

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Larbi Tébessi –Tébessa-



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Département des êtres vivants

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de **MASTER**

En : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Santé et Environnement

Etude de l'activité larvicide d'une plante *Ruta graveolens* à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*

Présenté par :

Rebiai Ghalia

Mebarki soumaia

Devant le jury :

Mme. DRIS Djemaa	MAA	Université de Tébessa	Présidente
Dr. BOUABIDA Hayette	MCB	Université de Tébessa	Rapporteuse
Mme.SEGAIR HANAN	MAA	Université de Tébessa	Examinatrice

Date de soutenance : 25/5/2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

ملخص :

المكافحة بالمبيدات الحشرية النباتية موصى بها كثيرا , فهي من بين الوسائل المتبعة من طرف النباتات للكفاح عن نفسها ضد أعدائها .

في هذا السياق يهدف هذا العمل إلى تقدير استجابة نوع من البعوض الأكثر انتشارا في منطقة تبسة

Culiseta longiareolata

تحت وقع مبيد حشري جديد على أساس الزيوت الأساسية للفجل.

أعطى المردود من الزيوت الأساسية لنبات الفجل مقدار مهم يقدر ب $1.18 \pm 0.055\%$ بالنسبة للمادة النباتية الجافة

.النتائج الإحصائية المنفذة بين المجموعات الشاهدة والمعالجة في أوقات مختلفة (24 سا, 48 سا, 72 سا) تؤكد أن

الزيوت الأساسية للفجل لها تأثير على الوشرات الشكلية (الوزن والحجم)

الكلمات المفتاحية : الزيوت الأساسية , الفجل .المؤشرات الشكلية, *Culiseta longiareolata* .

Résumé

La lutte par les insecticides végétale est très recommandée, parmi les moyens mis en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs déprédateurs.

Dans ce contexte, ce travail a pour but d'évaluer L'effet des huiles essentielles sur la toxicité d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* et traite leur impact sur différents aspects physiologiques au niveau du stade larvaire (morphométrie et poids)

Le rendement en huile essentielle de *Ruta graveolens* $1.18 \pm 0,055\%$ a fourni un taux important de en fonction de la matière sèche.

Les résultats statistiques effectuées entre les séries témoins et traitées chez les larves de quatrième stade L4 de *Culiseta longiareolata* aux différents temps (24h, 48h et 72h) confirment que les HE de *Ruta graveolens* provoquent une perturbation sur l'aspect morphologique chez les larves L4 (morphométrie, poids et volume corporel).

Mots clés : *Culiseta longiareola*, huiles essentielles, morphométrie, *Ruta graveolens*.

Abstract

The struggle by botanical insecticides is very recommended, among the means implemented by plants to defend against their predators.

In this context, this work aims to evaluate the effect of essential oils on the toxicity of a *Culiseta longiareolata* mosquito species and treats their impact on different physiological aspects at the level of the larval stage (Morphometry and weight) performance in *Ruta graveolens* essential oil has provided an important rate of according to the dry matter.

Ruta graveolens essential oil yield has provided an important rate of according to the dry matter.

Statistical results made between the series witnesses and treated larvae of fourth stage L4 of *Culiseta longiareolata* at different time (24 h, 48 h and 72 h) confirm that the HE of *Ruta graveolens* cause a disturbance on the morphological aspect in larvae L4 (Morphometry, weight and body volume).

Key words: *Culiseta longiareolata*, essential oils, Morphometry, *Ruta graveolens*

Remerciement

Avant tout, je remercie le bon Dieu qui m'a éclairé le chemin et m'a donné la patience et le courage pour réaliser ce travail.

Je tiens à adresser mes remerciements à,

Madame , Bouabida Hayette mon encadreur qui m'a permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions. Je lui dis merci de m'avoir fait partager votre expérience et votre culture scientifique et de m'avoir fait confiance, travaillé sous votre direction a été un plaisir et un honneur pour moi.

Un grand remerciement au président de jury Mme. Dris Djemaa pour son aide, son soutien et pour avoir exprimé son entière disponibilité.

Madame sega'ir Hanan je la remercie beaucoup pour avoir bien voulu juger ce travail

Enfin mes remerciements s'adressent également à l'ensemble des enseignants qui ont contribué à ma formation au cours de mes années universitaires, sans oublier les responsables de laboratoire .

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents.

- A ma chère et douce mère, la chandelle qui se brûle jour après jour pour éclairer mon parcours. A ma belle rose qui embellit ma vie et dans son odeur je m'évanouis.

- A mon père, l'ange gardien qui ne cesse de me soutenir et qui se donne

tout entier pour me faciliter la vie.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N°	Titre	Page
1	Effet des huiles essentielles extraites de <i>Ruta graveolens</i> (ppm) sur le taux (%) de mortalité	10
2	Effet des HE extraites de <i>Ruta graveolens</i> (ppm) appliquées sur des larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées des <i>Cs. longiareolata</i> . Transformation angulaire du taux de mortalité corrigée ($m \pm \text{sem}$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 25 individus).	11
3	Effet des huiles essentielles extraites de <i>Ruta graveolens</i> (ppm) chez les larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de Analyse de la variance des données.	11
4	Effet des HE extraites de <i>Ruta graveolens</i> (ppm) sur le taux (%) de mortalité chez les larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de <i>Cs. longiareolata</i>	12
5	Effet des huiles essentielles extraites de <i>Ruta graveolens</i> (ppm), appliquées sur les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de <i>Cs. longiareolata</i> , sur le taux de mortalité corrigée	12
6	Efficacité des HE extraites de <i>Ruta graveolens</i> sur des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de <i>Cs. longiareolata</i> , analyse des probits	12
7	Effet de <i>Ruta graveolens</i> (CL50) sur le poids (mg) des larves L4 chez <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	14
8	Effet de <i>Ruta graveolens</i> (CL50) sur la largeur du thorax (mm) des larves 4 chez <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus)	15
9	Effet du spiromesifène (CL50) sur le volume corporel (mm^3) des larve quatrième stades chez <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	17

LISTE DES FIGURES

Figure N°	Titre	Page
1	Dents du peigne siphonal (flèche) de <i>Culiseta longiareolat</i> .	02
2	Taches d'écailles sombres sur l'aile (flèche) de <i>Culiseta longiareolat</i>	02
3	Trois bandes blanches longitudinales (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	03
4	Cycle de développement de <i>Cs. longiareolata</i> .	05
5	<i>Ruta graveolens</i>	06
6	Protocole de l'extraction	08
7	Courbe de référence expriment les probits en fonction des logarithmes décimaux des concentrations ($R^2=0,986$).	13
8	Effet de <i>Ruta graveolens</i> (CL50 et CL90) sur le poids corporel (mg) des individus de quatrième stades chez <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm SD$, $n=3$)	14
9	Effet de <i>Ruta graveolens</i> (CL50) sur la largeur du thorax (mm) des larves de quatrième stades chez <i>Culiseta longiareolata</i>	16
10	Effet de <i>Ruta graveolens</i> (CL50 et CL90) sur le volume corporel (mm^3) des larve quatrième stades chez <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus)	17

LISTE DES SYMBOLES

SYMBOLES	Titre
%	Pourcentage
<	Inférieur
>	Supérieur
°C	Degré Celsius
µg	Microgramme
Cm	Centimètre
mm	Millimetre
V	Volume
<i>Cs.longiareolata</i>	<i>Culisetalongiareolata</i>
<i>Cx. pipiens</i>	<i>Culex pipiens</i>
g	Gramme
HE	Huile Essentielle/Huiles essentielles
L4	Larve de stade 4
m	moyenne
S	Ecart type
mg	Milligramme
ml	Millilitre
min	Minute

n	Nombre de répétitions
nm	Nanomètre
p	Coefficient de signification
R²	Coefficient de variation
Trs	Tours
L	Longueur des ailes
Test t	Test de student
±	Plus ou moins
CL50	Concentration létale 50
h	Heure
IC	Intervalle de confiance
L	litre
M	Molaire
m±sem	Moyenne ± écart moyen
mM	Millimolaire
pH	Potentiel hydrogène
ppm	Partie par million
T(-)	Témoin négatif
T(+)	Témoin positif

