



**Original Paper**

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

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

## Dynamique des parasitoïdes larvaires de *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera : Noctuidae) dans la zone des Niayes au Sénégal

Mamadou DIATTE<sup>1\*</sup>, Thierry BRÉVAULT<sup>2,4</sup>, Diénaba SALL-SY<sup>3</sup> et Karamoko DIARRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UCAD, Laboratoire Production et Protection Intégrées en Agro écosystèmes-L2PIA, Faculté des Sciences et Techniques, Dakar, Sénégal.

<sup>2</sup>BIOPASS, ISRA-UCAD-IRD, Dakar, Senegal.

<sup>3</sup>ISRA, Centre pour le Développement Horticole, CDH, Dakar, Sénégal.

<sup>4</sup>CIRAD, UPR AIDA, F-34398 Montpellier, France.

\*Auteur correspondant ; E-mail: [mamadou.diatte@hotmail.fr](mailto:mamadou.diatte@hotmail.fr); Tel.: +221 77 232 49 96;

### REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères gratitude à l'AIRD (PEERS-BIOBIO) et au programme de production agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO/WAAPP) pour avoir soutenu financièrement cette étude.

### RESUME

La lutte biologique contre les ravageurs nécessite une connaissance de la dynamique des ennemis naturels. Cette étude a pour objectifs d'étudier la distribution spatio-temporelle des espèces de parasitoïdes de *H. armigera* dans la zone des Niayes et d'évaluer l'impact de la phénologie de la tomate et du stade larvaire sur ces parasitoïdes. Environ 1965 larves ont été collectées dans 62 parcelles de tomate dans la zone des Niayes entre 2012 et 2014. La période de culture influe sur le parasitisme dû à *Apanteles* SP. Les attaques du parasitoïde sont moins élevées en première partie de saison sèche, sur le premier cycle de culture suivant immédiatement la fin de la saison des pluies (0,5%) qu'en deuxième partie de saison sèche (5,1%). En fonction de la zone, le parasitisme dû à *M. laphygmarum* et à *Apanteles* SP. Est plus important dans les zones Centre et Sud que dans la zone Nord. Le stade phénologique n'influe pas sur le parasitisme de *H. armigera*. Les premiers stades larvaires (L1, L2, L3 et L4) sont plus parasités que les derniers stades (L5 et L6). Ces résultats contribuent à mieux comprendre le potentiel régulateur des parasitoïdes de *H. armigera* et leurs importances dans des stratégies de gestion intégrée.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** Parasitoïdes, *Helicoverpa armigera*, tomate, dynamique, lutte biologique, Sénégal.

## Dynamics of larval parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Niayes area in Senegal

## ABSTRACT

Biological pest control requires knowledge of the dynamics of natural enemies. The objective of this study was to study the spatio-temporal distribution of parasitoid species of *H. armigera* in the Niayes area and to evaluate the impact of tomato phenology and larval stage on these parasitoids. About 1965 larvae were collected in 62 tomato plots in the Niayes area between 2012 and 2014. The cultivation period affects the parasitism due to *Apanteles* SP. The parasitoid attacks are lower in the first part of the dry season, on the first crop cycle immediately following the end of the rainy season (0.5%) than during the second part of the dry season (5.1%). Depending on the area, the parasitism due to *M. laphygmarum* and to *Apanteles* SP. is greater in the central and southern zones than in the northern zone. The phenological stage does not affect the parasitism of *H. armigera*. The first larval stages (L1, L2, L3 and L4) are more parasitized than the last stages (L5 and L6). These results contribute to a better understanding of the regulatory potential of the parasitoids of *H. armigera* and their importance in integrated management strategies.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Parasitoids, *Helicoverpa armigera*, tomato, dynamics, biological control, Senegal.

## INTRODUCTION

La noctuelle de la tomate, *Helicoverpa armigera*, est un ravageur très polyphage, capable de coloniser de nombreuses cultures, mais aussi des plantes non cultivées (Nibouche et al., 2007; Brevault et al., 2012). Au Sénégal, l'insecte a été observé sur la tomate, le poivron, l'aubergine, le jakhatou, le chou (Diatte et al., 2017) et le gombo (Tendeng et al., 2017). Il est le ravageur le plus présent sur la tomate, avec une occurrence de 91,8% dans les parcelles suivies et des dégâts allant jusqu'à 28% sur les fruits (Diatte et al., 2017).

