

Productivité de la culture du sorgho (*Sorghum bicolor*) dans un système agroforestier à base d'*Acacia senegal* (L.) Willd. au Niger.

ABDOU Maman Manssour^{1,2}, ALZOUMA MAYAKI Zoubeirou², DAN LAMSO Nomao¹, ELHADJI SEYBOU Djibo², Jean-Marie Karimou AMBOUTA¹.

¹ Département Sciences du Sol, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni BP : 10960 Niamey ; Niger.

² Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni BP : 10662 Niamey ; Niger.

* Auteur correspondant : Alzouma Mayaki Zoubeirou : E-mail : alzoumazoub@yahoo.fr

Original submitted in on 11th July 2014. Published online at www.m.elewa.org on 31st October 2014.
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v82i1.2>

RÉSUMÉ

Objectifs : Les sols sahéliens se caractérisent par un faible niveau de fertilité dont l'amélioration se fait par l'épandage de fumier organique ou d'engrais. Cependant, les contraintes économiques des ménages limitent leur adoption. Des options ne nécessitant aucune sortie monétaire notamment l'intégration à la culture de la végétation ligneuse naturelle constitueraient des alternatives plus en adéquation avec les conditions socio-économiques des paysans.

Méthodologie et résultats : Le dispositif expérimental est en couronnes concentriques autour de l'arbre et d'une variété locale du sorgho. Les résultats de cette étude ont montré que la hauteur des plants du sorgho à maturité ne présente pas de différences significatives qu'ils soient hors houppier (223,68cm) que sous houppier (195,04 et 161,73cm). Quant à la productivité du sorgho, tant en panicules qu'en grains, a été statistiquement plus élevée sous houppier que hors houppier respectivement 5279 Kg.ha⁻¹ contre 4857 kg.ha⁻¹ et 4303,1 Kg.ha⁻¹ contre 3402,0 Kg.ha⁻¹.

Conclusion et application : la présence de l'espèce *A. senegal* dans les champs de cultures a créé un environnement agro-écologique favorable à la production du sorgho. Les résultats obtenus présentent un intérêt pratique car l'association *A. senegal*-cultures pourrait être une alternative aux intrants chimiques de plus en plus inaccessibles aux paysans.

Mots clés : *Acacia senegal*, sorgho, interaction, croissance, productivité, Niger.

ABSTRACT

Objectives: Sahelian soils are characterized by low level of fertility whose improvement is done by the spreading of organic manure or artificial fertilizers. However, the economic constraints of households limit their adoption. Options not requiring any monetary exit like integration culture and the natural woody vegetation would constitute alternatives that are in adequacy with the socio-economic conditions of farmers.

Methodology and results: The experimentation design is concentric crowns around the tree and one local variety of the sorghum. These results showed that it hasn't significant difference of sorghum height between plants in out crown (223.68 cm) than in the crown (195.04 and 161.73 cm). The sorghum

productivity both panicles and grains was statistically higher one the crown than out crown respectively 5279 kg.ha⁻¹ against 4857 kg.ha⁻¹ and 4303.1 kg.ha⁻¹ against 3402.0 Kg.ha⁻¹.

Conclusion and application: The presence of *A.senegal* species in the fields created an agro-ecological environment that supports the sorghum production. These results are of practical interest because *A. senegal*-cultures association could be an alternative to the chemical inputs increasingly inaccessible to farmers.

Key words: *Acacia senegal*, sorghum, interaction, growth, productivity, Niger.

INTRODUCTION

Le Sorgho (*Sorghum bicolor ssp bicolor* (L.) Moench.) est une céréale importante des systèmes de culture, des régimes alimentaires dans des nombreux pays d'Afrique Subsaharienne. Il constitue avec le mil, l'une des céréales de base au Niger. Avec 3,3 millions d'hectares mis en culture chaque année au Niger, le sorgho occupe 20,44% des superficies cultivées et représente 19% de la production céréalière nationale (MDA, 2011). Le sorgho contribue fortement à la sécurité alimentaire de la population par cette importante production (MDA, 2007). Malgré l'importance des superficies emblavées, l'augmentation de sa production reste faible et les rendements ont tendance à se plafonner ne dépassant rarement les 400 kg/ha en milieu paysan (MDA, 2011). En 2011, la production du sorgho du Niger était estimée à 770.322 tonnes (PREGEC, 2012). L'agriculture nigérienne est une agriculture de subsistance avec peu d'apports de fumure organique et minérale. Elle évolue dans un contexte de faible niveau de fertilité du fait de la pauvreté des sols, de climat très défavorable caractérisé par l'insuffisance et la mauvaise répartition spatiotemporelle des pluies (Ibrahim, 2010). Par conséquent, la dégradation des sols est à la hausse et la production agricole est en déclin (Wezel, 2000). Différentes options existent pour surmonter la diminution de la fertilité des sols et la faible production agricole, mais souvent, ne peuvent pas être mises en œuvre. L'épandage de fumier ou de l'engrais constitue une de ces