Table de matières		
	ملخص	
	Abstract	
	Résumé	
	Remerciement	
	Dédicaces	
	Liste des tableaux	
	Liste des figures	
	Liste des symboles	
	Table de matières	
1.	Introduction	01
2.	MATERIE ET METHODES	02
2.1.	Présentation De L'insecte <i>Culiseta longiareolata</i>	02
2.2.	Position Systématique	03
2.3.	Cycle De Développement	04
2.4 .	Présentation de la plante : <i>Ruta graveolens</i>	05
2.4.1 .	Caractéristiques botaniques	05
2.4.2.	Classification botanique	06
2.4.3.	L'utilisation de la plante	06
2.4.3.1.	Culinaire	06
2.4.3.2.	Médicinale	07
2.4.3.3.	Parasites	07
2.4.3.4.	Usage vétérinaire	08
2.5 .	Technique d'élevage à l'état larvaire	08
2.6 .	Extraction des huiles essentielles et traitement	08
3.	Etude toxicologique	09
3.1.	Tests de toxicité	09
3.2.	Etude morphométrique	09
3.	RESULTATS	10
3.1.	Rendement en huile essentielle de <i>Ruta graveolens</i>	10
3.2.	Toxicologie des huiles essentielles de <i>Ruta graveolens</i>	10
3.3.	Impact du <i>Ruta graveolens</i> sur la croissance	13
3.3.1.	Croissance pondérale	13
3.3.2.	Croissance linéaire	15
3.3. 2.1.	Largeur du thorax	15
3. 2.2.	Volume corporel des individus	16
4.	DISCUSSION	19
4.1.	Effet toxicologie de <i>Ruta graveolens</i>	19
4.2.	Effet de <i>Ruta graveolens</i> sur différents aspects physiologiques	20
	CONCLUSION ET PERSPECTIVES	
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	

Introduction

1.INTRODUCTION

Les insectes représentent plus de 60% de l'ensemble des espèces animales décrites et beaucoup d'entre eux restent sans doute encore inconnus. La classe des insectes a réussi à coloniser le quasi totalité des milieux naturels et à s'adapter à de nombreux modes de vie (Rodhain & Perez, 1985). Les insectes sont caractérisés essentiellement par la présence d'un exosquelette constitué par une cuticule rigide qui s'assouplit au niveau des articulations.

Les Culicidae sont responsables de la transmission d'agents pathogènes qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin. Ils représentent, de ce fait, un véritable problème de santé publique. Parmi ces moustiques, certains sont source de nuisance difficilement supportable.

Au cours des vingt dernières années, la faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un certain nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique (Bendali, 1989; Laouabdia Sellami, 1992; Rehim, 1993; Djebbar, 2000; Bendali *et al.*, 2001; Bendali, 2006; Boudjelida *et al.*, 2005, Tine-Djebbar, 2009).

Les moustiques sont généralement contrôlés par les pesticides conventionnels, qui ont montrés des effets secondaires sur les organismes non visés et l'environnement et l'apparition du phénomène de résistance chez les espèces traités (Georgiou & Lagunes-Tejeda, 1992), ceci a encouragé la proposition d'autres moyens de luttés. La méthode biologique, a fait l'objet d'une nouvelle lutte, plus sûre, plus sélective. Elle est représentée par l'utilisation de micro-organisme, champignons, poissons et même des extraits végétaux. Ces dernières induisent des effets toxiques contre différentes espèces de Diptères.

La lutte par les insecticides botaniques est très recommandée, parmi les moyens mis en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs déprédateurs. Dans le bassin méditerranéen, on rencontre un très grand nombre de plantes aromatiques. Son climat riche en luminosité et en chaleur, qu'accompagnent des saisons marquées, exige de la part des plantes des efforts adaptatifs favorable à une richesse moléculaire évolutive leur conférant de multiples propriétés, entre autre l'effet insecticide (Benayad, 2008).

Dans cette perspective, les recherches envisagées visent à évaluer les réponses des populations d'une espèce de moustique, *Culiseta longiareolata*, la plus répandue dans la région de Tébessa (Bouabida, 2012) à l'impact d'un nouvel insecticide à base d'huiles essentielles d'une espèce de *Ruta graveolent* sur :

L'effet des huiles essentielles sur la toxicité d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* et traite leur impact sur différents aspects physiologiques au niveau du stade larvaire (morphométrie et poids)

Matériel

Et Méthodes

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de l'insecte :

Culiseta longiareolata est un insecte nuisible à métamorphose complète ; c'est à dire que la larve ne ressemble pas à l'adulte, plus abondant dans les régions chaudes. Il fait partie des Diptères, famille des Culicidés. Ce moustique a une taille qui varie de 3 à 5 mm (Villeneuve & Désiré, 1965). Il possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites.

Culiseta longiareolata est multivoltine, peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelles (régions froides) et chez les larves (régions tempérées). Les adultes sont présents toute l'année avec un max de densité au printemps et un autre en automne (Bruhnes *et al.*, 1999). Les œufs de *Culiseta* groupés en nacelle sont cylindro-coniques, porte environ 50 à 200 œufs (Boulkenafet, 2006). Les femelles sont sténogames et autogènes. Elles piquent de préférence les vertébrés surtout les oiseaux, très rarement l'humain, l'espèce est considérée comme un vecteur de *Plasmodium* d'oiseau (Bruhnes *et al.*, 1999).

La larve est caractérisée par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées irrégulièrement. Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écailles sombres sur l'aile, le thorax avec trois bandes blanches longitudinales et l'absence des soies longues et fortes au niveau du lobe basal du gonocoxite.

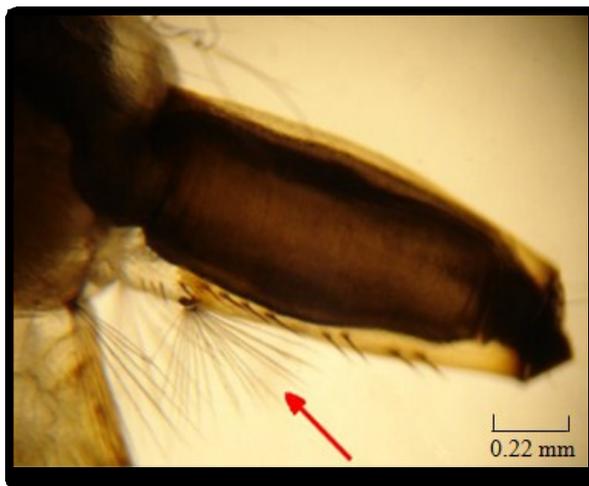


Figure 1. Dents du peigne siphonal (flèche) de *Culiseta longiareolat*. (Bouabida.2014)

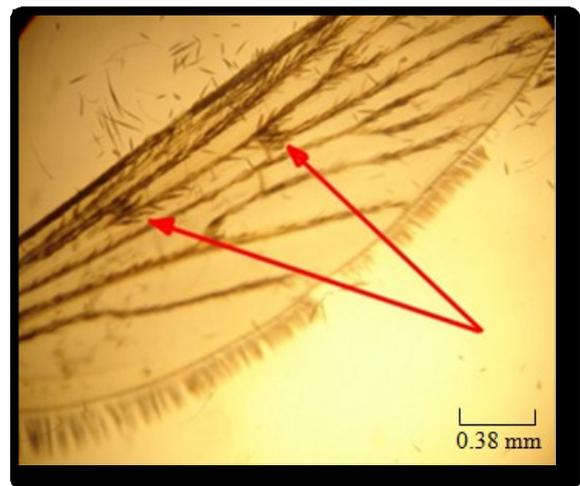


Figure 2. Taches d'écailles sombres sur l'aile (flèche) de *Culiseta longiareolat* (Bouabida.2014)

