



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 de Biologie des êtres vivants

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science de la Nature et de la Vie (SNV)

Filière : Sciences Biologiques

Option : Ecophysiologie animale

**Thème :**

**Etude de l'effet de l'huile essentielle de *Petroselinum sativum* sur deux espèces de moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* : Durée de développement et anomalies morphologiques**

Présenté par :

**Melle. SAHLI Rawnak**

Devant le jury :

<b>Dr. BOUABIDA Hayette</b>	<b>MCA</b>	<b>Université de Tébessa</b>	<b>Président</b>
<b>Mme. SEGHIER Hanane</b>	<b>MAA</b>	<b>Université de Tébessa</b>	<b>Promoteur</b>
<b>Dr. ZEGHIB Assia</b>	<b>MCB</b>	<b>Université de Tébessa</b>	<b>Examineur</b>

Date de soutenance : Le 24/06/2018

# Remerciement

*Avant tout, je remercie **DIEU** qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage pour achever mes études. Et « quiconque ne remercie pas les gens, ne remercie pas Dieu »*

*Je remercie fortement mon encadreur: **Mme SEGHIER Hanane** de m'avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien ce travail.*

*Un grand remerciement aux honorables membres du jury :*

***Dr. BOUABIDA Hayette** d'avoir accepté la présidence du jury de notre travail, qu'elle trouve ici toutes nos expressions respectueuses.*

***Dr. ZEGHIB Assia** d'avoir accepté de faire partie des membres du jury.*

*Je tiens à remercier aussi tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans l'élaboration de mon mémoire.*

RAWNEK  
2019  
**RAWNEK**  
**2019**



# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :*

- ✚ A mon cher Papa qui a su se montrer patiente, compréhensif et encourageant, sa chaleur paternelle a été et sera toujours pour moi d'un grand réconfort.*
- ✚ Ma chère Mère, qui a beaucoup souffert pour moi, et qui sans elle je ne serais pas parvenu à grand-chose;*
- ✚ Mon grand frère RACHID et toutes mes sœurs.*
- ✚ Mes petits neveux: hadil. Abdelrahman. Zaineb. Nidhal. Takoua. Malak.*
- ✚ Toute ma famille.*
- ✚ Mes chers amis rafika. Fatiha. Zouhour. sabrine*
- ✚ Tous mes amis sans exception.*

RAWNAK  
2019  
**RAWNAK**  
2019



# Résumé

## الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير الزيوت العطرية المستخرجة من بتروسيلينوم ساتيفوم فيما يتعلق بنوعين من البعوض كوليسيتا لونجياربولاتا وكوليكس بيبينس ، الأكثر انتشارًا في منطقة تبسة. تم دراسة العديد من المعلمات:

-مدة تطور نوعين من البعوض في مرحلة اليرقات (يرقات طور مرحلي جديد تم الزفير) حتى ظهور البالغين من أجل السيطرة وسلسلة العلاج

-نسبة الجنس في السلسلة التي عولجت بالمساهمة في سلسلة السيطرة على نوعي البعوض

-التشوهات المورفولوجية في السلسلة المعالجة لكلا النوعين من البعوض.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن زيت essentella الخاص بـ *Petroselinum sativum* يزيد من وقت تطوير *Culiseta longiareolata* و *Culex pipiens*. يزيد أيضًا من عدد الذكور البالغين في كلا النوعين من البعوض.

وقد لوحظت العديد من الانحرافات المورفولوجية في *Culiseta longiareolata* و *Culex pipiens*.

**الكلمات المفتاحية:** بتروسيلينوم ساتيفوم ، زيت أساسي ، كيولس بيبينس ، كوليسيتا لونجياربولاتا ، وقت التطوير ، نسبة الجنس ، التشوهات المورفولوجية.

## Résumé

Cette étude vise à tester l'effet de l'huile essentielle extraite de *Petroselinum sativum* à l'égard de deux espèces de moustique *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*, les plus répandues dans la région de Tébessa. Plusieurs paramètres ont été étudiés :

- La durée de développement des deux espèces de moustiques de stade larvaire (larves de 3<sup>ème</sup> stade nouvellement exuviées) jusqu'à l'émergence des adultes pour les séries témoins et traitées
- Le ratio sexe chez les séries traitées par rapport à la série témoin pour les deux espèces de moustiques
- Les anomalies morphologiques chez les séries traitées pour les deux espèces de moustiques.

Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle de *Petroselinum sativum* augmente la durée de développement de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*. Aussi augmente le nombre des adultes mâles chez les deux espèces de moustiques.

Plusieurs aberrations morphologiques ont été observées chez *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*.

**Mots clés:** *Petroselinum sativum* , huile essentielle , *Culex pipiens* , *Culiseta longiareolata* , durée développement , ratio sexe , anomalies morphologiques .

## **Abstract**

This study aims to test the effect of the essential oil extracted from *Petroselinum sativum* with respect to two species of mosquito *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens*, the most widespread in the Tebessa region. Several parameters have been studied:

- The duration of development of the two larval stage mosquito species (newly exhaled 3rd instar larvae) until the emergence of adults for the control and treated series
- The sex ratio in the series treated by contribution to the control series for the two mosquito species
- Morphological abnormalities in the series treated for both mosquito species.

The results obtained show that the essential oil of *Petroselinum sativum* increases the development time of *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens*. Also increases the number of adult males in both species of mosquitoes.

Several morphological aberrations were observed in *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens*.

Key words: *Petroselinum sativum*, essential oil, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, development time, sex ratio, morphological abnormalities.

# **Sommaire**

## Sommaire :

1. Introduction.....	01
2. Matériel et Méthodes.....	03
2.1. Généralités sur les Culicidés.....	03
2.1.1. Cycle de développement des moustiques.....	03
A. Œuf.....	04
B. Larve.....	06
C. Nymphe.....	07
D. Adulte.....	07
2.1.2. Présentation de <i>Culex pipiens</i> et <i>Culiseta longiareolata</i> .....	08
2.1.2.1. Présentation de <i>Culex pipiens</i> .....	08
A. Clés d'identification du genre du <i>Culex pipiens</i> .....	08
B. Caractères morphologique du <i>Culex pipiens</i> .....	09
C. Position systématique du <i>Culex pipiens</i> .....	10
2.1.2.2. Présentation du <i>Culiseta longiareolata</i> .....	10
A. Clé d'identification du <i>Culiseta longiareolata</i> .....	10
B. Caractère morphologique du genre <i>Culiseta longiareolata</i> .....	10
C. La position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	12
2.1.3. Technique d'élevage.....	12
2.2. Présentation de la plante.....	13
2.2.1. Description botanique de <i>Petroseinum crispum</i> .....	13
2.2.2. Origine et position systématique.....	14
2.2.2.1. Origine.....	14
2.2.2.2. Position systématique.....	14
2.2.3. Utilisations du persil.....	15
2.3. Huiles essentielles .....	15
2.3.1. Définition des huiles essentielles .....	15
2.3.2. Localisation et structure histologique des huiles essentielles.....	16
2.3.3. Composition chimique des huiles essentielles.....	16
2.3.3.1. Les composés terpéniques.....	17
A. Les monoterpènes.....	17
B. Les sesquiterpènes.....	17
2.3.3.2. Les composés aromatiques dérivés du phenylpropane.....	17
2.3.3.3. Les composés d'origines diverses.....	18

2.4. Extraction des huiles essentielles.....	18
2.4.1. Hydrodistillation.....	19
2.4.2. Rendement en huile essentielle.....	20
2.5. Traitement.....	20
2.6. Détermination de la durée de développement.....	20
2.7. Analyse statistique.....	20
3. Résultats.....	21
3.1. Rendement en huile essentielle de <i>Petroselinum crispum</i> .....	21
3.2. Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum crispum</i> sur la durée de.....	21
développement de <i>Culiseta longiareolata</i> et <i>Culex pipiens</i>	
3.3. Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum crispum</i> sur le ratio sexe de <i>Culiseta...</i>	22
<i>longiareolata</i> et <i>Culex pipiens</i>	
3.4. Anomalies morphologiques.....	23
4. Discussion.....	25
4.1. Rendement en huile essentielle de <i>Petroselinum crispum</i> .....	
4.2. Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum sativum</i> sur la durée de.....	
développement de <i>Culiseta longiareolata</i> et <i>Culex pipiens</i>	
4.3. Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum crispum</i> sur le ratio sexe de <i>Culiseta...</i>	
<i>longiareolata</i> et <i>Culex pipiens</i>	
4.4. Anomalies morphologiques.....	
5. Conclusion	
Références bibliographiques	



# Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Cycle de développement de moustique (Laurent, 2009).	04
Figure 02	œufs de <i>Culex pipiens</i> (Resseguier, 2011)	05
Figure 03	Larve de <i>Culex pipiens</i> (Brunhes et al, 1999)	06
Figure 04	Siphon respiratoire <i>Culex pipiens</i> (Gr : X 1000) (Aissaoui, 2014)	06
Figure 05	Mentum de <i>Culex pipiens</i> de (Gr:X1000) (Aissaoui, 2014).	06
Figure 06	la nymphe du <i>Culex pipiens</i> (Zerroug, 2012 )	07
Figure 07	<i>Culex</i> adulte ou imago [Balenghien, 2007]	08
Figure 08	Soies siphonal de <i>Culex pipiens</i> (Bouabida, 2014).	09
Figure 09	Tergites abdominaux de <i>Culex Pipiens</i> (Bouabida, 2014).	09
Figure 10	Dents du peigne siphonal (flèche) de <i>Cs longiareolata</i> (Gr X40) (Tine-Djebbar, 2009).	11
Figure 11	Taches d'écailles sombres sur l'aile (flèche) de <i>Cs longiareolata</i> (Gr : X 60) (Tine-Djebbar, 2009).	11
Figure 12	TroisBandes blanches (flèche) de <i>Cs longiareolata</i> (Gr : X 40) (Tine-Djebbar, 2009).	11
Figure 13	Lobe basal du gonocoxite (flèche) de <i>Cs longiareolata</i> (Gr : X 150)	12
Figure 14	Petroselinum sativum ( <a href="http://nature.jardin.free.fr/annuel/nmauric_petroselinum_sativum.h">http://nature.jardin.free.fr/annuel/nmauric_petroselinum_sativum.h</a> )	13
Figure 15	Le fruit de persil ( <a href="http://www.herboristeriebardou.com.fr/PMA471fr">http://www.herboristeriebardou.com.fr/PMA471fr</a> )	14
Figure 16	Montage de l'hydrodistillateur de type clevenger(photo personnelle)	18
Figure 17	Échec de la mue chez <i>Cs longiareolata</i> (×15)	24
Figure 18	Réduction de la taille de la larve chez <i>Culex pipiens</i> . (×15)	24
Figure 19	Déformation de la tête de la larve de <i>Culex pipiens</i> et <i>Cs longiareolata</i> (×15)	25
Figure 20	Apparition d'une seule trompette respiratoire chez les nymphes de <i>Culex pipiens</i> et <i>Cs longiareolata</i> (×15)	25

# Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum crispum</i> (CL25 et CL50) sur la durée de développement (Nbr des jours) de <i>Culiseta longiareolata</i> à différents stades (m ± sd, n= 30 répétitions comportant chacune 10 individus). (Comparaison des moyennes entre les différentes séries (lettres minuscules).	22
<b>Tableau 02</b>	Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum crispum</i> (CL25 et CL50) sur la durée de développement (Nbr des jours) de <i>Culex pipiens</i> à différents stades (m ± sd, n= 30 répétitions comportant chacune 10 individus). (Comparaison des moyennes entre les différentes séries (lettres minuscules).	23
<b>Tableau 03</b>	Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum crispum</i> (CL25 et CL50) sur le ratio sexe chez les adultes de <i>Culiseta longiareolata</i>	23
<b>Tableau 04</b>	Effet de l'H.E extraite de <i>Petroselinum crispum</i> (CL25 et CL50) sur le ratio sexe chez les adultes de <i>Culex pipiens</i>	24

# **Introduction**

## 1- Introduction

Les Culicidae communément appelés moustiques comptent aujourd'hui plus de 3200 espèces et une quarantaine de genres répandus dans presque toutes les parties du monde (Coutin, 1988). Ils vivent aussi bien dans les milieux naturels que dans les milieux urbains (Fondjeo *et al.*, 1992). La famille des Culicidae se subdivise en trois sous familles dont les Culicinae, les Anophelinae et les Toxorhynchitinae. Entre espèces, les différences sont d'une part morphologiques et d'autre part biologiques : période d'activité (dans la saison ou le nyctémère), hôtes piqués (mammifères, oiseaux, ou batraciens...) et gîtes de ponte.

