



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière science biologiques

Référence / 2018

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté et soutenu par :
Djimaoui ikram et lemsara ibtissam

Le: dimanche 18 juin 2023

Effet de trois inhibiteurs de croissances sur les larves du *Culiseta longiareolata*

Jury:

Dr. AOURAGH Hayat	Grade	Université Mohamed Khider	Président
Pr. MERABTI Brahim	Grade	Université Mohamed Khider	Rapporteur
Dr. BOUDJOUJOU Lamia	Grade	Université Mohamed Khider	Examineur

Année universitaire: 2022/2023

Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant qui nous a donné la santé, le

Courage, la volonté et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Nos vifs remerciements encadreur, Pr.Merabti Brahim, pour sa précieuse aide, ses

Encouragements et ses conseils, à finir ce travail.

Nous tenons à remercier les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce mémoire.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes (amis, familles, enseignants...etc.) Qui nous ont bien aidés à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

*Pour que ma réussite soit complète je le partage avec tous les personnes que j'aime,
je dédie ce modeste travail :*

*A mon père Tahar, écol de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les
années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me
donner l'aide et à me protéger. Que dieu le gardes et le protège.*

*A ma mère pour son amour, son soutient, la tolérance et l'encouragement qu'elle a
bien voulu consentir pour moi. Tous les mots restent faibles pour exprimer envers
elle. Que Dieu la bénisse.*

*A mes chères sœurs Lidia, Donia, Kalthom Nor Elyakine et Ordjouan et à mon cher
frère Ibrahim que j'adore tellement et pour toujours je leurs souhaite beaucoup de
succès et de réussite.*

*A ma grande mère, mon grand père, mes oncles et mes tantes surtout ma chère
tante Zohra.*

A ma meilleur amie et ma binôme Ibtissam et toute sa famille.

À tous mes collègues de la promo de biologie.

*A tous mes ami(e)s que j'ai passés avec eux des bons moments durant toutes les
années des études.*

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment.

Ikram

Dédicace

*Pour que ma réussite soit complète je le partage avec tous les personnes que j'aime,
je dédie ce modeste travail :*

*A Mon père Mohammed, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes
les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me
donner l'aide et à me protéger. Que dieu le gardes et le protège.*

*A ma mère pour son amour, son soutient, la tolérance et l'encouragement qu'elle a
bien voulu consentir pour moi. Tous les mots restent faibles pour exprimer envers
elle. Que Dieu la bénisse.*

*A mes chères sœurs Basma et Amel et à mes chères frères Fouad et Sofian que
j'adore tellement et pour toujours je leurs souhaite beaucoup de succès et de réussite.*

A mon fiancé Chiheb.

A ma grande mère, mon grand père, mes tantes et mes oncles

A ma meilleur amie et ma binôme Ikram et toute sa famille.

À tous mes collègues de la promo de biologie.

*A tous mes ami(e)s que j'ai passés avec eux des bons moments durant toutes les
années des études.*

Enfin à tous ceux que j'aime et à tous ceux qui m'aiment

Ibtissam

Table des matières

Liste des Tableaux.....	I
Liste des Figures.....	II
Liste des photos.....	III
Liste des abréviations.....	IV
Introduction générale.....	1
Matériel et méthodes.....	4
1. Présentation de modèle biologique.....	4
2. Morphologie générale de Culicidae.....	5
2.1. L'œuf.....	5
2.2. Les larves.....	5
2.2.1. Tête.....	5
2.2.2. Le thorax.....	6
2.2.3. L'abdomen.....	6
2.3. La nymphe.....	7
2.4. Les adultes (imago).....	7
2.4.1. Tête.....	7
2.4.2. Thorax.....	7
2.4.3. L'abdomen.....	8
3. Cycle de développement des culicidés.....	8
3.1. La phase aquatique.....	9
3.2. La phase aérienne.....	9
4. Les maladies à transmission vectorielle.....	10
4.1. Paludisme.....	10
4.2. Dengue.....	10
5. Les méthodes de lutte anti-vectorielle.....	11
5.1. La lutte chimique.....	11

5.2. La lutte biologique	11
5.3. La lutte physique	11
6. Les IGRs	12
6.1. Téflobenzuron	12
6.2. Le Spirotetramat	12
6.3. Lufenuron.....	13
7. Présentation de la zone d'étude	13
7.1. Situation géographique	13
7.2. Les gîtes larvaires prospectés.....	14
8. Echantillonnage	15
9. Identification des espèces	15
10. Préparation des doses de trois produits.....	16
11. Test toxicologique	18
12. Analyse de probits	19
13. Analyse statistique	19
Résultats	21
1. Les espèces récoltées de la région d'étude	21
2. Description des espèces récoltées	21
3. Etude de la mortalité des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> exposées aux trois inhibiteurs de croissance	28
4. Etude de la mortalité des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> exposées aux Spirotétramat et Lufenuron	29
5. le Calcul des paramètres toxicologiques	31
5.1. Téflubenzuron	31
5.2. Spirotétramat	32
5.3. Lufenuron.....	33
Discussion	37

Conclusion.....	44
Bibliographie.....	45
Annexes.....	50
Résumés	53

Liste des Tableaux

Tableau 1: Dilution des produits.....	16
Tableau 2: Liste des espèces inventaires.	21
Tableau 3: Taux de mortalité observée des larves de <i>Cs.longiareolata</i> (1 ^{er} essai).....	26
Tableau 4: Taux de mortalité observée des larves de <i>Cs.longiareolata</i> (2 ^{ème} essai).	27
Tableau 5 : Calcul de paramètres toxicologiques et leurs limites inférieur et supérieur des doses létales chez les larves de <i>Cs.longiariolata</i> exposées au Téflubenzuron.....	31
Tableau 6: Calcul de paramètres toxicologiques et leurs limites inférieur et supérieur des doses létales chez les larves de <i>Cs.longiariolata</i> exposées au Spirotétramat.	33
Tableau 7 : Calcul de paramètres toxicologiques et leurs limites inférieur et supérieur des doses létales chez les larves de <i>Cs.longiariolat</i> exposées au Lufenron.....	34

Liste des Figures

Figure 1: Systématique générale des Culicidés présents en Algérie (Boyer, 2006).	4
Figure 2 : Morphologie générale d'un adulte de <i>Culicinae</i> (Brunhes <i>et al.</i> , 2000).	8
Figure 3 : Cycle de développement biologique du moustique (Aissaoui, 2015).	10
Figure 4 : structure chimique de TFB.	12
Figure 5 : structure chimique de spirotetramat.....	12
Figure 6 : structure chimique de Lufénuron (TIRCHI, 2008).....	13
Figure 7: Situation géographique de M'chouneche (Google Earth).	14
Figure 8: Mortalité des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> exposées aux trois produits.	28
Figure 9 : La corrélation entre la mortalité et les trois facteurs (produits, doses et temps) (test1).....	29
Figure 10 : La mortalité des larves de <i>Culiseta longiareolata</i> exposées aux trois IGRs.	30
Figure 11 : La droite de régression et coefficient de corrélation entre la mortalité et les trois facteurs (produit, dose et temps).	31
Figure 12 : Probit de mortalité pour Téflobenzuron.	32
Figure 13 : Probit de mortalité pour Spirotétramat.	33
Figure 14 : Probit de mortalité pour Lufenuron.	34

Liste des photos

Photo 1 : Forme typique des œufs (Originale, 2023)	5
Photo 2 : Morphologie générale d'une larve de <i>Culiseta Longiareolata</i> (originale, 2023).....	6
Photo 3 : Morphologie générale nymphe de <i>Culiseta Longiareolata</i> (Originale, 2023).	7
Photo 4 : Différents gîtes prospectés (Originale, 2023).	14
Photo 5 : Louche pour prélever les larves (Originale, 2023)	15
Photo 6 : Matériel utilisés pour l'identification des espèces (Originale, 2023)	16
Photo 7 : Préparation des doses des trois traitements (Originale, 2023).....	17
Photo 8 : Protocole de travail sur impact de <i>Cs.longiareolata</i> par trois IGRs (Originale., 2023).....	18
Photo 9 : la présence et l'absence de siphon chez l' <i>Anophelinae</i> et <i>Culicinae</i> (originale, 2023).....	22
Photo 10 : Critères d'identification de <i>Culiseta longiareolata</i> (Originale, 2023).....	23
Photo 11 : Critères d'identification de <i>Culex pipiens</i> (Originale, 2023).....	24
Photo 12 : Critères d'identification de <i>culex Theileri</i> (Originale, 2023).....	25
Photo 13 : Critères d'identification d' <i>Anopheles multicolor</i> (Originale, 2023).....	26

Liste des abréviations

L1 : Premier stade larvaire

L2 : Deuxième stade larvaire

L3 : Troisième stade larvaire

L4 : Quatrième stade larvaire

Bti: *Bacillus thuringiensis*

Cs: *Culiseta*

G: *Glyphodes*

TFB : Téfubenzuron

IGRs : Régulateurs de croissance des insectes

D L50: Dose létale 50

DL90 : Dose létale 90

R²: Coefficient de corrélation

CSI: Inhibiteurs de la synthèse de la chitine

D : Dose

CL : concentration létale

Cx : *Culex*

An : Anophèle

Introduction

Introduction générale

Les insectes représentent à environ les trois quarts des arthropodes qui abritent près de deux millions d'espèces, comprenant 80% à 85% de toutes les espèces animales connues. De nombreuses autres espèces restent encore à découvrir et à décrire (**Rodhain et Perez, 1985**).

Les insectes piqueurs (suceurs de sang) sont responsables de nombreuses maladies à transmission vectorielle chez l'être humain et l'animal. Généralement, ces vecteurs sont des arthropodes qui ingèrent des micro-organismes pathogènes d'un hôte infecté lors d'un repas de sang et les injectent à un nouvel hôte (**Bley, 2010**). En effet, leurs rôles différents en épidémiologie posent des problèmes majeurs pour la santé publique et l'économie mondiale (**Rodhain, 2015**). Certaines de ces maladies, telles que le paludisme, la leishmaniose et la dengue, sont mortelles si elles ne sont pas traitées (**Githeko et al., 2001**). Selon l'organisation mondiale de la santé, elles représentent 17 % de la charge mondiale estimée de toutes les maladies infectieuses et tuent plus d'un million de personnes chaque année (**Boulal et Bendjoudi, 2022**). Maîtrise de ces conditions nécessite une connaissance aussi complète que possible des vecteurs qui les transmettent. Parmi ces vecteurs, le moustique est le plus connu, qui appartient à la famille de Culicidae (**Krupa, 2021**).

Les moustiques ont longtemps été considérés comme une source de nuisance pour l'homme (**Aouinty et al., 2006**). Ce sont des insectes hématophages (**Zinga Koumba et al., 2013**). On retrouve les moustiques dans tous les types de zones humides et les milieux comme « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ». Hormis dans les eaux courantes et salées (**Sérandour, 2007; Meratbti, 2016; Merabti et al., 2017**).

Les Culicidae sont les plus nuisibles aux populations, et les plus redoutés pour être inoculés de maladies parasitaires lors de la pique. Ils sont vecteurs de plusieurs agents pathogènes: Plasmodium, filaires, bactéries et de nombreux arbovirus (**Chikh et Djema, 2020**).

Au cours des deux dernières décennies, la Culicidifaune d'Algérie a fait l'objet de nombreux travaux avec un intérêt particulier pour la systématique, la biochimie, la morphométrie, les luttes chimiques et biologiques avec les moustiques de différentes régions

du pays (**Merabti et Ouakid, 2011; Merabti et al., 2015; Meratbti, 2016; Tine-Djebbar et al., 2016; Merabti et al., 2017; Merabti et al., 2021**).

La lutte contre les moustiques a été une préoccupation majeure pour empêcher l'invasion de ces insectes (**Merabti et al., 2015**). C'est un outil important dans la prévention des maladies à transmission vectorielle et dans le contrôle des insectes nuisibles (**Guillet et al., 1997**). Des campagnes de démoustication ciblant ces insectes sont régulièrement menées pour réduire les nuisances dans les villes et centres touristiques (**Bouabida et al., 2012**). La prise en compte des changements globaux (climatiques, démographiques, socio-économiques) et de la nécessité d'un développement durable est un nouveau défi. Pour répondre à ces attentes, la lutte anti-vectorielle devra s'appuyer sur l'utilisation de différentes techniques dont l'efficacité dépend de notre connaissance de l'écologie de ces insectes (**Bawin et al., 2015**).

Les régulateurs de croissance d'insectes sont des composés qui altèrent le profil normal du développement chez les insectes et causent des erreurs métaboliques et un développement asynchrone ce qui provoque la mort de l'insecte (**DU Teflubenzuron, 2013**)

L'objectif de la présente étude est consacré à tester l'effet de trois inhibiteurs de croissance (Lufenuron, Spirotetramat et Téflubenzuron) sur le développement et le comportement chez *Culiseta longiareolata*.

Notre manuscrit est composé de cinq parties. Une introduction qui englobe le contexte général de l'étude et la problématique. En deuxième ordre, matériel et méthodes dans laquelle nous avons présenté notre modèle biologique et la méthodologie suivie. Dans la partie résultat, nous présenterons l'essentiel des résultats acquis. Une quatrième partie, où nous avons discuté nos résultats avec ceux des autres études. Finalement une conclusion et les perspectives pour les prochaines études.

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

1. Présentation de modèle biologique :

Les Culicidae sont des insectes mécoptéroïdes diptères nématocères remarquables par l'évolution progressive qui affecte parallèlement l'imago et la larve (**Merabti and Ouakid 2011**). Ils occupent la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres (**Wafa et al., 2014**). Ils se divisent en trois sous familles : les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae (**Aissaoui, 2015**). Cette division se base sur différents critères morphologiques visibles tant au niveau des œufs que des stades larvaire et imaginal (**Rodhain et Perez, 1985**). En Algérie, six genres sont regroupés dans les sous familles d'Anophelinae et de Culicinae (**Hamaidia et Berchi, 2018**). Les Toxorhynchitinae ne sont pas représentés en Algérie.

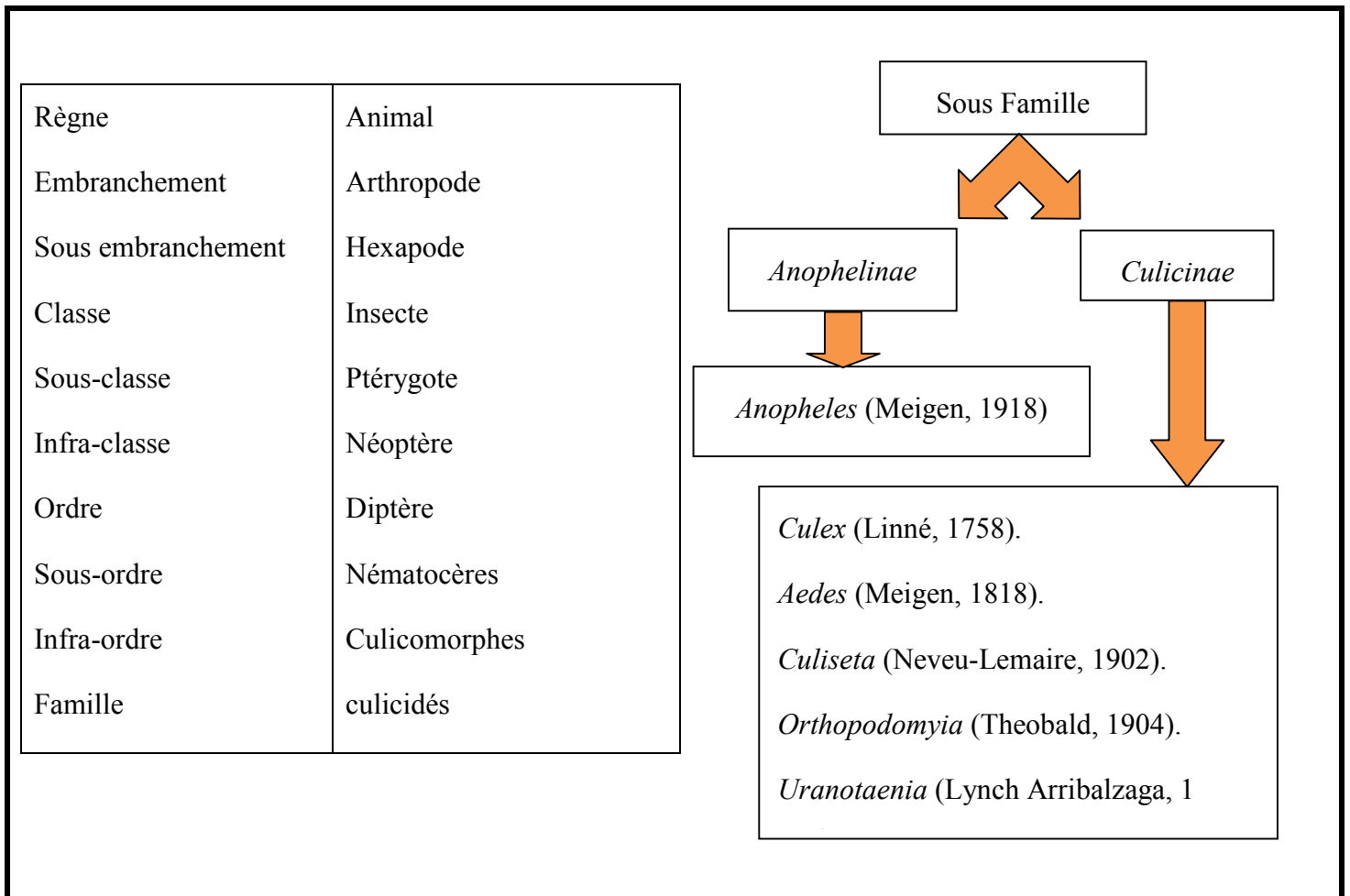


Figure 1: Systématique générale des Culicidés présents en Algérie (**Boyer, 2006**).

