



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche  
Scientifique  
Université de Larbi Tébessi –Tébessa-  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature  
et de la Vie  
Département : de biologie appliquée



### Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biologie moléculaire et cellulaire

## Thème :

**Etude de l'effet de l'huile essentielle *Mentha piperita*  
sur le développement à légard de deux espèces de  
moustique (*Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*)**

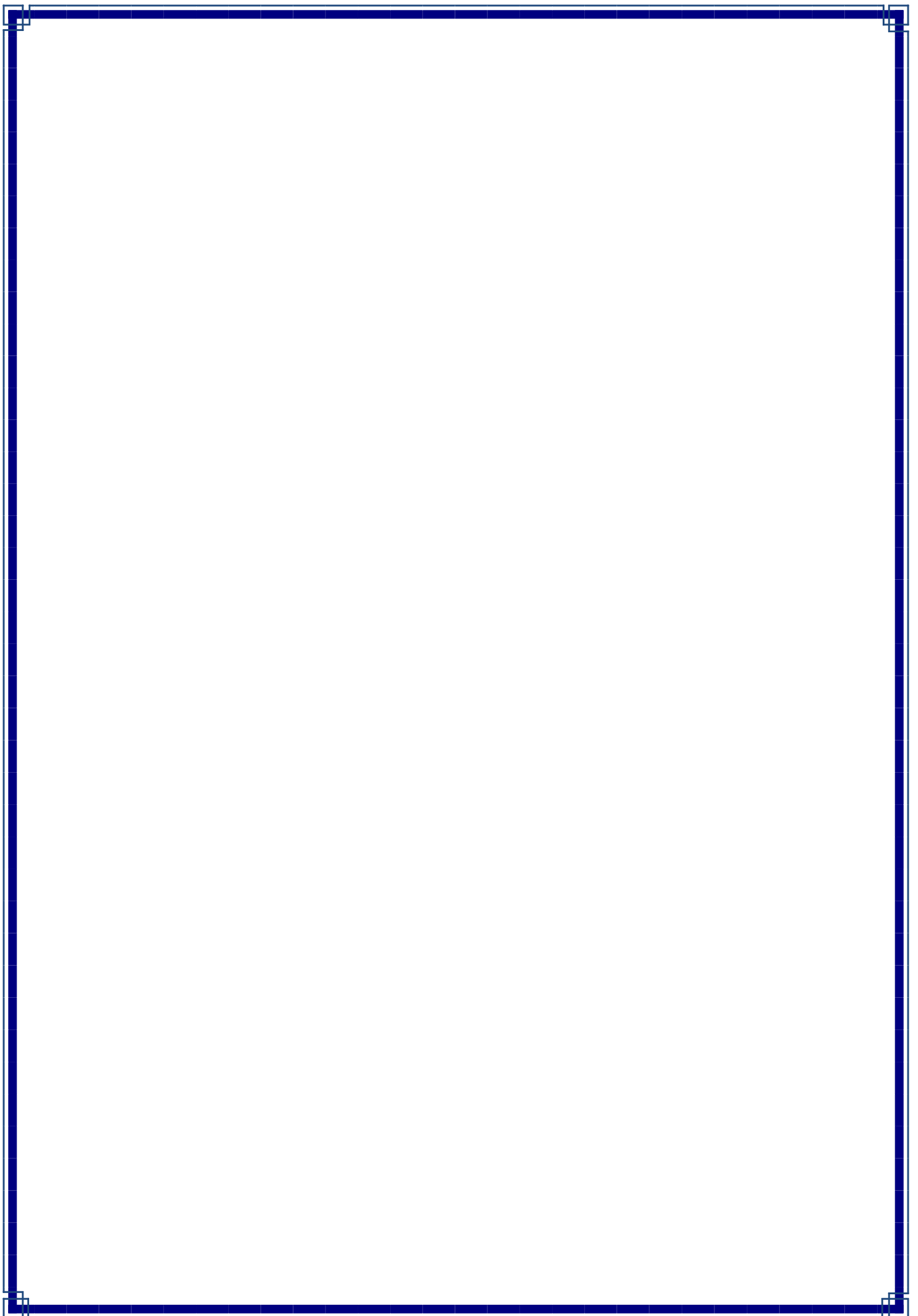
Présenter par

**BOUDIAR Amel**

**Devant le jury**

Dr BOUABIDA H.	MCA	U. de Tébessa	Présidente
M <sup>me</sup> SEGHIR H.	MCB	U. de Tébessa	Examinatrice
Dr DRIS D.	MAA	U. de Tébessa	Promotrice

**Date de soutenance : 11/06/2019**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

( إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا

مَّا بَعُوضَةٌ فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ

آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ

وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ

بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ

كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا

الْفَاسِقِينَ ) .. سورة البقرة آية 26 - ٢٦

## دعاء

قال الله تعالى

"رب أوزعني أن أشكر نعمتك التي أنعمت علي و علي والدي و أن أعمل صالحا ترضاه و أدخلني  
برحمتك في عبادة الصالحين"

سورة النمل . 15 .

يقول صلى الله عليه و سلم

"من أراد الدنيا فعليه بالعلم، و من أراد الآخرة فعليه بالعلم، و من أرادهما معا فعليه بالعلم"

"اللهم لا تجعلنا نصاب بالغرور إذا نجحنا و لا باليأس إذا أخفقنا و ذكرنا أن الإخفاق هو التجربة  
التي تسبق النجاح"

"اللهم إذا أعطيتنا نجاحا فلا تأخذ تواضعنا و إذا أعطيتنا تواضعا فلا تأخذ اعتزازنا بكرامتنا و تقبل  
دعائنا"

# **REMERCIEMENTS**

**Je tiens particulièrement à remercier :**

**Dr. DRIS J MC** à la Faculté des sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la vie, Département de Biologie Appliquée qui m'a suivi dans ce travail et qui m'a dirigé et conseillé, et celle par qui cette mémoire est devenue possible. Pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la rédaction de ce mémoire.

**Aux membres de jury :**

**Dr. BOUABIDA H MC** à la Faculté des sciences Exactes et Science de la Nature et de la vie, Département de Biologie Appliquée d'avoir accepté de présider le jury de ce travail.

**Mme SGHIR H MA** à la Faculté des sciences Exactes et Science de la Nature et de la vie, Département de Biologie Appliquée, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

**Je remercie également pour leur collaboration :**

**À mes collègues, mes enseignants à l'Université de Tébessa, à toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de ce travail.**

# Table des matiers

Table des matières	
ملخص	
ABSTRACT	
Résumé	
Remercîment	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Listes des figures	
Liste des symboles	
1.Introduction	<b>01</b>
2 . Matériel et méthodes	<b>04</b>
2.1. Présentation des Culicidae	<b>04</b>
2.2. Cycle de vie des Moustiques	<b>04</b>
2.3. Présentation de <i>Culisetalongiareolata</i>	<b>05</b>
2.4. Présentation de <i>Culex pipiens</i>	<b>06</b>
2.5. Elevage au laboratoire	<b>07</b>
2.6. Description botanique de Menthe poivrée : <i>Mentha piperita</i>	<b>08</b>
2.7. Extraction et rendement de l'HE par hydro distillation	<b>09</b>
2.8. Traitement et bio essais	<b>10</b>
2.9. Détermination de la durée de développement	<b>11</b>
2.10. Analyse statistique	<b>12</b>
3. Résultats	<b>14</b>
3.1. Rendement de l'huile essentielle	<b>14</b>
3.2. Essai insecticide de l'HE de <i>M. piperita</i> à l'égard de <i>C. pipiens</i> et <i>C. longiareolata</i>	<b>14</b>
3.3. Impact de l'HE de <i>M. piperita</i> sur la durée de développement à l'égard de <i>C. pipiens</i> et <i>C. longiareolata</i>	<b>17</b>
3.4. Effet d'huile essentielle de <i>M. piperita</i> sur le sexe à l'égard de deux espèces de moustique <i>Culex pipiens</i> et <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>17</b>
Discussion	<b>20</b>
4.1. Rendement d'huile essentielle	<b>20</b>
4.2. Toxicité des HEs à l'égard des moustiques	<b>20</b>
5. Conclusion et perspectives	<b>25</b>
Références bibliographique	<b>26</b>

## ملخص

في إطار البحث عن الطرق الفعالة للمكافحة البيولوجية ضد البعوض، تم تحليل الزيوت الطيارة المتحصل عليها بواسطة التقطير المائي للأجزاء الهوائية لنبات النعناع وتحديد فعاليتها ضد يرقات *Culex pipiens* و *Culiseta longiareolata*.

مردود استخلاص الزيوت الطيارة ظهر بقيمة 1.46%. كشفت الاختبارات السمية التي أجريت على خواص مبيد الحشرات هذه ضد نوعين من البعوض حيث تعد *C. Longiareolata* من أكثر أنواع البعوض حساسية.

يمكن أن تكون هذه الزيوت الطيارة فعالة في مكافحة البيولوجية للبعوض من خلال أفعالها في زيادة مدة النمو وزيادة عدد الذكور البالغين مقارنة بالإناث.

