

Potentiel du basilic, du sorgho et du maïs comme plantes de service dans la gestion des insectes défoliateurs du Moringa au Niger

[Potential of basil, sorghum and maize as service plants in the management of Moringa defoliating insects in Niger]

Akonde Zinsou François-Xavier¹, Zakari Moussa Ousmane², and Iro Dan Guimbo²

¹Laboratoire de Zoologie agricole, Centre Régional Agrhymet, BP11011 Niamey, Niger

²Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In Niger, moringa leaf production keeps market gardeners busy in most urban and peri-urban areas. The economic importance of moringa is well established, given the area planted, its virtues and its contribution to nutritional security and poverty reduction. However, in recent years, moringa productivity has fallen considerably due to the almost constant pressure of defoliating insects. Faced with this situation, growers are using unregistered chemicals of dubious origin, often hazardous to human health and the environment. This study aims to find alternative methods to chemical control, in particular by promoting agroecological management. The study was conducted in a Fisher block design with four (4) replications and four (4) treatments, where the potential of basil, sorghum and maize in the management of moringa defoliating insects was tested. Insect abundances and diversity indices were calculated and compared between treatments. Defoliation levels were determined by treatment. Analysis of the results showed that basil and sorghum reduced insect abundance by 7% and 5% respectively, and increased insect diversity by 8% and 13% respectively with the presence of natural enemies in the plots. Similarly, the results revealed the potential of basil and sorghum to very significantly ($Pr = 0.0015$) reduce defoliation by 36% and 34% respectively in moringa plots. Sorghum and basil may be better candidates for inclusion in the agroecological management of moringa defoliating insects.

KEYWORDS: Moringa, basil, sorghum, maize, management, defoliator, Niger.

RESUME: Au Niger, la production de moringa feuille est une activité qui occupe les maraîchers dans la plupart des zones urbaines et péri-urbaines. L'importance économique du moringa n'est plus à démontrer eu égard aux superficies emblavées, à ses vertus, sa contribution à la sécurité nutritionnelle ainsi qu'à la lutte contre la pauvreté. Ces dernières années il a été constaté une baisse considérable de la productivité du moringa liée à la pression quasi permanente des insectes défoliateurs. Face à cette situation, les producteurs utilisent des produits chimiques d'origine douteuse non homologuée le plus souvent dangereux pour la santé humaine et l'environnement. La présente étude vise des méthodes alternatives à la lutte chimique notamment la promotion de la gestion agroécologique. L'étude a été conduite dans un dispositif en blocs de Fisher avec quatre (4) répétitions et quatre (4) traitements où le potentiel du basilic, du sorgho et du maïs dans la gestion des insectes défoliateurs du moringa a été testé. Les abondances et les indices de diversité des insectes ont été calculés et comparés entre les traitements. Les niveaux de défoliation ont été déterminés selon les traitements. L'analyse des résultats obtenus ont montré que le basilic et le sorgho ont permis de réduire l'abondance des insectes respectivement de 7% et 5% et accroître leur diversité respectivement de 8% et 13% avec la présence des ennemis naturels dans les parcelles. De même, les résultats ont révélé le potentiel du basilic et du sorgho à réduire très significativement ($Pr = 0,0015$) la défoliation respectivement de 36% et 34% dans les parcelles du moringa. Le sorgho et le basilic peuvent être des meilleurs candidats à intégrer dans la gestion agroécologique des insectes défoliateurs du moringa.

MOTS-CLEFS: Moringa, basilic, sorgho, maïs, gestion, défoliateur, Niger.

1 INTRODUCTION

Moringa oleifera Lam., 1785 est une espèce originaire des régions d'Agra et d'Oudh, au Nord-Est de l'Inde, cultivée aujourd'hui dans toutes les régions tropicales et subtropicales du monde [1] et reconnu comme un excellent complément alimentaire [2]. En dehors de ses vertus thérapeutiques, le moringa est hautement nutritif et une importante source de revenus. Dans le sahel, il constitue une filière prometteuse d'avenir où les demandes sur les marchés sahéliens ne sont pas comblées par la seule production nationale et on assiste encore à des importations de moringa feuilles. Il offre dans la sous-région des opportunités pour l'autonomisation socioéconomique et intéresse de plus en plus un nombre grandissant de producteurs qui s'orientent vers sa production. Au Niger, il est cultivé pour ses feuilles consommées sous différentes formes par environ 60 % de nigériens chaque jour. Il est produit en culture classique et sous irrigation dans les sites maraichers en pur ou en association avec les cultures maraichères. Cultivé dans toutes les régions sur 8072 ha au total, la chaîne de valeur mobilise près de 42000 emplois en plein temps /an. Elle représente un PIB de 84,6 milliards / an. La plante de moringa, jadis négligée, est désormais considérée comme une nouvelle ressource alimentaire et économique [3].

Cependant, les plantations de moringa au sahel sont sujettes non seulement aux aléas pédoclimatiques mais surtout aux attaques des bioagresseurs. Les rendements en biomasse foliaire sont insuffisants en quantité et en qualité et ne permettent pas de satisfaire les besoins du marché [4]. En effet, la mauvaise répartition et l'irrégularité des pluies, les longues périodes sèches et chaudes, la dégradation croissante des terres constituent tant d'obstacles au développement de la filière moringa dans le sahel en général et au Niger en particulier [5]. Lors de l'étude portée sur la perception paysanne des risques agro-climatique de l'agriculture au Niger, il a été prouvé que les impacts immédiats de la forte variabilité intra et interannuelle sont les pertes de semis et de récoltes et le développement des ravageurs de cultures [6]. A cela, s'ajoutent les problèmes récurrents des bioagresseurs qui interfèrent à la croissance de la plante et réduisent voire anéantissent sa production. Les travaux de [4] ont révélé une dominance de *Noorda blitealis* et de *Zonocerus variegatus* comme principaux défoliateurs dans les champs de Moringa. [7] ont identifié trois espèces de lépidoptère (*Euproctis pasteopa*, *Noorda blitealis*, *Scoliopteryx libatrix*) lors de l'étude d'inventaire des ravageurs défoliateurs du moringa. Le taux de défoliation occasionné par ces insectes, était estimé par ces mêmes auteurs à plus 50%. Les dégâts causés par *Noorda blitealis* dans les champs de moringa ont été plus sévères en saison sèche qu'en saison des pluies [8]. Au cours de ses travaux de recherche sur la production du moringa, [9] a recensé les chenilles, les sauterelles et les termites comme les ravageurs majeurs de la plante. En effet, ces nuisibles mangent des parties de la plante, entraînant la destruction de feuilles, bourgeons, fleurs, fruits ou graines ainsi que l'interruption du flux de la sève. Les dégâts parfois spectaculaires, anéantissent les efforts des producteurs et constituent un frein pour l'essor de la filière.

Pour contrer ces ravageurs, les producteurs font recours à des méthodes chimiques et utilisent des pesticides de synthèse peut-être à large spectre et plus efficaces mais certainement nocifs à l'homme et à son environnement. Il a été démontré que la population rurale du Québec a été contaminée par les pesticides employés en agriculture, après consommation des produits agricoles [10]. [11] a démontré l'énorme risque environnemental et sanitaire que représente l'emploi des pesticides dans les jardins potagers. Ce risque d'intoxication et de pollution serait encore plus avéré avec la consommation des légumes frais comme les feuilles de moringa ayant reçu ces pesticides. Au Niger, les récentes études ont révélé l'emploi anarchique des pesticides en agriculture suivi des cas d'intoxications. [12] ont montré que 68 formulations de synthèse dont la plupart non homologuées ou interdites, sont utilisées sans aucune protection individuelle sur cinq (05) sites maraichers au Niger. L'emploi répété des pesticides de synthèse dans les plantations de moringa pourrait contribuer au développement de la résistance des insectes à ces molécules. [13] ont prouvé au Bénin et au Togo que les populations de *Plutella xylostella* et d'autres lépidoptères ont développée de résistance aux pyréthrinoides, organochlorés et organophosphorés. De même, une résistance élevée aux nombreuses classes chimiques de pesticides a été notifiée chez *Bemisia tabaci* en Afrique de l'Ouest [14]. Les pesticides ont également des effets néfastes sur la population des organismes utiles pour la protection des cultures. Il a été rapporté que les pesticides contenant du sulfoxaflor entraînent des pertes populationnelles chez les abeilles [15]. Selon [16], un autre gros problème que pose l'emploi des pesticides de synthèse est la gestion des emballages vides après usages et des pesticides obsolètes.