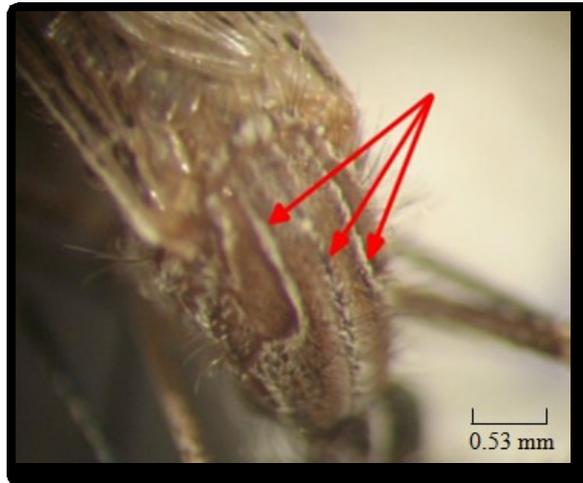


Figure 3. Trois bandes blanches longitudinales (flèche) de *Culiseta longiareolata*. (Bouabida.2014)

2.2. Position systématique :

La position systématique de *Cs. Longiareolata* est la suivante :

Règne: Animalia

Sous-règne: Metazoa

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Hexapoda

Super-classe: Protostomia

Classe: Insecta

Sous-classe: Pterygota

Infra-classe: Neoptera

Super-ordre: Endopterygota

Ordre: Diptera

Sous-ordre: Nematocera

Infra-ordre: Culicomorpha

Famille: Culicidae

Sous-famille: Culicinae

Genre: *Culiseta*

Espèce: *Culiseta longiareolata* (Aitken, 1954).

2.3. Cycle de développement

La biologie de l'adulte est particulière dans le sens où, la femelle, pour amener ses œufs à maturité, a un besoin vital de sang. En effet, ce repas de sang apporte la chaleur et les protéines nécessaires au développement des œufs (Rageau *et al.*, 1970). La vie de cet espèce est composée de 3 stades distincts : les stades larvaires, nymphal (tous deux aquatiques) et le stade adulte (aérien) (Fig04) :

Les œufs : les femelles pondent les œufs sur la surface des gîtes différents (bassins, puits abandonnés, trous des rocher, mers, étangs, canaux, citernes, eau de pluie...), dont l'état de l'eau est toujours stagnant et riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée (Paul, 2009). Les œufs sont fusiformes, ils ont une taille de 0.5 à 1 mm. Au moment de la ponte ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque ; une couleur noire (Peterson, 1980) .

Les larves : le développement des larves à ce stade est exclusivement aquatique, leur déplacement est assuré par des mouvements frétilants caractéristiques, et leur évolution comporte quatre stades, de taille variant de 2 mm à 12 mm (Boulkenafet, 2006). Les larves vivent environ 10 jours. La rapidité du développement des larves dépend de la quantité de nourriture contenue dans l'eau du gîte (Peterson, 1980).

Les nymphes : la nymphe ou pupa est en forme de virgule, mobile, présente un céphalothorax fortement renflé avec deux trompettes respiratoires (Boulkenafat, 2006). La nymphe, également aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), ne se nourrit pas. Il s'agit d'un stade de transition, au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte (Peterson, 1980).

Les adultes (ou l'imago) : une déchirure ouvre la face dorsale de la nymphe et l'adulte se dégage lentement. L'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou ; en général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. L'adulte pourra enfin voler de ses propres ailes, et leur corps est rigide grâce à la membrane chitineuse mince, il est composé de trois parties la tête, le thorax et l'abdomen bien différencié (Boulkenafet, 2006).

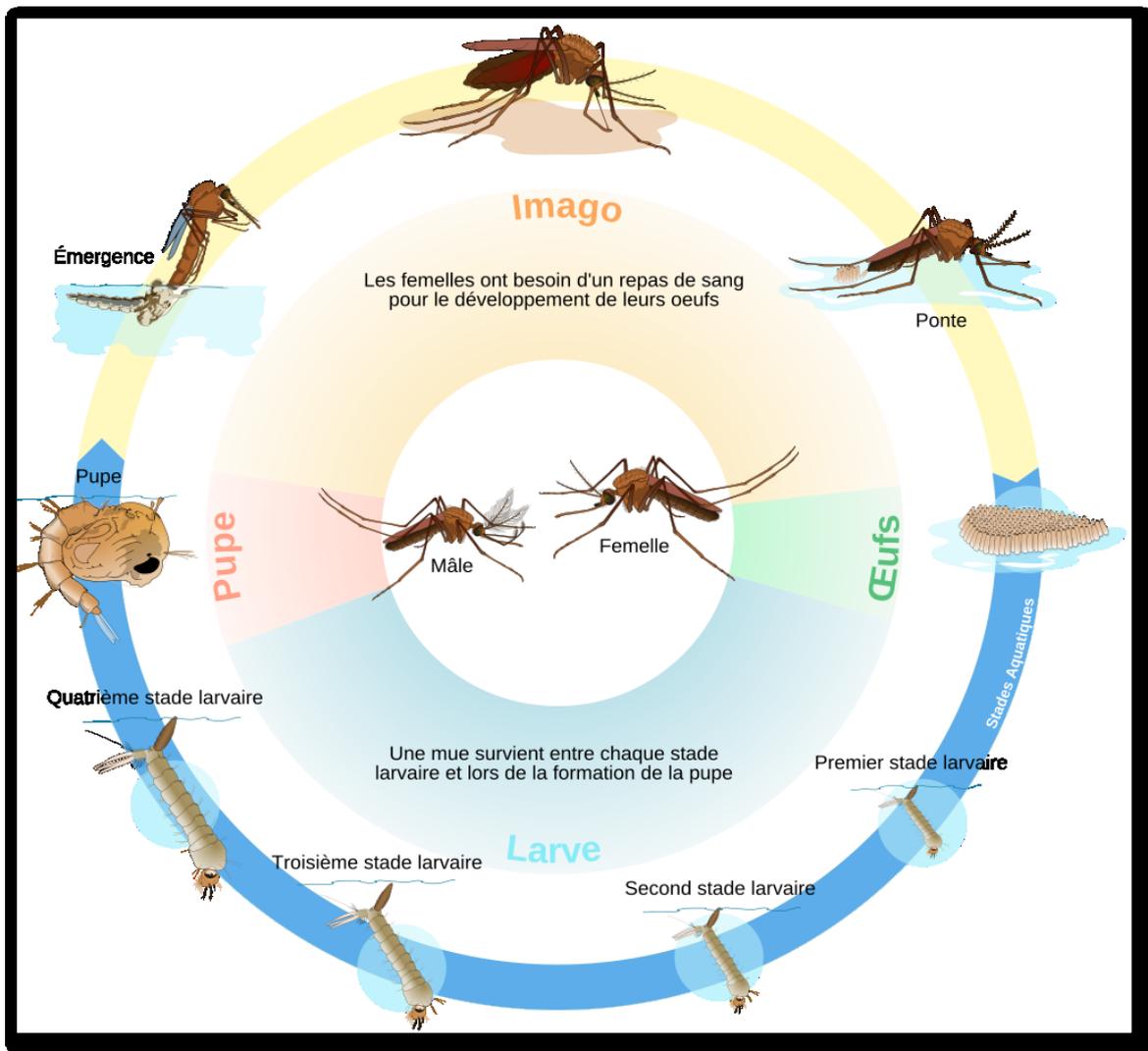


Figure 4. Cycle de développement de *Cs. longiareolata* . (Laurent, 2009)

