

Effet combiné de la disposition et du niveau de coupe des plants de *Moringa oleifera* sur le rendement en fruits de l'aubergine

Y. RABO¹, O. LAMINO MANZO², T. ASSANE ANABI¹, A. MAHAMANE¹

(Reçu le 11/11/2020; Accepté le 26/01/2021)

Résumé

L'association de l'espèce ligneuse *Moringa oleifera* et des cultures maraîchères est devenue une forme d'utilisation des terres permettant aux exploitants de faire un usage judicieux des terres surexploitées. Aussi, parmi les cultures associées au *M. oleifera* figure aujourd'hui *Solanum melongena* (aubergine). Cette étude a pour objectif de passer en revue l'effet combiné des facteurs disposition et niveau de coupe des plants de *M. oleifera* sur les rendements en fruits de *S. melongena*. Ces facteurs comprennent respectivement trois et deux niveaux. Ainsi six (6) traitements A1B1, A1B2, A2B1, A2B2, A3B1 et A3B2 et un traitement témoin (T) ont été utilisés. Les paramètres étudiés sont la productivité en fruit et la corrélation linéaire entre la productivité en fruits de l'aubergine et le temps. Les tests statistiques ont montré que les traitements n'ont pas eu d'effet significatif sur le rendement de l'aubergine au seuil de 5%. L'analyse des coefficients de détermination a montré que les modèles A1B2, A2B2, A3B2 et le Témoin sont ceux qui expliquent le mieux la variabilité de la productivité en fruits en fonction du temps. Ces résultats témoignent que les exploitants peuvent associer *M. oleifera* à l'aubergine sans risque de perte significative en rendement.

Mots clés: *Moringa oleifera*, *Solanum melongena*, Disposition, niveau de coupe, rendement

Combined effect of layout and cutting level of *Moringa oleifera* plants on eggplant fruit yield

Abstract

The combination of the woody species *Moringa oleifera* and vegetable crops has become a form of land use that allows farmers to make judicious use of overexploited land. Also, among the crops associated with *M. oleifera* today is *Solanum melongena* (eggplant). The objective of this study is to review the combined effect of the disposition and cutting level factors of *M. oleifera* plants on the fruit yields of *S. melongena*. These factors include three and two levels respectively. Thus, Six (6) treatments A1B1, A1B2, A2B1, A2B2, A3B1 and A3B2 and a control treatment (T) were used. The parameters studied are fruit productivity and the linear correlation between eggplant fruit productivity and time. Statistical tests showed that the treatments did not have a significant effect on eggplant yield at the 5% level. Analysis of the coefficients of determination showed that the models A1B2, A2B2, A3B2 and the Control are those which best explain the variability of fruit productivity as a function of time. These results demonstrate that farmers can combine *M. oleifera* with eggplant without the risk of significant loss in yield.

Keywords: *Moringa oleifera*, *Solanum melongena*, layout, cutting level, yield

INTRODUCTION

Pour faire face au problème d'insécurité alimentaire, les populations nigériennes procèdent à une surexploitation des ressources naturelles mettant ainsi l'environnement en péril. Or, il n'en demeure pas moins, aujourd'hui, que la protection de l'environnement et la lutte pour la sauvegarde de la biodiversité soient beaucoup plus d'actualité. Il serait, en effet, impératif de développer des systèmes de production qui, non seulement permettraient une amélioration des rendements des cultures mais préserveraient aussi la biodiversité et l'environnement en général. L'une des pratiques à prospecter serait l'agroforesterie qui s'y pratique déjà sous différentes formes dans la plupart des régions. Mais son potentiel et sa contribution à l'économie, à la gestion de l'environnement demeurent encore largement peu connus (De Baets *et al.*, 2007) et donc sous exploités. En effet, les producteurs du Sahel ont toujours conservé et entretenu, dans les champs, des espèces ligneuses en association avec les cultures vivrières telles que le mil, le sorgho, le maïs, le niébé ou de rente (coton, niébé et arachide). Ces arbres et arbustes remplissent des fonctions et services multiples, notamment comme source de revenus pour les ménages et contribuent à la sécurité alimentaire des populations.

Aussi, l'association *M. oleifera* et cultures maraîchères permet aux producteurs de subvenir à certains besoins alimentaires mais de se procurer des revenus. C'est ainsi que

le maraîchage devient une activité économique répondant de façon efficace à la demande alimentaire urbaine (Singbo *et al.*, 2004) et complémentaire à l'agriculture pluviale très précaire. D'après Mawouma *et al.* (2014), les raisons de la consommation des feuilles de *M. oleifera* relèvent essentiellement de trois facteurs: la tradition alimentaire du ménage, les qualités organoleptiques des feuilles et les vertus nutritives qui leur sont associées. D'autres auteurs comme Quashie *et al.* (2009), Houndji *et al.* (2013) et Njehoya *et al.* (2014) ont montré l'intérêt qu'accordent les populations à la production et à la consommation des feuilles de *M. oleifera*. De plus, les feuilles de *M. oleifera* sont une source importante de vitamines (carotène, acide ascorbique, et riboflavine), de protéines et de minéraux tels que le fer et le calcium (Tchiegang et Kitikil, 2004; Akubugwo *et al.*, 2007; Avallone *et al.*, 2007; Ndong *et al.*, 2007; Afoloyan et Jimoh, 2009) et ont des propriétés curatives, régulatrices et/ou stimulatrices (Dansie *et al.*, 2008; Adjanohoun *et al.*, 1989), antidiabétiques (Laleye *et al.*, 2015) et anti-inflammatoires (Ndiaye Sy *et al.*, 2016).

