



Efficacité de la confusion sexuelle contre *Thaumatotibia* (= *Cryptophlebia*) *leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) dans les exploitations cotonnières en Côte d'Ivoire

Germain Elisabeth Cynthia OCHOU^{1,2*}, Pitou Woklin Euloge KONE^{1,2},
Gouzou Juste Roland DIDI^{1,2}, Malanno KOUAKOU², Kouadio Kra Norbert BINI²,
Dagnogo MAMADOU¹ et Ochou Germain OCHOU²

¹ Université Nangui Abrogoua (UNA), Laboratoire de Cytologie et de Biologie Animales,
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

² Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche sur le Coton,
Laboratoire d'Entomologie, 01 BP 633 Bouaké 01, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : germainelisabethcynthiaochou@gmail.com; Tel : +22547354832

RESUME

Le faux ver rose *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera : Tortricidae) est une espèce carpophage du cotonnier. En Côte d'Ivoire, elle est difficilement contrôlée par les traitements insecticides et ses infestations sont en forte croissance au cours de ces dix dernières années. En vue de mettre en place une stratégie de gestion efficace, il a été évalué une méthode de confusion sexuelle contre le ravageur à l'aide d'une formulation de phéromone composée de 240 mg de matières actives (166,8 mg de E-8 - dodécényl acétate + 70,8 mg de Z-8 - dodécényl acétate + 2,4 mg de E/Z-8 - dodécénol) par diffuseur. Un dispositif en milieu paysan a mis en comparaison des parcelles paysannes non traitées et des parcelles traitées à différentes doses de phéromone de confusion. Les doses minimales de 24 à 48 g m.a/ha ont permis de réduire de façon significative sur une durée de plus de 4 mois l'abondance des populations mâles naturelles de *T. leucotreta* ainsi que les taux d'attaques sur les capsules vertes et les niveaux d'infestations larvaires. Aussi les parcelles paysannes ayant reçu la confusion sexuelle ont-elles assuré un meilleur rendement coton graine que les parcelles non traitées. La présente étude a permis de définir les modalités d'application de la confusion sexuelle contre *T. leucotreta* dans un contexte de petites exploitations cotonnières. Cette méthode constitue donc un recours pour améliorer le programme de protection phytosanitaire en vigueur en Côte d'Ivoire.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Confusion sexuelle, cotonnier, Côte d'Ivoire, gestion intégrée, *Thaumatotibia leucotreta*.

Efficacy of mating disruption against *Thaumatotibia* (= *Cryptophlebia*) *leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) in small cotton growing exploitations in Côte d'Ivoire

ABSTRACT

The false codling moth *Thaumatotibia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) is a major cotton bollworm species in Côte d'Ivoire. This pest is not efficiently controlled by insecticide treatments and its infestations are keeping on rising since the last decade. In order to put in place an efficient management strategy a mating

disruption method was assessed with a pheromone formulation comprising 240 mg of attractive ingredients per disruptor (166,8 mg of E-8 - dodecenyl acetate + 70,8 mg of Z-8 - dodecenyl acetate + 2,4 mg of E/Z-8 - dodecenol). An experimental design at farm scale put in comparison non-treated and treated plots with different dosages of pheromone. The minimal dosages of 24 and 48 g a.i/ha reduced significantly for more than 4 months levels of natural populations of *T. leucotreta* as well as the attacked boll ratio and the level of larval infestations in bolls. Compared with non-treated plots, farm plots which received mating disruptors provided higher seed cotton yields. The present study enabled us to define the modalities of application of mating disruptors against *T. leucotreta* in small cotton growing exploitations in Côte d'Ivoire. The method appeared to be a novel mean to reinforce the actual phytosanitary program.

© 2017 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Mating disruption, cotton, Côte d'Ivoire, integrated management, *Thaumatotibia leucotreta*.

INTRODUCTION

En Afrique, l'entomofaune du cotonnier, très riche et diversifiée, occasionne des dégâts directs ou indirects qui sont susceptibles de causer d'énormes pertes de récoltes évaluées en moyenne de 35% à 45% selon les pays, les années et les localités (Bruno et al., 2000 ; Badiane et al., 2015 ; Renou et Brévault, 2015 ; Sarr et al., 2016).

Parmi les composantes du complexe des chenilles de la capsule du cotonnier, figure l'espèce *Thaumatotibia* (= *Cryptophlebia*) *leucotreta* (Meyrick) appelée communément le faux ver rose. Essentiellement carpophage à régime endocarpique, la larve en pénétrant dans le fruit, introduit des champignons et des bactéries qui entraînent la pourriture de celui-ci. Les dégâts se caractérisent par des « quartiers d'orange » qui sont aperçus à l'ouverture des capsules parvenues à maturité. A certaines époques, le pourcentage de fruits véreux dépasse largement 50% de la récolte. Une fois à l'intérieur de la capsule où elle effectue tout son cycle, la chenille de *T. leucotreta* est difficilement décelable avant que ses dégâts ne soient manifestes à l'ouverture de la capsule. L'extrême difficulté à contrôler les jeunes larves de *T. leucotreta* par la méthode chimique (Ochou et Martin, 2002 ; Doffou et al., 2011 ; Djihinto et al., 2016.) suggère l'utilisation d'une méthode alternative de lutte intégrée plus efficace.

La méthode de lutte par confusion sexuelle contre les Lépidoptères ravageurs, universellement connue comme "mating disruption" est une méthode de lutte

biotechnique collective qui utilise les phéromones sexuelles (Ioriatti et Angeli, 2002 ; Degen et al., 2005). Ces phéromones reproduisent la substance naturelle émise par la femelle pour attirer le mâle en vue de l'accouplement. Secrétées à très faibles doses, elles peuvent être perçues à des concentrations très basses de l'ordre du nanogramme (10^{-9} g) et à de grandes distances dépassant souvent 1 km (Evenden and Mc Laughlin, 2004 ; Kovanci et al., 2006 ; Gut et Miller, 2015). En plus de leur principale utilisation qui consiste en la surveillance de l'abondance saisonnière des populations naturelles (N'Goran et al., 2009 ; Frérot et al., 2013 ; N'dépo et al., 2015) pour lutter avec plus de précision et limiter les interventions aux périodes où celles-ci sont nécessaires, les phéromones de synthèse de très forte concentration sont utilisées comme une méthode de lutte intégrée pour la confusion sexuelle de Lépidoptères particulièrement dans les vergers de fruitiers ou d'agrumes et même sur le cotonnier (VanBuskirk et al., 2002 ; Lykouressis et al., 2005). Elles peuvent se présenter sous forme de diffuseurs de longue durée distribuables à la main sur les plants ou sous forme de solution liquide applicable à l'aide d'un atomiseur. Le principe de la technique est de perturber la phase de rapprochement des papillons mâles et femelles par émission de phéromones synthétiques en grande quantité. La phéromone est libérée au moyen d'un diffuseur qui concurrence une femelle vierge et qui possède une durée de vie acceptable. Dans l'atmosphère saturée en phéromone, les mâles sont incapables de localiser les femelles

et les accouplements sont moins nombreux. Il en découle moins d'œufs, moins de chenilles et par conséquent moins de dégâts. La technique de la confusion sexuelle présente de nombreux avantages : absence de toxicité pour l'utilisateur, respect de la faune auxiliaire, absence de résidus et respect de l'environnement (Cutwright and Pfeiffer, 2002).