A l'issue de ces constats fâcheux liés à l'emploi des produits chimiques en agriculture, la FAO a instauré des directives qui orientent l'élaboration des politiques de gestion des ravageurs en associant la production agricole durable à la protection de l'environnement, à la santé humaine et à la sécurité sanitaire des aliments [17]. La gestion agroécologique des bioagresseurs est perçue de plus en plus comme une alternative à promouvoir pour une préservation durable des systèmes de production agricole [18]. Ainsi, la présente étude a essayé le potentiel du basilic, du sorgho et du maïs dans la gestion des insectes défoliateurs du moringa au Niger.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

L'essai a été conduit sur le site expérimental du Centre Régional Agrhymet de Niamey au Niger (Figure 1).

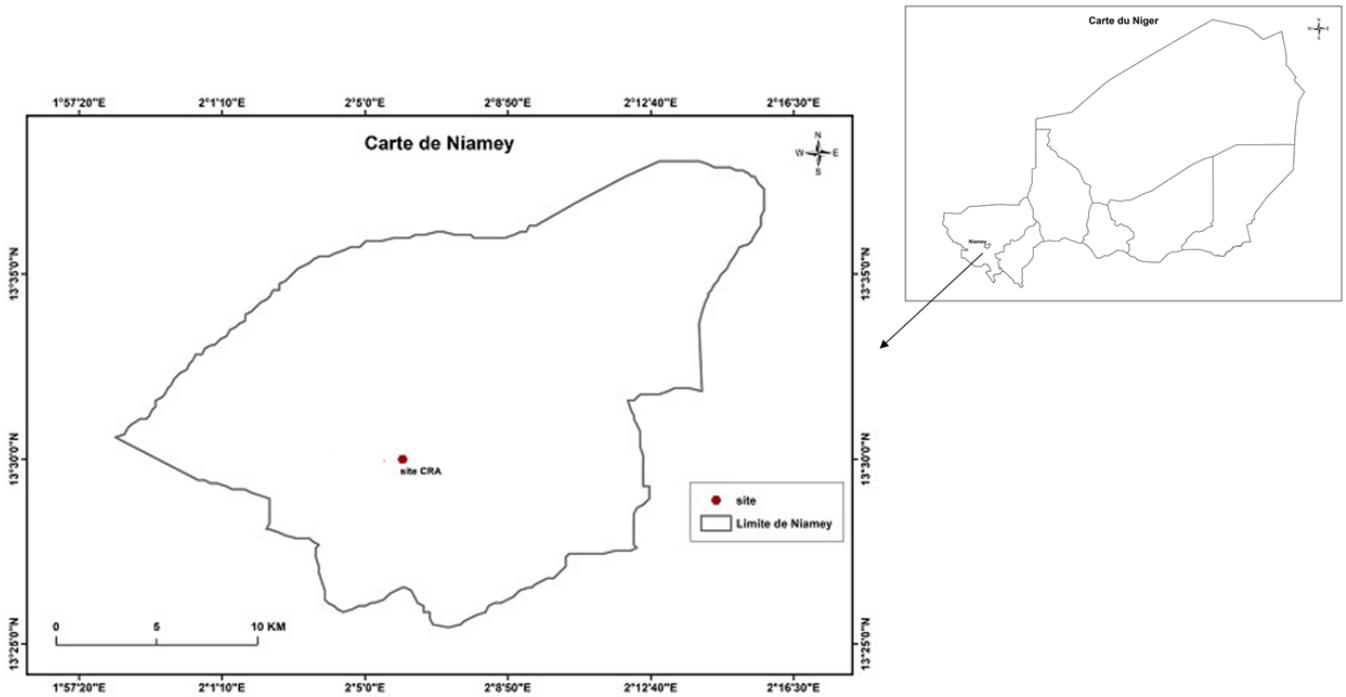


Fig. 1. Localisation du site expérimental

2.2 MATÉRIEL

2.2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal ayant servi à la conduite de l'essai est constitué, du moringa, du sorgho, du maïs et du basilic:

✓ Moringa oleifera

La variété PKM1 (Periyakalum-1) choisie, a une croissance rapide et la première récolte a lieu environ 6 mois après l'installation de la culture. C'est une variété qui s'adapte mieux aux conditions africaines avec des rendements plus élevés que ceux de variété locale. Selon [19] PKM1 est sensible aux maladies et aux insectes.

✓ *Sorghum bicolor* (L.) Moench, 1794

Le choix est porté sur la variété de sorgho Sepon-82 de couleur blanc-crème et de panicule compact dont le poids de 1000 graines varie entre 12 et 20 grammes. C'est une variété dont la récolte intervient 90 jours après le semis. Elle a un rendement de 2 à 2,5 t/ha [20].

✓ *Zea mays* L., 1753

La variété de maïs P3 Kollo affectionne les sols de vallée et le sol dunaire riche en matière organique où il produit 5 à 7 tonnes de grains par ha au bout de 84-88 jours. La P3 Kollo possède un épi long avec des graines aplaties de couleur jaune vive.

✓ *Ocimum basilicum*

L'espèce choisie est une herbacée terrestre pérenne dont la taille atteindre 2 mètres de haut. Elle possède des feuilles simples, opposées, à limbe ovale, grossièrement dentelé, à base atténuée et décurrente.

Dans le cadre de cet essai le maïs, le sorgho et le basilic sont considérés comme plantes de services et le moringa comme culture principale

2.2.2 MATÉRIEL ANIMAL

Le matériel animal est constitué des insectes inventoriés sur le matériel végétal. Ils ont été capturés directement sur les plantes et indirectement par le piégeage. Ils sont composés de neuf (9) ordres d'insectes nuisibles et utiles.

2.3 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif expérimental d'une superficie de 2400 m² a été installé (figure2). Il s'agit d'un dispositif de bloc aléatoire complet composé de quatre traitements et quatre répétitions. Les blocs sont séparés d'une allée de 6 m et les parcelles élémentaires d'une superficie de 60 m² d'une allée de 3 m.

Les traitements sont:

- T0 = parcelle témoin avec culture de moringa pure
- T1= parcelle de moringa avec plants de basilic en intercalaires
- T2 = parcelle de moringa avec maïs en bordure
- T3 = parcelle de moringa avec sorgho en bordure

