



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Larbi Tébessa –Tébessa

Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

**Département:**de biologie appliquée

**DOMAINE:** Science de la Nature et de la Vie

**Filière:** Sciences Biologiques

**Option:**biochimie appliquée

**MEMOIRE:**présente en vue de l'obtention de diplôme de MASTER

**Intitulé : Rendement d'huile essentielle d'une  
plante médicinale *Artemisia absinthium* et  
l'étude théorique de leur toxicité sur quelques  
espèces de moustiques**

**Présentées par :**

M<sup>elle</sup>. ABID Wafa

M<sup>elle</sup>. AOUNALLAH Leila

**Devant le jury :**

Mme DRIS.D

M.C.B. Université de Tébessa

Présidente

Mme BOUABIDA.H

M.C.A. Université de Tébessa

Rapporteuse

Mme SEGHIR. H

M.A.A. Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance : 23/06/2020

## Remerciements

Nous remercions avant tout Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la  
patience

Qu'il nous a donné durant toutes les longues années d'études

Afin que je puisse arriver là.

Notre reconnaissance, notre vive gratitude et notre sincère remerciement  
Vont aussi à **Mme. BouabidaHayette**, (MCA) au département de Biologie  
Animale,

Pour nous avoir dirigé tout au long de la réalisation de ce travail. Ses  
orientations,

Ses encouragements, sa disponibilité constante c'était inestimable pour nous.

Vous avez su faire partager votre expérience et vous nous avez guidé  
*Dans le monde de la recherche scientifique. Merci d'avoir cru en moi.*

*Au président de jury de notre mémoire, **Dr.DRIS Djemaa (MCB)***

qu'il trouve ici toutes nos expressions respectueuses.

Merci vivement pour vos conseils, pour faire partager votre expérience et de  
nous guidé pour bien réaliser ce travail scientifique

Je remercie également **Mme. SEGHIR Hanene** (MAA) pour avoir accepté de  
faire partie des membres du jury ; lire et de juger ce travail.

Nous remercions tout le personnel professionnel et administratif de la faculté de  
biologie pour les efforts déployés en vue d'assurer le service et le  
développement des étudiants dans l'enseignement supérieur.

Enfin nous remercions s'adressent a ceux qui ont aidé de près ou de loin à la  
réalisation de ce travail.

# *Dédicace*

*A toute ma famille*

*A mes parents, de toujours croire en moi et pour ce que vous faites au quotidien pour moi.*

*A mes frère et soeurs*

*A tous mes amis*

*Wafa*

# *Dédicace*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes chères sœurs, A Mon cher frère, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

*Leila*

## Table de matière

Résumé.....	I
Abstract .....	II
ملخص.....	III
LISTE DES FIGURES.....	IV
Introduction .....	1
Chapitre 1 : .....	3
1. Aperçu bibliographique sur quelques espèces du genre <i>Culex</i> .....	3
1.1. Présentation de quelques moustiques du genre <i>Culex</i> dans la région de Tébessa .....	3
1.2. Position systématique et la notion de complexe <i>Culex</i> .....	7
1.3. Bio écologie et cycle de développement des <i>moustiques</i> .....	7
1.3.1. Facteurs de développement .....	8
1.3.2. Cycle de développement de <i>Culex</i> .....	9
1.3.3. Morphologie des différents stades.....	10
1.4. Aspect nuisance et rôle vectoriel de <i>Culex</i> .....	12
1.5. Moyens de lutte contre les moustiques.....	13
1.5.1. La lutte biologique.....	13
1.5.2. Lutte microbiologique .....	13
1.5.3. La lutte génétique .....	13
1.5.4. La lutte physique .....	13
1.5.5. La lutte chimique.....	13
1.6. Technique d'élevage à l'état larvaire.....	14
Chapitre 2 : .....	16
2. Aperçu bibliographiquesur la plante <i>Artemisiaabsinthium</i> .....	16
2.1. Noms communs et description.....	16
2.2. Biotope .....	17
2.3. Période de floraison.....	17
2.4. Composition chimique d' <i>Artemisiaabsinthium</i> .....	18
2.5. Utilisation médicinale et traditionnelle .....	18
2.5.1. Utilisation traditionnelle .....	18
2.5.2. Utilisation médicinale.....	19
2.6. Généralités sur les huiles essentielles.....	19
2.6.1. Définition et historique .....	19
2.6.2. Origine botanique etlocalisation et des huiles essentielles .....	20
2.6.3. L'organe producteur .....	20
2.6.4. Composition chimique des huiles essentielles .....	21
2.6.5. Rôle des huiles essentielles .....	21
2.6.6. I 'obtention des huiles essentielles .....	22
Chapitre 3 : .....	25
3. Etude de l'effet des Huiles essentielles <i>Artemisiaabsinthium</i> sur les moustiques.....	25
3.1. Rendement des Huiles essentielles <i>Artemisia absinthium</i> (Comparaison avec d'autre plantes de la même famille).....	25
3.2. Effet de la plante <i>Artemisia absinthium</i> sur d'autres insectes (moustique, mouche)....	25