Par ailleurs, plusieurs études ont été conduites dans l'objectif d'évaluer l'effet de l'arbre sur la productivité des cultures intercalaires (Jose *et al.*, 2004; Reynolds *et al.*, 2007; Reynolds *et al.*, 2007; Rivest *et al.*, 2009). En effet, autant l'interaction arbre-culture peut présenter des effets positifs, autant elle peut présenter des effets négatifs (Jose *et al.*, 2007). La concurrence des arbres pour l'eau

¹ Université de Diffa, Niger

² Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

peut devenir critique au point de réduire significativement la productivité des cultures associées (Jose *et al.*, 2004), Reynolds *et al.* (2007) et Rivest *et al.* (2009) ont montré qu'au Québec et en Ontario, la diminution du rendement de cultures comme le soya et le maïs à proximité des arbres est généralement attribuable à leur ombrage. Gbemavo *et al.* (2010) ont trouvé une différence significative entre le nombre moyen de plants/m² et le nombre moyen de branches chargées de capsules par plante de cotonnier qui sont moins élevés sous le karité.

Pourtant peu d'études ont été réalisées dans le cadre de l'évaluation de l'influence des arbres fruitiers sur la productivité de ces cultures maraîchères. C'est dans ce sens que la présente a été conduite avec l'objectif d'étudier l'effet de certains traitements sur *M. oleifera* sur le rendement en fruits de *S. melongena* (aubergine).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

L'essai a été conduit en milieu paysan dans le cinquième arrondissement de la ville de Niamey, situé à la rive droite. Le climat est de type sahélien avec des précipitations moyennes de 550 mm/an et des températures moyennes fluctuant entre 23°C et 37°C (INS, 2014).

Matériel biologique

Moringa oleifera appartient à la famille des Moringaceae qui est une famille mono-générique d'arbres et d'arbustes de plantes dicotylédones, comprenant un seul genre *Moringa*. L'espèce semble être originaire des régions d'Agra et de Oudh, au nord-est de l'Inde, au sud de la chaîne de montagne de l'Himalaya. Elle est mentionnée dans le « hushruta Sanhita », écrit au début du premier siècle avant J-C, sous le nom de « Shigon ». Mais, il semble que la culture de cet arbre en Inde ait en fait été établie il y a plusieurs milliers d'années. Cet arbre se rencontre à l'état naturel jusqu'à 1000 m d'altitude (Odee, 1998). D'après Foidl *et al.*, (2001) *M. oleifera* est aujourd'hui cultivé à travers le Moyen-Orient, ainsi que tout le long de la ceinture tropicale. Il a été introduit en Afrique de l'Est au début du 20^{ème} siècle. Selon Besse (1996), il a été introduit dans la plupart des pays tropicaux et subtropicaux à saison sèche individualisée. Des analyses nutritionnelles ont montré que les feuilles de *M. oleifera* sont plus riches en vitamines, en minéraux et en protéines que la plupart des légumes (Fuglie, 2002; Foidl *et al.*, 2001). Elles contiennent deux fois plus de protéines et de calcium que le lait, autant de potassium que la banane, autant de vitamine A que la carotte, autant de fer que la viande de bœuf ou les lentilles et deux fois plus vitamine C qu'une orange. Toutes les parties de la plante sont employées dans le traitement de différentes maladies par le système de la médecine indigène, en particulier en Asie du Sud (Farooq *et al.*, 2006). En effet, plusieurs auteurs (Besse, 1996; Caceres *et al.*, 1991 et Fuglie, 2002) ont rapporté que les feuilles, les fruits, les graines, les racines, l'écorce mais aussi les fleurs possèdent chacun des vertus médicinales particulières. Le potentiel d'enrichissement en matières organiques des feuilles de *M. oleifera* et son effet positif sur le pH du sol se sont révélés efficaces dans le maintien de sa fertilité en vue d'une production durable de l'aubergine africaine (Utietiang *et al.* 2013). Abondant dans le même sens, Jason (2013) a

rapporté que l'extrait de feuille de *M. oleifera* contient une hormone de croissance végétale, appelée Zeatin capable d'augmenter les rendements de 25 à 30% pour presque toutes les cultures. Des études récentes menées sur l'effet des extraits de *M. oleifera* sur les performances de croissance de *Telferia occidentalis* (Anyaeibu *et al.*, 2013) ont montré que les extraits de *M. oleifera* augmentaient considérablement le rendement et les composants du rendement de *T. occidentalis*.

Solanum melongena est une espèce de plantes dicotylédones de la famille des Solanaceae, originaire d'Asie. Ce sont des plantes herbacées annuelles, largement cultivées pour leurs fruits comestibles comme plantes potagères ou maraîchères. L'espèce a été domestiquée en Asie depuis l'époque préhistorique. Elle constitue aux côtés de *S. aethiopicum* L. et *S. macrocarpon* L., les trois espèces cultivées. Ces solanacées de l'Ancien Monde sont largement représentées dans le monde. Le terme aubergine désigne également le fruit qui se consomme à l'état cuit ou cru. Riche en fibres solubles, elle renferme peu calories (24 calories pour 100 g, 2 % de l'AJR pour 100 g et ne contient pas de graisses. Elle apporte des minéraux, spécialement le potassium, le manganèse, le cuivre et le sélénium. Elle est riche en de nombreuses vitamines B (B1, B5, B6, B9). Elle est efficace dans la diète anti-obésité, sous réserve de la cuisiner sans huile. Les usages médicinaux et pharmaceutiques des diverses aubergines sauvages et cultivées sont aussi anciens que les usages alimentaires, dans son inventaire des sources archéobotaniques et linguistiques d'Inde, de Chine et des Philippines. Rachel, *et al.* (2014) note 77 types d'indications relatives à la santé. Les propriétés antioxydantes de l'aubergine sont remarquables, cru (Edna *et al.*, 2018) ou cuite (Roberto *et al.*, 2010). Les anthocyanes de la peau ne sont pas seules concernés, les composés phénoliques totaux, les flavonoïdes, l'acide ascorbique permettent de qualifier son activité antioxydante de puissante. Les études réalisées sur un grand nombre de cultivars montrent une variabilité significative, les pourpres ressortent toujours en tête (Nisha *et al.*, 2009). En effet, les aubergines tropicales (*S. gilo*, *S. kumba* et *S. aethiopicum*) limitent la neurodégénérescence hyperglycémique chez le rat (Esther *et al.*, 2019). Ce sont ces propriétés qui suscitent les recherches actuelles, dont les résultats corroborent des observations empiriques: les extraits d'aubergine ont un effet hypotenseur et diurétique.

