



Bio efficacité et innocuité de bioinsecticides à base de poudres de *Balanites aegyptiaca* L. Drel. et de *Moringa oleifera* Lam. sur *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera : Noctuidae) et ses ennemis naturels

Elias MANO ^{1*} & Jules NANA ²

¹Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies (IRSAT), BP 2393 Bobo Dioulasso (Burkina. Faso),

²Centre agricole polyvalent de Matourkou (CAP-M) (Burkina. Faso)

Auteur correspondant: manoe2005@gmail.com

Submitted on 28th May 2022. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st July 2022
<https://doi.org/10.35759/JABs.175.5>

RESUME

Objectif : *Helicoverpa armigera* (Hüb.) provoque des pertes de tomate atteignant 80% des fruits au Burkina Faso. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'efficacité biologique et l'innocuité de deux bioinsecticides sur la noctuelle et ses ennemis naturels.

Méthodologie et résultats : Pour cela, huit traitements ont été répétés quatre fois dans un dispositif de Fisher complètement randomisé. Six doses dont trois (2,5 L/ha, 5 L/ha et 8,33 L/ha) de chacun des deux formulations à base de poudres de *Balanites aegyptiaca* L. Drel. et de *Moringa oleifera* Lam ont été comparées à un insecticide de synthèse, la Deltaméthrine 12,5 g/L et un témoin non traité. Les formulations ont été préparées à partir des macérats des poudres végétaux dans l'éthanol 96% (rapport 1/10 ; m/v) pendant 24 heures à température ambiante (40°±5°C). Les bouillies insecticides ont été appliquées aux plantes de tomates par pulvérisation foliaire. Le suivi des insectes et de leurs incidences est effectué par observations directes et par des pièges à eaux adjuvantée. Les différentes doses ont causé des réductions hautement significatives variables de 71,42% à 92,85% des effectifs larvaires et de de 56,21% à 98,32% de leurs dégâts comparativement au témoin non traité. Les doses fortes de 8,33 L/ha de *B. aegyptiaca* et de *M. oleifera* ont été plus efficaces avec les plus hauts rendements respectifs de 10,35 t/ha et 21,91 t/ha, correspondant à une hausse de 206% et 436% par rapport au témoin non traité. Par ailleurs, l'inventaire des Hyménoptères parasitoïdes et coccinelles prédatrices n'a révélé aucun impact significatif sur leurs effectifs.

Conclusion et application des résultats : A 8,33 L/ha, les deux bioinsecticides sont efficaces contre les larves de la noctuelle et non toxiques pour les ennemis naturels. Ils pourraient être utilisés en lutte intégrée comme alternatifs aux pesticides de synthèse en culture de tomates.

Mots-clés : Bioinsecticides, efficacité, innocuité, *Helicoverpa armigera*, ennemis naturels

ABSTRACT

Bio efficacy and innocuousness of bioinsecticides based of powders of *Balanites aegyptiaca* L. Drel. and *Moringa oleifera* Lam. on *Helicoverpa armigera* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae) and its natural enemies

Objective: *Helicoverpa armigera* (Hüb.) Constitutes a constraint in tomato production in Burkina Faso. It can cause 80 % of fruit yields loss. The objective of this study was to evaluate the biological efficacy and innocuousness of two bioinsecticides of powders of *Balanites aegyptiaca* L. Drel. and *Moringa oleifera* Lam. on *Helicoverpa armigera* and on its natural enemies.

Methodology and results: For that, eight treatments were repeated four times in a completely randomized Fisher device. Six doses of which three (2.5 L/ha, 5 L/ha and 8.33 L/ha) of each of the two formulations were compared with a synthetic insecticide, Deltamethrin 12.5 g/L and an untreated control. The formulations were prepared from macerates of plant powders in ethanol 96° (ratio 1/10; m/v) for 24 hours at room temperature ($40 \pm 5^\circ\text{C}$). Insecticidal liquid were applied to tomato plants by foliar spray. The monitoring of insects and their impacts is carried out by direct observations and by water traps. The results show that the different doses caused highly significant reductions varying from 71.42% to 92.85% of the larval numbers and from 56.21% to 98.32% of their damage compared to the untreated control. The high doses of 8.33 L/ha of *B. aegyptiaca* and *M. oleifera* were more effective with the respective highest yields of 10.35 t / ha and 21.91 t / ha, corresponding to an increase of 206% and 436% compared to the untreated control. Furthermore, the inventory of parasitoid Hymenoptera and predatory ladybirds did not reveal any significant impact on their numbers.

Conclusion and application of results: With the high dose of 8.33 L/ha, this two bioinsecticides are efficient against the moth and not toxic on the natural enemies. They could be used as bioinsecticides alternative to synthetic pesticides against tomato moth in integrated pest management.

