



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Impacts des arbustes au champ sur la fertilité du sol, la croissance et le rendement du sorgho

Abdoulaye TYANO<sup>1\*</sup>, Mipro HIEN<sup>1</sup> et Barthélemy YELEMOU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Nazi Boni, Laboratoire des systèmes Naturelles, des Agrosystèmes et de l'Ingénierie de l'Environnement (Sy.N.A.I.E), 01 BP 1091 Bobo-Dioulasso 01.

<sup>2</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)/Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), BP 10 Koudougou, Burkina Faso.

\*Auteur correspondant ; E-mail : [tabdoulayemagloire@gmail.com](mailto:tabdoulayemagloire@gmail.com) ; Tél : +226 70643665.

Received: 18-07-2022

Accepted: 21-11-2022

Published: 31-12-2022

### RESUME

Rehausser la fertilité des sols est un impératif pour les pays de l'Afrique sub-saharienne. Cela pourrait passer par l'intensification écologique des sols. Cette étude est une contribution à l'évaluation des effets des arbustes au champ sur la fertilité du sol. Le dispositif de l'essai a consisté en des placettes circulaires de rayon 1 m installés sous et hors houppier des arbustes. Des échantillons du sol ont été prélevés dans l'horizon 0-20 cm du sol dans ces placettes. Le suivi de la croissance du sorgho et l'évaluation des rendements ont été réalisés. Les résultats montrent que les zones de paillage ont un pH moyen de 6,62 tandis que les témoins ont une valeur moyenne de 5,45. Les teneurs de carbone total, d'azote total et de potassium total du sol sont plus élevées au niveau des arbustes que dans les zones témoins. Les rendements paille et grain de sorgho ont été améliorés par les souches de toutes les espèces arbustives suivies. Un paillage réalisé sur une superficie de 10% à l'hectare a permis un gain de 285 kg de grain par rapport au témoin. Cette étude a montré que la gestion des arbustes dans les champs permet d'améliorer la fertilité du sol et le rendement du sorgho.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Agroforesterie, intensification durable des terres, agroécologie.

## Impacts of field shrubs on soil fertility, growth and yield of Sorghum

### ABSTRACT

Enhancing soil fertility is an imperative for sub-Saharan African countries. This could be achieved through ecological soil intensification. This study is a contribution to the evaluation of the effects of field shrubs on soil fertility. The experimental design consisted of circular plots of radius 1m installed under and outside the shrub crowns. Soil samples were taken from the 0-20 cm soil horizon in these plots. Sorghum growth monitoring and yield evaluation were performed. The results showed that mulched areas have an average pH of 6.62 while

the controls have an average value of 5.45. Soil total carbon, total nitrogen, and total potassium levels were higher in the shrub areas than in the control areas. Sorghum straw and grain yields were improved by the stumps of all shrub species monitored. A mulching of 10% per hectare resulted in a 285 kg grain gain compared to the control. This study showed that the management of shrubs in the field can improve soil fertility, growth and yield of sorghum.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Agroforestry, sustainable land intensification, agroecology.

## INTRODUCTION

Au Burkina Faso, on assiste de plus en plus à la baisse des rendements agricoles due à la baisse de la fertilité et à la dégradation continue des sols, le tout intensifié par les effets néfastes des changements climatiques (Badolo, 2008). Rehausser la fertilité des sols est donc impératif pour le pays. Cela pourrait passer par une bonne pratique de l'agroforesterie. De plus en plus, en zone soudanienne du Burkina Faso, les arbustes sont associés aux cultures. La gestion de ces arbustes consiste à une coupe au ras du sol avant les premières pluies afin de faciliter les semis. La biomasse issue de ce recépage est brûlée par très peu de producteurs dans le plateau central du Burkina Faso. L'utilisation des résidus du recépage pour constituer un paillis à la surface du sol (*mulch*), est la pratique la plus courante (Yélemou et al., 2007 ; Yélemou et al., 2013 ; Bationo et al., 2012). Il est important de documenter l'impact d'une telle pratique dans la fertilité des sols et le rendement des cultures. Des études déjà réalisées, il ressort que la gestion écologique des arbustes a plusieurs bénéfices dans les systèmes de culture (Bationo et al., 2012 ; Yélemou et al., 2013 ; Diakhaté et al., 2013). En effet, la biomasse issue du recépage des arbustes à travers sa décomposition contribue à la fourniture de nutriments aux cultures (Diédhiou et al., 2009). Cette création d'îlots de fertilité permettrait l'amélioration de la croissance de la culture (Dossa et al., 2013 ; Diakhaté et al., 2013). En Afrique subsaharienne, plusieurs études tentent de documenter l'effet des arbustes sur la gestion durable de la fertilité des sols. Cependant, les études déjà réalisées s'intéressent rarement à plus d'une espèce à la fois (Bationo et al., 2012 ; Yélemou et al., 2013 ; Tyano et al.,

2016). Pourtant une étude prenant en compte différentes espèces arbustives présentes dans une exploitation agricole fournirait des données permettant de comparer les effets de divers espèces ligneuses sur la fertilité des sols et les rendements des cultures associées. Cela permettrait aux producteurs d'opérer des choix stratégiques quant à la gestion des arbustes dans leur exploitation. La présente étude se propose de faire une analyse comparée de l'effet des espèces arbustives les plus fréquentes dans les exploitations agricoles du terroir de Saria sur la fertilité du sol et les rendements du sorgho. L'objectif est de contribuer à la gestion durable de la fertilité des sols. Il s'agit plus particulièrement de documenter l'effet de divers arbustes sur la fertilité des sols et les rendements (grain et paille) de Sorgho et modéliser le gain en rendement du sorgho en fonction du taux de couverture du sol par les arbustes.

## MATERIEL ET METHODES

### Site de l'étude

Cette étude s'est déroulée à la station de recherche de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) de Saria. La station de recherche de l'INERA de Saria est située dans la province du Boulkiemdé à 23 km à l'Est de la ville de Koudougou et à 80 km au Nord-ouest de Ouagadougou. Elle s'étend entre 12°16' et 12°17' de latitude Nord et entre 2°09' et 2°08' de longitude Ouest. L'altitude moyenne est de de 300 m. Selon Fontès et Guinko (1995), Saria appartient au domaine phytogéographique Soudanien, plus précisément au secteur nord soudanien. La pluviométrie moyenne annuelle des trois dernières décennies est de 860,50±111,68 mm sur 65±8 jours à Saria.

### **Echantillonnage et collecte de données**

Une prospection consistant à identifier les parcs agroforestiers de la zone d'étude a été réalisée. Elle s'est faite avec l'aide d'un guide originaire de la zone. L'objectif de la prospection était de localiser les parcs de manière à couvrir une grande partie de la zone d'étude. Ensuite un transect Nord-Sud allant de Poa à Nandiala et traversant la station de recherche de l'INERA a été retenu (Figure 1). Les exploitations le long de ce transect ont été parcourues en vue de s'assurer de la présence des arbustes dans les exploitations. Il a ensuite été retenu 6 exploitations pour réaliser l'étude. Les exploitations ont été retenues suivant leur accessibilité, la présence des arbustes et la collaboration des paysans.

### **Dispositif de collecte des données et inventaire des ligneux**

La superficie de chaque exploitation retenue a été déterminée à l'aide d'un GPS. Dans ces exploitations, un inventaire exhaustif de la végétation ligneuse a été réalisé. Dans chaque exploitation, trois souches de chacune des espèces arbustives présentes, trois zones de paillage à base de biomasse foliaire des ligneux (s'il y'en avait) et trois zones témoins (ni paillage, ni souche) ont été retenues (Tableau 1). Le dispositif de l'essai a consisté en des placettes circulaires de rayon 1 m installé avec comme centre, le milieu de la souche en ce qui concerne les traitements incluant les arbustes. Pour les traitements des zones de paillage, la placette était disposée au centre de la zone. Pour les témoins, on a placé la placette en s'assurant qu'elle est hors zone de paillage et hors houppier des arbres et des souches d'arbustes. Le centre de ces placettes a été matérialisé par un piquet et les coordonnées géographiques ont été relevées à l'aide d'un GPS. Le sol a été labouré à l'aide de la traction bovine dans chacune des exploitations. Les lignes de semis ont été matérialisées au rayonneur métallique puis le semis fait aux écartements de 0,8 m x 0,4 m. La dose de grains par poquet a été de 3-5.