L'American Diabetes Association recommande une diète basée sur l'aubergine dans le cadre du contrôle du diabète type 2 (Kwon *et al.*, 2008). Le traitement des inflammations cutanées est un des usages de la pulpe d'aubergine en ethno-médecine. Une confirmation expérimentale a été obtenue chez la souris albinos: un gel à base de 10% d'alcoolat d'aubergine a un pouvoir cicatrisant aussi puissant qu'une formulation pharmaceutique régénérante réputée (Rudyhit *et al.*, 2019). L'aubergine a une teneur en nicotine double de celle de la purée de tomate, proche de celle du poivre vert, largement inférieure au seuil de toxicité, environ 100 ng/g (Edward *et al.*, 1993) dont l'effet serait hypotenseur.

Dispositif expérimental

L'étude consiste à vérifier l'effet de la combinaison de la disposition et du niveau de coupe des plants de *M. oleifera* sur les rendements *S. melongena* (aubergine). Ainsi, deux facteurs ont été étudiés.

Le facteur (A) indique la disposition des plants de *M. oleifera* par rapport aux plants de l'aubergine: Il comprend trois niveaux: le niveau 1 (A1): les plants de *M. oleifera* ont été associés aux plants de l'aubergine avec un écartement d'un mètre sur la ligne et entre les lignes de *M. oleifera*; le niveau 2 (A2): les plants de *M. oleifera* ont été associés aux plants de l'aubergine avec un écartement d'un mètre sur la ligne et de deux mètres entre les lignes des plants de *M. oleifera*; le niveau 3 (A3): les plants de *M. oleifera* ont été disposés en haie par rapport aux plants d'aubergine. Deux haies de deux lignes chacune ont été utilisées avec un écartement d'un mètre sur la ligne et entre les lignes des haies et un écartement de deux (2) mètres entre les haies.

Le facteur (B) indique le niveau de coupe sur les plants de *M. oleifera*: Ce facteur comprend deux niveaux: le niveau 1(B1): les plants de *M. oleifera* ont été coupés à 0,5 m du sol; le niveau 2 (B2): les plants de *M. oleifera* ont été coupés à 1m du sol. Ces niveaux de coupe représentent ceux habituellement pratiqués respectivement par les exploitants des vallées du fleuve et du Goulbi de Maradi qui sont des zones de prédilection de ces systèmes.

Chaque niveau du facteur (A) a été combiné à chacun des deux niveaux du facteur (B) donnant ainsi six (6) traitements A1B1, A1B2, A2B1, A2B2, A3B1 et A3B2. Aussi, en vue de comparer les résultats avec une situation de référence un traitement témoin (T) où les plants d'aubergine ont été repiqués en culture pure a été mis en place. En somme sept (7) traitements correspondant chacun à une unité expérimentale de 20 m² ont été utilisés avec cinq (5) répétitions.

Le dispositif expérimental utilisé (Figure 1) est un bloc aléatoire complet composé de 35 unités expérimentales.

Conduite de la culture de l'aubergine

L'aubergine a été repiquée au moment où les plants de *M. oleifera* avaient quatre (4) mois d'installation. Les plants de *M. oleifera* ont subi la coupe la veille de la mise en place de l'aubergine. Une semaine après la mise en place des plants d'aubergine à la densité de quatre (4) plants/m², il a été procédé à un épandage de fumier à raison de 100 kg par unité expérimentale. Une semaine plus tard, il a été apporté de l'engrais minéral notamment du Di Ammonium Phosphaté (DAP) à raison de 200 g par unité expérimentale. A l'apparition des premiers boutons floraux, il a été apporté du NPK (15-15-15) à raison de 1 kg par unité expérimentale. Avant chaque épandage d'engrais, il a été procédé à un

binage de toutes les unités expérimentales pour permettre une meilleure aération et une bonne infiltration de l'eau. Les premiers fruits ont été récoltés trois (3) mois après le repiquage. Il faut par ailleurs noter que les plants de *M. oleifera* et ceux de l'aubergine ont toujours été traités au besoin avec du Délthamétrine et du Mancozèbe respectivement en cas d'attaque d'insectes et de champignons.

Collecte des données

Au total, l'étude a porté sur 35 unités expérimentales. Dans chaque unité expérimentale, il a été tracé une placette de 1m². Ce sont les plants contenus dans ces placettes qui ont fait l'objet d'observation. Pour éviter l'effet bordure et l'interférence entre les unités expérimentales, les placettes ont été placées au point de jonction des diagonales de chaque unité expérimentale. Les récoltes ont été faites chaque deux (2) semaines et à chaque récolte, il a été procédé à la mesure du poids des fruits des plants contenus dans le carré de rendement de toutes les unités expérimentales. Au total quatre (4) mesures ont été réalisées. Aussi, la somme des poids a donné le rendement en kg/m² et, par extrapolation, le rendement à l'hectare. Il faut aussi donner la durée totale de l'expérimentation.