3.3. Effet des plantes de la même famille sur les moustiques .....	27
Conclusion et perspectives .....	28
Références bibliographiques .....	29

## Résumé

La moustique, le principal vecteur d'arbovirus qui provoque la Fièvre Jaune, la Dengue, le Chikungunya et le Zika, est largement répandu dans les régions tropicales et subtropicales du monde entier. Des efforts de contrôle préventif ont été mis en œuvre dans plusieurs pays afin de réduire son impact sur la santé humaine. La récente réduction des produits chimiques disponibles pour la lutte antivectorielle, en raison de leur impact négatif sur l'environnement et la santé humaine, et l'augmentation de la résistance des moustiques aux insecticides, ont amené la communauté des chercheurs à identifier et évaluer des alternatives durables aux insecticides synthétiques.

Ce travail rapporte la valorisation des plantes aromatiques, en tant que bio insecticide, de l'huile essentielle d'une plante médicinale *Artemisia absinthium* extraite par hydro distillation. Notre travail a pour but d'évaluer l'activité larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* et l'étude théorique de leur toxicité sur quelques espèces de moustiques.

Le rendement d'extraction d'*Artemisia absinthium* a enregistré une valeur 0.6 %. Les résultats de travaux antérieurs montrent que l'huile essentielle de plante choisie possède une activité larvicide à l'égard des larves de quelques espèces de moustiques.

**Mots clés:** huile essentielle, *Artemisia absinthium*, toxicité, les moustiques.

## **Abstract:**

The mosquito, the main vector of arbovirus that causes yellow fever, dengue, chikungunya and Zika, is widespread in tropical and subtropical regions around the world. Preventive control efforts have been implemented in several countries to reduce its impact on human health. The recent reduction of chemical available for vector control, due to their negative impact on the environment and human health, and the increase in mosquito resistance to insecticides, has led the research community to identify and evaluate sustainable alternatives to synthetic insecticides.

This study reports the valorization of aromatic plants, as bio insecticide, of the essential oil of a medicinal plant *Artemisia absinthium* extracted by hydro distillation.

Our work aims to evaluate the larvicide activity of *Artemisia absinthium* essential oil and the theoretical study of their toxicity on some species of mosquitoes.

The essential oil from *Artemisia absinthium* was obtained in yield of 0.6%. The results of previous studies about the toxicity of the essential oil extracted from *Artemisia absinthium* have shown larvicidal activity against some species of mosquitoes.

**Key words:** essential oil, *Artemisia absinthium*, toxicity, mosquitoes.

## ملخص

تنتشر البعوضة، وهي الناقل الرئيسي لفيروس الأربوينا الذي يسبب الحمى الصفراء وحمى الضنك والشيكونغونياوزاكي، في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية حول العالم. وقد نفذت جهود للمراقبة الوقائية في عدة بلدان للحد من تأثيرها على صحة الإنسان. وقد أدى الانخفاض الأخير في المواد الكيميائية المتاحة لمكافحة ناقلات الحشرات، بسبب تأثيرها السلبي على البيئة وصحة الإنسان، وزيادة مقاومة البعوض للمبيدات الحشرية، قاد مجتمع البحوث إلى تحديد وتقييم البدائل المستدامة للمبيدات الحشرية الاصطناعية.

تشير هذه الدراسة إلى تثمين النباتات العطرية كمبيد حشري حيوي مستخلص من النبات الطبي *Artemisia absinthium* بواسطة التقطير المائي.

ويهدف عملنا إلى تقييم نشاط مبيدات الحشرات المستخلص من الزيوت الأساسية للنبات العطري *Artemisia absinthium* والدراسة النظرية لسميتها على بعض أنواع البعوض.

مردود الزيت الأساسي المستخلص من نبات *Artemisia absinthium* يعطي قيمة 0.6% من المادة الجافة، وتبين نتائج/دراسات سابقة أن الزيت المستخلص يمتلك خصائص مبيدات حشرية وله فعالية سمية على البعوض.