options, mais les contraintes économiques des ménages limitent leur adoption (Wezel, 2000). Une autre option serait l'utilisation de pailis, mais des quantités suffisantes sont rarement disponibles car les résidus de récolte sont utilisés à d'autres fins telles que matériaux de construction, combustible et fourrage pendant la saison sèche (Bationo & Mokwunye, 1991). Des options ne nécessitant aucune sortie monétaire constitueraient donc des alternatives plus en adéquation avec les conditions socio-économiques des paysans, notamment l'intégration à la culture de la végétation ligneuse naturelle. C'est ce qui confère à l'arbre un rôle important dans les systèmes soudano-sahéliens devenant de plus en plus une composante majeure du milieu (Boubacar, 2006). Ainsi, l'agroforesterie est un des cadres indiqués pour résoudre ce problème de faible niveau de fertilité des sols avec en plus la promotion d'un développement durable (N'garbaroum, 1994). L'intégration d'arbres dans les systèmes de culture peut avoir des effets bénéfiques sur la production agricole. L'avantage de cette intégration dans les systèmes de production a été souligné par plusieurs auteurs (Maïga, 1987 ; Maï Moussa, 1996 ; Boffa, 2000 ; Kamal et al., 2009). En effet, certaines espèces d'arbres dont *A. senegal* ont un grand potentiel d'augmentation et de diversification de la production agricole et aussi de stabilisation et de reconstitution des agro-écosystèmes dégradés et vulnérables (Sprent et al., 2010).



Acacia senegal

A. senegal est une espèce d'importance majeure dans la zone sahélienne car elle s'adapte parfaitement à de basses précipitations et températures (Wickens et al., 1995). Cette espèce est particulièrement intéressante car elle est capable de survivre à des sécheresses sévères et peut produire des racines pivotantes qui peuvent exploiter l'eau et les nutriments à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 30 m tout en n'exerçant aucune compétition avec les cultures (Assoumane, 2011). Sa distribution éco-géographique est telle qu'on la rencontre du Sénégal à l'extrême Ouest de l'Afrique jusqu'à la pointe Est du continent (Hussein, 1990). *A. senegal* présente aussi de nombreux intérêts comme la production de gomme arabique, la fourniture du fourrage, du bois de feu et de service ainsi que des remèdes traditionnels. La gomme arabique a une large gamme d'applications dans les secteurs alimentaires et pharmaceutiques (FAO, 2003). Elle sert de liant pour les comprimés et d'émulsifiant pour les

crèmes et lotions. Parmi les arbres fourragers sahéliens, les feuilles d'*A. senegal* sont de très bonne valeur alimentaire, avec une teneur élevée en azote digestible et une faible teneur en tannins, ce qui en fait un fourrage de toute première qualité (Ickowicz et al., 2005). Ce fourrage, par rapport aux autres espèces ligneuses, est très apprécié par les ruminants domestiques, à l'exclusion des bovins. Aussi, du fait de son excellente adaptation aux conditions arides, c'est l'une des espèces les plus utilisées dans les programmes de reboisement en zones sèches (Soloviev et al., 2009). Étant une légumineuse car appartenant à la famille des fabacées, *A. senegal* est souvent cultivé en association avec les céréales en vue d'améliorer le niveau d'azote du sol. La présente étude se propose à travers un suivi de la culture du sorgho, d'apprécier le rendement du sorgho dans les différentes zones d'interactions sous l'influence d'*A. senegal*.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