Analyses statistiques

Elles ont porté sur les données en rendement et en poids des fruits observés dans les carrés de rendement. Afin de normaliser les populations et de stabiliser les variances, les valeurs numériques collectées de la variable rendement ont été transformées en valeurs logarithmiques (logarithme népérien). Par ailleurs, les valeurs moyennes de tous les paramètres étudiés ont été calculées. La comparaison des moyennes a été faite par ANOVA pour les valeurs du rendement et celles du poids. Les logiciels utilisés pour faire les analyses statistiques sont Ri386 2.15.3 et Minitab version 18.

En vue de déterminer l'effet des traitements sur l'évolution de la production fruitière des plants d'aubergine en fonction du temps, une régression linéaire a été effectuée entre le rendement et le temps. Afin de valider les différents modèles obtenus en fonction des traitements, il a été d'abord procédé à une vérification de la significativité globale du modèle et des coefficients. Ensuite, les tests de la normalité, de la nullité de la moyenne, de l'homogénéité des variances et de l'autocorrélation des résidus studentisés générés par les deux paramètres ont été réalisés.

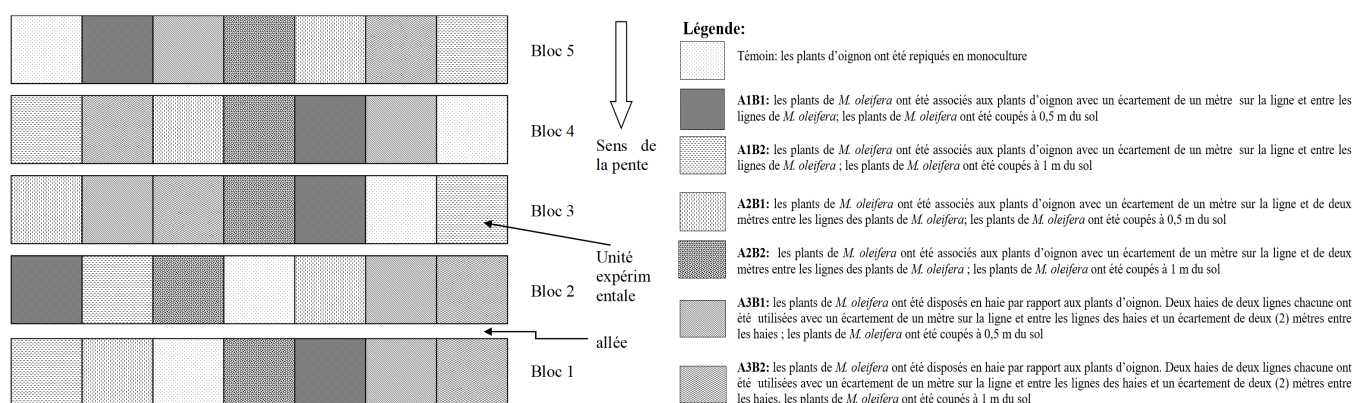


Figure 1: Dispositif expérimental

RÉSULTATS

Effet des traitements sur l'évolution de la productivité de l'aubergine

Les résultats de l'effet des traitements sur l'évolution de la productivité en fruits de l'aubergine est repris dans la figure 2. D'après ces résultats, à la date de la première récolte, seuls les fruits des plants des traitements A2B1, A3B1 et A3B2 étaient parvenus à maturité. A partir de la date de la deuxième récolte, les fruits de plants de tous les traitements ont été à maturité. Les résultats de l'analyse de l'évolution de la production de fruits des plants d'aubergine en fonction des traitements montrent que les courbes des traitements respectifs ont la même tendance.

Par ailleurs, le meilleur rendement est obtenu à la deuxième récolte avec le traitement A2B1 alors que pour les traitements A1B1, A3B1 et A3B2 ce rendement est atteint à la troisième et à la quatrième récolte pour les traitements A1B2, A2B2 et T. Aussi, la production en fruits est croissante pour ces traitements A1B2, A2B2 et T alors qu'elle chute pour les autres après troisième récolte.

Effet des traitements sur la productivité moyenne de l'aubergine

L'effet d'ombrage que les plants de *M. oleifera* pourraient exercer sur les plants d'aubergine a été évalué. Ainsi, le tableau 1 donne les résultats de l'effet des traitements sur le rendement en fruits de l'aubergine.

Il ressort de l'analyse de ces résultats qu'il n'y a pas de différence significative entre les rendements moyens en fruits des plants d'aubergine.

Le rendement moyen est de $19\ 836 \pm 20\ 282$ kg/ha

Effet des traitements sur la corrélation linéaire entre la productivité en fruits de l'aubergine et le temps

La figure 3 donne les résultats de la productivité des plants d'aubergine en fruits en fonction du temps écoulé après le repiquage. Quant au tableau 2, il donne les valeurs des probabilités (p) pour les différents tests de validation des modèles d'ajustement linéaire entre la productivité en fruits de l'aubergine et le temps de prélèvement en fonction des traitements effectués.

