



Original Paper

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

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

Diversité, abondance et comportement trophique des parasitoïdes contre le ravageur *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808) en culture de tomates biologiques au Burkina Faso

Elias MANO^{1*}, Bouraïma OUEDRAOGO², Georges KAMBOU³ et Irénée SOMDA⁴

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

²Centre Agricole Polyvalent de Matourkou (Burkina Faso).

³Institut de l'Environnement et de Recherche Agricole (Burkina Faso).

⁴Université Nazi Boni / Institut du Développement Rural (Burkina Faso).

*Auteur correspondant ; E-mail : manoe2005@gmail.com; Tel : +226 71 04 02 91.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient BAYER WCA - Côte d'Ivoire pour son soutien financier.

Received: 06-11-2022

Accepted: 21-01-2023

Published: 31-01-2023

RESUME

Les parasitoïdes contribuent à la gestion durable des bioagresseurs. Mais combien sont-ils dans les agrosystèmes ? Cette étude visait à évaluer la diversité, l'abondance et le comportement trophique des parasitoïdes de *H. armigera* sur tomates biologiques à Bama, au Burkina Faso. Des échantillons de larves de la noctuelle collectés de Novembre à Mars sur vingt carrés de sondage de 1,21 mètres carré de tomate ont été suivies au laboratoire jusqu'à l'émergence des parasitoïdes larvaires ou des chrysalides ou la mort de l'insecte. Simultanément, dix-huit œufs ont été suivis dans des boîtes de Pétri au laboratoire jusqu'à la sortie des parasitoïdes ou à l'éclosion. L'identification a été basée sur les caractères morphologiques. La noctuelle de la tomate est parasitée par sept espèces de parasitoïdes : *Meteorus laphygmarum*, *Apanteles sp.*, *Ha. brevicornis*, *Euplectrus sp.*, *Tachinidae sp.* et *Trichogrammatoidea sp 1 et sp2*. Les Braconidae sont dominants avec 42,85% de la richesse spécifique. *M. laphygmarum* et *Trichogrammatoidea sp.* sont les plus fréquents tandis que *Ha. brevicornis*, *M. laphygmarum* et *Tachinidae sp.* sont les plus abondants en période de fructification de la tomate et préférentiellement sur les jeunes larves L1, L2 et L3. Les parasitoïdes de *H. armigera* sont assez abondants et diversifiés dans la vallée du Kou. Ils pourraient être considérés dans les stratégies de gestion durable de la noctuelle.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Meteorus laphygmarum*, *Apanteles sp.*, *Habrobracon brevicornis*, *Euplectrus sp.*, *Tachinidae sp.*, *Trichogrammatoidea sp.*

Diversity, abundance and trophic behavior of parasitoids against the pest *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808) on organic tomatoes cultivation in Burkina Faso

ABSTRACT

Parasitoids contributes to sustainable pest's management. But how many are there in agro systems? This study aimed to evaluate the diversity, abundance and trophic behavior of *H. armigera* parasitoids on organic tomatoes in Bama, Burkina Faso. Indeed, samples of the moth larvae collected from November to March on

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i1.1>

9313-IJBCS

Special issue; Colloque International, BF & SEN

twenty survey squares of 1.21 square meters of tomato were monitored in laboratory up to the emergence of larval parasitoids or pupae or the death of the insect. Simultaneously, eighteen eggs in Petri dishes were monitored in laboratory until hatching or parasitoids emergence. Identification was based on morphological characters. The tomato moth is attacked by seven parasitoids species: *Meteorus laphygmarum*, *Apanteles sp.*, *Habrobracon brevicornis*, *Euplectrus sp.*, *Tachinidae sp.* and *Trichogrammatoidea sp1* and *sp2*. Braconidae are dominant with 42.85% of the species richness. *M. laphygmarum* and *Trichogrammatoidea sp.* are the most common while *Ha. brevicornis*, *M. laphygmarum* and *Tachinidae sp.* are most abundant in the fruiting stage of the tomato and preferentially on the young larvae L1, L2 and L3. *H. armigera* parasitoids are quite abundant and diverse in the Kou valley. They could be considered in strategies for the sustainable management of the tomato moth.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Meteorus laphygmarum*, *Apanteles sp.*, *Habrobracon brevicornis*, *Euplectrus sp.*, *Tachinidae sp.*, *Trichogrammatoidea sp.*

INTRODUCTION

La gestion de la noctuelle de la tomate basée sur les insecticides chimiques de synthèse a conduit à l'apparition de phénomènes de résistance à certaines familles de pesticides. En Afrique de l'Ouest, la résistance aux pyréthroides, organochlorés, organophosphorés et carbamates a été notifiée par exemple sur *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808), *Plutella xylostella* L. et *Bemisia tabaci* Gennadius (Houndété et al., 2010 ; Brun - Barale et al., 2010 ; Hema, 2012 Djihinto et al., 2012 ; Sene et al., 2020). Cette résistance se manifeste par des mécanismes de détoxification variés.