Les moustiques ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'homme, principalement en raison du fait qu'ils peuvent être des vecteurs des agents pathogènes responsables des maladies. Les femelles en période de reproduction ont besoin de sang pour le développement des œufs et certaines espèces ont une préférence marquée pour le sang humain (Aouinty *et al.*, 2010).

Depuis plusieurs années, les méthodes de lutte pratiquées de manières sporadiques, se font plusieurs campagnes de lutte ont été faites. La plupart des méthodes couramment employées pour la lutte contre les vecteurs sont chimiques, par utilisation des insecticides appartenant aux organophosphorés, pyrétrinoïdes et carbamates. Ces préparations, bien qu'elle se soient révélées très efficace sur les culicidés, présentent plusieurs inconvénients (Barbouche *et al.*, 2001). L'accumulation significative de matières active dans les écosystèmes traités, aquatiques et terrestres (Barbouche *et al.*, 2001) et l'augmentation des cas de résistance aux insecticides chimiques et les effets néfastes sur les espèces non cibles (Kim *et al.*, 2005). Toute ses raisons ont motivés les chercheurs de trouver d'autres alternatives aux insecticides classiques telle que la lutte biologique par l'utilisation de certaines Bactéries (Boudjelida *et al.*, 2008; Aïssaoui et Boudjelida, 2014), soit par l'utilisation des poissons larvivores (Ghosh *et al.*, 2005; Chandra *et al.*, 2008; Pramanik et Aditya, 2009), ou encore par l'utilisation des plantes (Dharmaggada *et al.*, 2005; George et Vincent, 2005; Dua *et al.*, 2006) et la découverte de nouveaux composés chimiques, sélectives et non polluantes (Grafton-Cadwell *et al.*, 2005) dégradable et semble non toxique pour les organisme non visés (Kostyukovsky *et al.*, 2000) tels que les pesticides d'origine végétales.

Pour éviter ces problèmes, les recherches sont orientées vers la découverte de nouveaux composants. (Karch, 1987). Les extraits aqueux, les poudres et les huiles essentiels des plantes contiennent des molécules ayant des propriétés insecticides selon (Fournier, 2003), l'insecticide connu depuis des siècles est le pyrèthre, une poudre obtenue à partir de *Chrysanthemum roseum* et *Chrysanthemum cinerariae-folium*.

L'utilisation des produits naturels devient alors une perspective de recherche intéressante. L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. L'utilisation des extraits de plantes comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone était connue depuis longtemps déjà comme agents de lutte contre les insectes (Crosby *et al.*, 1966),

Beaucoup d'efforts ont été concentrés sur les substances dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agent de lutte contre les moustiques. Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes. En effet, les substances d'origine naturelle et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte contre les moustiques (Benazzeddine, 2010). Leur utilisation a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche durant cette dernière décennie et a suscité un vif d'intérêt scientifique traduit par le nombre de travaux sur l'activité insecticide des extraits végétaux (huiles essentielles) vis-à-vis des larves de moustiques (El Akhel *et al.*, 2015).

C'est dans ce cadre que s'inscrit mon travail : nous avons réalisé une partie relative à l'étude bibliographique et une autre partie réservée à l'étude expérimentale, par conséquent dans la partie bibliographique, nous présenterons un bilan bibliographique des connaissances biologiques sur *Culex pipiens* ; *Culiseta longiorelata* et *Petroselinum sativum*. Ensuite une partie expérimentale qui présente les réponses des deux espèces de moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiorelata* à l'impact des huiles essentielles de *Petroselinum sativum*. Plusieurs paramètres ont été étudiés :

- ✚ Etude de la durée de développement des deux espèces de moustiques de stade larvaire (larves 3<sup>ème</sup> nouvellement exuvies) jusqu'à l'émergence des adultes pour les séries témoins et traitées avec une concentration sous létale (CL25) et une concentration létale (CL50)
- ✚ Détermination du ratio sexe chez les séries traitées par rapport à la série témoin pour les deux espèces de moustiques
- ✚ Détermination des anomalies morphologiques chez les séries traitées pour les deux espèces de moustiques.

Enfin, une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

# **Matériels et Méthodes**

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1. Généralités sur les culicidés

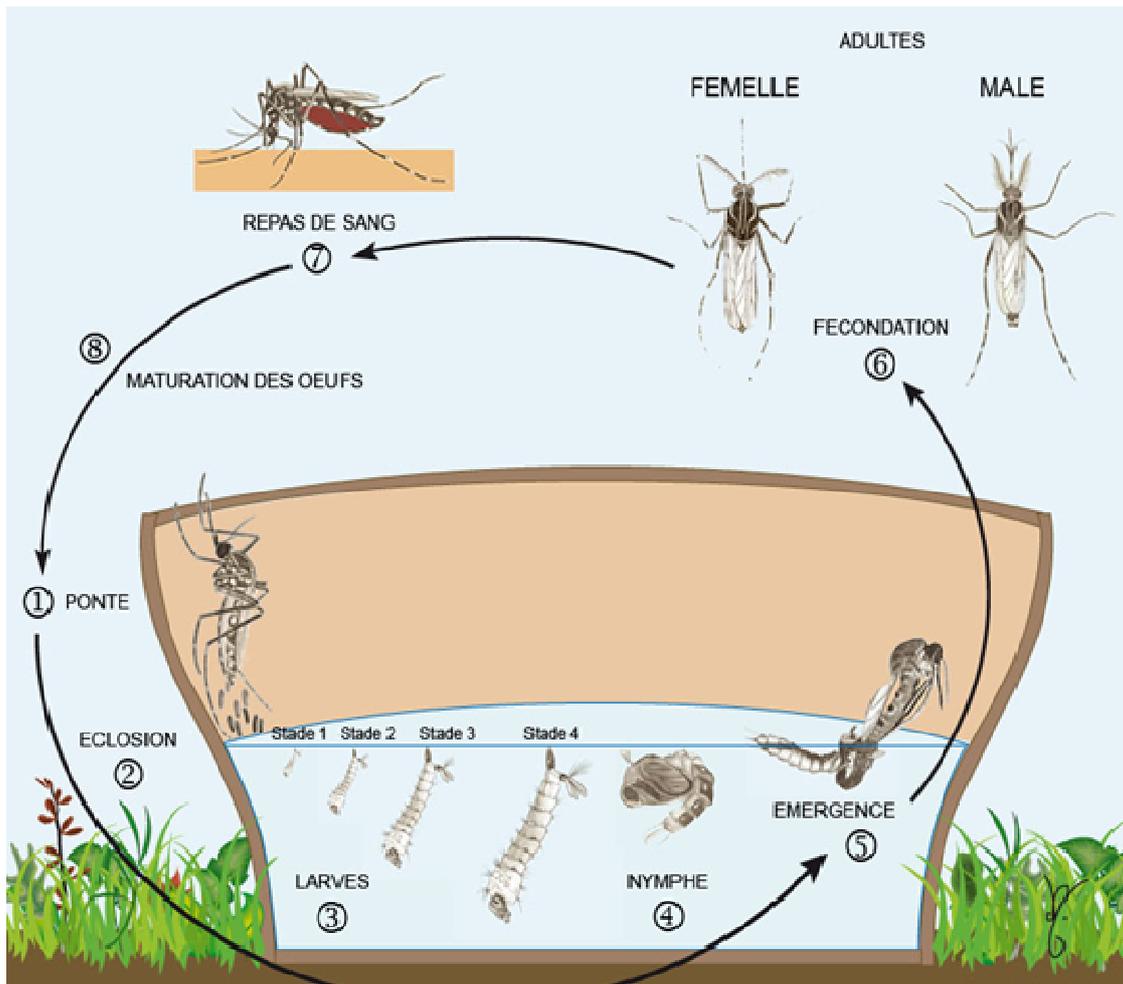
Les moustiques sont des arthropodes appartenant à la classe des insectes dans le règne animal.

Les culicidés ou moustiques font partie de l'ordre des Diptères et à la sous ordre des Nématocères (Matile., 1993 ., Brunhes et *al.*, 1999). Selon Seguy (1951), les moustiques se distinguent des autres Nématocères piqueurs par leur trompe longue et la présence d'écailles sur les nervures alaires. Les Culicidés se divisent en trois sous- familles : les Taxorhynchitinae, les Anophelinae, les Culicinae. La famille des Culicidae comprend environ 3000 espèces (Knight et stone., 1977). En Algérie, 50 espèces des Culicidés de 6 genres différent sont regroupés dans les sous familles des Anophelinae et les Culicinae (Hassaine., 2002).

#### 2.1.1. Cycle de développement des moustiques

Les moustiques sont des insectes à métamorphose complète, c'est-à-dire que les larves sont très différentes des adultes (Kettle., 1995). La vie du moustique passe par plusieurs stades : œuf, larve, et nymphe qui sont aquatiques, et l'adulte qui a une vie aérienne (Jolivee., 1980 ) (**figure 1**). Ce cycle dure environ douze à vingt jours dans les conditions optimales.

L'accouplement se produit dans les 48 heures suivant l'émergence des femelles et avant le premier repas sanguin. La femelle s'accouple en général une seule fois au cours du vol, dans un large espace : c'est une espèce dite eurygam (Moulinier ., 2003)



**Figure 01:** Cycle de développement de moustique (Laurent, 2009).

### A. Œuf

Les femelles fécondées déposent leurs œufs ( $0.47 \pm 0.07$  mm de long et  $0.14 \pm 0.05$  mm de large) (Bendali., 1989), perpendiculairement à la surface de l'eau sous forme cylindrique et de couleur blanchâtre au moment de la ponte, après quelques heures la coloration devient grisâtre ou noirâtre ceci dû à l'oxydation de certains composants chimiques de la tête au contact de l'eau ou l'air. Le nombre des œufs déposés varie entre 200 et 400, qui peuvent éclore en moins de 2 journées après leur ponte lorsque les conditions sont favorables (Himmi et *al.*, 1995).

L'œuf est pourvu d'un opercule qui s'ouvre vers le bas au moment de l'éclosion, et la larve dégage ce dernier grâce à une épine chitineuse qui se situe au niveau de la tête (Rodain et Perez., 1985) (**Figure 2**).



**Figure 2:**œufs de *Culex pipiens* (Resseguier, 2011)

### **B. Larve**

La vie de moustique au stade larvaire est inférieure à 10 jours, l'éclosion de la larve s'accomplit en 4 stades de développement L1, L2, L3, L4, séparés par une mue, lui permettant de passer d'environ 2 à 12 mm, les larves sont le plus souvent détritiphages mais certaines sont prédatrices ou même cannibales. Elles se déplacent par saccades et se nourrissent généralement par filtration, soit à la surface, soit au fond du gîte larvaire (Balenghien., 2007).

Le corps de la larve est constitué de 3 parties : la tête incluse dans une capsule sclerotisée, le thorax comprenant 3 segments fusionnés, et l'abdomen pourvu de 9 segments, le dernier segment abdominal est courbé ventralement à son extrémité postérieure où se situe l'anus (Rodain et Perez., 1985) (**Figure 3**)

Chez la larve le mentum contient 8 dents ou plus de part et d'autre de la dent médiane (**Figure 5**), les écailles du 8ème segment sont toutes sans épine médiane, la dent distale du peigne siphonal est formée de 3 à 5 denticules basaux, et l'indice (longueur/largeur) du siphon est de 4.6 à 5.9 (**Figure 4**) (Bruhnes *et al.*, 1999).