**الكلمات المفتاحية:** نسبة الجنس، الزيوت العطرية، *C. pipiens*، *C. longiareolata*، النعناع، السمية، مدة التطور.

## Abstract

In searching for efficient biological methods to control mosquitoes, essential oil obtained by hydrodistillation from the dry part of *Mentha piperita* (pepper mint) was examined on *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens* larvae.

The yield of the HE of the plant is 1.46%. The toxicological tests carried out revealed the insecticidal properties of this HE against two mosquito species where *C. longiareolata* is the most sensitive mosquito species.

This EO can be effective in biological control of mosquitoes through its actions by increasing the duration of development and increasing number of adult males compared to females.

**Key words:**ratio sex, Essential oil, *C. longiareolata*, *C. pipiens*, *M. piperita*, Toxicity, duration of development.



## Résumé

Dans le cadre de la recherche de nouvelles alternatives pour une lutte propre et efficace contre les moustiques, l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation de la partie aérienne de *Menthapiperita* (menthe poivrée) a été testée sur les larves de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*.

Le rendement de l'HE de la plante affiche une valeur de 1,46%. Les tests toxicologiques effectués, ont révélé les propriétés insecticides de cet HE à l'égard de deux espèces de moustiques où *C. longiareolata* est l'espèce de moustique la plus sensible.

Cet HE peut être efficace dans la lutte biologique contre les moustiques grâce à ses actions par l'augmentation de la durée de développement et l'accroissement de nombre des adultes mâles par rapport aux adultes femelles.

**Mots clés:** ratio sexe, Huiles essentielles, *C. longiareolata*, *C. pipiens*, *M. piperita*, Toxicité, durée de développement.

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Toxicité de l'HE de <i>M. piperita</i> (ppm), appliquée sur les larves 4 nouvellement exuviées de <i>C.longiareolata</i> : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 25 individus).	14
02	Toxicité de l'HE de <i>M. piperita</i> (ppm), appliquée sur les larves 4 nouvellement exuviées de <i>C. pipiens</i> : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 25 individus).	15
03	Toxicité de l'HE de <i>M. piperita</i> (ppm), appliquées sur les larves4 nouvellement exuviées de <i>C.longiareolata</i> : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 25 individus): Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).	15
04	Toxicité de l'HE de <i>M. piperita</i> (ppm), appliquées sur les larves4 nouvellement exuviées de <i>C. pipiens</i> : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 25 individus): Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).	15
05	Toxicité de l'HE de <i>M. piperita</i> , appliquée sur des larves 4 nouvellement exuviées de <i>C. longiareolata</i> et <i>C. pipiens</i> : Détermination des doses létales et leurs intervalles de confiance (95%).	16
06	Effet d'huile essentielle de <i>M. piperita</i> (CL25 et CL50) sur la durée du développement (jour) chez les larves du quatrième stade et stade nymphal pour <i>Culex pipiens</i> ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 20 individus).	17
7	Effet d'huile essentielle de <i>M. piperita</i> (CL25 et CL50) sur la durée du développement (jour) chez les larves du quatrième stade et stade nymphal pour <i>C. longiareolata</i> ( $m \pm SD$ , 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).	17
8	Effet d'huile essentielle de <i>M. piperita</i> (CL25 et CL50) sur le sexe (adulte) chez les adultes mâle et femelle <i>Culex pipiens</i> ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 40 individus).	18
9	Effet d'huile essentielle de <i>M. piperita</i> (CL25 et CL50) sur le sexe (adulte) chez les adultes mâle et femelle pour <i>Culiseta longiareolata</i> ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 10 individus).	18

## Liste des figures

---

<b>N</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	Les sites d'élevages des moustiques.	07
02	photo de feuilles de Menthe poivrée.	09
03	Photographie représentent un appareil hydrodistillateur.	10
04	Toxicité de l'HE de <i>M. piperita</i> (ppm), appliquée sur des larves 4 nouvellement exuviées de <i>C. longiareolata</i> ( <b>A</b> ) et <i>C. pipiens</i> ( <b>B</b> ) : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ , n=3 répétitions de 25 individus chacune).	16
05	Effets de l'HE de <i>M. piperita</i> , appliquée sur les larves 4 de <i>C. longiareolata</i> ( <b>A</b> ) et <i>C. pipiens</i> ( <b>B</b> ) : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.	16

A graphic of a scroll with a black outline and a light gray shadow. The scroll is unrolled, showing the word "INTRODUCTION" in a bold, black, serif font. The scroll has a vertical strip on the left side and a horizontal strip at the top, both with rounded ends. The word "INTRODUCTION" is centered on the main body of the scroll.

# **INTRODUCTION**

## 1. INTRODUCTION

Les Arthropodes sont l'un des embranchements les plus importants du règne animal, avec plus d'un million d'espèce connue, dont les trois quart sont des Insectes. Ces derniers constituent plus de 50% de la diversité de la planète et près de 60% de celle du règne animal (**Wilson, 1988**). Leur immense variété, leur extraordinaire prolificité, ainsi que leur taille réduite ont permis aux insectes de coloniser la plupart des milieux continentaux (**Baudry, 1998**). Parmi ces insectes on peut trouver les Culicidae. Ils occupent la première place par leur rôle de vecteur d'organismes pathogènes ou d'agent de nuisance.

Parmi ce groupe, les moustiques du complexe *Culex pipiens* (**Linné, 1758**) attirent notre attention car ils sont distribués partout dans le monde et sont d'une grande importance médicale et vétérinaire (**Gomes et al., 2009**). Les moustiques sont responsables d'un certain nombre de problèmes de santé humaine provoquant des maladies et des décès dans le monde entier chez les enfants et les adultes. Ils sont des vecteurs de nombreuses maladies telles que le paludisme, la filariose, la dengue, l'encéphalite japonaise, le chikungunya et l'infection par le virus du Nil occidental dans les pays tropicaux et subtropicaux (**Anupam et al., 2012**). Le paludisme est une maladie mortelle et, à l'échelle mondiale, environ 3,3 milliards de personnes en courent le risque. Environ 198 millions de cas de malaria et 0,58 million de décès sont survenus dans le monde en 2013 (**OMS, 2014**). Selon l'OMS (2009), plus de 1,3 milliard de personnes réparties dans 72 pays différents sont menacées par la filariose. La dengue, causée par une espèce de moustique, *Aedes aegypti* affecte des millions de personnes et des milliers de décès par an dans le monde entier (**Nuttall, 1997 ; Govindarajan, 2010**). Ces maladies en plus des cas de morbidité qu'elles causent dans le monde, elles représentent un fardeau socioéconomique élevé des pays touchés (**Ramaiah et al., 2000, Intirach et al., 2012**). Un contrôle efficace de ces maladies nécessiterait une stratégie à deux volets: (i) un traitement rapide avec des médicaments efficaces et (ii) des stratégies de prévention basées sur le contrôle des vecteurs.

Pour lutter activement contre les moustiques, plusieurs méthodes ont été entreprises dans le monde, comprenant la lutte chimique et la lutte biologique. Les insecticides chimiques sont la principale stratégie du contrôle. Cependant, leur utilisation massive et continue a provoqué divers inconvénients, tels que la contamination et l'accumulation dans le sol et l'eau et le développement de résistances (**Mittal et al., 2004 ; OMS, 2006 ; Carlos, 2010**). De plus, ils causent la pollution de l'air et nuisent aux organismes non-ciblés bénéfiques (**Dharmagadda et al., 2005**). Pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au

maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés (**Crosby et al., 1966**). Cette recherche s'est orientée vers une lutte biologique, moins nocive et plus raisonnée, par l'utilisation de substances naturelles actives et non polluantes telles que les métabolites secondaires des plantes (les huiles essentielles, les flavonoïdes, les tanins...).

Plus de 2000 espèces végétales dotées de propriétés insecticides ont été répertoriées (**Grainge&Armed, 1988**). Les espèces de la famille des *Meliaceae*, *Rutaceae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae* et *Canellaceae* sont les principales familles les plus prometteuses comme source de bioinsecticides (**Benayad, 2008**). Mais seulement 344 espèces ont une activité anti culicidienne (**Sukumaretal., 1991**), particulièrement les plantes aromatiques du genre *Artemisia*, *Cympogon*, *Lavandula*, *Mentha*, *Oreganum*, *Ocimum*, *Rosmarinus*, *Thymus* et les arbres aromatiques du genre *Citrus*, *Eucalyptus*, *Eugenia* et *Melaleuca* (**Andre'set al., 2012**).

Dans ce contexte, notre étude a été consacrée à l'extraction de l'huile essentielle de *M. piperita* et de déterminer l'effet larvicide de cet huile à l'égard de deux espèces de moustiques, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*. L'activité insecticide a permis de déterminer les paramètres de létalité (CL<sub>25</sub>, CL<sub>50</sub> et CL<sub>90</sub>) et l'impact de cette huile sur la durée de développement.



**MATERIELS ET  
METHODES**

### 2. MATERIEL ET METHODES

#### 2.1. Présentation des Culicidae

Les moustiques sont des Arthropodes appartenant à la classe des Insectes, à l'ordre des Diptères et à la Famille des Culicidae. Ils sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles, des ailes pourvues d'écailles, et des femelles possédant de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur-suceur (OMS, 1999). Ils constituent le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes à l'Homme et aux animaux.