Par ailleurs, certains produits de synthèse entraînent des dommages sur les insectes utiles. C'est le cas de l'acéphate et le chlorpyrifos qui tous deux causent plus de 85% de mortalité chez les guêpes parasitoïdes ; le lambda-cyhalothrine + thiaméthoxame et le chlorfénapyr causent de nombreux effets sublétaux sur *Trichogramma pretiosum* Riley (De Paiva et al., 2021). Par contre l'application de flubendiamide 480 SC à 0,01% était relativement plus compatible favorisant 19,47% de parasitisme de *Campoletis chloridae* Uchida sur *H. armigera* dans l'écosystème du pois chiche (Nikoshe et al., 2014). Le parasitisme de *Diadegma semiclausum* Hellen sur *Plutella xylostella* L. s'est montré plus faible dans la ferme pulvérisée avec Fipronil, Indoxacarb, Regent, spinosad que dans celle non pulvérisée (Eziah et al., 2010).

L'emploi des produits de synthèse crée donc des troubles physiologiques et écologiques dans divers écosystèmes.

Cependant, les interactions trophiques entre les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels sont nombreuses dans les agrosystèmes et participent à la défense des plantes. D'après Losey et Vaughan (2006) le service rendu par les ennemis naturels est estimé à 4,49 milliards de dollars par an. Les ennemis naturels *Chelonus sp.* et *Campoletis sp.* détectés en Afrique de l'Ouest sur des larves de la chenille légionnaire avaient un taux global de parasitisme élevé de 25,8% et constituent un moyen de lutte très prometteur contre *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Tendeng et al., 2019).

Les procédés biologiques peuvent consister à favoriser le développement d'auxiliaires indigènes ou acclimatés ou à des lâchers inondatifs d'organismes auxiliaires dans la culture dans le but de maîtriser rapidement les populations d'organismes nuisibles comme le ferait un traitement chimique. Leurs voies d'actions sont la prédation ou le parasitisme. Par exemple *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) est un prédateur déjà utilisé largement contre les aleurodes, et sur les œufs et les larves de *Tuta absoluta* Meyrick (Blocaille, 2017).

Le contrôle biologique grâce aux parasitoïdes constitue un moyen durable de

protection des cultures qui préserve la santé de l'homme et de l'environnement (Wajnberg et Ris, 2007). L'intérêt porté à l'utilisation des parasitoïdes s'est considérablement accru depuis les 20 dernières années (Boivin, 2001) à cause de leur rôle écologique (Cournoyer, 2000). Il existe plusieurs espèces de parasitoïdes de *H. armigera* dont la plus dominante est *Meteorus laphygmarum* Brues (Braconidae) (Diatte et al., 2018). Leur utilisation peut contribuer à une diminution de l'application des insecticides chimiques de synthèse (Cameron et al., 2006).

L'étude des mécanismes d'interactions trophiques entre *H. armigera* et ses ennemis naturels au Burkina Faso est cependant très limitée. Depuis plus d'une vingtaine d'années, aucune mise à jour n'a été réalisée et surtout sur les parasitoïdes de *H. armigera* en cultures maraîchères au Burkina Faso.

Il est donc indispensable de mettre en place une stratégie de gestion intégrée agro écologique de la noctuelle, incluant la contribution des parasitoïdes, afin de renforcer les méthodes de lutte existantes. Ceci nécessite non seulement une connaissance de ses parasitoïdes indigènes, mais également de leur performance parasitaire dans un contexte de changement climatique. Ce travail préliminaire avait pour objectif d'évaluer la diversité, l'abondance et le comportement trophique des espèces de parasitoïdes de *H. armigera* présentes en culture de tomates biologiques dans les périmètres maraîchers de la vallée du Kou au Burkina Faso.

MATERIEL ET METHODES

Caractéristiques du site

L'expérimentation a été conduite dans la vallée du Kou (Bama), à 30 km au Nord de Bobo Dioulasso (11°22 Nord et 4°22 Est) au Burkina Faso. C'est un site à forte pression parasitaire. Le lit de semi du site est dominé par un sol ferrugineux avec une faible teneur en matière organique. La moyenne pluviométrique annuelle se situe entre 600 et 1500 mm. Les essais ont été conduits en saison

sèche (novembre à mars). Les plantes de tomates repiquées à 50 cm x 50 cm ont reçu de la boue de vache bien décomposée à raison de 35 tonnes à l'hectare ; elles n'ont reçu aucun traitement chimique.

Collecte des insectes hôtes

Les larves et les œufs de *H. armigera* ont constitué les hôtes des parasitoïdes. Dix-huit œufs et cent vingt-cinq larves aléatoires de la noctuelle ont été échantillonnées de façon aléatoire sur 20 carrés de sondage de 1,21 m² chacun répartis par stade phénologique sur une superficie totale de 900 m² (45m x 20m) de tomates. Les larves ont été collectées de novembre 2018 à février 2019. Ces parcelles ont été implantées à proximité d'une association maïs – manioc- gombo. Les larves des stades L1 à L6 de la noctuelle et les œufs ont été collectés avec leurs supports naturels dans des pots individuels transparents et ramenés au laboratoire pour le suivi des émergences. Ils ont été collectés tous les dix jours du stade végétatif jusqu'à la maturation. Les parcelles de tomate n'ont subi aucun traitement pesticide.

Suivi des parasitoïdes au laboratoire

Les œufs ont été suivis sur les supports habituels (feuilles de tomate) dans des boîtes de Pétri au laboratoire jusqu'à l'éclosion ou l'émergence des parasitoïdes. Quant aux larves, elles ont été isolées et élevées au laboratoire dans des boîtes de Pétri individuelles, numérotées, munies d'une diète nutritive artificielle et suivies chaque jour jusqu'à la mort de l'insecte ou l'émergence du parasitoïde.