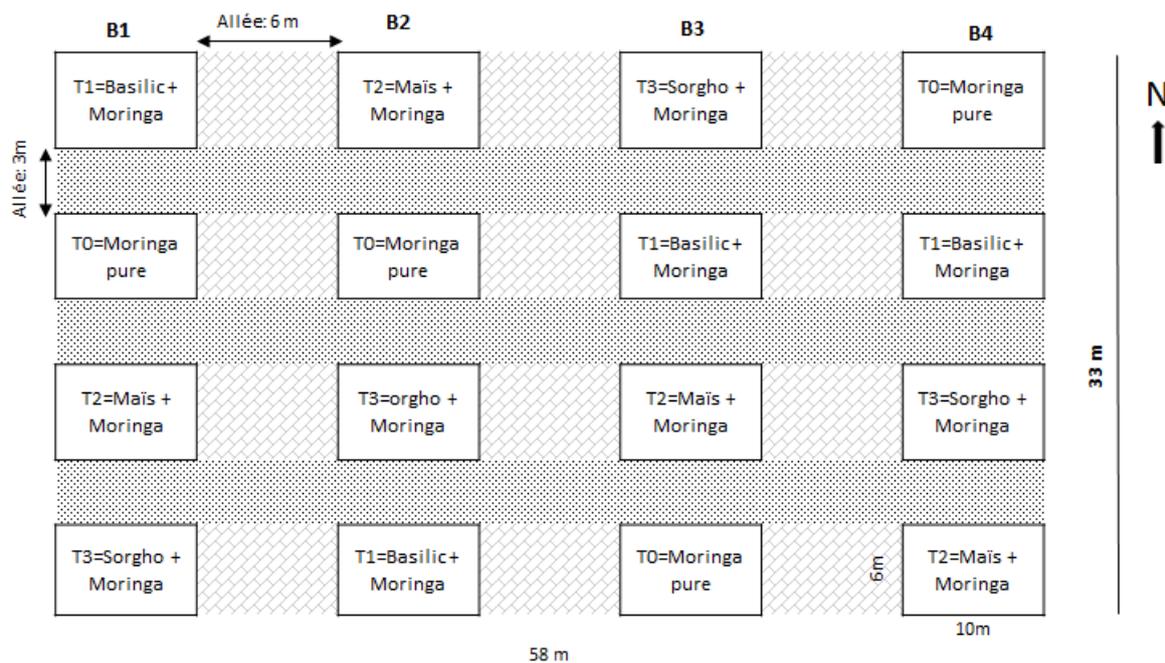


Fig. 2. Schéma du dispositif expérimental

2.4 MÉTHODOLOGIE

2.4.1 INSTALLATION DE L'ESSAI

A l'aide d'un motoculteur, le labour a été fait à une profondeur de 30 cm. Il s'en est suivi de l'apport de la bouse de vache (matière organique) en fumure de fond à raison de 30 kg par parcelle. Dix jours avant la transplantation des plants de moringa, les plantes de services ont été mises en place. Le maïs et le sorgho ont été semés à 2 graines par poquet en bande de deux lignes sur les deux longueurs de chaque parcelle élémentaire concernée. L'écartement entre les deux lignes de la bande est de 30 cm et entre les poquets 50 cm. Les plants de basilic de 45 jours d'âge ont été transplantés de sorte qu'ils soient en intercalaire aux plants de moringa. En laissant 1 m de bordure sur la largeur, trois lignes de basilic séparées de 2 m, ont été mises en place dans chaque parcelle élémentaire concernée. Les poquets de basilic réalisés sur la longueur des parcelles ont été espacés de 1 m. Les plants de moringa de six semaines d'âge ont été transplantés dans toutes les parcelles en respectant les écartements de 2 m x 2 m. Dans les parcelles témoins et des traitements T1, il a été repiqué 24 plants de moringa sur 4 lignes de 6 poquets par parcelle. Par contre, dans les parcelles de traitements T2 et T3, il a été respecté un espacement de 1 m entre les plants de bordure et ceux de moringa, ce qui a abouti à 3 lignes de 6 poquets soit 18 plants par parcelle. Les entretiens ont été le sarclo-binage tous les 21 jours, l'apport d'engrais de couverture avec de l'Urée à la micro-dose de 5 g par poquet 35 jours après semis.

2.4.2 COLLECTE DES DONNÉES

Les données collectées ont porté pour l'essentiel sur la population des insectes et les niveaux de dégâts (défoliation). Les données ont été collectées à une fréquence de sept (7) jours et durant cinq semaines.

2.4.2.1 PIÉGEAGE ET CAPTURE DES INSECTES

Pour apprécier la population et la composition des insectes dans chaque traitement, les pièges jaunes à eau ont été installés dans toutes les parcelles. Le piège jaune à eau est une méthode passive non sélective de capture des insectes. Il est basé sur le principe d'attraction par la couleur et le maintien des insectes par l'eau contenant un conservant. Au milieu de chaque parcelle, un piège a été installé et a permis de capturer les insectes au bout d'une semaine avant la collecte et le renouvellement de son contenu. Les insectes capturés ont été collectés par parcelle à l'aide d'une pince, d'un micro-passoire, d'un tissu tamis et transmis dans un tube contenant de l'alcool 70%. Sur chaque tube, il a été inscrit la date, la répétition et le traitement en indiquant une et une seule parcelle.

2.4.2.2 DÉNOMBREMENT ET IDENTIFICATION DES INSECTES

A l'aide de la loupe binoculaire, des pinces, des aiguilles entomologiques, des verreries et de la règle millimétrée au laboratoire de la zoologie agricole de l'AGRHYMET, les insectes collectés ont été manipulés, observés, dénombrés et identifiés par traitement. Grâce à la clé d'identification des insectes sur les plantes en Afrique tropicale, les insectes capturés ont été identifiés jusqu'au taxon famille. L'approche utilisée est basée sur l'observation des traits morphométriques des insectes au grossissement 40x du binoculaire Plan 1X Wild Heerbrugg et leur comparaison aux données du descripteur (clé) utilisé.

2.4.2.3 OBSERVATION DIRECTE DES PLANTS AU CHAMP

Elle a permis d'évaluer les niveaux de défoliation des plantes de moringa et voir s'il y a la présence éventuelle des larves défoliatrices qu'on pourrait échantillonner et identifier. Pour ce faire, 30% des plants de moringa dans chaque parcelle ont été évalués tout en laissant les plants de bordures. Dans les parcelles abritant les traitements T1 et T0, il a été fait un choix systématique aléatoire de 8 plantes et dans celles abritant T2 et T3 un choix de 6 plantes par parcelle de la même manière (figure 3). Une fois les plantes choisies, elles ont servi à évaluer la défoliation durant tout l'essai.

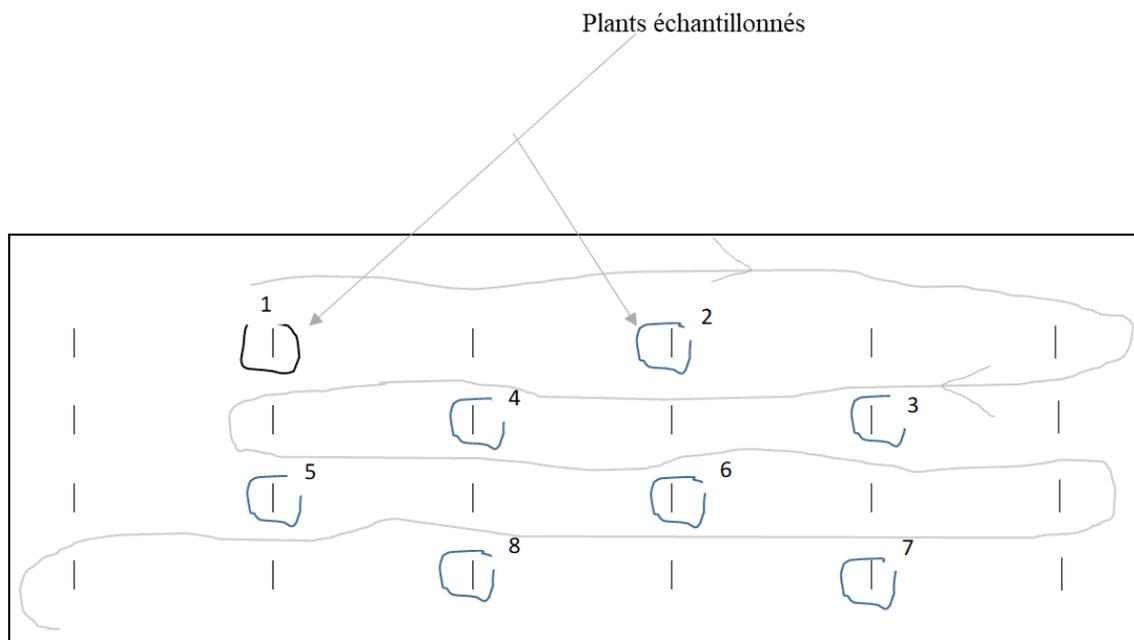


Fig. 3. Schéma d'échantillonnage systématique aléatoire dans une parcelle de traitement T0

Au champ, pour attribuer un score de défoliation aux plantes échantillonnées, l'échelle de notation suivante a été utilisée.