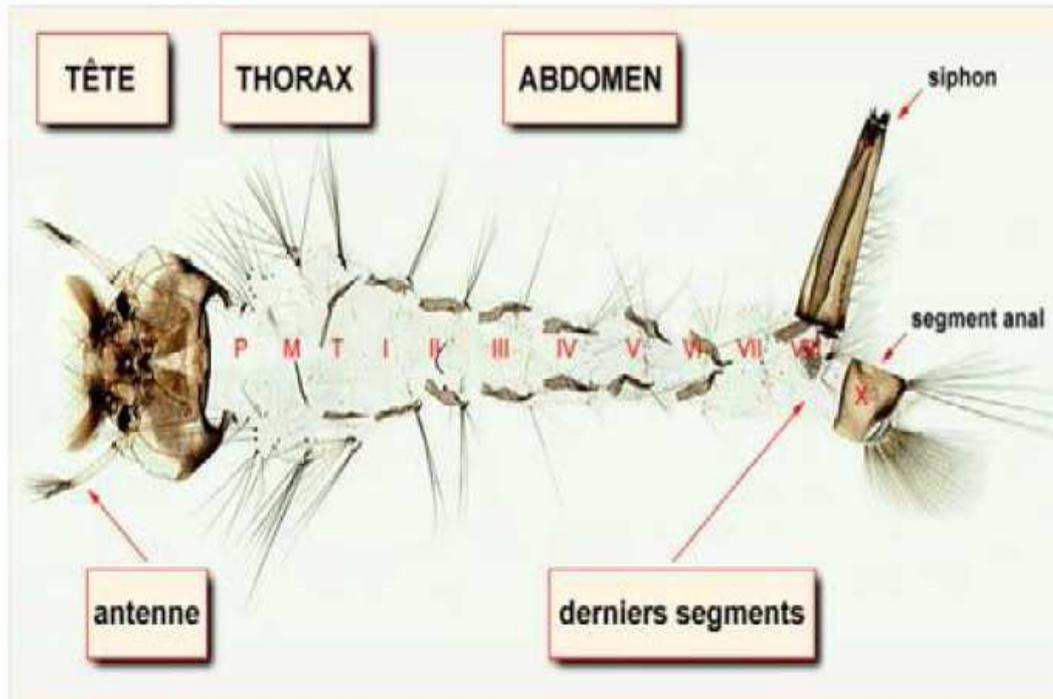


Figure 3: Larve de *Culex pipiens* (Brunhes et al, 1999)

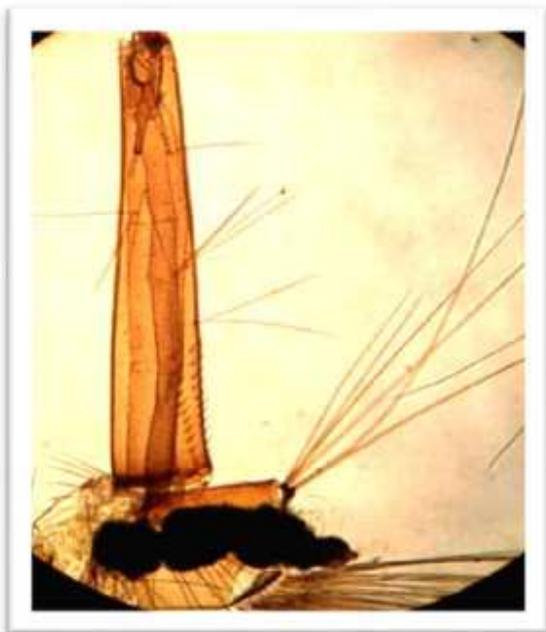


Figure 4: Siphon respiratoire *Culex pipiens* (Gr : X 1000) (Aissaoui, 2014).

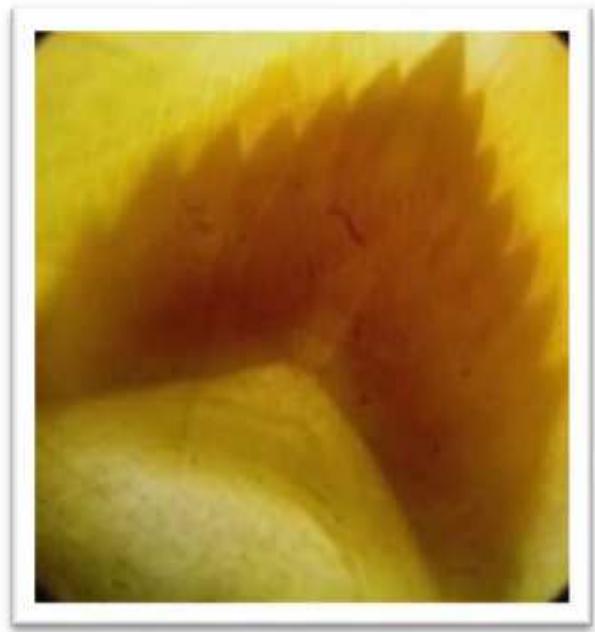


Figure 5: Mentum de *Culex pipiens* de (Gr:X1000) (Aissaoui,2014).

### C. Nymphe

La nymphe ou pupa également aquatique, a une forme de point d'interrogation et mobile (**Figure 6**) mais ne s'alimente pas durant toute la durée de ce stade, qui varie entre 2 à 3 jours. Elle prélève l'air atmosphérique grâce à deux trompettes respiratoires situées sur le céphalothorax. Son corps est constitué de 2 parties : un large céphalothorax (Antennes, trompe, patte et ailes) et l'abdomen, qui est sous forme d'une queue permettant de distinguer les sexes.chez les femelles, la queue est plus courte [Guitsevitch et *al.*, 1974 ; Rhodain & Perz., 1985].

Le stade nymphal est un stade de transition au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de très profondes transformations morphologiques et physiologiques qui l'amènent du stade larvaire aquatique et saprophyte, à la forme adulte et habituellement hématophage chez la femelle [Alayat., 2012].

A la fin de ce stade le tégument se dessèche, et il se forme une déchirure en T sur sa face dorsale sous l'effet de l'augmentation de la pression interne (Kettle., 1995), par cette ouverture, le moustique adulte dégagera successivement son thorax, sa tête, ses pattes et son abdomen dans l'eau l'exuvie nymphal (**Figure 6**).



**Figure 6:** la nymphe du *Culex pipiens* (Zerroug, 2012 )

### D. Adulte

Les Culex au stade adulte comme tous les diptères, possèdent une seule paire d'ailes membraneuses longues horizontalement au et étroites pourvues d'écailles le long de ses nervures, repliées repos.

La deuxième paire est réduite à une paire de balanciers (Harbach., 2007). Il possède un corps mince se divise en deux parties : tête, thorax, et abdomen, de taille moyenne environ 9mm, globalement brun clair, et des pattes longues et fines (Blenghien., 2007). Ils se reconnaissent facilement par la présence d'écailles sur la majeure partie de leur corps, au niveau de la tête, l'imago se différencie des autres familles de diptère par des antennes longues, fine et articulées. Les femelles se distinguent facilement des mâles par la présence des antennes plumeuses (**Figure7**); elles possèdent de longues pièces buccales caractéristiques de type piqueur-suceur.



**Figure 07:** *Culex* adulte ou imago [Balenghien, 2007]

### 2.1.2. Présentation de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*

#### 2.1.2.1. Présentation de *Culex pipiens*

##### A. Clés d'identification du genre du *Culex pipiens*

*Culex* possède les principales caractéristiques:

- ✓ palpes allongés chez le male (plus longs que la trompe) et légèrement recourbes vers le haut,
- ✓ palpes plus courts que la trompe chez la femelle (environ un quart de sa taille)
- ✓ au repos, l'abdomen des adultes est quasiment parallèle au support
- ✓ larves avec antennes allongées,
- ✓ siphon respiratoire des larves long.

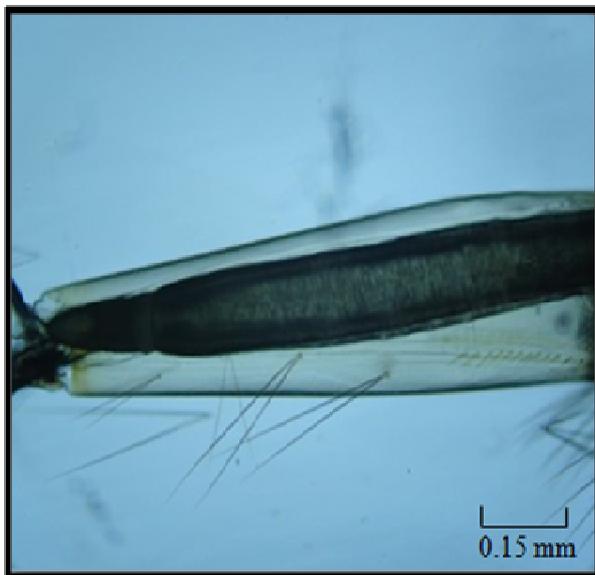
Comprenant presque 800 espèces, on retrouve les *Culex* dans de nombreuses régions du globe, notamment dans les régions tropicales, en Australie et en Europe (Bussieras et Chermette., 1991). *Cx pipiens* est une espèce relativement commune en France, et surtout

en région méditerranéenne. On la retrouve également dans toutes les régions tempérées de l'hémisphère nord (Wall et Shearer., 1992).

### B. Caractères morphologique du *Culex pipiens*

Le matériel biologique est représenté par l'espèce de moustique la plus abondante dans les zones urbaines *Culex pipiens* c'est un moustique capable de coloniser différents biotopes, grâce à sa forte capacité d'adaptation (Savage & Miller., 1995). Les diptères du genre *Culex* sont des agents nuisant et des vecteurs compétents pour plusieurs agents pathogènes affectant l'homme et les animaux, tel est le cas du virus du Nil occidental et de la fièvre de la Vallée du Rift (Moutailler et al ., 2008; Krida et al., 2011; Reusken et al ., 2011).

Chez les larves, le mentum contient 8 dents ou plus de part et d'autre de la dent médiane (**Fig. 08**). Les écailles du 8ème segment sont toutes sans épine médiane, la dent distale du peigne siphonal est formée de 3 à 5 denticules basaux et l'indice (longueur/largeur) du siphon est de 4,6 à 5,9 Chez les adultes le tergite III avec une bande anérieure claire (**Fig.09**).



**Figure 08:** Soies siphonal de *Culex pipiens* (Bouabida, 2014).



**Figure 09:** Tergites abdominaux de *Culex pipiens* (Bouabida, 2014).

### **C. Position systématique du *Culex pipiens***

La position systématique de l'espèce selon Linné (1758) est la suivante:

Règne : Animal

Embranchement : Invertébré

Classe : Insecte

Sous-Classe : Ptérygote

Ordre : Diptère

Sous-Ordre : Nématocère

Famille : Culicidae

Sous-famille : Culicinae

Genre : *Culex*

Espèce : *Culex pipiens* (Linné., 1758)

### **2.1.2.2. Présentation du *Culiseta longiareolata***

#### **A. Clé d'identification du *Culiseta longiareolata***

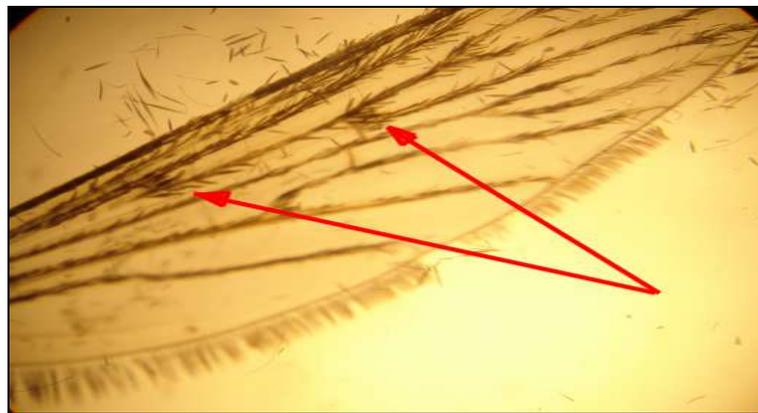
*Culiseta longiareolata* Est un insecte nuisible à métamorphose complète, plus abondant dans les régions chaudes. Il fait partie des Diptères, famille des Culicidés. Ce moustique a une taille qui varie de 3 à 5mm Il possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites (VILLENEUVE et DESIRE., 1965).