#### 2.2. Cycle de vie des Moustiques

Les moustiques sont des insectes holométaboles, leur cycle biologique comprend une phase aquatique et une phase aérienne. Les adultes ou imago, sont aériens alors que les œufs, les larves et les nymphes constituent les stades pré-imaginaux et vivent dans l'eau douce le plus souvent ou parfois saumâtre. La durée totale du développement, fortement influencée par la température, est de 10 à 15 jours pour les zones tropicales (Bendali-Saoudi, 2006).

- **Œuf** : Suite à l'accouplement qui a eu lieu peu de temps après l'émergence des adultes, les femelles fécondées déposent entre 200 et 400 œufs (Bendali, 1989), perpendiculairement à la surface de l'eau (Urquhart *et al.*, 1996 ; Wall & Shearer, 1997). Les œufs, sous forme cylindrique et de couleur blanchâtre au moment de la ponte, deviennent grisâtre ou noirâtre après quelque heures. Cette coloration due à l'oxydation de certains composants chimiques de la thèque au contact de l'eau ou l'air. L'œuf est pourvu d'un opercule qui s'ouvre vers le bas au moment de l'éclosion et la larve se dégage de ce dernier grâce à une épine chitineuse qui se situe au niveau de la tête (Rhodain & Perez, 1985).

- **Larve** : La larve passe par 4 stades de développement : L1, L2, L3 et L4, séparés par une mue, lui permettant de passer d'environ 2 à 12 mm. Les larves sont mobiles et respirent à la surface de l'eau par l'intermédiaire d'un siphon respiratoire situé à l'extrémité de l'abdomen. Elles se déplacent par saccades et se nourrissent de divers micro-organismes (particules végétales, bactéries et levures) (Urquhart *et al.*, 1996 ; Andreo, 2003). Les larves sont apodes, se déplacent rapidement et leur pièces buccales sont de type broyeur. Le corps de la larve est constitué de 3 parties : la tête incluse dans une capsule sclérotinisée, 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.



Après chaque mue, la larve se fixe à proximité de l'exuvie abandonnée et au terme de cette période se métamorphose en nymphe (**Rhodain & Perez, 1985**).

- **Nymphe** : La nymphe ou pupa également aquatique, a une forme de virgule et mobile mais ne s'alimente pas durant toute la durée de ce stade, qui varie entre 2 à 5 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, pattes et ailes) et un abdomen sous forme d'une queue permet de distinguer les sexes. Chez les femelles, la queue est plus courte (**Guitsevitch et al., 1974 ; Rhodain & Perez, 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, aérienne et habituellement hématophage chez les femelles (**Alayat, 2012**). A la fin de ce stade, le tégument se dessèche alors au contact de l'air 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, son abdomen, abandonnant dans l'eau l'exuvie nymphal. Ce phénomène de l'émergence dure environ 15 minutes durant lequel l'insecte se trouve exposé sans défenses à de nombreux prédateurs de surface (**Vinogradova 2003**).

- **Adulte** : Les adultes comme tous les diptères, possèdent une seule paire d'ailes membraneuses longues et étroites pourvues d'écailles le long de ses nervures, repliées horizontalement au repos. La deuxième paire est réduite à une paire de balanciers. Ils possèdent un corps mince qui se divise en trois parties : la tête, le thorax, et l'abdomen. 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 diptères par des antennes longues, fines et articulées. Les femelles se distinguent facilement des mâles par la présence des antennes plumeuses. Elles possèdent de longues pièces buccales de type piqueur-suceur (**Wolfgang & Werner, 1988**).

### 2.3. Présentation de *Culiseta longiareolata* (**Aitken, 1954**)

*Culiseta longiareolata* a une taille qui varie de 3 à 5 mm. C'est une espèce multivoltine et rurale, les femelles sont sténogrammes 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 de cette espèce se caractérise par un siphon court et conique avec des dents du peigne siphonal plantées

irrégulièrement. Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écaille sombre 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. Cette espèce 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 maximum de densité au printemps et un autre en automne (Bruhnes *et al.*, 1999). *C. longiareolata* est une espèce à large répartition, elle est très commune dans toute l'Afrique méditerranéenne (Abdel-Malek, 1960) et l'espèce la plus abondante dans la région de Tébessa (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

La position systématique de *C. longiareolata* Aitken, 1954 est la suivante :

---

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Sous-règne</b>	Metazoa
<b>Embranchement</b>	Arthropoda
<b>Sous-embranchement</b>	Hexapoda
<b>Super-classe</b>	Protostomia
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Sous-classe</b>	Pterygota
<b>Infra-classe</b>	Neoptera
<b>Super-ordre</b>	Endopterygota
<b>Ordre</b>	Diptera
<b>Sous-ordre</b>	Nematocera
<b>Infra-ordre</b>	Culicomorpha
<b>Famille</b>	Culicidae
<b>Sous-famille</b>	Culicinae
<b>Genre</b>	<i>Culiseta</i>
<b>Espèce</b>	<i>Culiseta longiareolata</i> (Aitken, 1954).

---

#### 2.4. Présentation de *Culex pipiens* (Linné, 1758)

*Culex pipiens* est le moustique le plus fréquent dans le monde (Faraj *et al.*, 2006). Il est capable de se développer dans toutes les régions du globe (Resseguier, 2011). Cette espèce rurale à activité nocturne et domestique est active pendant toute l'année et atteint son maximum de développement pendant les saisons chaudes (Faraj *et al.*, 2006). *C. pipiens* existe sous deux formes : la forme *molestus*, anthropophiles, autogène, sténogramme (peut s'accoupler dans des espaces confinés), urbaine et reste en activité durant la période hivernale (homodynamique). La forme *pipiens*, ornithophile, anautogène, eurygame (s'accouple en plein air) et entre en diapause pendant l'hiver (hétéro dynamique) (Schaffner *et al.*, 2001).

L'adulte de *C. pipiens* se caractérise par le tergite III avec une bande antérieure claire. Chez la larve, le mentum contient 8 dents ou plus de part et d'autre de la dent

médiane ; les écailles du 8<sup>ème</sup> segment sont toutes sans épine médiane et la dent distale du peigne siphonal est formée de 3 à 5 denticules basaux.

La position systématique de *C. pipiens* Linné, 1758 est la suivante :

---

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Sous-règne</b>	Metazoa
<b>Embranchement</b>	Arthropoda
<b>Sous-embranchement</b>	Hexapoda
<b>Super-classe</b>	Protostomia
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Sous-classe</b>	Pterygota
<b>Infra-classe</b>	Neoptera
<b>Super-ordre</b>	Endopterygota
<b>Ordre</b>	Diptera
<b>Sous-ordre</b>	Nematocera
<b>Infra-ordre</b>	Culicomorpha
<b>Famille</b>	Culicidae
<b>Sous-famille</b>	Culicinae
<b>Genre</b>	<i>Culex</i>
<b>Espèce</b>	<i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758).

---

### 2.5. Elevage au laboratoire

Les œufs et les larves de moustiques sont récoltés dans des sites situés au niveau de différentes régions de la ville de Tébessa. Les larves sont élevées dans des récipients contenant 150 ml d'eau déchlorurée et nourries avec 0,04 g du mélange biscuit 75% - levure 25% (Rehimi&Soltani, 1999).



**Figure 01** : Les sites d'élevages des moustiques.

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'œufs par rapport aux femelles nourries de sucre seulement (Wiggles, 1972).

Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages où elles se transformeront en adultes. Ces derniers sont nourris de raisin sec et de datte.

### 2.6. Description botanique de Menthe poivrée : *Mentha piperita* (Linné, 1753)

Les Menthes, du nom latin *Mentha*, font partie de ce grand cortège de substances, ce sont des plantes vivaces, herbacées indigènes et très odorantes appartenant à la famille des Lamiaceae (Jahandiez & Maire, 1932). Les Menthes conservent depuis l'antiquité une infinie diversité d'emplois et occupent une large place dans la thérapeutique. Elles fortifient tout le système des nerfs, donnant la vigueur aux uns pour mouvoir l'acuité, aux autres pour sentir, mais non pour souffrir. Stimulant diffusible et aussi un sédatif diffusible, la Menthe rend d'éminents services contre la nervosité et les différentes manifestations nerveuses. Sur le plan des principes chimiques, la plupart des espèces de Menthe doivent leur odeur et activité à leurs huiles essentielles ou Essences de Menthe (Il Idrissi, 1982). Ces essences très odoriférantes ont un intérêt industriel important. Elles sont souvent extraites des plantes de la race cultivée avec de bons rendements. Ce sont toutes des plantes vivaces herbacées de la famille des Labiées. Elles sont en général des plantes alimentaires, aromatiques et médicinales: rafraîchissantes, toniques, anesthésiques, antiseptiques, antispasmodiques, antalgiques, fébrifuges, bactéricides, etc.... De même, elles éloignent les pucerons, et sont donc utiles pour protéger d'autres cultures. Les menthes englobent environ 25 espèces, mais qui ont une grande capacité à s'hybrider ce qui rend difficile leur détermination précise. La principale espèce utilisée en pharmacie est la menthe poivrée, *Mentha × piperita* qui est un hybride stérile apparu en 1996 à Mitcham (près de Londres) entre *Mentha aquatica* et *Mentha spicata* (Botineau, 2010). La menthe poivrée est une plante vivace par son rhizome qui s'accroche dans la terre, elle se propage par stolons. Ses feuilles mesurent de 4 à 10 cm de long, elles sont ovales, vert foncé et se teignent de nuances rougeâtres au soleil et de rouge cuivré à l'ombre. Elles sont recouvertes de gros poils sécréteurs arrondis dans lesquels s'accumulent les substances volatiles odorantes. Ses tiges sont violacées de section carrée (Bruneton, 2009).