- 1 = 0 % de tissus végétaux consommés (pas d'attaque);
- 2 = 1 % à 15 % de tissus consommés (faible attaque);
- 3 = 16 % à 40 % de tissus consommés (attaque moyenne);
- 4 = 41 % à 80 % de tissus consommés (attaque importante);
- 5 = 81 % à 100 % de tissus consommés, ou le plant mort (attaque extrême).

2.4.3 PARAMÈTRES CALCULÉS

- Abondance (A) et Indice de la diversité (Id)

L'abondance (A) et l'indice de la diversité (Id) des insectes ont été calculés en adaptant la formule de [21]

$$A = \frac{ni \cdot 100}{\sum ni}, ni = \text{nombre moyen d'insectes dans chaque traitement},$$

$$Id = \frac{nf}{ni}, nf = \text{nombre de familles d'insectes par traitement}, ni = \text{nombre moyen d'insectes par traitement}$$

- Niveau moyen de défoliation

La sévérité moyenne (niveau moyen) de dégâts (Nmd) a été calculée par parcelle selon la formule:

$$Nmd = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i * Y_i)}{\sum_{i=1}^n X_i}$$

i = numéro du plant infesté (1, 2, 3, 4, 5, ... n)

x_i = échelle attribuée au plant (1, 2, 3, 4, 5),

y_i = pourcentage moyen de dégâts correspondant (0%, 7.5%, 27.5%, 60%, 90%)

Les niveaux moyens de dégâts ont permis de reproduire graphiquement les aires sous la courbe de progression de défoliation dans les traitements.

2.5 ANALYSES DES DONNÉES

Les données collectées ont été traitées sur Fxcel 2013 qui a servi également au calcul de l'abondance et de l'indice de diversité des insectes. Les niveaux moyens de défoliation ont été soumis à l'analyse de variance grâce au logiciel R. La comparaison des moyennes et le classement des traitements ont été faits par le même logiciel.

3 RÉSULTATS

3.1 POPULATION DES INSECTES CAPTURÉS

Les pièges installés ont permis la capture de 2467 insectes pour la période allant du 09 août au 7 octobre 2023. Le plus grand nombre d'insectes (697) a été piégé au niveau du traitement T0 (témoin) et le plus petit nombre (550) au niveau du traitement T1. La figure 4 indique l'abondance sous forme de la proportion d'insectes obtenue dans chaque traitement.

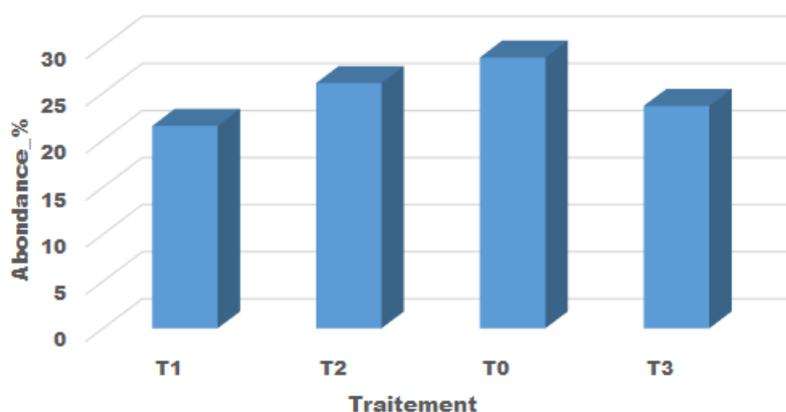


Fig. 4. Abondance des insectes selon le traitement

3.2 DIVERSITÉ DES INSECTES CAPTURÉS

L'identification des insectes a permis le dénombrement de vingt-deux (22) familles d'insectes dont six (6) familles utiles. La répartition des familles d'insectes obtenus par traitement est consignée dans le tableau 2:

Tableau 1. Nombre et composition des familles d'insectes capturés dans chaque traitement

Traitement	Ordre	Famille	Nombre de familles	Nombre de familles utiles
sorgho + moringa T3	Lépidoptère	Crambidae	13	4
	Hyménoptère	Formicidae		
		Apoïdae / Apidae*		
	Hémiptère	Aphididae		
	Hétéroptère	Pyrrhocoridae		
	Homoptère	Cicadellidae		
	Araneae	Arachnidae		
	Coléoptère	Coccinellidae*		
		Pyrochroïdae*		
		Melyridae /Malachiinae*		
Orthoptère	Pyrgomorphidae			
	Acrididae /Gomphocerinae			
	Acrididae /Oedipodinae			
Basilic + moringa T1	Lépidoptère	Crambidae	11	4
	Homoptère	Cicadellidae		
	Orthoptère	Pyrgomorphidae		
		Acrididae / Gomphocerinae		
	Hyménoptère	Apoïdae / Apidae*		
		Formicidae		
	Diptère	Bibionidae*		
		Dolichopodidae*		
Coléoptère	Chrysomelidae			
	Pyrochroïdae*			
Hétéroptère	Miridae			
Maïs + moringa T2	Lépidoptère	Crambidae	12	2
	Hyménoptère	Apoïdae / Apidae*		
		Formicidae		
	Diptère	Anthomyiidae		
	Hémiptère	Aphididae		
	Orthoptère	Pyrgomorphidae		
		Acrididae /Gomphocerinae		
	Homoptère	Cicadellidae		
	Coléoptère	Chrysomelidae		
		Coccinellidae*		
Hétéroptère	Pentatomidae			
Araneae	Arachnidae			
Moringa pure T0	Lépidoptère	Crambidae	9	1
	Orthoptère	Pyrgomorphidae		
		Acrididae / Gomphocerinae		
	Hyménoptère	Formicidae		
	Homoptère	cicadellidae		
	Hémiptère	Aphididae		
	Araneae	Arachnidae		
Coléoptère	Chrysomelidae			
	Coccinellidae*			

* = Organisme utile (prédateur, parasite, parasitoïde, pollinisateur, etc.)

Le plus petit nombre de familles d'insectes a été obtenu dans la culture pure de moringa (T0) avec une seule famille d'insectes utiles. Les grands nombres de familles d'insectes utiles (Coccinellidae, Pyrochroïdae, Malachiinae, Apidae) ont été trouvés dans les parcelles de traitements T1 et T3.

Le calcul d'indice de diversité des familles d'insectes dans chaque traitement a révélé le plus grand indice de diversité de familles (0,30) dans le traitement T3. Par contre le plus petit indice de diversité (0,17) est obtenu dans le traitement T0 (figure 5).

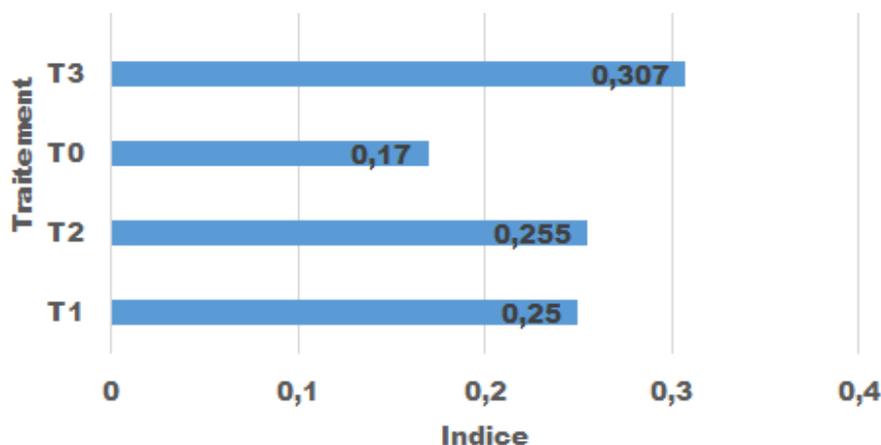


Fig. 5. Diversité de familles d'insectes selon les traitements

Comparativement au témoin T0, la diversité des familles d'insectes est accrue de 8% dans les traitements T1 et T2 et de 13% dans le traitement T3.