Il s'agit, dans la présente étude, d'évaluer en milieu réel la dose optimale et la rémanence d'une formulation de diffuseur de phéromone pour la confusion sexuelle des populations adultes de *T. leucotreta* et par conséquent son efficacité sur les infestations larvaires du ravageur dans un contexte de petites exploitations cotonnières en Côte d'Ivoire. Aussi l'intérêt de l'étude réside-t-il dans l'implication économique de cette méthode biotechnique comme système de lutte intégrée contre les principaux ravageurs du cotonnier.

MATERIEL ET METHODES

L'insecte

La présente étude a concerné les adultes et les larves de l'espèce *Thaumatotibia* (= *Cryptophlebia*) *leucotreta* Meyrick, 1913 (Tortricidae). Les populations adultes naturelles femelles et mâles de l'insecte visées par la confusion sexuelle ainsi que les populations larvaires carpophages endocarpiques causant des dégâts aux capsules, ont été suivies durant toute la période fructifère des cotonniers.

Les diffuseurs de phéromone de longue durée pour la confusion sexuelle

La phéromone de confusion sexuelle utilisée dans la présente étude est la formulation commerciale de phéromone ISOMATE FCM 240 fournie par la société japonaise Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. (Lot. N° FCM-50393) sous forme de diffuseur (Figure 1) de longue durée. Le diffuseur se présente sous la forme d'un ruban en cellulose composé de phéromone synthétique dont la charge est de 240 mg de matières actives ou substances attractives (166,8 mg de E-8 - dodécényl acétate + 70,8 mg de Z-8 -

dodécényl acétate + 2,4 mg de E/Z-8 - dodécénol).

La capsule de phéromone pour la détection ou la surveillance des populations naturelles

La phéromone pour la détection et la surveillance utilisée dans la présente étude est sous la forme de capsule en polyéthylène fournie en sachet hermétique individuel par la société Russell IPM Ltd (PH-221-1RR). La capsule peut libérer progressivement pendant quatre à cinq semaines la charge de phéromone (1-2 mg/capsule) dans l'atmosphère avec une intensité proche de celle de la femelle naturelle. Ce type de phéromone est principalement utilisé pour suivre la dynamique des populations naturelles du ravageur dans le champ. Dans la présente étude, ces capsules de faible charge de phéromone en comparaison aux diffuseurs de confusion sexuelle, seront placées à l'intérieur de piège pour capturer les populations mâles. Ainsi les piégeages de surveillance permettront-ils de déterminer l'abondance saisonnière des insectes mâles naturels et de contrôler par conséquent l'efficacité de la confusion sexuelle opérée.

Dispositif expérimental

Les caractéristiques de la confusion (environnement chargé en phéromones) ne permettant pas la juxtaposition classique des parcelles élémentaires, comme on peut le voir dans les essais comparatifs de traitements insecticides ou herbicides, l'essai a été mis en place pendant deux campagnes agricoles consécutives (2014 et 2015) suivant un dispositif en blocs dispersés avec 4 objets et 5 répétitions.

Les essais ont été implantés en milieu paysan la première année dans les localités de Marandala, Niakara, Dikodougou, Ferké et Ouangolo ; la deuxième année, ils ont été implantés à Marandala, Niakara, Dikodougou, Bouandougou et Boron.

Chaque localité représentant une répétition, comprend quatre (4) blocs élémentaires de 5 ha dont un a servi de témoin non traité (parcelles ne recevant aucune

confusion sexuelle) et trois (3) ont bénéficié de la confusion sexuelle à différentes doses. Les doses de 48 ; 96 ; et 192 g matières actives par hectare (m.a/ha) ont été testées pour la première année et les doses de 24 ; 48 et 96 g matières actives par hectare pour la deuxième année. Ces différentes doses de 24 g, 48 g, 96 g et 192 g de m.a/ha ont représenté respectivement 100 ; 200 ; 400 et 800 diffuseurs/ha. Ainsi les différents blocs élémentaires de 5 ha ont reçu chacun respectivement 500 ; 1 000 ; 2 000 et 4 000 diffuseurs au regard des doses de diffuseurs affectées.

Une distance de 2 à 3 km a été maintenue entre les 4 blocs élémentaires afin d'éviter d'éventuelles interférences.

Ces localités ont été choisies en raison de la relative forte pression parasitaire exercée par le ravageur cible *T. leucotreta*. Le test étant réalisé en milieu paysan, il a été admis que toutes les parcelles reçoivent la protection phytosanitaire en vigueur, soit un programme de 6 applications chimiques foliaires à 14 jours d'intervalle à partir du 45^{ème} Jour Après Levée (JAL). Tous les blocs d'une même localité ont été mis en place avec des façons culturales homogènes sur l'ensemble du bloc. Ils ont été semés de préférence dans les décades de juin où le niveau d'infestation reste moyen. Les parcelles recevant la confusion peuvent être entourées de surfaces traitées chimiquement de façon classique.

Application des diffuseurs de confusion sexuelle

Il a été procédé à la confusion sexuelle des parcelles en mettant en place les diffuseurs entre les 35^{ème} et 45^{ème} jours de culture, au plus tard dès le début du mois d'août, ou quelques jours avant le début des vols du papillon. Il a été effectué une seule application de diffuseurs au cours de la saison agricole. Les diffuseurs ont été répartis sur les parcelles selon les objets en comparaison, tout en respectant les consignes décrites ci-dessus pour chaque objet. En vue d'assurer une bonne répartition de la phéromone, les

diffuseurs ont été accrochés sur une branche du cotonnier dans les 15 cm au-dessus de la culture (Figure 1). La position du diffuseur sur le cotonnier a été réajustée chaque fois que cela s'est avéré nécessaire. En vue d'assurer une meilleure couverture de la diffusion, les diffuseurs ont été répartis de façon homogène en quinconce d'une ligne à l'autre, au regard des doses testées :

- 24 g/ha (100 diffuseurs par hectare) : 1 diffuseur tous les 100 m², soit 1 diffuseur toutes les 5 lignes et tous les 25 m sur la ligne ;
- 48 g/ha (200 diffuseurs par hectare) : 1 diffuseur tous les 50 m², soit 1 diffuseur toutes les 5 lignes et tous les 12,5 m sur la ligne ;
- 96 g/ha (400 diffuseurs par hectare) : 1 diffuseur tous les 25 m², soit 1 diffuseur toutes les 5 lignes et tous les 6,25 m sur la ligne ;
- 192 g/ha (800 diffuseurs par hectare) : 1 diffuseur tous les 12,5 m², soit 1 diffuseur toutes les 5 lignes et tous les 3,75 m sur la ligne.