Keywords: Bioinsecticides, efficacy, innocuousness, *Helicoverpa armigera*, natural enemies

INTRODUCTION

Cultivée à travers tout le pays et par 30 % de la population maraîchère, la tomate a rapporté environ 80 milliards pour une production de 170.000 tonnes en 2018 (MAAH, 2019). La tomate, *Lycopersicon esculentum* L. est l'une des principales cultures maraîchères d'importance socio-économique au Burkina Faso. Elle occupant la deuxième place après l'oignon bulbe en termes de superficies emblavées et de quantité de production. Sa production est passée de 11.766,39 ha en 2013-14 à 23.054,45 ha en 2016-17 (MARHASA, 2014 et MAAH, 2017). La tomate contribue considérablement à l'éradication de l'insécurité alimentaire. Elle est riche en potassium, antioxydants, magnésium, phosphore, vitamines A, B, C et E, fibres et sels minéraux (Morard, 2013). La production

de la tomate est cependant limitée par de multiples contraintes qui entraînent des baisses de rendements. La pression des bioagresseurs a été identifiée comme la contrainte majeure qui est à l'origine de pertes énormes (Mondedji et al. 2015). Parmi les bioagresseurs, *Helicoverpa armigera*, constituent le plus redoutable, occasionnant des dégâts très importants et des pertes d'environ 85 % des rendements en Afrique de l'ouest (Collingwood et Bourdouxhe, 1980). Les producteurs, pour remédier ce problème de déprédation, font systématiquement recours aux pesticides chimiques de synthèses dont l'efficacité immédiate fait oublier aux producteurs les risques sanitaires associés à leur utilisation (Ahouangninou et al. ,2013). Pourtant, leurs effets néfastes sur la santé de

l'homme et l'environnement et la résistance accrue des bioagresseurs aux insecticides ont été démontrés par plusieurs auteurs (Tendeng *et al.*, 2015 ; Hema, 2004 ; Brun-Barale *et al.*, 2010 et Hema, 2012). Parmi les nouvelles technologies de protection durable des cultures, alternatives à l'usage des pesticides de synthèse, figure l'emploi des bio pesticides. Plusieurs plantes sont connues et utilisées pour leurs activités biocides vis-à-vis d'une large gamme de bioagresseurs. (Shannag *et al.*, 2014, Mano *et al.*, 2019. Les bio

pesticides ont l'avantage d'être respectueux de l'environnement et peuvent avoir une efficacité comparable à celle des insecticides de synthèse (Mano 2019). C'est pourquoi, le présent projet vise à évaluer la bio efficacité et l'innocuité de deux formulations hydroalcooliques de poudre de *Balanites aegyptiaca* L. Drel. et de *Moringa oleifera* Lam sur *Helicoverpa armigera* (Hüb.) (Lepidoptera : Noctuidae) et ses ennemis naturels en culture de tomate.

MATERIEL ET METHODES

Caractéristiques du site : L'essai a été implanté à Borodougou, zone périurbaine de Bobo-Dioulasso (11.22458 Nord et 004.17400 Ouest) au Burkina Faso (fig. 1). C'est un site maraicher pourvoyeur de tomate aux habitants

de la ville. Cependant, ce site subit une forte pression de *H. armigera*. Les essais ont été conduits en saison humide (juin-septembre) sous une pluviométrie moyenne de 1228,0 mm en 93 jours de pluies.

