



Effets de trois insecticides sur la longévité, la durée de développement et le comportement de *Rhynocoris albopilosus* Signoret (Hétéroptères : Reduviidae)

BOTTY Lou Gounan Ghislaine, DOUMBIA Mamadou, KWADJO Koffi Eric, SORO Dokatiéné Seydou, KRA Kouadio Dagobert

Université Nangui Abrogoua, UFR-SN Unité de Recherche en Entomologie Agricole du Pôle de Protection Végétale, Laboratoire d'Entomologie Agricole, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Auteur correspondant email : botloughis85@yahoo.fr; Tel : (225) 07 10 24 70

Original submitted in on 8th January 2021. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st March 2021
<https://doi.org/10.35759/JABs.159.6>

RESUME

Objectif : *Rhynocoris albopilosus* est un insecte prédateur d'autres insectes et utile pour l'agriculture. L'étude réalisée sur cet insecte à l'Unité d'Entomologie Agricole de l'Université Nangui Abrogoua, vise à montrer l'impact de trois insecticides sur sa biologie en vue de son utilisation efficace dans un programme de lutte intégrée.

Méthodologie et résultats : La deltaméthrine, l'acéphate et le thiamethoxam ont été appliqués sur 540 individus soit 180 individus par traitement provenant des cinq stades larvaires et du stade adulte. Les résultats obtenus ont montré que la durée de vie moyenne des individus des différents stades de *R. albopilosus* varie en fonction des traitements. Aussi, Chez les individus traités à l'acéphate et au thiamethoxam, la durée de développement moyenne la plus longue a été constatée au niveau des individus du stade V avec respectivement $22,91 \pm 2,61$ jours et $65,05 \pm 0,5$ jours. Il a été également observé après traitement une paralysie générale «effet knock-down», des excréations et un nettoyage du rostre et des antennes.

Conclusion et application des résultats : A l'issue de ce travail, nous pouvons retenir que la deltaméthrine et le thiamethoxam entraînent chez *R. albopilosus* un taux de survie ne dépassant pas les 50% contrairement à l'acéphate où ce taux de survie dépassait les 70%. L'acéphate serait donc conseiller dans un programme de lutte intégrée avec *R. albopilosus* mais cela doit se faire en fonction de son cycle de développement. En effet, du fait que cet insecticide ne détruit pas toute la population du prédateur, il pourrait permettre son installation dans cet agrosystème afin de lutter durablement contre les ravageurs.

Mots clés : Hétéroptères, Reduviidae, *Rhynocoris albopilosus*, insecticides

Effects of three insecticides on longevity, the length of development and the behavior of *Rhynocoris albopilosus* Signoret (Heteroptera : Reduviidae)

ABSTRACT

Objective : *Rhynocoris albopilosus* is a predatory bug of other bugs and useful for agriculture. The survey achieved on this bug in the Agricultural Entomology Unit of the University Nangui Abrogoua, aim to show the impact of three insecticide on its biology in view her efficient use in an integrated struggle program.

Methodology and Results: The deltamethrin, the acephate and the thiamethoxam have been applied on 540 individuals either 180 by treatment coming from the five larval stages and the adult stage. The gotten results showed that the middle life span of the individuals of the different stages of *R. albopilosus* varies according to the treatments. Also, at the individuals treated to the acéphate and the thiamethoxam, the length of longest middle development has been noted to the level of the individuals of the V stage with respectively $22,91 \pm 2,61$ days and $65,05 \pm 0,5$ days. It has also been observed after treatment a general paralysis «knock-down effect», the excretions and a cleaning of the rostrum and antennas.

Conclusion and application of findings: At the end of this work, we can keep that the deltaméthrine and the thiamethoxam drag at *R. albopilosus* a rate of survival not passing the 50% contrary to the acéphate where this rate of survival passed the 70%. The acéphate would be to counsel therefore in a program of integrated struggle with *R. albopilosus* but it must make itself according to her cycle of development. Indeed, because this insecticide does not destroy the entire population of the predator, it could allow its installation in this agrosystem in order to fight pests sustainably.