2. Morphologie générale de Culicidae :

Les Culicidae sont des diptères holométaboles (métamorphose complète). Ils se développent à travers 4 phases de développement: œuf, larve et nymphe qui sont des stades aquatiques avant d'arriver au stade adulte aérien.

2.1. L'œuf :

Un moustique femelle ne copule qu'une fois dans sa vie. Habituellement, après la copulation, elle a besoin d'un repas de sang pour faire murir le premier lot d'œuf.

Il est entouré d'une épaisse coquille pourvue au pôle antérieur d'un micropyle. Classiquement l'œuf de Culicidae comprend de l'intérieur vers l'extérieur: l'embryon, la membrane vitelline pellucide, l'endochorion épais, l'exochorion plus ou moins pigmenté, gaufré ou aréolé (**Rioux, 1958**) .

Le nombre des œufs pondus peut atteindre le 300 selon les espèces. qui éclosent en 24 à 48 heures (**Ripert, 2007**) .

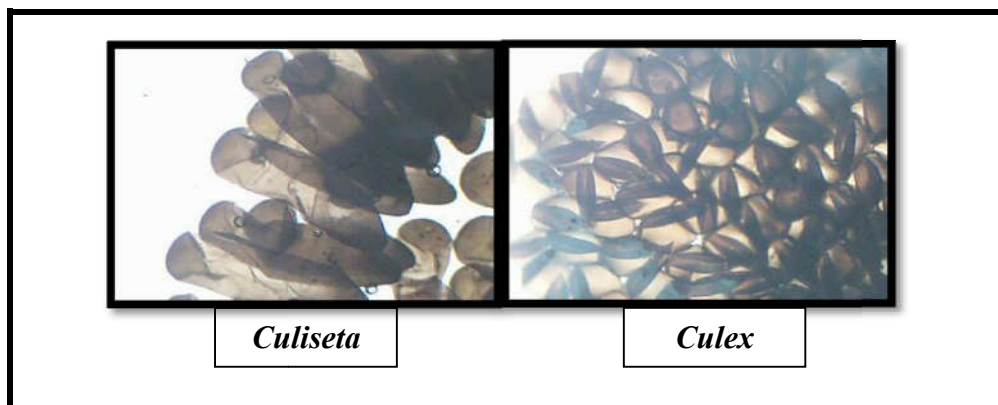


Photo 1: Forme typique des œufs (**Originale, 2023**)

2.2. Les larves:

Toutes les larves des moustiques ont besoin d'eau pour se développer. On distingue quatre stades larvaires notés généralement L1, L2, L3, L4 (**Cachereul, 1997**). Juste le dernier stade qui est utilisée dans l'identification des espèces.

La structure externe de la larve est clairement constituée de trois parties bien individualisées: la tête, le thorax et l'abdomen (photo 2).

2.2.1. Tête :

La tête est généralement pigmentée, elle possède une structure plus ou moins globulaire, plus ou moins aplatie dorso-ventralement, fortement chitinisé (**Hassain, 2002**) se compose de trois plaques chitineuses, l'une dorsale impaire et médiane ; le fronto-clypeus, les deux autres latérales et symétriques. La tête incluse dans une capsule sclérotinisée. Les pièces buccales sont constituées de longues soies courbées..

2.2.2. Le thorax :

La liaison entre la tête et le thorax se fait par une membrane, au niveau du coup, qui permet cet effet de rotation expliqué précédemment lors de l'alimentation de la larve. Le thorax est composé de trois segments : pro-, méso-, et métathorax, chacun portant de nombreuses soies dont la forme et la taille diffèrent selon leur implantation (ventrales différentes des dorsales) et selon les espèces (**Marie, 2021**).

2.2.3. L'abdomen :

Plus souple que le thorax, l'abdomen des larves des culicidés se compose de neuf segments. A la partie dorsale du huitième segment se situent les orifices stigmatiques : sessiles chez les Anophelini, ils s'ouvrent à l'extrémité d'un tube chitineuse ou siphon chez les Culicini. Le neuvième segment donne insertion au système complexe des soies anales ainsi qu'à deux d'appendices hyalins, les papilles encadrant elles-mêmes l'orifice anal. Le siphon, plus ou moins allongé selon les espèces, facilite la respiration de la larve (**Senevet et Quievreux, 1941**).

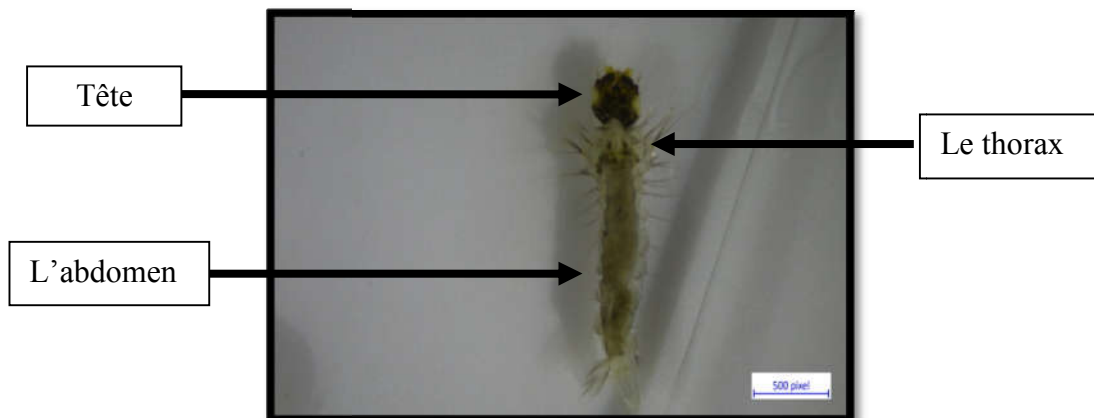


Photo 2 : Morphologie générale d'une larve de *Culiseta Longiareolata* (**Originale, 2023**).

2.3. La nymphe :

Après les quatre stades larvaires, s'ensuit le stade nymphal ou pupal, au cours duquel la métamorphose permet à l'insecte de passer de l'état larvaire aquatique à l'état adulte aérien.

En effet, les organes des larves subissent une histolyse pour mettre en place le corps de l'adulte. La tête et le thorax de la nymphe sont regroupés en un céphalothorax globuleux, surmonté de deux trompettes respiratoires. L'abdomen, segmenté, possède à son extrémité postérieure deux palettes natatoires, situées de part et d'autre du huitième segment. La nymphe est extrêmement sensible et plonge dans l'eau au moindre mouvement perçu (Cachereul, 1997). Ce stade est de courte durée ne dépassant pas quatre jours. La nymphe a une forme de virgule. Elle ne se nourrit pas, elle puise dans les réserves stockées au stade larvaire (EL Agbani, 1995) .



Photo 3: Morphologie générale nymphe de *Culiseta Longiareolata* (Originale, 2023).

2.4. Les adultes (imago) :

Le corps est constitué de trois parties bien individualisées : tête, thorax et abdomen :

2.4.1. Tête :

De forme générale globuleuse, porte de volumineux organes sensoriels (yeux et antennes). Les yeux occupent la plus grande partie antéro-latérales de la tête, sont presque jointifs, souvent de couleur bleue ou vert métallique; une paire d'antennes à quinze segments, plumeuses chez le mâle, presque glabres chez la femelle. Elle porte aussi des appendices buccaux de type piqueur-suceur (EL Agbani, 1995).

2.4.2. Thorax :

Résulte de la fusion de trois segments rigides : le prothorax, le mésothorax et le métathorax (Rioux, 1958). Il est recouvert de poils allongés, le second segment, qui est le plus développé, porte une paire d'ailes recouvertes de nombreuses écailles, et dont la

nervation est assez simple ; sur cet anneau, on observe également une paire de cuillerons, petites écailles membraneuses, épaisses sur les bords, que l'on considère comme des dépendances des ailes. Le troisième segment, peu visible, ne possède pas d'ailes, mais il est pourvu d'un riche réseau nerveux, paraît jouer un rôle sensoriel. Il est indispensable au vol : l'ablation d'un seul balancier rend celui-ci impossible.

2.4.3. L'abdomen :

Il est allongé et beaucoup plus étroit que le thorax. Sa face dorsale est uniformément sombre ou décorée de bandes ou de triangles pâles (Senevet et Quievreux, 1941). L'abdomen se compose de dix segments dont huit seulement sont visibles extérieurement (Rioux, 1958). Il est mince et allongé, le neuvième et le dixième segment correspondent à l'appareil reproducteur ou hypopygium ou génitalia (assurant les fonctions sexuelles) (Meratbti, 2016). L'hypopygium mâle sont pourvus de diverticules anatomiques complexes et présentent un intérêt majeur en systématique (Berchi, 2000). Par contre l'hypopygium femelle a une morphologie relativement simple et possède un rôle taxonomique dans la distinction des genres (EL Agbani, 1995).

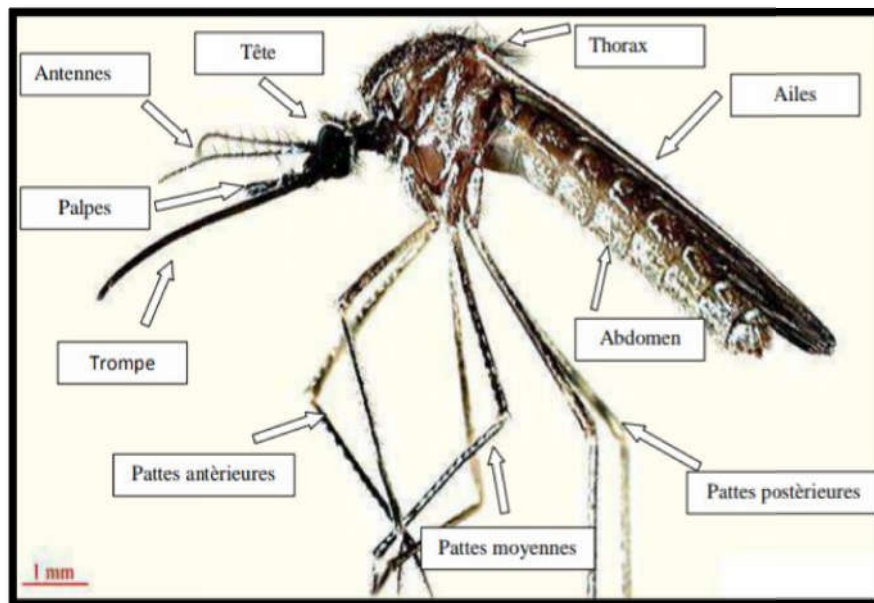


Figure 2 : Morphologie générale d'un adulte de *Culicinae* (Brunhes *et al.*, 2000).

3. Cycle de développement des Culicidés :

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze (12) à vingt (20) jours et comprend quatre (4) stades: l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se déroule en deux phases, une phase aquatique et une phase aérienne (Adisso et Alia, 2005)

3.1. La phase aquatique :

Débute quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. Le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm (**Rodhain et Perez, 1985**). A maturité, les œufs éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes. Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. Au bout de six (6) à dix (10) jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe (nympheose) (**Guillaumot, 2005**). Ce dernier remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée. A la fin de ce stade qui dure un (1) à cinq (5) jours, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze (15) minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (**Rodhain et Perez, 1985**).

3.2. La phase aérienne :

Les adultes des deux sexes s'accouplent en vol ou dans la végétation à une distance de vol de un à deux (km). Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence. La femelle conserve la semence du mâle dans une ampoule globulaire ou vésicule d'entreposage (spermathèque), elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (**Darriet, 1998**). Les adultes mâles et femelles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autres sécrétions végétales. Pourtant, une fois fécondées, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (**Guillaumot, 2005**).

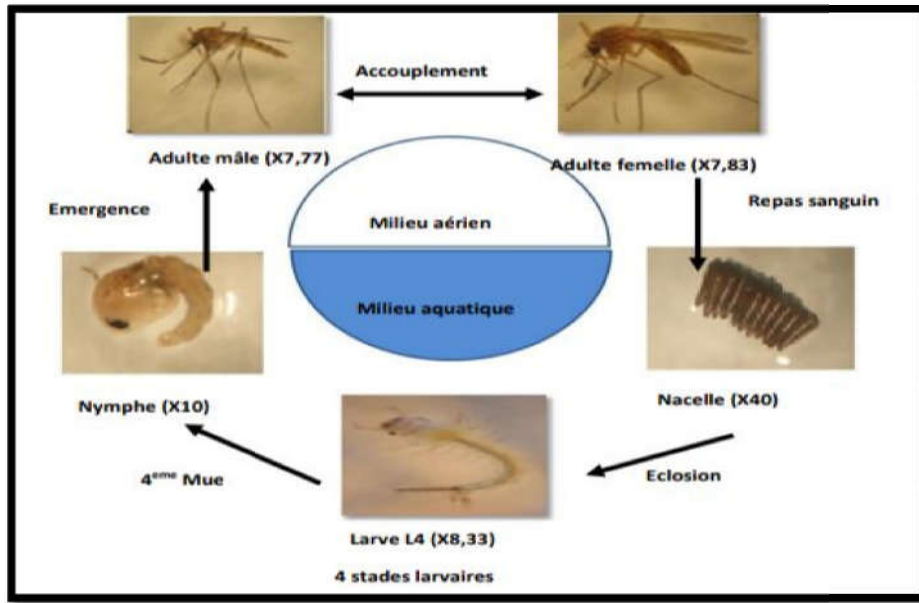


Figure 3 : Cycle de développement biologique du moustique (Aissaoui, 2015).

4. Les maladies à transmission vectorielle :

Sont responsables de près de 20 % de la charge mondiale que l'on estime due aux maladies infectieuses. Ce sont des maladies qui sont transmises principalement par des espèces d'arthropodes qui jouent un rôle essentiel dans le maintien d'une partie du cycle de vie d'un agent pathogène (W.H.O, 2005).

4.1. Paludisme :

Le paludisme est considéré comme l'une des trois premières maladies les plus coûteuses en vie humaine. Le paludisme est causé par un parasite du genre Plasmodium, transmis par la piqûre des moustiques femelles du genre Anophèles. Parmi les nombreux facteurs déterminant la transmission du paludisme, certains sont quantifiables par des approches de télédétection. On distingue notamment :

- Les facteurs météorologiques et climatiques : variation des précipitations et de la température ;
- Les facteurs démographiques : répartition et densité de la population (à partir de l'identification des formes de bâti);
- Les facteurs environnementaux : mode d'occupation du sol, déforestation, distribution des eaux de surface, urbanisation, pratiques culturelles et élevage, etc. (Catry *et al.*, 2018).

4.2. Dengue :

La Dengue est aussi appelée « grippe tropicale ». C'est une maladie à transmission vectorielle dont le vecteur est le moustique du genre *Aedes* : *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus*. Le virus de la Dengue est un arbovirus, appartenant à la famille des Flaviviridae, du genre *Flavivirus*, comme le virus du Zika (**Bagny, 2009**). Caractérisée par des symptômes légers, transitoires, qui évoluent parfois en dengue hémorragique avec ou sans syndrome de choc (**W.H.O, 2005**).