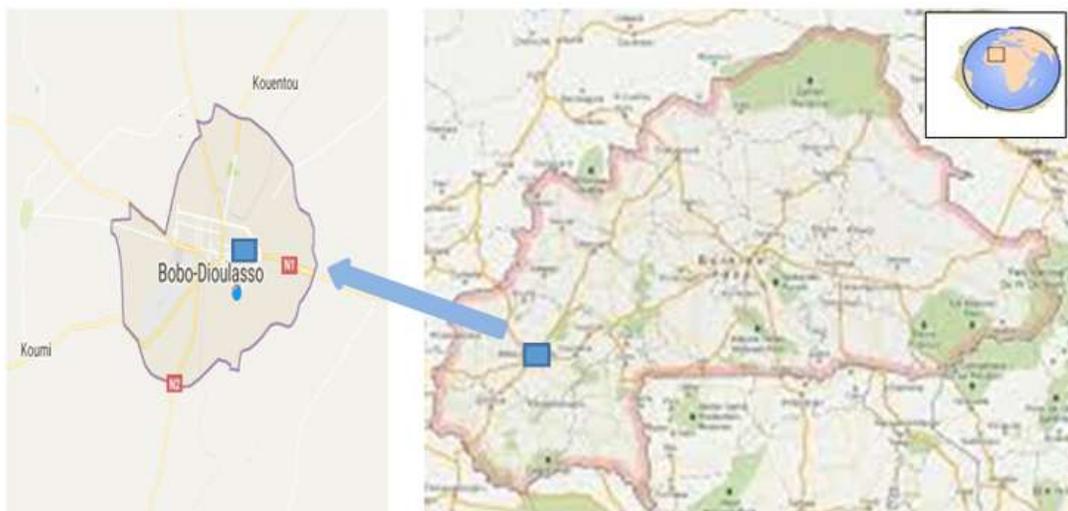


Fig. 1 : Cartographie de la zone d'étude
Fig. 1: Mapping of the study area

Extraction et formulation des bioinsecticides : L'extraction a été réalisée à partir des gousses de *Moringa oléifère* Lam. (Moringaceae) et des fruits de *Balanites aegyptiaca* L. Drel. (Balanitaceae). Ils ont été collectés en zone péri-urbaine (11.22458 Nord et 004.17400 Ouest) de la ville de Bobo Dioulasso (Burkina Faso). Après concassage des gousses et des noix, les graines de *M. oleifera* et les amandes de *B. aegyptiaca* ont été

séchées à température ambiante (environ 30°C) sur claies ventilées, à l'abri de la lumière puis à l'étuve (45±2 C) pendant 24 h et réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique (BLG-450). Une masse de 300 g de chaque poudre a été macérée à température ambiante dans 3 litres d'éthanol 96 % et régulièrement agités pendant 72h. Après filtration, à l'aide de coton et de papier Whatman N°1, chaque filtrat a été concentré à

l'aide d'un évaporateur rotatif (BRINKMANN R110) porté à 40±1°C jusqu'à obtention des solutions concentrées à 40,65 g/L pour l'extrait de *M. oleifera* et 81,05 g/L pour celui de *B. aegyptiaca*. Les formulations sont obtenues après ajout de savon adjuvant constitué à raison de 3,25 g par litre de concentré soluble (Kambou et Nair (2015)). Les concentrations (C) ont été déterminées selon la formule suivante :

$$C = \frac{\text{Masse soluté (g)}}{10^{-2} \text{ (L)}}$$

Dispositif expérimental et traitements insecticides : Un bloc de Fisher complètement randomisées ayant huit traitements et quatre répétitions a permis d'évaluer l'efficacité biologique des formulations. En effet, six traitements dont une demi-dose (2,5 L/ha), une dose normale (5 L/ha) et une dose forte (8,33 L/ha) de *Moringa oleifera* et de *Balanites aegyptiaca* ont été comparées par analyse de leur efficacité et leur innocuité, à un insecticide de synthèse, le Deltacal (Deltaméthrine 12,5 EC ; 1L/ha) et un témoin non traité. La dose normale de 5 L/ha a été préparée avec 200 ml de la solution concentrée ajouté de 12 l d'eau pour 400 m² suivant le protocole CSP/CILSS (1999). À partir de cette formule, les six doses de formulations ont reçu comme adjuvant 3,25

RESULTATS

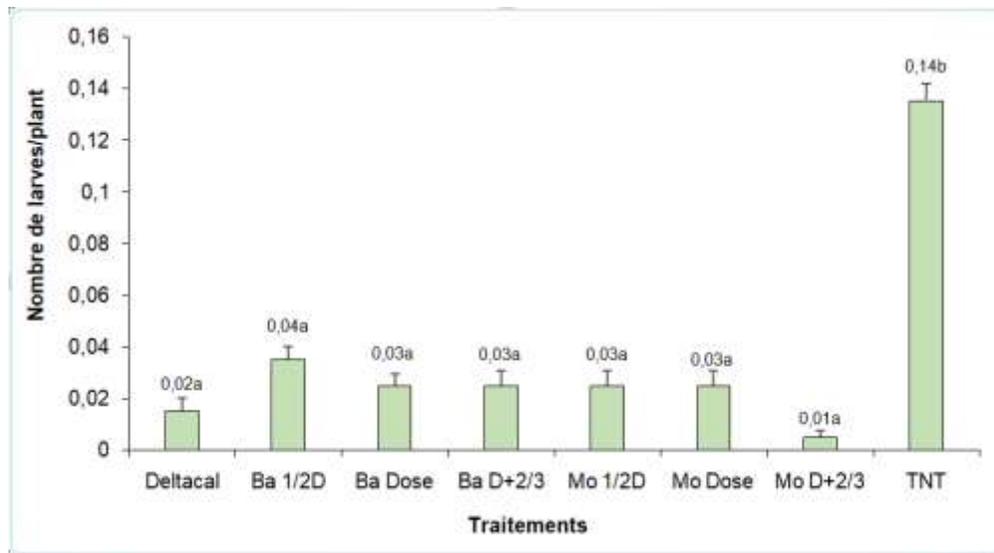
Effets des bioinsecticides sur l'abondance des larves de *H. armigera* : L'analyse de l'abondance des larves de *H. armigera* a montré une différence très hautement significative (P <0,001) entre les formulations étudiées et le témoin non traité (fig. 2). L'effectif des larves dans les parcelles traitées avec les formulations étudiées a varié de 0,01±0,01 à 0,04±0,01 larves/plant ; soit une réduction de 71,42±7,14 % à 92,85±7,14 % des

g de savon Citec par litre avant d'être appliquées aux plantes de tomates une fois par semaine par pulvérisation foliaire à l'aide d'un pulvérisateur à dos de 16 L.