Préparation de la diète nutritive artificielle de *H. armigera*

La diète artificielle a été préparée selon le protocole de Kao (1995) modifié en trois étapes avec les mêmes ingrédients mentionnés dans Mano et al. (2022) :

Etape 1 : Préparation du mélange A : Porter 3 litres d'eau distillée et 4 cuillerées à café

d'huile sans cholestérol à 55°C ; ajouter 65 g d'agar-agar et 6 g d'acide sorbique sous agitation d'un mixeur électrique (BLG - 450) jusqu'à ébullitions (90-100°C).

Etape 2 : Préparation du mélange B : Dissoudre 50 g d'acide ascorbique et 200 mg Antibiotique (Rimactan 300mg) dans un litre d'eau distillée. Ajouter le mélange A refroidie à 45°C.

Etape 3 : Préparation du mélange C : Combiner les mélanges A et B puis mélanger avec 570 g de farine de maïs, 150 g de levure de bière et 150 g de germe de blé tout en homogénéisant à l'aide du mixeur pendant une minute. Couler la diète liquide obtenue dans des plats prévus à cet effet pour solidification et stériliser sous hôte à ultraviolet pendant une heure. La diète solidifiée est coupée au couteau en petits carrés utilisée immédiatement ou conservée à 4°C pendant un mois maximum.

Identification des insectes

L'identification a été basée sur les caractères morphologiques. Elle a été faite suivants : la clé de reconnaissance des familles de Delvare et Aberleng (1989) et les méthodes décrites par Roth M. (1980) et Gauld Ian et Bolton (1988). Les échantillons ont été ensuite envoyés à des spécialistes pour confirmation à IITA.

Paramètres étudiés

Les nombres de parasitoïdes émergés au cours du suivi ont été enregistrés sur des fiches de collecte de données. Cinq paramètres de qualité structurelle ont été mesurés : la richesse spécifique, la richesse relative, l'abondance ou effectif, l'abondance relative et la fréquence ou l'occurrence d'une espèce (F). La richesse spécifique désigne le nombre total d'espèces différentes d'une catégorie biologique tandis que l'abondance indique le nombre d'individus de l'espèce dans une catégorie donnée. La richesse relative (Xr) en pourcentage d'une famille correspond au rapport du nombre d'espèces (Ni) au nombre total d'espèces (NT) présentes dans le milieu considéré.

$$Xri = 100 \times \frac{Ni}{NT}$$

L'abondance relative (Ar) en pourcentage correspond au rapport du nombre d'individus de cette espèce (A) au nombre total des individus (AT) dans le groupe biologique considéré.

$$Ari = 100 \times \frac{Ai}{ATI}$$

La fréquence ou l'occurrence (F) d'une espèce est le rapport du nombre de prélèvements ou une espèce est présente (Pi) sur le nombre total de prélèvements effectués (PT).

$$Fi = 100 \times \frac{Pi}{PT}$$

L'indice de préférence a considéré la condition où l'alimentation par le parasitoïde réduit la quantité de larves disponibles. Dans ce cas, l'indice de préférence d'un stade larvaire i (α_i) peut être estimé selon Chesson (1978) par la formule suivante adaptée de Manly et al. (1972) où n_{i0} est le nombre total d'individus de larves de stade i présents au début d'un combat de recherche de nourriture et r_i le nombre d'individus de larves de stade i parasitées par le parasitoïde. Un stade larvaire est dit non préféré si son indice de préférence est nul ($\alpha_i = 0$).

$$\alpha_i = \frac{\ln((nio-r_i)/nio)}{\sum_{j=1}^6 (njo-r_j)/njo} ; i=1, \dots, 6$$

Les préférences sont regroupées selon la classification standard suivante :

	$\alpha_i = 0$:	stade larvaire non préféré (-)
	$0,00 < \alpha_i \leq 0,33$:	stade larvaire faiblement préféré (+)
f_{α_i} :	$0,33 < \alpha_i \leq 0,66$:	stade larvaire moyennement préféré (++)
	$0,66 < \alpha_i \leq 1,00$:	Stade larvaire hautement préféré (+++)

Analyse statistique des données

Les données réunies ont été manuscrites à l'aide d'une maquette sous le tableur EXCEL puis exposées sous forme de graphiques ou de tableaux pour montrer la qualité structurelle des populations de

parasitoïdes. Les analyses statistiques ont été effectuées sous R 4.2.1. Les biais, variance, covariance et tests statistiques sont modélisés suivant Manly (1974). Quand un effet significatif est détecté, le test paramétrique de Duncun est utilisé au seuil de 5% pour comparer les moyennes des indices de préférence.

RESULTATS

Diversité des parasitoïdes de la noctuelle, *H. armigera*

Sept espèces de parasitoïdes dont cinq larvaires et deux oophages ont été recensées dans la vallée du Kou. Elles appartiennent à six genres et quatre familles dont les Braconidae (*Meteorus laphygmarum* Brues, *Apanteles sp.* et *Habrobracon brevicornis* (W)), les Eulophidae (*Euplectrus sp.*), les Trichogrammatidae (*Trichogrammatoidea sp.1* et *T. sp.2*) et les Tachinidae (*Tachinidae sp.*). Les plus diversifiés sont l'Ordre des Hyménoptères (x=6 espèces) et de la famille des Braconidae (x=3 espèces) (Tableau 1).

