 2010. FAO Statistic Databases FAOSTAT: Agriculture Data. FAO, Rome. Available at : URL (consulté en novembre 2017).
- Gbadegesin AS, 2011. Variation in Soil Properties on Cassava Production in the Coastal Area of Southern Cross River State, Nigeria. *Journal of Geography and Geology*, 3 (1) : 94-103.
- Giardina, C.P., Sanford, R.L., Dockersmith, I.C., Jaramillo, V.J., 2000. The effects of slash burning on ecosystem nutrients during the land preparation phase of shifting cultivation. *Plant Soil*, 220 : 247–260.
- Howeler, R. H. 2002. Cassava mineral nutrition and fertilization. In R. J. Hillocks, M. J. Thresh and A. C. Bellotti (eds). *Cassava biology, production and utilization*, CABI publishing, CAB International, Wallingford, Oxon, UK. Pp. 115-147.
- Lal R 2006. Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. *Land Degrad Dev* 17 :197–209.
- Lalande R, Furlan V, Angers DA, Lemieux G. 1998. Soil improvement following addition of chipped wood from twigs. *Am. J. Alter. Agr.*, 13(3) : 132-137.
- Mabanza J, Mahouka J, 2001. Production de cultivars assainis de manioc (*Manihot esculenta* Crantz) en compétition avec l'enherbement. *Cahiers Agricultures*, 10 (1) : 41-43.
- Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage, République du Congo, 2006. Programme National Pour la Sécurité Alimentaire (PNSA) : Première passe : 2008 - 2012.
- Makany L. 1976. Végétation des plateaux Téké (Congo). Faculté des Sciences, Orsay ; Thèse Sciences, Paris, 301 p.
- Meier C L., Rapp J, Bowers R M., Silman M, Fierer N 2010. Fungal growth on a common wood substrate across a tropical elevation gradient: Temperature sensitivity, community composition, and potential for above-ground decomposition. *Soil Biology and Biochemistry*, 1-8.
- N'dayegamiye A, Angers DA, 1993. Organic matter characteristics and water-stable aggregation of a sandy loam soil after 9 years of woody-residue applications. *Can J Soil Sci*; 73 : 115-22.
- Nzila J.D. 1992. Etude des transformations structurales et physico-chimiques d'un sol

- ferrallitique acide de la vallée du Niari (Congo) soumis à la pratique de l'écobuage. Thèse de Doctorat. Université Paris XII-Val de Marne, 192 p.
- Pettigrew D., 1998. Perte de masse anhydre et dynamique des éléments chimiques du bois raméal fragmenté de tremble, Mémoire de maîtrise. Université Laval, 94 p.
- Samba- Kimbata M.J. 1978. Le climat Bas-Congolais. Thèse de Doctorat 3ème cycle, Université de Dijon, 280 p.
- Schwartz D., 1987- Les sols des environs de Brazzaville et leur utilisation ORSTOM ; Pointe-Noire, 21 p.
- Senga PM, Prado M, Khasa D, Stevanovic TJ, 2016. Contribution to Chemical Study of Stem and Branches of *Trema orientalis* L. (Blum) and *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. *Nat Prod Chem Res* 4, 238.
- Soumaré MD, Mnkeni PNS, Khouma M. 2002. Effects of *Casuarina equisetifolia* composted litter and ramial-wood chips on tomato growth and soil properties in Niayes, Senegal. *Biol. Agric. & Hort.*, 20(2) : 111-123.
- Stevanovic T.J., 2006. Constituants du bois et la pédogenèse à partir des BRF : une solution pour un sol durable : mettre en synergie agriculture et foresterie. *Aggradation*, N° spécial : actes de la journée de formation « BRF ».
- Stevanovic T.J., Perrin D, 2009. Chimie du bois. 1ère éd., Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, Suisse, 241 p.
- Tanguy M. 2006. Amélioration de quelques propriétés physiques du sol par apport de Bois Raméal Fragmenté. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme des Techniques Agricoles Approfondies, Institut National d'Agriculture, Angers, France, 71 p.
- Tissaux J.C., 2001. Caractérisation de bois raméaux fragmentés et indices de décomposition. Mémoire de Maitrise, Université de Laval, Québec, 136 p.
- Vennetier P. 1977. Atlas de la République Populaire du Congo. Edition Jeune Afrique, Paris, 63 p.