**الكلمات المفتاحية:** الزيوت الأساسية، *Artemisia absinthium*، السمية، البعوض.

## LISTE DES FIGURES

Figure	Titres	P
Figure 1.	Mentum de <i>Culex hortensis</i>	
Figure 2.	Dent distale du peigneSiphonal (flèche) de <i>Culex hortensis</i>	
Figure 3.	Dent distale du peigne siphonal (flèche) de <i>Culex laticinctus</i>	
Figure 4.	Mentum de <i>Culex laticinctus</i>	
Figure 5.	Soies siphonal de <i>Culex Pipiens</i>	
Figure 6.	Tergites abdominaux de <i>Culex pipiens</i>	
Figure 7.	Mentum de <i>Culex theileri</i>	
Figure 8.	Patte de <i>Culex theileri</i>	
Figure 9.	Tergites abdominaux (flèche) de <i>Culex theileri</i>	
Figure10.	Nervure costale de <i>Culex perexiguus</i>	
Figure 11.	Tibia de la 3 <sup>ème</sup> patte chez <i>Culex perexiguus</i>	
Figure 12.	Cycle de vie du moustique commun <i>Culex pipiens</i> (Linnaeus). (C. Claeys, 2009)	
Figure 13.	Œufs du culex (Blog du Talmon)	
Figure 14.	Morphologie générale d'une larve (Resseguier, 2011)	
Figure 15.	Nymphe du <i>Culex pipiens</i> (Anonyme 1,2014)	
Figure16.	Morphologie générale d'un moustique adulte (Anonyme2)	
Figure 17.	Le site d'élevage. (AZZEDDINE et MANAA, 2019)	
Figure 18.	Le site d'élevage : la pépinière (MECHERI et. MANNEH, 2019)	
Figure 19.	<i>Artemisia nabsinthium</i>	
Figure 20.	Fleur jaune absinthe (Science Photo Library, 2014)	
Figure 21.	Montage d'hydrodistillation	
Figure 22.	Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger (Photo personnel)	

# **INTRODUCTION**

## Introduction

Au cours des dernières années, l'application de produits chimiques synthétiques pour contrôler la détérioration des produits alimentaires causée par l'attaque d'insectes nuisibles pendant la production et l'entreposage a été une pratique courante. Toutefois, compte tenu des preuves croissantes concernant les effets néfastes de nombreux produits chimiques synthétiques sur la santé humaine et l'environnement, la recherche de solutions de rechange plus sûres pour la préservation des aliments et la lutte antiparasitaire a suscité un intérêt particulier. L'utilisation de produits naturels sûrs et respectueux de l'environnement (p. ex., huiles essentielles végétales) apparaît maintenant comme l'une des principales solutions pour protéger les produits alimentaires et l'environnement contre la pollution chimique synthétique. On a signalé que les huiles essentielles des plantes aromatiques possédaient un large éventail de propriétés biologiques, y compris l'activité insecticide. (Abbad *et al.*, 2014). L'Afrique est un véritable sanctuaire de ressources naturelles et génétiques parmi lesquelles une grande variété de plantes médicinales et aromatiques prospère dans les régions arides et semi-arides. L'Afrique du Nord, y compris l'Algérie, est reconnue pour sa grande diversité variétale de plantes médicinales et aromatiques, en particulier dans les régions semi-arides, arides et sahariennes. Depuis des millénaires, les plantes médicinales et aromatiques sont à la base de la médecine traditionnelle dans le monde. (Zouaoui *et al.* March 2020).

Les plantes aromatiques étaient utilisées depuis l'antiquité pour leurs propriétés curatives et médicinales, et pour donner arôme et saveur à la nourriture. De plus, leurs métabolites secondaires sont économiquement importants comme médicaments, arômes et parfums, produits pharmaceutiques, produits agrochimiques, colorants et pigments, pesticides, cosmétiques, additifs alimentaires, autres produits biochimiques industriels, et jouent également un rôle majeur dans l'adaptation des plantes à leur environnement.(Çakmakçiet *al.*,2020).

Les Culicidae regroupent l'ensemble des insectes diptères holométaboles communément appelés moustiques. Ils occupent une place importante dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique. En effet, les moustiques constituent le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'homme et aux animaux. (KOUMBA *et al.*, 2020).La lutte contre les moustiques peut dépendre de diverses stratégies ; la plus courante au cours des dernières décennies a été l'utilisation d'insecticides synthétiques comme produits disponibles et peu coûteux. Toutefois, l'utilisation d'insecticides synthétiques a créé au fil du temps des problèmes de pollution de l'environnement et de résistance.(Nabti&Bounechada., 2020).

Si, de nos jours encore, la lutte contre les moustiques demeure l'une des principales méthodes de prévention collective, les stratégies modernes de lutte antivectorielle doivent désormais prévenir les risques de résistances aux insecticides, faire face à la diversité toujours plus grande des situations écologiques et anticiper les conséquences possibles du changement climatique sur une nouvelle et plus large distribution des espèces culicidiennes.(DARRIET, 2014).

Dans ce travail nous proposons d'évaluer l'activité larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* et l'étude théorique de leur toxicité sur quelques espèces de moustiques.

Ce travail est scindé en 3 chapitres ;

Une introduction donnant un aperçu générale sur les Culicidés, les maladies vectorielles y découlant, les méthodes de luttés utilisées pour éradiquer ces moustiques.

Le premier chapitre c'est une partie relative à l'étude bibliographique : nous présenterons un bilan bibliographique des connaissances biologiques du genre animal *Culex*.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude bibliographique de la plante *Artemisia absinthium*

Ensuite, nous avons présenté dans le troisième chapitre une étude de l'effet des huiles essentielles *Artemisia absinthium* sur les moustiques.