5. Les méthodes de lutte anti-vectorielle :

5.1. La lutte chimique :

L'essentiel des mesures prises contre les moustiques repose sur la lutte chimique par l'utilisation d'insecticides. Suivant les cas, on peut adopter des mesures antilarvaires (dispersion d'insecticides dans les gîtes) ou des techniques adulticides (pulvérisation intra domiciliaire). La lutte chimique se fait par l'emploi des produits synthétiques ou végétaux qui tuent les insectes par ingestion ou par contact. Le mode d'application des produits est fonction de l'écologie du vecteur et du stade visé (**Koné, 2009**).

5.2. La lutte biologique :

Elle repose sur l'utilisation d'organismes vivants ou de produits dérivés d'organismes vivants (toxines) pour le contrôle des populations de moustiques. Parmi ces agents biologiques, les plus populaires sont les bactéries pathogènes *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti) ou *Bacillus sphaericus* qui produisent des toxines actives dans le tube digestif des larves de moustiques (**Minard, 2020**).

5.3. La lutte physique :

C'est une modification intentionnelle du biotope, qui vise à faire disparaître ou réduire par des moyens physiques les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent. On distingue:

- Le drainage
- La mise en boîte
- Le comblement
- Le boisement (**Koné, 2009**)

6. Les IGRs :

Ont été classés en 2 groupes, le premier correspond aux inhibiteurs de la synthèse de la chitine qui intervient dans la formation de la cuticule et le deuxième correspond à des substances qui perturbent l'action des hormones spécifiques des insectes (hormones juvéniles et ecdysone) (Louat, 2013).

6.1. Téflobenzuron :

Le TFB est un régulateur de croissance des insectes qui a une activité à la fois ovicide et larvicide capture. Il a été classé au groupe des inhibiteurs de la synthèse de la chitine (DU Teflubenzuron, 2013) Sous le nom chimique: 1-(3,5-Dichloro-2,4, Difluorophenyl)-3-(2,6-Difluorenbenzoyl urea) (Doannio *et al.*, 1992).

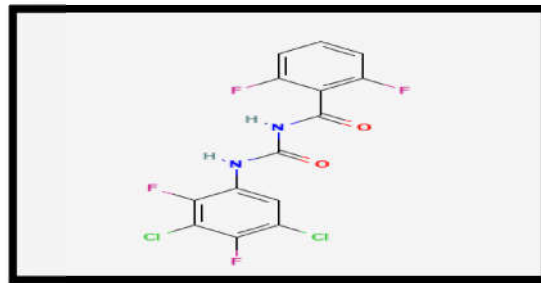


Figure 4 : structure chimique de TFB.

6.2. Le Spirotetramat :

Ou carbonate d'éthyle et de cis-3-(2,5-diméthylphényl)-8- méthoxy- 2-oxo-1-azaspiro [4.5] déc-3-én-4-yle est un insecticide systémique à spectre limité classé dans la catégorie des dérivées de l'acide tétramique. C'est la toute nouvelle classe d'insecticide dont l'action est d'inhiber la biosynthèse des lipides chez les insectes cibles. Il est une substance intoxicante orale active principalement sur les insectes cibles immatures.

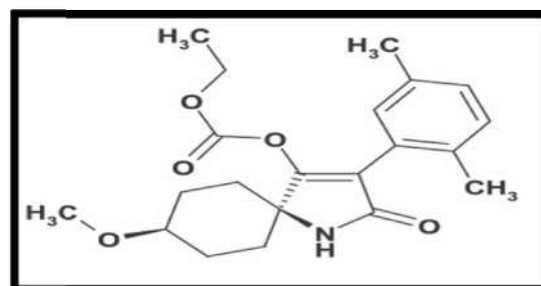


Figure 5 : structure chimique de Spirotetramat.

6.3. Lufenuron:

Est un insecticide régulateur de croissance des insectes (**Bogwitz *et al.*, 2005**). Il est toxique pour les oeufs et les larves (AF Bueno,2004).capture Il a été classé comme inhibiteur de la synthèse de la chitine (**Wilson et Cryan, 1997**). Sous le nom chimique: N - (((2,5-diclloro - 4- (1,1,2,3,3,3- hexafluoropoxy) phenylamino) carbonyl- 2,6- difluorobenzamide (**TIRCHI, 2008**).

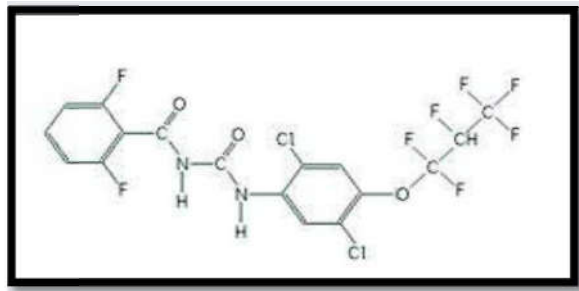


Figure 6 : structure chimique de Lufenuron (**TIRCHI, 2008**).

7. Présentation de la zone d'étude:

7.1. Situation géographique:

La commune de M'chouneche est située à 30 km de l'Est de la wilaya de Biskra et 120km de Batna. Située dans la partie Sud - Ouest du massif de l'Aurès, entre Djebel Ahmar Khaddou à l'Est et Djebel El Azreg à l'Ouest, dans la vallée encaissée de l'oued Abiod

Un oued aux eaux claires, une grande palmeraie pleine d'ombre colorée, des gorges rouges, taillées à grandes cassures dans le roc et l'argile, une porte immense ouverte sur le cœur de cette sublime région emblématique.

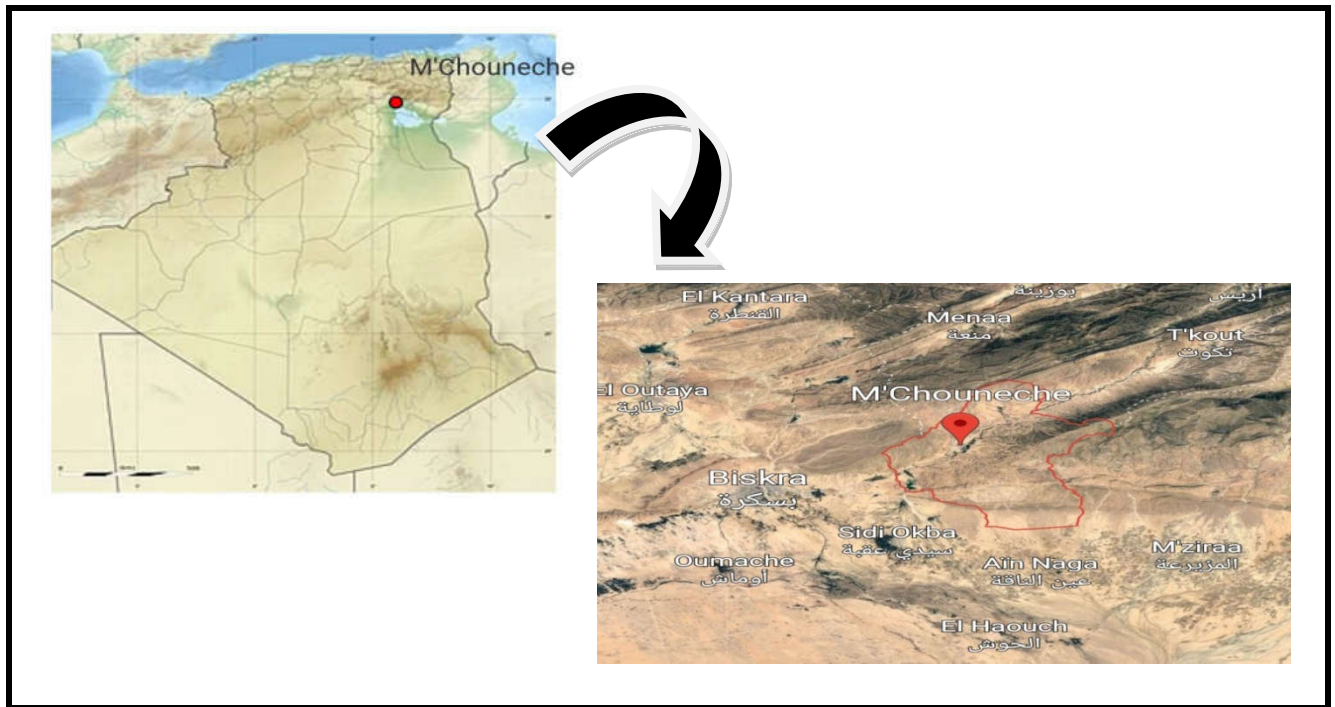


Figure 7: Situation géographique de M'chouneche (Google Earth).

7.2. Les gîtes larvaires prospectés:



Photo 4 : Différents gîtes larvaires prospectés (Originale, 2023).

8. Echantillonnage :

Principe :

Afin de réaliser un bon échantillonnage de la faune des Culicidae, nous avons appliqué la méthode de la louche ou dipping (**Hamaidia et Berchi, 2018**). Le plan d'échantillonnage adopté consiste à faire des prospections bimensuelles régulières au sein du gîte choisi par des pêches larvaires. La collecte des larves est réalisée à l'aide de louches d'une contenance de 500 ml puis les larves sont triées par stade et l'élevage est maintenu au laboratoire (température de 25° C ; humidité de 70 % et 12 heures de scotophase) en vue d'une étude taxonomique (**Wafa et al., 2014**).



Photo 5: Louche pour prélever les larves (**Originale, 2023**)

9. Identification des espèces :

L'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis. Selon les instructions de notre encadreur Pr.Merabti et à l'aide des matériels suivants:

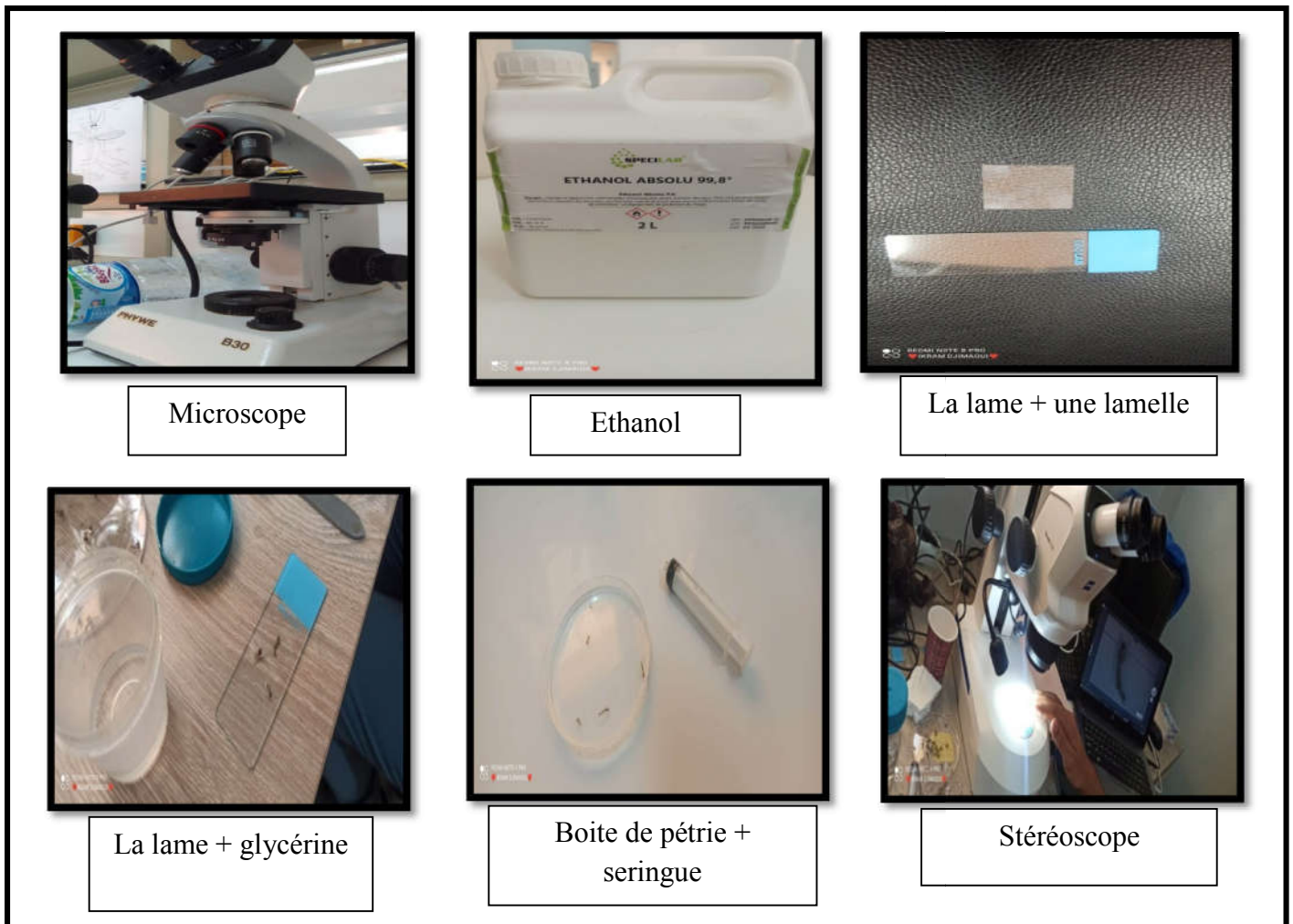


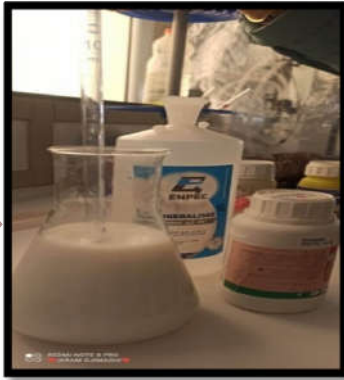
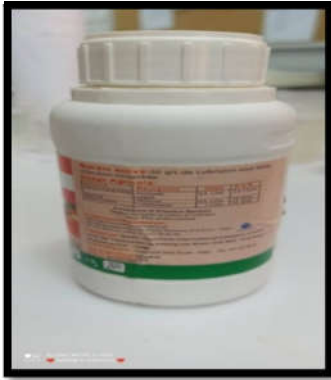
Photo 6 : Matériel utilisés pour l'identification des espèces (Originale, 2023)

10. Préparation des doses de trois produits:

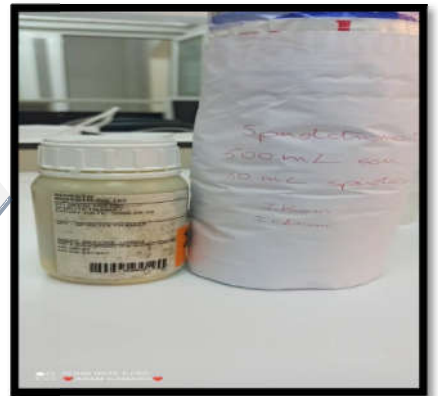
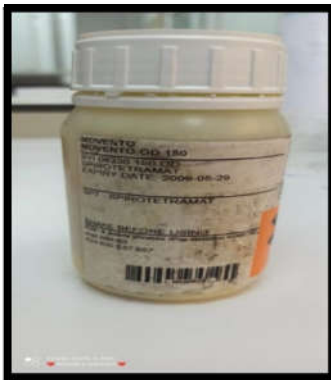
Tableau 1: Dilution des produits.

Produit	Concentration de base	Dilution
Lufenuron	50g/l	10 ml du concentré dans 500ml d'eau distillée.
Spirotetramat	150g/l	10 ml du concentré dans 500ml d'eau distillée.
Téflubenzuron	150g/l	10 ml du concentré dans 500ml d'eau distillée.

Lufenuron:



Spirotétramat :



Téflubenzuron :

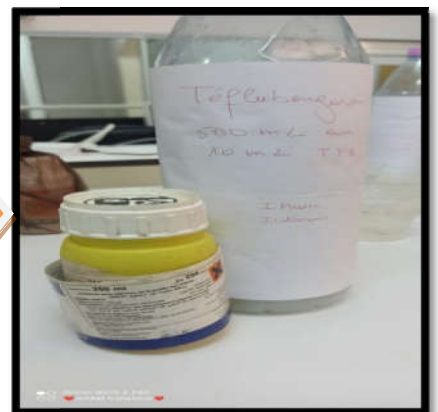
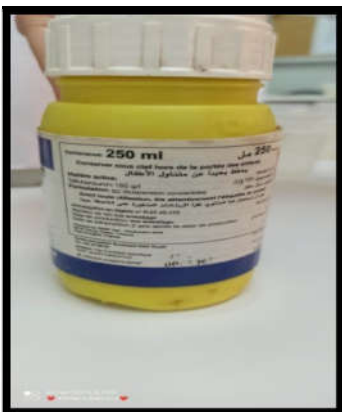


Photo 7 : Préparation des doses des trois traitements (Originale, 2023)

11. Test toxicologique :

Nous obtenons des gobelets et mettons dix larves dans chacun et ajoutons de l'eau distillée jusqu'à 100ml. Nous avons choisi le stade L4.