Le contrôle du bio-agresseur est essentiellement basé sur les insecticides chimiques (Katroju et al., 2014; Sam et al., 2014; Djihinto et al., 2016). Cependant l'utilisation répétée et prolongée des matières actives de ces produits conduit à une perte de sensibilité du ravageur. Cela entraîne une acquisition rapide de la résistance sur certaines familles de pesticides, notamment les pyréthrinoides et les organophosphorés (Achaleke et al., 2009; Aheer et al., 2009; Achaleke et Brevault, 2010). En plus, les pesticides contaminent à travers leurs résidus les eaux stagnantes, les sols et les sédiments (Mahugija et al., 2017).

Il est donc indispensable de mettre en place une stratégie de gestion intégrée des ravageurs pour renforcer les méthodes de lutte existantes. La protection intégrée s'impose comme la principale stratégie holistique de

protection des plantes (Badiane et al., 2015). Celle-ci nécessite non seulement une connaissance des parasitoïdes locaux, mais également de leur distribution. La mise en place d'un programme de lutte intégrée partiellement basé sur l'utilisation des parasitoïdes peut contribuer à une diminution de l'application des insecticides (Cameron et al., 2006). En Afrique, il existe plusieurs espèces de parasitoïdes qui attaquent *H. armigera* (Streito et Nibouche, 1997; Neuenchwander et al., 2003), dont la plus dominante est *Meteorus laphygmarum* Brues (Braconidae) (Streito et Nibouche, 1997). Au Sénégal, au moins sept espèces de parasitoïdes de *H. armigera* appartenant à la famille des Braconidae (*Meteorus laphygmarum*, *Apanteles* SP., *Cotesia* SP. et *Bracon* SP.), Chalcididae (*Brachymeria marmonti* et *Euplectrus* SP.) et Tachinidae sont rencontrées dans la zone des Niayes (Diatte et al., 2018) et au moins une espèce (Tachinidae) est rencontrée dans la basse Casamance (Tendeng et al., 2017). Il s'avère alors important de savoir leur dynamique pour leur meilleure utilisation dans la gestion de la noctuelle de la tomate.

Le présent travail avait pour objectif d'étudier la distribution spatio-temporelle des différentes espèces de parasitoïdes de *H. armigera* dans la zone des Niayes et d'évaluer l'impact de la phénologie de la plante et du stade larvaire sur ces parasitoïdes.

## MATERIEL ET METHODES

### Choix de la zone d'étude

Ce travail a été effectué dans la zone des Niayes au Sénégal. Cette zone s'étend sur une longueur de 180 km bordant la frange maritime du Nord du pays partant de Dakar à Saint-Louis en passant par la bordure Ouest de Thiès et de Louga. Sa largeur varie de 5 à 30 km à l'intérieur des terres. Elle constitue un milieu original caractérisé par des dunes et des dépressions souvent inondées par l'affleurement de la nappe phréatique et par un climat assez favorable aux cultures maraîchères. Inscrites dans la moitié Sud de la zone sahélienne, les Niayes sont caractérisées par l'alternance de deux saisons : une saison humide concentrée sur trois mois (juillet, août et septembre) et une saison sèche qui dure les autres neuf mois et durant laquelle se succède deux cycles de cultures maraîchères. Au total, 62 parcelles de tomate ont été sélectionnées durant l'étude, suivant un trajet Nord-Sud (Zone Sud, Zone Centre et Zone Nord) des Niayes. Les parcelles d'études ont été géo-référencées par GPS et étaient distantes l'une de l'autre d'au moins deux kilomètres (2 km) (Figure 1).

### Récolte des chenilles de *H. armigera* sur le terrain

Elle a été réalisée sur deux années successives, de septembre 2012 à Mai 2014, durant deux cycles de culture réalisées en saison sèche : septembre-janvier et février-mai. La récolte des insectes se faisait toutes les trois semaines pour une parcelle donnée, depuis le repiquage jusqu'à la première date de récolte. Pour chaque parcelle, les larves de *H. armigera* ont été prélevées et ramenées au laboratoire pour le suivi du parasitisme. Au total, 1965 larves ont été collectées sur la tomate.

### Suivi du parasitisme au laboratoire

Au laboratoire, les chenilles ont été isolées dans des tubes numérotés et leurs stades larvaires étaient déterminés. Elles ont été ensuite élevées dans des boîtes contenant du milieu artificiel (Southland Products, USA). Un suivi journalier de chaque larve est

effectué jusqu'à la mort de l'insecte, la sortie de l'adulte ou du parasitoïde. Les parasitoïdes émergés sont comptés et identifiés. L'identification a été faite par Dr G. Delvare (CIRAD).