La position systématique de *Mentha piperita*(Paul, 1996) est la suivante :

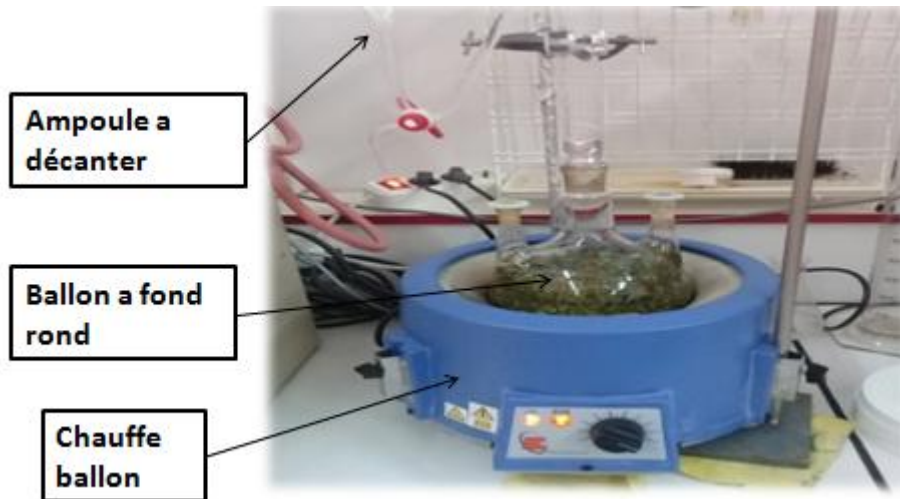
<b>Règne</b>	Plantae
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Lamiales
<b>Famille</b>	Lamiaceae
<b>Genre</b>	<i>Mentha</i>
<b>Espèce</b>	<i>Mentha piperita</i> (Linné, 1753).



**Figure 02** : photo de feuilles de Menthe poivrée.

### 2.7. Extraction et rendement del'HE par hydrodistillation

L'extraction a été faite au niveau du laboratoire de Biologie Animale à l'université de Tébéssa par un hydro distillateur de type clewenger. La collecte de plante a été faite au mois de Février 2019 dans la région de Tébéssa. Après séchage du matériel végétal à l'air libre et à l'ombre, 50g de la matière sèche de la partie aérienne des plantes avec 500 ml d'eau distillée sont introduit dans un ballon d'une capacité d'un litre, à fond rond et à 3 cols ou fioles, surmonté d'une colonne de 60 cm de longueur. Le tout sera mis sur un chauffe ballon à une température voisine de 100°C et raccordé avec le reste de l'appareil d'extraction. Le mélange est porté à ébullition pendant 3 heures, pendant ce temps, la vapeur se dirige vers le col du cygne puis dans le réfrigèrent où elle se condense rapidement et tombe, dans l'ampoule de décantation, sous forme d'huile. Les huiles essentielles recueillies ont été filtrées en présence de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) pour éliminer les traces d'eau résiduelle. Elles sont ensuite récupérées et stockées à 4°C et à l'obscurité dans un flacon en verre, hermétiquement fermé et couvert du papier aluminium pour les préserver de l'air et de la lumière. La quantité d'huile obtenue est pesée pour le calcul du rendement (Mawussi, 2008 ; Tchoumboungang *et al.*, 2009).



**Figure 0 3** : Photo d'un technique d'hydrodistillation

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante (AFNOR, 1987), évalué à partir de 3 extractions. Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$R = P_B / P_A \times 100$$

ou

$$R = [\sum P_B / \sum P_A] \times 100$$

**R** : Rendement en huile en %

**P<sub>B</sub>** : Poids de l'huile en g

**P<sub>A</sub>** : Poids de la matière sèche de la plante en g

### 2.8. Traitement et bio essais

L'HE dissoute dans l'éthanol sont appliquées (1ml) sur des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *C. longiareolata* et de *C. pipiens*.

Après un screening préalable, les HE a été testé à différentes concentrations (CL<sub>25</sub>, CL<sub>50</sub> et CL<sub>90</sub>). Trois répétitions comportant chacune 25 larves, ont été réalisées pour chaque concentration. Une série témoin négatif (les individus ne subissent aucun traitement) et une série témoin positif (les larves reçoivent 1ml d'éthanol) sont conduites en parallèle. Le traitement a été appliqué dans des pots contenant chacun 150 ml d'eau déchlorurée et de la nourriture pendant 24 heures, selon les recommandations de l'organisation mondiale de la santé (OMS, 1963).Après cette période, les larves sont rincées puis placées dans de nouveaux récipients contenant de l'eau propre et de la nourriture.

Les mortalités ont été enregistrées après 24 heures d'exposition au HE puis corrigées selon la formule d'Abbott (1925), afin d'éliminer la mortalité naturelle. Les pourcentages de mortalités corrigées subissent une transformation angulaire selon les tables de Bliss (1938)



in Fisher & Yates (1957). Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification et un classement des doses par le test HSD de Tukey. Enfin, la régression non linéaire exprimant le pourcentage de la mortalité corrigée en fonction du logarithme de la dose a permis d'estimer les concentrations létales ( $CL_{25}$ ,  $CL_{50}$  et  $CL_{90}$ ) ainsi que leurs intervalles de confiance (95% IC).

### 2.9. Détermination de la durée de développement

L'effet de l'HE de *M. piperita* ( $CL_{25}$  et  $CL_{50}$ ) sur le développement des deux espèces de moustiques testées a été évalué. Ainsi, les durées du quatrième stade larvaire et du stade nymphal ont été calculées pour les insectes survivants. Les larves de quatrième stade témoins et traitées ( $n = 30$  pour chaque concentration) ont été placées en groupes de 10 individus dans les mêmes conditions d'élevage en masse, et de la nourriture a été distribuée tous les jours (environ 0,09 mg). Le développement a été suivi chaque jour, les pupes ont été transférées dans un nouveau conteneur jusqu'à émergence des adultes.

### 2.10. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel MINITAB (version 16, Penn State College, PA, USA) et GRAPH PAD PRISM 7. Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne  $\pm$  l'écart-type (SD). Le test t de Student et l'analyse de la variance à un et deux critères de classification, ont été utilisés.



**RESULTATS**



## 3. RESULTATS

### 3.1. Rendement de l'huile essentielle

L'huile essentielle obtenue par hydro distillation des parties aériennes de *Mentha piperita* est de couleur jaune claire avec une odeur agréable et avec un rendement de  $1,46\% \pm 0,04$ .

### 3.2. Essai insecticide de l'HE de *M. piperita* à l'égard de *C. pipiens* et *C. longiareolata*

Après un test de screening, différentes concentrations de l'HE de *M. piperita* ont été appliquées sur les larves du quatrième stade de *C. longiareolata* (10, 20, 30, 40, 50, 60 et 70 ppm) et de *C. pipiens* (30, 40, 50, 60 et 70 ppm). Des séries témoins négatifs (eau seulement) et témoins positifs (eau+1ml d'éthanol) sont réalisées en parallèles. Aucune mortalité n'a été observée dans les deux séries témoins.

Les mortalités corrigées enregistrées au cours des tests de toxicité varient de  $8 \pm 2,67\%$  à la dose la plus faible (10 ppm) à  $96,00 \pm 2,67\%$  à la dose la plus forte (70 ppm) chez *C. longiareolata* et de  $5,33 \pm 2,31\%$  à la dose la plus faible (30ppm) à plus de 100% à la dose la plus forte (70ppm) chez *C. pipiens* (Tableaux 1 et 2, et Fig. 4). Les résultats montrent une mortalité plus importante chez *C. longiareolata* par rapport à *C. pipiens*, traduisant une plus grande sensibilité de cette espèce à l'action de l'HE de *Mentha*.

L'analyse de la variance à un critère de classification effectuée après transformation angulaire des pourcentages de mortalité révèle une différence hautement significative ( $p < 0,001$ ) (Tableaux 3 et 4) entre les concentrations utilisées et cela chez *C. pipiens* et *C. longiareolata*. Le classement des doses par le test HSD de Tukey révèle l'existence de 5 groupes (Fig 4).

La courbe dose-réponse exprimant les pourcentages de mortalité en fonction du logarithme des doses appliquées (Fig.5) a permis l'estimation des valeurs des différentes concentrations létales (CL) ainsi que leurs intervalles de confiance et le Slope (Tableau 5).

**Tableau 1.** Toxicité de l'HE de *M. piperita* (ppm), appliquée sur les larves 4 nouvellement exuviées de *C. longiareolata*: Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ , n = 3 répétitions comportant chacune 25 individus).