### **Echantillonnage du sol**

Pour chacune des souches retenues, pour chaque zone de paillage et pour chaque

zone témoin, les échantillons de sol ont été prélevés dans l'horizon 0-20 cm. Ces échantillons ont été prélevés à la tarière en début et fin des campagnes agricoles de 2019 et 2020. Ces échantillons ont été séchés à l'air ambiant, puis tamisés au tamis à maille de 2 mm. La terre fine de moins de 2 mm de diamètre, de chaque échantillon, a servi à la détermination des paramètres physiques et chimiques du sol.

### **Détermination des paramètres physiques et chimiques du sol**

La détermination des paramètres physiques du sol (granulométrie et stabilité structurale) a concerné les échantillons collectés au début de l'étude (début de campagne agricole 2019).

L'analyse granulométrique qui permet de déterminer la texture du sol en séparant les particules minérales du sol en différentes fractions a été effectuée. Le pourcentage des fractions d'argile (< 2 µm), de limons fins (2 µm à 20 µm), de limons grossiers (20 µm à 50 µm), de sables fins (0,050 mm à 0,200 mm) et de sables grossiers (0,200 mm à 2,00 mm) a été déterminé. La méthode utilisée était celle adaptée à la pipette Robinson comme décrite par Levant et al. (1985). La stabilité structurale du sol qui est la résistance des agrégats structuraux aux facteurs de dégradation a été déterminée par la méthode de tamisage humide adaptée de Elliott (1986).

La détermination des paramètres chimiques du sol a été réalisée sur les échantillons collectés en début et fin des campagnes agricoles de 2019 et 2020. L'analyse des échantillons de sol a porté sur le pH eau, le carbone total, l'azote total, le phosphore total et le potassium total. Ces analyses ont permis d'apprécier le niveau de fertilité du sol.

#### *- Détermination du pH eau*

La mesure du pH eau des sols a été faite par la méthode électronique au pH mètre à électrode en verre avec un rapport sol/solution de 1/2,5 (AFNOR, 1981).

#### *- Détermination de l'Azote*

L'échantillon a été minéralisé dans un mélange d'acide sulfurique, de sélénium et d'acide salicylique en le chauffant

progressivement de 100 à 340°C jusqu'à minéralisation complète. L'azote a été ensuite déterminé à l'aide d'un auto-analyseur en utilisant le nessler comme indicateur pour l'azote.

- *Détermination du Phosphore total*

La détermination du phosphore total a été faite par calorimétrie automatique après minéralisation.

- *Détermination du Potassium total*

L'échantillon a été soumis à une minéralisation avec de l'acide sulfurique et de l'acide salicylique en présence de peroxyde, le sélénium étant utilisé comme catalyseur. Le potassium a été déterminé ensuite au spectrophotomètre à flamme. Pour le potassium disponible, une quantité déterminée de l'échantillon a été prise et agitée avec une solution mixte d'acide chlorhydrique (0,1 N) et d'acide oxalique. L'échantillon a été aussitôt filtré et le potassium est mesuré au photomètre à flamme.

***Impact des arbustes au champ sur la croissance et le rendement du sorgho***

L'étude de l'impact des arbustes sur la croissance et le rendement du sorgho a été réalisée au cours des campagnes agricoles de 2019 et 2020. La croissance des plants du sorgho a été suivie grâce à des mesures de la hauteur et du diamètre au collet tous les 15 jours depuis les semis jusqu'à la floraison. Dans chaque placette, 10 pieds ont été étiquetés. Ce sont les mêmes pieds qui ont été mesurés à chaque passage.

***Impact des arbustes sur le rendement du sorgho.***

Le carré de rendement correspond à la placette de rayon 1 m et de surface 3,14 m<sup>2</sup>. A la maturité, tous les poquets se situant à l'intérieur des carrés de rendement ont été récoltés. Au champ, les poids frais de la biomasse aérienne (tiges + feuilles) et des panicules ont été directement relevés. Les récoltes (panicules et épis) ont été séchées au soleil pendant une semaine pour les épis et deux semaines pour la paille. Après séchage, les poids secs ont été mesurés.

**Analyse des données**

***Analyse de l'effet des arbustes sur le sol et le rendement***

Le tableur EXCEL 2016 a été utilisé pour saisir les données collectées et réaliser des graphiques. Pour les analyses statistiques, les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) avec le logiciel XLSTAT 2016 pour déterminer les effets des différents types d'arbustes sur la fertilité du sol, la croissance, les rendements paille et grains du sorgho. La séparation des moyennes a été réalisée par le test de Fischer au seuil de 5%.

***Modélisation du rendement en fonction de la couverture du sol***

Cette modélisation a été effectuée pour les arbustes auxquels l'étude s'est intéressée : *Piliostigma reticulatum*, *Piliostigma thonningii*, *Guiera senegalensis* et *Diospyros mespiliformis* et les zones de paillage. Les rendements grains moyens obtenus par mètre carré (m<sup>2</sup>) dans les zones sous influence des différents traitements de l'étude ont été utilisés. Pour un champ sans arbustes, le rendement à l'hectare a été obtenu par la formule :

$$rdt(ha) = rdtT_0 * 10000$$

Avec rdt (ha) : le rendement à l'hectare ; rdtT<sub>0</sub> le rendement d'une surface de 1 m<sup>2</sup> hors influence d'arbustes et 10000 : un hectare converti en m<sup>2</sup>.

Pour un champ avec n m<sup>2</sup> de couverture à l'hectare, le rendement à l'hectare a été obtenu par la formule :

$$rdt(ha) = (rdtT_x * n) + (rdtT_0 * (10000 - n))$$

Avec rdt (ha) : le rendement à l'hectare ; rdtT<sub>x</sub> : le rendement au m<sup>2</sup> sous influence du traitement x ; rdtT<sub>0</sub> le rendement d'une surface de 1 m<sup>2</sup> hors influence d'arbustes et 10000 : un hectare converti en m<sup>2</sup>; n : le nombre de m<sup>2</sup> couvert par les arbustes/hectare.

Une régression linéaire a été réalisée avec les données de rendements et de taux de couverture du sol.

$$Y = ax + b$$

Avec Y : le rendement à l'hectare ; a et b : les constantes du modèle ; x : le taux de couverture du sol.