Key word: Heteroptera, Reduviidae, *Rhynocoris albopilosus*, insecticides

INTRODUCTION

Les Reduviidae sont des insectes appartenant à l'ordre des Hétéroptères. Ils ont été décrits par Latreille en 1807 (Villiers, 1948). Selon Sahayaraj (2012), cette famille prédatrice est présente dans tout le monde entier, avec environ 6300 espèces. Parmi les insectes prédateurs, l'intérêt des Reduviidae comme agent de lutte biologique a été mis en évidence par plusieurs auteurs (Grundy et Maelzer, 2002 ; Sahayaraj *et al.*, 2003). Cependant, l'utilisation irrégulière des pesticides dans les systèmes culturales ont des effets défavorables sur les organismes non cibles, causant une réduction de leur efficacité dans le contrôle des nuisibles (Paul et Thygarajan, 1992). Aussi, cette utilisation de pesticides chimiques affecte plusieurs comportements et aspects du cycle de vie des arthropodes, tels la mobilité, l'efficacité de recherche, la fertilité, la fécondité, l'oviposition, la longévité et la durée de développement (Moriarty, 1969 ; Penman *et al.*, 1981 ; Haynes, 1988 ; Croft, 1990 ; Roger *et al.*, 1994, 1995). Selon Arthurs *et al.* (2005) et Pervez et Omkar (2005), une des stratégies mise en place pour lutter contre les

insectes ravageurs a été de coupler les ennemies naturels de ces insectes, c'est-à-dire des prédateurs, avec des insecticides. De plus, la combinaison de la lutte biologique avec celle de la lutte chimique constitue le principal objectif de la protection intégrée des cultures ou Integrated Pest Management (IPM). Toutefois, cela reste un défi majeur, malgré la présence d'insecticides sélectifs (Wennergren et Stark, 2000 ; Al Antary *et al.*, 2010). Tout comme l'ensemble des Reduviidae, *Rhynocoris albopilosus*, qui fait partie des prédateurs majeurs des ravageurs de cultures dans toute l'Afrique intertropicale, a fait l'objet de nombreuses études (James *et al.*, 2003 ; Kwadjo *et al.*, 2008, 2010). Mais, son utilisation en tant qu'agent de lutte biologique nécessite avant tout la connaissance de son cycle de développement et surtout son interaction avec les milieux de production agricole. C'est pourquoi, le présent travail a pour objectif, l'étude de l'impact de trois insecticides sur la biologie de *R. albopilosus* en vue de son utilisation efficace dans un programme de lutte intégrée.

MATERIEL ET METHODES

Élevage des larves et adultes de *R. albopilosus* utilisés pour les tests insecticides : Après émergence, les larves ont été retirées du bocal des parents et mises individuellement dans des piluliers de 3,4 cm de diamètre et de 7 cm de hauteur. Les larves du premier et deuxième stade ont été nourries avec une larve de *Tribolium castaneum* (0,5 mm de longueur) par jour. Les larves du troisième et quatrième stade ont été nourries avec deux larves *T. castaneum* (0,5 mm de longueur) par jour. Les larves du cinquième stade ont été nourries avec trois larves *T. castaneum* (0,5 mm de longueur) par jour. Après la mue imaginale de *R. albopilosus*, de nouveaux couples ont été formés. Les adultes de *R. albopilosus* (un mâle et une femelle) ont été mis dans des bocaux, communément appelés Food box, étiquetés, avec les couvercles perforés et tapissés de mousseline permettant l'entrée d'air. Ces bocaux contenaient également des branches pour faciliter leurs déplacements.

Élevage des larves de *T. castaneum* : L'élevage des larves de *T. castaneum* qui ont servi de proies à *R. albopilosus* s'est fait dans des bocaux non perforés, de 16 cm de longueur et de 12 cm de largeur, contenant un mélange de farine de blé et de levure de boulangerie prises dans les proportions 10 : 1.

Application des insecticides sur *R. albopilosus* : Trois insecticides de synthèse, comme utilisés en production horticole en Côte d'Ivoire, ont été utilisés. Il s'agit de la deltaméthrine (pyréthriné), de l'acéphate (organophosphoré) et du thiaméthoxam (néonicotinoïde).

Tout d'abord, la surface de la boîte de Pétri a été déterminée à l'aide de la formule :

$S = \pi \times r^2$ avec S comme la surface de la boîte de Pétri ; r étant le rayon.

Le papier buvard (papier filtre à café) de marque KONOS (n° 4) a été utilisé pour tapisser le fond de la boîte de Pétri. Selon les doses d'application conseillées par le fabricant, le volume du mélange de chaque insecticide à appliquer dans les boîtes de Pétri a été déterminé. La dose utilisée pour chaque traitement est la dose normale du fabricant. Le travail a consisté à mettre au contact du