Concentrations (ppm)	10	30	50	70
R1	4,0	32,0	72,0	92,0
R2	8,0	24,0	60,0	96,0
R3	12,0	36,0	60,0	100,0
<b>m <math>\pm</math> SD</b>	<b>8,0 <math>\pm</math> 4</b>	<b>30,7 <math>\pm</math> 6,1</b>	<b>64,0 <math>\pm</math> 6,93</b>	<b>96,0 <math>\pm</math> 4</b>

**Tableau 2.** Toxicité de l'HE de *M. piperita* (ppm), appliquée sur les larves 4 nouvellement exuviées de *C. pipiens* : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 25 individus).

Concentrations (ppm)	30	40	50	60	70
R1	4	28	48	92	100
R2	4	28	56	84	100
R3	8	24	52	88	100
<b>m <math>\pm</math> SD</b>	<b>5,33<math>\pm</math>2,31</b>	<b>26,67<math>\pm</math>2,31</b>	<b>52<math>\pm</math>4</b>	<b>88<math>\pm</math>4</b>	<b>100<math>\pm</math>0,0</b>

**Tableau 3.** Toxicité de l'HE de *M. piperita*(ppm), appliquées sur les larves4 nouvellement exuviées de *C.longiareolata*: Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 25 individus) : Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).

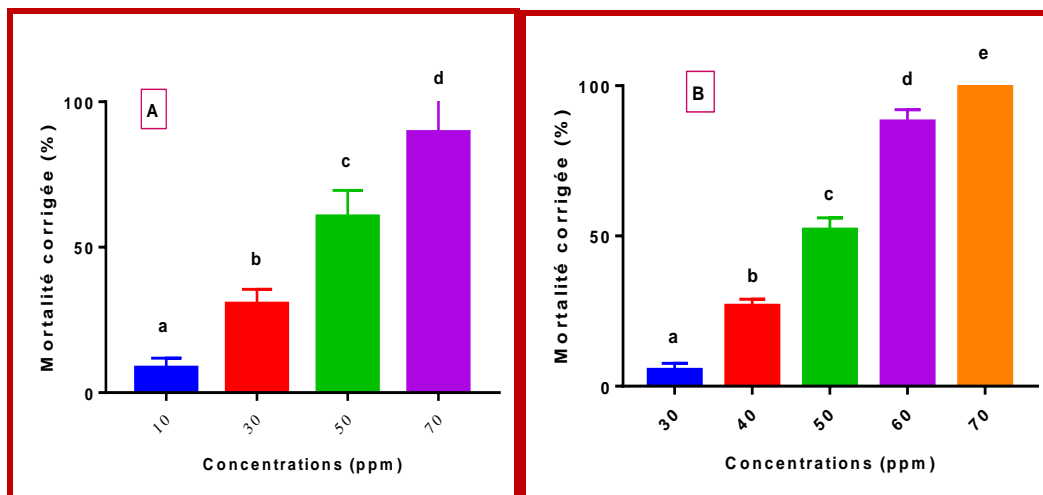
Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P
Traitement	6522	3	2174	108,5	0,001***
Erreur résiduelle	160,3	8	20,04		
<b>Total</b>	<b>6682</b>	<b>11</b>			

\*\*\* différence hautement significative ( $p < 0,001$ ). SCE : somme des carrés des écarts ; ddl : degré de liberté ; CM : carré moyen ; Fobs : F observé ; p : niveau de signification.

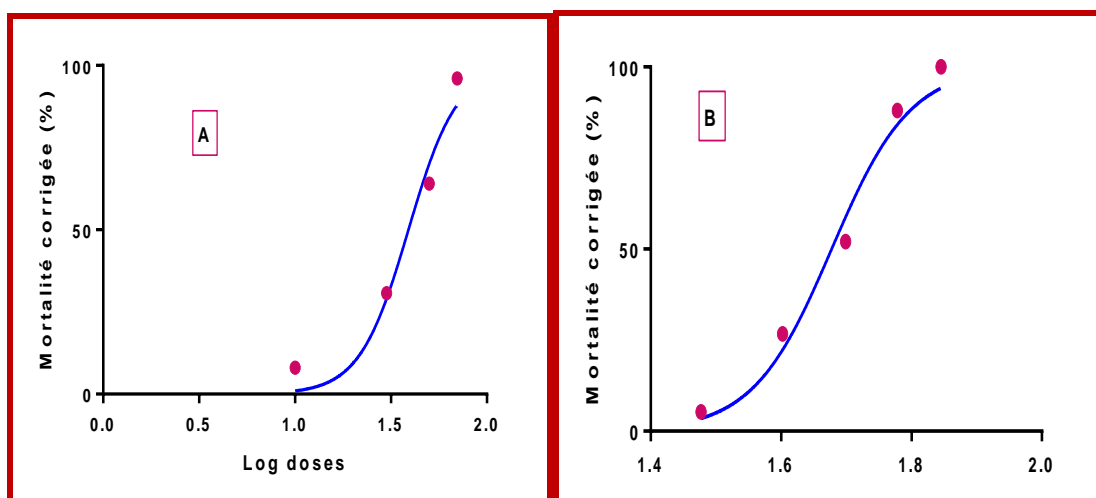
**Tableau 4** Toxicité de l'HE de *M. piperita*(ppm), appliquées sur les larves4 nouvellement exuviées de *C. pipiens* : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 25 individus) : Analyse de la variance à un critère de classification après transformation angulaire des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P
Traitement	9880	4	2470	435,6	0,001***
Erreur résiduelle	56,71	10	5,671		
<b>Total</b>	<b>9937</b>	<b>14</b>			

\*\*\* différence hautement significative ( $p < 0,001$ ). SCE : somme des carrés des écarts ; ddl : degré de liberté ; CM : carré moyen ; Fobs : F observé ; p : niveau de signification.



**Figure 04.** Toxicité de l'HE de *M. piperita* (ppm), appliquée sur des larves 4 nouvellement exuviées de *C. longiareolata*(A) et *C. pipiens*(B) : Mortalité corrigée (%) ( $m \pm SD$ ,  $n=3$  répétitions de 25 individus chacune). Les lettres représentent le classement des doses selon le test HSD de Tukey.



**Figure 07.** Effets de l'HE de *M. piperita*, appliquée sur les larves 4 de *C. longiareolata*(A) et *C. pipiens*(B) : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.  $R^2=98\%$ .

**Tableau 5 .** Toxicité de l'HE de *M. piperita*, appliquée sur des larves 4 nouvellement exuviées de *C. longiareolata* et *C. pipiens* :Détermination des doses létales et leurs intervalles de confiance (95%).

Espèces	Hill slope	Concentrations létales (ppm)		
		LC <sub>25</sub> (95% IC)	LC <sub>50</sub> (95% IC)	LC <sub>90</sub> (95% IC)
<i>C. longiareolata</i>	3,40	<b>20,25</b> [15,70-29]	<b>39</b> [28,98 - 44,29]	<b>74,33</b> [63,49 - 75,95]
<i>C. pipiens</i>	7,20	<b>40,85</b> [34,99-46,28]	<b>47,58</b> [43,73- 51,77]	<b>150,38</b> [54,20- 76,91]

### 3.3. Impact de l'HE de *M. piperita* sur la durée de développement à l'égard de *C. pipiens* et *C. longiareolata*

L'huile essentielle de *M. piperita* Nest utilisée avec deux concentrations létal (CL<sub>25</sub> et CL<sub>50</sub>) sur les larves du quatrième stade nouvellement exuviées chez deux espèces de moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*.

L'effet d'huile essentielle de *M. piperita* (CL<sub>25</sub> et CL<sub>50</sub>) sur la durée du développement mesurée sur les individus survivants larves et pupes de quatrième stade de *C. longiareolata* et *C. pipiens* sont présentés dans les tableaux 6 et 7. La comparaison des moyennes montre que l'huile essentielle de *M. piperita* avec la CL<sub>50</sub> révélé un effet significatif avec une augmentation de la durée de développement pour les deux espèces, larve L4 (*C. longiareolata*: p=0,038, *C. pipiens*: p=0,038) et nymphe (*C. longiareolata*: p=0,020, *C. pipiens*: p=0,020). Par contre la concentration CL<sub>25</sub> provoque une augmentation non significatif pour les deux espèces donc la CL<sub>50</sub> de l'huile essentielle de *M. piperita* affectée la durée de développement avec une relation concentration-réponse.