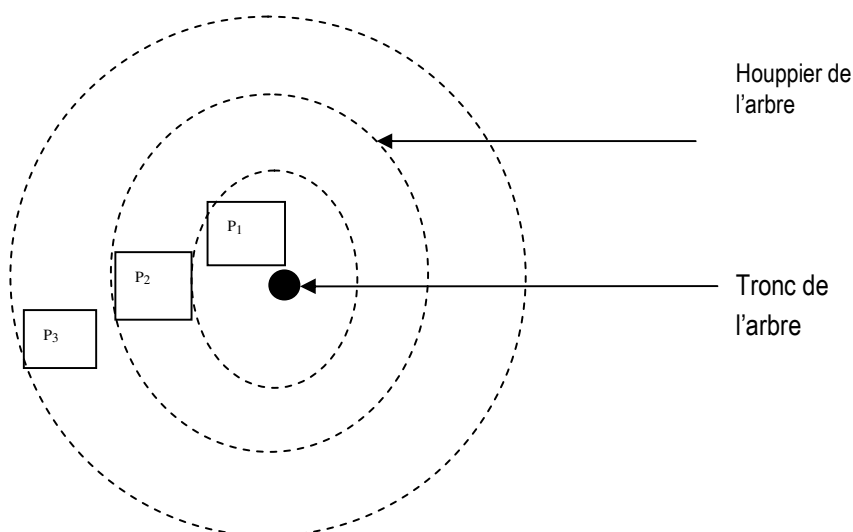
Site d'étude : La formation végétale étudiée est une gommaraie naturelle à base d'*A. senegal*. La gommaraie de kiki couvre environ 4ha et est localisée

dans le département de Torodi, région de Tillabéri. Le climat de la zone d'étude est de type soudano-sahélien caractérisé par deux saisons : une saison sèche

d'Octobre à Avril et une saison pluvieuse de Mai à Septembre avec une moyenne annuelle pluviométrique de 622 mm. Le sol de la gommériaie est sablo-limoneux dans les horizons de surface et devient limono-sableux plus en profondeur (Manssour, 2010). Les variables concernant la croissance des plantes sont la hauteur des plants et le nombre de feuilles. Les mesures ont été effectuées une fois par semaine dans les zones d'interaction (Z1, Z2 et Z3). Les données ont permis de procéder à une analyse de variance et de présenter graphiquement les moyennes. Le matériel végétal est composé des pieds de l'espèce *A. senegal* et d'une variété locale du sorgho. Au total, 10 arbres ont été retenus pour la présente étude. Chaque arbre est isolé des arbres voisins d'une distance au moins égale à

deux fois le rayon du houppier quelque soit la direction considérée.

Dispositif expérimental : Le dispositif est en couronnes concentriques au tronc de l'arbre et comprend trois (3) cercles délimitant les couronnes autour de chaque pied d'arbre. Les couronnes sont formées en fonction du diamètre du houppier de chaque arbre. La première couronne couvrant la moitié ($\frac{1}{2}$) du rayon du houppier de l'arbre, représente la parcelle P1; la deuxième couvrant le reste du houppier représente la parcelle P2 et la troisième enveloppant la précédente sur $\frac{1}{2}$ rayon du houppier et constituant la zone hors houppier représente la parcelle P3 servant de témoin.



Avec : P₁ : parcelle sous houppier

P₂ : parcelle sous houppier

P₃ : parcelle hors houppier

Figure 1 : Dispositif expérimental en couronnes concentriques

Croissance et productivité : La hauteur des plants a été mesurée à l'aide d'une règle graduée au millimètre entre le collet de la touffe du sorgho (au niveau du sol) et l'extrémité de la feuille apicale pour la phase végétative, et l'extrémité de la panicule à l'épiaison. Les mesures de la hauteur des plants et le comptage du nombre de feuilles apparentes ont été effectués par semaine, sur 5 plants de mil pris au hasard dans chaque parcelle (P1, P2 et P3). A maturité, dans chaque parcelle et pour chaque arbre, les panicules sont récoltés mis à sécher et pesés ; les panicules fertiles et celles stériles sont comptés. Les panicules

sont ensuite battus et les grains pesés ; 1000 grains sont prélevés au hasard et pesés. Les tiges sont fauchées puis mises à sécher au soleil ensuite pesées. Ces paramètres du rendement par arbre sont ramenés à l'unité de surface (hectare) de chacune des trois zones de l'arbre.

Analyse statistique : Les données collectées relatives aux composantes du rendement du sorgho ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Minitab 14. Les moyennes ont été comparées par le test de Fisher au seuil de 5%.