2.4 . Présentation de la plante : *Ruta graveolens*

2.4.1 . Caractéristiques botaniques

La rue est une plante vivace originaire de la région méditerranéenne. Sauvage ou cultivée, elle est surtout employée pour ses vertus médicinales, mais on l'emploie également dans l'alimentation, la parfumerie et pour le contrôle des ravageurs. La rue est une plante sous-arbrisseau aromatique du pourtour méditerranéen vivace glabre de forme presque arbustive. La rue émet une odeur fétide très forte, plutôt désagréable et le goût de ses feuilles est très amer et acre. Feuilles glauques polylobées. Fleurs jaunes à 5 pétales et à capsules rondes. 1 mètre de hauteur environ. En Europe, la floraison a lieu en mai-juin et la fructification en fin d'été. On y distingue deux variétés cultivées, soit la variété *divaricata* qui

possède des feuilles brillantes de couleur jaune-vert et la variété *variegata* dont les feuilles sont panachées.



Figure 5. *Ruta graveolens* (Laurent, 2009)

2.4.2. Classification botanique

Régne	Plantae
Sous-régne	Tracheobionta
Embranchement	Angiospermae
Sous-embranchement	Eu Angiospermae
Classe	Eudicots
Sous-classe	Core eudicots
Ordre	Sapindales
Famille	Rutaceae
Sous-famille	Rutoideae
Genre	<i>Ruta</i>
Espèce	<i>Ruta graveolens</i> (Duval, 1992).

2.4.3. L'utilisation de la plante

2.4.3.1. Culinaire

Les feuilles fraîches ou séchées sont utilisées en petites quantités (très amères) dans les sauces, oeufs brouillés ou omelettes, fromages blancs et beurrés aux herbes. Très prisée des

Anglo-saxon, *Ruta chalepensis* L. sert aussi à aromatiser des boissons alcoolisées, la bière mais aus

si le vin blanc dont elle rehausse le bouquet. Ainsi les feuilles fraîches peuvent être utilisées pour assaisonner les sauces et les plats de viande mais utiliser modérément à cause du goût amer et des risques de toxicité (Eberhard *et al.*, 2005).

2.4.3.2. Médicinale

- **Peau:** l'effet de la rue sur la peau revêt deux aspects. D'une part, la rue, comme plusieurs rutacées et certaines ombellifères, contient des composés susceptibles de provoquer des dermatites sous l'action du soleil. D'autre part, il est reconnu depuis longtemps que le jus ou la sève des feuilles de la rue sert d'antidote contre les morsures de serpent, les piqûres d'insectes et les allergies dues aux plantes. Elle servirait également à soigner les maladies de peau comme le psoriasis ainsi que les blessures (Duval, 1992).

- **Système nerveux:** la rue est antispasmodique. Les Arabes en mâchent les feuilles, ce qui est sensé calmer tout trouble d'origine nerveuse. Les feuilles fraîches écrasées en application externe soulagent la sciatique. Traditionnellement, la rue était utilisée dans les cas d'épilepsie. Les victimes de la maladie portaient des feuilles de rue au cou pour prévenir les crises (Ait, 2006).

- **Circulation sanguine:** une des propriétés reconnues de la rue est sa capacité pour abaisser la pression artérielle, ce qui en fait une plante utile pour le traitement des vaisseaux sanguins. La rue accroît également le flot sanguin du système gastrointestinal, protégé dans le cas de coliques ou troubles digestifs (Ait, 2006).

- **Sens:** les anciens reconnaissaient les vertus de la rue dans les cas de trouble de la vue. En homéopathie, le jus extrait des plantes fraîches est utilisée pour renforcer la vue, il conseille pour soigner les cataractes de dissoudre les fleurs de rue dans un plat d'eau peu profond exposé au soleil. On baigne les yeux plusieurs fois par jour avec le liquide jaune obtenu en pressant les fleurs ayant trempées dans l'eau. Le jus chauffé soulagera les maux d'oreilles (Ait, 2006).

- **Fertilité:** le pouvoir de la rue est redoutable en ce domaine, la plante agissant sur l'utérus. En petites doses, la rue est bonne pour le soulagement des dysménorrhées. A plus forte dose, la rue est abortive et son utilisation a donc été envisagée comme 'pilule du lendemain'. Autrefois, la rue était utilisée comme anaphrodisiaque pour encourager à la chasteté (Ait, 2006).

2.4.3.3. **Parasites:** la rue est un antihelminthique, un vermifuge et un anti-amibien (Ait, 2006).

2.4.3.4. Usage vétérinaire: la rue a déjà été employée dans de nombreux remèdes vétérinaires surtout pour aider à la délivrance et contre la météorisation chez les bovins, caprins et ovins. D'autres usages, ceux-là empiriques, incluent le traitement des fièvres persistantes des bovins, les parasites intestinaux; de la morve des chevaux; des parasites externes et la prévention de la rage. En homéopathie animale, la rue entre dans la composition d'un remède antirhumatismal et d'une poudre calcique (Ait, 2006).

2.5 .Technique d'élevage à l'état larvaire : Les œufs et les larves de moustiques sont récoltés dans des citernes (2m×1m×1m) située au niveau de différentes régions de la ville de Tébessa et d'El-Hammamet (Wilaya de Tébessa). Les larves sont élevées au laboratoire dans des récipients en plastique contenant d'eau déchlorurée et nourries avec du mélange biscuit 75% levure 25%. L'eau est renouvelée chaque deux jour.

2.6 .Extraction des huiles essentielles et traitement :

Les huiles essentielles sont extraites à partir *Ruta graveolens*. L'extraction est faite par un montage d'hydrodistillation (Fig. 06), elle est réalisée par ébullition pendant 3 heures d'un mélange de 50g de matériel végétal et 500 ml d'eau distillée. Les HES obtenues sont conservées à 4°C dans des tubes bien fermés, en verre ombré.



Figure 6. Montage de l'extraction

3 .Etude toxicologique

3.1. Tests de toxicité

Afin de caractériser l'effet toxicologique des huiles essentielles du *Ruta graveolens* l'égard des larves L4 de *Cs. longiareolata* nouvellement exuvies, il est nécessaire d'estimer concentrations létales (CL50), Les pourcentages de mortalités observées sont corrigés par la formule d'ABBOTT, (1925) lorsque le taux de mortalité des témoins est compris entre 5 et 20%.

Pourcentage de mortalité corrigée = (%)

$$\frac{\% \text{ mortalité des larves traitées} - \% \text{ mortalité des larves témoins} \times 100}{100 - \% \text{ mortalité des larves témoins}}$$

Lorsque ce même taux dépasse 20% le test doit être renouvelé. La formule permet d'éliminer la mortalité naturelle et de connaître la toxicité réelle du pesticide par l'analyse des probits (Finney, 1971). La méthode de (Swaroop et al., 1966) précise l'intervalle de confiance avec une probabilité de 95%. Deux paramètres sont nécessaires: Le 1 er paramètre est des probits, noté par (S) est donné par la formule suivante:

$$\frac{DL84/DL50 + DL50/DL16}{2}$$
$$Fdl50 = S2,77/\sqrt{N}$$

$\text{Log FDI50} = \text{Log} S2,77/\sqrt{N} = (2,77/\sqrt{N}) S.$

$\text{Fdl50} = \text{anti log } A.$

N: effectif total pour les mortalités entre 16 et 84 %.