**Tableau 6 :** Effet d'huile essentielle de *M. piperita* (CL<sub>25</sub> et CL<sub>50</sub>) sur la durée du développement (jour) chez les larves du quatrième stade et stade nymphal pour *Culex pipiens* (m ± SD, n = 3 répétitions comportant chacune 20 individus). Comparaison des moyennes pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Stade	Témoins	CL 25	CL 50
L 4	6,33 ± 0,57 a	7,66 ± 0,57 b	8,00 ± 1,00 c
Nymphe	4,33 ± 0,57 a	5,66 ± 0,57 b	6,66 ± 0,57 c

**Tableau 7 :** Effet d'huile essentielle de *M. piperita* (CL<sub>25</sub> et CL<sub>50</sub>) sur la durée du développement (jour) chez les larves du quatrième stade et stade nymphal pour *C. longiareolata* (m ± SD, n = 3 répétitions comportant chacune 20 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Stade	Témoins	CL 25	CL 50
L 4	7,33 ± 0,57 a	8,33 ± 0,57 a	9,66 ± 0,57 b
Nymphe	5,33 ± 0,57 a	6,33 ± 0,57 b	7,66 ± 0,57 c

### 3.4. Effet d'huile essentielle de *M. piperita* sur le sexe à l'égard de deux espèces de moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* :

L'effet d'huile essentielle de *M. piperita* (CL<sub>25</sub> et CL<sub>50</sub>) sur le sexe sur les individus survivants adultes de *C. longiareolata* et *C. pipiens* sont présentés dans les tableaux 8 et

9. La comparaison des moyennes avec la série témoins montre que l'huile essentielle de *M. piperita* avec les deux concentrations a révélé un effet significatif avec une augmentation du nombre des adultes mâle et une diminution du nombre des femelles par rapport aux témoins chez *C. longiareolata* (adulte mâle:  $p=0,026$ , adultes femelles:  $p=0,020$ ) (adulte mâle:  $p=0,000$ , adultes femelles:  $p=0,003$ ) avec CL25 et CL50 respectivement. Par contre la concentration CL25 provoque une diminution non significative du nombre des femelles par rapport aux témoins chez *C. pipiens*. Mais les deux concentrations provoquent une augmentation significative (CL25 :  $p=0,026$  ; CL50 :  $p=0,000$ ) au mâle pour les deux espèces donc la CL50 de l'huile essentielle de *M. piperita* affecte le ratio sexe avec une relation concentration-réponse.

**Tableau 8:** Effet d'huile essentielle de *M. piperita* (CL25 et CL50) sur le sexe (adulte) chez les adultes mâle et femelle *Culex pipiens* ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 40 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Stade	Témoins	CL 25	CL 50
<b>femelle</b>	14,66 $\pm$ 0,57a	7,00 $\pm$ 1,00a	4,33 $\pm$ 1,52 b
<b>Male</b>	17,33 $\pm$ 0,57a	21,33 $\pm$ 1,53b	15,33 $\pm$ 1,52 c
<b>Rapport (femelle/male)</b>	0,84	0,32	0,28

**Tableau9 :** Effet d'huile essentielle de *M. piperita* (CL25 et CL50) sur le sexe (adulte) chez les adultes mâle et femelle pour *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).

Stade	Témoins	CL 25	CL 50
<b>femelle</b>	15,00 $\pm$ 1,00 a	6,67 $\pm$ 1,52 b	3,33 $\pm$ 1,52 c
<b>male</b>	13,67 $\pm$ 1,53 a	19,00 $\pm$ 1,00 b	22,67 $\pm$ 1,52 c
<b>Rapport (femelle/male)</b>	1,09	0,35	0,14



**DISCUSSION**

## 5. Discussion

### 5.1. Rendement d'huile essentielle

Le rendement de l'huile essentielle extraite de *M. piperita* est de 1,46 de la matière sèche de la partie aérienne de la plante. Ces résultats sont supérieurs à ceux signalés dans certaines régions de l'Algérie. Le bon rendement des huiles obtenu dans cette étude, peut-être dû au climat semi-aride qui caractérise la région de Tébessa et il est bien connu que les rendements maximaux sont obtenus dans les régions à climat sec (**Ouibrahim, 2014**).

Ayaidia (2011) a signalé également une variation du rendement des huiles de *M. piperita* selon les régions de collecte de la wilaya d'Ouargla, avec des taux de 0,8% dans la région de Hdjira, de 0,45% dans la région de Beld et Omor et de 0,72% dans la région d'Awinet Moussa. De même, Pavela et al. (2014) ont signalé des rendements variant de 0,69% à 2,33% pour la même espèce, cultivée dans les mêmes conditions de culture. Le rendement d'extraction des huiles de *Mentha spicata* et de *Mentha piperita* cultivées au Bénin sont respectivement de 1,06 % et de 1,2 % (**Dahouénon-Ahoussi et al., 2010**). Le rendement des HEs extraites des plantes utilisées dans notre travail, est inférieur à celui de *M. piperita* (1,72 %), de *M. pulegium* (2,33 %) et de *M. suaveolens* (4,33 %) cultivées au Maroc (Benayad, 2008).

Cette variabilité en huile essentielle, sur le plan rendement, peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèque, spécifique au bagage génétique de la plante ou extrinsèque, lié aux conditions de croissance et de développement de la plante (Maffei & Sacco, 1987 ; Bruneton, 1999). Ces différences sont dues également à plusieurs facteurs tels que l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétale, l'organe végétal, le stade de la croissance, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (**Granger et al., 1973; Rosua & Granados, 1987 ; Fournier et al., 1989 ; khajehet al., 2004 ; 2005 ; Viljoen et al., 2006; Sefidkon et al., 2007**). La teneur en huiles essentielles dépend également du moment de la récolte car les sommités fleuries et les feuilles récoltées après la floraison perdent 70% de leurs huiles essentielles par évaporation (**Salle & Pelletier, 1991**).

### 5.2. Toxicité des HEs à l'égard des moustiques

La toxicologie est l'étude des effets nocifs d'une substance chimique naturelle ou synthétique sur les organismes vivants, dont le but sert à les évaluer en fonction de leurs

doses. Les tests toxicologiques sont adoptés pour tester la sensibilité des larves, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (OMS, 1963), ils sont nécessaires d'évaluer les concentrations létales ( $CL_{50}$  et  $CL_{90}$ ).

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke *et al.*, 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 les biopesticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des insectes aux pesticides. Avec les mécanismes d'action particuliers de ces biopesticides, ils peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les insectes (Windley *et al.*, 2012). Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger leur durée de vie. Les biopesticides ont plusieurs cibles, ils peuvent affecter le système nerveux des insectes provoquant la paralysie et par la suite la mort de ces derniers, modifier la conductance de plusieurs canaux ioniques (calcique, potassique, sodique), perturber la disposition des doubles couches lipidiques et peuvent également agir au niveau des terminaisons pré-synaptiques (Windley *et al.*, 2012). Ces multiples cibles des biopesticides s'opposent à l'apparition du phénomène de résistance chez les insectes.

La toxicité évaluée à partir du taux de mortalité enregistrée après traitement, dépend des doses administrées. Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de trois plantes *L. dentata*, *M. piperita* et *O. basilicum* à l'égard des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *C. longiareolata* et de *C. pipiens*, dont les résultats montrent une activité larvicide de toutes les HEs appliquées avec une relation dose-réponse. De plus, on note que les HEs de *M. piperita* sont les plus toxiques et que les larves de *C. pipiens* sont plus résistantes que celles de *C. longiareolata*.

Lee *et al.* (2001) a montré la toxicité du limonène isolé de *Mentha arvensis* L. contre une espèce de coléoptère, *Sitophilusoryzae*. La toxicité de ce constituant a été mise en évidence lors de l'évaluation de l'activité larvicide de 14 composés mono terpéniques vis-à-vis d'une espèce de moustique, *Aedes aegypti* L. (Santos *et al.*, 2011).

Dans des travaux antérieurs, les propriétés insecticides de certaines huiles essentielles ont été testées particulièrement sur les larves de moustiques. Nous citons à cet effet, les travaux de Michaelakis *et al.* (2011) qui montrent que les huiles extraites de trois espèces de



*Mentha* : *M. pulegium*, *M. piperita* et *M. spicata* possèdent une activité larvicide à l'égard de *C. pipiens* avec des CL<sub>50</sub> de l'ordre de : 46,4 ; 40,28 et 27,23 ppm respectivement. Par ailleurs, Singh *et al.* (2003) révèle une activité larvicide des HEs extraites d'*Ocimumcanum* avec des concentrations létales (CL<sub>50</sub>=301, 340 et 234ppm respectivement) supérieures à celles trouvées au cours de notre expérimentation et cela à l'égard de trois espèces de moustiques : *A. aegypti*, *C. quinquefasciatus* et *A. stephensi*.

D'autre part, l'application des HEs extraites de quatre plantes, provoque une toxicité à l'égard des larves d'*Aedes aegypti* avec une CL<sub>50</sub> et CL<sub>90</sub> de 47,54 et 86,54 ppm pour *Mentha piperita*, de 40,5 et 85,53 ppm pour *Zingiber officinale*, de 115,6 et 193,3 ppm pour *Curcuma longa* et de 148,5 et 325,7 ppm pour *O. basilicum* (Kalavani *et al.*, 2012). L'étude de Amer & Mehlhorn (2006) sur l'activité larvicide des HEs extraites de 41 plantes à l'égard des larves 3 d'*Aedes aegypti* montre que *L. angustifolia*, *M. piperita* et *O. basilicum* induisent une mortalité de 63,3%, 53,3% et 86,7% respectivement après 24h de traitement, avec une concentration de 50 ppm.

Les travaux de Pavela *et al.* (2014) ont montré que le traitement par les HEs de 8 échantillons de la même espèce, *M. piperita* sur les larves 3 de *C. quinquefasciatus* provoque un effet toxique avec des CL<sub>50</sub> variant de 54 - 141ppm et des CL<sub>90</sub> variant de 88 – 577 ppm. Les études de Manzoor *et al.* (2013) réalisées sur cinq plantes à l'égard des larves 3 ont révélées l'efficacité de l'*O. basilicum* à l'égard d'*AeAegypti* et *C. quinquefaciatus* comparativement aux autres plantes, avec des CL<sub>50</sub> (75,35ppm et 92,30 ppm respectivement) similaires à celles trouvées au cours de nos expérimentations.