### Préparation du milieu artificiel

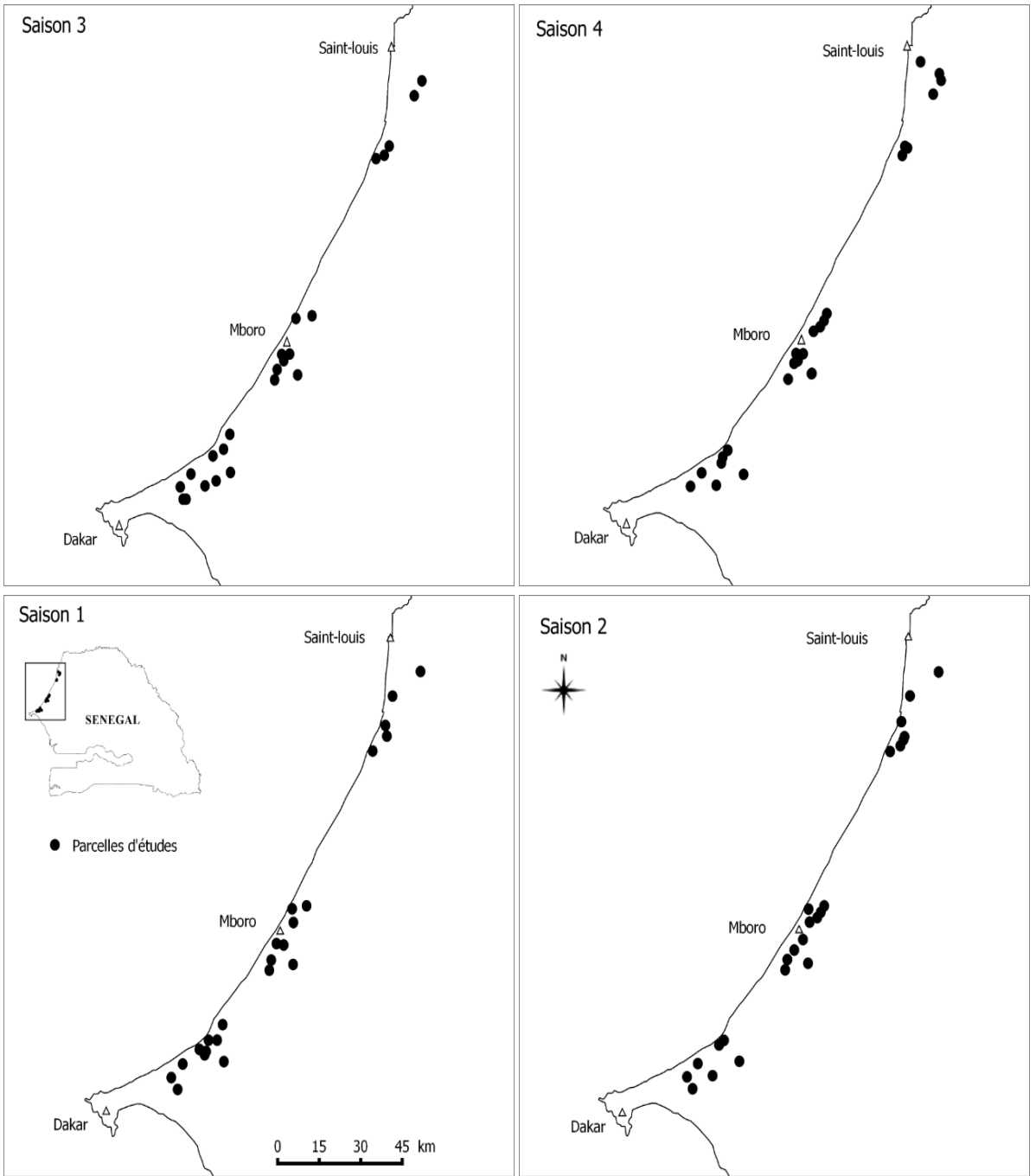
Le milieu artificiel est un produit fini en poudre importé des Etats Unis. Il est spécifique à l'élevage de la noctuelle de la tomate. Au laboratoire, 44 g de la poudre ont été mélangés dans 250 ml d'eau, préalablement chauffée à 100 °C. La poudre est progressivement ajoutée à l'eau tout en agitant pour éviter la formation d'agrégats. Le mélange est ensuite versé dans un pot et laissé à l'air libre jusqu'à refroidissement avant d'être gardé dans un réfrigérateur.