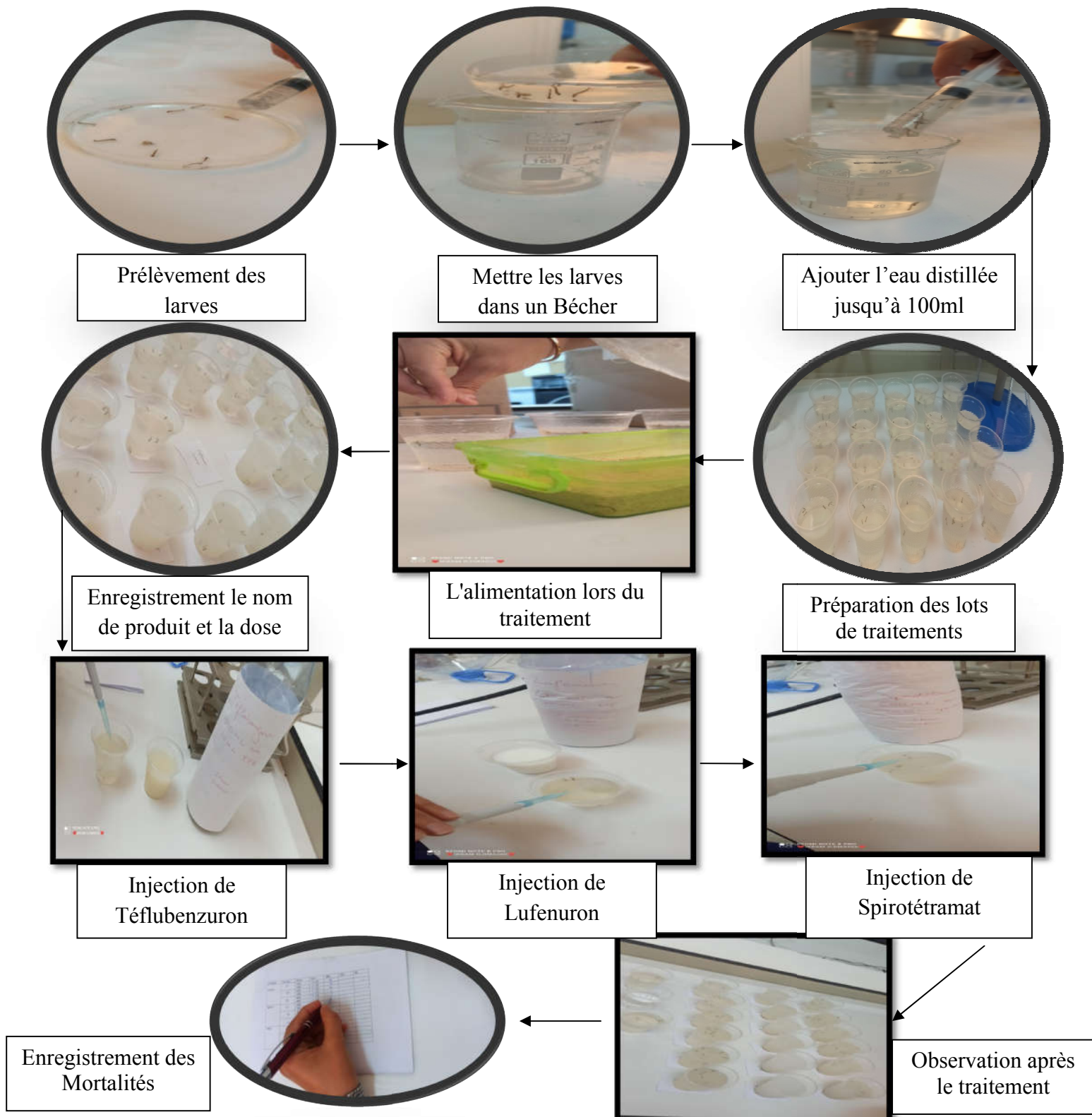


Photo 8 : Protocole de travail sur impact de *Cs. longiareolata* par trois IGRs (Originale., 2023).

12. Analyse de probits :

Les paramètres toxicologiques pour les trois produits utilisés ont été suivis la méthode de droite de régression de logarithme décimal des concentrations (X) en fonction des probits (Y); issus de la transformation angulaire des moyennes de la mortalité corrigée selon Fisher et Yates (1957), permet d'estimer les deux doses létales DL50 et DL90 selon (Finney, 1944). Les données sont traitées par le SPSS V19.00.

13. Analyse statistique :

Le traitement statistique des données est entamé par un test de Shapiro-Wilk pour connaître la normalité des données, les graphes et les tests statistiques ont été élaborés par le SPSS V19.00.

Résultats

Résultats

1. Les espèces récoltées de la région d'étude :

Les espèces récoltées dans les gîtes prospectés sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 2: Liste des espèces inventaires.

Famille	Sous famille	Tribu	Genre	Espèce
<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culicini</i>	<i>Culex</i> (Linné, 1758)	Cx. <i>Pipiens</i> (Linneaus, 1758)
				Cx. <i>Theileri</i> (Theobald, 1903)
		<i>Culisetini</i>	<i>Culiseta</i> (Neveu-Lemaire, 1902)	Cs. <i>Longiareolata</i> (Macq uart, 1828)
	<i>Anophelinae</i>	<i>Anopheleni</i>	<i>Anopheles</i> (Meigen, 1818)	An. <i>Multicolor</i> (Falleroni, 1926)

2. Description des espèces récoltées :

L'identification des genres est relativement simple. Elle a été faite par examen microscopique des lames préparées. Cependant, l'identification peut être faite directement par stéréomicroscope.

➤ La présence ou l'absence du siphon respiratoire indique la sous-famille (fig.26) :

- ✚ siphon absent chez les *Anophelinae* représenté par un seul genre (Anophèles);
- ✚ présence du siphon chez les *Culicinae*.



Photo 9 : la présence et l'absence de siphon chez l'Anophelinae et Culicinae (**originale, 2023**).

- la forme du siphon respiratoire et la position des touffes de soies permettent de distinguer les genres de la famille des *Culicinae* (Photo.9).
- ✚ un siphon relativement long et fin avec plusieurs touffes chez les *Culex* ;
- ✚ un siphon plus court et trapu avec une seule touffe basale chez les *Culiseta*.

L'identification des espèces se réalise par plusieurs critères (une clé de détermination). Le choix des caractères à étudier dépend de la qualité de la conservation, de l'éclaircissement et du montage des larves ainsi que du manipulateur (glycérine).

Lorsque les larves sont intactes, l'identification de l'espèce est très rapide, elle s'est faite en passant par quatre caractères au maximum.

Les figures 10, 11 , 12 et 13 montrent les différents critères d'identification des quatre espèces identifiées.

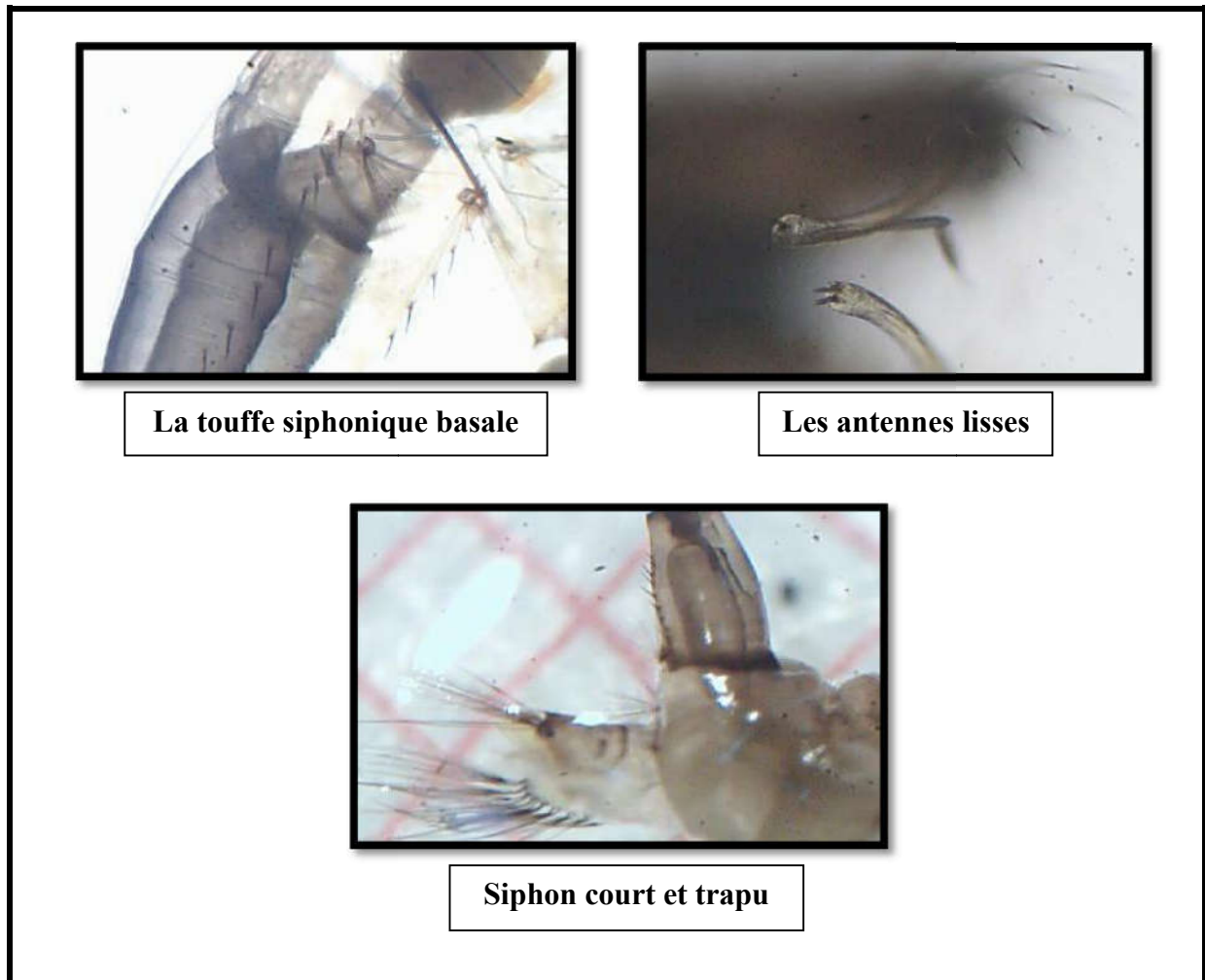


Photo 10 : Critères d'identification de *Culiseta longiareolata* (Originale, 2023)

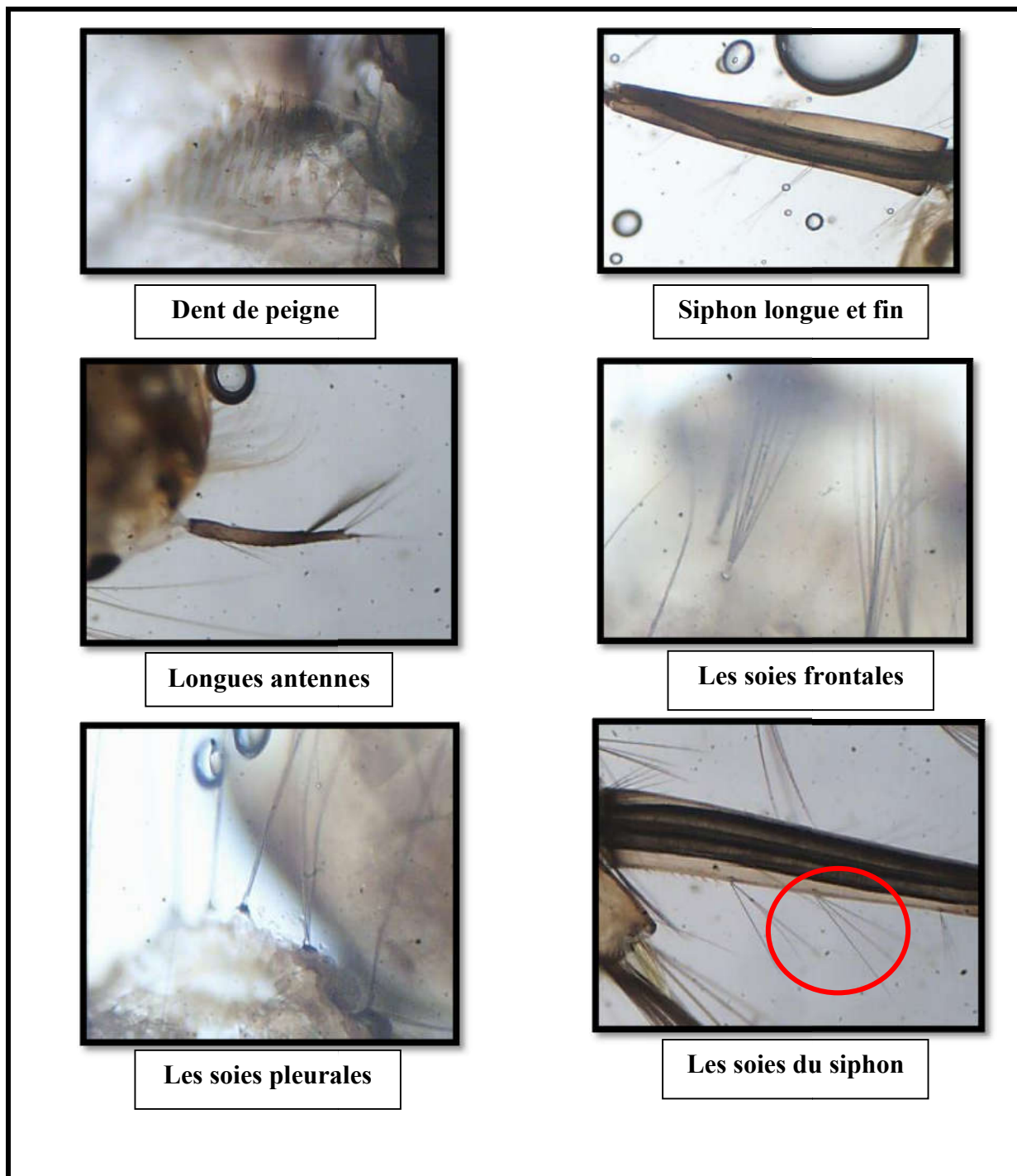


Photo 11 : Critères d'identification de *Culex pipiens* (Originale, 2023)