Piégeage de surveillance

Les pièges de surveillance ont été implantés sur tous les blocs élémentaires, à raison de 2 pièges par bloc de 5 ha, quelques jours ou une semaine avant les premiers vols des insectes correspondant à la phase de floraison du cotonnier entre le 35^{ème} et 45^{ème} JAL, avant de procéder à la confusion sexuelle des parcelles. Le piège utilisé est de confection locale, à partir d'une bouteille d'eau minérale vide de type « Bouteille d'eau minérale AWA » d'une contenance de 1,5 litre. Il est fait trois ouvertures de 2 cm x 4 cm sur le tiers supérieur de la bouteille en plastique. La moitié supérieure de la bouteille est peinte en noir. L'on a rempli d'eau le fond de la bouteille jusqu'à la 4^{ème} rainure (environ 10 cm) en prenant soin d'y ajouter un peu de détergent liquide. La charge de phéromone est suspendue par un fil en fer à l'intérieur de la bouteille, à travers le bouchon de la fermeture de façon à la réajuster au niveau des orifices latéraux. La bouteille d'eau est accrochée à un pieu en bois d'environ 2 mètres du sol. Ils ont

été placés de façon équidistante au sein de chaque-bloc. Il a été tenu compte de la direction du vent lors de l'emplacement de ces pièges de surveillance. La charge de phéromone suspendue à l'intérieur de la bouteille a été changée toutes les quatre (04) semaines.

Observations parasitaires et agronomiques

Relevés des captures d'adultes mâles

Le comptage des individus adultes mâles capturés par le piège de surveillance a été effectué 2 fois par semaine durant toute la campagne agricole. Il a permis de vérifier pendant toute la période de confusion si les populations naturelles mâles seraient à mesure de localiser des femelles représentées par les pièges à phéromone. Les évolutions saisonnières ont donc été déterminées ainsi que le volume total de captures réalisées pour chaque objet.

Relevés des niveaux d'infestations larvaires des capsules vertes

Des Analyses Sanitaires de Capsules Vertes (ASCV) ont été effectuées sur des capsules vertes de même âge (diamètre supérieur à 2 cm) à raison de 125 capsules par bloc de 5 hectares. Elles ont été prélevées au milieu du plant et proches de la tige principale et analysées aux 94^{ème}, 101^{ème} et 108^{ème} JAL. Lors du dépouillement, il a été dénombré les

capsules attaquées (trouées ou piquées) ainsi que les chenilles de *T. leucotreta* et d'autres espèces rencontrées. Les taux d'attaques des capsules vertes et les niveaux d'infestations larvaires sur les différents objets ont été mis en comparaison.

Rendement coton graine

La récolte du coton graine a été faite sur la séquence de 4 lignes de 10 m définie dans chaque sous-parcelle de 1 ha pour chaque bloc de 5 ha. Le rendement coton graine exprimé en kg/ha a été déterminé pour chaque objet.

Traitement et analyse statistique des données

Les données parasitaires obtenues ont été saisies sur Excel version 2013 pour Windows en vue de l'établissement pour chaque objet du profil saisonnier et du nombre moyen de papillons capturés par piège, du nombre moyen des infestations larvaires et du rendement moyen coton graine.

Le logiciel SPSS version 16 a permis de faire l'analyse de variance. En cas de différence significative (seuil de 0,05), le test de Duncan a permis de dégager les différents groupes ou sous-ensembles homogènes qui sont représentés par des lettres alphabétiques a, b, c, etc. Ainsi, les moyennes suivies des mêmes lettres appartiennent au même groupe.



Figure 1 : Un diffuseur de phéromone ISOMATE FCM 240 accroché sur un plant de cotonnier.

RESULTATS

Evolution saisonnière des captures de papillons mâles

Les populations adultes mâles du ravageur ont été observées sur toutes les parcelles en nombre variable avant et après l'application des diffuseurs de confusion sexuelle. Les données obtenues sur les deux campagnes agricoles (Figure 2a et 2 b) ont montré que dès l'application des diffuseurs de confusion sexuelle, les niveaux de captures hebdomadaires sur l'ensemble des parcelles traitées ont immédiatement chuté dans les 7 jours qui ont suivi l'application. Les niveaux de captures sur les parcelles sous confusion ont été quasi nuls sur une période de plus de 100 jours après application. Contrairement aux parcelles sous confusion, les pullulations des populations adultes mâles ont été en nombres relativement importants sur les parcelles non traitées, atteignant selon les années des pics de plus de 20 à 40 individus capturés par semaine. Le profil saisonnier des captures hebdomadaires de mâles adultes est resté similaire pour toutes les doses d'application de 100, 200, 400 à 800 diffuseurs/ha.

Niveaux de captures de papillons mâles sur parcelles sous confusion sexuelle

Durant toute la période de confusion sexuelle, le nombre moyen de papillons mâles capturés par piège a varié selon les années de 2,75 à 48 sur les parcelles traitées, contre 131,13 à 284,20 papillons sur les parcelles non traitées (Figure 3a et 3b). Il est apparu une différence significative entre les parcelles non traitées et les parcelles traitées. Sur les parcelles traitées, les différentes doses de ISOMATE FCM 240 ont donné des niveaux de captures équivalents entre elles. Les captures totales ont varié de 48 papillons pour la plus faible dose de 100 diffuseurs/ha à 3,25 papillons pour la plus forte dose de 800 diffuseurs/ha.

Niveaux d'infestations larvaires de *T. leucotreta* sur parcelles sous confusion sexuelle

Les niveaux d'infestations larvaires ont varié selon les années de 0,11 à 0,69 chenille p. 100 capsules sur les parcelles traitées, contre 1,37 à 2,17 chenilles p. 100 capsules sur les parcelles non traitées (Figure 4a et 4b). Il est apparu une différence significative entre les parcelles non traitées et les parcelles traitées. Sur les parcelles traitées, les niveaux d'infestations larvaires ont été équivalents entre les différentes doses de ISOMATE FCM 240. En 2014, ils ont varié de 0,69 chenille p. 100 capsules pour la faible dose de 200 diffuseurs/ha à 0,23 chenille p. 100 capsules pour la plus forte dose de 800 diffuseurs/ha alors qu'en 2015, ils ont varié de 0,07 chenille p. 100 capsules pour la plus faible dose de 100 diffuseurs/ha à 0,20 chenille p. 100 capsules pour la forte dose de 400 diffuseurs/ha.