Limite supérieure est égale $DL50 \text{ Fdl50}.$

Limite inférieure est égale $DL50 / \text{Fdl50}.$

3.2. Etude morphométrique

Plusieurs paramètres morphométriques de l'espèce *Culiseta longiareolata*

1. Largeur du thorax pour les larves du quatrième stade
2. Le poids corporel pour les larves du quatrième stade

Résultats

3. RESULTATS

3.1. Rendement en huile essentielle de *Ruta graveolens*

L'huile essentielle de *Ruta graveolens* obtenue par un hydrodistillateur de type Clevenger est de couleur jaune, claire avec une odeur agréable et avec un rendement de 1.18 ± 0.055 % de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

3.2. Toxicologie des huiles essentielles de *Ruta graveolens*

Les études toxicologiques permettent de déterminer l'efficacité des huiles essentielles de *Ruta graveolens* qui est évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles après 24 h.

Les tests de toxicité sont appliqués sur des larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de *Cs. longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles de *Ruta graveolens* : 2,5, 5, 7, 10, 15 et 20 ppm pendant 24 h. La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le tableau 3 avec des taux variant de 8 % (2,5ppm) à 100 % (20 ppm) avec une relation concentrations – réponse. Après une transformation angulaire des pourcentages de mortalités (Tableau 1), Les données ont fait l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification (Tableau 2) qui révèle un effet- concentrations très hautement significatif ($p < 0,001$).

Tableau 01 : Effet des huiles essentielles extraites de *Ruta graveolens* (ppm) sur le taux (%) de mortalité observée chez les larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de *Cs. longiareolata* ($m \pm sem$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 25 individus).

Concentrations	Témoins	Témoins	2,5ppm	5 ppm	7 ppm	10ppm	15 ppm	20 ppm
Répétitions	-	+						
1	0	0	8	36	52	72	84	100
2	0	0	8	28	52	76	92	100
3	0	0	12	32	48	72	88	100
m ± sem	0,00±0,0	0,00±0,0	9,33±1,78	32±2,67	50,67±1,78	73,33±1,78	88±2,67	100±0,0

Tableau02. Effet des HE extraites de *Ruta graveolens* (ppm) appliquées sur des larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de *Cs. longiareolata*. Transformation angulaire du taux de mortalité corrigée ($m \pm \text{sem}$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 25 individus).

Concentrations	2,5 ppm	5 ppm	7,5 ppm	10ppm	15 ppm	20 ppm
Répétitions						
1	16,43	36,87	46,15	58,16	66,42	84,26
2	16,43	31,95	46,15	60,67	73,57	84,26
3	20,27	34,45	43,85	58,16	69,73	84,26

Tableau 03 : Effet des huiles essentielles extraites de *Ruta graveolens* (ppm) chez les larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de *Cs. longiareolata* Analyse de la variance des données.

Source de variation	ddl	SCE	CM	Fobs	P
Factorielle	5	17977,78	3595,56	449,44	0,000***
Résiduelle	12	96,00	8		
Totale	17	18073,78			

Les concentrations létales, la CL50 (où l'insecticide induit la mortalité de 50 % de la population ciblée), et la CL 90 (qui provoque la mortalité de 90 % de la population) sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression (figure 7) qui exprime le probit du pourcentage de mortalité en fonction du logarithme décimal des concentrations des HE (Tableau 6 et 7). Les concentrations CL50, déterminées sont respectivement de 6,01 mg/l (intervalle de confiance : 5,65 – 6,88) et 11,06 mg/l (intervalle de confiance : 9,45 – 12,93), avec un Slope de 1,60 (Tableau 8).

RESULTATS

Tableau 04: Effet des HE extraites de *Ruta graveolens* (ppm) sur le taux (%) de mortalité chez les larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de *Cs. longiareolata* : transformation en probits des mortalités ($m \pm \text{sem}$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 25 individus).

Concentrations (mg/l)	2,5 ppm	5 ppm	7,5 ppm	10 ppm	15 ppm	20 ppm
Probits	3,67±0,1	4,53±0,08	5,02±0,04	5,63±0,05	6,19±0,14	8,72±0,00

Tableau 05. Effet des huiles essentielles extraites de *Ruta graveolens* (ppm), appliquées sur les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Cs. longiareolata* sur le taux de mortalité corrigée : transformation des concentrations (ppm) en logarithmes décimaux.

Concentrations (mg/l)	2,5 ppm	5 ppm	7 ppm	10 ppm	15 ppm
Log concentrations (x)	0,4	0,7	0,84	1	1,76

Tableau 06: Efficacité des HE extraites de *Ruta graveolens* sur des larves du quatrième stade nouvellement exuvies de *Cs. longiareolata*, analyse des probits.

	Equation	R ²	Slope	CL50 (mg/l) IC (50%)	CL 90 (mg/l) IC (95%)
HE de <i>Ruta graveolens</i>	$y = 4,842x + 1,229$	0,828	1,60	6,01 (5,65 – 6,38)	11,06 (9,45 – 12,93)

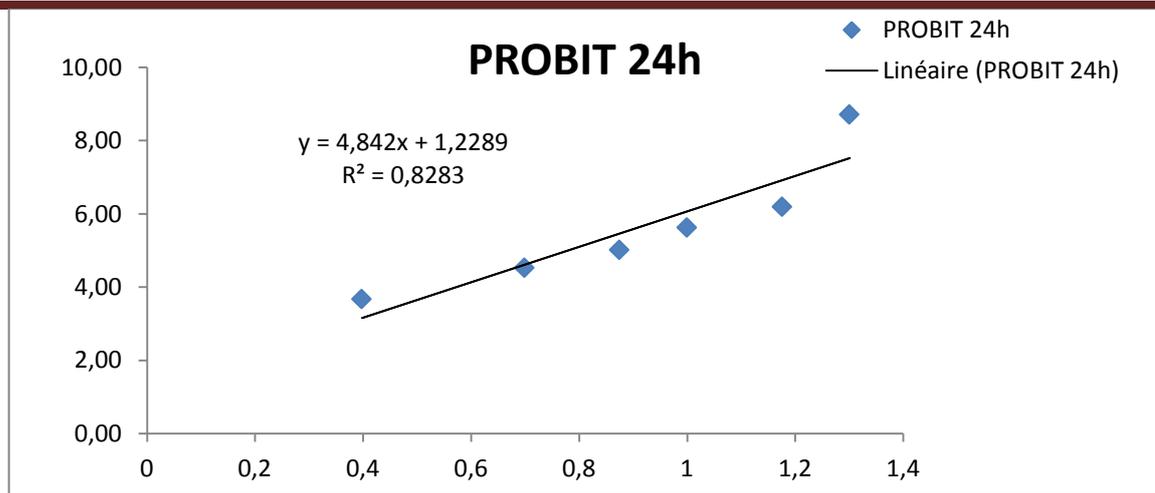


Figure 7. Courbe de référence expriment les probits en fonction des logarithmes décimaux des concentrations ($R^2=0,828$).

3.3. Impact du *Ruta graveolens* sur la croissance

Ruta graveolens appliqué avec une concentration CL50 sur Les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* au différent période 24h, 48h, 72h.

3.3.1. Croissance pondérale

Les résultats de l'évolution du poids corporel des larves du quatrième stade de *Culiseta longiareolata* est mentionné dans le tableau 7.

Les résultats obtenus montrent que le poids corporel des larves du quatrième stade témoins et traités (CL50) diminution non significative au cours des différents périodes (24h, 48h et 72h).

La comparaison des moyennes par le test *t* de Student montre que le traitement avec la concentration (CL50) provoque une diminution significative ($p=0,044$) a 24heures meme remarque cette diminution est significative a 48 heure et 72 heure ($p=0,042$) ($p=0,038$) respectivement.