RÉSULTATS

Croissance du sorgho : La hauteur moyenne des plants à maturité (70 JAS) est de 223,68cm dans la zone d'interaction Z3, de 195,04cm et 161,73cm sous

houppier correspondant respectivement à Z2 et Z1. Cependant, ces différences ne sont pas significatives entre les différentes zones d'interaction (P=0,679).

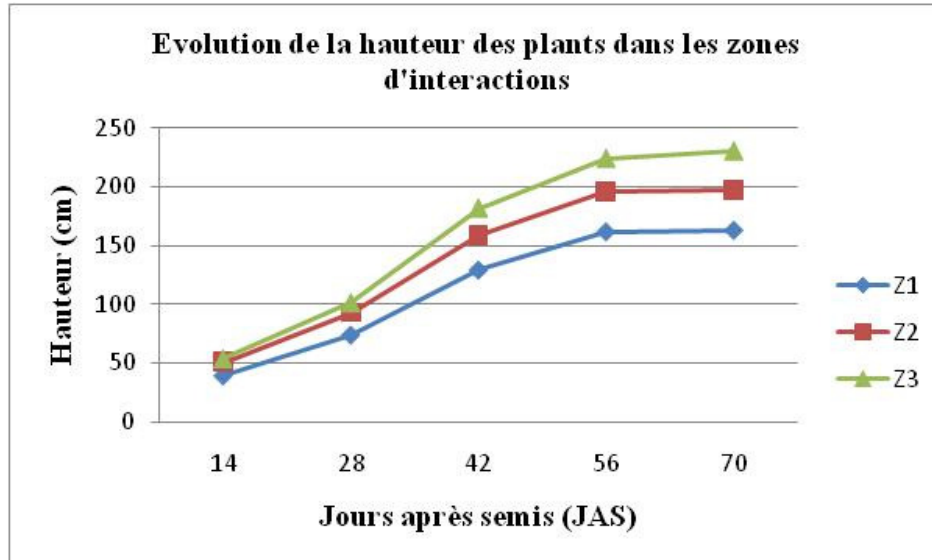


Figure 2 : Évolution de la hauteur des plants du sorgho dans les zones d'interactions

Quant au nombre des feuilles à maturité, la différence n'a pas été significative (P=0,847>0,05) entre les différentes zones d'interaction. Le nombre moyen de

feuilles par plante à 70 JAS a été de 35 dans Z3, 31 dans Z2, et 27 dans Z1.

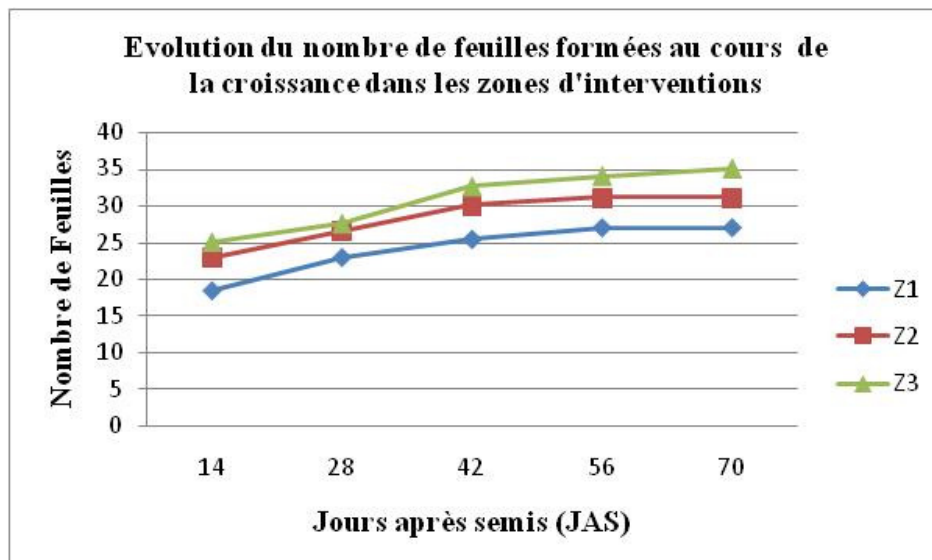


Figure 3 : Évolution du nombre de feuilles au cours de la croissance du sorgho dans les zones d'interaction.