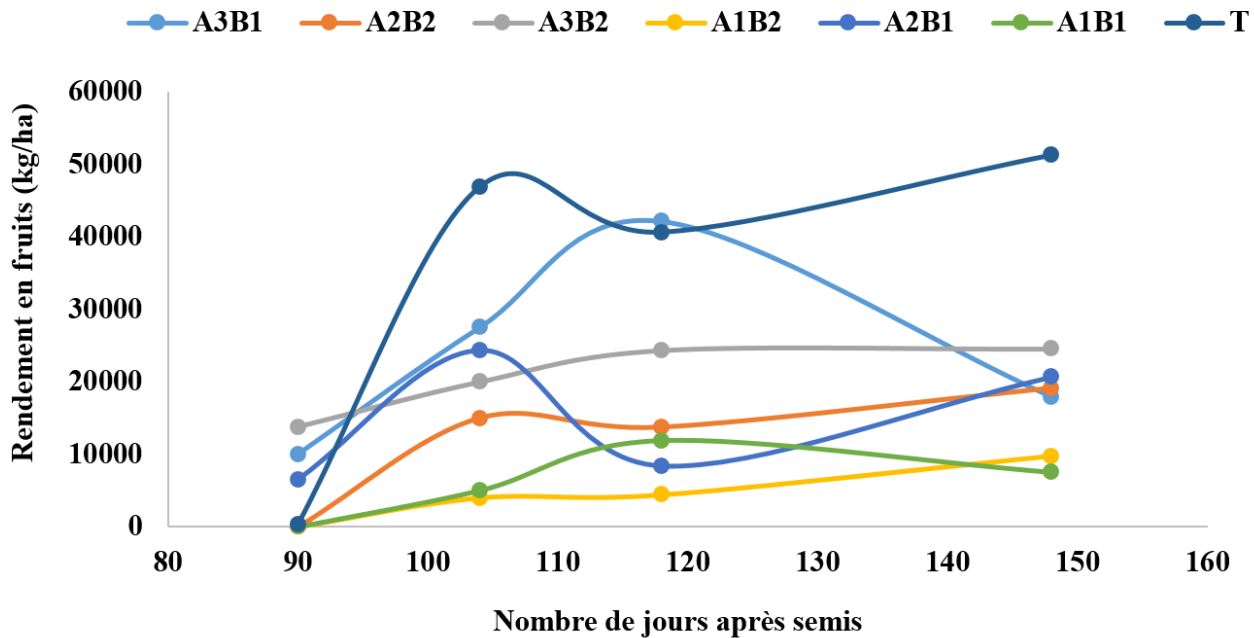


Figure 2: Effet des traitements sur l'évolution de la productivité en fruit de l'aubergine (en kg/ha)

Légende: **A1B1:** les plants de *M. oleifera* ont un écartement de un mètre sur les lignes et entre les lignes de *M. oleifera* et sont coupés à 0,5 m du sol; **A1B2:** les plants de *M. oleifera* ont un écartement de un mètre sur les lignes et entre les lignes de *M. oleifera* et sont coupés à 1 m du sol; **A2B1:** les plants de *M. oleifera* ont un écartement de un mètre sur les lignes et de deux mètres entre les lignes des plants de *M. oleifera* et sont coupés à 0,5m du sol; **A2B2:** les plants de *M. oleifera* ont un écartement de un mètre sur les lignes et de deux mètres entre les lignes des plants de *M. oleifera* et sont coupés à 1m du sol; **A3B1:** les plants de *M. oleifera* sont disposés en haies de deux lignes avec un écartement de un mètre sur les lignes et entre les lignes des haies et un écartement de deux (2) mètres entre les haies et sont coupés à 0,5m du sol; **A3B2:** les plants de *M. oleifera* sont disposés en haies de deux lignes avec un écartement de un mètre sur les lignes et entre les lignes des haies et un écartement de deux (2) mètres entre les haies et sont coupés à 1m du sol; **T:** témoin

Tableau 1: Effet des traitements sur la productivité moyenne, minimale et maximale en fruits de l'aubergine

Traitement	Moyenne (kg/ha)	Minimum	Maximum
A1B1	6093 ± 4957 (8,94) a	5000	11875
A2B1	14984 ± 8865 (9,46) a	6520	24375
A2B2	4541 ± 4002 (8,62) a	4000	9750
A3B1	24375 ± 13828 (9,97) a	10000	42125
A3B2	20677 ± 5078 (9,91) a	13750	24583
T	34781 ± 23348 (9,53) a	375	51250

Les moyennes suivies de la même lettre sur la même colonne ne sont pas statistiquement différentes; les chiffres entre parenthèses sont les moyennes issues des valeurs numériques transformées en valeurs logarithmiques népériennes.