produit chimique, (1830 µl pour la deltaméthrine, 100 µl pour l'acéphate et 500 µl pour le thiaméthoxam), 10 individus de chacun des cinq stades larvaires et du stade adulte. Tout d'abord, les insecticides utilisés ont été au préalable appliqués sur les papiers buvards contenus dans les boîtes de Pétri à l'aide d'une micropipette, surmontée d'un cône permettant de prélever la quantité exacte du produit. Ensuite, les individus des différents stades de développements de *R. albopilosus* ont été déposés dans les boîtes de Pétri, sur le papier buvard et laissés au contact des produits insecticides. Ainsi, Au total, 30 individus de chacun des cinq stades larvaires et du stade adulte ont été suivis en trois traitements et 540 individus ont été utilisés pour les trois insecticides. Les tests ont été répétés trois fois pour chacun des trois produits et pour les cinq stades larvaires et le stade adulte. De plus, un test témoin a été effectué avec 30 individus de chacun des cinq stades larvaires et du stade adulte qui ont été mis au contact des papiers buvards contenus dans des boîtes de Pétri et ne contenant pas de produits insecticides. Enfin, les réactions des individus (les excréments, l'effet « knock-down » ou paralysie générale, le broyage du rostre et des antennes), la mortalité et la longévité ont été notés juste après la mise au contact du papier buvard. Ces individus ont été suivis au jour le jour pendant une période de trois mois. Ainsi, l'effet de chaque insecticide sur chaque stade de développement donné du prédateur a été évalué, aussi bien que la suite du développement chez les larves. Les individus de chaque stade larvaire et du stade adulte ayant survécu aux expositions ont été suivis jusqu'à leurs morts afin de déterminer leurs durées de vie après expositions aux insecticides.

Analyses statistiques : Ces analyses ont été effectuées à partir du Logiciel STATISTICA (version 7.1). Le test statistique ANOVA Kruskal-Wallis a été utilisé pour comparer les moyennes des stades de développement. Le test U de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer les moyennes de chaque stade entre eux. En cas de différence significative, le test LSD de Fisher au seuil de $\alpha = 0,05$ a été utilisé pour déterminer les groupes homogènes.

RESULTATS

Effet des insecticides sur la longévité des individus des différents stades de développement de *R. albopilosus*

Effet de la deltaméthrine sur la durée de vie de *R. albopilosus* : Après contact à la deltaméthrine, la durée de vie moyenne varie entre 0,88 jour et 5,57 jours selon

le stade de développement. Ainsi, toutes les larves traitées avec la deltaméthrine meurent sans effectuer de mue. Les larves du stade II présentent la plus courte durée de vie moyenne (0,88 jour) et celles du stade V présentent la plus longue durée de vie moyenne (5,57 jours). (Tableau 1).

Tableau 1 : Durée de vie de *R. albopilosus* après application de la deltaméthrine

| Stade de développement | Nombre total d'individus | Nombre d'individus morts | Durée de vie Moyenne (jour) [Min-Max] |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Stade I | 30 | 30 | 1,45 [0,01-7] |
| Stade II | 30 | 30 | 0,88 [0,01-3] |
| Stade III | 30 | 30 | 3,58 [0,04-8] |
| Stade IV | 30 | 30 | 4,33 [0,08-9] |
| Stade V | 30 | 30 | 5,57 [1-16] |
| Stade adulte | 30 | 30 | 3,83 [1-7] |

Effet de l'acéphate sur la durée de vie de *R. albopilosus* : Après traitement à l'acéphate, la durée de vie moyenne varie de 5,12 jours à 20,75 jours. Aussi, les

individus du stade II ont la plus courte durée de vie moyenne (5,12) et ceux du stade adulte présentent la plus longue durée de vie moyenne (20,75 jours). (Tableau 2).

Tableau 2 : Durée de vie de *R. albopilosus* après application de l'acéphate

| Stade de développement | Nombre total d'individus | Nombre d'individus morts | Durée de vie Moyenne (jour) [Min-Max] |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Stade I | 30 | 13 | 6,33 [1-15] |
| Stade II | 30 | 21 | 5,12 [1-13] |
| Stade III | 30 | 14 | 5,71 [1-12] |
| Stade IV | 30 | 14 | 5,8 [1-16] |
| Stade V | 30 | 08 | 19,16 [7-34] |
| Stade adulte | 30 | 05 | 20,75 [4-29] |

Effet du thiamethoxam sur la durée de vie de *R. albopilosus* : Après traitement, la durée de vie moyenne varie de 5,25 jours à 12,55 jours, ce qui

s'observe chez les individus du stade I et IV. Aussi, la durée de vie maximale s'observe chez les individus du stade IV (39 jours) (Tableau 3).

Tableau 3 : Durée de vie de *R. albopilosus* après l'application du thiamethoxam

| Stade de développement | Nombre total d'individus | Nombre d'individus morts | Durée de vie Moyenne (jour) [Min-Max] |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Stade I | 30 | 22 | 5,25 [1-11] |
| Stade II | 30 | 16 | 5,67 [0,04-13] |
| Stade III | 30 | 22 | 8,30 [0,01-20] |
| Stade IV | 30 | 27 | 12,55 [1-39] |
| Stade V | 30 | 23 | 11,38 [5-25] |
| Stade adulte | 30 | 23 | 9,9 [1-25] |

Durée de développement de *R. albopilosus* après traitement à l'acéphate et au thiamethoxam : La durée de développement a été déterminée seulement sur les individus traités à l'acéphate et au thiamethoxam, car les individus traités à la deltaméthrine sont tous morts.