Productivité du sorgho : Les résultats du rendement et de ses composantes (Tableau II) indiquent que d'une manière générale les poids des panicules, tiges et

grains sont plus élevés dans les zones d'interaction Z2, Z3 que dans Z1. L'analyse statistique révèle que ces résultats sont significativement différents (P < 0,05)

dans toutes les zones d'interaction. En effet, Z2 présente le meilleur rendement moyen en grains (4303,1Kg/ha) suivi de Z3 (3402 Kg/ha) et de Z1 (1746,5 Kg/ha). Pour ce qui est du poids de 1000 graines, il est de 17 g dans Z1, 24,7 g dans Z2 et 22,13 g dans Z3. Concernant le poids des panicules, c'est aussi Z2 qui a le meilleur rendement avec 5279 Kg/ha suivi de Z3 et Z1 avec respectivement 4857 et

1597Kg/ha. Quant au poids des tiges, c'est dans Z3 que le meilleur rendement a été obtenu (17316 Kg/ha) suivi de Z2 (15304 Kg/ha) et Z1 (6706 Kg/ha). Le nombre moyen de talles fertiles par plante à maturité est plus important dans la zone d'interaction Z3 (2,24) suivi respectivement de Z2 (1,8) et Z1 (0,97) alors que celui des talles stériles varie de 3,03 ; 3,01 et 2,33 respectivement dans Z1, Z2 et Z3.

Tableau 1: Rendement dans les zones d'interaction Z1, Z2 et Z3.

Parcelles	Composantes du rendement					
	Poids panicules (Kg/ha)	Poids grains (Kg/ha)	Poids 1000 graines (g)	Poids tiges (Kg/ha)	Talles fertiles	Talles stériles
Z1	1597a	1746,5a	17a	6706a	0,97a	3,03a
Z2	5279b	4303,1b	24,7b	15304b	1,84b	3,01a
Z3	4857b	3402b	22,13b	17316b	2,24b	2,33a

Sur une colonne, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5% du test de Newman-Keuls.

DISCUSSION

Les résultats obtenus à travers la présente étude ont permis de mettre en évidence les effets positifs de l'arbre dans l'amélioration de la fertilité des sols. Les écarts de croissance observés entre les deux zones (sous et hors houppier) s'expliqueraient en partie par la compétition entre l'arbre et la culture pour l'utilisation de l'eau et de la lumière. Pour Zomboudré et al., (2005), dans un milieu où la température du sol est plus basse que celle de l'air, le rythme d'apparition des premières feuilles est très lent. Ce rythme est souvent à l'origine de la réduction de la hauteur des plants. Aussi, la diminution de l'intensité lumineuse sous les arbres a probablement entraîné un développement moins important des plants sous houppier principalement dans la zone Z1 voisine du tronc de l'arbre. La compétition pour l'eau quant à elle, se manifeste généralement en début de saison des pluies, car la quantité d'eau qui atteint le sol situé sous houppier peut s'avérer insuffisante du fait qu'ensemble, l'arbre et la culture sous-jacente, absorbent plus d'eau que la composante culturale unique (Boffa, 2000). Ces résultats sur la hauteur des plants du sorgho sont conformes à ceux de Boubacar, (2006) qui montrent que les hauteurs des plants de mil sous *A. senegal* ont été plus importantes hors houppier que sous houppier. Cependant, ces résultats diffèrent de ceux de Mikail, (1994) qui estime que la hauteur des plants de mil sous houppier de *Faidherbia albida* est plus importante que celles hors houppier. Concernant la biomasse du sorgho, elle a été plus importante hors houppier, ce qui

corrobore les résultats de Samba, (1997) pour qui la biomasse totale du mil est réduite sous couvert comparée à hors couvert de *Cordyza pinnata* et ceux de N'garbaroum, (1994) qui montrent que la biomasse totale du mil sous *Faidherbia albida* diminue au fur et à mesure qu'on s'approche du houppier de l'arbre. Concernant le poids des grains et celui des panicules, ils ont été significativement plus élevés dans les zones Z2 suivie respectivement de Z3 et Z1. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les teneurs en éléments nutritifs du sol sont plus élevées sous houppier qu'en dehors du houppier (Manssour et al., 2013). De par la litière qu'ils produisent, les arbres retournent au sol une grande quantité d'éléments nutritifs qui sont souvent puisés en profondeur, grâce à un enracinement profond, ou fixés par voie photosynthétique comme le cas du carbone (Young, 1986). En effet, *A. senegal* est une légumineuse qui, grâce à la symbiose avec les rhizobia et les champignons mycorhiziens au niveau racinaire, est capable de stimuler le développement important d'une grande diversité de colonies microbienne source d'azote, et de phosphore dans le sol (Manssour et al., 2013). Aussi, les dépôts secs et humides des matières organiques sur la frondaison de l'arbre ; la diminution de l'érosion, du lessivage et du ruissellement pluvial sous l'arbre ; l'absorption et le recyclage des éléments nutritifs et la concentration de crottes d'animaux venant appâter les gousses ou bien se reposer sous l'arbre contribuent à l'amélioration du niveau de fertilité des sols sous le houppier. Selon