### Analyses statistiques

L'analyse de la richesse spécifique des différentes catégories a été effectuée à l'aide d'un test descriptif en utilisant le logiciel Statview version 4.55 (Statview 1996). La richesse spécifique (S) par rapport à un site ou à une catégorie biologique donné du milieu d'étude désigne le nombre total d'espèces différentes que compte le site ou la catégorie biologique considéré. L'analyse de l'impact du taux de parasitisme en fonction de la zone et du stade larvaire a été comparée en utilisant le test de Kruskal-Wallis. Quand un effet significatif est détecté, des tests de comparaison multiple sont utilisés pour séparer les modalités en utilisant le logiciel statistique R (version 3.2.3 R., 2016), avec l'ajout du package nparcomp à la version de base. Le test de Tuckey à 5% a été utilisé pour la comparaison des moyennes. Le pourcentage de parasitisme a été calculé en utilisant la formule de Mc Cutcheon (1987).

$$\text{Parasitisme} = \frac{\text{Nombre de larves parasitées}}{\text{NLR} - \text{NLM}}$$

NLR : Nombre de larves récoltées  
NLM : Nombre de larves mortes



**Figure 1:** Répartition géographique des parcelles d'étude dans la zone des Niayes. Phase 1 : oct-12-jan13, n=24 parcelles ; Phase 2 : fev13-mai-13n= 15 parcelles ; Phase 3 : oct-13-jan-14, n= 17 parcelles ; Phase 4 : fév.-14-mai-14, n= 6 parcelles.

**RESULTATS**

**Impact de la période de culture sur le parasitisme**

La période de culture n'a aucun effet sur le parasitisme des différentes espèces de parasitoïde de *H. armigera*, excepté l'espèce *Apanteles* SP. dont les attaques du parasitoïde sont moins élevées en première partie de saison sèche (0,5%), sur le premier cycle de culture suivant immédiatement la fin de la saison des pluies qu'en deuxième partie de saison sèche (5,1%) (0,5%) ( $\chi^2 = 12$ ; df=1; P<0,01). La richesse spécifique des parasitoïdes est plus importante durant la première période (7/7) que durant la deuxième période (3/7) (Tableau 1).

**Impact de la zone sur le parasitisme**

Le parasitisme global de *H. armigera* varie en fonction de la zone. Le taux global du parasitisme est plus important dans les zones Centre et Sud, avec respectivement 35% et 25,5% des chenilles parasitées, que dans la zone Nord (6,32%) ( $\chi^2 = 38,38$  ; df =2, P < 0,001). L'impact de la zone sur le parasitisme a été calculé en fonction des espèces. Chez *M. laphygmarum*, le parasitisme est plus important dans les zones Centre (25,5%) et Sud (17,3%) que dans la zone Nord (4,1%) ( $\chi^2 = 29,72$ ; df =2, P < 0,001). Chez *Apanteles* SP. ( $\chi^2 = 6,22$ ; df =2, P < 0,05) le parasitisme est plus important dans les zones Sud et

Centre, que dans la zone Nord. La richesse spécifique est plus importante dans les zones Sud (5/7) et Centre (4/7) que dans la zone Nord (2/7) (Tableau 2).

**Impact de la phénologie sur le parasitisme.**

Le stade phénologique n'influe pas sur le parasitisme des espèces parasitoïdes de *H. armigera* ( $\chi^2 = 27,05$  ; df=4, P=0,06). Toutefois, il a été noté que la richesse spécifique des parasitoïdes est plus importante durant les premiers stades de développement de la tomate (Tableau 3).

**Impact du stade larvaire sur le parasitisme**

Le stade larvaire de *H. armigera* influe sur son taux de parasitisme. Le taux de parasitisme est plus élevé au niveau des premiers stades L1 (26,1%), L2 (30,8%), L3 (32,3%) et L4 (28,5%), qu'au niveau des derniers stades L5 (3,1%) et L6 (0,9%) ( $\chi^2 = 50,36$  ; df =5, P < 0,001). L'impact du stade larvaire sur le parasitisme a été calculé en fonction des espèces. Chez l'espèce *M. laphygmarum*, le parasitisme est plus important dans les premiers stades (L1, L2, L3, L4) ( $\chi^2 = 42,77$  ; df=5, P < 0,001). Aucun effet des stades larvaires n'a été noté sur les autres parasitoïdes. La richesse spécifique est plus importante dans les stades larvaires intermédiaires (L2 à L4) par rapport aux autres stades (Tableau 4).

**Tableau 1:** Parasitisme des différentes espèces de parasitoïdes de *H. armigera* selon de la période de culture en saison sèche dans la zone des Niayes.