3.3 NIVEAU DE DEFOLIATION DU MORINGA SELON LES TRAITEMENTS

Le pourcentage moyen de défoliation le plus élevé a été obtenu dans les traitements T0 (parcelles de moringa pure).

3.3.1 EFFETS DES TRAITEMENTS SUR LA DEFOLIATION DU MORINGA

Le résultat d'analyse de variance des valeurs moyennes a révélé une différence d'effets très significative (Pr = 0.00155) entre les traitements (tableau 3). Les traitements ont eu un effet significatif sur la défoliation des plantes de moringa.

Tableau 2. Résultat d'analyse de variance

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Traitement	3	0.8604	0.28679	6.27	0.00155**
Residuals	36	1.6466	0.04574		

Codes de significativité: '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05

3.3.2 COMPARAISON DES TRAITEMENTS T1, T2 ET T3 AU TEMOIN T0

Le résultat d'analyse des données de défoliation a montré que les traitements T1, T2 et T3 ont été significativement différents du traitement témoin T0 (tableau 5). Ils ont permis de réduire significativement la défoliation des plants de moringa.

Tableau 3. Résultat du test de Dunnett

	Estimate	Std-Error	T value	Pr (> t)
T1 – T0	-19.478	4.91	-3.983	< 0.001***
T2 – T0	-14.554	4.91	-2.976	0.0144*
T3 – T0	-19.635	4.91	-4.015	< 0.001***

3.3.3 COMPARAISON DEUX À DEUX D'EFFETS DES TRAITEMENTS

Le résultat d'analyse des pourcentages moyens de défoliation a montré que les traitements T3 et T1 ont eu des effets similaires sans différence significative. Par contre T2 a eu un effet intermédiaire aux T1 et T3 (figure 6).

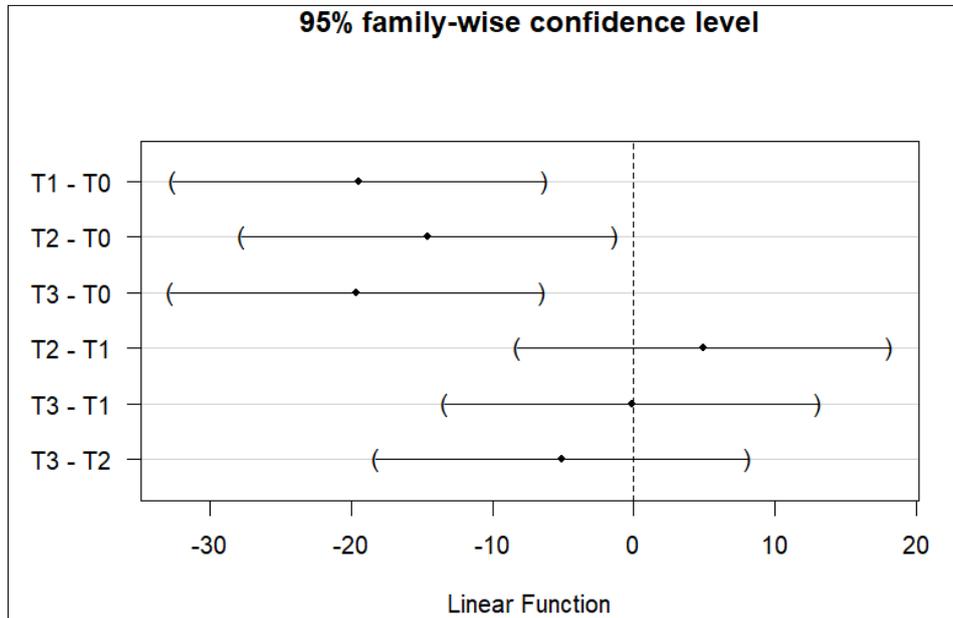


Fig. 6. Comparaison des effets de traitements entre eux pour la défoliation

Les segments ne touchant pas la projection verticale de zéro (0.0) indique une différence significative au seuil de risque $\alpha = 5\%$.

Le classement des moyennes a révélé trois groupes de traitements. Le groupe b, comportant les traitements T1 et T3 qui ont un effet significatif. Le groupe ab comportant T2 qui a un effet intermédiaire et le groupe a qui est le témoin (figure 8).



Fig. 7. Séparation des traitements par groupe d'effets sur la défoliation du moringa

Les niveaux moyens de défoliation (dans chaque traitement) portant la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil de 5%.

3.3.4 EVOLUTION DANS LE TEMPS DES NIVEAUX DE DEFOLIATION DANS LES TRAITEMENTS

Durant la période de l'essai, les courbes de progression de défoliation ont présenté les mêmes allures pour les traitements (figure 8). N'empêche, les aires sous ces courbes ont révélé la plus grande surface défoliée dans le traitement T0 et la plus faible surface défoliée dans le traitement T1.

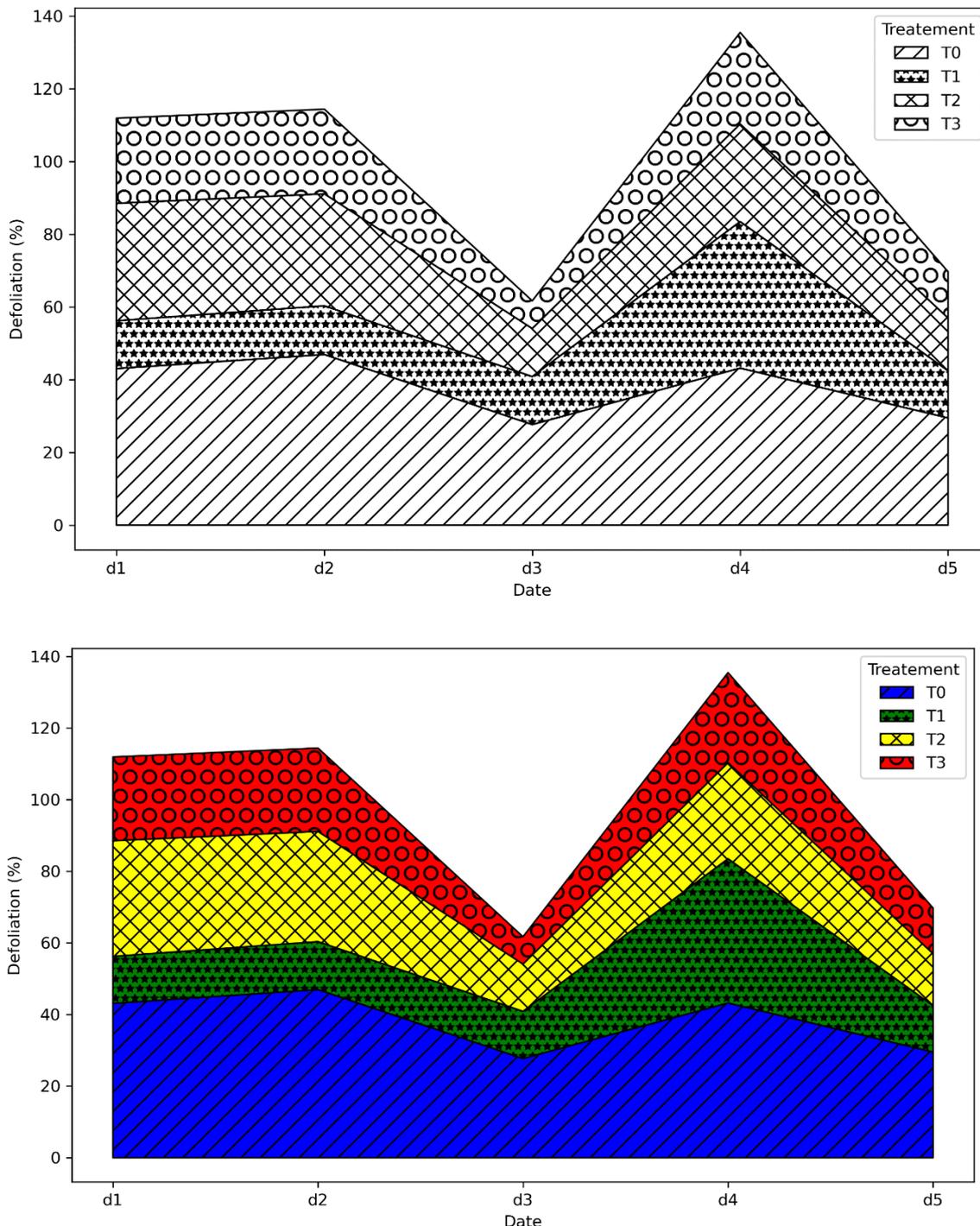


Fig. 8. Les aires sous les courbes de défoliation par traitement durant la période d'observation