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

**CHAPITRE 1 :**

**APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE**

**SUR QUELQUES ESPÈCES DU**

**GENRE CULEX**

## Chapitre 1 :

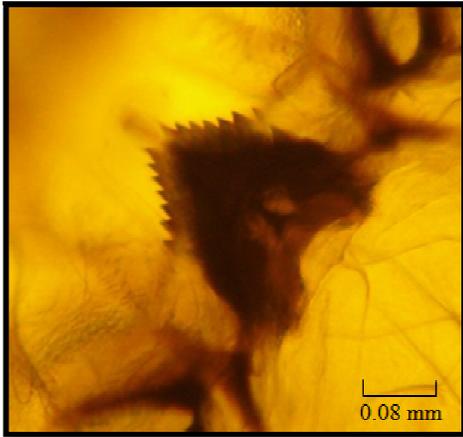
### 1. Aperçu bibliographique sur quelques espèces du genre *Culex*

#### 1.1. Présentation de quelques moustiques du genre *Culex* dans la région de Tébessa

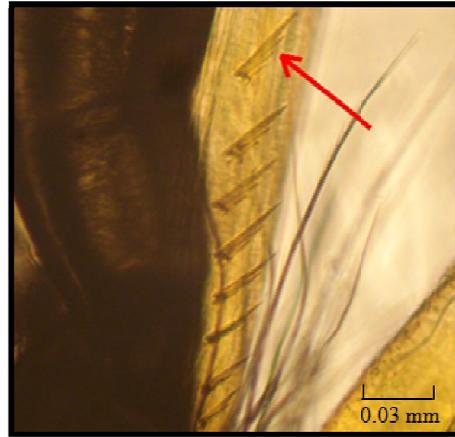
##### *a. Culex hortensis* Ficalbi, 1889

D'après Senevet & Andarelli (1959), *Culex hortensis* est largement répandue dans tout le pourtour méditerranéen. Brunhes *et al.* (1999) rapportent que la femelle adulte ne semble pas piquer l'homme ; elle serait comme d'autres *Neoculex* parasite de Batraciens. Aucune transmission de parasitoses humaines ne leur est attribuée (Schaffner *et al.*, 2001).

Le mentum de la larve est formé de moins de 8 dents de part et d'autre de la dent médiane ; la dent distale du peigne siphonal est constituée de 3 à 5 denticules basaux et les écailles du 8<sup>ème</sup> segment sont toutes sans épines médianes (Figs. 1, 2) (Bouabida, 2014).



**Figure 1.** Mentum de *Culex hortensis* (Bouabida, 2014).

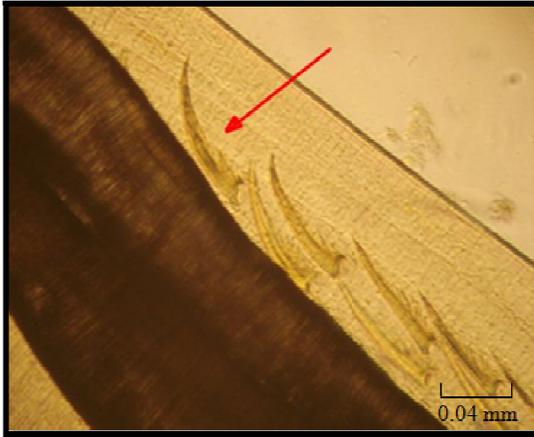


**Figure 2.** Dent distale du peigne Siphonal (flèche) de *Culex hortensis* (Bouabida, 2014).

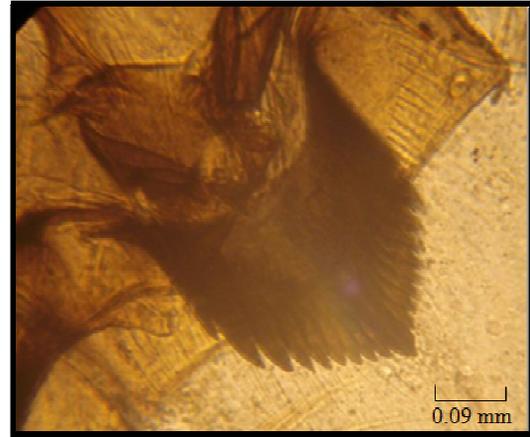
##### *b. Culex laticinctus* Edwards, 1913

Les gîtes larvaires sont très variés. Les larves se développent dans de l'eau stockée (citernes, fûts, bassins, puits) mais aussi dans des trous des rochers, des puits, des sources, des canaux d'irrigation, des flaques temporaires d'importance variable. L'eau de ces gîtes est très généralement douce mais elle peut être aussi très légèrement saumâtre. Les femelles n'ont été observées ni dans les habitations ni piquant l'homme. *Culex laticinctus* est sans importance médicale (Schaffner *et al.*, 2001). Le mentum de la larve de cette espèce est constitué de 8 dents ou plus de part et d'autre de la dent médiane et la dent distale du peigne siphonal

contient moins de 3 denticules basaux (Figs.3 et 4). Alors que chez l'adulte des bandes claires larges sont en position proximale sur les segments abdominaux. (Bouabida,2014).