Abondance et qualité structurelle des peuplements de parasitoïdes de *H. armigera* dans la vallée du Kou (Bama)

Au total 77 individus de parasitoïdes ont été recensés dans la vallée du Kou (Tableau 2). Les plus abondants sont *Ha. brevicornis* (n=20 individus, $\delta = 25,97\%$), *M. laphygmarum* (n=16 individus, $\delta = 20,78\%$), *Tachinidae sp.* (n=12 individus, $\delta = 15,58\%$) et *Apanteles sp.* (n=10 individus, $\delta = 12,99\%$). L'analyse a montré que les Braconidae sont plus dominants avec une richesse spécifique relative $\lambda = 42,85\%$. Les espèces les plus fréquentes recensées sont *M. laphygmarum* (f= 12,8%); *Trichogrammatoidea sp.* (f = 5,55%), *Apanteles sp.* (f = 4,18%) et *Ha. brevicornis* (f = 4,18%).

Impact du stade phénologique sur la dynamique des populations de parasitoïdes

La dynamique des populations de parasitoïdes est influencée par le stade phénologique

de la tomate dans les parcelles (Figure 1). Parmi les cinq espèces de parasitoïdes larvaires recensées, seule *Euplectrus sp.* n'a pas été recensée à tous les stades phénologiques (n=0 au stade végétatif (20 J)) de la plante. Les parasitoïdes ont été, en général plus abondants aux stades floraison - fructification ie à 40 J (n=16 individus) et fructification ie à 60 J (n = 19 individus) à l'exception de *Apanteles sp.* Ce dernier a montré une abondance maximale (n = 3 individus) au stade simple floraison (40 J) de la tomate.

Préférence trophique et richesse spécifique des parasitoïdes suivant le stade larvaire de l'hôte

La préférence trophique des parasitoïdes de *H. armigera* est influencée par le stade larvaire de l'hôte et l'espèce de parasitoïde (Tableau 3). D'après les Tableaux 4 et 5, les stades larvaires L1, L2 et L3 sont le plus préférés. *M. laphygmarum* (solitaire exclusif) et *Apanteles sp.* (grégaire) sont les seuls à parasiter tous les stades larvaires de la noctuelle avec cependant des préférences faibles et non significativement différentes ($p\text{-value}=1,527$ et $P=0,222$; $p\text{-value}=0,222$ et $P=0,231$). Par contre les trois autres espèces de parasitoïdes (*Ha. Brevicornis* (grégaire) *Euplectrus sp.* (grégaire) *Tachinidae sp.* (grégaire) ont préféré uniquement les stades L1, L2, L3 et L4 avec des indices de préférence significativement différents ($p\text{-value} \geq 1,209$; $P < 0,001$) à l'exception de *Tachinidae sp.*, qui n'a pas parasité le stade L4 ($\alpha = 0,000$). *Ha. Brevicornis*, *Euplectrus sp.*, *Tachinidae sp.* et les hyménoptères indéterminés préfèrent en premier le stade L2. En effet, pour ce stade larvaire, *Tachinidae sp.* a manifesté une haute préférence ($\alpha = 0,673$) tandis que *Ha. Brevicornis* et *Euplectrus sp.* ont des préférences moyennes respectives de $\alpha = 0,333$ et $\alpha = 0,400$. Les autres stades L3, L4, L5 et L6 sont faiblement préférés ou non préférés par les parasitoïdes (α variant de 0,00 à 0,253). L'analyse a montré que la richesse spécifique est plus élevée aux premiers stades L1 à L3 (4 à 5 espèces) qu'aux derniers L5 et L6 (2 espèces).

Tableau 1 : Inventaire des parasitoïdes de la noctuelle *H. armigera* dans la vallée du Kou (Bama).

Ordres	Familles	Genres	Espèces	Type de parasitisme
Hymenoptera	Braconidae	Meteorus	<i>Meteorus laphygmarum</i> Brues	Solitaire
		Apanteles	<i>Apanteles sp.</i>	Grégaire
		Habrobracon	<i>Habrobracon brevicornis</i> (W.)	Grégaire
	Eulophidae	Euplectrus	<i>Euplectrus sp.</i>	Grégaire
	Trichogrammatidae	Trichogrammatoidea	<i>Trichogrammatoidea sp.1</i>	Solitaire
Trichogrammatoidea		<i>Trichogrammatoidea sp.2</i>	Solitaire	
Diptera	Tachinidae	Tachinidae	<i>Tachinidae sp.</i>	Grégaire
-	-	-	Parasitoïdes indéterminés	mixte
Diversité	02 04	06	07	-

Tableau 2 : Abondance et qualité structurelle des parasitoïdes de *H. armigera* dans la vallée du Kou (Bama).