Collecte des données : Les larves de *H. armigera* ont été observées une fois par semaine directement sur les feuilles de dix plants aléatoires de tomate sur la diagonale de la parcelle utile tandis que le nombre de fruits attaqués a été relevé sur toute la parcelle utile. Les ennemis naturels ont été capturés par des piègeages à eau à raison d'un piège par quadra de 12 m². Ces insectes ont été relevés à l'aide de pinces souples et conservés dans l'alcool à 70°C jusqu'au laboratoire pour être identifiés. L'identification des insectes a été basée sur les caractères morphologiques suivant (1) la clé de reconnaissance des familles de Delvare et Aberleng (1989), (2) la clé d'identification des insectes de Heinrichs (1983), (3) la méthode décrite par Gauld I.D. et Bolton B. (1988) et (4) la « galerie du monde des insectes » de Michel Guttin. Les pièges ont été renouvelés une fois par semaine.

Analyse statistique des données : Genstat Discovery 4 a permis de réaliser l'analyse descriptive et l'ANOVA des moyennes. Quand il y a une différence significative, les moyennes sont comparées par le test de Student-Newman-Keuls au seuil significatif de 5 %.

effectifs du témoin non traité. La dose forte (8,33 L/ha) de la formulation de *M. oleifera* a été la plus efficace avec 92,85±7,14 % de réduction des effectifs larvaires. Les autres traitements ont également réduit significativement les effectifs des larves de plus de 71 %, autant que l'insecticide de synthèse qui a enregistré 0,02±0,00 larves/plant soit 85,71±0 % de réduction des effectifs par rapport au témoin non traité.



Légende : Ba : *B. aegyptiaca* ; Mo : *M. oleifera* ; 1/2D : demi dose (2,5 L/ha) ; D : dose normale (5 L/ha), D+2/3D : dose forte (8,33 L/ha) et TNT : témoin non traité.

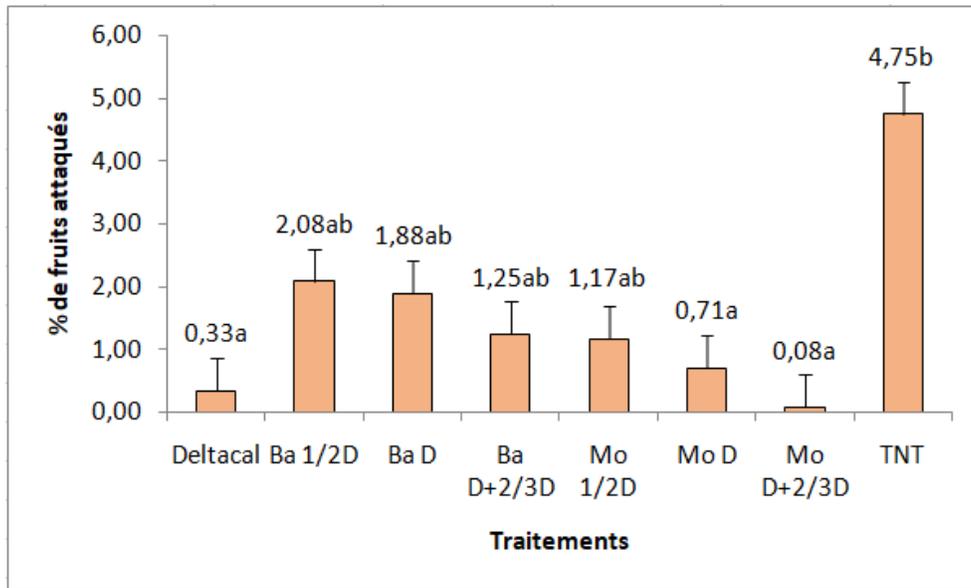
Legend: Ba: *B. aegyptiaca*; Mo: *M. oleifera*; 1 / 2D: half dose (2.5 L / ha); D: normal dose (5 L / ha), D + 2 / 3D: high dose (8.33 L / ha) and TNT: untreated control.