Niveaux d'attaques des capsules vertes sur parcelles sous confusion sexuelle

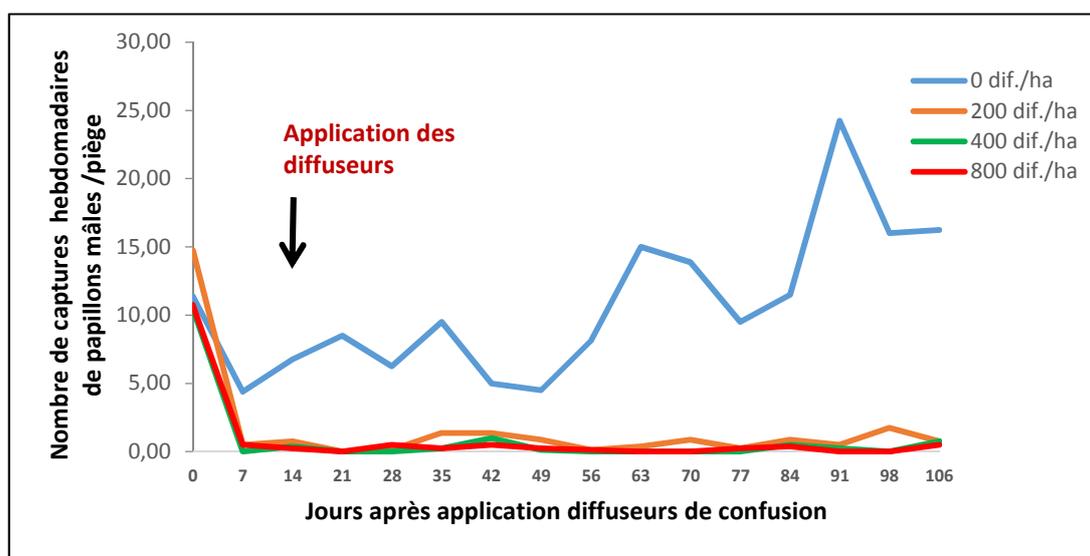
Les niveaux d'attaques des capsules vertes ont varié selon les années de 3,54 à 10,50% sur les parcelles traitées, contre 11,41 à 16,17% sur les parcelles non traitées (Figure 5a et 5b). Il est apparu une différence significative entre les parcelles non traitées et les parcelles traitées. Sur les parcelles traitées, les niveaux d'attaques des capsules vertes ont été équivalents entre les différentes doses de ISOMATE FCM 240. En 2014, ils ont varié de 3,54% pour la dose de 400 diffuseurs/ha à 5,49 % pour la dose de 200 diffuseurs/ha alors qu'en 2015, ils ont varié de 10,93% pour la dose de 100 diffuseurs/ha à 8,66% pour la forte dose de 400 diffuseurs/ha.

Rendement coton graine sur parcelle sous confusion sexuelle

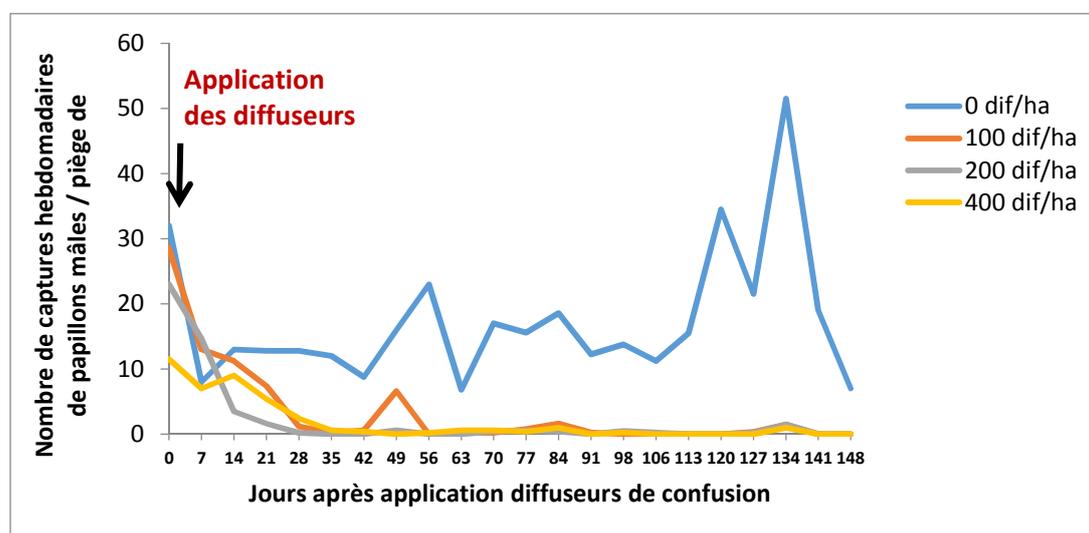
Les rendements en coton graine obtenus sur les parcelles traitées ont été supérieurs à ceux des parcelles non traitées. Le diffuseur ISOMATE FCM 240 a contribué à un accroissement de rendement en coton graine par rapport aux parcelles ayant reçu les seuls traitements d'insecticides vulgarisés. Les

rendements ont varié selon les années de 988,50 kg/ha à 1 232 kg/ha sur les parcelles non traitées, contre 1 476,56 kg/ha à 1 774,65 kg/ha sur les parcelles traitées (Figure 6a et 6b). En 2014, il est apparu une différence significative entre les parcelles non traitées et les parcelles traitées. Un écart considérable de 786 kg/ha a été obtenu entre les parcelles

traitées à la dose de 200 diffuseurs/ha et les parcelles non traitées. Les niveaux de rendement ont été équivalents entre les différentes doses de ISOMATE FCM 240. Sur l'ensemble des deux années de test, les plus faibles doses (100 et 200 diffuseurs /ha) ont généré les meilleurs rendements.