#### **B. Caractère morphologique du genre *Culiseta longiareolata***

*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 oeufs de *Culiseta* groupés en nacelle sont cylindro-coniques, porte environ 50 à 400 oeufs (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. 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 (Bruhnes et *al.*, 1999).



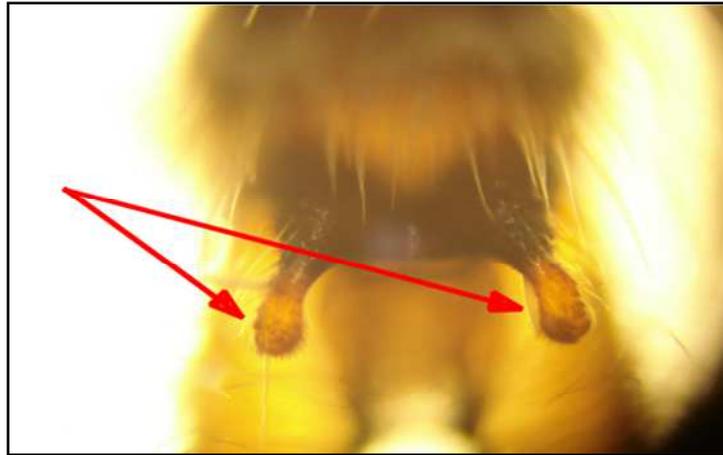
**Figure 10 :** Dents du peigne siphonal (flèche) de *Cs longiareolata* (Gr X40)  
(Tine-Djebbar, 2009).



**Figure 11 :** Taches d'écaillés sombres sur l'aile (flèche) de *Cs longiareolata* (Gr : X 60)  
(Tine-Djebbar, 2009).



**Figure 12 :** TroisBandes blanches (flèche) de *Cs longiareolata*(Gr : X 40)  
(Tine-Djebbar, 2009).



**Figure 13** : Lobe basal du gonocoxite (flèche) de *Cs longiareolata* (Gr : X 150)  
(Tine-Djebbar, 2009).

### C. La position systématique de *Culiseta longiareolata*

La position systématique de l'espèce selon Aitken (1954) est la suivante:

Règne :Animalia

Sous-règne: Metazoa

Embranchement: Arthropoda

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)

#### 2.1.3. Technique d'élevage

Les œufs et les larves de moustique sont récoltés des différents sites d'échantillonnage. Les larves sont élevées dans des récipients contenant 150 ml d'eau

déchlorurée et nourris avec 0,04g du mélange biscuit 75% et 25% levures (Bendali., 1989). L'eau est renouvelée chaque deux jour. Le régime alimentaire joue un grand rôle dans la fécondité car les protéines permettent à la femelle de pondre plus d'oeufs par rapport aux femelles nourries de sucre seulement (Wigglesworth., 1972). Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages où elles se transforment en adultes.

### 2.2. Présentation de la plante

#### 2.2.1. Description botanique de *petroselinum crispum*

Le persil est une plante bisannuelle de 25 à 80 cm de haut, à odeur caractéristique et très aromatique au froissement. Ses tiges sont striées et ses feuilles sont glabres. Les feuilles, vert luisant, sont généralement doublement divisées, surtout celles de la base, les feuilles supérieures ayant souvent seulement trois lobes étroits et allongés (**Figure 14**). Les fleurs, d'une couleur jaune verdâtre tirant sur le blanc en pleine floraison, sont groupées en ombelles composées comprenant huit à vingt rayons. Les ombellules sont munies d'un involucre à nombreuses bractées (Wicht., 1999).



**Figure 14:** *Petroselinum sativum*

([http://nature.jardin.free.fr/annuel/nmauric\\_petroselinum\\_sativum.html](http://nature.jardin.free.fr/annuel/nmauric_petroselinum_sativum.html))



**Figure15** : Le fruit de persil

(<http://www.herboristeriebardou.com.fr/PMA471fr>)

### 2.2.2. Origine et position systématique

#### 2.2.2.1. Origine

Le persil proviendrait soit de l'ouest de l'Asie, soit du centre ou de l'est de l'Europe, selon les auteurs. Les Grecs s'en servirent d'abord lors des cérémonies funéraires et pour les honneurs athlétiques, et les Romains, pour ses propriétés médicinales. Son utilisation à des fins culinaires s'est propagée dans l'ouest de l'Europe durant les 15<sup>e</sup> et 16<sup>e</sup> siècles. Son usage s'est ensuite répandu dans les contrées conquises par les Européens (Feuille de choux., 2012).

#### 2.2.2.2. Position systématique

Règne : Plantae.

Sous règne : Tracheobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida.

Sous classe : Rosidae.

Ordre : Apiales.

Famille : Apiaceae.

Genre : *Petroselinum*.

Nom binominal : *Petroselinum crispum*.

Synonyme : *Petroselinum sativum* (Mappa., 2006)

### 2.2.3. Utilisations du persil

Depuis l'antiquité le persil est considéré comme une plante aromatique et médicinale. Employée comme aromate dans la préparation culinaire. (Wichtel *et al.*, 1999), le persil sert à aromatiser les viandes, les sauces, les salades, les poissons et les fromages. (Îles *et al.*, 2000). Le persil possède des effets thérapeutiques multiples et variés. Ainsi employé pour son effet diurétique, spasmolytique, ocytocique et apéritif. C'est un remède populaire dans les troubles digestifs menstruels. Il s'utilise également contre les poux et les taches de rousseurs en usage externe. Aussi sur les mamelles pour faire perdre le lait aux femmes nouvellement accouchées ; elles font résoudre les tumeurs chaudes ; et spécialement les contusions des yeux. . (Duke., 1995)

En France, la Note explicative de l'Agence du médicament (1998) admet qu'il est possible de revendiquer, pour la feuille de persil, deux indications thérapeutiques : l'une pour la voie orale (traditionnellement utilisée dans les règles douloureuses), l'autre pour l'usage local (traditionnellement utilisé comme traitement d'appoint adoucissant et antiprurigineux des affections dermatologiques, comme trophique protecteur dans le traitement des crevasses, écorchures, gerçures et contre les piqures d'insectes). La feuille et la racine peuvent être utilisées par voie orale, soit dans la même indication que la feuille (règles douloureuses), soit dans l'indication traditionnelle (Bruneton., 2009).

## 2.3. Huiles essentielles

### 2.3.1. Définition des huiles essentielles

Les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les bois. Elles sont présentes en 8<sup>ème</sup> édition de la pharmacopée française (1965), les huiles essentielles sont: «des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenu dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation» (Bruneton., 1993). Elles sont odorantes et très volatiles, c'est-à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air (Padriniet., 1996). Généralement se sont des antiseptiques antibactériens vermifuges ou stomachiques. On dénombre environ 600 essences utilisées de nos jours en aromathérapie dont l'essor s'étend dans le domaine médical et touristique (Delille., 2010).

### 2.3.2. Localisation et structure histologique des huiles essentielles

Toutes les parties des plantes aromatiques peuvent contenir de l'huile essentielle.

- ✓ Les fleurs bien sur, exemples : orange, rose, lavande ; le bouton floral (girofle) ou les bractées (ylang-ylang)
- ✓ Les feuilles le plus souvent, exemples : eucalyptus, menthe, thym, laurier, sarriette, sauge, aiguilles de pin, de sapin.
- ✓ Les organes souterrains, exemples : racines (vétiver), rhizomes (gingembre, acore)
- ✓ Les fruits, exemples : fenouil, anis, épicarpes des Citrus.
- ✓ Les graines : noix de mescalade, coriandre.
- ✓ Le bois et les écorces, exemple : cannelle, santal, bois de rose.

Les huiles essentielles sont produites par diverses structures spécialement différenciées dont le nombre et les caractéristiques sont très variables.

- ✓ Les poils sécréteurs épidermiques rencontrés souvent chez les Lamiacées, Géraniacées et Verbénacées. Ils produisent les essences dites superficielles.
- ✓ Les organes sécréteurs sous-cutanés comprenant des cellules et des poches sécrétrices qui sont généralement disséminées au sein du tissu végétal chez les Myrtacées, Rutacées, ainsi que des canaux sécréteurs chez les Apiacées.

La composition chimique d'une huile essentielle peut varier considérablement:

- ✓ Dans une même plante selon les organes (feuille, fleur, fruit, bois).
- ✓ Dans l'année selon la saison pour une même plante.
- ✓ Selon les conditions de culture pour une même espèce végétale (ensoleillement, humidité, longueur du jour, fertilité du sol). (Benerjee S et *al.*, 1980)

### 2.3.3. Composition chimique des huiles essentielles

Comme toute substance, les huiles essentielles se caractérisent par une composition chimique analysable et très variable. Le nombre de composants isolés est d'environ des milliers et il en reste beaucoup à découvrir (Bacis., 1999). Ces constituants appartiennent, de façon quasi exclusive, à deux groupes caractérisés par des origines biogénétiques distinctes : le groupe des terpénoïdes (les composés terpéniques) et le groupe des composés aromatiques dérivés du phenylpropane, beaucoup moins fréquents. Elles peuvent également renfermer divers produits issus du processus de dégradation mettant en jeu des constituants non volatils (Bruneton., 1999).

### 2.3.3.1. Les composés terpéniques

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal.

Les terpènes sont constitués d'un mélange d'hydrocarbures et de composés oxygénés dérivés de ces hydrocarbures. Dans certaines huiles essentielles, les hydrocarbures prédominent (ex. l'essence de Térébenthine) dans d'autres, la majeure partie de l'essence est constituée de composés oxygénés. Il est à noter que l'odeur et le goût des huiles essentielles sont donnés par ces composés oxygénés. Parmi ces composés oxygénés, on note d'alcools (géraniol, linalol), d'esters (acétate de linalyle), d'aldéhydes (menthone, camphre, thuyone), les cétones, les éthers, les phénols et les peroxydes (Paris et Hurabielle, 1981; Svoboda et Hampson., 1999).

#### A. Les monoterpènes

Les composés monoterpéniques sont constitués de deux unités d'isoprène, leur formule chimique brute est  $C_{10}H_{16}$  (Rahal., 2004). Ces composés peuvent être: monoterpènes acycliques (myrcène, ocimènes), monoterpènes monocycliques ( $\alpha$ - et  $\gamma$ -terpinène, p-cymène) et aux monoterpènes bicycliques (pinènes,  $\Delta^3$ -carène, camphène, sabinène). Selon Bruneton (1999), la réactivité des cations intermédiaires justifie l'existence de nombreuses molécules caractérisées par différentes fonctions: alcools, cétones, esters, aldéhydes, éthers, peroxydes, phénols.

#### B. Les sesquiterpènes

Ils comportent trois unités d'isoprène, leur formule est  $C_{15}H_{24}$  soit une fois et demie (sesqui) la molécule des terpènes (Belaiche., 1979). Ils présentent une grande variété dans les structures conduisant à un nombre élevé de possibilités, ce qui a retardé l'élucidation de leurs structures (Rahal., 2004). Les sesquiterpènes peuvent être également, comme les monoterpènes, acycliques (farnésol), monocycliques (humulène,  $\alpha$ -zingibèrene) ou polycycliques (matricine, artéannuine,  $\beta$ ,artémisinine). Ils renferment aussi des fonctions comme alcools (farnésol, carotol,  $\beta$ -santalol, patchoulol), cétones (nootkatone, cis-longipinane-2.7-dione,  $\beta$ -vétivone), aldéhydes (sinensals), esters (acétate de cédryle) (Bruneton, 1999 ; Laouer., 2004).