Ordre	Famille	Espèce	Richesse spécifique x(espèce)	Richesse spécifique relative λ(%)	Abondance n(individu)	Abondance relative δ(%)	Occurrence F(%)
Hymenoptera	Braconidae	<i>Meteorus laphygmarum</i> Brues			16	20,78	12,80 (16/125)
		<i>Apanteles sp.</i>	3	42,85	10	12,99	4,80 (6/125)
		<i>Habrobracon brevicornis</i> (W.)			20	25,97	4,80 (6/125)
	Eulophidae	<i>Euplectrus sp.</i>	1	14,28	8	10,39	4,00 (4/125)
	Trichogrammatidae	<i>Trichogrammatoidea sp.1</i>	1	14,28	1	1,30	5,55 (1/18)
		<i>Trichogrammatoidea sp.2</i>	1	14,28	1	1,30	5,55 (1/18)
	Hyménoptères indéterminés	-	-	-	-	9	11,68
Diptera	Tachinidae	<i>Tachinidae sp.</i>	1	14,28	12	15,58	4,00(4/125)
Total			7	100,00	77	100,00	35,20 (44/125)

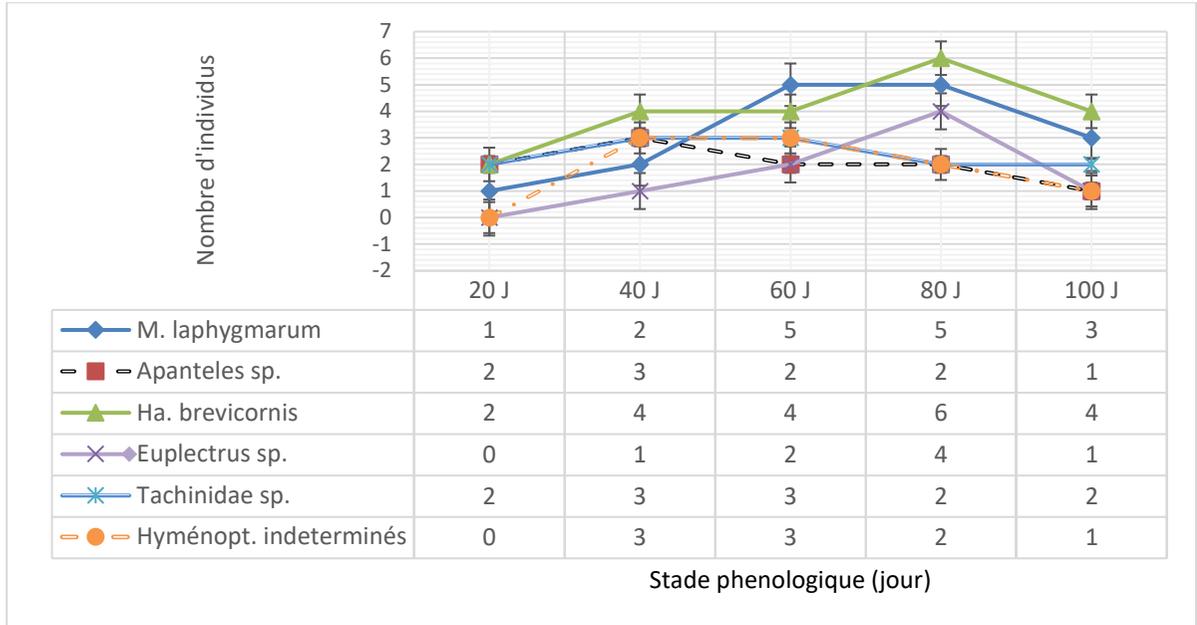


Figure. 1 : Dynamique des parasitoïdes larvaires de la noctuelle *H. armigera*.

Tableau 3 : Analyse de variance.

	Df	Sum SQ	Mean SQ	F value	Pr (>F)	Signification
Parasitoïde	5	0,1877	0,03753	976,7	<2,10 ⁻¹⁶	***
Stade_lavaire	5	1,3001	0,26002	6766,9	<2,10 ⁻¹⁶	***
Parasitoïde:stade_lavaire	25	1,4703	0,05881	1530,6	<2,10 ⁻¹⁶	***
Residuals	108	0,0041	0,00004			

Légende : *** : différence très hautement significative

Tableau 4 : Indice de préférence moyen des parasitoïdes pour les stades des larves parasitées dans les champs de tomate.

Stade larvaire	Indice de préférence trophique parasitaire*					
	<i>M. laphygmarum</i> (solitaire)	<i>Apanteles sp.</i> (grégaire)	<i>Ha. Brevicornis</i> (grégaire)	<i>Euplectrus sp.</i> (grégaire)	<i>Tachinidae sp.</i> (grégaire)	Hyménoptères Indéterminés (mixte)
SL1	0,070 ± 0,004 a	0,170 ± 0,004 a	0,335 ± 0,003 a	0,198 ± 0,006 b	0,080 ± 0,004 c	0,400 ± 0,004 a
SL2	0,070 ± 0,000 a	0,173 ± 0,003 a	0,333 ± 0,003 a	0,400 ± 0,004 a	0,673 ± 0,003 a	0,203 ± 0,006 b
SL3	0,075 ± 0,003 a	0,173 ± 0,003 a	0,168 ± 0,003 b	0,200 ± 0,004 b	0,253 ± 0,003 b	0,203 ± 0,003 b
SL4	0,073 ± 0,003 a	0,173 ± 0,003 a	0,168 ± 0,003 b	0,204 ± 0,006 b	0,000 ± 0,000 c	0,200 ± 0,004 b
SL5	0,073 ± 0,003 a	0,165 ± 0,003 a	0,000 ± 0,000 c	0,000 ± 0,000 c	0,000 ± 0,000 c	0,000 ± 0,000 c

SL6	0,065 ± 0,003 a	0,165 ± 0,003 a	0,000 ± 0,000 c			
ddl	5	5	5	5	5	5
F-value	1,527	1,56	4 936	1 209	14 568	1 723
p-value	0,231	0,222	<2.10 ⁻¹⁶	<2.10 ⁻¹⁶	<2.10 ⁻¹⁶	<2.10 ⁻¹⁶
Signification	NS	NS	***	***	***	***

NB : Les moyennes dans la même colonne, affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % (selon le test de Student Newman-Keuls) **Légende** : *** : différence très hautement significative ; ddl : degré de liberté

Tableau 5 : Niveau de préférence parasitaire et richesse spécifique des parasitoïdes par stade larvaire de la noctuelle.