4 DISCUSSION

4.1 EFFET DES PLANTES DE SERVICE SUR LA POPULATION ET LA DIVERSITE DES INSECTES

Les résultats de dénombrement des insectes capturés (cf tableau 1) ont montré que les plantes testées ont une influence sur la population des insectes. Elles ont permis de réduire l'abondance des insectes de 7% dans le traitement T1 (basilic + moringa) et de 5% dans le traitement T3 (sorgho + moringa) (figure 4). Le nombre et la composition des familles recensées ont varié d'un traitement à l'autre. Les parcelles ayant reçu l'association de plantes de service au moringa ont abrité les plus grands nombres de familles d'insectes (tableau 2). De même, les nombres les plus élevés de familles d'insectes utiles ont été obtenus dans les traitements T1 (basilic + moringa) et le traitement T3 (sorgho + moringa). Le même constat est fait pour les valeurs d'indice de la diversité où les résultats obtenus ont indiqué les plus grandes diversités d'insectes dans les traitements T1 (basilic + moringa), T2 (maïs + moringa) et T3 (sorgho + moringa). Ces plantes associées au moringa ont permis d'accroître la diversité des familles d'insectes de 8% dans les traitements T1 et T2 et de 13% dans le traitement T3 (figure 5).

Les résultats obtenus au cours de la présente étude, confirment notre première hypothèse et montrent que les plantes de services testés notamment le basilic et le sorgho ont eu un effet bénéfique dans la protection de la culture du moringa contre les insectes ravageurs des feuilles. Elles ont permis de réduire la population des ravageurs de moringa et favoriser la présence des ennemis naturels. Ce constat est plus perceptible dans les parcelles T1 (basilic + moringa) et T3 (sorgho + moringa) qui ont présenté peu de population d'insectes avec une forte proportion d'ennemis naturel et une grande diversité des familles. Le basilic, plante aromatique utilisée en intercalaire, elle aurait eu un effet répulsif sur les ravageurs notamment *Noorda blitealis* (défoliateur principal) de moringa tandis que le sorgho en bordure aurait servi d'écran (barrière) en empêchant les ravageurs d'être en contact direct avec les plants de moringa. Les plantes de services testées ont probablement de par leur position dans les parcelles, dû émettre des odeurs tout en détournant ou en désorientant les insectes ravageurs de moringa, qui n'ont pu détecter à travers leur système olfactif la présence des plantes de moringa. Les résultats de la présente étude corroborent ceux obtenus par certains chercheurs. Les travaux de A l'issu de l'étude sur les services écosystémiques de diverses plantes, [22] ont conclu que le basilic (*Ocimum basilicum*) utilisé couramment dans l'alimentation et à but médicinal, a également la vertu de repousser les insectes ravageurs des cultures et attirer divers ennemis naturels. En décalant la date de semis du basilic à celle des cultures légumières, on peut augmenter la population des ennemis naturels dans la zone des cultures avant même l'installation des ravageurs, ont-ils ajouté. De même, les résultats très prometteurs identiques à ceux de la présente étude, ont été trouvés lors de l'évaluation de l'impact de la plante aromatique basilic associé à la tomate sur les ravageurs et le développement de la tomate à Haïti [23]. Le basilic peut être donc utilisé au Niger dans la gestion agroécologie de la population des ravageurs défoliateurs de moringa.

Le basilic (*Ocimum basilicum*) est un légume feuille aromatique bien consommé en Afrique de l'Ouest pour ces valeurs nutritives et médicinales. Associer basilic à la culture de moringa (*Moringa oleifera*), pour la gestion des insectes défoliateurs de ce dernier, revêt de multiples intérêts alimentaires, économiques mais surtout agroécologiques. Cette originalité scientifique au sahel en général et au Niger en particulier, permettrait de répondre efficacement aux questions relatives à l'utilisation anarchique des pesticides sur le moringa, aux risques d'intoxications humaines, de la pollution des sols et des eaux, du développement de résistance des nuisibles, d'extinction des espèces mêmes utiles et de déséquilibre écologique. De plus, cette expérience conduite en conditions naturelles classiques est fort reproductible au niveau paysan sans grandes difficultés.

Les plantes installées en bordure de moringa notamment le sorgho (*sorghum bicolor*) ont significativement réduit la population d'insectes ravageurs sur les plantes du moringa par le principe de barrière spatiale ou stimulo-dissuasif mais ont également attiré les ennemis naturels (surtout en floraison) qui ont probablement régulé la dynamique des ravageurs. Ce résultat confirme la conclusion des chercheurs [24] qui ont rapporté que la séparation spatiale des plantes hôtes et non hôtes limite la diffusion des ravageurs, en cultures associées les plantes cultivées sont moins visibles et moins exposées qu'en cultures pures. Ces chercheurs ont ainsi essayé avec succès le sorgho en bordure du gombo contre la chenille carpophage (*Helicoverpa armigera*).

4.2 EFFETS DES PLANTES DE SERVICES SUR LES NIVEAUX DE DEFOLIATION

Le résultat d'analyse des données de défoliation a révélé une différence très significative ($Pr = 0.00155$) d'effets des traitements (tableau 4). En effet, les traitements T1 (basilic + moringa) et T3 (sorgho + moringa) ont diminué très significativement la défoliation du moringa par rapport au témoin. Le basilic en intercalaire et le sorgho en bordure ont permis de réduire respectivement de 36 % et 34% la défoliation et ce malgré la présence de *Noorda blitealis*, défoliateur principal du moringa, observé directement sur les feuilles de moringa dans toutes les parcelles.

Ces résultats qui confirment notre deuxième hypothèse de départ sont similaires à ceux obtenus par certains auteurs. A Belezma, les mêmes résultats ont été obtenus lors de l'essai du basilic contre la défoliation des essences forestières par la chenille processionnaire [25]. De même, contre la défoliation du chou, [26]) a rapporté les résultats similaires d'effets de basilic.

Plusieurs études scientifiques ont révélé les composés organiques volatiles du basilic (*Ocimum basilicum*) qui seraient à l'origine de la répulsion ou l'attraction de certains insectes. Ce qui pourrait justifier moins de populations de ravageurs défoliateurs et par conséquent des faibles niveaux de défoliation du moringa dans les parcelles où se trouvait le basilic. Aussi la présence d'ennemis naturels retrouvés dans les parcelles comportant le basilic pourrait être expliqué par le pouvoir attractif de ses composés organiques volatiles. Plusieurs autres plantes aromatiques possèdent ces substances et jouent le même rôle. C'est le cas de l'ail et l'oignon, en association avec les cultures maraichère, qui ont repoussé efficacement les insectes ravageurs [27]. Nombreuses études ont prouvé les propriétés répulsives et attractives des espèces du genre *Ocimum* en tant qu'une plante aromatique [28]; [29]; [30]; [31].