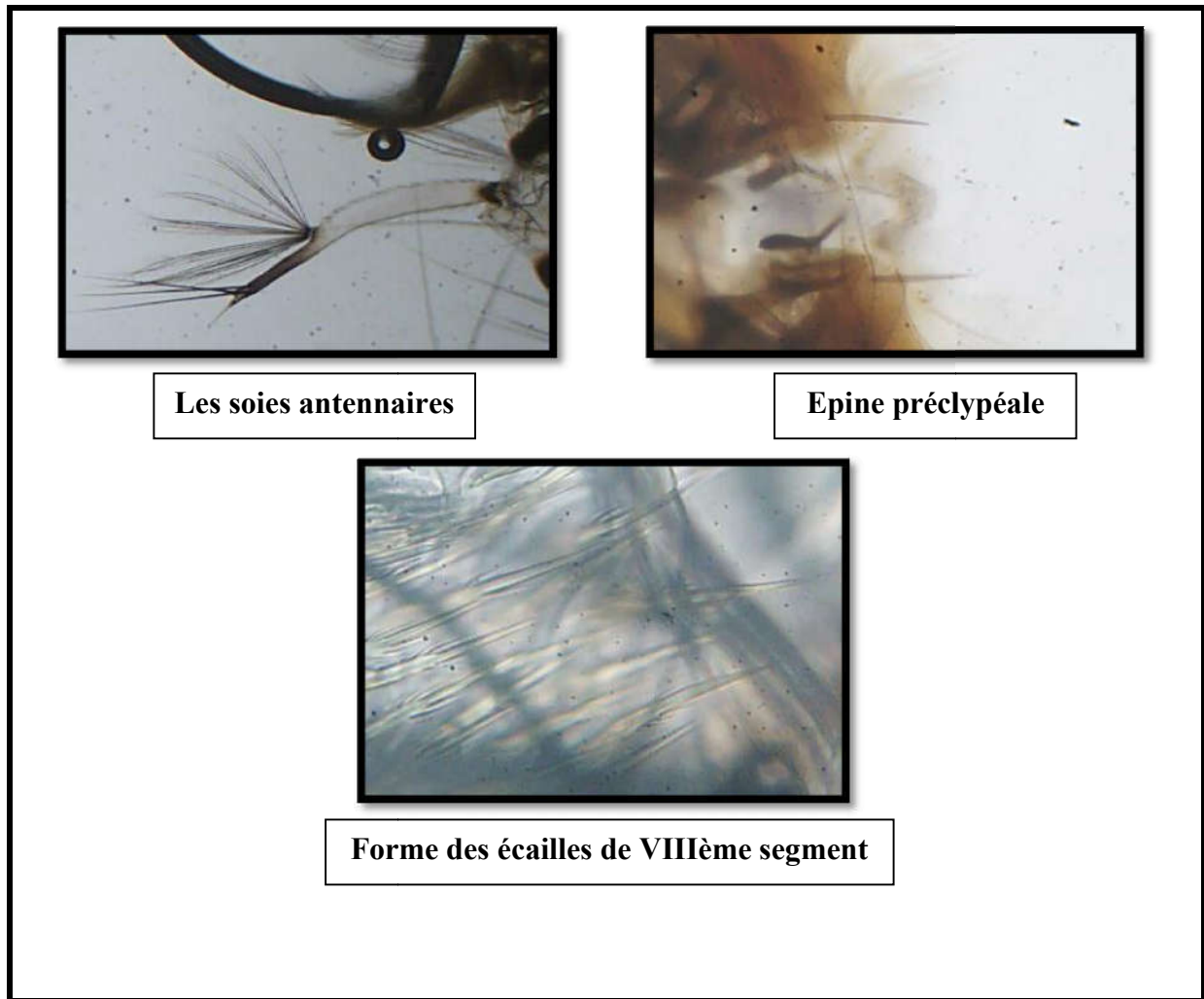


Photo 12 : Critères d'identification de *Culex theileri* (Originale, 2023)

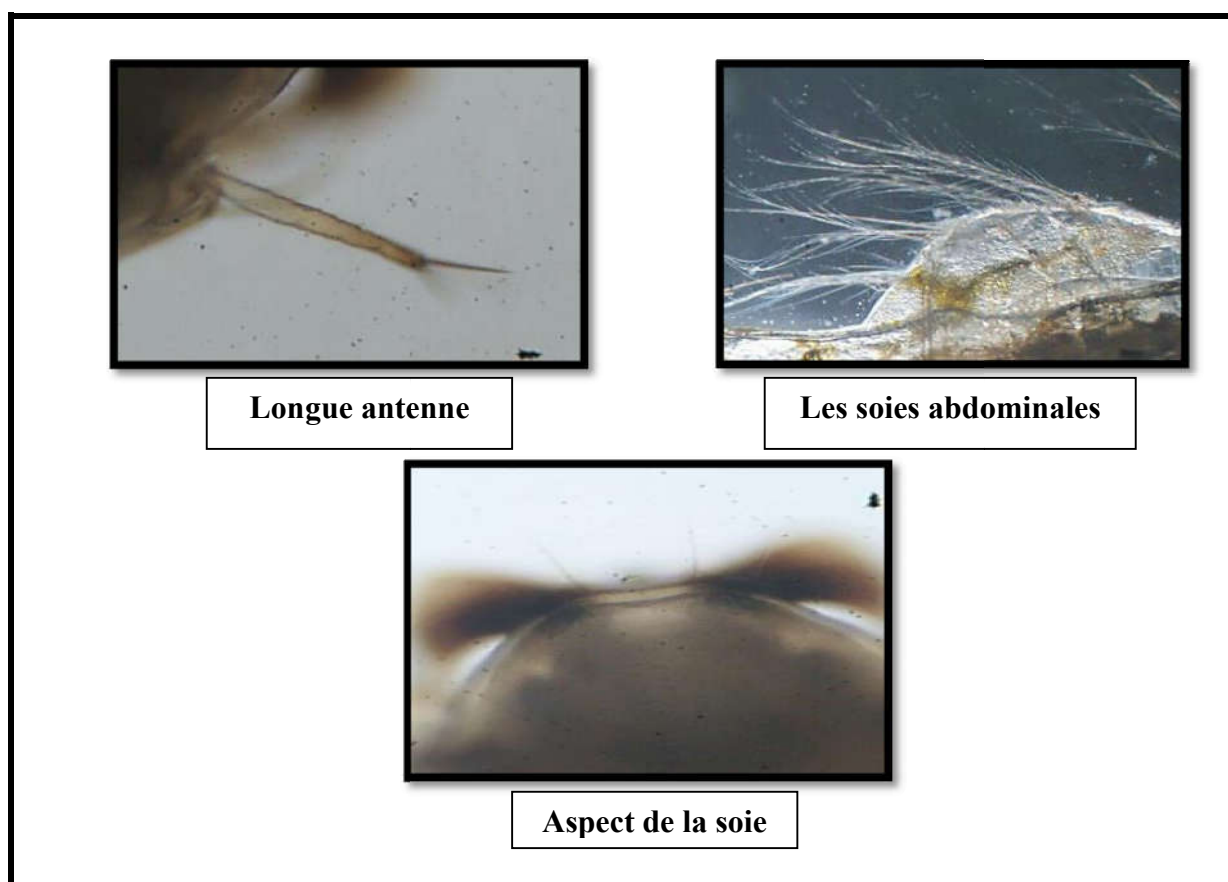


Photo 13 : Critères d'identification d'*Anopheles multicolor* (Originale, 2023)

Pour l'essai 1 :

Tableau 3: Taux de mortalité observée des larves de *Cs.longiareolata* (1^{er} essai).

Produits	Temps d'observation	répétition	Concentrations			
			Témoin	1000mg/l	4000mg/l	8000mg/l
Téflubenzuron	Après 24h	R 1	0	0	0	0
		R 2	0	0	0	1
	Après 48h	R 1	0	0	1	2
		R 2	0	1	1	3
	Après 72h	R 1	0	0	1	4
		R 2	0	1	1	4
	Après 96h	R 1	0	3	1	4
		R 2	0	2	2	5
Spirotétramat	Après 24h	R 1	0	10	10	10
		R 2	0	10	10	10
	Après 48h	R 1	0	10	10	10

		R 2	0	10	10	10
	Après 72h	R 1	0	10	10	10
		R 2	0	10	10	10
	Après 96h	R 1	0	10	10	10
		R 2	0	10	10	10
	Lufenuron	Après 24h	R 1	0	10	10
R 2			0	10	10	10
Après 48h		R 1	0	10	10	10
		R 2	0	10	10	10
Après 72h		R 1	0	10	10	10
		R 2	0	10	10	10
Après 96h		R 1	0	10	10	10
		R 2	0	10	10	10

Pour l'essai 2 :

Tableau 4: Taux de mortalité observée des larves de *Cs.longiareolata* (2^{ème} essai).

Produits	Temps d'observation	Répétition	Concentrations			
			Témoin	200mg/l	400mg/l	800mg/l
Spirotétramat	Après 24h	R 1	0	0	0	2
		R 2	0	0	0	1
	Après 48h	R 1	0	0	0	4
		R 2	0	0	0	3
	Après 72h	R 1	0	0	1	4
		R 2	0	0	0	7
Lufenuron	Après 24h	R 1	0	1	5	7
		R 2	0	2	6	7
	Après 48h	R 1	0	7	7	9
		R 2	0	7	8	10
	Après 72h	R 1	0	9	10	10
		R 2	0	9	10	10

3. Etude de la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* exposées aux trois inhibiteurs de croissance :

Les résultats obtenus de la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* exposées aux trois inhibiteurs de croissance Téflubenzuron, Spirotétramat et Lufenuron ont qui ont été testé statistiquement ont montré à travers le test de Shapiro-Wilk que les valeurs de P ont été inférieurs à 0,05, donc les données ne sont pas distribués normales, quel que soit pour les trois temps d'exposition, les doses utilisées ou bien les trois produits utilisés selon le tableau de normalité (voir l'annexe 1).

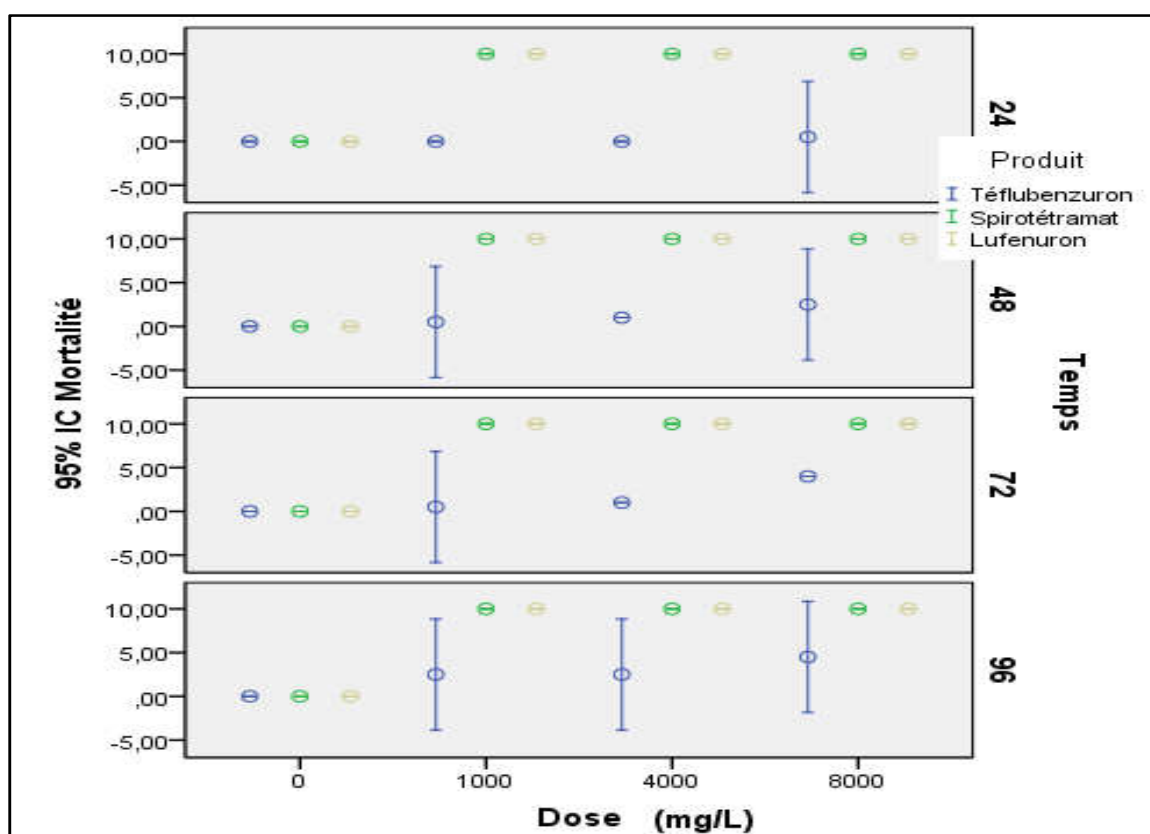


Figure 8: Mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* exposées aux trois produits.

Le test Kruskal-wallisa été appliqué pour les trois produits utilisés et les trois doses est révélé qu'il y a une différence significative ($\chi^2=68,88$; $dll=3$; $P \leq 0.000$) et ($\chi^2=21,01$; $dll=2$; $P \leq 0.000$) respectivement. Alors que le test Kruskal-wallis appliqué pour les quatre temps d'exposition utilisées est révélé qu'il n'y a pas une différence significative ($\chi^2=0,46$; $dll=9$; $P= 0.794$).

D'après la figure 8, nous avons une mortalité de Lufenuron et Spirotétramat qui a été maximale pour les trois doses utilisées. Contrairement à Téflubenzuron en 24h, on a aucune

mortalité et au cours 48h jusqu'à 96h, elle augmente par l'augmentation de la dose utilisée et avec l'augmentation du temps d'exposition des larves.

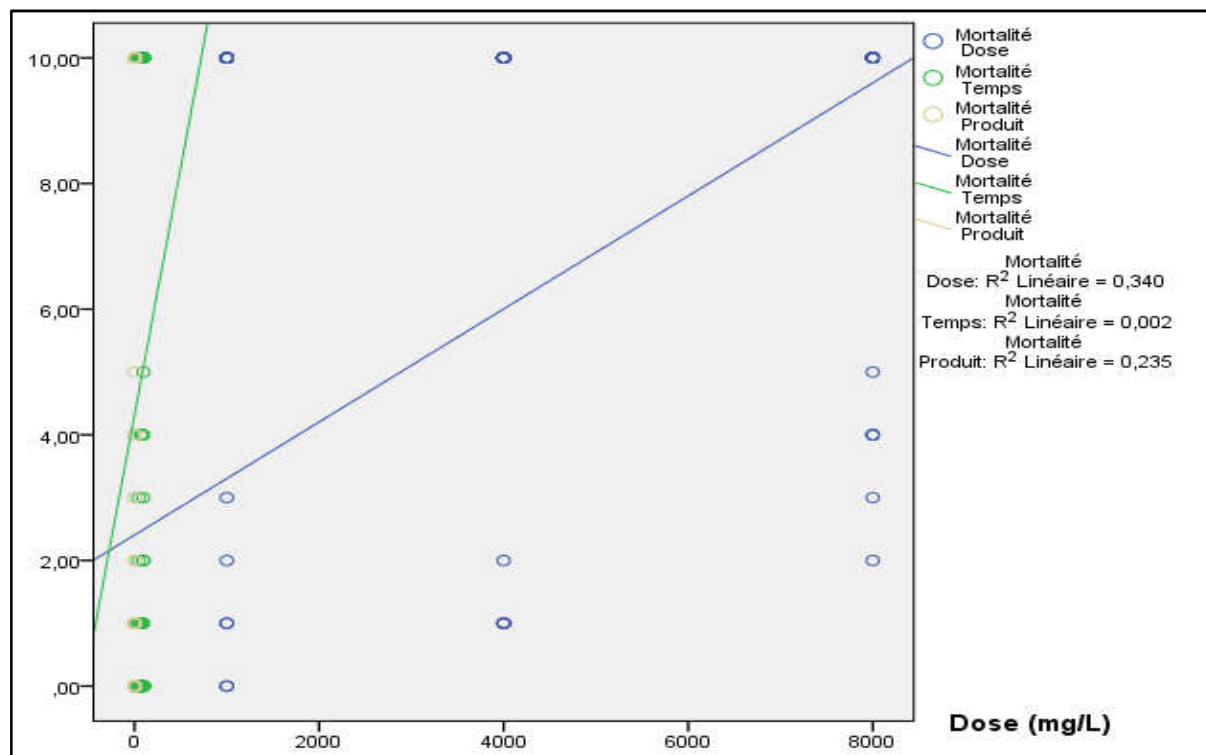


Figure 9 : La corrélation entre la mortalité et les trois facteurs (produits, doses et temps) (test1).

D'après la figure 9, nous avons un coefficient de corrélation (R^2) linéaire de dose est supérieure (34%) que R^2 linéaire de produit (23,5%) et un Coefficient pour le temps très faible (2%). Donc il y a une corrélation entre les taux de mortalité et la doses utilisées.

4. Etude de la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* exposées aux Spirotétramat et Lufenuron :

La mortalité des larves pour le deuxième essai qui a été appliqué pour voir le produit le plus effectif et toxique entre ces deux inhibiteurs de croissances, nous avons commencé par un test de normalité (Shapiro-wilk). La valeur de P a été supérieure à 0.05, donc les valeurs ont suit la distribution normale de Gausse (normal) (voir l'annexe 2).