**CONCLUSION ET  
PERSPECTIVE**

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

---

## 6. Conclusion et perspectives

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 alternatives naturels remplaçant les insecticides de synthèse et présentant des avantages écologiques et économiques, s'avère nécessaire. Les huiles essentielles sont des substances aromatiques, d'une composition chimique complexe, ce qui leur confère des propriétés insecticides très intéressantes et le développement de la résistance très lent, comparativement aux insecticides de synthèse.

L'HE de *M. piperita* appartenant à la famille de Lamiaceae présente un rendement de 1,46% de la matière sèche de la partie aérienne.

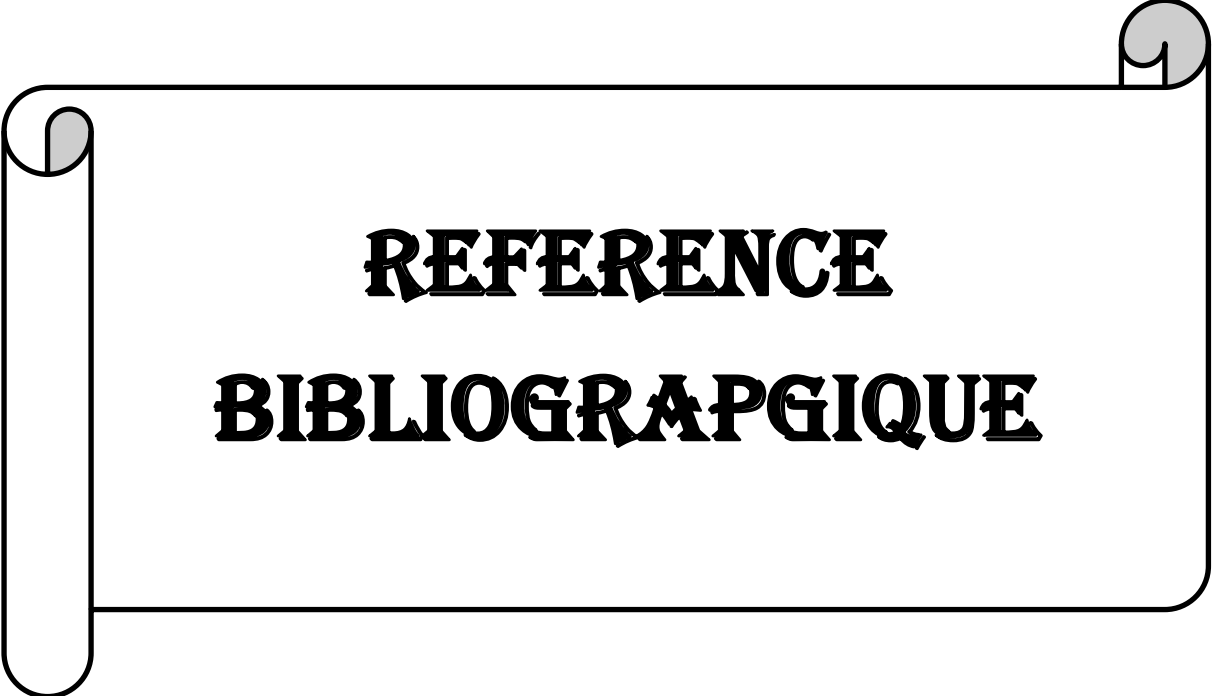
Cette HE a été testée sur *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*, les espèces de moustiques les plus abondantes dans la région de Tébessa. Leurs actions ont été évaluées sur plusieurs aspects : toxicologique, durée de développement et ratio sexe.

Les essais toxicologiques ont permis de déterminer les concentrations létales (CL<sub>25</sub>, CL<sub>50</sub> et CL<sub>90</sub>) de l'huile à l'égard des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *C. longiareolata* et *C. pipiens*. Elle révèle un effet insecticide avec une relation dose-réponse. De plus, *C. pipiens* est l'espèce la plus résistante aux traitements appliqués comparativement à *C. longiareolata*.

Cette huile provoque une augmentation de la durée de développement chez les traités comparativement aux témoins. De plus, Les résultats révèlent une augmentation significative de nombre des adultes mâles par rapport aux adultes femelles.

Cette étude basée sur l'utilisation des plantes aromatiques comme insecticide, ouvre de larges perspectives dans le domaine des connaissances fondamentales d'une part et dans le domaine appliqué d'autre part. A l'avenir, il serait intéressant de compléter le présent travail par :

- Evaluation de l'effet des principes actifs (composants majoritaires) des huiles essentielles des plantes et leur formulation pour leur application comme biocide.
- Etude de l'impact des HEs sur le potentiel reproducteur de ces espèces de moustiques.
- Etude de l'effet répulsif et fumigant de ces HEs à l'égard des adultes mâles et femelles des espèces testées.
- Evaluation de l'activité antibactérienne, antifongique et antioxydante de ces HEs.



**REFERENCE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

### 7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

- Abbott W.B.** (1925). A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* **18** : 265 – 267.
- Abdel-Malek, A.** (1960). The culicine mosquitoes of the northern region of the United Arab Republic, *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypt.*, **44**: 11-128.
- AFNOR.** (1987). Huiles essentielles, recueil dans des normes française. 5 ème editions. 1. échantillonnage et méthodes d'analyses, 2. Spécifications, AFNOR, Paris.
- Aitken T.H.G.,** (1954). The culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). *Bulletin of entomological research* **45(3)**: 437-494.
- 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.
- Amer, A. & Mehlhorn, H.** (2006). Larvicidal effects of various essential oils against *Aedes*, *Anopheles*, and *Culex* larvae (Diptera, Culicidae). *Parasitology Research* **99**: 466–472.
- Andreo, S.** (2003). L'effet anti-gorgement sur chien d'un shampoing à 0,07% d'ltamethrine sur un moustique du complexe *Culex pipiens*. Thèse en Medecine Veterinaire : Toulouse, 128 p.
- Andre's, M. F., Gonza'lez-Coloma, A., Sanz J., Burillo J. & Sainz P.** (2012). Nematicidal activity of essential oils: areview. Springer Science+Business Media Dordrecht. *Phytochem rev* 1-20.
- Anupam, G., Nandita, C. & Goutam, C.** (2012) Plant extracts as potential mosquito larvicides Indian. *Journal of Medical Research* **135(5)**: 581–598.
- Ayaidia, B.** (2011). Etude comparative de trois variétés d'huiles essentielles de menthe dans la région de Ouargla, Diplôme de Master en Génie des Procédés, 62 p.

-B-

- Baudry, M.,** (1998). Encyclopédie des sciences. Édition : 2, France. ISBN 2-253-13020-6, 1456 p.
- 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.
- Bendali, F.** (1989). Etude de *Culex pipiens* anautogène, Systématique et lutte bactériologique (*Bacillus thuringiensis* *aellensis* type H14. *B. sphaericus* 1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de magister en Arthropodologie. Université d'Annaba. Algérie.
- Bendali-Saoudi, F.** (2006). Etude bioécologique, systématique, et biochimique des Culicidae (Diptera-Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anti-Culicidienne. Thèse de Doctorat d'Etat en science naturelle. Université Annaba.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Botineau, M.** (2010). Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs, Edition TEC & DOC. Lavoisier. 1031.
- Bruneton, J.**(1999). Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc. Lavoisier 3<sup>ème</sup> édition, Paris.
- Bruneton, J.** (2009). Menthe *in* : Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., Tec & Doc, Paris, pp. 631-638
- 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).

### -C-

- Carlos, Espinel-Correal.** (2010). Analyse de l'évolution des populations du granulovirus PhopGV en contact avec des hôtes alternatifs *Phthorimaea operculella* et *Teciasolanivora* (Lepidoptera : Gelechiidae). École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne. 192p.
- Crosby, D.G.** (1966). Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). Natural Pest Control Agents. Advances in Chemistry Series 53 : 1-16.
- Cseke, L.J., Kirakosyan, A., Kaufman, P.B., Warber, S., Duke, J.A., Briemann, H.L.** (1999). Natural products from plants Second edition. CRC, London, Newyork. 551p.

### -D-

- Dahouénon-Ahoussi, E., Sessou, P., Wotto, D.V., Yéhouéno, B., Kinsoudé, E., Kpatinvoh, B., Soumanou, M. & Sohounhloué, D.** (2010). Mise au point d'une technologie de production d'une boisson locale «Africa drink» à base d'huiles essentielles de menthe verte et poivrée, Bulletin d'information de la Société Ouest Africaine de Chimie 7 : 39- 53.
- Dharmagadda, V.S.S., Naik, S.N., Mittal, P.K. & Vasudevan, P.** (2005). Larvicidal activity of *Tagetes patula* essential oil against three mosquito species. Bioresource and Technology 96: 1235–1240.

### -F-

- Faraj, C., Elkohli, M. & Lyagoubi, M.** (2006). Cycle gonotrophique de *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae), vecteur potentiel du virus West Nile, au Maroc : estimation de la durée en laboratoire. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique 99(2):119-121
- Ficher, R.A. & Yates.**(1957). Statistical tables for biological agricultural and medical research .5ème édition, Oliver and Boyd. London. pp 64-66.
- Fournier, G., Habib, J., Reguigui, A., Safta, F., Guetari, S. & Chemli, R.** (1989). Etude de divers échantillons d'huile essentielle de *Rosmarinus* de Tunisie. Plantes médicinales et phytothérapies XXIII (3): 180- 185.