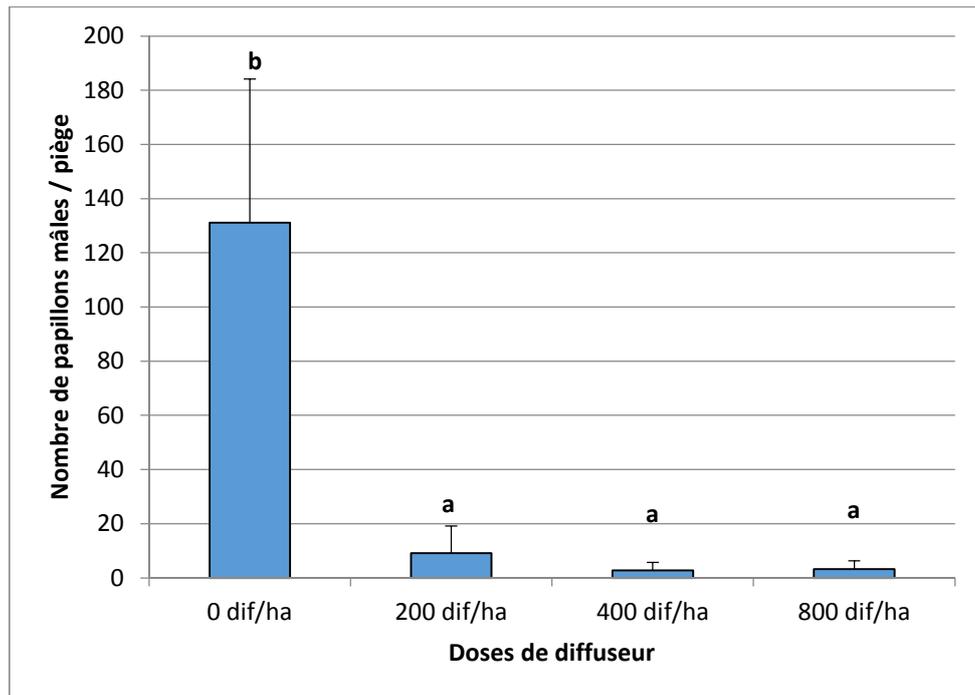


2a) Année 2014

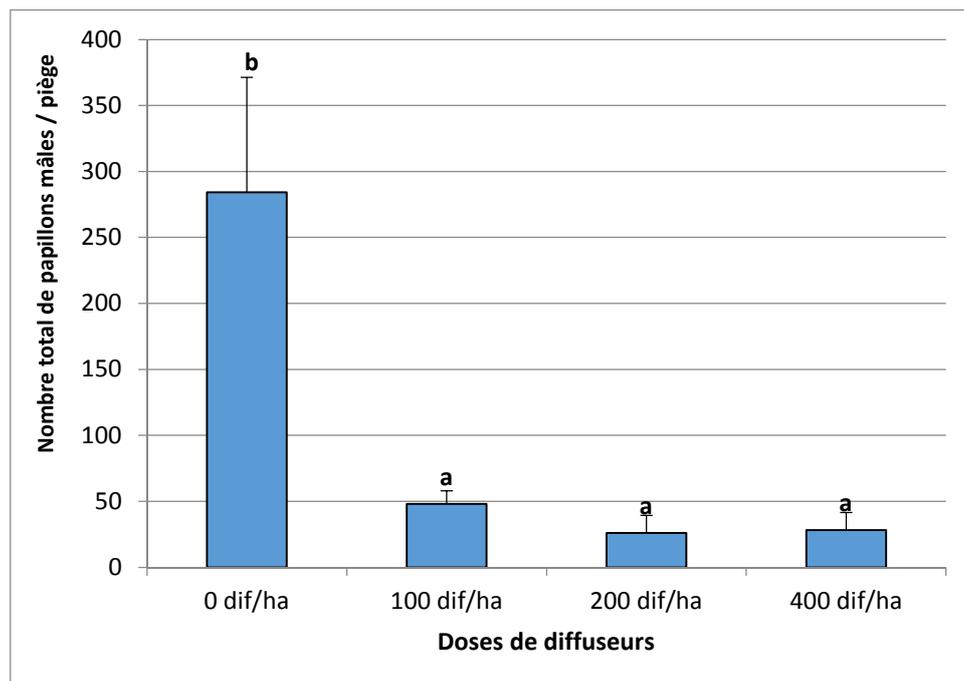


2b) Année 2015

Figure 2 : Evolution saisonnière des captures hebdomadaires de papillons mâles de *T. leucotreta* après l'application des diffuseurs de confusion sexuelle.

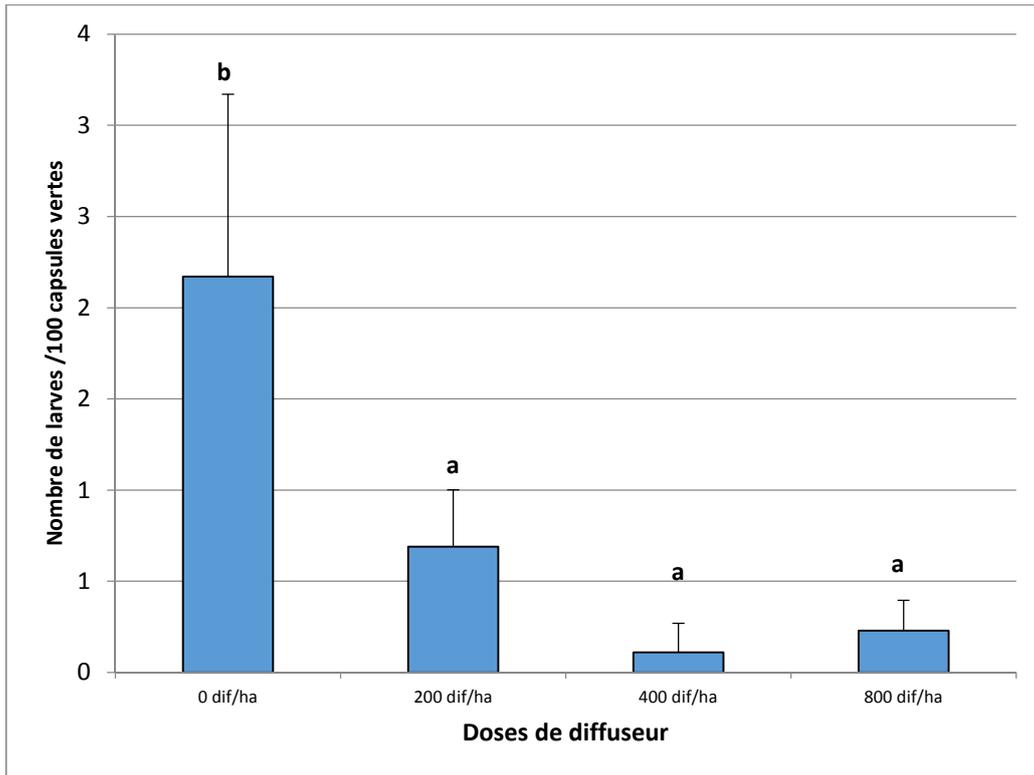


3a) Année 2014 (dl = 19 ; $F = 31,8$; $p < 0,001$)

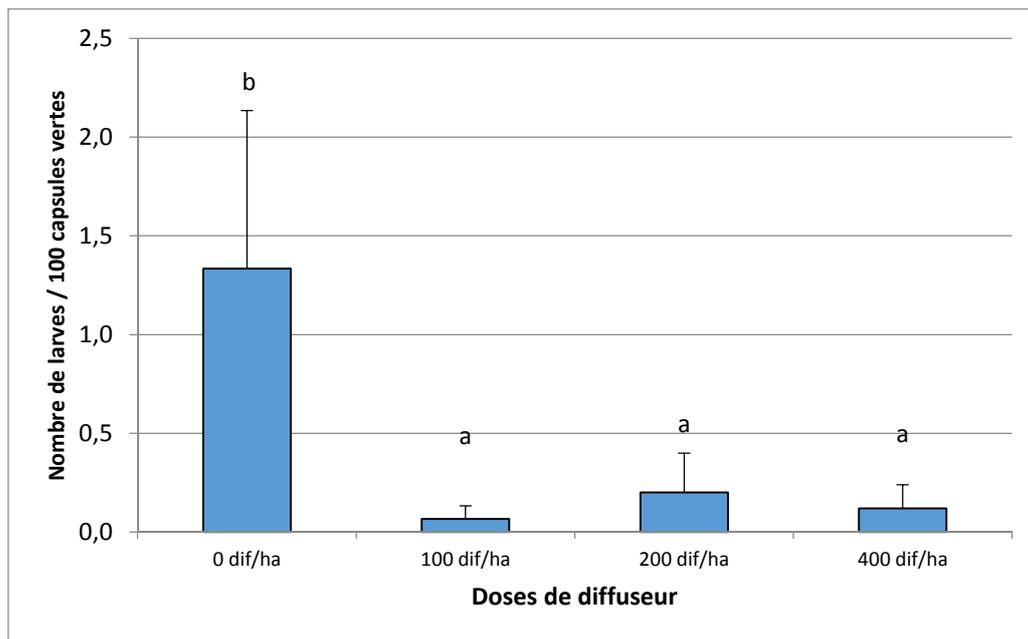


3b) Année 2015 (dl = 19 ; $F = 7,82$; $p = 0,002$)

Figure 3 : Niveaux de capture d'adultes mâles de *T. leucotreta* au cours de la période de confusion sexuelle dans les parcelles avec différentes doses du diffuseur Isomate FCM 240.