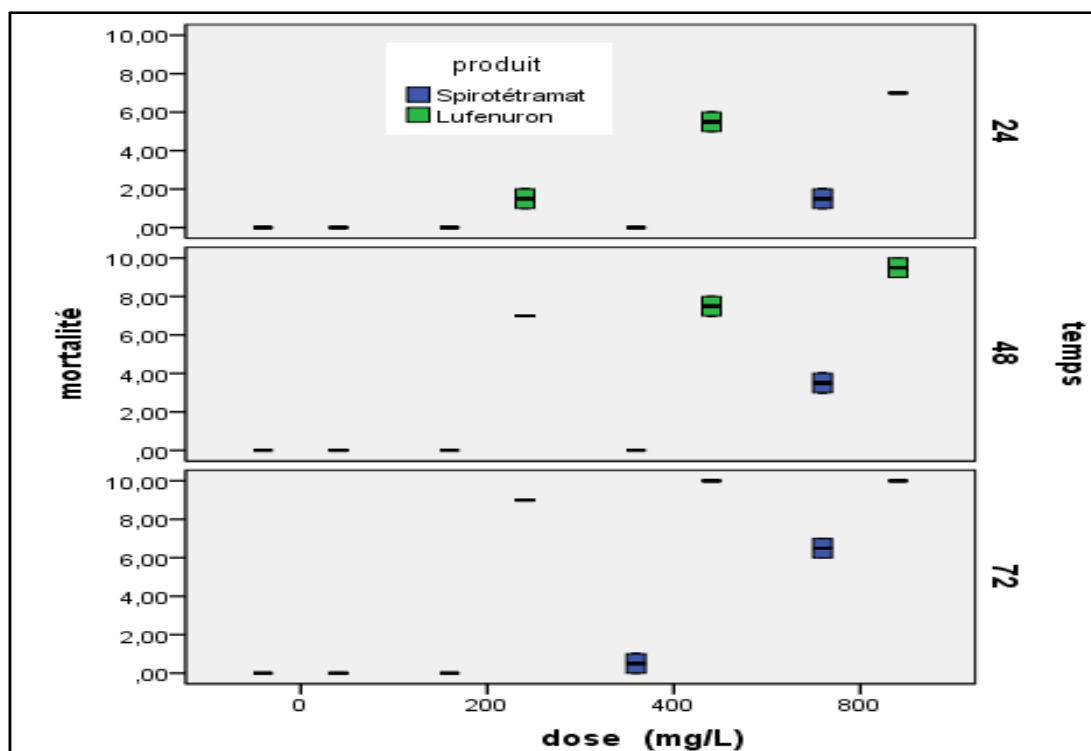


Figure 10 : La mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* exposées aux deux IGRs.

D'après la figure ci-dessus, on a pu remarquer:

Il y a une mortalité après 24h d'exposition des larves au Lufenuron pour les trois doses. Par contre pour le deuxième produit ce de Spirotétramat, nous avons pu remarquer un taux de mortalité des larves qui a été augmenté juste pendant la dose 800mg/l. Les trois témoins ont dépourvus d'une mortalité des larves.

Après 48h, le taux de mortalité des larves à l'exposition au Lufenuron est augmenté d'une concentration à une autre. Pour le Spirotétramat, on a remarqué une augmentation de la mortalité pour la même dose de 800mg/l.

Après 72h, Lufenuron a exprimé une mortalité maximale quel que soit les trois doses. Mais la mortalité des larves à exposés au Spirotétramat est augmentée avec l'augmentation des doses utilisées et au fil du temps d'exposition.

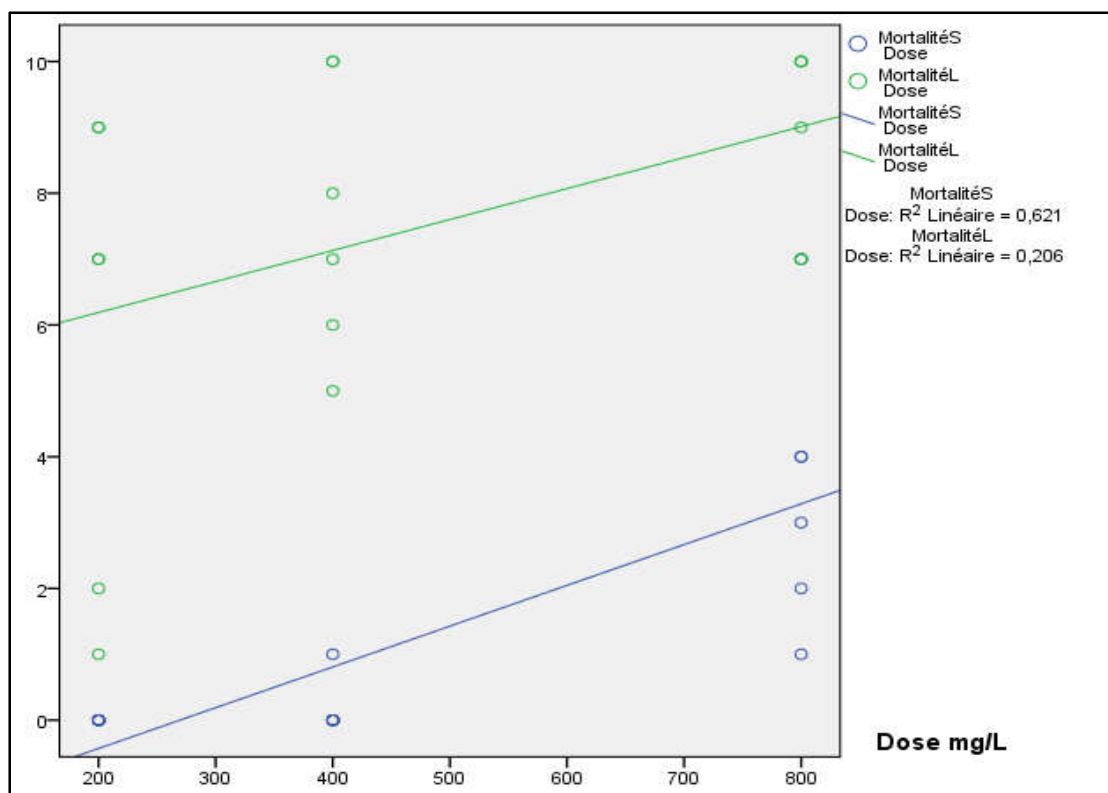


Figure 11 : La droite de régression et coefficient de corrélation entre la mortalité et les trois facteurs (produit, dose et temps).

D’après la figure 11, nous avons pu remarquer que le coefficient de corrélation entre la mortalité et les doses pour le Spirotétramat a été de l’ordre de 62,1% alors ces dernière est clairement supérieure à celle de Lufenuron qui a été 20,6 %.

5. Calcule des paramètres toxicologiques :

5.1. Téflubenzuron :

Le test Khi-deux pour les taux de mortalités pour Téflubenzuron a montré qu’il n’y a pas une différence significative entre les doses utilisées ($\chi^2 = 16,389$; $ddl = 16$; $P = 0,426$) (voir l’annexe 3).

Tableau 5 : Calcul de paramètres toxicologiques et leurs limites inférieure et supérieure des doses létales chez les larves de *Cs.longiariolata* exposées au Téflubenzuron.

	Téflubenzuron (Intervalle de confiance 95%)	
	DL50 (mg/L)	DL90 (mg/L)
Total	10122,9<22031,9<404241,7	71441<462295<1,03*10E9

Selon le tableau la paramètres toxicologiques pour Téflobenzuron, la DL50 a été de l'ordre de 22031,9 mg/L avec des limites supérieures et inférieures 404241, 7mg/L et 10122 ,9mg/L respectivement.

Alors que pour la DL 90, nous avons pu la constaté par une valeur de l'ordre de 462295mg/L avec des limites supérieures et inférieures $1,03 \cdot 10^3$ mg/L et 71441mg/L respectivement.

La figure 12 a montré les paramètres toxicologiques calculés pour le premier produit (Téflobenzuron).

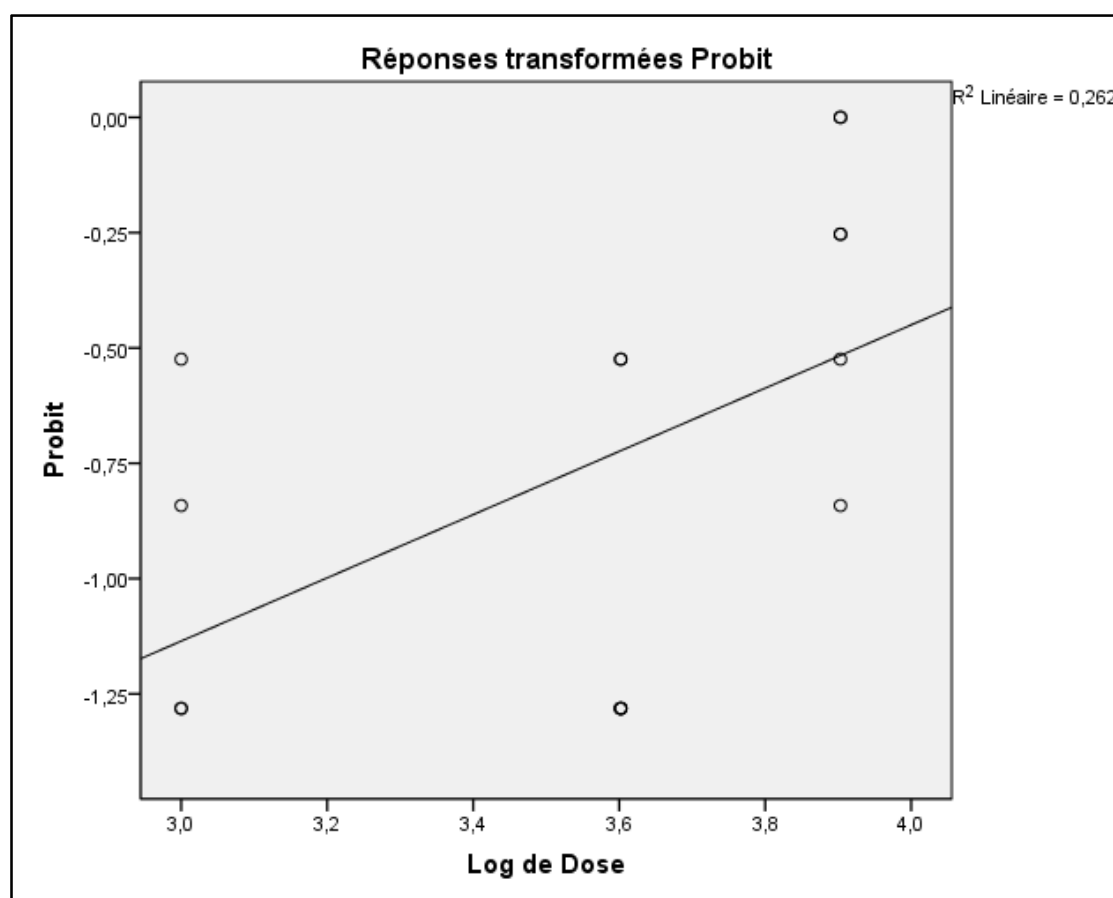


Figure 12 : Probit de mortalité pour Téflobenzuron.

5.2. Spirotétramat :

Le test Khi-deux pour les taux de mortalités pour Spirotétramat a montré qu'il n'y a pas une différence significative entre les doses utilisées ($\chi^2 = 14,588$; $dll = 16$; $P = 0,555$) (voir l'annexe 4).

Tableau 6: Calcul de paramètres toxicologiques et leurs limites inférieur et supérieur des doses létales chez les larves de *Cs.longiariolata* exposées au Spirotétramat.

	Spirotétramat (Intervalle de confiance 95%)	
	DL50 (mg/L)	DL90 (mg/L)
Total	815,88<932<1239,43	1187,1<1549<3183,5

Selon le tableau la DL 50 pour le Spirotétramat a été de l'ordre de 932mg/L avec des limites supérieures et inférieures 1239,43mg/L et 815,88mg/L respectivement.

DL 90 a été de l'ordre de 1549mg/L avec des limites supérieures et inférieures 3183,5mg/L et 1187,1mg/L respectivement.

La figure 13 a montré les paramètres toxicologiques calculés pour le deuxième produit (Spirotétramat).

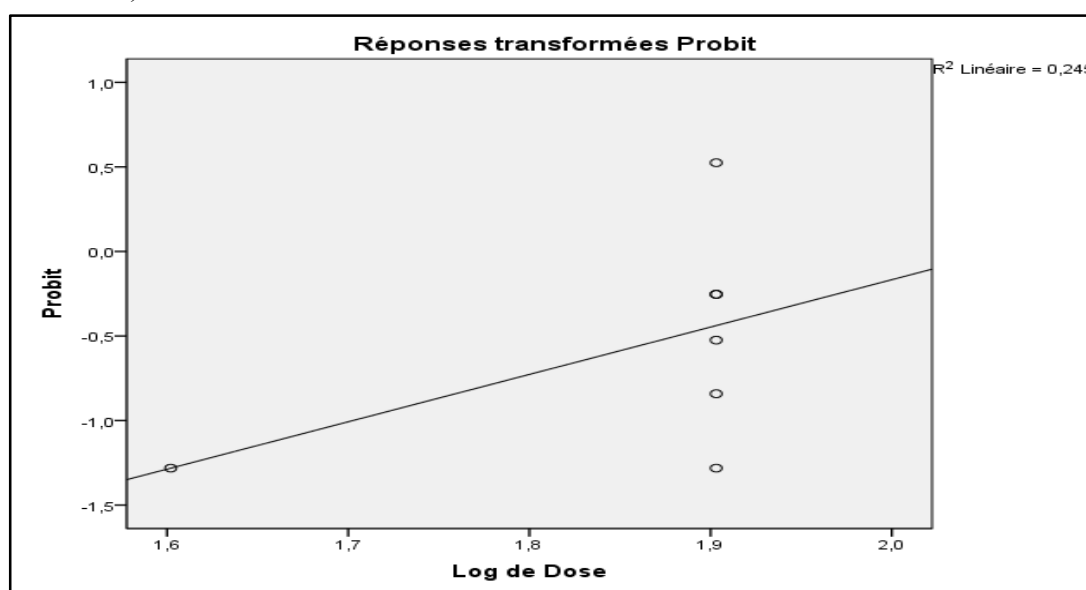


Figure 13 : Probit de mortalité pour Spirotétramat.

5.3. Lufenuron :

Le test Khi-deux pour les taux de mortalités pour Lufenuron a montré qu'il y a une différence hautement significative entre les doses utilisées ($\chi^2 = 47,535$; $ddl = 16$; $P \leq 0,000$) (voir l'annexe 5).

Tableau 7 : Calcul de paramètres toxicologiques et leurs limites inférieur et supérieur des doses létales chez les larves de *Cs.longiariolat* exposées au Lufenuron.

Lufenuron (Intervalle de confiance 95%)	
DL50 (mg/L)	DL90 (mg/L)
0,001<147,3<269,2	482,7<892,21<20000

Selon le tableau la DL 50 pour Lufenuron a été de l'ordre de 147,3mg/L avec des limites supérieures et inférieures 269, 2mg/L et 0,001mg/L respectivement.

DL 90 a été de l'ordre de 892,21mg/L avec des limites supérieures et inférieures 20000mg/L et 482,7mg/L respectivement.

La figure 14 a montré les paramètres toxicologiques calculés pour le troisième produit (Lufenuron).

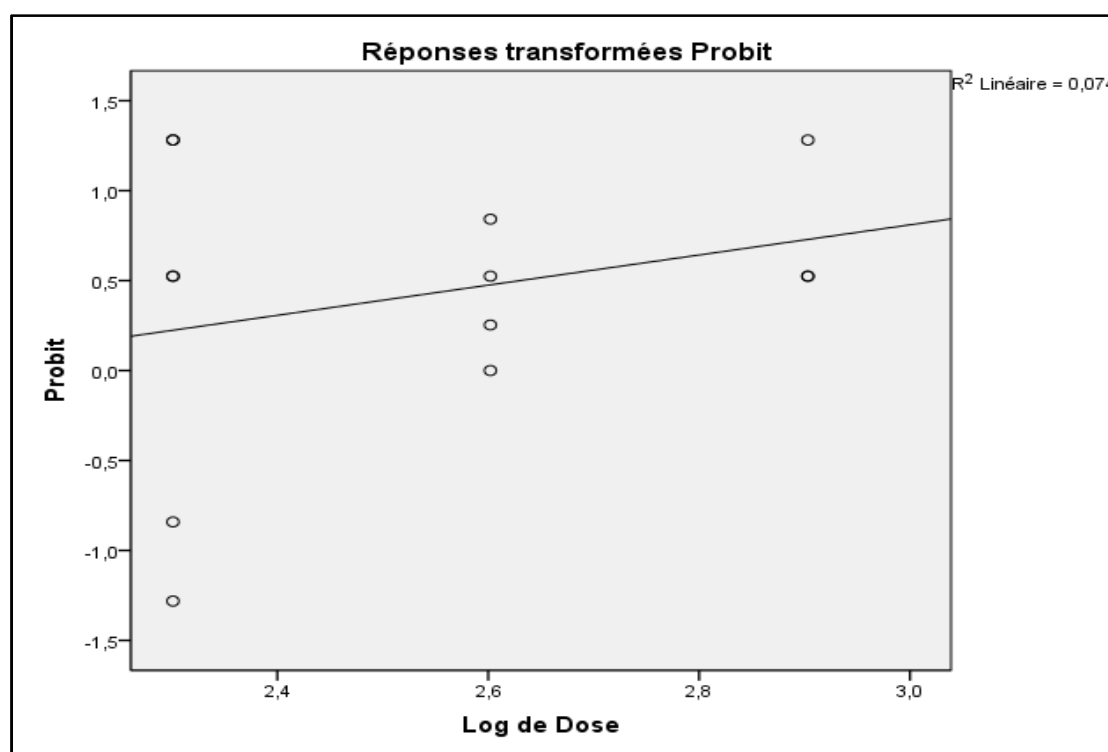


Figure 14 : Probit de mortalité pour Lufenuron.