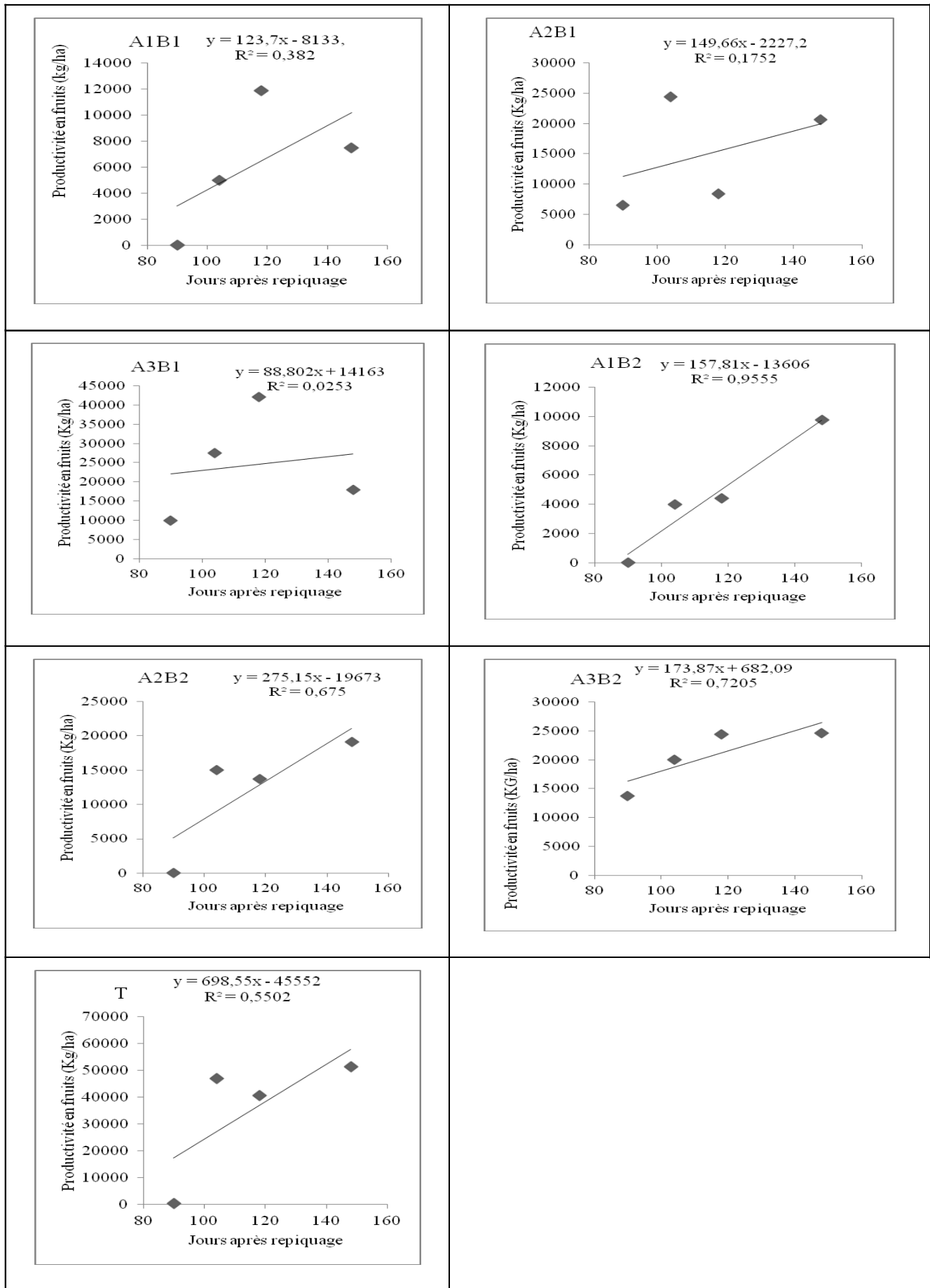


Figure 3: Effet des traitements sur la corrélation linéaire entre la productivité en fruits de l'aubergine et le temps de prélèvement

L'analyse des coefficients de détermination (Figure 3) montre que les modèles A1B2, A2B2, A3B2 et le Témoin sont ceux qui expliquent le mieux la variabilité de la productivité en fruits en fonction du temps avec plus de 50% de l'inertie et l'analyse du tableau 2 fait ressortir que seul le modèle A1B2 est globalement significatif. L'analyse conjointe de ce tableau et de cette figure montre que ce dernier modèle est le seul dont l'équation s'ajuste le mieux au nuage.

DISCUSSION

Les résultats ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents traitements de *M. oleifera* dans la stimulation de la productivité de fruits des plants d'aubergine. Ces résultats corroborent ceux de Miller et Pallardy (2001) qui stipulent que les rares essais concernant la concurrence pour les éléments nutritifs du sol ont eu des effets généralement négligeables, dans la mesure où les exigences nutritives de la culture intercalaire sont comblées par des pratiques de fertilisation appropriées. La présence des plants de *M. oleifera* n'a donc pas eu d'effet significatif sur le rendement en fruits de l'Aubergine. Rabo *et al.* (2020) ont, en effet, abouti à des résultats similaires. Ces auteurs en étudiant l'effet combiné de la disposition et du niveau de coupe des plants de *M. oleifera* sur le rendement en bulbe de l'oignon ont montré que les plants *M. oleifera* n'ont pas d'effet significatif sur le rendement de la culture sous-jacente. Aussi, selon Léger *et al.* (2019), les producteurs maraîchers de France ont estimé que l'agroforesterie ne crée pas de concurrence susceptible d'avoir un impact négatif sur la productivité des cultures.

Par ailleurs, les plants de *M. oleifera* étaient très jeunes quand l'aubergine a été repiquée. Ce qui pourrait justifier le fait que ces plants de *M. oleifera* n'auraient pas pu provoquer une influence significative dans le rendement des cultures intercalaires. Selon Rivest *et al.* (2010), les jeunes arbres feuillus n'occasionnent généralement aux cultures qu'une perte de productivité négligeable, leur effet pouvant même être bénéfique dans certains cas. Cependant, à l'usage, les cultures intercalaires peuvent subir le contrecoup de la concurrence des arbres pour les facteurs tels que la lumière, l'eau et les éléments minéraux du sol. Lin *et al.* (1999) et Clinch *et al.* (2009) ont respectivement montré que l'effet ombrage au lieu de provoquer une diminution, améliorerait les rendements en fétuque élevée et en saule comparativement à la monoculture. En plus, les écartements adoptés, combinés aux prélèvements réguliers des feuilles de *M. oleifera*, joueraient en faveur

d'une pénétration du système par la lumière et éviterait davantage la compétition pour ce facteur limitant. En effet, Rabo *et al.* (2015) ont montré que la combinaison des facteurs disposition et niveau de coupe des jeunes plants de *M. oleifera* n'entamerait pas le rendement en pomme du chou (*Brassica oleracea*, variété oxylus).