Le sorgho serait aussi une plante émettrice de composés volatiles (naphthalène, allylnalsole, eugenol, linalool, etc.,) qui attirent les insectes ravageurs en les détournant de leur plante hôte mais également les ennemis naturels de ces ravageurs. [56]; Kfir et al., (2002) cités par [32] ont prouvé qu'en insérant le sorgho dans une association, les insectes ravageurs (cas de *Chilo partellus*) vont y focaliser leur attention au profit de la culture principale: c'est l'effet « bottom – up épigé, attraction ». Les mêmes auteurs cités par [32] ont démontré que le sorgho est un réservoir pour les ennemis naturels de foreurs et d'autres lépidoptères. Le taux de parasitisme des larves de lépidoptères pourrait atteindre 70 à 80% de larves tuées: c'est l'effet « top-down épigé, abris d'ennemis naturels ». Les travaux de [33] et de [34] ont montré que les facteurs foliaires physiques et chimiques des variétés du sorgho pourraient lui conférer un effet biocide sur les larves des lépidoptère attirés. [35]; [36] ont tous rapporté qu'une bande de sorgho insérée au bord des parcelles de coton, d'arachide et du maïs a réduit considérablement la population ainsi que les dégâts de la punaise verte *Nezara viridula* sur ces cultures de rente. Des études ont également montré que le sorgho associé à la culture de tomate, peut réduire la densité de *Bemisia tabaci* et de fait, la transmission du virus à la tomate en raison de la barrière physique qu'il constitue [37]; [38].

Quant à l'efficacité des plantes de service dans le temps, les aires sous les courbes de progression de la défoliation (figure 8) ont présentés la même allure que ça soit dans les parcelles d'association ou dans les parcelles témoins. Ceci a montré qu'il n'y a pas eu une influence spécifique sur l'un des traitements des paramètres météorologiques qui ont prévalu durant l'essai. Contrairement à ce que l'on sait des applications de pesticides (bio ou chimique) dont l'efficacité est fortement influençable par les facteurs du temps (pluie, température, vent, etc.), l'efficacité des plantes vivantes de service reste souvent insensible à ces paramètres. Ainsi, juste après l'application d'un insecticide, si une pluie survient, elle diminue drastiquement voir annule l'efficacité de ce dernier. De même, des journées très chaudes accélèrent la dégradation des molécules de pesticides appliqués en plein champ et baissent ainsi leur efficacité et leur rémanence. Par contre, les résultats d'analyses des données de la présente étude ont montré que le temps n'a pas agi de façon particulière ou spécifique individuellement sur les traitements. C'est un avantage majeur d'utilisation des plantes de service en association avec les cultures principales pour gérer les nuisibles de ces dernières.

Le sorgho et le basilic sont des plantes bien adaptées aux conditions du Sahel et de l'Afrique au même titre que le moringa. Elles peuvent être utilisées partout dans cet espace pour contrôler les ravageurs défoliateurs du moringa sans pour autant nuire à l'environnement et à l'homme. Ces plantes de service essayées avec succès, procureraient non seulement des services agroécologiques mais permettraient d'améliorer substantiellement les revenus des producteurs du fait de la vente de deux récoltes provenant d'elles même (sorgho ou basilic) et de la culture principale (moringa). Le basilic est une plante arbuste pluriannuelle et peut durer autant que le moringa au champ si elle reçoit le même entretien que la plante principale. Le sorgho peut être installé à chaque fois que l'on taille le moringa pour espérer jouir suffisamment de son service écosystémique avant la fin de son cycle. Les résultats très probants de cette étude encouragent à reprendre les tests dans les autres zones agroécologiques du sahel et promouvoir l'utilisation de ces plantes pour la gestion des défoliateurs notamment *Noorda blitealis* du moringa.

5 CONCLUSION

La production de moringa feuilles au Niger est une activité économique et de subsistance pour un grand nombre de femmes et de petits producteurs. Cette production déjà sujette aux aléas climatiques est fortement parasitée et oblige ces derniers à faire recours à des méthodes chimiques qui entravent l'environnement et la santé publique. La présente étude a contribué à la recherche des méthodes de gestion des ravageurs qui garantissent la bonne productivité et préservent la santé humaine et l'environnement sain. Les résultats obtenus sont intéressants et apportent un plus aux œuvres scientifiques déjà produites dans ce cadre au Niger. Le basilic et le sorgho testés comme plantes de service au moringa, ont réduit efficacement la pression parasitaire et diminué significativement la défoliation du moringa. Cette nouvelle pratique pourrait être ajoutée au paquet de techniques agroécologiques prouvées dans la gestion des ravageurs du moringa au Niger.

Cette nouvelle approche est forte applicable au niveau paysan et va permettre d'améliorer le rendement feuilles du moringa.

Toutefois, il serait intéressant de tester l'efficacité de ces associations dans les autres zones agroécologiques et pendant la saison sèche, de rechercher d'autres plantes de services efficaces contre ces ravageurs, d'étudier la compatibilité de cette méthode alternative avec d'autres méthodes agroécologiques prouvées et d'essayer les huiles essentielles de ces plantes étudiées notamment le basilic.