Durée de développement de *R. albopilosus* après traitement à l'acéphate : Chez les larves de *R. albopilosus* traitées à l'acéphate, les analyses statistiques ont montré une différence significative entre les différents stades. La durée de développement la plus

longue a été constatée chez les individus du stade V ($22,91 \pm 2,61$ jours) et la plus courte chez les individus du stade I ($10,35 \pm 0,51$ jours). Cependant, les durées de développement des stades I, II, III et IV n'étaient pas significatives entre elle mais différaient du stade V. De même, les durées de développement moyennes des stades larvaires traitées sont significativement plus longues que celles du lot témoin. Le taux de survie ne dépasse pas 75% chez les individus traités. Le taux le plus faible s'observe chez les individus du stade II (30%) (Tableau 4).

Tableau 4 : Durée de développement de *R. albopilosus* après traitement à l'acéphate

| Stade de développement | Nombre initial | | Durée de développement moyenne (jours) | | Taux de survie larvaire (%) | |
|------------------------|----------------|---------|--|--------------|-----------------------------|---------|
| | Traités | Témoins | Traités | Témoins | Traités | Témoins |
| Stade I | 17 | 30 | 10,35±0,51aA | 8,13±0,26aB | 56,67 | 100 |
| Stade II | 09 | 29 | 14±1,06aA | 7,31±0,4aB | 30 | 96,67 |
| Stade III | 16 | 30 | 13,75±1,09aA | 7,33±0,27aB | 53,33 | 100 |
| Stade IV | 16 | 28 | 12,75±1,08aA | 9,04±0,4bB | 53,33 | 93,33 |
| Stade V | 22 | 28 | 22,91±2,61bA | 16,82±0,73cB | 73,33 | 93,33 |

*Les valeurs de la même colonne suivies par la même lettre minuscule ne diffèrent pas significativement les unes des autres à P = 0,05 (ANOVA I et Test de Fisher)

*Les valeurs de la même ligne suivies par la même lettre majuscule ne diffèrent pas significativement les unes des autres à P = 0,05 (ANOVA I et Test de Fisher)

Durée de développement de *R. albopilosus* après traitement au thiamethoxam : Les analyses statistiques ont montré une différence significative entre les différents stades chez les larves de *R. albopilosus* traitées au thiamethoxam. La durée de développement la plus longue a été constatée au niveau des individus du stade V (65,05 ± 0,5 jours) et la plus courte chez les

individus du stade II (13,43 ± 1,74 jours). De même, les durées de développement des stades larvaires traitées étaient significativement plus longues que celles du lot témoin. Le taux de survie ne dépasse pas 50% chez les individus traités mais est supérieur à 90% chez les individus non traités. Le taux le plus faible s'observe chez les individus du stade V (06,67%) (Tableau 5).

Tableau 5 : Durée de développement de *R. albopilosus* après traitement au thiamethoxam

| Stade de développement | Nombre initial | | Durée de développement moyenne (jours) | | Taux de survie larvaire (%) | |
|------------------------|----------------|---------|--|--------------|-----------------------------|---------|
| | Traités | Témoins | Traités | Témoins | Traités | Témoins |
| Stade I | 08 | 30 | 16,87±0,78abA | 8,13±0,26aB | 26,67 | 100 |
| Stade II | 14 | 29 | 13,43±1,74aA | 7,31±0,4aB | 46,67 | 96,67 |
| Stade III | 08 | 30 | 20,05±2,07bcA | 7,33±0,27aB | 26,67 | 100 |
| Stade IV | 03 | 28 | 27,33±2,85cA | 9,04±0,4bB | 10 | 93,33 |
| Stade V | 02 | 28 | 65,05±0,5dA | 16,82±0,73cB | 06,67 | 93,33 |

*Les valeurs de la même colonne suivies par la même lettre minuscule ne diffèrent pas significativement les unes des autres à P = 0,05 (ANOVA I et Test de Fisher)

*Les valeurs de la même ligne suivies par la même lettre majuscule ne diffèrent pas significativement les unes des autres à P = 0,05 (ANOVA I et Test de Fisher)

Réactions des individus des différents stades de développement de *R. albopilosus* exposés aux insecticides

Réactions des larves du stade I : Après avoir mis au contact des trois insecticides les larves du stade I (30 individus par traitement), aucune excrétion provenant de celles-ci n'a été observée. En plus, tous les individus traités par la deltaméthrine (30 individus traités) ont subi une paralysie générale (effet knock-down) suivie de la mort. Par contre, ceux traités par le thiamethoxam (20 individus sur 30 traités) ont présenté une paralysie générale 15 min après exposition au produit. Au bout de 48 h, certains de ces individus reprennent vie, se déplacent et s'alimentent avant de mourir quelques jours plus tard. Quant au brossage à la fois des antennes et

du rostre, il se fait par tous les 30 individus exposés à la deltaméthrine dès la première minute de contact et ce pendant environ 8 min. Après ces 8 min ils arrêtent le brossage.