Tableau 07 : Effet de *Ruta graveolens* (CL50) sur le poids (mg) des larves L4 chez *Culiseta longiareolata* ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	CL50
24	5,230 ± 0,130 a A	4,130 ± 0,150 b A
48	5,830 ± 0,330 a A	4,570 ± 0,230 b A
72	5,980 ± 0,180 a A	4,660 ± 0,260 b A

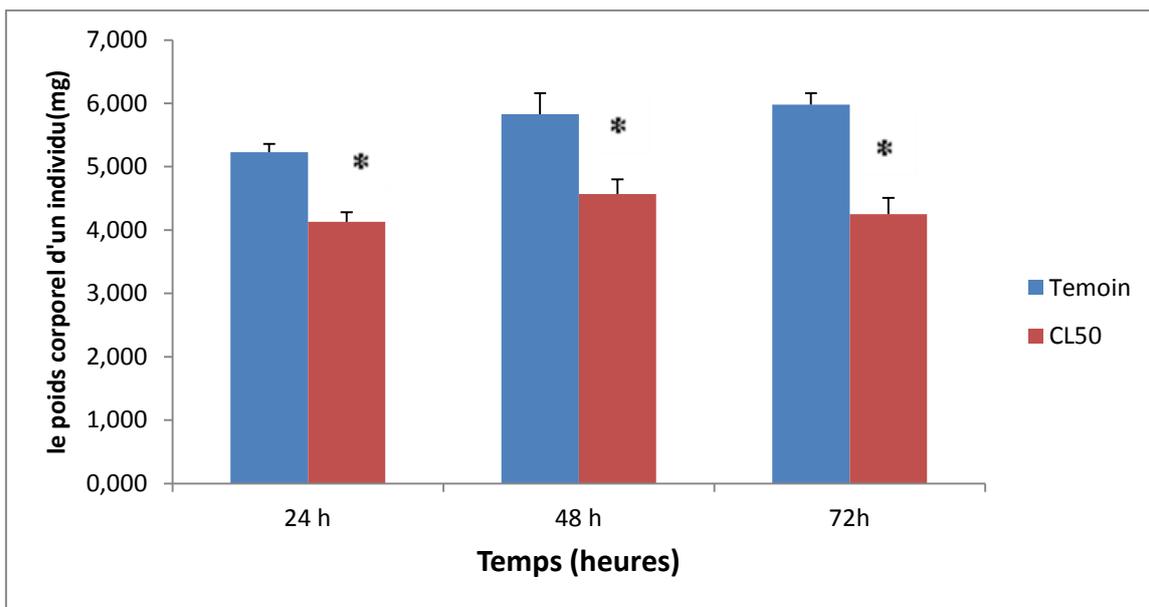


Figure 8. Effet de *Ruta graveolens* (CL50) sur le poids corporel (mg) des individus de quatrième stades chez *Culiseta longiareolata* ($m \pm SD$, $n=3$): comparaison des moyennes*Différence significative ($p<0,05$) entre les séries témoins et traitées.

3.3.2. Croissance linéaire

L'effet de *Ruta graveolens* (CL50) a été évalué sur certains paramètres morphométriques : la largeur du thorax des larves 4 le volume corporel (V) des individus témoins et traités.

3.3. 2.1. Largeur du thorax

Les résultats obtenus dans le (Tableau 8) montrent que La largeur du thorax des larves du quatrième stade témoins et traités (CL50) augmentent significative ($p < 0,05$) au cours des différents périodes (24h, 48h et 72h).

La comparaison des moyennes par le test *t* de Student montre que le traitement avec la concentration (CL50) provoque une diminution non significative ($p = 0,064$) de la largeur du thorax (mm) a 24heures par contre cette diminution est significative a 48 heure et 72 heure ($p = 0,049$) ($p = 0,041$) respectivement

Tableau 08 : Effet *Ruta graveolens* (CL50) sur la largeur du thorax (mm) des larves 4 chez *Culiseta longiareolata* ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	CL50
24	1,90 ± 0,03 a A	1,70 ± 0,05 a A
48	2,10 ± 0,10 a B	1,80 ± 0,07 b B
72	2,40 ± 0,08 a C	2,10 ± 0,10 b C

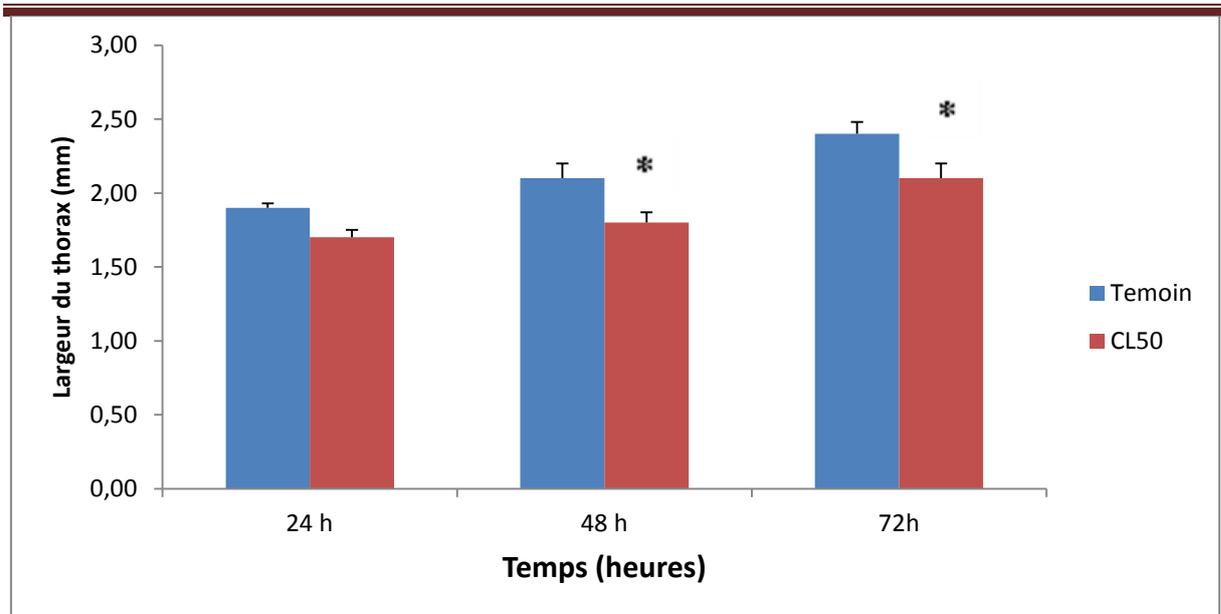


Figure 9. Effet de *Ruta graveolens* (CL50) sur la largeur du thorax (mm) des larves de quatrième stades chez *Culiseta longiareolata* ($m \pm SD$, $n=3$): comparaison des moyennes*Différence significative ($p<0,05$) entre les séries témoins et traitées.

3. 2.2. Volume corporel des individus

Les résultats obtenus dans le (Tableau 9) montrent que le volume corporel des larves témoins et traités (CL50) augmentent très hautement significative ($p<0,001$) au cours des différents périodes (24h, 48h et 72h).