	Saisons		
	Première période	Deuxième période	Moyenne globale
<i>Meteorus laphygmarum</i>	17,5	15,8	16,6
<i>Apanteles sp</i>	<b>0,5 a</b>	<b>5,1 b</b>	<b>2,8</b>
<i>Cotesia sp</i>	0,2	0,0	0,2
<i>Brachymeria marmonti</i>	0,05	0,0	0,05
<i>Bracon sp</i>	0,7	0,0	0,7
<i>Euplectrus sp</i>	0,3	0,0	0,3
<i>Trachinaire</i>	0,02	1,2	0,6
Moyenne globale	23,2	27,1	25,1
<b>Richesse spécifique</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>

Le long d'une ligne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test non paramétrique, Tuckey). Première période (octobre-janvier): Larves récoltées= 1482, Larves mortes= 284; Deuxième période (février-mai): Larves récoltées= 483, Larves mortes= 108.

**Tableau 2:** Parasitisme des différentes espèces de parasitoïdes de *H. armigera* en fonction de la zone, dans les Niayes.

	Zones			Moyenne globale
	Sud	Centre	Nord	
<i>Meteorus laphygmarum</i>	17,3 a	25,5 a	4,1 b	15,6
<i>Apanteles sp</i>	1,4 ab	3,2 a	0 b	1,5
<i>Cotesia sp</i>	0,0	0,0	0,6	0,2
<i>Brachymeria marmonti</i>	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Bracon sp</i>	1,5	0,0	0,0	0,5
<i>Euplectrus sp</i>	0,4	0,3	0,0	0,2
<i>Trachinaire</i>	0,0	0,2	0,0	0,1
Moyenne globale	25,5 a	35 a	6,3 b	22,3
<b>Richesse spécifique</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>-</b>

Le long d'une ligne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test non paramétrique, Tuckey). Zone Sud : Larves récoltées= 719, Larves mortes= 144 ; Zone Centre : Larves récoltées= 693, Larves mortes= 102; Zone Nord: Larves récoltées= 553, Larves mortes= 146.

**Tableau 3:** Richesse spécifique des parasitoïdes de *H. armigera* selon la phénologie de la tomate dans les Niayes.

	Jour Après Repiquage (JAR)				
	[0-20]	[21-40]	[41-60]	[61-80]	[81-100]
	Végétatif	Début-floraison	Floraison-fructification	Fructification	Récolte
Richesse spécifique	5	3	5	3	1

JAR : [0-20]: Larves récoltées= 161; JAR : [21-40]: Larves récoltées= 292; JAR : [41-60]: Larves récoltées= 805; JAR : [61-80]: Larves récoltées= 570; JAR : [81-100]: Larves récoltées= 137.

**Tableau 4:** Parasitisme des différentes espèces de parasitoïdes selon le stade larvaire de *H. armigera* dans les Niayes.

	Stades larvaires						Moyenne globale
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	
<i>Meteorus laphygmarum</i>	23,8 ab	15,8 ab	21,4 a	23,4 a	2,2 b	0,9 b	14,6
<i>Apanteles sp</i>	0,0	5,2	3,0	0,2	0,0	0,0	1,4
<i>Cotesia sp</i>	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Brachymeria marmonti</i>	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<i>Bracon sp</i>	0,0	1,8	0,0	1,0	0,0	0,0	0,5
<i>Euplectrus sp</i>	0,0	1,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
<i>Trachinaire</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Moyenne globale	26,1 ab	30,8 a	32,3 a	28,5 a	3,1 b	0,9 b	20,3
<b>Richesse spécifique</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>-</b>

Le long d'une ligne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test non paramétrique, Tuckey). L1 : Larves récoltées= 53, Larves mortes= 20; L2 : Larves récoltées= 182, Larves mortes= 45 ; L3: Larves récoltées= 609, Larves mortes= 134 ; L4 : Larves récoltées= 872, Larves mortes= 151 ; L5 : Larves récoltées= 209, Larves mortes= 37 ; L6 : Larves récoltées= 40, Larves mortes= 5.