Zomboudré et al. (2005), les phénomènes de ruissellement des eaux de pluie, souvent très réduits sous les arbres, occasionnent moins de pertes d'éléments nutritifs contribuant ainsi à creuser davantage l'écart entre les zones sous et hors houppier, d'où une meilleure productivité en grains et épis dans la zone d'interaction Z2. Pour Bernhard-Reversat, (1982), la poussière transportée par les vents d'Harmattan pendant la saison sèche est déposée sur les feuilles des arbres et arbustes et avec les premières pluies, elle est lavée et enrichit le sol sous houppier. Cependant, la zone Z1 bien que se trouvant sous le houppier a présenté les rendements les plus faibles. Cela pourrait s'expliquer par l'excès d'ombrage qui est plus accentué dans cette zone avec pour conséquence

CONCLUSION

Il ressort de cette étude que la présence de l'espèce *A. senegal* dans les champs de cultures est d'une grande importance car elle crée un environnement agro-écologique favorable à la production du sorgho. Sous les arbres, bien qu'une partie des précipitations soit interceptée par le houppier, le taux d'humidité du sol reste plus élevé dans le temps, par rapport à celui du sol hors houppier. Ce qui a permis de réduire le stress hydrique du sorgho à la maturation des grains. Cet effet bénéfique de l'humidité sur le sol n'a cependant pas pu combler les effets négatifs de l'ombrage induits par les houppiers puisque la croissance et la productivité du sorgho ont été moins bonnes dans la zone d'interaction Z1 se trouvant pourtant sous houppier. La différence de hauteurs, du nombre de feuilles et de biomasse

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Assoumane AA, 2011. Déterminants de la variation génotypique et phénotypique d'*Acacia senegal* (L.) Willd. dans son aire de distribution en Afrique soudano-sahélienne. Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger). 118p.
- Bernhard-Reversat F, 1982. Biogeochemical cycle of nitrogen in a semi-arid savanna. *Oikos* 38: 321–332.
- Bationo A & Mokwunye AU, 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: With special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *Fert. Res.* 29: 117–125.
- Boffa JM, 2000. Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne, Cahier FAO, Conservation N° 34, Rome, 259 p.

une réduction de l'activité photosynthétique. Cette diminution de rendement dans la zone Z1 est fortement corrélée à une diminution régulière de l'intensité lumineuse constatée sous les arbres (Maïga, 1987 et Kessler 1992). Quant au nombre de talles, c'est surtout hors houppier qu'on a le nombre de talles fertiles le plus important contrairement au nombre de talles stériles qui est plus important sous houppier. Ceci s'expliquerait par l'effet d'ombrage car l'ombre réduit la formation des talles fertiles et le rendement en grains. Ces résultats confirment ceux de Maï Moussa, (1996) qui estime que l'ombre augmente la durée de la phase de remplissage des graines diminuant ainsi la fraction répartie au rendement en grains.

constatées sous et hors houppier confirme bien que le sorgho est une plante de lumière et que la zone Z1 voisine du tronc ne fournit pas de bon rendement du fait probablement de sa proximité du tronc. L'exploitation du microclimat créé par la présence de l'espèce *A. senegal* permettra non seulement la réhabilitation des terres dégradées, mais aussi pourrait être une alternative aux intrants chimiques de plus en plus inaccessibles aux paysans. Ainsi, pour une meilleure gestion de l'association *Acacia senegal*/sorgho, il est importante de ne pas semer à proximité du tronc des arbres car cette zone ne favorise pas une bonne croissance des plants et ne donne pas de bon rendement.

- Bolozogola Y, 2004. Système de production et évaluation participative des préférences paysannes pour les variétés de mil à l'ouest du Niger. Mémoire de DESS, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, 70P.
- Boubacar A, 2006. Effet du niveau d'élagage et de la distance du pied d'*Acacia senegal* (L.) Willd sur la production du mil *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. en station. Mémoire d'Ingénieur des Techniques Agricoles, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, 41P.
- FAO, 2003. Projet d'appui à la sécurité alimentaire, à la réduction de la pauvreté et de la lutte contre la dégradation de sols dans les pays producteurs de gommiers. Document du Projet Rome, 44P.