### 2.3.3.2. Les composés aromatiques dérivés du phénylpropane

Les huiles essentielles renferment aussi des composés aromatiques dérivés du phénylpropane ( $C_6-C_3$ ), mais qui sont beaucoup moins fréquents que les terpènes et dont

la biogenèse est totalement différente (Paris et Hurabielle., 1981). Bruneton (1999) considère que ces composés sont très souvent des allyl- et propenyl phénols, parfois des aldéhydes, caractéristiques de certaines huiles essentielles d'Apiacées (Anis, Fenouil: anéthole, anisaldehyde, méthyl-chavicol=estragole. Persil : apiole) mais aussi de celles du Girofle (eugénol), de la Muscade (safrol, eugénol), de l'Estragon (eugénol), du Basilic (eugénol), de l'Acore (asarones) ou des Cannelles (cinnamaldéhyde eugénol safrol). On peut également selon le même auteur, rencontrer dans les huiles essentielles des composés en C6-C1 comme la vanilline (assez fréquente) ou comme l'anthranilate de méthyle. Les lactones dérivées des cinnamiques (par exemple les coumarines) étant, au moins pour les plus simples d'entre elles, entraînaibles par la vapeur d'eau, elles seront également présentes dans certaines huiles essentielles.

### **2.3.3.3. Les composés d'origines diverses**

Ce sont des produits résultant de la transformation de molécules non volatiles entraînaibles par la vapeur d'eau. Il s'agit de composés issus de la dégradation d'acides gras, de terpènes. D'autres composés azotés ou soufrés peuvent subsister mais sont rares. Enfin, il n'est pas rare de trouver dans les concrètes des produits de masses moléculaires plus importantes non entraînaibles à la vapeur d'eau, mais extractibles par les solvants : homologues des phénylpropanes, diterpènes, etc... (Bruneton., 1999). Abou Zeid (1988) signale que le composé soufré le plus rencontré est l'allyl-isothiocyanate issu de la dégradation d'un glucoside sinigroside qui se trouve dans les graines de moutarde noire. Ce composé est incolore, fluide et de saveur piquante. Certaines plantes aromatiques produisent des huiles essentielles dont les composés terpéniques renfermant l'élément nitrogène. Parmi ces composés on cite l'indole, qui se trouve dans l'huile essentielle de citron et des fleurs de jasmin.

### **2.4. Extraction des huiles essentielles**

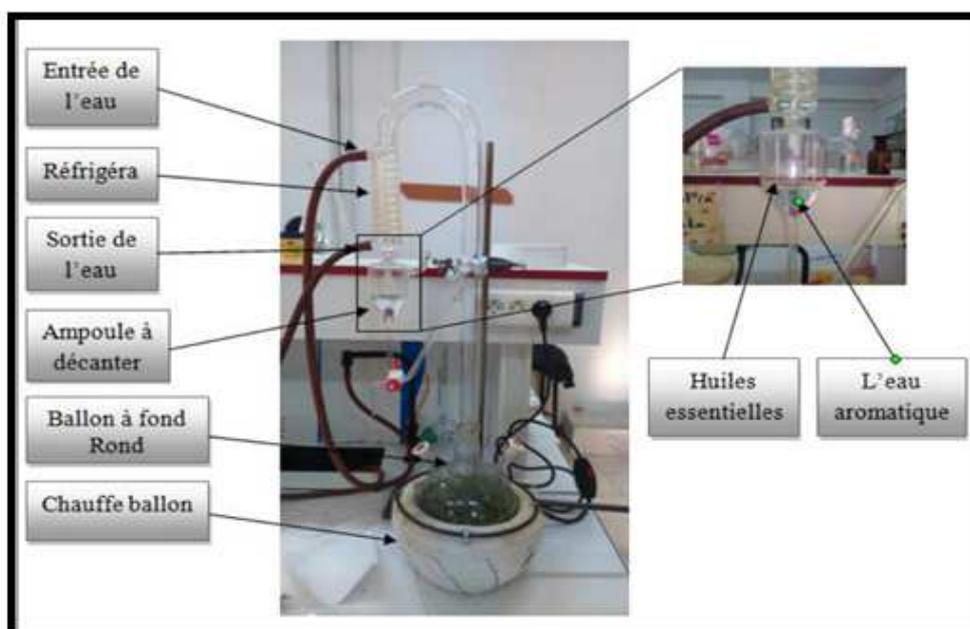
Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. Les principales sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité et la volatilité. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction (Ben cheikh., 2017).

### 2.4.1. Hydrodistillation

Le principe de l'hydrodistillation est celui de la distillation des mélanges binaires non miscibles. Elle consiste à immerger la biomasse végétale dans un alambic rempli d'eau, que l'on porte ensuite à l'ébullition. La vapeur d'eau et l'essence libérée par le matériel végétal forment un mélange non miscible. Les composants d'un tel mélange se comportent comme si chacun était tout seul à la température du mélange, c'est à dire que la pression partielle de la vapeur d'un composant est égale à la pression de vapeur du corps pur (El Haib., 2011).

L'hydrodistillation des HE de *Peotroselinum sativum* a été accomplie à l'aide d'un dispositif de type Clevenger (Figure10). L'extraction a duré 2h pour un mélange de 50g de matériel végétale sèche (graine) avec 500 ml d'eau distillé, l'ensemble est ensuite porté à ébullition dans un ballon à cols ou fiole d'un litre surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. Les vapeurs chargées d'huiles et qui traversent le réfrigérant (El Haib., 2011), se condensent et chutent dans une ampoule à décanter. L'eau et l'huile se séparent par différence de densité (khaddar., 2009).

Les huiles essentielles recueillie par décantation à la fin de la distillation a été filtrée en présence de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) pour éliminer les traces d'eau résiduelles (Boukhatem et al., 2010) et l'huile essentielle de *Peotroselinum sativum* sera par la suite récupérée et stockée à 4° C à l'obscurité dans un flacon en verre approprié, hermétiquement fermé et couvert d'une feuille d'aluminium pour la préserver de l'air et de la lumière. La quantité d'essence obtenue est pesée pour le calcul du rendement (Boukhatem et al., 2010).



**Figure16 :** Montage de l'hydrodistillateur de type clevenger

### 2.4.2. Rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids du matériel végétal utilisé (Toure .,2015). Le rendement est exprimé en pourcentage (%) est calculé par la formule suivante:

$$R = (Ph / Pv) \times 100$$

R: rendement de l'huile en %. Ph: poids de l'huile en g. Pv: poids du matériel végétal en g

### 2.5. Traitement

Nous avons préparé une solution d'huile essentielle dans le méthanol, Deux doses correspondant à la (23,31 ppm) pour CL25 et (31,31 ppm) pour CL50 pour les L 3 de *Culex pipiens* (graibia et tage .,2017) et (8,238 ppm) pour CL25 et (10,72 ppm) pour CL50 pour les L 3 de *Culiseta longiareolata* (Hlaymia .,2017) après l'agitation 1ml de chaque solution préparée ont été appliquées dans des récipients contenant 150 ml d'eau déchloruré et 20 larves du troisième stade nouvellement exuvies de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* selon la recommandation de l'organisation Mondiale de la Santé (Anonyme., 1983). Après 24 h de traitement, les larves sont rincées et placées dans de nouveaux récipients contenant de l'eau propre et de la nourriture.

### 2.6. Détermination de la durée de développement

L'effet de l'HE de *Petroselinum crispum* (CL25 et CL50) sur le développement des deux espèces de moustiques testées a été évalué. Ainsi, les durées de développement du troisième et quatrième stade larvaire et nymphale stade ont été calculées pour les insectes survivants. Les larves de troisième stades nouvellement exuviées témoins et traitées (n = 30 pour chaque concentration) ont été placés en groupes de 10 individus dans les mêmes conditions d'écrit ci-dessus pour l'élevage en masse et la nourriture a été distribuée tous les jours (environ 0,09 mg). Le développement a été suivi chaque jour jusqu'à émergence des adultes.

Les larves et les nymphes mortes et les adultes morts sont conservés dans des flacons contenant de l'éthanol afin de déterminer les anomalies morphologiques.

### 2.7. Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne  $\pm$  l'écart-type (SD).

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel Prisme 7.00 (ANOVA I, test de dunett).



### 3. Résultats

#### 3.1. Rendement en huile essentielle de *Petroselinum crispum*

Les huiles essentielles de *Petroselinum crispum* obtenues par hydrodistillation sont de couleur jaune claire ayant une odeur agréable et avec un rendement de  $(2,313 \pm 1,84)\%$  de la graine de la plante.

#### 3.2. Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* sur la durée de développement de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*

##### \* Sur la durée de développement de *Culiseta longiareolata*

Les résultats de la durée de développement de *Culiseta longiareolata* sont mentionnés dans le tableau 01. Ces résultats présentent une différence non significative entre les séries témoin et traites ( $p = 0,4219$ ) dans la durée de développement des larves de troisième stade et une augmentation significative de la durée de développement des larves de quatrième stade et des nymphes lorsqu'on compare entre les trois séries ( $p = 0,0247$ ) et ( $p = 0,0377$ ) respectivement.

La comparaison des moyennes entre les séries témoins et traitées par le test de Dunnett, révèle une augmentation significative de la durée de développement chez la traitée à la CL50.

**Tableau 01 :** Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* (CL25 et CL50) sur la durée de développement (Nbr des jours) de *Culiseta longiareolata* à différents stades ( $m \pm sd$ ,  $n = 30$  répétitions comportant chacune 10 individus). (Comparaison des moyennes entre les différentes séries (lettres minuscules)).

Stades	Témoin	CL25	CL50
L3	$4,00 \pm 1,00$ a	$4,00 \pm 1,00$ a	$5,00 \pm 1,00$ a
L4	$5,50 \pm 1,29$ a	$6,00 \pm 1,58$ a	$8,50 \pm 1,29$ b
Nymphe	$8,50 \pm 1,29$ a	$10,00 \pm 2,16$ a	$11,00 \pm 2,73$ b

##### \* Sur la durée de développement de *Culex pipiens*

L'analyse de la variance de la durée de développement de *Culex pipiens* montre une différence non significative entre les trois séries pour le troisième et le quatrième stade larvaire ( $p = 0,7643$ ) et ( $p = 0,4904$ ) respectivement et une augmentation significative entre les entre les séries témoins et traitées pour le stade nymphale ( $p = 0,0484$ ).

La comparaison multiple des moyennes révèle une augmentation significative de la durée de développement de *Culex pipiens* pour la série traitée à la CL50.

**Tableau 02 :** Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* (CL25 et CL50) sur la durée de développement (Nbr des jours) de *Culex pipiens* à différents stades ( $m \pm sd$ ,  $n= 30$  répétitions comportant chacune 10 individus). (Comparaison des moyennes entre les différentes séries (lettres minuscules)).

Stades	Témoin	CL25	CL50
L3	3,50 ± 0,70 a	3,50 ± 0,70 a	4,00 ± 1,00 a
L4	4,00 ± 1,00 a	4,00 ± 1,00 a	5,00 ± 1,58 a
Nymphe	4,50 ± 1,29 a	6,50 ± 2,44 a	8,50 ± 2,44 b

### 3.3. Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* sur le ratio sexe de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*

#### \* Sur le ratio sexe de *Culiseta longiareolata*

Le tableau ci-dessous présente l'effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* (CL25 et CL50) sur le ratio sexe chez les adultes de *Culiseta longiareolata*, on remarque une augmentation de nombre des adultes males par rapport au nombre des adultes femelles, lorsqu'on compare entre la série témoin et la série traitées à la CL25 et à la CL50.