La comparaison des moyennes par le test t de Student montre que le traitement avec la concentration (CL50) provoque une diminution significative ($p=0,024$) du volume corporel des larves L4 a 24heures et une diminution hautement significative a 48 heure et 72 heure ($p=0,009$) ($p=0,008$) respectivement

Tableau 9 : Effet du *Ruta graveolens* (CL50) sur le volume corporel (mm³) des larves quatrième stades chez *Culiseta longiareolata* (m ± SD, n = 3 répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	CL50
24	6,85 ± 0,03 a A	4,91 ± 0,05 b A
48	9,26 ± 0,10 a B	5,83 ± 0,07 b B
72	13,82 ± 0,08 a C	9,26 ± 0,10 b C

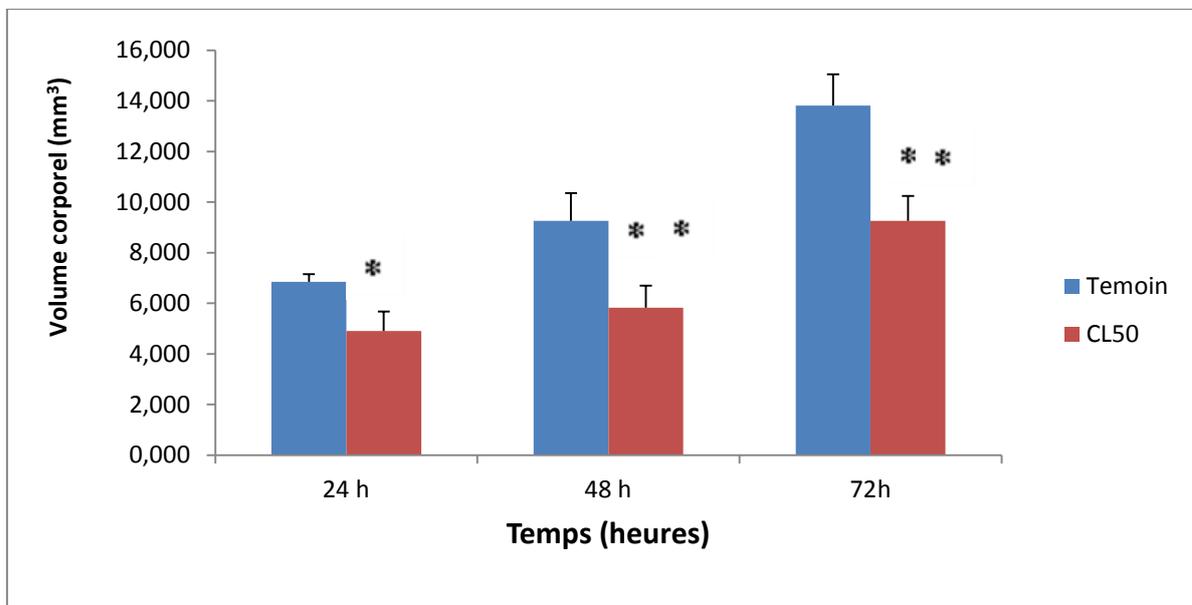


Figure 10. Effet de *Ruta graveolens* (CL50) sur le volume corporel (mm³) des larves quatrième stades chez *Culiseta longiareolata* (m ± SD, n = 3 répétitions comportant chacune 10 individus): comparaison des moyennes*Différence significative (p<0,05) ** Différence hautement significative (p<0,01) entre les séries témoins et traitées.

Discussion

4. DISCUSSION

Les huiles essentielles extraites de *Ruta graveolens* obtenues sont de couleur jaune très pâle, d'odeur aromatique épicée, et avec un rendement de 0,055% à partir de la partie aérienne de la plante. Ce rendement varie d'une plante à une autre, il est de 0,5% chez *Artemisia mestlantica*, de (0,1- 0,35%) chez la rose, de (0,5-1%) chez la menthe poivrée et le néroli, de (1-3%) chez l'anis, de (0,8- 2,8%) chez la lavande, de (1-2,5%) chez le romarin, de (2-2,75%) chez le thym (Edward *et al.*, 1987) et de (1,3-1,6%) chez le basilic (Badani, 2014). Une autre espèce, *Lavandula stoechas* a enregistré un rendement de 0,77 à 1,2% (Mohammedi et Atik, 2011). Cette variation en huile essentielle, tant au niveau de leur composition, que rendement, peut s'expliquer par différents facteurs : d'origine intrinsèque, lié au bagage génétique de la plante ou extrinsèque, liés aux conditions de la croissance et du développement de la plante (in Bouguerra, 2012). D'autres facteurs peuvent également influencer ce rendement : l'espèce, la période de récolte, les pratiques culturales, la technique d'extraction, la température et la durée de séchage et l'état physiopathologique de la plante (Svoboda & Hampson, 1999; Smallfield, 2001; Tchoumboungang *et al.*, 2005 ; 2006). De plus, ces variations ont été notées entre les espèces du même genre tel que *Ocimum*, avec un rendement de 1,71% chez *Ocimum minimum* (Özcan et Chalchat, 2002), et de 1,46% chez *Ocimum gratissimum* (Camara, 2009) et *Ocimum canim* (Akantetou *et al.*, 2001).

4.1. Effet toxicologie de *Ruta graveolens*

Les furanocoumarines et l'huile essentielles de *Ruta graveolens* peuvent provoquer des troubles graves. Du fait que les furanocoumarines (psoralènes) sont phototoxiques. Elles induisent, par contact des feuilles contuses suivi d'une exposition au soleil, une dermatite aigue qui ressemble à une brûlure du premier ou du deuxième degré.

On considère que ces mécanismes sont uniques et que les bioinsecticides a base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces les bioinsecticides peuvent être utilisés seuls et a répétition sans potentiellement incite le développement de la résistance chez les ravageurs. Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger la durée de vie de ces derniers.

La toxicité est évaluée a partir du au de mortalité enregistré après traitement et qui dépend des doses administrée. Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de *Ruta graveolens* a l'égard des larves du quatrième stade de *Culiseta longiareolata*, dont les résultats montrent une activité larvicide avec une relation dose – réponse.

Cependant, les résultats obtenus au cours de notre travail révèlent les doses létales des huiles essentielles extraites de *Ruta graveolens* (7.5ppm) pour de *Culiseta longiareolata*, correspondant à la CL50. Par rapport d'autre travail (CHETTAT, 2013) sur la *Mentha piperita* les doses létales des huiles essentielles extraites est égale 12.02ppm (CL50) et les travaux de Gouasmia et Bouchagoura, 2013 sur la même espèce *Culiseta longiareolata* par rapport *Lavandula dentata* CL50= 113,38 mg/l et CL90= 150,38mg/l

4.2. Effet de *Ruta graveolens* sur différents aspects physiologiques au niveau du stade larvaire (morphométrie et poids)

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman 1999). Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, leur mécanisme d'action est méconnu et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (Isman 2000). On considère que ces mécanismes sont uniques et que les biopesticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces biopesticides peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les ravageurs.

Le processus de la croissance larvaire et le contrôle endocrine de la métamorphose ont été étudiés chez les Lépidoptères, essentiellement *Manduca sexta* (Nijhout, 1994). Nijhout (1975) est le premier auteur qui a décrit des paramètres morphométriques de *Manduca sexta* et leur seuil critique pour contrôler la libération des hormones indispensables à certaines activités physiologiques. Le volume corporel des moustiques peut influencer quelques paramètres essentiels tels que le volume du repas sanguin consommé, le degré de son utilisation dans les voies métaboliques et le nombre d'œufs qui arrive à la maturation (Hosoi, 1954 b; Van Den Heuvel, 1963). Colless & Chellapah (1960) ont démontré la relation entre la fécondité d'*Aedes aegypti* et la quantité de sang ingéré qui sont tous deux sous le contrôle du volume corporel, déterminant d'une part l'oogenèse et d'autre part, le nombre d'œufs produits.

Le poids corporel chez les insectes dépend généralement de la présence de la nourriture dans leurs habitats, des conditions environnementales et surtout des caractères héréditaires de chaque espèce (Braquenier, 2009).

Nos résultats montrent que le traitement par *Ruta graveolens* (CL50) chez le stade larvaire de *Culiseta longiareolata*, cause une réduction de divers paramètres biométriques comme ; la largeur du thorax des larves 4, le poids corporel. , (Tine-Djebbar, (2009) révèle que

l'halofénozide appliqué sur les larves du quatrième stade de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* perturbe les paramètres biométriques des individus, même remarque pour les travaux de et (Bouabida, 2017) après l'utilisation de spiromesifene.