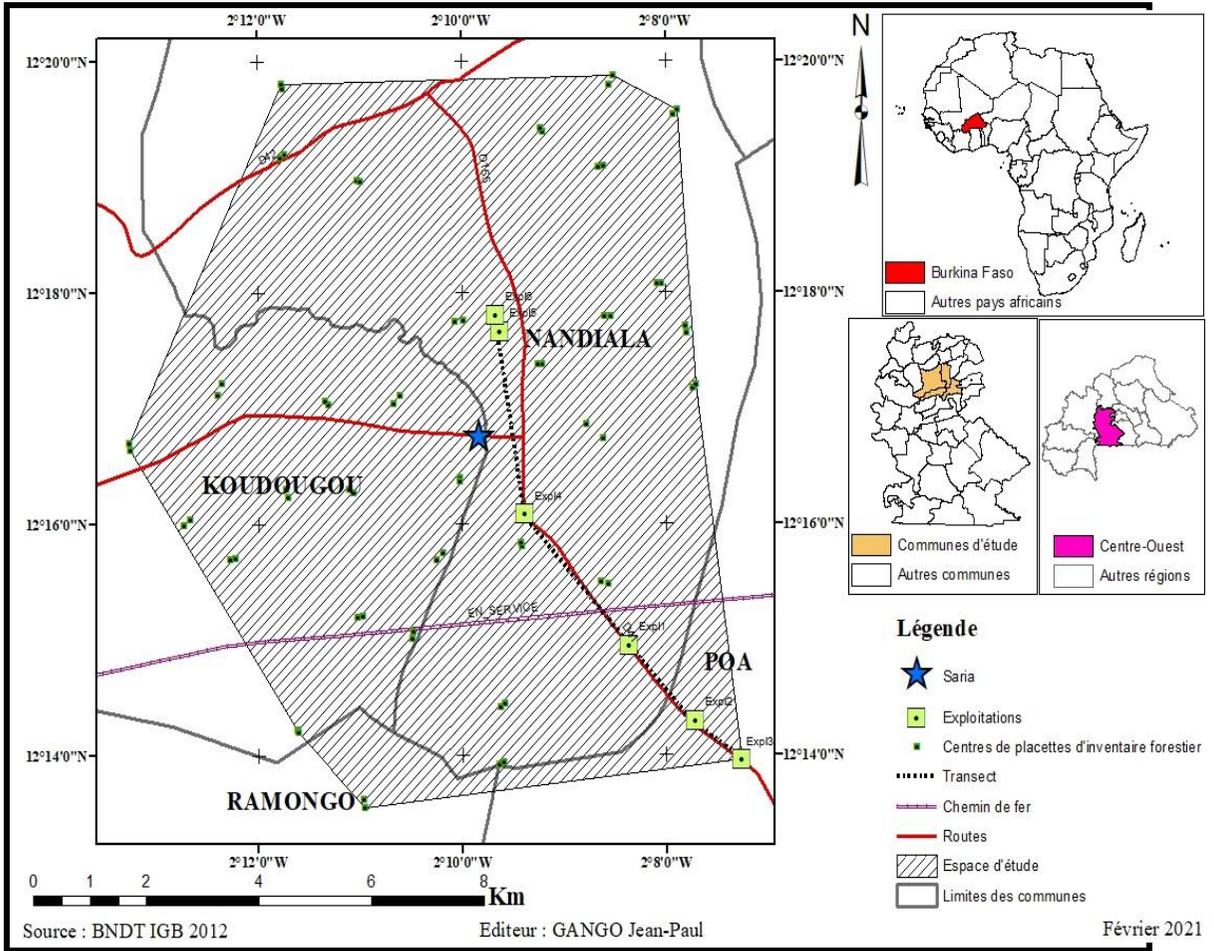


Figure 1 : Localisation des exploitations retenues pour l'étude.

Tableau 1 : Traitements de l'étude.

Traitements	T0	T1	T2	T4	T5	T6
<b>Exploitations</b>						
<b>1</b>	+	+	+	+	+	+
<b>2</b>	+	+	-	+	-	-
<b>3</b>	+	-	-	+	-	+
<b>4</b>	+	+	-	+	-	-

Légende : T0 : Témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis*, T5 : Zones de paillage, + : traitement existe dans l'exploitation, - : le traitement n'existe pas dans l'exploitation.

## RESULTATS

### Impact des arbustes sur la texture du sol

Les analyses statistiques révèlent que les arbustes n'ont pas d'effet significatif sur la texture du sol. En effet, l'ANOVA n'a donné aucune différence significative dans aucune des fractions granulométriques (Figure 2). Les sols étudiés sont constitués d'environ 19% d'argile, 11% de limon fin, 24% de limon grossier, 25% de sable fin et 21% de sable grossier. Il s'agit donc de sols limono-sableux.

### Impact des arbustes sur la stabilité structurale du sol

Les arbustes ont un impact sur la stabilité structurale du sol. Il existe des différences significatives de proportions des agrégats stables dans les fractions 0,500 mm et 0,250 mm (Figure 3). Le taux d'agrégats stables du sol de taille supérieure à 500 µm est significativement plus important au niveau des souches des arbustes (41,71% pour *D. mespiliformis*) par rapport au témoins (19,18%). Une comparaison des espèces arbustives entre elles indique que c'est *D. mespiliformis* qui possède le taux le plus élevé d'agrégats stables. Pour ce qui concerne la fraction 250 mm, c'est aussi au niveau des souches de *D. mespiliformis* que les plus grands taux d'agrégats stables sont obtenus (18,36%). Cependant, s'agissant des fractions 0,053 mm, il n'existe aucune différence significative entre les taux d'agrégats stables. C'est sensiblement le même taux (60%) qui est obtenu dans les différents traitements.

### Impact des arbustes sur la fertilité chimique du sol

#### Impact des arbustes sur le pH eau du sol

Dans l'ensemble, les sols de la zone de l'étude sont légèrement acides. Cependant, l'analyse statistique révèle qu'il existe des différences significatives entre les potentiels hydrogène du sol (Tableau 2). Les zones de paillage ont les valeurs du pH les plus élevées quelle que soit la période de prélèvement des échantillons. En début de campagne de la

première année, le pH des zones de paillage est de 6,62 tandis qu'il est de 5,97 et 5,45 respectivement pour les zones témoins et les environs des souches de *P. thoningii*.

#### Impact des traitements sur le carbone total du sol

Le carbone total du sol varie en fonction des traitements (Tableau 3). Les analyses indiquent qu'au début de l'expérimentation, les meilleures teneurs en carbone total du sol sont obtenues au niveau des souches de *D. mespiliformis* (T4) (0,51%). Pour toutes les autres périodes de prélèvement, les meilleurs taux de carbone du sol sont obtenus dans les zones de paillage à base de feuilles des ligneux : 0,61 ; 0,65 et 0,57% respectivement en fin de première campagne, début et fin de deuxième campagne. Quelle que soit la période de prélèvement, les plus faibles taux de carbone du sol sont obtenus au niveau des témoins (zone hors influence des arbustes).

#### Impact des arbustes sur l'azote total du sol

Des différences significatives existent entre les taux moyens d'azote total du sol en fonction des traitements (Tableau 4). Les meilleurs taux d'azote ont été obtenus au début de l'expérimentation pour le sol au niveau des souches de *D. mespiliformis* (T4) (0,05%) tandis qu'à la même période, il était de 0,03% pour le sol des zones témoins. Lorsque les zones de paillage à base de feuilles des arbres et arbustes ont été prises en compte lors des prélèvements, ce sont elles qui ont les teneurs d'azote plus élevées (0,06%). Pour le même traitement, la teneur en azote du sol n'a pas varié en fonction des périodes de prélèvement.

#### Impact des arbustes sur le rapport C/N du sol

Les traitements n'ont pas eu d'effets significatifs sur le rapport C/N du sol (Tableau 5). Les différents rapport C/N sont similaires et ont une valeur moyenne avoisinant 10.

#### Impact des arbustes sur le phosphore total du sol

Les différents arbustes n'ont pas eu d'effets significatifs sur le phosphore total du sol (Tableau 6). L'analyse statistique révèle que les teneurs en phosphore du sol sont

similaires pour une même période de prélèvement. Dans l'ensemble, la teneur des sols en phosphore total varie entre 84,24 à 107,78 mg/kg de sol.

#### **Impact des arbustes sur le potassium total du sol**

Les arbustes ont eu un effet sur le potassium total du sol. Au début de l'expérimentation, les meilleures teneurs en potassium total du sol sont obtenues avec les souches de *P. thonningii* (T2) (1461 mg/Kg). On constate en outre que les teneurs en potassium du sol au niveau des zones de paillages sont plus élevées en fin de campagne (2428 et 1850 mg/kg respectivement pour la première et deuxième campagne d'expérimentation) (Tableau 7).