**Tableau 03 :** Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* (CL25 et CL50) sur le ratio sexe chez les adultes de *Culiseta longiareolata*

Séries	Ratio sexe (Male/Femelle)
Témoin	0,05/0,95
CL25	0,25/0,75
CL50	0,34/0,66

#### \* Sur le ratio sexe de *Culiseta longiareolata*

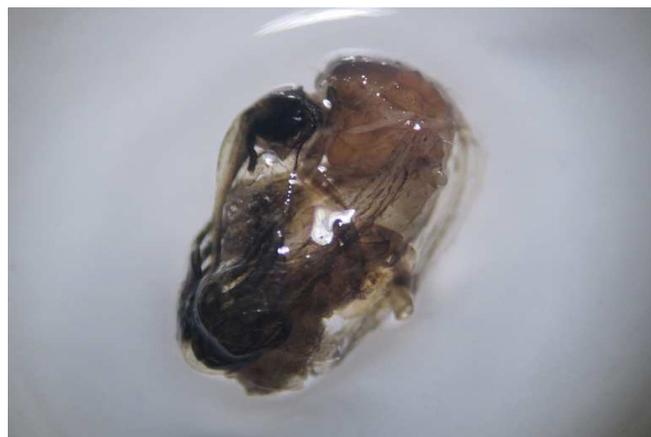
Les résultats obtenus montrent une augmentation de nombres des adultes males par rapport aux au nombre des adultes femelles, chez les séries traitées à la CL25 et à la CL50

**Tableau 04** : Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* (CL25 et CL50) sur le ratio sexe chez les adultes de *Culex pipiens*

Séries	Ratio sexe (Male/Femelle)
Témoin	0,10/0,90
CL25	0,20/0,80
CL50	0,22/0,78

### 3.4. Anomalies morphologiques

L'examen des larves du troisième stade de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* après traitement aux H.E de *Petroselinum crispum*, révèle des aberrations morphologiques telles que l'échec de la mue, la diminution de la taille des larves, la déformation de la tête et l'apparition d'une seule trompette respiratoire (Figures 17, 18, 19, 20).



**Figure 17** : Échec de la mue chez *Cs longiareolata* (×15)



**Figure 18** : Réduction de la taille de la larve chez *Culex pipiens*. (×15)



**Figure 19 :** Déformation de la tête de la larve de *Culex pipiens* et *Cs longiareolata* (×15)



**Figure 20 :** Apparition d'une seule trompette respiratoire chez les nymphes de *Culex pipiens* et *Cs longiareolata* (×15)

# **Discussions**

## 4. Discussion

### 4.1. Rendement en huile essentielle de *Petroselinum crispum*

L'huile essentielle de *Peotroselinum sativum* obtenus par hydrodistillateur de type cleveger est de couleur jaune claire ayant une odeur agréable, avec un rendement de  $(2,31 \pm 1,84)$  de la graine de la plante.

Ce rendement montre que la graine de *Peotroselinum sativum* renferme plus d'essence que la partie aérienne (0.14%) (Ouis., 2015), et plus d'essence par apport d'autres plantes, il est plus élevé que celui de la rose (0,1-0,35%), la menthe poivrée (0,5-1%), le néroli (0,5-1%) et moins élevé que celui de l'anise (1-3%) et le thym (2-2,75%) (Edward *et al.*, 1987).

Aussi, des rendements élevés ont été enregistrés chez d'autres espèces telles que *Thymus vulgaris* (3,6) et *Mentha pulegium* (3,5%) (Zantar *et al.*, 2015), *Laurus nobilis* (5,94%-10,38%) (Bouderhem., 2015).

La variabilité en rendement de l'huile essentielle dépend de plusieurs facteurs tels que l'espèce, l'origine géographique, période de récolte, durée de séchage, température et technique d'extraction (Svoboda et Hampson., 1999; Smallfied., 2001).

En effet, l'étude de Díaz-Maroto *et al* (2002) montre que la méthode de séchage utilisée a un effet sur le rendement en huile essentielle de *Petroselinum sativum*.

En outre, le rendement d'extraction des huiles essentielles de *Peotroselinum sativum* est très variable, cette variabilité serait liée non seulement au fait que l'extraction a été faite sur les graines qui donnent un rendement élevé par rapport aux feuilles. Mais aussi la graine non mûre de sa part présente un taux plus élevé par rapport à la graine mûre (Bouguerra., 2012).

### 4.2. Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum sativum* sur la durée de développement de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*

Les concentrations sub-létales des insecticides conduisent à des modifications comportementales, biochimiques et physiologiques chez les cibles, tels que l'échec de la mue, problème de la croissance (bouabida.,2017).

Nous résultats montre que le traitement par l'huile essentielle de *Petroselinum sativum* sur les larves du troisième stade nouvellement exuviés augmente la durée du développement des stades larvaires et du stade nymphale de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*.

Presque les mêmes résultats ont été obtenus après l'application du novaluron. Djeghader (2014) a montré que l'insecticide chimique novaluron augmente significativement la durée de développement des stades larvaires L3 et L4 et le stade nymphale de *Culex pipiens* traitées à la CL50 et à la CL90 en L3 et L4.

La même conclusion a été enregistrée durant application de cet insecticide chimique à l'égard des *Culisetae longiareolata* (Bouaziz *et al.*, 2011). Des effets similaires sont indiqués chez plusieurs espèces, après traitement avec certains inhibiteurs de la synthèse de la chitine comme le chlorfluazuron (Mervat *et al.*, 2010; Behroozi *et al.*, 2011).

Aussi, l'hexaflumuron (Zhu *et al.*, 2011), le lufenuron (Salokhe *et al.*, 2010), le flucycloxuron (Khan et Qamar., 2011), ainsi que le triflumuron (Belinato *et al.*, 2009; Arora *et al.*, 2012). D'autres molécules des I.G.Rs ont également présentés les mêmes effets à l'égard de certaines espèces de moustiques (El-Shazly et Refaie., 2002; Andrighetti *et al.*, 2008; Mbare *et al.*, 2013).

L'augmentation de la durée de développement des larves peut être expliquée par l'effet des insecticides sur la sécrétion cuticulaire en retardant le cycle de mue. La diminution du poids des larves traitées, peut aussi prolonger la durée de développement (Bouaziz *et al.*, 2011).

Le développement des insectes est caractérisé principalement par des mues et des métamorphoses qui sont contrôlées par les différents taux de l'hormone de mue (20E) en présence ou en l'absence de l'hormone juvénile (G. gade et al., 1997). Toute interférence dans l'homéostasie de ces hormones peut conduire à une perturbation dans le développement des insectes cibles (S.P. Jankin et al., 1992). Ceci explique les différents désordres physiologiques observés chez *C. longiareolata* après traitement des larves L3 et L4 avec l'holofenozide (Tine djebbar., 2008)

Chez les insectes, la cuticule est la couche externe sécrétée par l'épiderme des arthropodes. Elle est formée de trois couches, l'épicuticule, l'exocuticule et l'endocuticule. La croissance des insectes holométaboles est caractérisée par des mues successives qui se manifestent par le rejet de l'ancienne cuticule et la formation d'une nouvelle. Selon les travaux de Rehimin et Soltani (1999), qui ont permis de déterminer le cycle de la sécrétion de la cuticule et les changements de son épaisseur au cours du développement de la moustique *Culex pipiens*, ce cycle démarre par l'apolyse; décollement de l'ancienne cuticule. Cette étape se fait au 4<sup>ème</sup> jour environ. L'étape suivante, est la digestion des couches profondes de l'ancienne cuticule par les enzymes protéolytiques et chitinolytiques

du liquide de mue est effectuée. Après la synthèse de l'épicuticule et des assises pré-exuviales, l'ancienne cuticule est rejetée (Djeghader., 2014).

#### **4.3. Effet de l'H.E extraite de *Petroselinum crispum* sur le ratio sexe de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens***

Chez les moustiques, Seules les femelles sont hématophages. Après la fécondation, elles partent à la recherche d'un hôte pour la prise du sang afin d'assurer la maturation de leurs œufs. Ce comportement hématophage durant la reproduction permet la transmission de nombreuses maladies au cours de l'alimentation. De ce fait, la recherche d'un moyen de lutte pour limiter les effets liés à ce phénomène est très importante (Djeghader, 2014).

Dans cette partie, l'effet de l'huile essentielle de *Petroselinum crispum* a été testé sur le ratio sexe de moustique *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*. Les résultats obtenus montrent une augmentation du nombre des males par rapport aux femelles chez les séries traitées à la CL25 et à la CL50.

Des effets similaires ont été démontrés par l'application de l'huile essentielle de *Lippia citriodora* sur les larves de troisième stade nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*, dont une augmentation remarquable dans le nombre des males chez les séries traitées à la CL25 et à la CL50 par rapport au témoin.

#### **4.4. Anomalies morphologiques**

L'examen des larves du troisième stade nouvellement exuviées du *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* après traitement au HE de *Petroselinum crispum* révèle des aberrations morphologiques telles que l'échec de la mue, la diminution de la taille des larves, la déformation de la tête et l'apparition d'une seule trompette respiratoire.

Presque les mêmes observations ont été obtenues après l'application de l'huile essentielle de *Citrus limonum* sur les larves du quatrième stade de *Culiseta longiareolata* où les auteurs ont signalé un blocage de l'exuviation nymphale et imaginale, la diminution de la taille des larves, la métamorphose incomplète et la déformation de la tête (Ben Khedim et Djedouani., 2017).

De plus, Bouabida *et al* (2017) ont obtenues après l'application de l'insecticide chimique spiromesifène sur les larves du quatrième stade de *Cx pipiens*, un blocage de l'exuviation nymphale et imaginale qui se manifeste par une incapacité totale ou partielle des nymphes et des adultes à se dégager correctement des exuvies, une perte de l'un des deux ailes, et une réduction de leur taille.

D'autre part, l'application du novaluron sur les larves de quatrième stade nouvellement exuviée de *Culex pipiens* a révélée des changements morphologiques, une malformation est observée chez les larves traitées, représentée par un gonflement du thorax qui donne l'impression de double tête. Pour le stade nymphale, les principaux aspects observés sont : une absence de mélanisation, représentée par un aspect clair et un blocage avec une exuviation incomplète (Djeghader., 2014).

De plus différentes malformations ont été également enregistrées chez *D. melanogaster* après traité à l'azadirachtine, avec une hyperpigmentation des larves, formation d'intermédiaires larve-pupe et pupe-adulte ainsi qu'une déformation des adultes (Bezzar-Bendjazia., 2016). Des effets similaires ont été rapportés chez *S. litura*, *Spodoptera mauritia*, *Ephestia kuehniella* Zell, *Manduca sexta* et *Pericallia ricini* (Gujar et Mehrotra, 1983; Jagannadh et Nair., 1992 ; Martinez *et al.*, 2001; Gnanamani et Dhanasekaran., 2013) et *Papilio demoleus* (Pandey *et al.*, 2011) après traitement des larves du dernier stade avec différentes formulations commerciales d'azadirachtine.

# **Conclusion Et Perspectives**

## Conclusion et perspective

En raison des problèmes liés à l'utilisation des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, le recours à des alternatifs naturels remplissant le même rôle des insecticides de synthèse et présentant des avantages écologiques et économiques, s'avère nécessaire

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail, l'expérimentation réalisée nous a permis d'évaluer l'effet de l'huile essentielle extraite *Petroselinum sativum* sur deux espèces de moustiques *Culiseta longiareolata* et *Culex pipens*. Plusieurs paramètres ont été étudiés :

- Etude de la durée de développement des deux espèces de moustiques de stade larvaire (larves 3<sup>ème</sup> nouvellement exuviées) jusqu'à l'émergence des adultes pour les séries témoins et traitées avec une concentration sous létale (CL25) et une concentration létale (CL50)

- Détermination du ratio sexe chez les séries traitées par rapport à la série témoin pour les deux espèces de moustiques

- Détermination des anomalies morphologiques chez les séries traitées pour les deux espèces de moustiques.