Réactions des larves du stade II : Seuls des individus exposés à l'acéphate ont produit des excréments. Ainsi, 3 individus sur 30 ont fait leurs excréments une heure après contact avec le produit. Tous les individus traités par la deltaméthrine ont subi une paralysie générale suivie de la mort. De même, les individus traités par le thiamethoxam (22 individus sur 30 traités) ont subi une paralysie générale. Au bout de 24 h, certains de ces individus ont repris vie, se déplaçaient et se sont alimentés avant de mourir. Le brossage du rostre et des antennes s'est fait chez les individus qui ont été mis au

contact avec la deltaméthrine et le thiamethoxam, respectivement 2 min et 3 min après exposition.

Réactions des larves du stade III : Aucun individu, mis au contact de l'acéphate, n'a émis d'excrétion, ni fait le brossage et présenté de paralysie générale. Par contre, chez les individus exposés au thiamethoxam, six individus ont libéré des excréments, 30 individus ont fait le brossage de leurs rostrs et de leurs antennes 5 min après exposition et ce pendant 25 min. De plus, 29 individus sur 30 étaient paralysés 2 min après avoir été introduits dans la boîte de Pétri ; mais ils reprenaient vie au bout de 24 h. Quant aux individus mis au contact de la deltaméthrine, 30 individus ont fait le brossage de leurs rostrs et de leurs antennes 2 min après exposition et cela pendant 20 min. aussi, tous ces 30 individus ont subi une paralysie générale et meurent sans reprendre vie.

Réactions des larves du stade IV : Après les traitements, des excréments ont été émis par 21 individus exposés à l'acéphate et 5 au thiamethoxam, respectivement 5 et 8 minutes après exposition aux produits. La paralysie générale a été observée sur tous les individus exposés à la deltaméthrine et au thiamethoxam. Ceux exposés à la deltaméthrine meurent sans reprendre vie. Par contre, certains individus exposés au thiamethoxam ont repris vie au bout de 2 h, se sont déplacés et alimentés avant de mourir. Le brossage du rostre s'est fait par les individus qui ont été mis au contact de la deltaméthrine et du thiamethoxam. Par contre, le brossage des antennes a été fait par tous les individus mis au contact des trois insecticides.

Réactions des larves du stade V : Seuls les individus traités par l'acéphate et le thiamethoxam ont produit une excrétion, avec respectivement 13 individus (1 heure après exposition) et 5 individus (3 min après exposition). Les individus traités par la deltaméthrine et le thiamethoxam ont présenté une paralysie générale. Tous les individus exposés à la deltaméthrine meurent sans reprendre vie. Par contre, les 30 individus traités par le thiamethoxam ont été pris de tremblement et très

rapidement ont été assommés, 3 minutes après leur exposition au produit. Au bout de 48 h, certains de ces individus ont repris vie, se sont déplacés et alimentés avant de mourir. Le brossage du rostre s'est fait par tous les individus qui ont été en contact avec la deltaméthrine et par 4 individus au contact du thiamethoxam. Par contre, le brossage des antennes a été observé chez tous les individus exposés aux trois insecticides. Ainsi, tous les individus traités par la deltaméthrine ont fait le brossage aussi bien de leurs rostrs que de leurs antennes (2 min jusqu'à 25 min après exposition). Mais, chez ceux traités par le thiamethoxam, 4 individus ont fait le brossage de leurs rostrs et 13 le brossage de leurs antennes 5 minutes après exposition et pendant environ 15 min. de même, tous individus traités par l'acéphate font le brossage de leurs antennes 2 min après exposition et ceux pendant 20 min.

Réactions des individus du stade adulte : Seuls 11 individus exposés à l'acéphate ont produit des excréments 1 heure après contact et 10 individus ont produit des excréments 3 minutes après contact au thiamethoxam. Les individus traités par la deltaméthrine et le thiamethoxam ont présenté une paralysie générale. Tous les individus exposés à la deltaméthrine meurent sans reprendre vie. Par contre, 24 individus exposés au thiamethoxam subissent une paralysie générale 1 heure après contact au produit. Au bout de 48 h, certains de ces individus reprennent vie, se déplacent et s'alimentent avant de mourir. Le brossage du rostre a été noté chez les individus exposés à la deltaméthrine et au thiamethoxam. Par contre, le brossage des antennes s'est pratiqué par tous les individus mis au contact des trois insecticides. Ainsi, tous les individus traités par la deltaméthrine ont fait le brossage aussi bien de leurs rostrs que de leurs antennes (2 à 10 min après contact). Mais, chez ceux traités par le thiamethoxam, seulement 9 ont brossé leurs rostrs et 25 individus leurs antennes (5 à 15 min après exposition). Aussi, 12 individus traités par l'acéphate ont été vus brossant leurs antennes (2 à 15 min après contact).