Pour le Téflobenzuron et Spirotétramat, les coefficients de corrélations ont été presque les mêmes dont 26 et 24 % entre les taux de mortalités et les doses testées. Alors pour le

Lufenuron, cette valeur n'a pas dépassé 8%, ce qui est interprété une faible corrélation pour ce produit.

Discussion

Discussion

L'analyse de la composition morphologique de la population culicidienne de site d'étude à savoir, une analyse de la famille culicidae à M'chouneche a montré qu'il existe quatre types des espèces dans les différents gîtes prospectés de la région de M'chouneche. Ces quatre espèces sont *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culiseta longiareolata* et *Anophele multicolor*.

Parmi ces espèces, nous avons choisi *Cs.longiareolata*. Cette espèce est considérée comme l'une des espèces de moustiques les plus abondantes en Algérie, en particulier dans les régions arides et est contrôlée par des insecticides conventionnels. Il est vrai que cette espèce est connue pour être relativement abondante en Algérie. C'est un moustique qui se trouve principalement dans les zones humides, les marais, les rizières et les fossés. Les femelles de *Cs.longiareolata* se nourrissent de nectar, mais elles peuvent également se nourrir de sang, ce qui en fait une espèce potentiellement nuisible pour l'homme et les animaux. Cependant, contrairement à certaines espèces de moustiques, elle n'est pas connue pour être un vecteur important de maladies humaines (**Merabti et al., 2021**).

Il convient de noter que l'abondance des populations de moustiques peut varier en fonction de divers facteurs, tels que les conditions climatiques, la disponibilité des habitats de reproduction et la présence de sources d'eau stagnante (**Marti et al., 2022**).

Parce que l'utilisation d'insecticides neurotoxiques pour lutter contre les insectes ravageurs présente plusieurs inconvénients sur divers aspects environnementaux, notamment la santé humaine et l'économie, les régulateurs de croissance des insectes (IGRs) semblent prometteurs en raison de leur mode d'action spécifique sur les insectes et de leur moindre toxicité contre les insectes non ciblés organismes que les insecticides conventionnels. Ainsi, les IGR tels que les inhibiteurs de la synthèse de la chitine (CSI) affectent la régulation hormonale des processus de mue et de développement (**Bouaziz et al., 2011**).

Les régulateurs de croissance des insectes (IGR, pour Insect Growth Regulators) sont des substances chimiques utilisées pour contrôler les populations d'insectes, y compris les moustiques, en perturbant leur cycle de croissance et de développement. Les IGR peuvent agir de différentes manières, selon le stade de développement ciblé, et peuvent être classés en deux catégories principales : les IGR dits "juvéniles" et les IGR "chitine-synthétases" (**Dallaire, 2003**).

Les IGR sont souvent utilisés dans les programmes de lutte antivectorielle contre les moustiques. Ils peuvent être appliqués dans les zones d'eau stagnante où les larves se développent, comme les marécages, les étangs ou les réservoirs. L'utilisation d'IGR peut réduire la population de moustiques en interférant avec leur capacité à se reproduire et à se développer (**Schaffner, 2008**).

Il est important de noter que l'utilisation d'IGR doit être effectuée conformément aux réglementations locales et dans le respect de l'environnement. Il est recommandé de consulter les autorités sanitaires ou les experts en lutte antivectorielle pour obtenir des conseils spécifiques sur l'utilisation appropriée des régulateurs de croissance des insectes dans votre région (**Findley et al., 1987**).

Dans notre travail, nous avons utilisé trois inhibiteurs de croissance : Lufenuron, Spirotétramat et Téflubenzuron.

Les tests ont montré que le Lufenuron a une toxicité plus élevée que les autres produits contre *Cs.longiareolata*. Les résultats étaient rapportés en deux tests, pour le premier test a montré que la mortalité des larves qu'exposer aux Lufenuron et Spirotetramata a été maximale pendant les trois doses 1000 mg/l, 4000mg/l et 8000mg/l; contrairement au Téflubenzuron qui s'exprime une mortalité plus faible que les deux premiers.

Tandis que les résultats du deuxième test ont confirmé ces résultats, où le taux de mortalité de Lufenuron a été plus élevé que le taux de mortalité de Spirotetramat a pour les doses choisies 200mg/l, 400mg/l et 800mg/l.

Donc la mortalité est élevée si la concentration de traitement est élevée et si on augmente le temps d'exposition, ce qui s'interprète par l'administration d'une quantité plus élevée du produit avec le temps, alors que ce taux de mortalité est diminué à mesure que la concentration diminue.

Les régulateurs de croissance (IGRs) ont un effet spécifique sur la croissance des larves, où l'on observe une croissance lente ou nulle des larves à faible concentration comparée par les lots témoins.

Dans les travaux de **Fruzan Perri 2016** l'effet du Lufenuron a été étudié sur certains traitements biologiques et biochimiques de *Glyphodes pyloalis*. Le Lufenuron a montré des effets hautement toxiques contre les larves de *G. pyloalis*, où il a été évalué des effets létales (CL50 = 19 ppm) et sublétales (CL10 = 3,74 et CL30 = 9,77 ppm) du Lufenuron qui ont été

évalués par rapport aux larves de 4^e stades de *G. pylône*. Après avoir traité les larves au niveau CL30 et CL50, la plupart d'entre elles sont mortes au cours du processus de mue et quelques individus se sont développés jusqu'au 5^e stade larvaire. Le taux de mortalité le plus élevé a été observé au cours de la 5^e larvaire (68,42 %) et des stades pré-pousseaux (59,57 %) à la concentration de CL50.

De plus, le Lufenuron a provoqué une augmentation des périodes de développement larvaire, pré-pupique et nymphale. La nymphose réussie a diminué à 53,64 % au CL30. De plus, aucun prépupa n'a été mutilé à la nymphose après le traitement des larves à la CL50. Le poids larvaire a été significativement réduit à 48, 72 et 96h après le traitement, par rapport au témoin. L'émergence des adultes et la longévité des femmes ont également été réduites à CL30. Le CL30 du Lufenuron a affecté négativement la reproduction de *G. pyloalis*. La teneur en larves de glucides et de protéines a diminué de manière significative 48 et 72h après le traitement, cependant, la teneur en lipides et en glycogène a diminué de manière significative seulement 72 h après le traitement au CL10, CL30 ou CL50. Les résultats ont indiqué des effets néfastes sur certains paramètres biologiques et biochimiques à des concentrations létales et sublétales de Lufenuron, ce qui nécessite des investigations supplémentaires pour son application dans une gestion intégrée de *G. pyloalis* (**Piri Aliabadi et al., 2016**). Malheureusement, dans notre étude, nous n'avons pas pu faire un élevage de *Cs.longiareolata* à cause du temps limité de notre période d'étude de deux mois, ce qui nous empêche de faire des essais avec des doses sublétales sur les larves de laboratoire, et qui permet de d'étudier l'effet des produits choisis sur le développement et le retardement de cycle de vie des individus.

Selon l'étude de **N.S.Butter 2003** le Lufenuron (Match 5EC) régulateur de croissance des insectes (IGR) a été testé pour sa toxicité vis-à-vis d'*Heticoverpa armigera* du coton. La puissance de l'IGR contre les stades larvaire des ravageurs a été démontrée ; les valeurs CL90 des larves des 1^{er}, 2^e, 3^e, 4^e et 5^e stades étaient de 5.63, 7.89, 8.03, 11.39 et 14.76 mg/L, respectivement. Cependant, les différents stades larvaires ne différaient pas significativement en termes de CL50 et CL10. Le gonflement de la tête des larves traitées à l'IGR était significativement plus petit (1.5-2.3 mm) que celui des témoins non traités (2.9 mm). Le poids des larves a été significativement réduit de 190 mg dans le groupe témoin à 50-70 mg dans le groupe traité au Lufenuron. Le traitement IGR au stade larvaire affecté de manière significative la longueur et le poids des nymphes. Le traitement

IGR prolonge considérablement le temps de pupaison des insectes expérimentaux. Des malformations pupales, y compris une incapacité à se débarrasser de la dernière peau larvaire et la formation d'intermédiaires larves-pupes, se sont produites après le traitement. Une réduction significative de l'émergence des adultes a été enregistrée. De plus, des anomalies sous forme de développement de cavités dans les ailes antérieures d'un adulte étaient évidentes. Une baisse significative de la fécondité a été notée études (**Butter et al., 2003**).

Les travaux présentés par **Acheuk 2011** ont étudiés l'évaluation de l'activité insecticide de Téflubenzuron et d'évaluer son impact sur la teneur en chitine et en protéines cuticulaires chez les larves L5 du criquet migrateur *Locusta migratori* *in* *erascens*. Le produit a été administré par ingestion aux doses de 2.5, 5, 10, 15, 20, et 25 µg/larve. Les résultats obtenus révèlent que ce produit présente une bonne activité larvicide, toutes les doses testées sont létales, la mort survient au moment de la mue. L'activité du TFB sur les paramètres structuraux de la cuticule a mis en évidence une réduction significative de son contenu en chitine et une augmentation des protéines cuticulaires chez les séries traitées. Ce produit peut jouer donc un rôle particulièrement important dans les zones de reproduction et d'invasion acridienne où les traitements en barrières sont très recommandés (**DU Teflubenzuron, 2013**).

Le travail de **Belkhiri et al. (2018)** consiste à tester la toxicité d'un régulateur de croissance des insectes (IGR); le Spirotetramat sur l'évolution de la cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi*) du palmier dattier durant une année. La pulvérisation de Spirotetramat a été effectuée par trois doses différentes (D1= 450ppm, D2= 900ppm et D3= 1800ppm). L'évaluation de ce produit a été réalisée grâce au comptage des individus vivants (larves et adultes) des palmiers traités et témoins. La mortalité corrigée a révélé une forte mortalité; chez les larves égale à 84,78%, 88,00% et 89,67% et chez les adultes égale à 54,20%, 60,90% et 63,96% pour les 3 doses respectivement, et cette diminution s'échelonne jusqu'à la fin de notre expérimentation. Les analyses statistiques ont montrées une différence significative entre les palmiers témoins et les palmiers traités avec P=0,0001 et P=0,0008 pour respectivement les larves et les adultes (**Belkhiri et al., 2018**).

Très peu d'études sur l'effet des régulateurs de croissance sur les moustiques, ce qui nous empêche de discuter plus nos résultats. Les études spécifiques sur l'effet des IGR sur les moustiques peuvent nécessiter des ressources importantes en termes de temps, d'argent et de coordination. Les protocoles de recherche doivent être soigneusement élaborés, et les essais sur le terrain peuvent être coûteux et complexes à mettre en œuvre.

Les effets des IGR peuvent varier en fonction des espèces de moustiques et des conditions environnementales spécifiques à une région donnée. Il est donc possible que les études sur les IGR se soient davantage concentrées sur les régions où les moustiques sont des vecteurs de maladies particulièrement préoccupantes. Malgré ces limitations, certaines études ont été menées sur l'effet des IGR sur les moustiques, en particulier dans le cadre de programmes de lutte antivectorielle. Les résultats ont montré que les IGR peuvent être efficaces pour réduire les populations de moustiques et perturber leur cycle de vie. Cependant, l'utilisation des IGR doit être évaluée au cas par cas, en tenant compte des espèces de moustiques ciblées, des conditions locales et des considérations environnementales.

Les IGR peuvent interférer avec la synthèse de la chitine ou bloquer les enzymes nécessaires à la production de la chitine chez les insectes. Cela perturbe leur croissance normale, leur développement et leur mue, entraînant ainsi une diminution de leur capacité à atteindre l'âge adulte fonctionnel. En inhibant la formation d'un exosquelette solide, les IGR perturbent le cycle de vie des insectes, réduisent leur fertilité et peuvent éventuellement conduire à leur mort.

Dans le cas des moustiques, les IGR peuvent être utilisés pour cibler les larves et les nymphes dans leurs habitats aquatiques. En perturbant leur développement et leur mue, les IGR peuvent réduire la capacité des larves à se transformer en adultes piqueurs et reproducteurs, contribuant ainsi à la réduction des populations de moustiques.

Cependant, il est important de noter que l'efficacité des IGR peut varier en fonction de l'espèce de moustiques ciblée et des conditions environnementales spécifiques. Par conséquent, il est essentiel de mener des études spécifiques pour évaluer l'effet des IGR sur les populations de moustiques locales et d'adopter des approches intégrées dans le cadre des programmes de lutte anti-vectorielle.

Conclusion

Conclusion

La présente étude d'effet est consacrée à l'effet de trois inhibiteurs de croissances sur les larves de *Culiseta longiareolata*. Le modèle biologique a été récolté de la région de M'chouneche. Quatre espèces ont été récoltées dans les gîtes situés dans Oued M'chouneche appartenant à deux sous-familles (Anophelinae et Culicinae) ont été identifiées: *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*, *Culex theileri*, et *Anopheles multicolor*.

Les tests toxicologiques de trois inhibiteurs de croissances (Lufenuron, Téflubenzuron et Spirotétramat) avec trois doses (1000mg/l; 4000mg/l; 8000mg/l) sur les larves de quatrième stade de la population sauvage de *Cs.longiareolata*. La mortalité des larves a été corrélée en fonction de trois facteurs avec les concentrations et le temps d'exposition. Pour le premier essai, la mortalité de Lufenuron et Spirotétramat qui a été maximale pour les trois doses utilisées.

Donc DL 50 de Téflubenzuron a été de l'ordre de 22031,9mg/l avec des limites supérieures et inférieures 404241,7mg/L et 10122 ,9mg/L respectivement. Alors que la DL 90 a été de l'ordre de 462295mg/l avec des limites supérieures et inférieures $1,03 \cdot 10^3$ mg/L et 71441 mg/L respectivement. Pour le 2^{ème} essai, nous avons remplacé les doses précédentes par des doses plus faibles. La DL 50 de Lufenurona été de l'ordre de 147,3mg/L avec des limites supérieures et inférieures 269,2 mg/L et 0,001mg/L respectivement. Tandis que la DL 90a pris la valeur de 892,21 mg/l avec des limites supérieures et inférieures 20000mg/L et 482,7mg/L respectivement. La DL 50 de Spirotétramat a été de l'ordre de 932mg/L avec des limites supérieures et inférieures 1239,43mg/L et 815, 88mg/L respectivement. Tandis que la DL 90a pris la valeur de 1549mg/l avec des limites supérieures et inférieures 3183,5mg/L et 1187,1mg/L respectivement. On conclure que le Lufenuron a un effet toxique plus élevé que le Spirotétramat et Téflubenzuron contre les larves de *Cs.longiareolata* avec des taux de mortalité augmentent d'une concentration à une autre au fil du temps. Une étude approfondie est bien visée pour connaître le comportement des différentes espèces vis – à vis le développement des individus et le rôle des produits sur l'hormone de croissance et la production la cutine des larves.