#### **Impact des arbustes sur la croissance du sorgho**

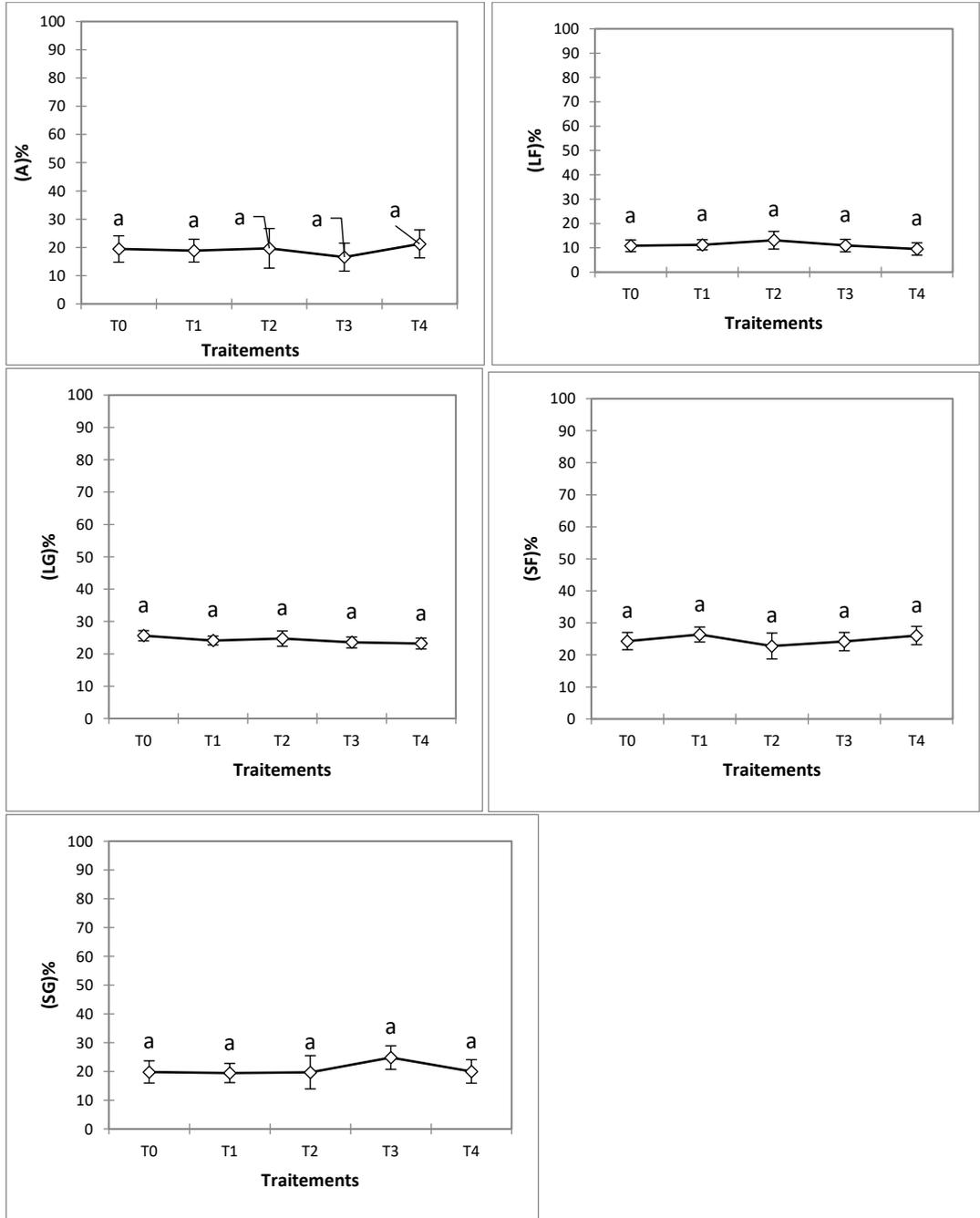
La croissance en hauteur et en diamètre au collet du sorgho a varié en fonction du traitement (Figure 4). L'effet de l'arbuste sur la croissance en hauteur des plants de sorgho se fait sentir dès le 20<sup>e</sup> JAS. C'est la zone de paillage qui permet d'obtenir la meilleure croissance du sorgho (Figure 5). Au 30<sup>e</sup> JAS, les plants de Sorgho au niveau des souches de *P. thonningii* ont la plus grande hauteur de 63,6 cm tandis que les plants de sorgho dans les zones témoins ne sont haut que de 35,93 cm. Au 45<sup>e</sup> et 60<sup>e</sup> JAS, c'est la zone de paillage qui présente la meilleure croissance en hauteur des plants de sorgho. Les données relatives au diamètre au collet des plants de sorgho renseignent que les plus grandes valeurs du diamètre au collet sont obtenues pour la zone de paillage.

#### **Impact des arbustes sur le rendement du sorgho**

Les rendements grains et paille du sorgho varient en fonction des traitements

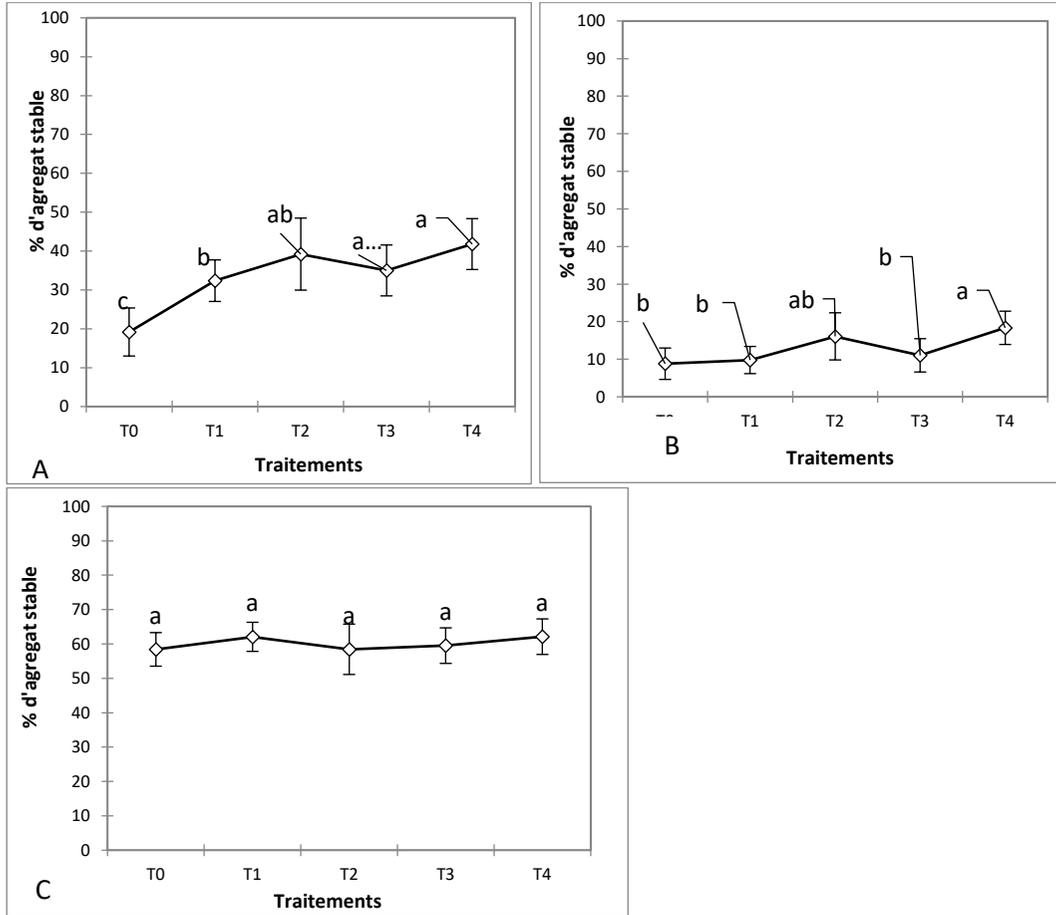
(Figure 6). L'analyse de variance indique que c'est la zone de paillage qui permet d'obtenir les meilleurs rendements grains du sorgho (464 g/m<sup>2</sup>). Le témoin a un rendement de 179 g/m<sup>2</sup>. Les rendements au niveau des souches des différentes espèces ligneuses sont supérieurs aux rendements du témoin. Ils ne sont cependant pas significativement différents entre eux (250 g/m<sup>2</sup> environ). Quant au rendement paille, c'est dans les zones de paillage que les meilleurs rendements sont obtenus. Les arbustes n'ont pas d'effet significatif sur le poids des grains du sorgho. Le poids de 1000 grains des différents traitements est d'environ 25 g.