Fig. 2 : Effet des bioinsecticides sur les effectifs larvaires de *H. armigera*

Fig. 2: Effect of bioinsecticidal on the larval numbers of *H. armigera*

Effets des bioinsecticides sur les dégâts causés par *H. armigera* : Les résultats de l'analyse de variance du taux de fruits attaqués par *H. armigera* révèlent une réduction très hautement significative ($P < 0,001$) entre les formulations étudiées et le témoin non traité. Ce taux a varié de $0,08 \pm 0,02$ % à $2,08 \pm 0,39$ % fruits attaqués soit 56,21 % à 98,32 % de réduction de l'incidence par rapport au niveau du témoin non traité qui a enregistré $4,75 \pm 0,52$ % de fruits attaqués. Les doses les plus

efficaces dans la réduction de l'incidence du ravageur ont été les doses forte (8,33 L/ha) et normale (5 L/ha) de la formulation de *M. oleifera* avec des taux respectifs de $0,08 \pm 0,02$ % et $0,71 \pm 0,01$ % de fruits attaqués soient 98,32 % et 85,05 % de réduction des attaques. Quelle que soit la dose des autres formulations, les taux d'attaque des fruits ont été statistiquement similaires à celui de l'insecticide de synthèse (fig. 3).



Légende : Ba : *B. aegyptiaca* ; Mo : *M. oleifera* ; 1/2D : demi dose (2,5 L/ha) ; D : dose normale (5 L/ha), D+2/3D : dose forte (8,33 L/ha) et TNT : témoin non traité.

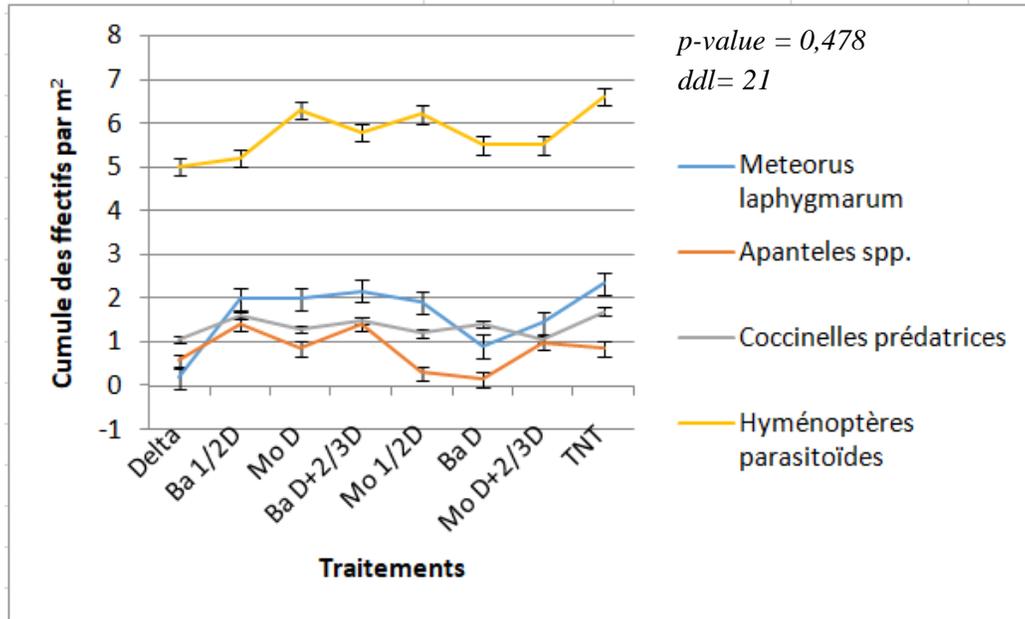
Legend: Ba: *B. aegyptiaca*; Mo: *M. oleifera*; 1 / 2D: half dose (2.5 L / ha); D: normal dose (5 L / ha), D + 2 / 3D: high dose (8.33 L / ha) and TNT: untreated control.

Fig. 3 : Impacts des bioinsecticides sur le taux de fruits attaqués par *H. armigera*

Fig. 3: Impacts of bioinsecticides formulations on the rate of fruits attacked by *H. armigera*

Innocuité des bioinsecticides sur les populations d'ennemis naturels : L'analyse de variance de l'effectif des ennemis naturels des ravageurs n'a révélé aucune différence significative par rapport au témoin non traité ($P = 0,478$). Les effets moyens des formulations sur les effectifs des auxiliaires ont été de 1,73 individus / m² pour *Meteorus*

laphygmarum, 0,84 individus / m² pour *Apanteles spp.*, 1,34 individus / m² pour les coccinelles prédatrices et 5,75 individus / m² pour les Hyménoptères parasitoïdes (fig. 4). Dans le même ordre 2,34 ; 0,84 ; 1,7 et 6,6 individus / m² ont été enregistrés au niveau du témoin non traité.