DISCUSSION

Le développement chez les insectes peut être perturbé par les applications des différents insecticides, se traduisant généralement par le rallongement de la durée de développement (Louat, 2013). La même observation a été faite chez tous les stades de développement de *R. albopilosus* traités. Ainsi, la durée de développement était supérieure aux stades non traités. En effet, la durée de développement des individus traités à l'acéphate et

au thiamethoxam se différencie significativement du lot témoin. Ces résultats corroborent les affirmations faites par Galvan *et al.* (2005). Selon eux, la coccinelle asiatique *Harmonia axyridis* (prédateur naturel des ravageurs des cultures de maïs) a un développement retardé en présence de certains neurotoxiques comme le spinosad et l'indoxacarbe. De même, chez le parasite *Trichogramma pretiosum*, la λ -cyalothrine

(neurotoxique), provoque un allongement de la durée de développement aux stades larvaires et pré-pupal. Ainsi, elle est de $9,76 \pm 0,06$ à $10,14 \pm 0,06$ aux stades larvaires et de $9,38 \pm 0,06$ à $10,04 \pm 0,05$ aux stades pré-pupal (Consoli et al., 1998). Les insecticides considérés comme les plus toxiques contre les insectes non cibles et auxiliaires sont les pyréthri-noïdes (Croft, 1990). Ainsi, les résultats ont montré que *R. albopilosus* est très sensible aux insecticides de synthèse, particulièrement à la deltaméthrine. En effet, tous les individus des différents stades de *R. albopilosus* (stade I jusqu'au stade adulte) sont morts suite au traitement à la deltaméthrine (pyréthri-noïdes), contrairement aux individus traités à l'acéphate (organophosphorés) et au thiamethoxam (néonicotinoïdes). Cela pourrait s'expliquer par le fait que, contrairement aux deux autres insecticides, la deltaméthrine est un insecticide qui agit par contact et donc pourrait pénétrer facilement par tous les orifices présents sur le corps de l'insecte. Ces résultats sont en contradiction avec les affirmations de Farehan et al. (2013) selon lesquelles, *Sycanus dichotomus* (Hémiptères : Reduviidae) au stade adulte était moins sensible aux insecticides pyréthri-noïdes (cyperméthrine et deltaméthrine) qu'aux insecticides organophosphorés. Aussi, la durée de vie chez tous les stades traités par les trois insecticides est réduite. Cela est en accord avec la plupart des auteurs. Selon Schneider et al. (2004), la guêpe *Hyposoter didymator* présente une diminution de la longévité suite à l'application du spinosad (spinosynés). Ce phénomène est aussi retrouvé chez les pollinisateurs où l'exposition à divers pesticides durant leur développement entraîne une réduction de la durée de vie de quatre jours chez les abeilles (Wu et al., 2011). La classe la plus importante qui correspond à plus de 75% du marché mondial des insecticides est celle des neurotoxiques (Casida, 2009). Au niveau du système nerveux des insectes, ils agissent en perturbant la transmission synaptique (Casida et Durkin, 2013). Cependant, ayant des modes d'action différents, les insecticides provoquent des effets différents sur les insectes (Casida et Durkin, 2013). Ainsi, tous les individus traités à la deltaméthrine mouraient après avoir subi une paralysie générale contrairement à ceux traités au thiamethoxam où des individus reprenaient vie quelques heures après la paralysie générale. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que les pyréthri-noïdes se fixent préférentiellement sur le canal sodium ouvert alors que les néonicotinoïdes se fixent sur le récepteur nicotinique à l'acétylcholine (nAChR). Ces résultats sont en

contradiction avec ceux obtenus par Davies et al. (2007). En effet, selon eux, cette fixation ralentit la fermeture du canal conservant ainsi le passage d'ions Na^+ à travers la membrane ce qui provoque la mise en place d'un état stable hyperexcité de la cellule qui produit un effet paralysant chez l'insecte appelé "knock down" mais ne conduit pas systématiquement à la mort. Les pyréthri-noïdes de type I entraînent la paralysie de l'insecte alors que les pyréthri-noïdes de type II, qui sont plus efficaces, entraînent des mouvements convulsifs. Aussi, selon Thany et al. (2007) la fixation des néonicotinoïdes sur le nAChR entraîne l'ouverture du canal qui permet l'entrée d'ions Na^+ et Ca^{2+} et la sortie d'ions K^+ . Le potentiel de membrane étant ainsi perturbé par ces courants ioniques conduit au phénomène de dé-polarisation. Ces insecticides ne pouvant être dégradés par l'acétylcholinestérase dans la fente synaptique, leurs actions se prolongent donc au niveau du nAChR et conduit à une dé-polarisation permanente de la membrane, ce qui provoque chez l'insecte la paralysie puis la mort.