**Figure 3.** Dent distale du peigne siphonal (flèche) de *Culex laticinctus* (Bouabida,2014).



**Figure 4.** Mentum de *Culex laticinctus* (Bouabida,2014).

### *c. Culex pipiens* Linné, 1758

Letaxon est actuellement considéré comme une espèce plastique, présentant deux formes: la forme *pipiens*, ornithophile, anautogène, eurygame et rurale, à diapause au stade imaginal, et la forme *molestus*, anthropophile, autogène, sténogame et urbaine, à développement continu (homodynamique). Ces formes ne sont pas isolées génétiquement et résulteraient plutôt d'une sélection écologique. Cette espèce multivoltine est très abondante pendant les mois d'été et d'automne. Les imagos femelles hivernent dans les caves, étables, grottes et autres abris naturels. Elles piquent la nuit tous les vertébrés à sang chaud, l'espèce est vectrice des virus West Nile et Sindbis (Schaffner *et al.*, 2001).

Chez les larves, 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, 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 (Fig. 5). Chez les adultes le tergite III avec une bande antérieure claire (Fig. 6). (Bouabida,2014).



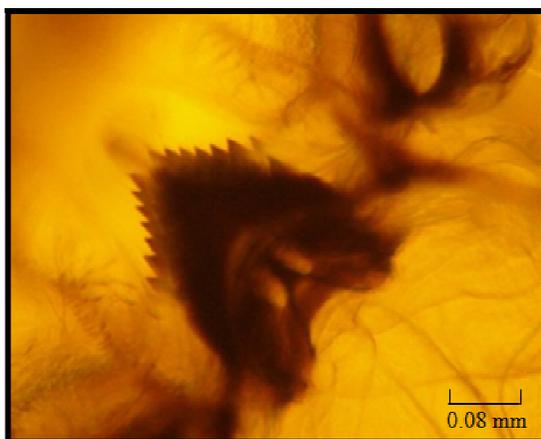
**Figure 5.** Soies siphonal de *Culex pipiens* (Bouabida,2014).



**Figure 6.** Tergites abdominaux de *Culex pipiens* (Bouabida,2014).

**d. *Culex theileri*** Theobald, 1903

Les larves de cette espèce peuvent se rencontrer dans un grand nombre de gîtes dont l'eau est généralement douce mais peut être aussi légèrement salée, cette eau peut être propre ou polluée. Les gîtes présentent ou non une abondante végétation dressée, sont des mares, marais, rivières, citernes, flaques résiduelles, sources, canaux d'irrigation, rizières. Les femelles se nourrissent aux dépens de tous les mammifères. Elles piquent essentiellement en extérieur, mais peuvent entrer dans les maisons pour piquer l'homme, elles ne constituent pas une nuisance majeure. En Afrique du Sud, l'espèce a été trouvée naturellement infectée par les virus West Nile et Sindbis (Schaffner *et al.*, 2001). Ce qui caractérise cette espèce c'est la dent distale du peigne siphonal de la larve qui est formée de 3 à 5 denticules basaux, le mentum est constitué de moins de 8 dents de part et d'autre de la dent médiane et la soie 1a-S du siphon contient 6 branches et plus (Fig.7). Alors que les tergites III de la femelle avec une bande antérieure prolongée vers l'arrière par un triangle médian (Fig.8). (Bouabida,2014).



**Figure 7.** Mentum de *Culex theileri* (Bouabida,2014).



**Figure 8.** Patte de *Culex theileri* (Bouabida,2014).



**Figure 9.** Tergites abdominaux (flèche) de *Culex theileri* (Bouabida,2014).

*e. Culex perexiguus* Theobald, 1903

*Culex perexiguus* est abondant pendant les mois d'été et d'automne. Son aire de répartition comprend les zones arides de l'Afrique du Nord et de l'Est ainsi que l'Asie du Sud-Ouest ; il est également présent dans quelques pays de l'Europe méditerranéenne. Ses larves se développent dans de nombreux types de gîtes domestiques (bassin, puits, bidon) ou sauvages (marais, source, drain, lit de ruisseau). L'eau de ces gîtes est généralement propre et douce mais elle peut comporter aussi une faible teneur en chlorures (2%). Les femelles semblent se nourrir essentiellement sur les oiseaux, il leur arrive, cependant, de pénétrer dans les maisons et de piquer l'homme pendant la nuit. L'espèce est soupçonnée d'être vectrice des virus West Nile et Sindbis au Moyen Orient (Schaffner *et al.*, 2001).

Le peigne du 8<sup>ème</sup> segment de la larve est formé par des écailles et deux paires des touffes latérales sont présentes au niveau du siphon. L'adulte est caractérisé par une nervure costale sombre et un anneau ou une tache développée à l'apex du tibia de la troisième patte (Figs. 10 et 11). (Bouabida,2014).