L'analyse de la variation du rendement grains du sorgho en fonction de la couverture du sol indique que c'est le paillage qui permet un meilleur gain en rendement du sorgho. Le paillage est suivi par la présence des souches de *D. mespiliformis* et de *P. thonningii* (Figure 7). Par exemple, un paillage réalisé sur une superficie de 10% à l'hectare permet un gain de 285 kg de grain par rapport à un témoin (sans arbuste ni paillage). Un taux de 10% de couverture sol par *P. reticulatum* à l'hectare permet un gain de 75 kg de grain de sorgho par rapport au témoin. Le gain de 78 ; 75 et 135 kg à l'hectare respectivement pour une couverture du sol de 10% par les arbustes de *P. thonningii*, *G. senegalensis* et *D. mespiliformis*. Un taux de couverture du sol de 50% à l'hectare par *P. thonningii* entraîne une amélioration du rendement de 17,79%. L'amélioration est de 21% pour une couverture de 50% du sol par *P. reticulatum* et *G. senegalensis*. Un paillage de 50% de surface du sol permet une amélioration du rendement de 79% par rapport à un champ sans paillage.



Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; (A)% : pourcentage d'argile, (LF)% : pourcentage de limon fin, (LG)% : pourcentage de limon grossier, (SF)% : pourcentage de sable fin, (SG)% : pourcentage de sable grossier. Dans le même graphique, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer

**Figure 2** : Effet des arbustes sur la texture du sol.



Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis*, A : stabilité 0,500 mm, B : stabilité 0,250 mm, C : stabilité 0,053 mm. Dans le même graphique, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

**Figure 1:** Impact des arbustes sur la stabilité structurale du sol.

**Tableau 2 :** Impact des arbustes sur le potentiel hydrogène moyen du sol.

	Campagne 1		Campagne 2	
	Début	Fin	Début	Fin
<b>T0</b>	5,55±0,42 <sup>ab</sup>	5,972±0,38 <sup>b</sup>	5,82±0,47 <sup>a</sup>	5,77±0,47 <sup>b</sup>
<b>T1</b>	5,63±0,37 <sup>a</sup>	5,67±0,30 <sup>c</sup>	5,38±0,29 <sup>b</sup>	5,25±0,25 <sup>c</sup>
<b>T2</b>	5,20±0,16 <sup>c</sup>	5,45±0,26 <sup>c</sup>	5,45±0,40 <sup>ab</sup>	5,72±0,20 <sup>bc</sup>
<b>T3</b>	5,36±0,23 <sup>bc</sup>	5,59±0,22 <sup>c</sup>	5,31±0,36 <sup>b</sup>	5,46±0,26 <sup>bc</sup>
<b>T4</b>	5,71±0,41 <sup>a</sup>	5,76±0,38 <sup>bc</sup>	5,77±0,34 <sup>a</sup>	5,49±0,36 <sup>bc</sup>
<b>T5</b>	—	6,62±0,21 <sup>a</sup>	5,93±0,47 <sup>a</sup>	6,44±0,34 <sup>a</sup>
<b>Pr≥F</b>	0,009	0,001	0,003	0,001
<b>Significativité</b>	S	S	S	S

Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; T5 : zone de paillage, les zones de paillages n'étant pas définies au début de l'expérimentation, le traitement T5 est absent. Dans la même colonne, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

**Tableau 3** : Impact des arbustes sur le Carbone total moyen du sol (%).

Traitements	Campagne 1		Campagne 2	
	Début (%)	Fin (%)	Début (%)	Fin (%)
T0	0,34±0,11 <sup>b</sup>	0,35±0,07 <sup>b</sup>	0,29±0,07 <sup>d</sup>	0,37±0,06 <sup>b</sup>
T1	0,51±0,16 <sup>a</sup>	0,43±0,12 <sup>b</sup>	0,45±0,09 <sup>b</sup>	0,56±0,11 <sup>a</sup>
T2	0,38±0,07 <sup>b</sup>	0,39±0,10 <sup>b</sup>	0,33±0,10 <sup>cd</sup>	0,42±0,03 <sup>b</sup>
T3	0,41±0,09 <sup>b</sup>	0,43±0,06 <sup>b</sup>	0,37±0,06 <sup>c</sup>	0,49±0,11 <sup>ab</sup>
T4	0,51±0,14 <sup>a</sup>	0,57±0,14 <sup>a</sup>	0,50±0,14 <sup>ab</sup>	0,47±0,08 <sup>ab</sup>
T5	–	0,61±0,12 <sup>a</sup>	0,65±0,12 <sup>a</sup>	0,57±0,16 <sup>a</sup>
Pr≥F	0,001	0,000	0,000	0,000
Significativité	S	S	S	S

Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; T5 : zone de paillage, les zones de paillages n'étant pas définies au début de l'expérimentation, le traitement T5 est absent. Dans la même colonne, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

**Tableau 4** : Impact des arbustes sur l'azote total moyen du sol (%).

Traitements	Campagne 1		Campagne 2	
	Début (%)	Fin (%)	Début (%)	Fin (%)
T0	0,03±0,01 <sup>c</sup>	0,03±0,01 <sup>c</sup>	0,03±0,01 <sup>c</sup>	0,03±0,01 <sup>b</sup>
T1	0,04±0,01 <sup>ab</sup>	0,04±0,01 <sup>bc</sup>	0,04±0,01 <sup>b</sup>	0,05±0,01 <sup>a</sup>
T2	0,03±0,01 <sup>c</sup>	0,04±0,01 <sup>bc</sup>	0,03±0,01 <sup>c</sup>	0,04±0,01 <sup>b</sup>
T3	0,04±0,01 <sup>bc</sup>	0,04±0,01 <sup>b</sup>	0,03±0,01 <sup>bc</sup>	0,04±0,01 <sup>ab</sup>
T4	0,05±0,01 <sup>a</sup>	0,05±0,01 <sup>a</sup>	0,042±0,01 <sup>b</sup>	0,05±0,01 <sup>ab</sup>
T5	–	0,06±0,01 <sup>a</sup>	0,06±0,01 <sup>a</sup>	0,06±0,01 <sup>a</sup>
Pr≥F	0,001	0,000	0,000	0,000
Significativité	S	S	S	S

Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; T5 : zone de paillage, les zones de paillages n'étant pas définies au début de l'expérimentation, le traitement T5 est absent. Dans la même colonne, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

**Tableau 5** : Impact des arbustes sur le rapport C/N du sol.

Traitements	Campagne 1		Campagne 2	
	Début	Fin	Début	Fin
T0	10,61±1,05	10,30±0,12	10,45±0,71	10,67±0,51
T1	10,70±0,59	10,57±0,12	10,62±0,68	10,48±0,31
T2	10,77±0,31	10,58±0,03	11,08±0,19	10,91±0,15
T3	10,54±0,91	9,98±0,18	10,61±0,60	10,71±0,44
T4	10,26±0,74	10,31±0,16	11,75±0,38	10,31±0,32
T5	–	10,38±0,31	11,10±0,40	10,43±0,43
Pr≥F	0,584	0,074	0,37	0,345
Significativité	NS	NS	NS	NS

Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; T5 : zone de paillage, les zones de paillages n'étant pas définies au début de l'expérimentation, le traitement T5 est absent. Dans la même colonne, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

**Tableau 6 :** Impact des arbustes sur le phosphore total du sol (mg/kg).

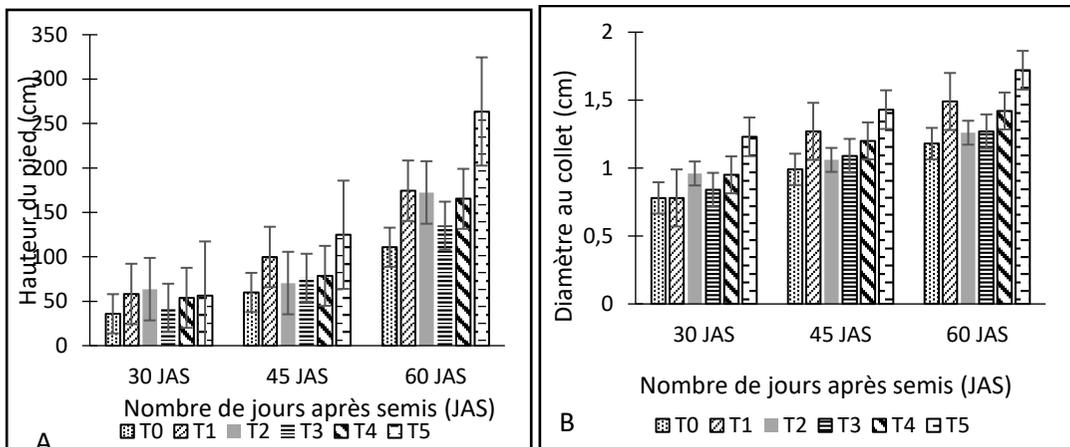
Traitements	Campagne 1		Campagne 2	
	Début (mg/kg)	Fin (mg/kg)	Début (mg/kg)	Fin (mg/kg)
T0	94,69±13,96	87,32±18,96	89,56±27,06	84,24±23,32
T1	91,88±19,37	91,16±19,37	87,57±31,31	92,16±24,26b
T2	107,78±13,26	106,87±14,26	101,08±15,75	97,09±19,85
T3	88,69±19,93	87,75±15,56	99,07±13,43	91,96±26,41
T4	99,63±12,06	102,64±11,10	90,62±11,35	99,87±18,33
T5	–	86,43±18,47	93,14±18,61	98,61±15,72
Pr≥F	0,85	0,41	0,21	0,52
Significativité	NS	NS	NS	NS

Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; T5 : zone de paillage, les zones de paillages n'étant pas définies au début de l'expérimentation, le traitement T5 est absent. Dans la même colonne, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

**Tableau 7 :** Impact des arbustes sur le potassium total du sol (mg/kg).

Traitements	Campagne 1		Campagne 2	
	Début (mg/kg)	Fin (mg/kg)	Début (mg/kg)	Fin (mg/kg)
T0	1139,85ab	1055,66c	763,69ab	1008,88b
T1	1057,85b	1034,89c	883,73a	1181,31b
T2	1461,74a	1218,49bc	956,85a	1177,51b
T3	1148,58ab	1077,12c	858,45ab	1041,78b
T4	1207,508ab	1569,95b	985,39a	1246,94ab
T5	–	2428,84a	525,37b	1850,69a
Pr≥F	0,286	0,000	0,216	0,007
Significativité	NS	S	NS	S

Légende : T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; T5 : zone de paillage, les zones de paillages n'étant pas définies au début de l'expérimentation, le traitement T5 est absent. Dans la même colonne, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

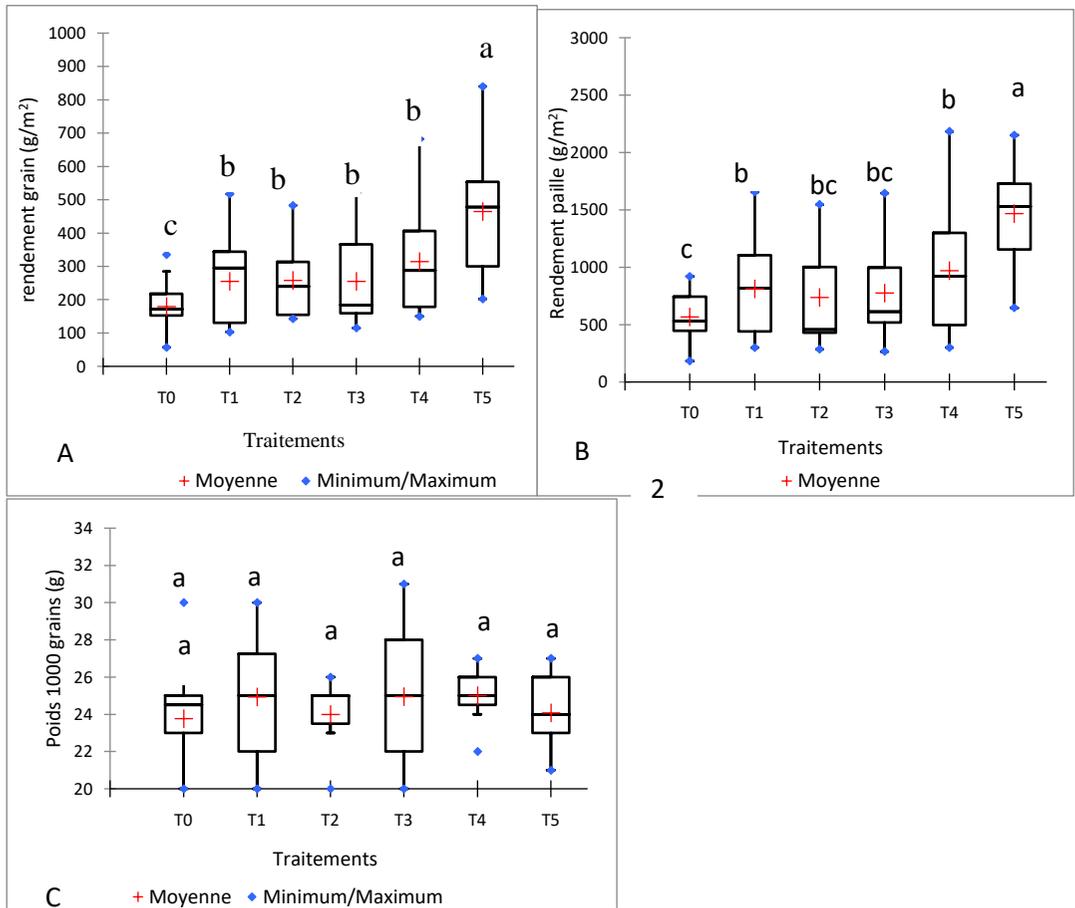


A-Hauteur moyenne des plants de sorgho, B : diamètre moyen au collet des plants de sorgho, T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis* ; T5 : Zone de paillage.