L'exposition aux insecticides de synthèses à des doses sublétales peut conduire à des défauts dans le comportement des insectes. Ainsi, différents comportements peuvent être altérés comme la mobilité, la recherche de nourriture ou d'hôtes mais aussi le comportement alimentaire (Louat, 2013). Ainsi, dès exposition aux produits insecticides, les individus de *R. albopilosus* effectuaient soit le brosseage des antennes et des rostrés soit émettaient des excré-tions. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que les insectes développent différentes méthodes face aux stress reçus afin de rentrer le moins possible en contact avec les produits insecticides. Ces résultats confirment ceux de Sparks et al. (1989). Selon eux, les larves résistantes de *Heliothis virescens* (Noctuidae) diminuent leurs activités locomotrices en réponse à la présence d'un pyréthri-noïde. Ainsi, après analyse, les larves résistantes d'*H. virescens* sont entrées en contact avec 0,5% de la quantité de pyréthri-noïde déposée après avoir diminuées leurs activités, alors que celles qui ne l'ont pas fait portent plus de 5% de l'insecticide appliqué. De même, selon Pimentel et al. (2012), suite à l'exposition à la phosphine par fumigation (organophosphorés), le capucin des grains montre une réduction importante de son activité locomotrice. Cette diminution de l'activité locomotrice est perçue comme un comportement protecteur car il permet une diminution de la respiration et donc une diminution de la prise d'insecticides.

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Tous les individus des différents stades de *R. albopilosus* traités à la deltaméthrine sont morts contrairement à ceux traités par l'acéphate et le thiamethoxam. En effet, le taux de survie des individus suite au traitement à l'acéphate et au thiamethoxam varie respectivement de 30% à 73,33% et de 06,67% à 46,67%. Aussi, l'effet « knock-down » paralysie générale, l'excrétion, le brossage du rostre et des antennes ont été observés chez la plupart des individus dès leur exposition aux insecticides. Chez les individus

traités à l'acéphate et au thiamethoxam, la durée de développement moyenne la plus longue a été constatée au niveau des individus du stade V avec respectivement $22,91 \pm 2,61$ jours et $65,05 \pm 0,5$ jours. Les trois produits ont été néfastes à des degrés différents vis-à-vis du prédateur *R. albopilosus*. Néanmoins, de ces trois insecticides, l'acéphate provoquant un taux de mortalité bas pourrait être utilisé dans une lutte intégrée avec *R. albopilosus*. Cependant, cette lutte doit tenir compte du stade de développement du prédateur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Al Antary TM, Ateyyat MA, Abussamin BM, 2010. Toxicity of certain insecticides to the parasitoid *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) (Hymenoptera : Aphidiidae) and its host, the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera : Aphididae). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4 : 994 -1000.
- Arthurs SP, Lacey LA, Friyys RJr, 2005. Optimizing use of codling moth granulovirus : effects application rate and spraying frequency on control of codling moth larvae in Pacific Northwest apple orchards. *Journal of Economic Entomology* 98 : 1459 - 1468.
- Casida JE, 2009. Pest toxicology : the primary mechanisms of pesticide action. *Chem. Res. Toxicol.* 22 : 609 - 619.
- Casida JE. et Durkin KA, 2013. Neuroactive insecticides : targets, selectivity, resistance, and secondary effects. *Annu. Rev. Entomol.* 58 : 99 - 117.
- Consoli FL, Parra JRP, Hassan SA, 1998. Side-effects of insecticides used in tomato fields on the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymiptera, Trichogrammatidae), a natural enemy of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep, Gelechiidae). *Journal of Applied Entomology.* 122 : 43 - 47.
- Croft BA, 1990. *Arthropod biological control, agents and pesticides.* John Wiley and Sons, New York. 723 pages.
- Davies TGE, Field LM, Usherwood PNR, Williamson MS, 2007. DDT, pyrethrins, pyrethroids and insect sodium channels. *IUBMB Life* 59 : 151 - 162.
- Farehan NI, Syarafina R, Idris AB, 2013. Toxicity of Three Insecticides on the Predator of Oil Palm Leaf-Eater Pests *Sycanus dichotomus* Stål. (Hemiptera : Reduviidae). *Academic Journal of Entomology.* 6 (1) : 11 - 19.
- Galvan TL, Koch RL, Hutchison WD, 2005. Effects of spinosad and indoxacarb on survival, development, and reproduction of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera : Coccinellidae). *Biological Control.* 34 : 108 - 114.
- Grundy PR. et Maelzer DA, 2002. Factors affecting the establishment and dispersal of nymphs of *Pristhesancus plagipennis* Walker (Hemiptera : Reduviidae) when released onto soybean, cotton and sunflower crops. *Australian Journal of Entomology* 41 : 272 - 278.
- Haynes KF, 1988. Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Annual Revue Entomology.* 33 : 149 - 168.
- James B, Neuenschwander P, Gorgen G, Toko M, Beed F, Conyne D, 2003. Periurban vegetable pest biodiversity diagnosed. Projet B : Developing plant health management options. Ibadan, IITA : 15-16. *Journal of ISSAAS.* 11 : 7-18.
- Kwadjo KE, Doumbia M, Haubruge E, Kra KD, Tano Y, 2010. Dimorphisme sexuel chez les adultes de *Rhynocoris albopilosus* Signoret (Hétéroptères : Reduviidae). *Journal of Applied Biosciences.* 30 : 1873 - 1877.
- Kwadjo KE, Doumbia M, Ishikawa T, Tano Y, Haubruge E, 2008. Morphometrical changes and description of eggs of *Rhynocoris albopilosus* Signoret (Heteroptera : Reduviidae) during their development. *Faunistic Entomology–Entomologie faunistique.* 61(4) : 151 - 155.
- Louat F, 2013. Étude des effets liés à l'exposition aux insecticides chez un insecte modèle, *Drosophila melanogaster*. Sciences agricoles. Université d'Orléans. 1 page.
- Moriarty F, 1969. The sublethal effects of synthetic insecticides on insects. *Biological Revue.* 44 : 321 -357.