**Figure 10.** Nervure costale de *Culex Perexiguus* (Bouabida,2014)..



**Figure 11.** Tibia de la 3<sup>ème</sup> patte chez *Culex perexiguus* (Bouabida,2014).

### 1.2. Position systématique et la notion de complexe *Culex*

La position systématique de complexe *Culex* comme suit :

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Règne :</b> Animalia</li><li>• <b>Embranchement:</b> :Arthropoda</li><li>• <b>Sous-embranchement:</b>Hexapoda</li><li>• <b>Classe :</b>Insecta</li><li>• <b>Sous-classe :</b> Pterygota</li><li>• <b>Ordre :</b> Diptera</li><li>• <b>Sous-ordre :</b>Nematocera</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Sous-ordre :</b> Nematocera</li><li>• <b>Famille :</b> Culicidae</li><li>• <b>Sous-famille:</b> Culicinae</li><li>• <b>Genre :</b> <i>Culex</i></li><li>• <b>Espèce:</b><i>Culex pipiens</i>, <i>Culex hortensis</i>, <i>Culex laticinctus</i>, <i>Culex theileri</i>, <i>Culex perexiguus</i></li></ul>
---	---

### 1.3. Bio écologie et cycle de développement des moustiques

Les *Culex* sont surtout abondants dans les pays chauds, ou on les retrouve toute l'année. Dans les pays tempérés, ils abondent surtout en été et automne. Très hygrophiles, ils ont une activité principalement nocturne, et leur développement est lié à la présence d'eau. . (TORAL Y CARO M, 2005).

Les adultes ne vivent pas plus de deux à trois semaines pour les mâles, et jusqu'à trois mois pour les femelles. Les femelles nées à l'automne peuvent survivre durant l'hiver. (TORAL Y CARO M, 2005).

Les mâles naissent avant les femelles et attendent sur le gîte l'apparition de ces dernières. Après leur naissance, les adultes restent sur leur gîte pendant deux à trois jours pour achever leur maturation sexuelle. Les femelles ne sont pas prêtes pour l'accouplement tant qu'elles n'ont pas été stimulées par les mâles Co spécifiques. (ROTH, 1948).

Les femelles ne s'accouplent qu'une seule fois. L'accouplement avec le mâle se fait généralement en plein vol. Les mâles sont équipés d'antennes plumeuses bien plus développées que celles des femelles. Cela leur permet de localiser à distance un partenaire.

Une fois fertilisées les femelles pourront par la suite pondre à plusieurs reprises durant leur vie adulte. Ceci est rendu possible car la femelle conserve les spermatozoïdes du mâle et peut ainsi féconder ses œufs tout au long de sa vie.

Une femelle gravide, c'est-à-dire prête à pondre, va se mettre à la recherche d'un site propice. Il s'agit d'un plan d'eau pour la ponte.

La ponte comporte entre 30 et 300 œufs. Cette quantité est fonction de l'espèce. Les lieux où pondent les moustiques sont nommés gîtes larvaires.

Après la ponte, la femelle va de nouveau chercher un hôte pour se nourrir de nouveau de son sang. Elle pourra piquer environ tous les deux à trois jours pendant toute sa vie. C'est cette particularité qui fait des moustiques des vecteurs efficaces pour de nombreuses maladies tropicales.

Les culex sont dulçaquicoles, c'est-à-dire que les gîtes préimaginaux sont en eaux douces et saumâtres : ce sont de petits gîtes naturels (fosses, mares, flaques d'eau) ou artificiels (bassins, réservoirs, récipients, vieux pneus remplis d'eau de pluie, situés en général à proximité des habitations). (Resseguier, 2011).

Le mâle se nourrit exclusivement de suc et de nectar, extrait de plantes, et meurt après la copulation, les femelles se nourrissent du suc des plantes et sont en plus hématophage. (Resseguier, 2011).

### **1.3.1. Facteurs de développement**

Différents facteurs vont influencer sur le degré d'humidité, et ainsi jouer un rôle dans le développement des *Culex*. On trouve :

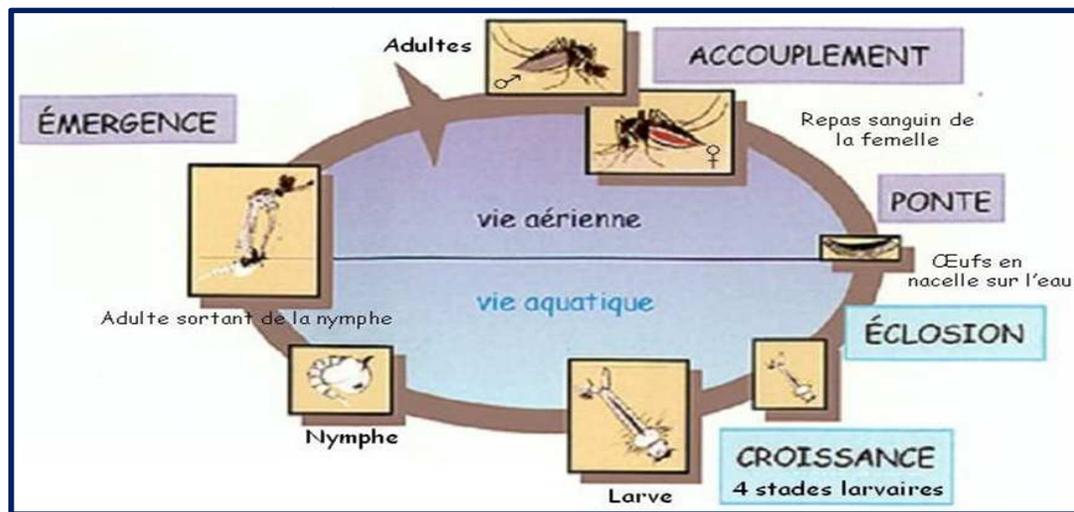
- **Les facteurs naturels** : la fréquence des précipitations ainsi que leur quantité, les orages dont les dégâts peuvent causer des crues, la résurgence des nappes phréatiques. Ce type de