**Figure 4 :** Effet des arbustes sur la croissance des plants de sorgho.

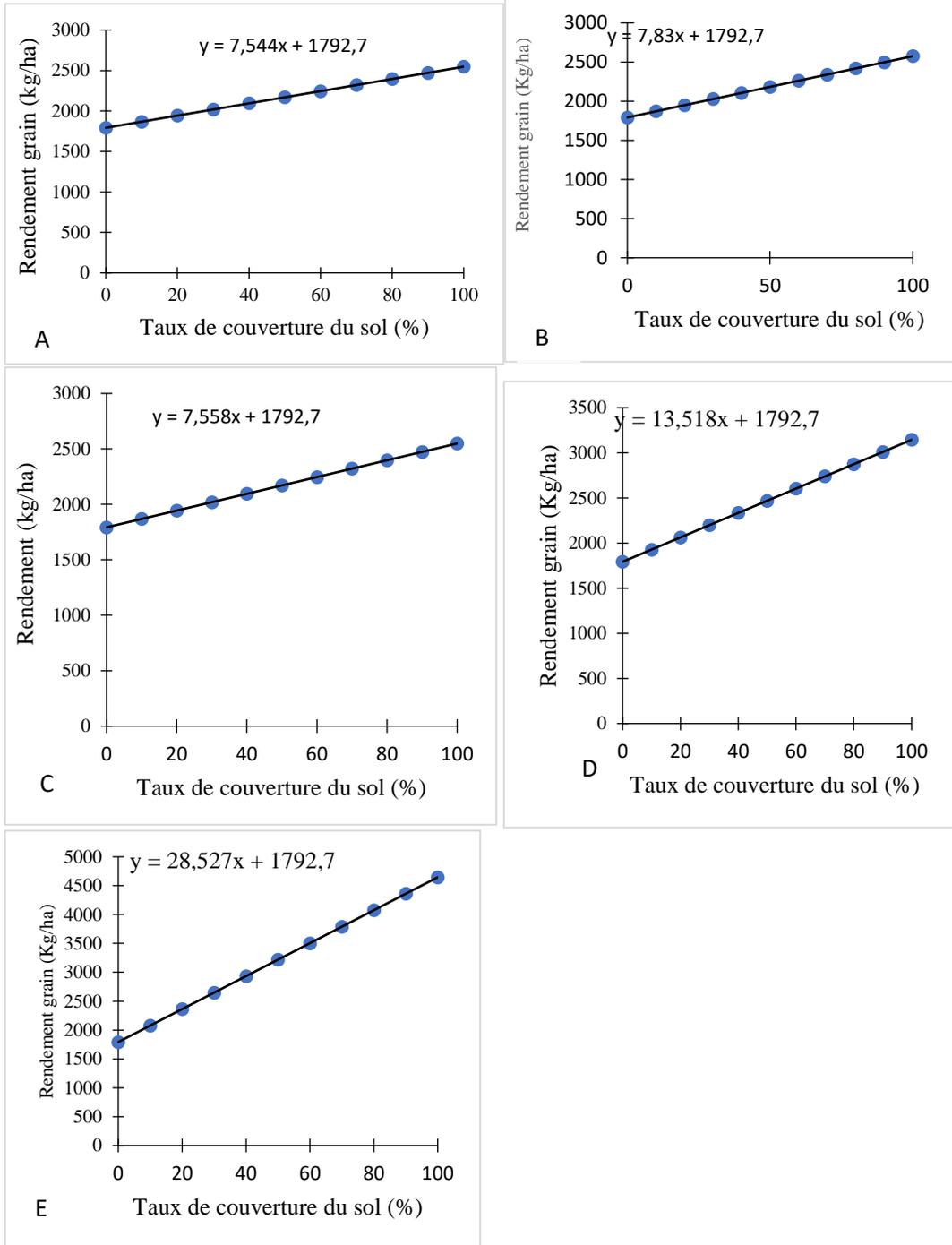


Figure 5 : Effet du paillage sur la croissance du sorgho (20 JAS).



A : Rendement grain, B : Rendement paille, C = Poids 1000 grains T0 : témoins ; T1 : souche de *P. reticulatum*, T2 : Souches de *Piliostigma thonningii*, T3 : Souches de *G. senegalensis*, T4 : Souches de *Diospyros mespiliformis*, T5 = zone de paillage. Dans le même graphique, les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% selon le test de Fischer.

Figure 6 : Effet des arbustes sur le rendement du sorgho.



A : *P. reticulatum*, A : *P. thonningui*, C : *G. senegalensis*, D : *D. mespiliformis*, E : = paillage, y : rendement (kg/ha), x : taux de couverture du sol (%).

**Figure 7** : Variation du rendement grain du sorgho en fonction du taux de couverture du sol.

## DISCUSSION

### Effet des arbustes sur les paramètres physiques et chimiques du sol

La gestion de la fertilité des sols repose sur les paramètres de fertilité à savoir la granulométrie, la matière organique (C organique, N total et C/N), le phosphore assimilable, le pH, etc. (Akedrin et al., 2020). La présente étude n'a pas permis de déceler un effet significatif des arbustes sur la texture du sol. En effet, les différentes classes granulométriques ont des proportions qui ne varient pas en fonction des traitements. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Yélemou et al. (2013) dans la même zone. La proportion d'agrégats stables dans les horizons superficiels du sol est supérieure dans les zones à proximité des arbustes. Une bonne stabilité structurale est importante pour maintenir la porosité des sols et ainsi améliorer leur fertilité et limiter leur érodibilité (Yélemou et al., 2013). Les meilleurs taux d'agrégats stables dans les environs des arbustes et dans les zones de paillage peuvent s'expliquer par les teneurs élevées de carbone dans ces zones. Selon Chenu et al. (2011), la teneur en carbone organique est un facteur explicatif majeur de la stabilité structurale. En effet, selon Kate (2016), la matière organique joue un rôle essentiel dans la stabilité structurale (maintien de la macroporosité).

Les meilleures teneurs en carbone, azote, phosphore et potassium totaux sont obtenues dans les zones sous influence des arbustes. Ce sont les zones de paillage et les zones dans les environs de *D. mespiliformis* qui ont les meilleures teneurs en éléments nutritifs du sol. La richesse du sol sous houppier de l'arbuste peut s'expliquer par la décomposition de la biomasse foliaire et les conditions d'humidité plus favorables (Kate, 2016). Barthès et al. (2010) au terme d'une revue de littérature sur les effets des ligneux sur les paramètres chimiques du sol ont conclu qu'en zone tropicale, les ligneux améliorent la teneur en matière organique du sol. Pour ces auteurs, les ligneux enrichissent le sol en matière organique et en nutriments, ce qui stimule l'activité biologique, notamment fongique ; cette stimulation améliore ensuite la disponibilité des nutriments pour les plantes.

Les sols de la zone d'étude sont des sols ferrugineux tropicaux. Ces sols sont généralement acides (Hien, 2004). Les arbustes n'ont pas eu d'effets significatifs sur le caractère acide des sols. Yélemou et al. (2013), ont trouvé des valeurs de pH eau du sol proches de 6 sous houppier et hors houppier de *P. reticulatum*. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues par Tyano et al. (2016) qui ont trouvé des pH acides dans des plantations de *P. reticulatum* de 10 ans.

### Effet des arbustes sur la croissance et le rendement du sorgho

La croissance et le rendement du sorgho sont meilleurs dans les zones sous influence des arbustes par rapport aux zones hors influence. Cela s'explique par la richesse du sol dans les environs des arbustes (Yélemou et al., 2013 ; Tyano et al., 2016). Bazongo et al. (2015) signalent que la matière organique ameublisse le sol et permet une bonne alimentation minérale et hydrique. Ces facteurs sont susceptibles d'influencer la croissance des cultures. Dans les zones de paillage, la décomposition de la biomasse foliaire des arbustes contribue à rehausser le niveau de fertilité du sol. La litière contiendrait au moins cinq éléments minéraux majeurs à savoir l'azote (N), le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le potassium (K), le soufre (S) et le phosphore (P) qui, mis à la disposition de la culture associée peuvent influencer considérablement sa croissance (Akedrin et al., 2020). En effet, la présence d'éléments nutritifs tels que l'azote et le phosphore permet au végétal de s'en servir pour se nourrir, ce qui va favoriser une croissance importante de ce végétal. Pour Bambara et al. (2019), la litière foliaire est riche en carbone et constitue un support trophique des organismes du sol tels que les termites, les vers de terre, les fourmis qui vont participer à la minéralisation du carbone. Cette minéralisation de la matière organique libère, au fil des années, des nutriments indispensables à la croissance et à la productivité des cultures (Zougmoré et al., 2003). Ainsi, les cultures se trouvant dans les zones riches en litières notamment les zones de paillage bénéficient de plus d'eau et d'éléments nutritifs nécessaires pour leur développement

et la synthèse de la matière sèche. L'effet positif des ligneux sur la croissance et le rendement des cultures associées a été signalé par plusieurs auteurs (Yélemou et al., 2013 ; Ba et al., 2014 ; Bambara et al., 2019). Cependant, certains auteurs ont trouvé que l'arbre avait un effet dépressif sur la croissance et le rendement des cultures (Bayala et al., 2002 ; Zomboudré et al., 2005). Ces auteurs ont attribué dans leurs études, les faibles rendements de la culture annuelle associée à l'arbre à l'effet de l'ombrage, la compétition à la nutrition hydrique et la compétition pour la nutrition minérale de l'arbre et de la culture annuelle. La gestion des arbustes dans les exploitations de notre zone d'étude (recépage et paillage) permet d'éliminer la concurrence entre la plante ligneuse et la culture associée, ce qui explique les meilleurs croissance et rendement de la culture associée aux arbustes.