Stade larvaire	Niveau de préférence trophique parasitaire*						Richesses spécifiques
	<i>M. laphygmarum</i> (solitaire)	<i>Apan-teles sp.</i> (gré-gaire)	<i>Ha. Brevicornis</i> (grégaire)	<i>Euplectrus sp.</i> (gré-gaire)	<i>Tachinidae sp.</i> (gré-gaire)	Hyménoptères Indéterminés (mixte)	
SL1	+	+	++	+	+	++	5
SL2	+	+	++	++	+++	++	5
SL3	+	+	+	+	+	+	5
SL4	+	+	+	+	(-)	+	4
SL5	+	+	(-)	(-)	(-)	(-)	2
SL6	+	+	(-)	(-)	(-)	(-)	2

Légende : - : stade non préféré ; + : stade faiblement préféré ; ++ : stade moyennement préféré ; +++ : stade hautement préféré

DISCUSSION

Sept espèces de parasitoïdes de *H. armigera* dont *M. laphygmarum* Brues, *Ha. brevicornis* (Wesmael), *Apan-teles sp.*, *Euplectrus sp.*, *Tachinidae sp.*, *Trichogrammatoidea sp.1* et *T. sp.2* recensées ont permis de connaître la diversité des parasitoïdes de *H. armigera* en culture de tomates biologiques en saison sèche (novembre à février). *Ha. brevicornis* et *Euplectrus sp* sont observés pour la première fois au Burkina Faso. En effet, selon Diatte (2017), Streito et Nibouche en ont récolté 11 sur *H. armigera* du cotonnier en saison pluvieuse (mai à octobre) sur le même site. Ce résultat non dissimilaire serait dû à l'utilisation de plantes hôtes différentes

(cotonnier versus tomate) à des conditions météorologiques différentes (saison pluvieuse versus saison sèche). En outre, le temps écoulé de plus de vingt ans implique des variations climatiques qui sont des facteurs influençant la dynamique générale des arthropodes (Ehisianya et al., 2012). La diversité des parasitoïdes dans la vallée du Kou aurait été plus grande s'ils étaient collectés en saison humides.

Les espèces *Ha. brevicornis* (W.), *Apan-teles sp.* et *Euplectrus sp.* inventoriées dans cette étude n'ont pas été recensées par Streito et Nibouche selon Diatte (2017). Ces nouvelles espèces recensées ont permis d'actualiser la liste des diverses espèces de parasitoïdes de la noctuelle *H. armigera* dans

l'Ouest du Burkina Faso. Elles seraient entrées à travers les échanges commerciaux de produits agricoles avec les pays limitrophes comme le Bénin où ces espèces sont déjà présentes (Dossou-Kago, 2008). Leur présence au Burkina Faso est une richesse pour la biodiversité durant les 20 dernières années.

Sur les diptères parasitoïdes, cette étude n'a observé qu'une seule espèce (*Tachinidae sp.*) contre quatre recensées auparavant par Streito et Nibouche d'après Diatte (2017) dans l'ouest du Burkina Faso. Les conditions climatiques pourraient avoir entraîné cette disparité des diptères parasitoïdes comme l'ont souligné Nibouche et al., (2007) qui ont observé dix espèces de Tachinaires sur le cotonnier en Afrique de l'ouest. En effet, les ennemis naturels de *H. armigera* en Afrique ont présenté depuis longtemps une grande diversité surtout en zones humides. Un total de 83 espèces et 93 genres de parasitoïdes dont la plupart sont des parasitoïdes larvaires ou oophages appartenant à la famille des Braconidae, des Ichneumonidae et des Tachinidae ont été identifiés en Afrique de l'Ouest (Cobblah et al., 2012).

Des dix-huit œufs récoltés sur les plantes de tomate, seulement deux ont été parasités par *Trichogrammatoidea sp.*, contrairement aux résultats de Diatte (2017) qui n'a enregistré aucun parasitoïdes d'œuf sur la même plante au Sénégal. Ces résultats confirment ceux de Streito et Nibouche qui, d'après Diatte (2017), ont relevé deux espèces de *Trichogrammatoidea* (*Trichogrammatoidea lutea* Girault et *Trichogrammatoidea n. sp.*) sur le cotonnier au Burkina Faso. Les parasitoïdes oophages de *H. armigera* semblent être moins diversifiés en Afrique de l'Ouest à raison de leur faible adaptation aux variations climatiques (Prasad et Bambawale, 2010). Par ailleurs, Basappa (2011) n'a inventorié qu'une seule espèce (*Trichogramma chilonis* Ishii) sur la noctuelle. Toutefois, des études supplémentaires prenant en compte toutes les saisons et plusieurs hôtes de la noctuelle, pourraient contribuer à connaître la

biodiversité des parasitoïdes oophages de *H. armigera*.