Les huiles essentielles de *Petroselinum crispum* obtenues par hydrodistillation sont de couleur jaune claire ayant une odeur agréable et avec un rendement de  $(2,31 \pm 1,84)\%$  de la graine de la plante.

L'application de l'HE de *Petroselinum crispum* sur les larves troisième stade larvaire nouvellement exuvies avec la concentration létale CL250 et CL50, exercent une augmentation de la durée de développement des stades larvaires et du stade nymphale chez les deux espèces de moustiques comparativement au témoins, aussi une augmentation dans le nombre des adultes males de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipens* et l'apparition des anomalies morphologiques.

L'huile essentielle de *Petroselinum crispum* présente donc des propriétés insecticides importantes et les résultats obtenus ouvrent des perspectives intéressantes pour son application dans la production des biocides. En perspectives, il serait intéressant de compléter cette recherche en évaluant l'effet de l'HE de *Petroselinum crispum* sur d'autres mécanismes de résistance.

# **Références Bibliographique**

### 06. Références Bibliographiques

**Abraham E. 2006.** "Bio-raffinage de plantes aromatiques et médicinales appliqué à l'Hibiscus sabdariffa L. et à l'Artemisia annua", Thèse de doctorat, Sciences des Agroressources, Ecole doctorale de science des procédés.

**Affssaps (Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé). 2008.** "Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles"

**Arora M.S., Salokhe S.G. and Mukherjee S.N. 2012.** Effect of sub-lethal concentration of lefenuron on growth development and reproductive performance of Tribolium Castaneum (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). Inter. J. Appl. Biol; Pharm. Technol., 3 (1): 76-84.

**Aïssaoui L et Boudjelida H. 2014.** "Larvicidal activity and influence of Bacillusthuringiensis (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species. Euro". J. Exp. Bio., 4 (1): 104-109.

**Alayat M S. (2012).** "Bio-écologie, position taxonomique et compétence vectorielle du complexe Culex pipiens (Diptera ; Culicidae) responsable de la transmission du virus West Nile et du virus de la fièvre de la vallée du Rift en Algérie". Mémoire de Magistère en Biologie environnementale, option de Biologie et écologie animale .Université Annaba .67p.

**Anonyme 2004.** "Les vecteurs". Adresse URL : [http:// www. ind.ucl.ac.be/ stages/hygtrop/ wery/ vecturs/ wery](http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery) 2008. Html.

**Anonyme a:** <http://fr.wikipedia.org/wiki/Culicidae>.

**Balenghien T. 2006.** "Identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection en Camargue". Thèse d'Université en ligne à <http://tel.archives-ouvertes.fr>.

**Balenghien Thomas. 2007.** "Les moustiques vecteurs de la Fièvre du Nil Occidental en Camargue". Insectes, 146 :13-17.

**Balenghien. 2007.** "Les moustiques vecteurs de la Fièvre du Nil occidental en Camargue.In.Insectes", 146(3) :13-17.

**Banerjee S K., Gupta B D., Kumar R and Atal C K., Phytochemistry .1980.** New coumarins from the umbels of *Seseli sibiricum*, 19, , 281

**Barbouche N., Hajjem B., Lognay G., Ammar M. 2001.** "Contribution à l'étude (I.R.D)." Montpellier, ISBN 2-7099-1446-8. AITKEN, T. H. G. (1954) - The culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). Bull. Ent. Res., 45 (3): 437-494.

**Belkou H., Beyoud F., Taleb Bahmed Z. 2005.** "Approche de la composition biochimique de la menthe vert (menthe spicata L) dans la région de Ouargla", Mémoire DES, univ Ouargla pp 2,61.

**Benazzeddine S M. 2010.** "Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera ; Curcullionidae) et *Tribolium Confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae)". Mémoire de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences agronomiques. Département de zoologie agricole et forestière. École nationale supérieure agronomique El-Harrach Alger. 102p.

**Bendali S F. 1989.** "Etude de *Culex pipiens* Anautogène. Systématique, Biologie, Lutte *Bacillus thuringiensis israelensis* type H14 ; *Bacillus sphaericus* (1593) et deux espèces d'hydracariens". Magister. Université d'Annaba. Algérie.

**Benzeggouta N. 2005.** "Etude de l'activité antibactérienne des huiles infusées de quatre plantes médicinales connues comme aliments", Thèse de magister en pharmacochimie", Institut de chimie, Université Mentouri de Constantine.

**Berchi S. 2000.** "Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte". Thèse Doc. Es. Scien. Univ. Constantine: 133 p.

**Bezzar-Bendjazia R. 2016.** Effet d'un biopesticide, l'azadirachtine, sur un modèle de référence, *Drosophila melanogaster* (Diptera) : Toxicité, Développement et Digestion. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.

**Besombes C. 2008.** "Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydrothermomécanique d'herbes aromatiques : Applications généralisées", Thèse de doctorat, Génie des procédés industriels, Université de la rochelle (France).

**Bezzar-Bendjazia R. 2016.** Effet d'un biopesticide, l'azadirachtine, sur un modèle de référence, *Drosophila melanogaster* (Diptera) : Toxicité, Développement et Digestion. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.

**Belinato T.A., Martins A.J. and Valle D. 2012.** Fitness evaluation of two Brazilian *Aedes aegypti* field populations with distinct levels of resistance to the organophosphate temephos. Mem. Inst., Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 107 (7): 916-922.

**Behroozi Moghadam E., Izadi H., Samih M.A., Moharramipour S. and Mahdian K. 2011.** Effect of insect growth regulators, temperature and overwintering on larvae of pistachio white leaf borer, *Ocneria terebintina* Stgr. (Lepidoptera: Lymantriidae). Intern. J. Agric. Biol., 13: 375-380.

**Bezzar-Bendjazia R. 2016.** Effet d'un biopesticide, l'azadirachtine, sur un modèle de référence, *Drosophila melanogaster* (Diptera) : Toxicité, Développement et Digestion. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba.

**Bouaziz A., Boudjelida H. and Soltani N. 2011.** Toxicity and perturbation of the metabolite contents by a chitin synthesis inhibitor in the mosquito larvae of *Culiseta longiareolata*. Ann. Biol. Res., 2 (3): 134-143.

**Bouderhem A. 2015.** Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*). Master Académique. Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued .

- Bouabida H., Djebbar F. and Soltani N. 2012.** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Faun. Entomol.*, 65: 99-103.
- Bouabida H., Tine-Djebbar F., Tine S. & Soltani N. 2017.** Activity of spiromesifen on growth and development of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae): Toxicological, biometrical and biochemical aspects. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 5(1) : 572-577.
- 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
- Bouamer A., Bellaghit M et Mollay A. 2004.** "Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe vert et la menthe poivrée de la région de Ouargla" ; Mémoire DES Univ. Ouargla, p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.
- Boudemagh N., Bendali Saoudi F., Soltani N. 2013.** "Inventory of Culicidae (Diptera:Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria)". *Annals of Biological Research*, 4(3): pp.1-6.
- Boudjelida H., Aissaoui L., Bouaziz A., Smaghe G., &Soltani N. 2008.** "Laboratory evaluation of *Bacillus Thuringiensis* (vectobac WDG) against mosquito larvae, *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*". *Comm. Biol. Sci., Ghent University*, 73 (3):603- 609.
- 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). 191p
- Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G., &Hervy J P. 1999.** "Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne, logiciel d'identification et d'enseignement, IRD (France)."

**Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G., Et Hervy J P. 1999.** "Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne". Logiciel de l'Institut de Recherche pour le Développement (I.R.D.), Montpellier, ISBN 2-7099-1446-8.

**Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G., Et Hervy J P. 1999.** "Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne". Logiciel de l'Institut de Recherche pour le Développement. Bordas. 1ere édition. Pages 323.14 p

**Bussieras J., Chermette R. 1991.** "Parasitologie Veterinaire, Entomologie", Service de Parasitologie, ENVA.58-61.

**Chandra G., Bhattacharjee L., Chatterjee S N & Ghosh A. 2008.** " Mosquito control by larvivorous fish". Indian J. Med. Res., 127: 13-27.

**Clarke S. 2008.** "Essential oils; Ed 2: Churchill Livingstone", Elsevier; p: 42- 77.

**Coutin R. 1988.** "Les moustiques: des insectes nuisibles présents partout". Biologie des espèces. Criquet pèler in Schist olera cagregaria(Forsk.). Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 5(2) : 85.

**Chassaing V. 2006.** "L'Aromathérapie: les huiles essentielles au service du cheval; Ed: Violaine Chassaing "; p: 4- 8.

**Crosby DG. 1966.** "Natural pest control Agents. Adv". Chem. Ser. (53), p. 1-16.

**Chandra G., Bhattacharjee L., Chatterjee S N & Ghosh A) Kettle. 1995.** "Medical and veterinary entomology 2nd edition.D.S.,International," Walingford.725 pp.

**DJEGHADER N.E.H., BOUDJELIDA H., BOUAZIZ A. & SOLTANI N. 2013.** Biological effects of a benzoylphenylurea derivative (Novaluron) on larvae of Culex

pipiens (Diptera: Culicidae). *Advances in Applied Science Research*, 4(4):449-456.  
www.pelagiaresearchlibrary.com ISSN: 0976-8610 CODEN (USA): AASRFC

**Dias C.N & Moraes D.F.C.2014.** Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvicides: review. *Parasitology Research*. 113:565–592.

**Dharmaggada V S S., Naik S N., Mittal P K & Vasudevan P. 2005."** Larvicidal activity of *Tagetespatula* essential oil against three mosquito species. *Bioresour". Technol.* 96: 1235-1240.

**Dua V K., Pandey A C., Alam M E & Dash A P. 2006.** "Larvicidal activity of *Hibiscus obelmoschus* Linn.(Malvaceae) against mosquitoes. *J. Am. Mosq. Control". Assoc.* 22: 155-157.

**El-Akhal F., Greche H., OuazzaniChahdi F., Guemmouh R., & El OualiLalami A., 2015.** "Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *thymus vulgaris* cultivés au Maroc". 6 : 214-219.

**Fondje O., Robert V., Legoff G., Toto J C & CARNEVALE P. 1992.** "R Le paludisme urbain à Yaoundé (Cameroun) : étude entomologique dans deux quartiers peu urbanisés". *Bull. Soc. Path. Ex.*,7 4 85, 1992, 57-63.

**Fournier.2003.** : "Insecticides :In :chimie de pesticides" .Ed. Des trois moutiers Vienne,235 325.

**Gakuru S. El Foua-Bi K. 1996.** "Effet d'extraits de plantes sur la bruche du niébé *Coltosobructius maculatus* Fab. et le charançon du riz *Sitophilus orizae* L". *Cahiers Agriculture*; vol. 5. T 1, pp.39-42.

**Gakuru S., Et Foua-Bi K. 1995.** "Effet comparé des huiles essentielles de quatre espèces végétales contre la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus* Fab.) et le charançon du riz (*Sitophylus oryzae* L.)". *Tropicultura* vol.13, N° 4, pp. 143-146p.

**Gaspar F And Jeeke G. 2004.** "Essential oil from *Origanum vulgare* L. ssp. *Virens* (HOFFM. and LINK) IETSWAART: Content, Composition and Distribution Within the Bracts,. *J. Essent. Oil Res*"., 16, pp. 82-84.

**George S & Vincent S. 2005.** "Comparative efficacy of *Annona squamosa* Linn and *Pongamia glabra* Vent. To *Azadirachta indica* A. Juss against mosquitoes". *J. vector Borne Dis.*, 42:159-163.

**Glitho I A., Ketoh Kg Et Koumaglo H K. 1997.** " Effets de quelques huiles essentielles sur l'activité reproductrice de *Callosobruchus maculatus* Fab". *Annales de l'Université de Ouagadougou Série B*, Vol. N° 5, pp. 174-185.

**Grafton-Cadwell E F., Godfery L D., Chaney W F & Bentley W J. 2005.**"Various novel insecticides are less toxic to humans, more specific to key pests". *Calif. Agric.*, 59: 29-34.