facteurs dépend essentiellement de la région et il est difficile pour l'homme de les contrôler. (TORAL Y CARO M, 2005).

- **Les facteurs artificiels** : les systèmes d'irrigation par gravité tels que les rizières, les zones d'élevage piscicoles et d'aquaculture, les stations d'épuration, les barrages, les lacs artificiels. Ces facteurs sont plus facilement contrôlables car créés par l'homme (TORAL Y CARO M, 2005).

### 1.3.2. Cycle de développement de *Culex*

Le cycle de développement de *Culex* comporte, comme celui de tous les insectes, 4 stades : L'œuf, la larve, la nymphe et l'imago ou adulte. Il se décompose en deux phases : une phase aquatique pour les trois premiers stades, et une phase aérienne pour le dernier stade.



**Figure 12.** Cycle de vie du moustique commun *Culex pipiens* (Linnaeus). (C. Claeys, 2009)

**a. Les œufs** sont pondus dans l'eau, claire en général, mais on en trouve également dans les eaux polluées, avec des matières organiques qui permettront aux larves de se nourrir. Ils sont déposés en paquets formant une nacelle qui flotte sur l'eau. Cette nacelle mesure 3-4 mm de long et 2-3 mm de large. L'éclosion se produit environ 24h à 48h après l'oviposition.

**b. Les larves** ont un mode de vie exclusivement aquatique, d'une durée de 5 à 6 jours. Dans certaines conditions, la densité larvaire est telle que les larves peuvent occuper la totalité de la surface d'un plan d'eau. Elles subiront 3 mues avant de se transformer en nymphe. Au cours de ces mues, la tête de la larve va grossir de façon spectaculaire (+ 50% à chaque mue).

La fin du développement larvaire se caractérise par la lyse des muscles, première étape permettant le passage de la vie en milieu aquatique à la vie en milieu terrestre.

**c. La nymphe** vit 2-3 jours dans l'eau, le temps que s'opèrent de profondes modifications anatomiques ; puis elle entame sa mutation en s'immobilisant à la surface de l'eau. D'abord relativement mobile, elle finit par s'immobiliser à la surface de l'eau. La métamorphose s'accomplit en 1-2 jours si la température est suffisamment élevée.

**d. Quand l'adulte** est complètement formé dans son enveloppe nymphale, l'insecte reste en surface et commence à respirer. 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. L'imago se dégage progressivement en se gonflant d'air pour s'envoler après un temps nécessaire au déplissage des ailes et des pattes (par augmentation de la pression de l'hémolymphe).

### 1.3.3. Morphologie des différents stades

#### a. Les Œufs

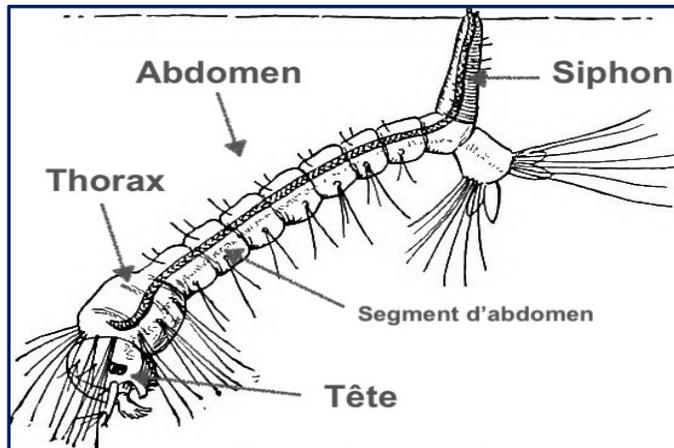
Les lieux de ponte de la femelle sont variés: ce sont les petites collections d'eau proches des habitations comme les bassins, les citernes, les pots de fleurs, les vieux pneus, ou encore les boîtes de conserve. La femelle dépose les œufs, qui ont un diamètre inférieur à 1 mm perpendiculairement à la surface de l'eau en amas (nacelle) groupés. Une femelle peut pondre jusqu'à 300 œufs, qui éclosent en 24 à 48 heures lorsque la température de l'eau est suffisante (Resseguier, 2011).