### -G-

- Gomes, B., Carla, A.S., Maria, T.N., Ferdinando, B.F., Ricardo, A., Ana, R.C.R., Patricia, S., Martin, J.D., António, P.G.A. & João, P.** (2009). A symmetric introgression between *Sympatric molestus* and forms of *Culex*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

*pipiens* (Diptera :Culicidae) in the Comporta region, Portugal. BMC Evolutionary Biology **9** : 262.

**Govindarajan, M.** (2010). Chemical composition and larvicidal activity of leaf essential oil from *Claus enaanisata* (Willd.) Hook.f. ex Benth (Rutaceae) against three mosquito species. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine **3(11)**: 874-877.

**Grainge, M., & Armed, S.**, (1988). Handbook of Plants with Pest Control Properties. John Wiley & Sons, New York. 470p.

**Granger, M.M.R., Passet, J. & Arbousset, G.** (1973). L'essence de *Rosmarinus officinalis*, influence du mode de traitement du matériel végétal. Perfumes, Cosmetics and Soaps. France **3(3)**: 133-137..

-I-

**Il Idrissi, A.**, (1982). Etude des huiles essentielles de quelques Espèces *Salvia*, *Lavandula* et *Mentha* du Maroc, Thèse de troisième cycle, Université Mohammed V, Faculté des Sciences de Rabat.

**Intirach, J., Choochote, W., Junkum, A., Chaithong, U., Champakaew, D., Tuetun, B., Jitpakdi, A. & Pitasawat, B.** (2012). Chemical constituents and combined larvicidal effects of selected essential oils against *Anopheles cracens* (Diptera: Culicidae). Psyche A Journal of Entomology Volume 2012, Article ID 591616, 11 pages doi:10.1155/2012/591616.

**Isman, Murray B.** (2000). Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection **19**: 603-608

-J-

**Jahandiez, E. & Maire, R.**, (1932). Catalogue des plantes du Maroc (Spermatophytes et Ptéridophytes). Minerva, Alger. 2 (Dicotylédones Archichlamydées), 489-496.

-K-

**Kalaivani, K., Senthil-Nathan, S. & Murugesan, A. G.** (2012). Biological activity of selected Lamiaceae and Zingiberaceae plant essential oils against the dengue vector *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae). Parasitology Research **110**: 1261–1268.

**Kettle D. S.** (1995). Medical and Veterinary Entomology, 2<sup>o</sup> edition, Walling ford: CAB international. 725 p.

**Khajeh, M., Yamini, Y., Sefidkon, F. & Bahramifar, N.** (2004). Comparison of essential oil composition of *Carum copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. Food Chemistry **86**: 587-591.

**Khajeh, M., Yamini, Y., Bahramifar, N., Sefidkon, F. & Pirmoradei, M.R.** (2005). Comparison of essential oil composition of *Ferula assafoetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrosistillation methods. Food Chemistry **91**: 639-644.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

### -L-

- Lee, S.E., Lee, B.H., Choi, W.S., Park, B.S., Kim, J.G. & Campbell, B.C.** (2001). Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilusoryzae* (L). *Pest Management Science* **57**: 548-553.
- Linné, C.** (1758). *Systemanaturae per regna trianaturae*. Edition10. Vol. 1.Holmiae: 824p.

### -M-

- Maffeir, M.&Sacco, N.**(1987). Perfumer and flavorist.Vol. 13, N° 5, 61p.*In***Besombes, C.**, (2008).Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbesaromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat. Université de La Rochelle,289p.
- Manzoor, F. Samreen, K. B. &Parveen, Z.** (2013).Larvicidal activity of essential oils against *Aedesegypti*and*Culexquinquefasciatus*larvae (diptera: culicidae). *The Journal of Animal & Plant Sciences***23(2)**: 420-424.
- Mawussi, G.** (2008). Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemushampeii*). Thèse de Doctorat. Université de Toulouse. 187 p.
- Mittal, P.K., Wijeyaratne, P. &Pandey, S.** (2004). Status of insecticide resistance of malaria, kala-azar and Japanese encephalitis vectors in Bangladesh, Bhutan, India and Nepal (BBIN), Environmental Health Project, Washigton, DC, USA.

### -N-

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

### -O-

- Organisation Mondiale de la Santé.** (1963). Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. In *Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs*. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève : OMS, *Sér. Rapp. Techn.* **265**, p. 55–60.
- Organisation Mondiale de la Santé.** (2006). Rapport sur la situation dans le monde 2006 : travailler ensemble pour la santé. Genève. 215p.
- Organisation Mondiale de la Santé.** (2009).Rapport sur la santé en Europe 2009 : santé et systèmes de santé. Genève. 203p.
- Organisation Mondiale de la Santé.**(2014). World Malaria Report. WHO, Geneva.
- Ouibrahim, A.** (2014). Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurusnobilis*L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinusofficinalis* L.) de l'EstAlgérien.Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. 95 p.

### -P-



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Pavela, R., Kaffková, K. & Kumšta, M.** (2014): Chemical composition and larvicidal activity of essential oils from different *Mentha* L. And *Pulegium* species against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Plant Protection Science* **50**: 36–42.
- Pavela, R. & Benelli, G.** (2016). Ethnobotanical knowledge on botanical repellents employed in the African region against mosquito vectors—A review. *Exp*

-R-

- Ramaiah, K.D., Das, P.K., Michael, E. & Guyatt, H.** (2000) The economic burden of lymphatic filariasis in India. *Parasitology Today* **16(6)**:251–253.
- 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. *Journal of Applied Entomology* **123**: 437 - 441.
- Resseguier, P.** (2011). Contribution à l'étude du repas sanguin de *Culex pipiens*. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université Paul – Sabatier de Toulouse. 80.
- Rhodain, F. & Perez, C.** (1985). Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Maloine .SA Editeur 27, Rue de l'école médecine 75006, Paris .443.
- Rosua, J.L. & Granados, A.G.** (1987). Analyse des huiles essentielles d'espèces du genre *Rosmarinus* L. et leur intérêt en tant que caractère taxonomique. *Plantes Médicinales et Phytothérapie* **XXI(2)**: 138- 143.

-S-

- Salle, J.L. & Pelletier, J.** (1991). Les huiles essentielles, synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Ed. Frison-Roche 19-45.
- Santos, S. R.L., Melo M. A., Cardoso A. V., Santos R. L.C. & D.P. Sousa.** (2011). Structure–activity relationships of larvicidal monoterpenes and derivatives against *Aedes aegypti* Linn. *Chemosphere* **84**: 150–153.
- Schaffner, F., Angel, G., Geoffroy, B., Hevry, J.P., Rhaiem, A. & Brunhes, J.** (2001). Moustiques d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification.
- Sefidkon, F., Abbasi, K. Jamzad, Z. & Ahmadi S.** (2007). The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja rechingeri*. *Food chemistry* **100**: 1054-1058.
- Singh, N.P, Kumari, V. & Chauhan, D.** (2003). Mosquito larvicidal properties of the leaf extract of a herbaceous plant, *Ocimum canum* (Family: Labitae). *Journal of Communicable Diseases* **35**: 43-45.

-T-

- Tchoumboungang, F., Dongmo, P.M.J., Sameza, M.L., Mbanjo, E.G.N., Fotso, G.B. T., Zello, P.H.A. & Menut, C.** (2009). Activité larvicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* **13 (1)**: 77-84.
- Tine-Djebbar, F., Bouabida, H. & Soltani, N.** (2016). Répartition spatio-temporelle des Culicidés dans la région de Tébessa. *Editions Universitaires Européennes*.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

-U-

**Urquhart, G.M., Armour, J. & Duncan J.L.** (1996). *Veterinary Parasitology*, 2<sup>o</sup> Edition, Oxford: Blackwell sciences, 307 p.

-V-

**Viljoen, A.M., Denirci, B., Baser, K.H.C., Potgieter, C.J. & Edwards, T.J.** (2006). Micro distillation and essential oil chemistry a useful tool for detecting hybridisation in *Plectranthus* (Lamiaceae). *South African Journal of Botany* **72**: 99-104.

**Vinogradova, E.B.** (2003). Ecophysiological and morphological variations in mosquitoes of the *Culex pipiens* complex (Diptera: Culicidae). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* **67**: 41-50.

-W-

**Wall, R. & Shearer, D.** (1997). *Veterinary entomology*. London : Chapman & Hall, 439 pp.

**Wiggles, W.** (1972). *The principal of Insect physiology*. Seventh Edition. Chapman and Hall, 827 p.

**Wilson, T.G.** (1988). A correlation between juvenile hormone deficiency and vitellongenicoocyte degeneration in drosophile melanogaster. *Roux's archives of developmental biology* **191**: 257-263.

**Windley, M. J., Herzig, V., Dziemborowicz, S. A., Hardy, M. C., King, G. F. and Nicholson, G. M.** (2012). Spider-venom peptides as bioinsecticides. *Toxins* **4**: 191-227.

**Wolfgang, D. & Werner R.** (1988). *Guide des insectes*. Traduction et adaptation Michel Cusin. Paris : 180-208. .