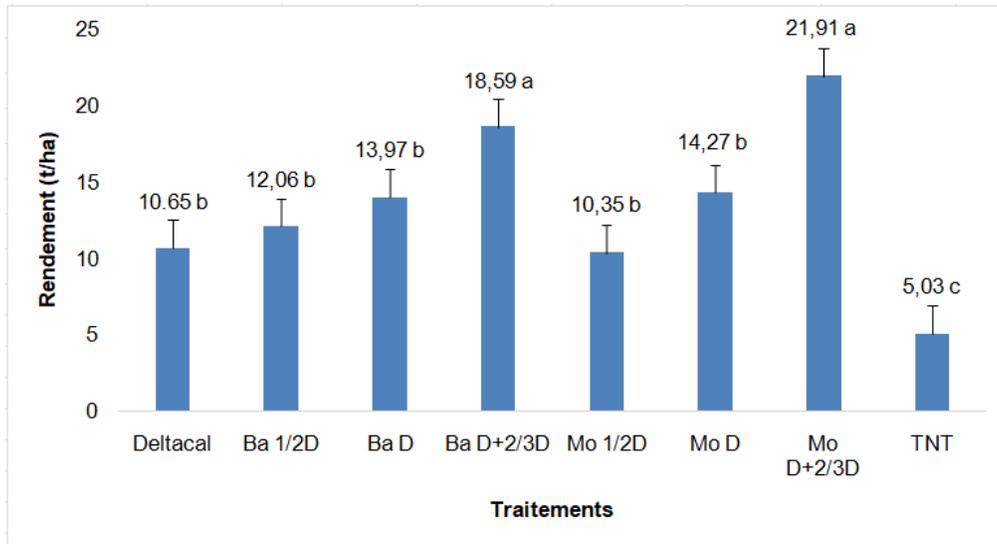
Légende : Ba : *B. aegyptiaca* ; Mo : *M. oleifera* ; 1/2D : demi dose (2,5 L/ha) ; D : dose normale (5 L/ha), D+2/3D : dose forte (8,33 L/ha) et TNT : témoin non traité.

Legend: Ba: *B. aegyptiaca*; Mo: *M. oleifera*; 1 / 2D: half dose (2.5 L / ha); D: normal dose (5 L / ha), D + 2 / 3D: high dose (8.33 L / ha) and TNT: untreated control.

Fig. 4 : Effet des bioinsecticides sur les effectifs des ennemis naturels
Fig. 4: Effect of bioinsecticides on the numbers of natural enemies

Effets des bioinsecticides sur le rendement de la tomate : Le résultat de l'analyse de variance des rendements a montré une différence très hautement significative ($P < 0,001$) entre les différents traitements. Ces rendements ont varié de $10,35 \pm 3,21$ t/ha à $21,91 \pm 4,12$ t/ha, soit une hausse de 206 % à 436 % par rapport à celui du témoin non traité. La forte dose (8,33 L/ha) de la formulation de

M. oleifera et celle de *B. aegyptiaca* ont enregistré les plus hauts rendements avec respectivement $21,91 \pm 4,12$ t/ha et $18,59 \pm 3,12$ t/ha par comparaison au témoin non traité ($5,03 \pm 0,12$ t/ha) et à la Deltaméthrine ($10,65 \pm 2,91$ t/ha). Les demi-doses et les doses normales des formulations n'ont pas favorisé des rendements statistiquement différents de celui enregistré avec la Deltaméthrine (fig. 5).



Légende : Ba : *B. aegyptiaca* ; Mo : *M. oleifera* ; 1/2D : demi dose (2,5 L/ha), D+2/3D : dose forte (8,33 L/ha) et TNT : témoin non traité.

Legend: Ba: *B. aegyptiaca*; Mo: *M. oleifera*; 1 / 2D: half dose (2.5 L / ha), D + 2 / 3D: high dose (8.33 L / ha) and TNT: untreated control.

Fig. 5 : Rendement de la tomate en fonction des traitements

Fig. 5: Tomato yield depending on the treatments

Corrélation entre le rendement et l'abondance des larves de *H. armigera* :
L'analyse des corrélations (fig. 6) a révélé une forte corrélation négative entre le rendement et

l'abondance de la population larvaire de *H. armigera* ($r = -0,71$; $p = 0,046$). Le rendement est donc expliqué par l'abondance des infestations des larves de la noctuelle.

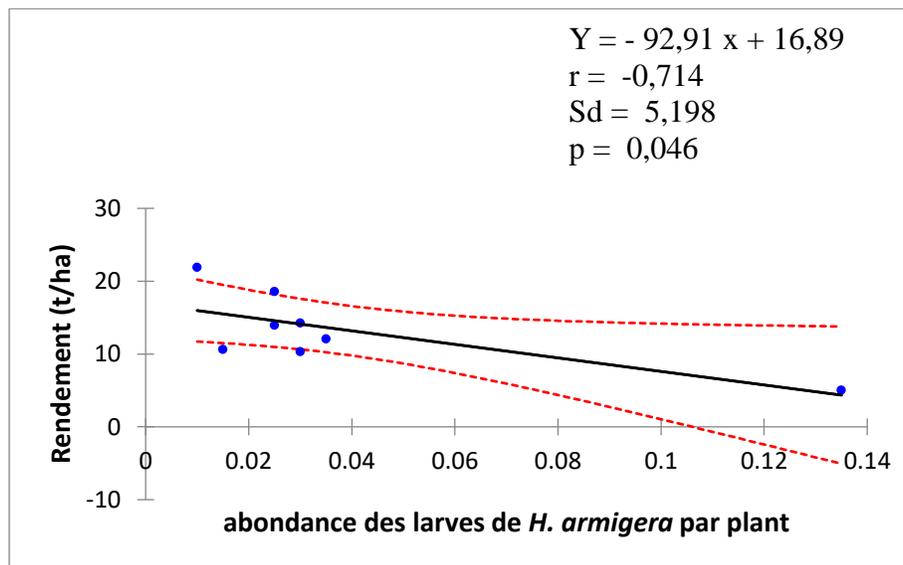


Fig. 6 : Corrélation entre le rendement et l'abondance de *H. armigera* par plant