- Hussein SEG, 1990. The influence of fallow under *Acacia senegal* (L.) Willd, on C and N content of the soil. *Beitraege zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinaermedizin*, 28: 217-229.
- Ibrahim MB, 2010. Contribution à l'évaluation de la diversité de la durée des cycles de variétés précoces et tardives de mil issues de quatre localités du Niger. Mémoire de Master II, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, 41P.
- Ickowicz A, Friot D et Guérin H, 2005. *Acacia senegal*, arbre fouragier sahélien ? *Revue Bois et forêts des tropiques*, 2005, N°284 (2), 59-69.
- Kessler JJ 1992. The influence of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) trees on sorghum production in Burkina Faso. *Agroforestry systems*, 17: 97-118.
- Maï Moussa KA, 1996. Environnement de *Faidherbia albida* Del.A; chev. Caractérisation, exploitation et perspective d'optimisation dans les zones soudano-sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest du Niger. Thèse de doctorat 3e cycle. Université Nationale de Côte d'Ivoire, 147 P.
- Maïga A, 1987. L'arbre dans les systèmes agroforestiers traditionnels dans la province du Bazèga. Influence du karité (*Vitellaria paradoxa*), du néré (*Parkia biglobosa*) et d'*Acacia albida* sur le sorgho et le mil. Rapport de stage. IRBET/CNRST Ouagadougou; 86p.
- Mikaïl AI, 1994. Simulation de l'effet *Faidherbia albida* : impact sur la phénologie des cultures des zones soudano-sahéliennes (cas du mil et maïs). Mémoire d'ingénieur de techniques agricoles, Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni de Niamey, 50P.
- MDA, 2011. Annuaire statistique du Niger 2006-2010, 185-194 pp.
- MDA, 2007. Rapport National sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Niger. 68P.
- Manssour AM, Zoubéirou AM, Kadri A, Ambouta JMK, Dan Lamso N, 2013. Effet de l'arbre *Acacia senegal* sur la fertilité des sols de gomméraires au Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7(6): 2328-2337.
- Manssour AM, 2010. Rôle d'*Acacia senegal* (L.) Willd, 1806 dans l'amélioration de la fertilité des sols des gomméraires naturelles des bassins Occidental et central du Niger. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie DEA. Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Abdou Moumouni de Niamey. 49P.
- N'garbaroum T, 1994. Évaluation de l'effet *Faidherbia albida* sur les sols : les incidences pour les cultures des zones tropicales semi-arides (cas du mil, du sorgho et du maïs). Mémoire d'ingénieur de techniques agricoles, Faculté d'Agronomie, UAM, 40P.
- PREGEC, 2012. Rapport du Niger, Concertation régionale sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle au Sahel et en Afrique de l'Ouest, Abidjan (RCI), du 13-15 Mars 2012, 31P.
- Samba ANS, 1997. Influence de *Cordyza pinnata* sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical et sur le mil et l'arachide dans un système agroforestier traditionnel au Sénégal. Thèse de Doctorat (Ph.D.), Université Laval, 174P.
- Sprent JI, Odee D, Dokota D, 2010. African legumes: a vital but under-utilized resource. *J. Exp. Bot.* 66, 1257-1265.
- Soloviev P, Zerbo GC, Lompo D, Yoda LB, Jacques D & Diallo A, 2009. *Acacia senegal* au Burkina Faso: état de la ressource et potentiel productif. *Bois et Forêts des Tropiques*, N° 300(2), 15-25.
- Wezel A, 2000. Scattered shrubs in pearl millet fields in semiarid Niger: Effect on millet production. *Agroforestry Systems* 48: 219-228.
- Wickens GE, Seif El Din AG, Sita G, Nahal I, 1995. *Role of Acacia species in the rural economy of dry Africa and the Near East*. FAO Conservation Guide n° 27 Roma, Italia.
- Zomboudré G, Zombré G, Ouédraogo MB, Guinko S & Macauley HR, 2005. Réponse physiologique et productivité des cultures dans un système agroforestier traditionnel : cas du maïs (*Zea mays* L.) associé au karité (*Vitallaria paradoxa* Gaertn) dans la zone Est du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 9 (1) : 75-85.