- Paul AVN. et Thygarajan KS, 1992. Toxicity of pesticides to natural enemies of crop pests in India. In : David, B.V (Ed.) Pest management and pesticides : Indian scenario. Narmrutha Publications, Madras, pp 158 - 176.
- Penman DR, Chapman RB, Jesson KE, 1981. Effects of fenvalerate and azynphosmethyl on two-spotted spider mite and phytoseiid mites. *Entomol. Exp. Appl.* 30 : 91 - 97.
- Pervez A. et Omkar, 2005. Functional responses of coccinellid predators: an illustration of a logistic approach. *Journal of Insect Science.* 5 : 5 - 11.
- Pimentel MAG, Faroni LRA, Corrêa AS, Guedes RNC, 2012. Phosphine-induced walking response of the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica*). *Pest Manag. Sci.* 68 : 1368 - 1373.
- Roger C, Coderre D, Vincent C, 1994. Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculata lengi* (Coleoptera : Coccinellidae) following pesticide applications. *Journal of Economy Entomology.* 87 : 583 - 588.
- Roger C, Vincent C, Coderre D, 1995. Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculata lengi* (Coleoptera : Coccinellidae) following application of neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae). *Journal of Applied Entomology.* 119 : 439 - 443.
- Sahayaraj K, 2012. Possible utilization of *Rhynocoris marginatus* (Fab) in crop pests management, Proceedings of International Conference in Agricultural Science and Engineering, Nigeria, vol 2 – ISBN – 978-84-612-8486-3.
- Sahayaraj K, Delma JCR, Martin P, 2003. Biological control potential of aphidophagous reduviids predator *Rhynocoris marginatus*. *International Arachis Newsletter.* 23 : 29 - 30.
- Schneider MI, Smagghe G, Pineda S, Vinuela E, 2004. Action of insect growth regulator insecticides and spinosad on life history parameters and absorption in third-instar larvae of the endoparasitoid *Hyposoter didymator*. *Biological Control* 31 : 189 - 198.
- Sparks JC, Lockwood JA, Byford RL, Graves JB, Leonard BR, 1989. The role of behaviour in insecticide resistance. *Pestic. Sci.* 26 : 383 - 399.
- Thany SH, Lenaers G, Raymond-Delpech V, Sattelle DB, Lapied B, 2007. Exploring the pharmacological properties of insect nicotinic acetylcholine receptors. *Trends Pharmacol. Sci.* 28 : 14 - 22.
- Villiers A, 1948. Faune de l'empire française IX : Hémiptères Reduviidae de l'Afrique noire. Edition du Musée, Paris. 488 pages.
- Wennergren U. et Stark JD, 2000. Modeling long-term effects of pesticides on populations : beyond just counting dead animals. *Ecological Applications,* 10 : 295 - 302.
- Wu JY, Anelli CM, Sheppard WS, 2011. Sub-lethal effects of pesticide residues in brood comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. *Plos one* 6, e14720. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014720>.