Fig. 6: Correlation between yield and abundance per plant of *H. armigera*

DISCUSSION

La présente étude a montré que les différentes doses de la formulation hydroalcoolique de graines de *M. oleifera* ont contrôlé efficacement les populations larvaires de *H. armigera* avec 78,57 % à 92,85 % de réduction des effectifs. Ces valeurs sont similaires à ceux de Dionou (2016) et Mano *et al.*, (2018) qui ont révélé en culture de chou, une réduction de 66,67 % de la population larvaire de *Plutella xylostella* et 66,71 % des adultes de *Lipaphis erysimi*. L'efficacité de cet extrait serait liée à la présence d'alcaloïdes, de terpénoïdes, de flavonoïdes, d'antraquinones et de tannins auparavant mis en évidence par Kumbhare *et al.* (2012) et Alhakmani *et al.* (2013). Cette étude a également indiqué que les doses de la formulation hydroalcoolique d'amandes de *Balanites aegyptiaca* ont efficacement contrôlé les populations de *H. armigera* avec une réduction larvaire de 71,42 % à 78,57 %. En effet, Djermoune et Henoune (2015) ont

mis en évidence, dans les amandes de *B. aegyptiaca*, des composés phénoliques et d'autres métabolites secondaires tels que les alcaloïdes, les saponines et les terpénoïdes reconnus pour leur propriété insecticide. Il n'est pas exclu que ces composés chimiques soient à l'origine de l'efficacité de cette formulation. L'inventaire des Hyménoptères parasitoïdes et coccinelles prédatrices n'a révélé aucune différence significative entre les traitements. Cela montre l'innocuité des formulations vis-à-vis de ces ennemis naturels qui jouent un rôle important dans la régulation naturelle des arthropodes. Ces résultats sont similaires à ceux de Charleston *et al.* (2006) et Mano *et al.*, (2018) qui ont observé d'importants ennemis naturels dont des hyménoptères, des diptères et des Coléoptères sur des parcelles traitées avec des bioinsecticides à base de moringa et d'autres plantes.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

La présente étude avait pour objectif d'évaluer l'efficacité biologique et l'innocuité de formulations bioinsecticides à base d'amandes de *B. aegyptiaca* et de graines de *M. oleifera* sur *H. armigera* et ses ennemis naturels en culture de tomate. Il ressort que les doses fortes de 8,33L/ha des deux bioinsecticides contrôlent efficacement les populations des larves de la noctuelle de la tomate autant que l'insecticide de synthèse, la Deltaméthrine. La dose forte, 8,33 L/ha de la formulation de *M.*

oleifera a plus été efficace avec moins de dégâts sur les fruits. Les formulations ont favorisé le développement des ennemis naturels (Hyménoptères et coccinelles) et une augmentation significative des rendements de 206 % à 436 %, Les doses fortes, 8,33 L/ha des formulations de *B. aegyptiaca* et *M. oleifera* peuvent être recommandé comme bio pesticides alternatifs aux produits de synthèse en lutte intégré contre *H. armigera* en culture de tomate.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient BAYER-CÔTE D'IVOIRE pour son soutien financier et ses encouragements.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ahouangninou C., Martin T., Simon S. ,2013. Using *Aedes aegypti* larvae to assess pesticide contamination of soil, groundwater and vegetables. *Br. Biotechnol. J.*, 3(2), 143-157.

Brun-Barale A., Hema S.A.O., Martin T., Suraporn S., Audant P., Sezutsu H., Feyereisen R. (2010). Multiple P450 gene overexpressed in deltamethrin-resistant strains of *Helicoverpa*