**Gujar G T & Mehrotra K N. 1983.** Juvenilizing effect of azadirachtin on a noctuid moth *Spodoptera litura* Fabr. *India J Exp Biol.* 21: 292-293.

**Gnanamani R & Dhanasekaran S. 2013.** Growth inhibitory effects of azadirachtin Against *Pericallia ricini* (Lepidoptera: Arctiidae). *World. J. Zool.* 8 (2) : 185-191.

**Gnanamani R. & Dhanasekaran S. 2013.** Growth inhibitory effects of azadirachtin Against *Pericallia ricini* (Lepidoptera: Arctiidae). *World. J. Zool.* 8 (2) : 185-191.

**Harbach R E. 2007.** "The Culicidae (Diptera) the review of taxonomy, classification and phylogeny". *Zootaxa.*, 1668: 591-638.

**Harbach R E., Dahi C., & With G B. 1995.** "*Culex* (*Culex*) *pipiens* Linnaeus Diptera: Culicidae) : Concepts, type designation and description". *Proceeding of the Entomology Society*, 87 (1): 1- 24.

**Himmi O., Dakki M., Trari B., & Elagbani M A. 1995.** "Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologiques et écologiques". Trav. Inst. Sci., série Zool., Rabat, 44: 50 - 58.

**Hassaine K. 2002.** " Les culicides (Diptera- Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie d'*Aedes caspius* et d'*Aedes detritus* des marais salés, d'*Aedes mariaae* des rock Pools littoraux et de *Culex pipiens* des zones urbaines de la région occidentale algérienne". Thèses Doc.d'état. Univ. Tlemcen : 203p

**Isman M B. 2005.** "Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu. Rev". Entomol., N° 51, pp. 45-66.

**Jolivet .1980.** "Les insectes et l'homme". PUF, collect. Que sais-je, 128 PP

**Jagannadh V. & Nair V. 1992.** Azadirachtin-induced effects on larval-pupal transformation of *Spodoptera mauritia*. *Physiol. Entomol.* 17 : 56-61.

**Karch S. 1987.** "Etudes au laboratoire et dans les conditions naturelles de l'activité larvicide de *Bacillus sphaericus*, Neide, 1904, pour la lutte contre les moustiques". Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 215, 215 pp.

**Kettle. 1995.** "Medical and veterinary entomology 2nd edition". D.S., International, Walingford. 725 pp.

**Khenaka K. 2011.** "Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogène ruminale chez l'ovin. Thèse Magister: Biotechnologies Microbiennes." Constantine: Université Mentouri, 81p.

**Kim B J., Choi C H., Lee C H., Jeong S Y., Kim J S., Kim B Y., Yim H S Kang, S O. 2005.** "Glutathione is required for growth and prespore cell differentiation in *Dictyostelium*". *Developmental biology*, 284: 387-398.

**Kim S., Park C., M Ohh, H Cho And Y Ahn. 2003.** "Contact and fumigant activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae)". J. Stored Prod. Res., N° 29, pp. 11-19.

**Knight K L., Stone A . 1977.** "Catalog of the mosquitoes of the world (Diptera, Culicidae)".

**Kostyukovsky M., Chen B Atsm S., &Shaaya F. 2000.** "Biological activity of two juvenoids and two ectysteroids against three stored product insects". Insect. Biochem. Molec. Boil., 53: 61-81.

**Koumaglo H K . 1992.** " Quelle alternative pour le développement du monde rural". La Valorisation des Production Végétales : Cas des Produits Aromatique et des Huiles Essentielles. Réunion Scientifique Internationale. IRST Butare, pp.263-268.

**Krida G., Diancourt L., Bouattour A., Rhim A., Chermiti B., and Failloux A B. 2011.** "Assessment of the risk of introduction to Tunisia of the Rift Valley fever virus by the mosquito *Culex pipiens*. Bull. Soc". Pathol. Exot., 104 (4): 250-259.

**Khan I. and Qamar A. 2012.** Andalin, an Insect Growth Regulator, as Reproductive Inhibitor for the Red Cotton Stainer, *Dysdercus koenigii* (F.) (Hemiptera: Pyrrhocoridae). Acad. J. biolog. Sci., 5 (2): 113-121.

**Lahlou M. 2004.** "Methods of Study the Phytochemistry and Bioactivity of Essential oils " ; Phytotherapy Research 18; Wiley & Sons; p: 435- 448.

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

**Linné C. 1758.** "Systemanaturae per regnafrianaturae" .Edition 10.Holmia, (1): 82p.

**Madaoui Kh., Medjadji N. 2014.**"Contribution à l'effet antioxydan de deux plantes médicinales locales", Thèse de master, Faculté des sciences, Université de Hassiba Ben Bouali-Chlef,

**Mappa D. 2006.** "Les Productions légumières : Cahier d'activité" .3ème Édition d'Educagri. 163p.

**Martinez S O., & Van Emden H F. 2001.** Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. *Neotrop. Entomol.* 30 : 113-125.

**Mervat A., kandil A.F., Ahmed and Hemat Z.M. 2010.** Toxicological and biochemical studies of lufenuron, chlorfluazuron and chromafenozide against *Pectinophora gossypiella* (Saunders). *Egypt. Acad. J. Biolog. Sci.*, 4 (1): 37- 47.

**Matile L. 1993.** "Les Dipteres d'Europe Occidentale. Introduction, techniques d'étude et morphologies". Nematocères, Bracchycères, Orthorrhaphes et Aschizes. Ed. Boubée, Paris.

**Mazouz B., Hahdaoui A. 2010.**"Caractérisation et l'étude de l'effet antibactérien de l'huile essentielle des graines de *Petroselinum Sativum*", Thèse d'ingénieur d'état en biologie, Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques, Université Hassiba Ben Bouali-chlef.

**Moro Buronzo A. 2008.** "Le Grand Guide des Huiles Essentielles: Santé, Beauté, Bien être"; Ed : Hachette Pratique, p: 14- 43.

**Moulinier C. 2003.**" Parasitologie et mycologie médicales, éléments de morphologie et de biologie".[Paris]: Editions Médicales Internationales: 796 pp.

**Mbare O., Lindsay S.W. and Fillinger U. 2013.** Dose–response tests and semi-field evaluation of lethal and sub-lethal effects of slow release pyriproxyfen granules (Sumilarv®0.5G) for the control of the malaria vectors *Anopheles gambiae sensu lato*. *Malaria Journal*, 12: 94-103.

**Martinez S. S. O. & Van Emden H. F. 2001.** Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. *Neotrop. Entomol.* 30 : 113-125.

**Nourachani I. 2010.** "Caractérisation physico-chimique et biologique de l'huile essentielle des écorces de *Cryptocarya crassifolia* (Lauraceae)", Mémoire d'études approfondies (D.E.A), Département de biochimie fondamentale et appliquée, Université D'antananarivo,

**Nuto Y. 1995.** " Synergistic action of co-occurring toxins in the root bark of *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Rutaceae) against the cowpea beetle *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae)". Thesis of Ph. D.S.U.N.Y. Syracuse, New York, 107p.

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

**Pandey S., Pandey J. P. & Tiwari R. K. 2011.** Effect of some neem based insecticides on wing shape and pigmentation in Lemon-Butterfly, *Papilio demoleus* L. World applied sciences journal. 13(6): 1356-1360.

**Peterson E.L. 1980.** "Alimit cycle interpretation of a mosquito circadian oscillator" .J. theor. Biol. 84 : (281-310).

**Pierre M et Lys M. 2007.** "Secrets des plantes pour se soigner naturellement" .Edition d'Artemis. 448p.

**Pierre V.2009.** "Huiles essentielles, leur vertus bienfaisantes", Edition presses du châtelet, Paris.

**Pandey S., Pandey J P & Tiwari R K.2011.** Effect of some neem based insecticides on wing shape and pigmentation in Lemon-Butterfly, *Papilio demoleus* L. World applied sciences journal. 13(6): 1356-1360.

**Poupardin R . 2011.** "Interactions gènes –environnements chez les moustiques et leur impact sur la résistance aux insecticides". Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'université de Grenoble ,Spécialité : Biodiversité , Ecologie et Environnement . P:275.

**Pramanik k., &Aditya G. 2009.** "Immatures of *Lutzia fusca* (Wiedemann, 1820) Diptera :Culicidae) in ricefields implication for biological control of vector mosquitoes." Asian Pac J. Trop. Med.,2: 29-34.

**Rhodain F., Perez C. 1985.** "Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Maloine" .SA Editeur 27, Rue de l'école médecine 75006, Paris .443.

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

**Ripert C. 1998.** "Epidemiologie des maladies parasitaires". Helmentoses.Tome II. 3éme Ed: EM. International., p 277-309.

**Rodhain F., & Perez C. 1985.** "Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Notion d'épidémiologie des maladies à vecteurs". Ed. Maloine, 458 p.

**Schaffner F., Andel G., Geoffroy B., Hevryj.p., Rhaiem A., Brunhes J. 2001.** "Moustiques d'Europe. Institut de Recherche pour le Développement". IRD. Logiciel d'identification. ISBN: 978-2-7099-1485-7.

**Senevet G., & Andarelli L.,1959.** "Un nouveau caractère pour la diagnose des larves de *Culex*". Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 37 (3) : 447-461.

**Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J Et Sukprakarn C. 1997.**" Plant oils as fumigants and contact insecticides for control of stored product insects", Journal Stored Product Research. N° 33, pp 7-15.

**Shirley P., Péroël D., et Price L., 1999.** "Aromatherapy: for health professionals"; Ed 2: Elsevier Health Sciences; p: 8-33.

**Svoboda K. P. & Hampson J. B. 1999.** Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti inflammatory and other related pharmacological activities. *Aromatopia*. 35:50–54 .

**Smallfield B.2001.** Introduction to growing herbs for essential oils, medicinal and culinary purposes. *Crop & Food Research*. 45: 4.

**Salokhe S.G., Deshpandeb S.G., Mukherjib S.N., Pakhale K. and Maniyarc A.B. 2013.** IGR, Lufenuron, alters chitin and total soluble protein content of *Aedes aegypti* larvae during development. *Int. J .Curr .Sci.*, 7 (E): 134-138.

**Tapondjou L A., Adler C., Bouda H., And Fontem D A. 2002.** "Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles". *Journal of stored products research*, vol.38, issue N° 4, pp. 395-402.

**Tayoub G., Schowb I., Masotti V., Rabier J., Ruzzier M., Viano J. 2006.** "Contribution de la microscopie électronique à balayage et photonique à la connaissance de l'anatomie et de la morphologie de *Styrax officinales* L. C. R". *Biologies.*, 329: p. 712-718.

**Theobald F V. 1903.** "A monograph of the Culicidae or mosquitoes". London, British, Museum (Natural History). 3: 359.

**Tierito-Niber B., Hellenius J., Varis A L. 1992.** "Toxicity of plant ex tracts tothree storage beetles (Coleoptera)". *J. Appl. Ent.* N° 113, pp.202-208.

**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 espèce 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. 168 pages.

**Villeneuve Et Desire .1965.** "Zoologie. Bordas". 1ere édition. Pages 323.14 p.

**Wall R., Shearer D. 1992.** "Veterinary Entomology", Chapman & Hall. 88-191.

**Wicht el M., et Auton R. 1999."** Plantes thérapeutiques " , Ed. Tec. & Doc, 405 - 409;35 - 37; 187 - 190.

**Wigglesworth. 1972.** "The principal of Insect physiology". Chapman and Hill. London, NY.

**Yahyaoui N. 2005.** " Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L sur *Rhyzopertha dominica* (F .) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Tribolium confusum* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae)".Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach.

**Zhu Q., He Y., Yao J., Liu Y., Tao L. and Huang Q. 2012.** I Effects of sublethal concentrations of the chitin synthesis inhibitor, hexaflumuron, on the development and hemolymph physiology of the cutworm, *Spodoptera litura*. J. Insect Sci., 12: 27.