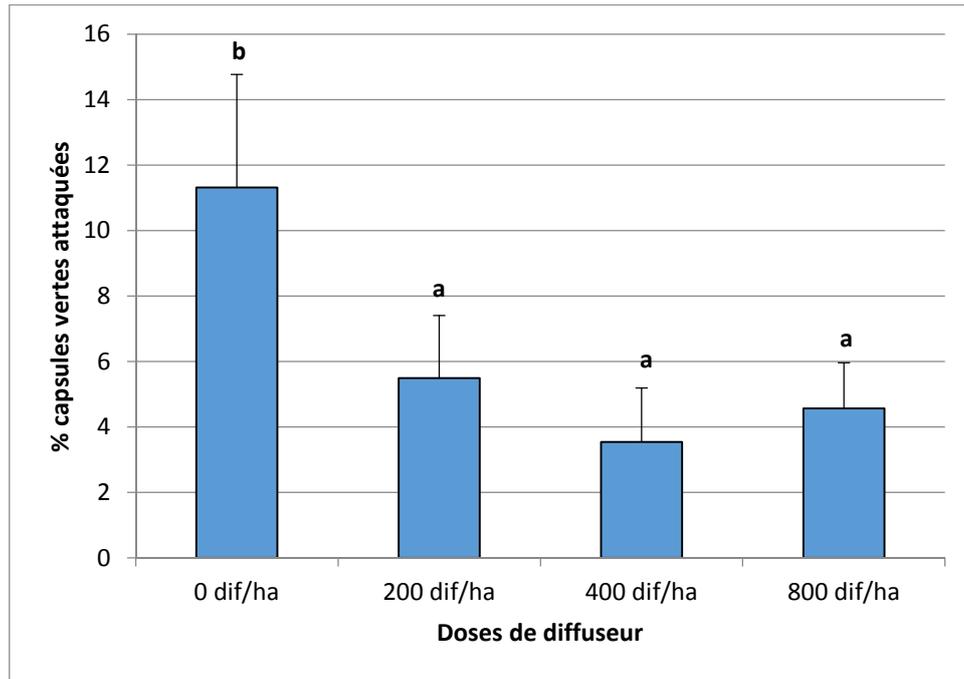


4a) Année 2014 (dl = 19 ; $F = 2,35$; $p = 0,029$)

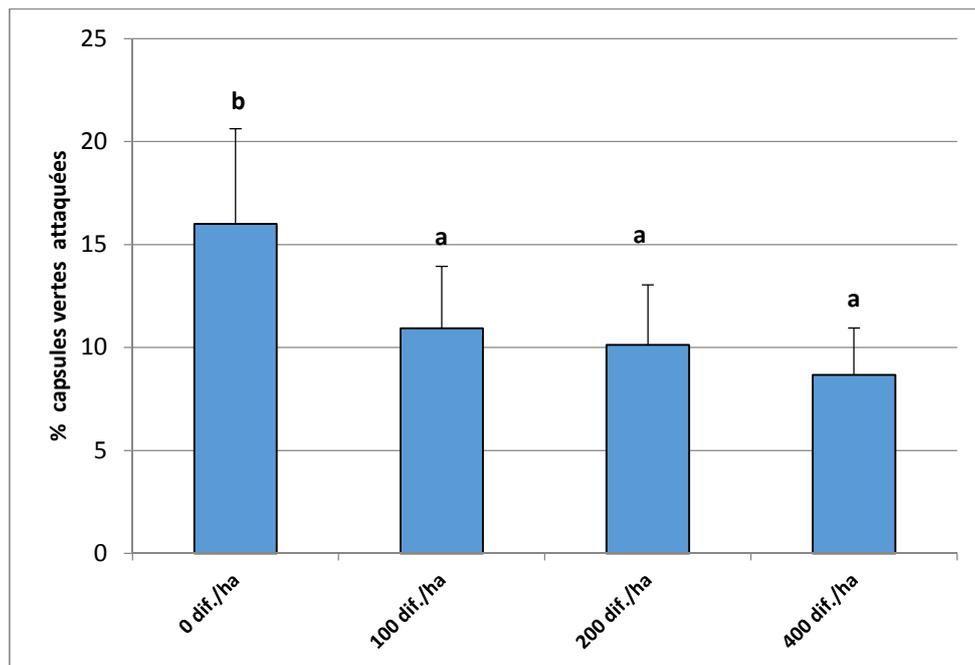


4b) Année 2015 (dl = 19 ; $F = 2,02$; $p = 0,041$)

Figure 4 : Niveaux moyens d'infestations larvaires de *T. leucotreta* dans les parcelles ayant reçu différentes doses du diffuseur de confusion sexuelle Isomate FCM 240.

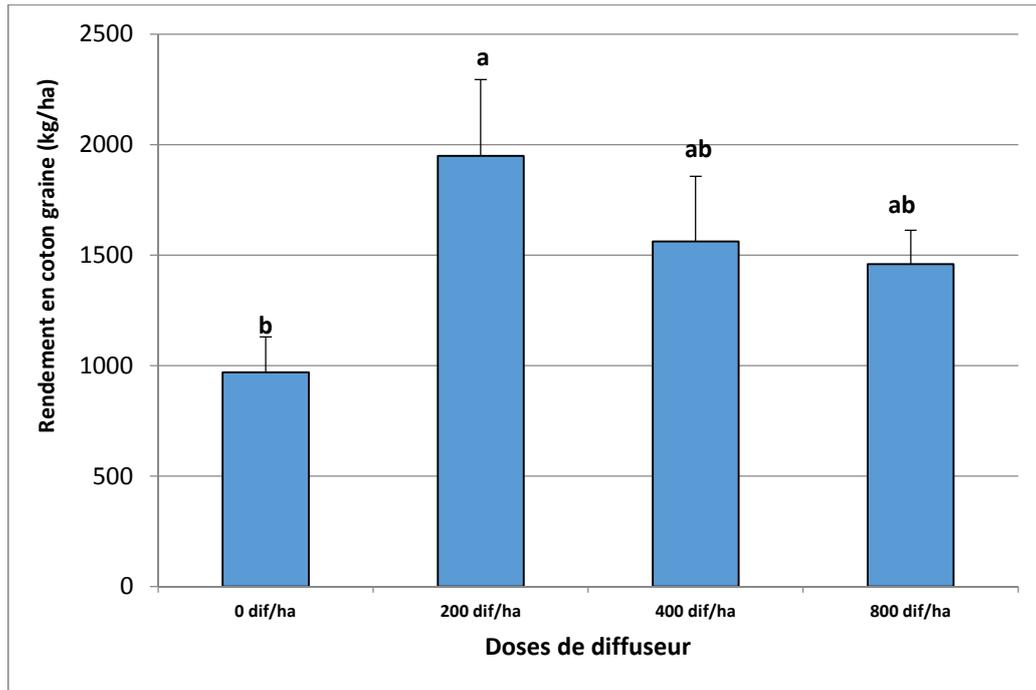


5a) Année 2014 (dl = 19 ; $F = 2,02$; $p = 0,040$)