Bibliographie

1. Adisso, D. and A. Alia (2005). "Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net® et Permanet® dans les conditions de terrain. Mémoire de fin de formation en." ABM-DITEPACUAC, Cotonou. 79p.
2. Aissaoui, L. (2015). Etude écophysiological et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique, Université Badji Mokhtar.
3. Aouinty, B. *al* (2006). "Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen)." BASE.
4. Bagny, L. (2009). Caractérisation de l'invasion d'*Aedes albopictus* en présence d'*Aedes aegypti* à la Réunion et à Mayotte, Université de la Réunion.
5. Bawin, T. *al* (2015). "La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique." *The Canadian Entomologist* 147(4): 476-500.
6. Belkhiri, D. *al* (2018). "EFFET DE SPIROTETRAMATE SUR L'EVOLUTION DES LARVES ET DES ADULTES DE *Parlatoria blanchardi* DU PALMIER DATTIER EN ALGERIE."
7. Berchi, S. (2000). "Bioécologie de *Culex pipiens* L.(Diptera: Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte." Université de Constantine (Algérie): 133.
8. Bley, D. (2010). Les maladies à transmission vectorielle, pourquoi s'y intéresser?, EDP Sciences. 18: 101-102.
9. Bogwitz, M. R. *al* (2005). "Cyp12a4 confers lufenuron resistance in a natural population of *Drosophila melanogaster*." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(36): 12807-12812.
10. Bouabida, H. *al* (2012). "Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie)." *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*.
11. Bouaziz, A. *al* (2011). "Toxicity and perturbation of the metabolite contents by a chitin synthesis inhibitor in the mosquito larvae of *Culiseta longiareolata*." *Annals of biological research* 2(3): 134-142.

12. Boulal, B. and D. Bendjoudi (2022). "Maladies à transmission vectorielle 1, Bendjoudi Djamel 1."
13. Boyer, S. (2006). Résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides: conséquences environnementales, Université Joseph-Fourier-Grenoble I.
14. Brunhes, J. *al* (2000). "Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel d'identification et d'enseignement." Montpellier, France: IRD & IPT, CD-Rom collection didactique, Éditions IRD.
15. Butter, N. *al* (2003). "Laboratory evaluation of the insect growth regulator lufenuron against *Helicoverpa armigera* on cotton." *Phytoparasitica* 31(2): 200-203.
16. Cachereul, A.-I. (1997). Les moustiques: cycle de développement, aspects anatomo-physiologiques et régulation du cycle ovarien.
17. Catry, T. *al* (2018). "Apports de la combinaison d'images satellites optique et RADAR dans l'étude des maladies à transmission vectorielle: cas du paludisme à la frontière Guyane française–Brésil." *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*(37).
18. Chikh, S. and K. Djema (2020). Synthèse bibliographique sur les moustiques (Diptera: Culicidae) en Algérie et lutte employée, Université Mouloud Mammeri.
19. Dallaire, R. (2003). Effets sous-létaux du tébufénozide, un régulateur de croissance d'insectes, sur la communication chimique et le succès reproducteur chez *Choristoneura fumiferana* et *C. rosaceana* (Lepidoptera: Tortricidae), Université Laval.
20. Darriet, F. (1998). La lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies: l'évaluation de nouveaux insecticides utilisables contre les moustiques en Afrique tropicale, KARTHALA Éditions.
21. Doannio, J. *al* (1992). "Evaluation à échelle réduite de l'efficacité d'insecticides régulateurs de croissance sur les larves du Complexe *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae)." *Ann. Soc. Beig. Méd. Trop* 72: 197-203.
22. DU Teflubenzuron, T. (2013). "LARVES DE CINQUIÈME STADE DE LOCUSTA." *Lebanese Science Journal* 14(1): 61.
23. EL Agbani, M. (1995). "Les Culicidae du Maroc: Clés d'identification, avec données biologiques et écologiques."
24. Findley, R. W. *al* (1987). "Etats-Unis: La législation sur les pesticides aux Etats-Unis." *Revue juridique de l'Environnement* 12(2): 179-200.

25. Finney, D. (1944). "The application of probit analysis to the results of mental tests." *Psychometrika* 9(1): 31-39.
26. Githeko, A. K. *al* (2001). "Changement climatique et maladies à transmission vectorielle: une analyse régionale." *Bulletin de l'Organisation mondiale de la santé: la revue internationale de santé publique: recueil d'articles* 2001; 4: 62-72.
27. Guillaumot, L. (2005). "Les moustiques et la dengue." Institut Pasteur de Nouvelle-Caledonie.
28. Guillet, P. *al* (1997). "L'utilisation des insecticides en santé publique: état et perspectives." *Médecine et maladies infectieuses* 27: 552-557.
29. Hamaidia, H. and S. Berchi (2018). "Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie)." *Entomologie faunistique-Faunistic entomology*.
30. Hassain, K. (2002). Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera–Nematocera) de l’Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariaae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale d’Algérie, Thèse de doctorat en Sciences biologiques, Université de Tlemcen, Tlemcen
31. Koné, D. (2009). "Étude de la Phytochimie et des activités larvicide, anticholinestérasique et antioxydante des extraits de quatre plantes du Mali: *Acacia nilotica*." *Guill. et Perr.(Mimosaceae), Calotropis procera*: 123.
32. Krupa, E. (2021). Caractérisation des traits biologiques du moustique invasif *Aedes japonicus japonicus* (Theobald)(Diptera: Culicidae) dans le Nord-Est de la France, Université de Strasbourg.
33. Louat, F. (2013). Etude des effets liés à l’exposition aux insecticides chez un insecte modèle, *Drosophila melanogaster*, Université d'Orléans.
34. Marie, M. L. (2021). *Le Moustique*, Université de Lille.
35. Marti, R. *al* (2022). "Liens entre moustiques vecteurs et environnement: apport des méthodes de télédétection satellite." et modélisation spatiale Applications à la surveillance et au contrôle des maladies liées aux moustiques: 19.
36. Merabti, B. *al* (2021). "An updated checklist of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) present in Algeria, with assessments of doubtful records and problematic species." *Zootaxa* 5027(4): 515-545.

37. Merabti, B. *al* (2017). "Effects of certain natural breeding site characteristics on the distribution of Culicidae (Diptera) mosquito species in southeast Algeria." *African Entomology* 25(2): 506-514.
38. Merabti, B. *al* (2015). "Effet toxique de l'extrait aqueux des fruits de *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad sur les larves des Culicidae." *Revue des Bio Ressources* 5(2): 120-130.
39. Merabti, B. and M. L. Ouakid (2011). "Contribution à l'étude des moustiques (Diptera: Culicidae) dans les oasis de la région de Biskra (nord-est d'Algérie)." *Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides. Ouargla* 4: 185-189.
40. Merabti, B. (2016). Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Effets des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte.
41. Minard, G. (2020). "Un nouveau candidat pour lutter contre le moustique tigre." *Les cahiers de la Recherche. Santé, Environnement, Travail*(15): 28-30.
42. Piri Aliabadi, F. *al* (2016). "Lethal and sublethal effects of a chitin synthesis inhibitor, lufenuron, against *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae)." *Journal of Crop Protection* 5(2): 203-214.
43. Rioux, J.-A. (1958). *Encyclopedie entomologique: 35. Les culicides du "midi" mediterraneen. Etude systematique et ecologique, Lechevalier.*
44. Ripert, C. (2007). "Epidemiologie des maladies parasitaires, tome 4, affections provoquées ou transmises par les arthropodes." Cachan: EM inter. p 581.
45. Rodhain, F. (2015). "Le microbe, l'insecte, l'homme et les autres...: le monde des maladies à vecteurs." *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France* 168(1): 5-11.
46. Rodhain, F. and C. Perez (1985). "Precis d'entomologie medicale et veterinaire; notions d'epidemiologie des maladies a vecteurs."
47. Schaffner, F. (2008). "LES METHODES SANITAIRES DE CONTROLE DES VECTEURS POUR LA PREVENTION DE LA TRANSMISSION D 'ARBOVIRUS PAR LES MOUSTIQUES EN FRANCE METROPOLITAINE." *Epidémiologie et santé animale* 54: 29-40.
48. Senevet, G. and L. Quievreux (1941). "Les moustiques de la Martinique.(2e Memoire)." *Arch. Inst. Pasteur Alger* 19: 248-264.
49. Sérandour, J. (2007). Contribution à l'étude des moustiques anthropophiles de France: le cas particulier du genre *Coquillettidia*, Université Joseph-Fourier-Grenoble I.

50. Tine-Djebbar, F. *al* (2016). Répartition spatio-temporelle des Culicidés dans la région de Tébessa.
51. TIRCHI, N. (2008). Effet de trois dérégulateurs de croissance des insectes (IGRs) sur les larves de criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)(Cyrtacanthacridinae, Acrididae), INA.
52. W.H.O, W. H. O. (2005). Document technique Maladies à transmission vectorielle: un problème de santé publique réémergent.
53. Wafa, B. S. H. *al* (2014). "Inventaire Des Culicidae Des Zones Arides: Cas Des Oasis d'Ouled-Djellal (Biskra; Algérie)." 2)7 مجلة الواحات للبحوث والدراسات.
54. Wilson, T. G. and J. R. Cryan (1997). "Lufenuron, a chitin-synthesis inhibitor, interrupts development of *Drosophila melanogaster*." *Journal of Experimental Zoology* 278(1): 37-44.
55. Zinga Koumba, R. *al* (2013). "Evaluation de la diversité des diptères hématophages dans une clairière marécageuse du Gabon à l'aide des pièges Vavoua et Nzi."

Annexes

Annexe 1 : Test de normalité essai 1

Tests de normalité

Temps	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
Mortalité 24	,332	27	,000	,643	27	,000
48	,306	27	,000	,690	27	,000
72	,303	27	,000	,703	27	,000
96	,299	27	,000	,734	27	,000

a. Correction de signification de Lilliefors

Tests de normalité b

Produit	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistique	Ddl	Signification	Statistique	Ddl	Signification
Mortalité Téflubenzuron	,281	35	,000	,746	35	,000
Spirotétramat	,424	36	,000	,596	36	,000
Lufenuron	,424	36	,000	,596	36	,000

a. Correction de signification de Lilliefors

b. Mortalité est une constante lorsque Produit = 0. Elle a été omise.

Tests de normalité b

Dose	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
Mortalité 100	,420	24	,000	,636	24	,000
400	,422	24	,000	,626	24	,000
800	,414	24	,000	,679	24	,000

a. Correction de signification de Lilliefors

b. Mortalité est une constante lorsque Dose = 0. Elle a été omise.

Annexe 2 : Test de normalité essai 2

Tests de normalité^b

Dose	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
MortalitéL 200	,298	6	,104	,831	6	,109
400	,204	6	,200*	,918	6	,493
800	,286	6	,136	,755	6	,022
MortalitéS 400	,492	6	,000	,496	6	,000
800	,238	6	,200*	,945	6	,700

Tests de normalité^b

Dose	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistique	ddl	Signification	Statistique	ddl	Signification
MortalitéL 200	,298	6	,104	,831	6	,109
400	,204	6	,200*	,918	6	,493
800	,286	6	,136	,755	6	,022
MortalitéS 400	,492	6	,000	,496	6	,000
800	,238	6	,200*	,945	6	,700

a. Correction de signification de Lilliefors

*. Il s'agit d'une borne inférieure de la signification réelle.

b. MortalitéS est une constante lorsque Dose = 200. Elle a été omise.

Annexe 3 : Tests du Khi-deux pour les taux de mortalités pour Téflubenzuron

Tests du Khi-deux

	Khi-deux	ddl ^a	Sig.
PROBIT Test de la qualité d'ajustement de Pearson	16,389	16	,426 ^b

a. Les statistiques basées sur les observations individuelles diffèrent de celles basées sur les observations agrégées.

b. Comme le niveau de signification est supérieur à 0,050, la correction d'hétérogénéité n'est pas utilisée dans le calcul des limites de confiance.

Annexe 4 : Tests du Khi-deux pour les taux de mortalités pour Spirotetramat

Tests du Khi-deux

	Khi-deux	ddl ^a	Sig.
PROBIT Test de la qualité d'ajustement de Pearson	14,588	16	,555 ^b

a. Les statistiques basées sur les observations individuelles diffèrent de celles basées sur les observations agrégées.

b. Comme le niveau de signification est supérieur à 0,050, la correction d'hétérogénéité n'est pas utilisée dans le calcul des limites de confiance.

Annexe 5: Tests du Khi-deux pour les taux de mortalités pour Lufenuron

Tests du Khi-deux

	Khi-deux	ddl ^a	Sig.
PROBIT Test de la qualité d'ajustement de Pearson	47,535	16	,000 ^b

a. Les statistiques basées sur les observations individuelles diffèrent de celles basées sur les observations agrégées.

b. Comme le niveau de signification est inférieur à 0,050, la correction d'hétérogénéité est utilisée dans le calcul des limites de confiance.

Résumés

La famille des Culicidae est classée dans l'ordre des Diptères et du sous-ordre des Nématocères, plusieurs espèces sont responsables de la transmission des agents pathogènes aux animaux et aux humains. L'étude des espèces ainsi la lutte contre ces ennemies naturelles est l'une des préoccupations actuelles des scientifiques. L'inventaire des Culicidae dans la région de M'chouneche (Biskra, sud est Algérien) a été effectué dans des différents gîtes entre Mars et Mai 2023. Quatre espèces de Culicidae ont été inventoriées appartenant à 3 genres *Culex*, *Culiseta* et *Anopheles*.

L'espèce la plus abondante est *Culiseta longiareolata* suivie de *Culex pipiens* puis de l'espèce *Anopheles multicolor*, et *Culex theileri*. Dans les conditions expérimentales, des essais de lutte ont permis d'évaluer la toxicité de trois inhibiteurs de croissance (Lufenuron, Téflubenzuron et Spirotétramat) sur le 4ème stade larvaire de l'espèce (*Culiseta longiareolata*). Le Lufenuron a un effet toxique plus élevé que le Spirotétramat et Téflubenzuron contre les larves de *Cs.longiareolata* avec des taux de mortalité augmentent d'une concentration à une autre au fil du temps

Mots Clés: Inventaire, Culicidae, IGRs, Toxicité, Lufenuron, Téflubenzuron, Spirotétramat.

Abstract

The family Culicidae is classified in the order Diptera and the suborder Nematocera. Several species within this family are responsible for transmitting pathogens to animals and humans. The study of these species and the fight against these natural enemies are among the current concerns of scientists. An inventory of Culicidae in the M'chouneche region (Biskra, southeastern Algeria) was conducted in various breeding sites between March and May 2023. Four species of Culicidae belonging to three genera, namely *Culex*, *Culiseta*, and *Anopheles*, were identified.

The most abundant species is *Culiseta longiareolata*, followed by *Culex pipiens*, *Anopheles multicolor*, and *Culex theileri*. Under experimental conditions, control tests were conducted to evaluate the toxicity of three growth inhibitors (Lufenuron, Teflubenzuron, and Spirotetramat) on the fourth larval stage of *Culiseta longiareolata*. Lufenuron exhibited a higher toxic effect compared to Spirotetramat and Teflubenzuron against *Cs. longiareolata* larvae, with mortality rates increasing from one concentration to another over time.

Keywords: Culicidae, inventory, IGRs , Toxicity , Lufenuron , Téflubenzuron Spirotétramat.

ملخص

تصنف عائلة Culicidae في رتبة ذباب الثنائيات وفصيلة النيماتوسيرا، حيث تعتبر العديد من الأنواع مسؤولة عن نقل عوامل المرض إلى الحيوانات والبشر. دراسة هذه الأنواع ومكافحة هذه الأعداء الطبيعية تعد من أهم اهتمامات العلماء في الوقت الحاضر. تم إجراء مسح لعائلة Culicida في منطقة مشونش (بسكرة، جنوب شرق الجزائر) في مواقع تكاثر مختلفة بين مارس ومايو 2023. تم تسجيل أربعة أنواع من عائلة Culicidae تتبع ثلاثة أجناس وهي *Culex* و *Culiseta* و *Anopheles*

الأنواع الأكثر وفرة هي *Culiseta longiareolata*، تليها *Culex pipiens*، ثم نوع *Anopheles multicolor* و *Culex theileri*. في الظروف التجريبية، تم تنفيذ اختبارات لمكافحة هذه الحشرات لتقييم سمية ثلاثة مثبطات لنمو الحشرات (*Lufenuron* و *Téflubenzuron* و *Spirotétramat*) على المرحلة اليرقية الرابعة للنوع *Culiseta longiareolata*. أظهر *Lufenuron* تأثيرًا سميًا أعلى من *Spirotétramat* و *Téflubenzuron* على اليرقات الخاصة بـ *Cs. Longiareolata*، حيث زادت معدلات الوفاة من تركيز إلى آخر عبر الوقت.

الكلمات المفتاحية : جرد، البعوضيات ، IGRs , سمية, *Lufenuron* , *Téflubenzuron* , *Spirotétramat*