- armigera*. *Pesticide Management Science* 66: 900-909
- Charleston D. S., Kfir R., Dicke M., Vet L.E.M., 2006. Impact of botanical extracts derived from *Melia azedarach* and *Azadirachta indica* on populations of *Plutella xylostella* and its natural enemies: A Weld test of laboratory Wndings. *Biological Control*, 39: 105-114.
- Collingwood, E.F., Bourdouxhe, L., 1980. Trials with Decamethrin for the Control of *Heliothis armigera* on Tomatoes in Senegal. *Int. J. Pest Manag.* 26 ; 3-7.
- CSP/CILS, 1999. Protocole cadre pour l'évaluation biologique des herbicides au Sahel, p 6.
- Delvare G. & Aberlenc H., 1989. *Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale : clé de reconnaissance des familles d'insectes*. Montpellier, CIRAD-GERDAT.
- Dionou A. k. ,2016. Évaluation de l'efficacité d'extraits aqueux des plantes locales contre *Plutella xylostella* L. (Plutellidae) et *Lipaphis erysimi* (Plutellidae) du chou, *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae) dans la zone ouest du Burkina Faso» Rapport de brevet de Technicien Supérieur d'agriculture. 54p
- Djermoune et Henoune, 2015. Composition chimique et teneur en composés phénoliques des graines de *Moringa oleifera*-Mémoire de Master, Université A. MIRA-Bejaia, 62p.
- Gauld I.D. & Bolton B., 1988, *The Hymenoptera*. British Museum Natural History. London: Oxford University. Press, 332 p.
- Heinrichs E.A., 1983, *Biology and management of rice insects*.
- Hema S.A.O. (2004) : Caractérisation biochimique de la résistance d'*Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) aux pyréthrinoides au Burkina Faso. Mémoire de DEA, Option Biochimie et Microbiologie, Spécialité Entomologie Agricole, Université de Ouagadougou, 45 p.
- Hema S.A.O. (2012) : Caractérisation et gestion de la résistance d'*Helicoverpa armigera* (Hübner 1808) aux pyréthrinoides : utilisation des toxines de *Bacillus thuringiensis* (Bt) Berliner comme solution alternative pour la protection du cotonnier en Afrique de l'Ouest. Thèse unique de Doctorat, Option Biochimie et Microbiologie, Spécialité Entomologie Agricole, Université de Ouagadougou, 111 p.
- Kambou, G. NAIR G. M. 2015. "Citec Soap : A New Additive for Cassia Nigricans and Capsicum Annum Aqueous Extracts to Control White Flies (*Bemisia Tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) Aleyrodidae and *Helicoverpa Armigera* (Lepidoptera, Noctuidae) Noctuidae on Tomato in Burkina Faso." *International Journal of Agriculture Innovations and Research* 3 (6).
- Kumbhare MR., Guleha V., et Sivakumar T. 2012. Estimation of total phenolic content, cytotoxicity and in-vitro antioxidant activity of stem bark of *Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 144-150.
- MAAH, 2019. Rapport de l'enquête maraichère 2018. Ministère de l'Agriculture et des Aménagements Hydrauliques." Ouagadougou, Burkina Faso, 30 p.
- MAAH. 2017. "Situation de référence du programme de développement des cultures fruitières et légumières (PDCFL), Phase 2018-2022. Ministère de l'Agriculture et Des Aménagements Hydrauliques." Ouagadougou, Burkina Faso, 61p.
- Mano E, Kambou G, Yaro B, Kini F, Et Somda I. 2019. Phytochemical

- composition and biological efficiency of *Cleome viscosa* L. leaves *Parkia biglobosa* (Jacq.) Br. Ex G. Don pods powders extracts against *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) of tomato. *Inter J. of Agric Pol and Res.* 7(1):10-16.
- Mano E. 2019. Étude de l'efficacité biologique d'extraits végétaux contre *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) (Lepidoptera : Noctuidae) de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et de leurs effets sur les ennemis naturels et les propriétés biologiques et agrochimiques du sol. Thèse unique de Doctorat, Option Systèmes de Production Végétale, Spécialité Entomologie, Université Nazi Boni, 190 p.
- Mano E., Dionou A.K. et Yao K. P. 2018. Efficacité biologique d'extraits d'ail, de neem et de moringa contre *Plutella xylostella*, *Hellula undalis* et *Lipaphis erysimi* du chou dans l'Ouest du Burkina Faso. *Science et technique, Sciences naturelles et appliquées.* p 333-342
- MARHASA (2014). Superficies et production maraîchère par région (Campagne 2013-2014). Ministère de l'Agriculture, Des Ressources Halieutiques, de l'Assainissement et de La Sécurité Alimentaire. Ouagadougou. Burkina Faso. 50p.
- Moneddji A.D., Nyamador W.S., Amevvoin K., 2015. Analyse de quelques aspects du système de production légumière et perception des producteurs de l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraichères au Sud du Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9(1), 98-107.
- Morard S., 2013. Guide pratique. Mes tomates du jardin à la cuisine. SMACT, 20 p.
- Shannag H S., Capinera JL., Freihat NM. 2014. Efficacy of different neem-based biopesticides against green peach aphid, *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 2(2): 061-068.
- Tendeng E., brevault T., Diatte M., Faye C., Dabo A., Diallo A.O. et Diarra K. 2015. Résistance aux insecticides chez deux ravageurs clés des cultures maraîchères au Sénégal : Cas de la noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera* et de la teigne du chou, *Plutella xylostella*.