REFERENCES

- [1] J. A. William, L. N. Iddrisu, T.-D. Damian, O.-B. Kwame, et B. K. Kwami, « Nutrient composition of Moringa oleifera leaves from two agro ecological zones in Ghana », *Afr. J. Plant Sci.*, vol. 8, n° 1, p. 65-71, janv. 2014, doi: 10.5897/AJPS2012.0727.
- [2] H. DJIBO, « moringa oléifera un outil de développement local: cas de la commune rurale de Liboré », *Rev. Etudes Multidiscip. En Sci. Econ. Soc.*, vol. 2, n° 2, 2017.
- [3] D. Hassoumi, « Approvisionnement de Niamey en fruits et légumes: Acteurs de production et commercialisation », *Ann. L'Université Moundou Sér. A*, vol. 6, n° 1, 2018.
- [4] S. KABRE, « Biodiversité des insectes ravageurs foliaires chez Moringa oleifera (Lam.) dans les zones climatiques nord et sud soudanaises de Burkina Faso », *Sci. Vie Terre Agron.*, vol. 8, n° 2, 2021.
- [5] B. Sultan *et al.*, « La question de la vulnérabilité et de l'adaptation de l'agriculture sahélienne au climat au sein du programme AMMA », *La Météorologie*, n° Spécial AMMA, p. 64-72, 2012.
- [6] L. M. Nassourou, B. Sarr, A. Alhassane, S. Traoré, et B. Abdourahmane, « Perception et observation: les principaux risques agro-climatique de l'agriculture pluviale dans l'ouest du Niger », *Vertigo- Rev. Électronique En Sci. Environ.*, vol. 18, n° 1, 2018, Consulté le: 9 octobre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://journals.openedition.org/vertigo/20003>.
- [7] M. C. E. DAO, M. TRAORE, S. PARE, D. OUEDRAOGO, et S. OUEDRAOGO, « Ravageurs des planches maraichères de Moringa oleifera dans la région du centre (Burkina Faso) », *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 25, n° 2, p. 3857-3870, 2015.
- [8] A. Ratnadass, O. Zakari-Moussa, H. Salha, J. Minet, et A. A. Seyfoulaye, « Noorda blitealis Walker, un ravageur majeur du Moringa au Niger (Lepidoptera, Crambidae) », *Bull. Société Entomol. Fr.*, vol. 116, n° 4, p. 401-404, 2011.
- [9] I. M. Bidima, « Production et transformation du moringa », *CTA ISF -Agro Ser.*, p. 40, 2016.
- [10] C. Couture, « Caractérisation de l'exposition aux pyréthriinoïdes dans la population rurale agricole de la Montérégie », *Univ. Montr.*, p. 91, 2008.
- [11] J. Barrault, « Les pratiques de jardinage face aux risques environnementaux et sanitaires des pesticides. Les approches différenciées de la France et du Québec », Sociologie, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II; Université du Québec à Montréal, France, 2012.
- [12] S. A. BAFADA, M. D. M. ADAMOU, H. ADAMOU, B. ALI, A. Aissa Kimba, et P. Delmas, « Diversité des pesticides et leur utilisation dans la lutte contre les ennemis des cultures maraichères dans la zone périurbaine de Niamey, Niger », *Afr. Sci.*, vol. 15, n° 6, p. 374-383, 2019.
- [13] L. K. Agboyi, G. K. Ketoh, T. Martin, I. A. Gliho, et M. Tamo, « Pesticide resistance in Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) populations from Togo and Benin », *Int. J. Trop. Insect Sci.*, vol. 36, n° 4, p. 204-210, 2016.
- [14] T. A. Houndété, G. K. Kétoh, O. S. Hema, T. Brévault, I. A. Gliho, et T. Martin, « Insecticide resistance in field populations of Bemisia tabaci (Hemiptera: Aleyrodidae) in West Africa », *Pest Manag. Sci.*, vol. 66, n° 11, p. 1181-1185, nov. 2010, doi: 10.1002/ps.2008.
- [15] L. Barascou, « Contributions à une meilleur évaluation de la toxicité des pesticides chez l'abeille domestique (Apis mellifera) », Avignon, 2022, p. 261. Consulté le: 11 octobre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.theses.fr/2022AVIG0601>.
- [16] M.-N. De Visscher, « Compte-rendu de la réunion sur l'élimination des emballages et des stocks de pesticides périmés en Afrique de l'Ouest Niamey, Niger, 21-26 janvier 1990 », 1990.
- [17] FAO, « Gestion des pesticides dans l'agriculture et la santé publique: recueil des directives de la FAO et de l'OMS et d'autres ressources », 2021.
- [18] P. Marnotte, « Atelier d'échanges et d'écriture de projet thème« habitat et plantes compagnes» 18, 19 et 20 octobre 2011 Cotonou (Bénin): Divecosys Diversification des systèmes de culture pour une gestion agroécologique des bio-agresseurs en Afrique de l'Ouest », 2011.
- [19] R. Ayerza, « Seed yield components, oil content, and fatty acid composition of two cultivars of moringa (Moringa oleifera Lam.) growing in the Arid Chaco of Argentina », *Ind. Crops Prod.*, vol. 33, n° 2, p. 389-394, 2011.
- [20] M. M. Abdou, S. Issa, A. D. Gomma, A. Sow, et G. J. Sawadogo, « Estimation des rendements et de la rentabilité économique de production de trois cultures: le sorgho, le niébé et la dolique à Djirataoua (Maradi-République du Niger) », *J. Appl. Biosci.*, vol. 117, p. 11642-11650, 2017.
- [21] F. Milau-Empwal, J. Aloni, E. Mahele, A. K. Lema, et F. Francis, « Contribution à l'étude de la biodiversité entomologique associée à la culture de manioc (Manihot esculanta Crantz) dans le territoire de Mbanza-Ngungu (RDC) », *Entomol. Faun.-Faun. Entomol.*, 2020, Consulté le: 16 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://popups.uliege.be/2030-6318/index.php?id=4723>.
- [22] M. Venzon *et al.*, « Mobilisation des mécanismes de régulation naturelle des ravageurs via des plantes à multiples services écosystémiques », 2018.
- [23] R. J. Momperousse, « Evaluation de l'impact des plantes aromatiques, basilic (Ocimum basilicum) et gwo diten (Plectranthus amboinicus) associées à la tomate (Lycopersicon esculentum) sur les populations de ravageurs (Bemissia tabaci et Helicoverpa zea) et sur le développement de la tomate », PhD Thesis, ueh, 2011. Consulté le: 13 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://agritrop.cirad.fr/570334/>.
- [24] A. Ratnadass, E. Blanchart, et P. Lecomte, « Interactions écologiques au sein de la biodiversité des systèmes cultivés », *Cultiv. Biodiversité Pour Transform. L'agriculture*, p. 147-183, 2013.

- [25] B. Aboubaker, « Etude de l'abondance des nids d'hiver de la chenille processionnaire du pin «*Thaumetopoea pityocampa*» dans une forêt du parc national du Belezma. Effet de l'extraction du basilic sur les larves », Master 2-è science, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf Mila, Algérie, 2021.
- [26] B. B. YAROU, « Bioefficacité d'*Ocimum* spp. (Lamiaceae) pour une gestion intégrée des ravageurs en cultures maraîchères », PhD Thesis, Thèse de Doctorat, Université de Liège-Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 141 p, 2018. Consulté le: 13 octobre 2023. [En ligne]. Disponible sur: <https://wiktrop.org/content/documents/document-53f2d76f-ef41-4451-9688-4de8f22f2696/695.pdf>
- [27] K. R. Debra et D. Misheck, « Onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) as pest control intercrops in cabbage based intercrop systems in Zimbabwe», *IOSR J. Agric. Vet. Sci.*, vol. 7, n° 2, p. 13-17, 2014.
- [28] A. Geetha, S. Pidigam, P. S. Rao, V. Thuraga, S. K. Mohammad, et J. Suresh, « Holy Basil (*Ocimum sanctum* L.): An Important Indian Medicinal and Aromatic Plant: Its Properties, Utilization and Genetic Improvement », in *Medicinal and Aromatic Plants of India Vol. 2*, vol. 9, Á. Máthé et I. A. Khan, Éd., in *Medicinal and Aromatic Plants of the World*, vol. 9., Cham: Springer International Publishing, 2023, p. 13-35. doi: 10.1007/978-3-031-44914-7_2.
- [29] L. R. dos S. Tozin, M. O. Mayo Marques, et T. Maria Rodrigues, « Herbivory by leaf-cutter ants changes the glandular trichomes density and the volatile components in an aromatic plant model », *AoB Plants*, vol. 9, n° 6, p. plx057, 2017.
- [30] T. J. Bruce et J. A. Pickett, « Perception of plant volatile blends by herbivorous insects—finding the right mix », *Phytochemistry*, vol. 72, n° 13, p. 1605-1611, 2011.
- [31] K. V. Dhima, I. B. Vasilakoglou, T. D. Gatsis, E. Panou-Philotheou, et I. G. Eleftherohorinos, « Effects of aromatic plants incorporated as green manure on weed and maize development », *Field Crops Res.*, vol. 110, n° 3, p. 235-241, 2009.
- [32] B. Quaranta, « Effet des plantes de service sur les bio-agresseurs des cultures », *Rapp. Stage ISTOMCIRAD*, 2009, Consulté le: 15 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://open-library.cirad.fr/files/2/56__etude_bioagresseurs_quaranta.pdf
- [33] S. Woodhead et S. L. Taneja, « The importance of the behaviour of young larvae in sorghum resistance to *Chilo partellus* », *Entomol. Exp. Appl.*, vol. 45, n° 1, p. 47-54, sept. 1987, doi: 10.1111/j.1570-7458.1987.tb02254.x.
- [34] V. Kishore Kumar, H. C. Sharma, et K. Dharma Reddy, « Antibiosis mechanism of resistance to spotted stem borer, *Chilo partellus* in sorghum, *Sorghum bicolor* », *Crop Prot.*, vol. 25, n° 1, p. 66-72, 2006.
- [35] H. C. Sharma, M. K. Dhillon, G. Pampapathy, et B. V. S. Reddy, « Inheritance of resistance to spotted stem borer, *Chilo partellus*, in sorghum, *Sorghum bicolor* », *Euphytica*, vol. 156, n° 1-2, p. 117-128, juill. 2007, doi: 10.1007/s10681-007-9358-x.
- [36] P. G. Tillman, « Sorghum as a trap crop for *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae) in cotton in the southern United States », *Environ. Entomol.*, vol. 35, n° 3, p. 771-783, 2006.
- [37] H. A. Smith et R. McSorley, « Potential of field corn as a barrier crop and eggplant as a trap crop for management of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on common bean in North Florida », *Fla. Entomol.*, p. 145-145, 2000.
- [38] B. Rhino, F. Vinatier, C. Thibaut, et C. Amour, « La dispersion des insectes, un paramètre important pour le contrôle des ravageurs », 2010, Consulté le: 16 novembre 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://agritrop.cirad.fr/556670/1/document_556670.pdf