Par ailleurs, l'influence des plants de *M. oleifera* sur les paramètres étudiés pouvait s'exercer par effet ombrage. Pourtant ceci n'a pas été le cas compte tenu de la coupe exercée sur les plants. En effet, aussitôt après la coupe, toutes les cultures ont été repiquées et il a fallu une période de deux mois pour que les feuilles de *M. oleifera* se développent bien. Ainsi, cet effet ombrage ne saurait perturber le développement de la culture intercalaire car les feuilles sont régulièrement prélevées laissant ainsi la lumière atteindre la culture sous-jacente.

Cette étude s'est aussi intéressée à la corrélation linéaire entre la productivité en fruits de l'aubergine et le temps de prélèvement. En effet, seuls les traitements où les plants de *M. oleifera* ont été coupés à un mètre du sol d'une part, et le témoin d'autre part, ont montré une corrélation linéaire entre la productivité en fruits de l'aubergine et le temps de prélèvement. On peut ainsi postuler que les traitements où les plants de *M. oleifera* sont coupés à un mètre du sol se comportent vis-à-vis de l'aubergine comme le témoin c'est à dire l'absence totale d'arbre. En effet, la corrélation est toujours positive quel que soit le traitement même si, souvent, elle reste très faible. Ce qui justifierait que plus le temps passe, plus on assiste à une formation importante des fruits de la culture sous-jacente. En d'autres termes, même en présence des plants de *M. oleifera* les fruits de l'aubergine se forment bien et leur formation n'est pas perturbée par la présence l'arbre. Ici, il faut trouver une étude pour conforter tes résultats.

CONCLUSION

L'effet combiné de la disposition et du niveau de coupe des plants de *M. oleifera* sur le rendement en fruits de l'aubergine a été étudié. Mais que cette combinaison des facteurs n'a pas eu d'effet sur les rendements en fruits de la culture. Les résultats ont montré également que pour les traitements A1B2, A2B2, A3B2 et le Témoin la productivité en fruits est bien corrélée au temps et ont fait aussi ressortir que seul le modèle A1B2 est globalement significatif. Il ressort de cette étude que les différentes combinaisons de la disposition et du niveau de coupe des plants de *M. oleifera* n'ont pas une influence significative sur le rendement en fruits de l'aubergine et l'augmentation de la productivité en

Tableau 2: Valeurs de la probabilité (p) pour les différents tests de validation des modèles d'ajustement linéaire entre la productivité en fruits de l'aubergine et le temps de prélèvement en fonction des traitements effectués

Traitement	Significativité	Résidus studentisés			
		Normalité	Nullité de la moyenne	Homogénéité de la variance	Auto corrélation
A1B1	0,38	0,27	1	0,83	0,61
A1B2	0,02	0,16	1	0,30	0,47
A2B1	0,58	0,51	0,03	0,37	0,30
A2B2	0,17	0,93	1	0,15	0,72
A3B1	0,84	0,51	1	0,99	0,40
A3B2	0,15	0,55	1	0,76	0,25
T	0,25	0,89	1	0,16	0,11

fruits de l'aubergine est fonction de la durée dans le temps. Cette étude a ainsi mis en évidence que l'association l'aubergine aux plants de *M. Oleifera* est productive car il n'existe aucun risque de perte considérable de rendement liée à l'association ou aux traitements effectués sur les plants *M. oleifera*. C'est une technique agroforestière à promettre auprès des exploitants agricoles dans leur quête de sécurité alimentaire dans ce contexte de raréfaction des terres cultivables.