### Conclusion

Cette étude a montré que la gestion des arbustes dans les champs permet d'améliorer la fertilité du sol la croissance et le rendement du sorgho. L'effet bénéfique de l'arbuste se justifie par la litière qu'il procure au sol. Cette litière en se minéralisant fournit des éléments minéraux indispensables à la croissance et à la productivité des cultures. La pratique courante de gestion des arbustes dans les exploitations étant le recépage, cela permet aux producteurs de disposer d'une importante quantité de biomasse ligneuse. Cette biomasse utilisée pour réaliser le paillage du sol permet d'améliorer la fertilité du sol et le rendement du sorgho. En outre, le recépage permet d'éliminer la concurrence entre la plante ligneuse et la culture associée ce qui permet à la culture de tirer un profit de cette association.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas d'intérêts concurrents

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AT a participé à la collecte des données et à la rédaction du manuscrit. BY a conçu l'étude. BY et HM ont supervisés les travaux et participé à la rédaction du manuscrit. Tous les auteurs ont lu et approuvé le manuscrit final.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les producteurs qui ont accepté participer à cette étude pour leur franche collaboration.

### REFERENCES

- Akedrin NT, Viou BBNB, Akotto OF, Ake S. 2020. Effets de six légumineuses spontanées les plus répandues dans les jachères naturelles sur la fertilité des sols dans la région de Daloa (Côte d'Ivoire). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(3): 1052-1064. DOI : 10.4314/ijbcs.v14i3.31.
- Ba MF, Samba SAN, 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.*, **8**(3): 1039-1048. DOI : 10.4314/ijbcs.v8i3.18.
- Bambara D, Compaoré H, Soulama S, Samandoungou Y, Bilgo A. 2019. Fertilisation des sols avec la litière foliaire en zone subsaharienne du Burkina Faso : diversité des espèces, effets sur les rendements du sorgho. *Afri. Crop Sci. J.*, **2**(27) : 133-145. DOI : 10.4314/acsj.v27i2.2.
- Barthès BG, Manley RJ, Porte O. 2010. Effets de l'apport de bois raméal sur la plante et le sol : une revue des résultats expérimentaux. *Cah. Agric.*, **19**(4): 280-287. DOI: <https://doi.org/10.1684/agr.2010.0412>
- Bationo BA, Kalinganire A, Bayala J. 2012. Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest : Aperçu de quelques systèmes candidats. *ICRAF Technical Manual 17*
- Bayala J, Teklehaimanot Z, Ouédraogo SJ. 2002. Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. *Agrof. Syst.*, **3**(54): 203-214. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1016058906682>
- Bazongo P, Traoré K, Sanon KB, Yélemou B, Traoré O, Nacro BH, Bacye B, Belem M, Traoré M, Hien V, Sedego MP. 2015. Impact of *Jatropha* plantation on soil

- chemical and biological properties in the South Sudanian region in Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(4): 1762–1778. DOI : 10.4314/ijbcs.v9i4.3
- Chenu C, Abiven S, Annabi M, Barray S, Bertrand M. 2011. Mise au point d'outils de prévision de l'évolution de la stabilité de la structure de sols sous l'effet de la gestion organique des sols. Etude et Gestion des Sols. *Asso. Fr. pour l'Et. des Sols.*, **18**(3) : 161-174. (hal-01019373).
- Diakhaté S, Villenave C, Diallo NH, Ba AO, Djigal D, Masse D, Sembène PM, L, Chapuis-Lardy L. 2013. The influence of a shrub-based intercropping system on the soil nematofauna when growing millet in Senegal. *Eur. J. of Soil Biol.*, **57**: 35–41. DOI : <https://doi.org/10.1016/J.EJSOBI.2013.04.003>
- Diedhou S, Dossa EL, Badiane AN, Diedhiou I, Dick RP. 2009. Decomposition and spatial microbial heterogeneity associated with native shrubs in soils of agrosystems in semi-arid Senegal. *Pedobiol.*, **52**: 273-286. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2008.11.002>
- Dossa EL, Diedhiou I, Khouma M, Sene M, Badiane AN, Samba SAN. 2013. Productivité des cultures et dynamique des nutriments dans un système de culture arbustif du Sahel. *Agro. J.*, **105** : 1237-1246. DOI : 10.2134/agronj2012.0432.
- Elliott ET, 1986. Aggregate Structure and Carbon, Nitrogen, and Phosphorus in Native and Cultivated Soils. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, **50**(3): 627-633. DOI: <https://doi.org/10.2136/sssaj1998.03615995006200050032x>
- Fontès J, Guinko S. 1995. Carte de la végétation et de l'occupation des sols du Burkina Faso. Laboratoire d'Ecologie Terrestre, Université de Toulouse III, France, 67 p.
- Hien E. 2004. Dynamique du carbone dans un Acrisol ferrugineux du Centre Ouest Burkina : influence des pratiques culturales sur le stock et la qualité de la matière organique. Thèse de Doctorat, ENSA Montpellier, p. 138.
- Kate S, Azontonde AH, Dagbenonbakin GD, Sinsin B. 2016. Effets des changements climatiques et des modes de gestion sur la fertilité des sols dans la commune de Banikoara au Nord-Ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(1) : 120-133. DOI : 10.4314/ijbcs.v10i1.9
- Levant M, Levasseur R, Walker P. 1985. Etude comparative de deux appareils d'analyse microgranulométrique automatiques. *Bull. C. Géo. Caen.*, **30**: 23-45.
- Tyano A, Yélemou B, Bationo BA. 2016. Impacts of *P. reticulatum* on chemical and biological properties of fallows in Sudanian zone of Burkina Faso. *Int. J. of Cu. Res.*, **8**(11): 41878-41885. <http://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/17298.pdf>
- Yélemou B, Yaméogo G, Barro A, Taonda SJ, Hien V. 2013. La production de sorgho dans un parc à *Piliostigma reticulatum* en zone nord Soudanienne du Burkina Faso. *Trop.*, **31** (3) : 154-162. <http://www.tropicultura.org/text/v31n3/154.pdf>
- Yélemou B, Yaméogo G, Millogo-Rasolodimby J, Hien V. 2007. Germination sexuée et dynamique de développement de *Piliostigma reticulatum* (D.C.) Hochst, une espèce agroforestière du Burkina Faso, *Séch.*, **18** (3) : 185-192. DOI : 10.1684/sec.2007.0091.
- Zomboudré G, Zombré G, Ouedraogo M, 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 (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.) dans la zone est du Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **9** (1) : 75–85. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=17363&file=1&pid=13880>
- Zougmore R, Mando A, Stroosnijder L. 2003. Effect of soil and water conservation and nutrient management on the soil–plant water balance in semi-arid Burkina Faso. *Agr. W. Man.*, **65**: 103-120. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2003.07.001>