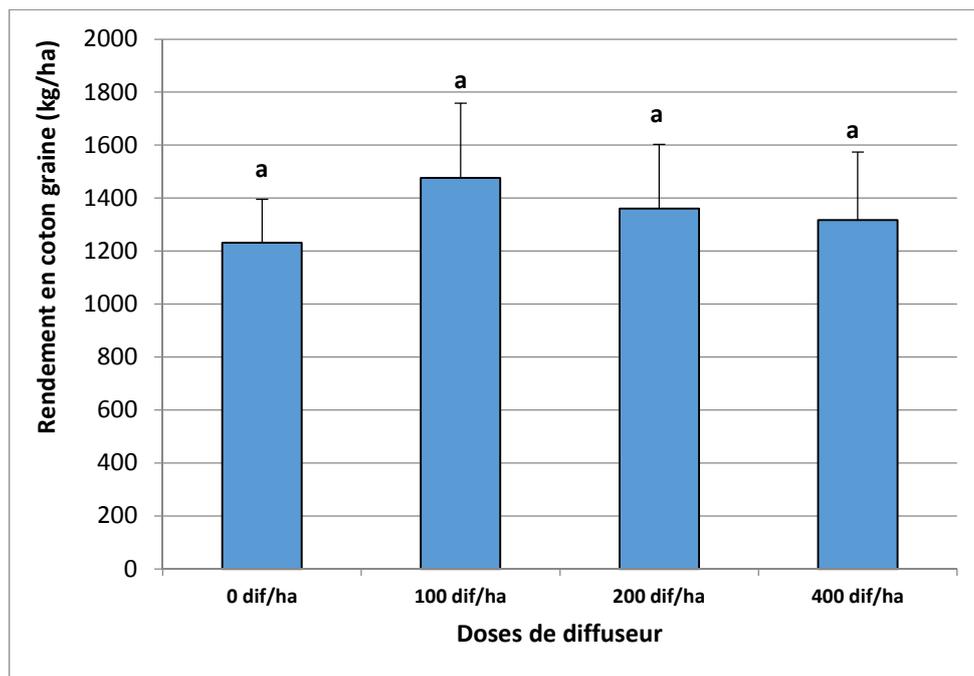


5b) Année 2015 (dl = 19 ; $F = 1,92$; $p = 0,047$)

Figure 5 : Niveaux d'attaques des capsules vertes dans les parcelles ayant reçu différentes doses du diffuseur de confusion sexuelle Isomate FCM 240.



6a) Année 2014 (dl = 19 ; $F = 2,48$; $p = 0,011$)



6b) Année 2015 (dl = 19 ; $F = 0,18$; $p = 0,91$, ns)

Figure 6 : Impact de la confusion sexuelle de *T. leucotreta* à l'aide du diffuseur ISOMATE FCM 240 sur le rendement coton graine.

DISCUSSION

Les faibles niveaux de captures de mâles adultes et d'infestation larvaires sur capsules des parcelles traitées démontrent aisément l'efficacité du diffuseur Isomate FCM 240. La confusion sexuelle est donc effective car elle a été totalement observée dès la semaine qui a suivi la mise en place des diffuseurs, comme cela a été démontré par Sumedrea et al. (2015) sur le carpocapse *Cydia pomonella* L. et par Boguslawski and Basedow (2001) en Egypte sur le ver rose *P. gossypiella*. La réduction des captures, dans les pièges à phéromone dès la mise en place des diffuseurs dans les parcelles sous confusion a traduit l'incapacité des papillons mâles à localiser les femelles pour s'accoupler, dénotant ainsi d'un bon contrôle des populations par les pièges (Sumedrea et al., 2015 ; Frérot et al., 2013).

Le profil saisonnier des captures dans les parcelles sous confusion en comparaison aux parcelles non traitées a montré que la diffusion des phéromones s'est opérée régulièrement et de façon continue pendant plus de quatre mois dans l'atmosphère, altérant ainsi chez le nuisible mâle, la perception des signaux chimiques émis par la femelle naturelle (Evenden, 2016). Cette saturation de l'atmosphère par la substance attractive sexuelle a certainement empêché les mâles de localiser les vraies femelles, empêchant ainsi l'accouplement et entraînant, par conséquent, une baisse des populations larvaires du ravageur. Les travaux de Briand en 2009 ont également montré que les accouplements diminuent avec l'émission des charges phéromonales. Il a été, par ailleurs, prouvé que l'action du diffuseur est de longue durée dans la mesure où les niveaux de captures des populations naturelles sont restés faibles jusqu'à la récolte du coton graine. Ce résultat est similaire à celui de Kovanci et al. (2006) qui a pu observer une efficacité des pièges à phéromones sur une période d'environ 4 semaines.

L'amélioration du rendement en coton graine a été perceptible sur les parcelles traitées car la réduction des infestations

larvaires a entraîné une limitation des pertes de récoltes et donc une amélioration du rendement en coton graine. Le diffuseur ISOMATE FCM 240 a prouvé son efficacité et les avantages dont bénéficieraient les paysans qui l'utiliseraient. La mise en œuvre d'une telle méthode de lutte pourrait amener à réduire le nombre de traitements insecticides comme l'ont montré Sumedrea et al. (2015).

La rentabilité de la méthode a été aussi démontrée car l'utilisation de 100 diffuseurs/hectare c'est-à-dire 24 g de m.a / hectare, donne déjà satisfaction et permet d'atteindre l'objectif visé sans pour autant installer un nombre plus élevé de diffuseurs (400 à 800 diffuseurs/ha). La méthode peut ainsi générer un revenu supplémentaire au travers d'une augmentation du rendement. Le diffuseur ISOMATE FCM 240 peu sophistiqué peut être appliqué manuellement avec beaucoup de facilité et constitue un gros avantage pour les petits producteurs africains. Par ailleurs, l'intérêt pourrait être porté sur des diffuseurs multifonctionnels qui, avec une unique application, peuvent permettre le contrôle de plusieurs insectes en même temps, ce qui permettrait de limiter les coûts de produits utilisés et de main-d'œuvre pour la mise en place.