## DISCUSSION

Cette étude a montré que les parasitoïdes larvaires de *H. armigera* peuvent être influencés par l'espace et le temps. La période de culture n'a aucun effet sur le parasitisme des différentes espèces de parasitoïde de *H. armigera* excepté l'espèce *Apanteles* sp dont les attaques sur les chenilles de la noctuelle de la tomate sont plus élevées durant la deuxième période (5,1%) par rapport à la première période (0,5%). Ceci montre que les services rendu par les parasitoïdes de la noctuelle peuvent être exploités durant toute la campagne maraîchère. L'abondance de *Apanteles* SP. durant la deuxième période s'expliquerait par la présence prépondérante de *Tuta absoluta* durant cette période. Les attaques de ce ravageur de la tomate sont plus élevées durant la deuxième période de culture en saison sèche dans la zone des Niayes (Brévault et al., 2014). En plus, *T. absoluta* a été identifié comme hôte de du genre *Apanteles* (Bajonero et al., 2008). Par contre, la richesse spécifique des parasitoïdes est plus importante durant la première période (7/7) que durant la deuxième période (3/7). Ce phénomène serait dû à la forte pullulation de l'hôte (*H. armigera*) durant cette première période dans la zone des Niayes (Diatte et al., 2017).

Le taux global du parasitisme est plus important dans les zones Centre et Sud que dans la zone Nord. Ces résultats sont similaires à ceux de Labou et al. (2017) sur le parasitisme de *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae). En effet, ces auteurs stipulent que le parasitisme de la teigne du chou est plus important dans la zone Sud par rapport à la zone Centre et Nord. La diversification des parasitoïdes et le parasitisme de *M. laphygmarum* et de *Apanteles* sp sur *H. armigera* sont plus élevés dans les zones Sud et Centre que dans la zone Nord. Ceci suggère un effet important de la gestion des ravageurs, particulièrement l'utilisation des insecticides, mais probablement aussi le contexte du paysage, par exemple les habitats semi-naturels qui favoriseraient la lutte biologique par des ennemis naturels (Landis et al., 2000; Maalouly et al., 2013; Morandin et al., 2014). La diversification des cultures dans ces zones

pourrait expliquer en partie ce phénomène. Les paysages diversifiés détiennent plus de potentiel pour la conservation de la biodiversité et le maintien de la fonction de contrôle des ravageurs (Bianchi et al., 2006 ; Chaplin-Kramer et al., 2011, 2013).

Le stade phénologique n'influe pas sur le parasitisme des différentes espèces de parasitoïde de *H. armigera*. Beaucoup d'études ont montré que les larves de *H. armigera* sur la tomate se nourrissent préférentiellement sur les fleurs et les fruits après leurs éclosion (Jallow et al., 2001; Diatte et al., 2017). Les parasitoïdes sont population-dépendante, dont les réponses comportementales sont induites par les odeurs émises par les chenilles et les substances volatiles des plantes suite aux dégâts mécaniques provoqués par ces chenilles (Yan et Wang, 2006). Il était attendu alors à une augmentation des populations des parasitoïdes durant les périodes de floraison-fructification. Ces résultats prouvent que le service rendu par les parasitoïdes peut être exploité à tout moment du cycle de la culture. Les parasitoïdes de *H. armigera* sont plus diversifiés au stade végétatif (avant 20 jours après repiquage) et en fin de floraison-début fructification (41-60 jours après repiquage). Ceci permettrait de promulguer la lutte biologique en faveur des autres méthodes de lutte.

Les premiers stades larvaires (L1, L2, L3 et L4) sont plus parasités que les derniers stades (L5 et L6). La sensibilité des différents stades larvaires de la noctuelle ont été étudiée sur différentes espèces de parasitoïdes comme *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae), *Microplitis croceipes* Cresson (Hymenoptera: Braconidae), *Hyposoter didymator* (Thunberg) (Hymenoptera: Ichneumonidae). Il ressort de toutes ces études que les parasitoïdes attaquent préférentiellement les troisièmes et quatrièmes stades larvaires (L3, L4) (Mironidis et Savopoulou-Soultani, 2009; Saxena et al., 2012). Ce résultat s'expliquerait par le fait que les larves des premiers stades sont moins vigoureuses et sont fragiles. De ce fait, elles constitueraient une proie facile pour les adultes des parasitoïdes qui, doivent immobiliser leurs hôtes avant la ponte. Par

contre les chenilles de derniers stades, par leur habileté et leur cannibalisme élevé (Sigsgaard et al., 2002; Kakimoto et al., 2003), ne seraient pas facile à être immobilisées par les parasitoïdes. L'espèce *M. laphygmarum* est présente dans toutes les zones et attaque tous les stades larvaires de *H. armigera* avec une préférence des premiers stades. Cette espèce serait alors un candidat essentiel dans la mise en place d'une stratégie de régulation naturelle de *H. armigera*. Ce parasitoïde est le principal ennemi naturel de la noctuelle de la tomate dans la zone des Niayes avec un parasitisme allant jusqu'à 60% dans certaines parcelles et une abondance relative de 79% par rapport aux autres parasitoïdes du ravageur (Diatte et al., 2018).