L'analyse de la qualité structurale a permis de connaître l'abondance des parasitoïdes. Elle indique que *M. laphygmarum*, *Trichogrammatoidea sp.*, *Apanteles sp.* et *Ha. Brevicornis* sont les plus fréquents tandis que les plus abondants sont *Ha. brevicornis*, *M. laphygmarum*, *Tachinidae sp.* et *Apanteles sp.* En effet, Nibouche et al. (2007) avaient noté *M. laphygmarum* comme étant le plus abondant en culture de cotonnier. Ce parasitoïde est présent dans toutes les zones. Les parasitoïdes sont plus abondants au stade de fructification qu'aux autres stades de la plante. Leur abondance à cette période critique de la production constitue une menace et suggère ainsi des mesures additionnelles de protection agro-écologique.

Les parasitoïdes sont plus abondants sur les jeunes stades larvaires comme l'ont souligné Diatte et al. (2018). Cela montre que le parasitisme des parasitoïdes est préférentiel et bien motivé par le facteur « âge ». *M. laphygmarum* attaque tous les stades larvaires mais préférentiellement les plus jeunes notamment le stade L3. En effet, c'est à ces stades que s'intensifient les interactions trophiques entre *H. armigera* et la plante de tomate. Ainsi les parasitoïdes sont attirés par les odeurs émises par les chenilles et les substances végétales volatiles suite aux dégâts mécaniques dus aux chenilles (Yan et Wang, 2006). La sensibilité des larves de stades jeunes de *H. armigera* tient au fait qu'elles sont moins vigoureuses, se nourrissent à la surface des feuilles et des fleurs et sont ainsi plus exposées aux attaques des parasitoïdes (Diatte et al., 2018). Tandis que, les troisième et quatrième stades larvaires (L3, L4) sont les stades hôtes préférentiels, les chenilles de derniers stades vivent à l'abri, à l'intérieur des fruits (Saxena et al., 2012). Ce comportement trophique constitue un avantage, puisqu'il empêche l'apparition des larves de derniers stades qui sont plus voraces.

Conclusion

Sept espèces de parasitoïdes larvaires et oophages ont été recensées dans la vallée du

Kou. Elles appartiennent à six genres et quatre familles dont les Braconidae, les Eulophidae, les Trichogrammatidae et les Tachinidae. Les plus diversifiés sont l'Ordre des Hyménoptères et de la famille des Braconidae. *M. laphygmarum* est le plus fréquent tandis que *Ha. brevicornis* est le plus abondant sur les parcelles de tomate. Deux espèces de *Trichogrammatoidea* ont émergé des œufs de la noctuelle. Les parasitoïdes sont plus importants et plus diversifiés en période de fructification et préfèrent les jeunes larves de stades L2, L1 et L3. Deux d'entre eux à savoir *Ha. brevicornis* et *Euplectrus sp* sont observés pour la première fois au Burkina Faso. Des études supplémentaires sont nécessaires pour connaître l'écologie de ces différents parasitoïdes dans le contexte de changement climatique actuel. Ces résultats obtenus constituent une base préliminaire à l'étude des stratégies d'optimisation du service rendu par les parasitoïdes de *H. armigera* pour une gestion écologique de la noctuelle en cultures maraîchères au Burkina Faso.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

EM et GK ont conçu le protocole et rédigé le manuscrit ; BO et IS ont collecté et analysé les données.

REFERENCES

Basappa H. 2011. Biodiversity of biocontrol agents in sunflower ecosystem. *Journal of Biological Control*, **25** (3): 182-187. DOI: <https://doi.org/10.18311/jbc/2011/3719>

Blocaille S. 2017. Focus n°15 : Protection intégrée contre les ravageurs des cultures annuelles. *Ecophyto Pic* 13 p.

Boivin G. 2001. Parasitoïdes et lutte biologique: Paradigme ou panacée ? *Revue en sciences de l'environnement sur le WEB*, **2**(2) : octobre 2001. DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.4096>

Brun-Barale A, Hema SAO, 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. DOI:

<https://doi.org/10.1002/ps.1960>

Cameron PJ, Walker GP, Herman TJB, Wallace AR. 2006. Incidence of the introduced parasitoids *Cotesia kazak* and *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) from *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in tomatoes, sweet corn, and lucerne in New Zealand. *Biological Control*, **39**: 375 - 384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.06.008>

Chesson J. 1978. Measuring preference in selective pre-dation. *Ecology*, **59**(2): 211-215. DOI: <https://doi.org/10.2307/1936364>

Cobblah MA, Afreh-Nuamah K, Wilson D, Osaè MY. 2012. Parasitism of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) populations on cabbage *Brassica oleracea* var. capitata (L.) by *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hymenoptera: Braconidae) in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, **20**(1), 37-45.

Cournoyer M. 2000. Les insectes parasitoïdes et leur utilisation en lutte biologique. *Antennae* **7** (3) 7p.

De Paiva ACR, Beloti VH, Iost Filho FH, Yamamoto PT. 2021. Acute toxicity and duration of harmful activity of nine insecticides on *Trichogramma pretiosum*, a parasitoid used in augmented biological control of *Helicoverpa* spp. in Brazilian soybean fields. *International Journal of Pest Management*, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1080/09670874.2021.1969468>.

Delvare G, Aberlenc HP. 1989. Les insectes d'Afrique et d'Amérique tropicale: clé de reconnaissance des familles d'insectes. Montpellier, CIRAD-GERDAT.