Conclusion

L'utilisation des phéromones de confusion sexuelle tel que le diffuseur Isomate FCM 240 permet de réduire les populations naturelles, les taux d'infestations larvaires et le niveau d'attaques des capsules vertes de *T. leucotreta*. La technique de confusion sexuelle est une méthode de lutte qui peut permettre au paysan d'avoir aussi un bon rendement tout en étant facilement réalisable au champ et peu onéreuse pour le producteur. Pourvu qu'elle soit peu onéreuse pour le producteur de coton, cette méthode peut être utilisée pour prévenir les fortes pullulations du ravageur qui s'avère de plus en plus difficile à maîtriser au cours de ces dernières années, sa sensibilité aux pyréthrinoides ayant été mise en question. Pour une bonne gestion de la population du ravageur *T. leucotreta*, la confusion sexuelle à

l'aide de la formulation de diffuseur ISOMATE FCM 240 peut être utilisée dans une stratégie de lutte intégrée qui recommanderait qu'on l'associe de manière complémentaire et efficace à la protection phytosanitaire en vigueur.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts concernant cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

GECO initiatrice de l'article, a saisi les données parasitaires, a procédé à l'analyse des données, à leur interprétation et à la rédaction du document. PWEK et GJRD ont contribué à la révision des données saisies et analysées, et à la révision critique du contenu de l'article. MK et KKNB ont contribué à la formation des agents des services Recherche et Développement des sociétés cotonnières qui ont assuré les observations parasitaires sur le terrain, et à la révision critique du contenu de l'article. DM a contribué à l'interprétation des données et à la révision critique du contenu de l'article. OGO initiateur de l'activité de recherche, a élaboré la méthodologie mise en œuvre, mis à disposition les données, a contribué à la formation des agents des services Recherche et Développement des sociétés cotonnières ainsi qu'à l'analyse des données et leur interprétation, a orienté, lu et corrigé le document.

REMERCIEMENTS

Toutes nos gratitude à l'Etat de Côte d'Ivoire et à l'Union Européenne pour le financement de cette étude à travers le FIRCA et l'InterCoton, dans le cadre du Projet Relance de la Recherche Cotonnière en Côte d'Ivoire.

RÉFÉRENCES

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>

Boguslawski CV, Basedow T. 2001. Studies in cotton fields in Egypt on the effects of pheromone mating disruption on *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lep., Gelechiidae), on the occurrence of other arthropods, and on yields. *J. Appl. Entomol.*, **125**(6): 327-331. DOI : [10.1046/j.1439-0418.2001.00545.x](https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2001.00545.x)

Briand F. 2009. Les phéromones sexuelles : utilisées comme moyen de lutte, évaluation de leur efficacité et mesure de leur impact physiologique sur les vers de grappe. Thèse de doctorat. Université de Neuchâtel. Faculté des sciences. p. 194.

Bruno M, Mamoutou T, Idrissa T, Navigué NT. 2000. La lutte contre les ravageurs du cotonnier au Mali : problématique et évolution récente. *Cahiers Agricultures*, **9**: 109-115.

Cutwright R, Pfeiffer DG. 2002. Control of codling moth in apple by use of pheromone dispensers. Virginia Tech University, Department of Entomology, ENT-4987, 3 pp. <http://www.virginiafruit.ento.vt.edu/moth.html>

Degen T, Chevallier A, Fischer S. 2005. Evolution de la lutte phéromonale contre les vers de la grappe. *Arboric. Hortic.*, **37**(5): 273-280.

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.v10i1.12>

Doffou NM, Ochou OG, Kouassi KP. 2011. Susceptibility of *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Cryptophlebia leucotreta* (Lepidoptera: Tortricidae) to insecticides used on cotton crops in Côte d'Ivoire, West Africa. Implications in insecticide resistance pest management strategies. *Resist. Pest Manag.*, **20**(2): 10-15.

Evenden M. 2016. Mating disruption of moth pests in integrated pest management: a mechanistic approach. In *Pheromone Communication in Moths: Evolution, Behavior and Application*, Allison JD,

- Cardé RT (eds). University of California Press: Oakland; 365-393.
- Evenden ML, McLaughlin JR. 2004. Factors influencing the effectiveness of an attracticide formulation against the Oriental fruit moth, *Grapholita molesta*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **112**(2): 89-97. DOI: 10.1111/j.0013-8703.2004.00181.x
- Frérot B, Ameline A, Verneau S, Thiéry D. 2013. Utilisation des médiateurs chimiques volatils en protection des cultures. In *Interactions Insectes-Plantes*, Sauvion N, Calatayud P-A, Thiéry D, Marion-Poll F (eds). IRD, Quae; 693-708. DOI: 10.13140/2.1.4313.3760
- Ioriatti C, Angeli G. 2002. Control of codling moth by attract and kill. In Use of Pheromones and other Semiochemicals in Integrated Production. *IOBC wprs Bulletin*, **25**(9): 129-136.
- Kovanci OB, Schal C, Walgenbach JF, Kennedy GG. 2006. Effects of pheromone loading, dispenser age and trap height on pheromone trap catches of the oriental fruit moth in apple orchards. *Phytoparasitica* **34**(3): 252-260. DOI:10.1007/BF02980952
- Lykouressis D, Perdakis D, Samartzis D, Toutouzias S, Fantinou A. 2005. Management of the pink bollworm *Pectinophora gossypiella* (Saunders) (Lepidoptera: Gelechiidae) by mating disruption in cotton fields. *Crop Prot.*, **24**: 177-183. DOI:10.1016/j.cropro.2004.07.007
- Miller JR, Gut LJ. 2015. Mating disruption for 21st century: Matching technology with mechanism. *Environ. Entomol.*, **44**(3): 427-453. DOI: <https://doi.org/10.1093/ee/nvv052>
- N'dépo OR, Hala N, Adopo AN, Coulibaly F, Kouassi KP, Vayssieres JF, De Meyer M. 2015. Effective chemical control of fruit flies (Diptera: Tephritidae) pests in mango orchards in northern Côte-d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(3): 1299-1307. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i3.15>
- N'Goran B, Allou K, Morin JP, Kouassi P, Hala N, Konan KJL, Traore D. 2009. Essai de lutte contre *Oryctes monoceros* Olivier (Coleoptera : Dynastidae) par l'utilisation de l'acide 4-méthylctanoïque en Côte -d'Ivoire. *Sci. Nat.*, **6**(2): 185-193.
- Ochou OG, Martin T. 2002. Pyrethroïd Resistance in *Helicoverpa armigera* (Hübner): Recent Developments and Prospects for its Management in Côte d'Ivoire West Africa. *Resist. Pest. Manag.*, **12**(1): 10-16.
- Renou A, Brévault T. 2015. Ravageurs et maladies du cotonnier, et gestion intégrée des ravageurs. In *Le Cotonnier*, Crétenet M, Gourlot JP (eds). Quae CTA Presses agronomiques de Gembloux : Gembloux ; 109-154.
- Sarr M, Badiane D, Sane B. 2016. Evaluation de l'efficacité de nouveaux programmes de protection phytosanitaire contre les principaux ravageurs du cotonnier *Gossypium hirsutum* L. au Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(5): 2163-2174. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.18>
- Sumedrea M, Marin F-C, Calinescu M, Sumedrea D, Lorgu A. 2015. Researches regarding the use of mating disruption pheromones in control of apple codling moth - *Cydia pomonella* L. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, **6**: 171-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.055>
- VanBuskirk P, Hilton R, Westgard P. 2002. Five years of mating disruption in combination with narrow-range petroleum spray oil to control pear pest in Southern Oregon. *Acta Horticulturae*, **596**: 501-505.