### Conclusion

Cette étude a permis de montrer la distribution spatio-temporelle des différentes espèces de parasitoïde de *H. armigera* recensées dans la zone des Niayes et leur relation avec la phénologie de la tomate et le stade larvaire de *H. armigera*. La période de culture n'a aucun effet sur le parasitisme des différentes espèces de parasitoïde de *H. armigera* excepté l'espèce *Apanteles* SP. Dont les attaques sur les chenilles de la noctuelle sont plus élevées en deuxième période qu'en première période. La richesse spécifique des parasitoïdes est plus importante durant la première période que durant la deuxième période. Les parasitoïdes sont plus importants et plus diversifiés dans la zone Centre et Sud par rapport à la zone Nord. L'espèce *M. laphygmarum* est présente dans toutes les zones, avec une dominance dans la zone Sud et Centre. Le stade phénologique de la tomate n'influe pas sur le parasitisme des différentes espèces de parasitoïde de *H. armigera*. Par contre le stade larvaire l'influe. Le taux de parasitisme est plus élevé au niveau des premiers stades (L1, L2, L3, L4) qu'au niveau des derniers stades. L'espèce *M. laphygmarum* parasite tous les stades larvaires avec une dominance au niveau des premiers stades (L1, L2, L3, L4). Des études approfondies sont nécessaires pour connaître les traits de vie de ces différentes espèces de parasitoïdes. Il serait également important d'étudier les parasitoïdes d'œufs de la

noctuelle de la tomate dans cette zone des Niayes. Ces résultats sont importants pour comprendre le potentiel régulateur de la noctuelle de la tomate par ses ennemis naturels et son utilisation dans les stratégies de gestion intégrée du ravageur.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MD a contribué à la définition des protocoles expérimentaux, la collecte des données sur le terrain, l'analyse statistique des données et la rédaction de l'article. TB a contribué à la définition des protocoles expérimentaux ; la conduite des sorties de terrain, l'analyse statistique des données. DS-SY a contribué à la définition des protocoles expérimentaux et la rédaction de l'article. KD a contribué à la coordination des activités, la définition des protocoles expérimentaux, l'analyse statistique des données et la correction du manuscrit.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions profondément les personnes et les organismes qui sont intervenus lors de cette étude. Il s'agit particulièrement du Dr G. Delvare (CIRAD), pour avoir identifié les espèces de parasitoïdes, de O. Ndoye et S. Gueye (FPMN, Fédération des Producteurs Maraîchers de la zone des Niayes), et des étudiants en masters et doctorants de l'équipe 2PIA de l'UCAD pour l'aide apportée lors des prélèvements sur le terrain. Nous exprimons nos sincères gratitude à Dr E. V. Coly (DPV, Sénégal), pour la facilitation apportée dans le déroulement de ce travail.

### RÉFÉRENCES

- Achaleke J, Brévault T. 2010. Inheritance and stability of pyrethroid resistance in the cotton bollworm *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Central Africa. *Pest Manag. Sci.*, **66**(2): 137-141. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1843>
- Achaleke J, Martin T, Ghogomu RT, Vaissayre M, Brévault T. 2009. Esterase-