Diatte M. 2017. Les principaux insectes ravageurs de la tomate dans les Niayes au Sénégal : Gestion intégrée de la noctuelle et de la mineuse des feuilles. Thèse de doctorat : Ecologie et Gestion des

- Ecosystèmes. Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 124p
- Diatte M, Brévault T, Sall - Sy D, Diarra K. 2018. Dynamique des parasitoïdes larvaires de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera : Noctuidae) dans la zone des Niayes au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **12**(1): 392-401. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i1.31
- Djihinto AC, Katary A, Djaboutou MC, Prudent P, Menozzi P, Atachi P. 2012. Variation in biological parameters of cypermethrin resistant and susceptible strains of *Helicoverpa armigera* from Benin Republic, West Africa. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **6**(3): 931-940. DOI: 10.4314/ijbcs.v6i3.2
- Dossou-Kago DDS. 2008. Inventaire des parasitoïdes de *Helicoverpa armigera* (Hübner) dans les départements du Borgou et de l'Alibori et l'étude de leurs potentialités biologiques pour une production de masse. Mémoire de Diplôme Universitaire de Technologie, Université D'Abomey - Calavi (UAC), 70p.
- Ehisiyanya CN, Emeasor KC, Echendu TNC, Egesi CN, Mbanaso ENA. 2012. Preliminary sampling of arthropod fauna of transgenic cassava in confined field trial. *African Journal of Biotechnology*, **11**(21): 4802-4809. DOI: 10.5897/AJB11.3455
- Eziah VY, Rose HA, Wilkes M, Clift AD, Mansfield S. 2010. Population dynamics of the diamondback moth *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Sydney Region of Australia. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **4**(4): 1062-1082. DOI: 10.4314/ijbcs.v4i4.63044
- Gauld ID, Bolton B. 1988. The Hymenoptera. British Museum Natural History. London: Oxford University. Press, 332 p.
- Hema SAO. 2012. Caractérisation et gestion de la résistance de *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808) aux pyrèthrinoïdes : 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.
- Houndété TA, Kétoh GK, Hema OS, Brévault T, Glitho IA, Martin T. 2010. Insecticide resistance in field populations of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in West Africa. *Pest Management Science*. **66**(11): 1181 - 1185. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.2008>
- Kao SS. 1995. Mass rearing of insects. Bulletin of Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute (TACTRI) **37**: 1-8.
- Losey J E, Vaughan M, 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience*, **56**(4): 311-323. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2006\)56\[311:TEVOES\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2006)56[311:TEVOES]2.0.CO;2)
- Manly BFJ, Miller P, Cook LM. 1972. Analysis of a selective predation experiment. *American Naturalist* **106**(152): 719-736. DOI: <https://doi.org/10.1086/282808>
- Manly BFJ. 1974. A model for certain types of selection experiments. *Biometrics*, **30**(2): 281-294. DOI: <https://doi.org/10.2307/2529649>
- Mano E, Simde R, Kambou G, Ouedraogo B, Somda I. 2022. Potentiel de régulation naturelle de la noctuelle *Helicoverpa armigera* (Hübner 1808) (Lepidoptera : Noctuidae) par son cortège de parasitoïdes en condition de culture de tomates biologiques. *Journal of Applied Biosciences*, **173**(1): 17953 - 17962. DOI: <https://doi.org/10.35759/JABs.173.3>
- Nibouche S, Guerard N, Martin P, Vaissayre M. 2007. Modelling the role of refuges for sustainable management of dual - gene Bt cotton in West African smallholder farming systems. *Crop Protection*, **26**: 828-836. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.05>

018

- Nikoshe AP, Zala MB, Bharpoda TM. 2014. Relative impact of insecticidal applications on the parasitization activity of *Campoletis chloridae* Uchida, a parasitoid of *Helicoverpa armigera* in chickpea. *International Journal of Plant Protection*, **7**(1): 260-262.
- Prasad YG, Bambawale OM. 2010. Effects of Climate Change on Natural Control of Insect Pests. *Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development*, **25**(2): 1 - 12.
- Roth M. 1980. Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. ORSTOM: 97 - 98.
- Saxena H, Ponnusamy D, Asif Iquebal M. 2012. Seasonal parasitism and biological characteristics of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) a potential larval ectoparasitoid of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in a chickpea ecosystem. *Biocontrol Science and Technology*, **22**(3): 305 - 318. DOI: <https://doi.org/10.1080/09583157.2012.656579>
- Sene SO, Tendeng E, Diatte M, Sylla S, Labou B, Diallo AW, Diarra K. 2020. Insecticide resistance in field populations of the tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera*, from Senegal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **14**(1): 181-191. DOI: 10.4314/ijbcs.v14i1.15
- Tendeng E, Labou B, Diatte M, Djiba S, Diarra K. 2019. The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith), a new pest of maize in Africa: biology and first native natural enemies detected. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **13**(2): 1011-1026. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i2.35
- Wajnberg É, Ris N. 2007. Parasitisme et lutte biologique. In *Ecologie et Evolution des Systèmes Parasités*, Thomas F, Guégan JF, Renaud F (Eds). De Boeck : Belgium, 257 - 299.
- Yan Z-G, Wang C-Z. 2006. Similar attractiveness of maize volatiles induced by *Helicoverpa armigera* and *Pseudaletia separata* to the generalist parasitoid *Campoletis chloridae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **118** : 87 – 96. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00368>.