RÉFÉRENCES

- Anafe-Raft Sahel, (2006). Manuel d'agroforesterie à l'intention des établissements supérieurs du sahel. Bama-ko-Mali, 70p.
- Balandier, P., (1999). Analyse et modélisation de l'interaction arbre-culture. In: Bois et forêts des agriculteurs - Actes du colloque Clermont-Ferrand, 20 et 21 octobre 1999. In C. Editions. Clermont- Ferrand, INRA/Cemagref/Ministère de l'Agriculture et de la Pêche: 10-12.
- Besse F., (1996). *Moringa oleifera*: L'Arbre du mois. Le Flamboyant. Réseau Arbres Tropicaux, Silva, Nogent-sur-Marne, France, no. 40, Décembre, 1996.
- Baldy, C., Dupraz, C., Schilizzi, S., (1993). Vers de nouvelles agroforesteries en climats tempérés et méditerranéens. I. Aspects agronomiques, *Cahiers Agricultures*, 2: 375- 386.
- Caceres A., (1999). Pharmacological properties of *Moringa oleifera* fiterapia, LXII 5:44-49.
- Clinch R.L., Thevathasan N.V., Gordon A.M., Volk T.A., Sidders D., (2009). Biophysical interactions in a short rotation willow intercropping system in southern Ontario, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 131: 61-69.
- Gbemavo D.S.J.C., Glèlè R. K., Assogbadjo A.E., Katary A. et Gnanglè P., (2010). Effet de l'ombrage du karité sur le rendement capsulaire du coton dans les agroécosystèmes coton-karité du Nord Bénin. *Tropicultura*, 28:193- 199.
- Jason P., (2013). Pepe's Fruit Trees, www.pepesplants.com
- Jose, S., Gillespie, A.R., Pallardy, S.G. (2004). Interspecific interactions in temperate agroforestry. *Agroforestry Systems*, 61: 237-255.
- Edna S., Edson P., Claudiele D. et Maria S., (2018). In-fusão de Berinjela (*Solanum Melongena* L.) Empregada na Redução Dos Níveis de Colesterol , XXII Congresso Brasileiro de Nutrologia, Thieme Revinter Publicações Ltda, vol. 11.
- Edward F. D., Erich H. et Tsenge D., (1993). The Nicotine Content of Common Vegetables. *New England Journal of Medicine*, 329: 437-437.
- Farooq A., Sajid L., Muhammad A. and Anwarul H. G., (2006). *Moringa oleifera*: A Food Plant with Multiple Medicinal Uses. Wiley InterScience 21: 17-25
- Foidl N., Makkar H. S. et Becker K., (2001). Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie, Actes du séminaire sur *Moringa oleifera* du 29 octobre au 2 novembre 2001, Dar es Salaam, Tanzanie. 57p.
- Fuglie L.J., (2002). The Tree of Life, Dakar, Senegal, Western Africa: Church World services, pp 40-60.
- Kwon Y. I., Apostolidis E. et Shetty K., (2008). In vitro studies of eggplant (*Solanum melongena*) phenolics as inhibitors of key enzymes relevant for type 2 diabetes and hypertension, *Bioresource Technology*, 99: 2981-2988.
- Léger F., Morel K., Bellec-Gauche A., Warlop F., (2019). Agroforesterie maraîchère: un choix stratégique pour garantir une durabilité en transition agroécologique. *Innovations Agronomiques*, 71: 259-273.
- Lin, C.H., McGraw, R.L., George, M.F., Garrett, H.E. (1999). Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. *Agroforestry Systems*, 44: 109-119.
- Miller, A.W., Pallardy, S.G. (2001). Resource competition across the tree-crop interface in a maize-silver maple temperate alley cropping stand in Missouri. *Agroforestry Systems*, 53: 247-259.
- Nwanna, E. E., Ibukun, E. O., Oboh, G. (2019). Eggplant (*Solanum* spp) supplemented fruits diet modulated the activities of ectonucleoside triphosphate diphosphohydrolase (ENTPase), monoamine oxidase (MAO), and cholinesterases (AChE/BChE) in the brain of diabetic Wistar male rats. *Journal of food biochemistry*, 43: e12910.
- Nisha P., Abdul Nazar P. et Jayamurthy P., (2009). A comparative study on antioxidant activities of different varieties of *Solanum melongena*. *Food and Chemical Toxicology*, 47: 2640-2644.
- Odee D., (1998). Forest biotechnology research in drylands of Kenya: the development of *Moringa species*. *Dryland Biodiversity*, 2: 7-8.
- Ong, C.K., Corlett, J.E., Singh, R.P., Black, C.R., (1991). Above and below ground interactions in agroforestry systems. *For. Ecol. Manag.*, 45: 45- 57.
- Rabo Y., Laouali A., Moussa B. et Mahamane A., (2015). Effect of the combination of the layout and the cutting level of *Moringa oleifera* plants on the yield in apple of *Brassica oleracea* (cabbage, variety Oxylus). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 4: 800-807.
- Rabo Y., Morou B., Lawali S. And Mahamane A., (2020). Combined effect of *Moringa oleifera* Lam. plant layout and cutting level on onion bulb yield (*Allium cepa* L, Galmi purple variety). *International Journal of Current Research*, 12: 11543 -11548.
- Rachel M., Maryam B., Dorian F. et Amy L., (2014). Comparing Medicinal Uses of Eggplant and Related Solanaceae in China, India, and the Philippines Suggests the Independent Development of Uses, Cultural Diffusion, and Recent Species Substitutions. *Economic Botany*, 68: 137-152.
- Rivest D., Olivier A. et Gordon A. M., (2010). Les systèmes de cultures intercalaires avec arbres feuillus. Jumeler production de bois et production agricole tout en protégeant l'environnement. Université Laval. University of Guelph. 12p.
- Rivest, D., Cogliastro, A., Olivier, A. (2009). Tree-based intercropping systems increase growth and nutrient status of hybrid poplar: a case study from two Northeastern American experiments. *Journal of Environmental Management*, 91: 432-440.

Rivest, D., Cogliastro, A., Vanasse, A., Olivier, A. (2009). Production of soybean associated with different hybrid poplar clones in a tree-based intercropping system in southwestern Québec, Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 131: 51-60.

Roberto L. S., Marta F., Giuseppe M. et Giuseppe L. R., (2010). Thermal Treatment of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Increases the Antioxidant Content and the Inhibitory Effect on Human Neutrophil Burst. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 3371–3379.

Rudyhit I., Peña A., Katerin L. et Torres L., (2019). Actividad cicatrizante del gel a base del extracto hidroalcohólico del fruto de *Solanum melongena* - Berenjena - en ratones albinos, Thèse - Universidad inca garcilaso de la vega., p. 71

Thevathasan, N.V., Gordon, A.M. (1997). Poplar leaf biomass distribution and nitrogen dynamics in a poplar-barley intercropped system in southern Ontario, Canada. *Agrofor. Syst.*, 37: 79-90

Utietiang L. U., Michael A. K. et Tom O. O., (2013). Moringa (*Moringa Oleifera* Lam.) leaves effect on soil pH and garden egg (*Solanum aethiopicum* L.) yield in two Nigeria Agro-ecologies. *European Journal of Agriculture and Forestry Research*, 1: 17-25.

Wiersum, K. F. (1996). Domestication of valuable tree species in agroforestry systems: evolutionary stages from gathering to breeding. Domestication and commercialization of non-timber forest products, 147.

Williams, P.A., Gordon, A.M. (1992). The potential of intercropping as an alternative land use system in temperate North America. *Agroforestry Systems*, 19: 253-263.