- mediated resistance to pyrethroids in field populations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) from Central Africa. *Pest Manag. Sci.*, **65**(10): 1147-1154. DOI : <http://dx.doi.org/10.1002/ps.1807>
- Aheer GM, Aziz MA, Hameed A, Ali A. 2009. Evaluation of resistance to different insecticides in field strains of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Punjab, Pakistan. *Entomol. Res.*, **39**(3): 159-167. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-5967.2009.00210.x>
- Badiane D, Gueye MT, Coly EV, Faye O. 2015. Gestion intégrée des principaux ravageurs du cotonnier au Sénégal et en Afrique occidentale. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(5): 2654-2667. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.36>
- Bajonero J, Córdoba N, Cantor F, Rodríguez D, Cure JR. 2008. Biology and life cycle of *Apanteles gelechiidivoris* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoid of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agron. Colomb.*, **26**(3): 417-426. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652008000300006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000300006&lng=en&nrm=iso)
- Brevault T, Nibouche S, Achaleke J, Carriere Y. 2012. Assessing the role of non-cotton refuges in delaying *Helicoverpa armigera* resistance to Bt cotton in West Africa. *Evol. Appl.*, **5**: 53-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1752-4571.2011.00207.x>
- Brévault T, Sylla S, Diatte M, Bernadas G, Diarra K. 2014. *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae): A New Threat to Tomato Production in Sub-Saharan Africa. *Afr. Entomol.*, **22**(2): 441-444. DOI: <http://dx.doi.org/10.4001/003.022.0202>
- 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. *Biol. Control.*, **39**(3): 375-384. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.06.008>
- Chaplin-Kramer R, O'Rourke ME, Blitzer EJ, Kremen C. 2011. A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecol. Lett.*, **14**(9): 922-932. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01642.x>
- Diatte M, Brévault T, Sylla S, Tendeng E, Sall-Sy D, Diarra K. 2017. Arthropod pest complex and associated damage in field-grown tomato in Senegal. *Int. J. Trop. Insect. Sci.* Sous presse.
- Diatte M, Brévault T, Sall-Sy D, Diarra K. 2018. Parasitoid control of the tomato fruitworm, *Helicoverpa armigera*, in smallholder farmer fields in Senegal. *Int. J. Pest Manag.*, **64**: 140-147. DOI : <http://dx.doi.org/10.1080/09670874.2017.1346328>
- Djihinto CA, Affokpon A, Dannon E, Bonni G. 2016. Le profenofos, un alternatif à l'endosulfan en culture cotonnière au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(1): 175-183. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i1.13>
- Kakimoto T, Fujisaki K, Miyatake T. 2003. Egg Laying Preference, Larval Dispersion, and Cannibalism in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, **96**(6): 793-798. DOI: [http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746\(2003\)096\[0793:ELPLDA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746(2003)096[0793:ELPLDA]2.0.CO;2)
- Katroju RK, Cherukuri SR, Vemuri SB. 2014. Bio-efficacy of insecticides against fruit borer (*Helicoverpa armigera*) in Tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Int. J. Appl. Biol. Pharm. Technol.*, **5**(1): 239-243. <http://imsear.hellis.org/handle/123456789/167744>
- Labou B, Bordat D, Brevault T, Diarra K. 2017. Spatiotemporal distribution and impact of diamondback moth parasitoids in the Dakar Niayes in Senegal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(3): 1288-1298. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i3.28>
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in

- agriculture. *Annu. Rev. Entomol.*, **45**(1): 175-201. DOI : <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- Maalouly M, Franck P, Bouvier J-C, Toubon J-F, Lavigne C. 2013. Codling moth parasitism is affected by semi-natural habitats and agricultural practices at orchard and landscape levels. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **169**: 33-42. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.02.008>
- Mahugija JAM, Nambela L, Mmochi AJ. 2017. Levels and distribution of pesticide residues in soil and sediments in Eastern Lake Tanganyika environs. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(5):2537-47. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i5.46>
- Mironidis GK, Savopoulou-Soultani M. 2009. Development, survival and growth rate of the Hyposoter didymator-*Helicoverpa armigera* parasitoid-host system: Effect of host instar at parasitism. *Biol. Control.*, **49**(1): 58-67. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2008.12.006>
- Morandin LA, Long RF, Kremen C. 2014. Hedgerows enhance beneficial insects on adjacent tomato fields in an intensive agricultural landscape. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **189**: 164-170. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.030>
- 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 Prot.*, **26**: 828-836. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.05.018>
- Neuenschwander P, Borgemeister C, Langewald J. 2003. *Biological Control in IPM Systems in Africa*. CABI; 438p.
- Sam GA, Osekre EA, Mochiah MB, Kwoseh C. 2014. Evaluation of Insecticides for the Management of Insect Pests of Tomato, *Solanum lycopersicon* L. *J. Biol. Agric. Healthc.*, **4**(5): 49-57. <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/11236>
- 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 Sci. Technol.*, **22**(3): 305-318. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2012.656579>
- Sigsgaard L, Greenstone MH, Duffield SJ. 2002. Egg cannibalism in *Helicoverpa armigera* on sorghum and pigeonpea. *BioControl.*, **47**(2): 151-165. <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1014577114915?LI=true>
- Streito JC, Nibouche S. 1997. First observations on the parasitoids associated with lepidopterous pests of cotton in Burkina faso. *Entomophaga.*, **42**(4): 543-557. <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02769814?LI=true>
- Tendeng E, Labou B, Djiba S, Diarra K. 2017. Actualisation de l'entomofaune des cultures maraichères en Basse Casamance (Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(3): 1023-1028
- Yan ZG, Wang CZ. 2006. Similar attractiveness of maize volatiles induced by *Helicoverpa armigera* and *Pseudaletia separata* to the generalist parasitoid *Campoletis chloridae*. *Entomol. Exp. Appl.*, **118**(2): 87-96. DOI : <http://dx.doi.org/10.1111/j.1570-7458.2006.00368.x>