Chez la même espèce Torchane et Bougatouf, (2015), montre que le traitement par le *Lavandula dentata* (CL50 et CL90) provoque une diminution des paramètres morphométriques. chez les larves du quatrième stade de *Cs longiareolata*.

Conclusion

et

perspective

Conclusion et perspectives

Le travail réalisé, nous a permis d'évaluer l'effet des huiles essentielles sur la toxicité d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* et traite leur impact sur différents aspects physiologiques au niveau du stade larvaire (morphométrie et poids).

Les huiles essentielles de *Ruta graveolent* obtenues par un hydrodistillateur de type Clevenger sont de couleur jaune claire avec une odeur agréable et avec un rendement de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

Le traitement par les HE de *Ruta graveolent* chez les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* a permis d'établir les concentrations létales la CL50 = 5ppm et la CL90= 15ppm. Les HE montrent une activité insecticide avec une relation concentration réponse.

L'application des H.E de *Ruta graveolent* chez les larves du quatrième stade larvaire nouvellement exuviées avec la concentration létale CL50 (5ppm), exercent une perturbation sur différents aspects morphologiques chez les larves du quatrième stade (morphométrie, poids et volume corporel) comparativement aux témoins.

Au demeurant, le présent travail qui consiste à identifier l'effet des HE de *Ruta graveolent* sur une espèce de moustique, mérite d'être repris et développé, de manière à établir d'autres effets sur les moustiques dans la région de Tébessa. Ce travail mériterait aussi d'être approfondi par de nouvelles voies d'approche (enzymologie et biologie moléculaire) qui pourraient peut être élucidé certains problèmes.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

A

Aitken, T. H. G. (1954). The culicidae of Sardinia and Corsica Diptera. *Bulletin of Entomological Research*, **45**: 437-494.

Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F. & Mahari, S. (2006). Évaluation 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 *Anophele maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 10 (2): 67 — 71.

B

Benayad, N. (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V- Agdal. Rabat, 63p.

Bouabida, H. (2014) Inventaire des moustiques de la région de Tébessa et bioactivité du spiromesifène sur la reproduction de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* : aspects écologique et biochimique. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba. 131

Boulkenafet, F. (2006). Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda. Présentation pour l'obtention du Diplôme de Magister en entomologie (option : application agronomique et médicale). 191 p.

Bruhnes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. & Hervy, J. P. (1999). Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).

Benayad, N. (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V – Agdal. Rabat, 63 p.

Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. & Hervy, J. P. (1999). Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).

Benayad, N. (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V- Agdal. Rabat, 63p.

Braquenier, J. B. (2009). Etude de la toxicité développementale d'insecticides organophosphorés : Analyse comportementale de la souris CD1. *Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat*, Université de Liege, 217 p.

C

Chadwick, L. E. (1963). Actions on insects and other invertebrates. In **Koelle, G.** *Cholinesterase and Anticholinesterase Agents*. Springer, Berlin, pp. 741-798.

Chettat Hibat-Allah, 2013, Etude insecticide des huiles essentielles de *Mentha piperita* à l'égard d'une espèce de moustique *Culisitalongiorelata*, Mémoire de Master, Université Chikh L'Arbi Tebessi-Tebessa (Algérie), 21.

D

Daas, O. (2006). Eude biologique des deux espèces Myriapodes *Chilopodes* : *Eupolybothrus nudicornis* et *Lithobius forficatus*. Effets de traitement hormonaux et insecticides sur l'ovogénèse. Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Annaba. Algérie. 180 p.

Darrouzet, E. (2006). Insecticides et mortalité des Abeilles domestiques. *Insecte.*, 142 (3) : 15-17.

E

Eldefrawi, A. T. (1985). Acetylcholinesterases and anticholinesterases. In Kerkut, G. A., & Gilbert, L. *I. Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. Pergamon Press, Oxford, pp. 115-130.

F

Fossi, M. C., Leonzio, C., Massi, A., Lari, L. & Casini, S. (1992). Serum esterase inhibition in birds : A non-destructive biomarker to assess organophosphorus and carbamate contamination. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, **23**: 99 – 104.

G

Goldsworthy, A. C., Mordue, W. et Guthkelch, J. (1972). Studies on insect adipokinetic hormone. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **18** : 306-314.

H

Haubruge, E. & Amichot, M. (1998). Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens. France. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 2 (3): 161–174.

I

Ishaaya, I. (2001). Biochemical sites of insecticide action and resistance. *Berlin Heidelberg, New York, Springer-Verlag.*, 323-338.

J

K

Kasai, S., Weerasinghe, I.S. & Shano, T. (1998). P450 monooxygenases are an important mechanism of permethrin resistance in *Culex quinquefasciatus*. Say larvae. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology.*, **37**: 47 – 56.

L

Laurent, G. (2009). Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie., 29 : 160 – 189.

M

Maiza A., Rehamnia F., Bensbaa, F., Kilani-Morakchi, S &Aribi, N. (2010). Activité d'un bio-pesticide, le spinosad chez *Blattella germanica*: analyse quantitative des lipides ovariens et effets sur le malondialdéhyde. 2ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et 4èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie.

N

Nuttall, I. (1997). Web pages, Division of control of tropical Diseases world health organization, Geneva, Switzerland

O

P

Paul, R. (2009). Généralités sur les moustiques du littoral méditerranéen français. *EID méditerranée*. Pages 1-11

Peterson, E. L. (1980). A limit cycle interpretation of a mosquito circadian oscillator. *J. Theor. Biol.*, **84**: 281–310.

Q

Quezel, P., Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, vol. II, Ed. CNRS, Paris.

R

Rageau, J., Mouchet, J. & Abonnec, E. (1970). Répartition géographique des moustiques (*Diptera : Culicidae*) en France. *Ent. méd. Parasitol.*, **8 (3)**. 29 pages.

Rehimi, N. & Soltani, N. (1999). Laboratory evolution of alsystine. A chitin synthesis inhibitor agonist *Culex pipiens* L. (*Diptera: Culicidae*). Effects on development and cuticle secretion. *J. Appl. Ent.*, **123**: 437 - 441.

Rodhain F., Perez C. (1985). Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Maloine .SAEdeur 27, Rue de l'école médecine 75006, Paris .443.

S

Samuel, O. & Laurent, L. S. (2005). Profil toxicologique des insecticides retenus pour le contrôle des insectes adultes impliqués dans la transmission du virus du Nil occidental au Québec. Institut national de santé publique du Québec. Canada. N° 378. Vol 86.

Saci-Messiad, R. (2006). Effet d'un régulateur de croissance, l'azadrachine chez *Blattellagermanica* (Dictyoptera : Blattellidae) : physiologie, activité enzymatique et comparaison de la détoxification avec d'autres groupes de pesticides. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master Université de Badji Mokhtar- Annaba-. 94 pages.

T

Tine-Djebbar F. (2009). Bioécologie des moustiques de la région de Tébessa et évaluation de deux régulateurs de croissance (halofenozide, méthoxyfenozide) à l'égard de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* : toxicologie, morphométrie, biochimie et reproduction. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba.

U

Urquhart G.M., Armour J., Duncan J.L. (1996). *Veterinary Parasitology*, 2^o Edition, Oxford: Blackwell sciences, 307.

V

Villeneuve, F. & Désiré, C. H. (1965). *Zoologie*. Bordas, 1^{ère} édition, 323 p.

W

Wilson T .G. (1988). A correlation between juvenile hormone deficiency and vitellongenicoocyte degeneration in *Drosophila melanogaster*. *Rousc's Arch.Dev.Biol* 191 : 257-263.