**Figure 13.** Œufs du culex (Blog du Talmon)

**b. La larve**

La larve sort de l'œuf. Elle est disposée obliquement par rapport à la surface de l'eau et se déplace par mouvements saccadés. Son régime saprophyte est constitué de plancton et de particules organiques ingères grâce à ses pièces buccales de type broyeur. Elle respire par un siphon. La larve évolue ainsi selon quatre stades pendant 8 à 12 jours, avant d'atteindre le stade nymphal. La larve est composée de trois parties : tête, thorax et abdomen. L'abdomen est formé de huit segments (Resseguier, 2011).



**Figure 14.** Morphologie générale d'une larve (Resseguier, 2011).

**c. La nymphe**

La nymphe a une forme de point d'interrogation et respire par des trompettes respiratoires situées sur le céphalothorax (Resseguier, 2011).

La nymphe est remarquable par la coalescence de la tête et du thorax qui forment un céphalothorax volumineux auquel fait suite un abdomen de 10 segments (dont 8 sont bien visibles), terminé par 2 palettes natatoires.

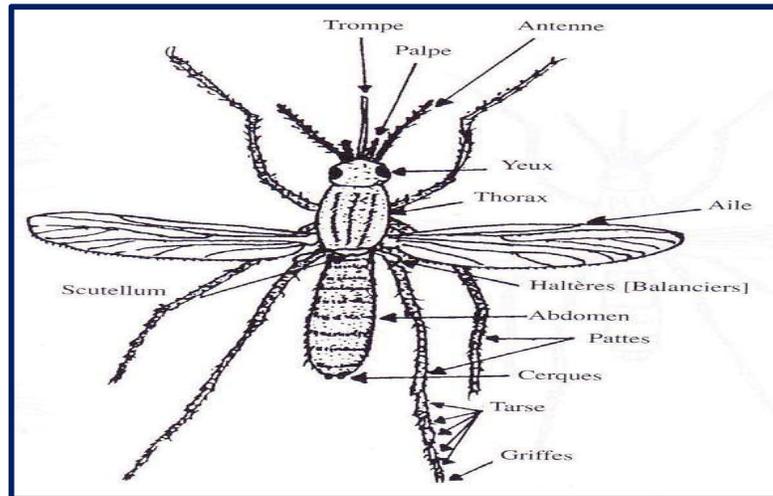


**Figure15.** Nymphe du *Culex pipiens*(Anonyme 1,2014)

#### d. L'adulte

Le **moustique adulte** ou imago présente quelques particularités intéressantes. Il porte deux paires d'ailes dont l'une est atrophiée. Celles-ci sont nommées **balanciers**. Ces ailes minuscules sont en fait des organes sensoriels qui permettent au moustique de s'orienter correctement durant son vol. Il possède un corps mince se divise en trois parties : la tête, le thorax, l'abdomen, de taille moyenne environ 9 mm, globalement brun clair et des pattes longues et fines.

La trompe est l'organe perforateur qui permet au moustique femelle de prélevé le sang de l'hôte. Cette trompe renferme plusieurs pièces buccales qui vont permettre à l'insecte de percer la peau et un vaisseau sanguin et de ponctionner le sang.



**Figure16.** Morphologie générale d'un moustique adulte(Anonyme 2)

#### 1.4. Aspect nuisance et rôle vectoriel de *Culex*

Les moustiques (Diptères : Culicidae) sont les insectes les plus importants sur le plan médical sur terre compte tenu de leur capacité à transmettre pathogènes pour les humains..( TALAGA et *al.*,2020). Les moustiques causent des nuisances aux humains et transmettent plusieurs maladies virales et protozoaires préoccupantes pour la santé publique dans le monde. Ce sont des moustiques femelles qui piquent lors de leur recherche de farine de sang avant oviposition, ce qui augmente leur tendance à transmettre plusieurs maladies dont le paludisme, la filariose, la dengue, l'encéphalite japonaise, le chikungunya, le virus zika et la fièvre jaune.Ces maladies mettent la vie de millions de personnes en danger, particulièrement dans le monde subtropical/tropical (Zulhussnain et *al.*, 2020).

Les maladies transmises par des moustiques vecteurs ont un impact aussi sur la santé animale, ainsi que sur l'économie des sociétés. (SOLTANI, 2015)

## **1.5. Moyens de lutte contre les moustiques**

### **1.5.1. La lutte biologique**

La lutte biologique est un autre moyen de lutte qui groupe un certain nombre de méthodes dont aucune n'est au point à l'heure actuelle sur les moustiques. Elle peut être définie comme l'ensemble des moyens propres à freiner le développement des Culicidés en perturbant les processus de reproduction, en les exposant à l'action de prédateurs ou de parasites et aussi en modifiant leurs biotopes.

-Lutte par utilisation de prédateurs larvaires (poissons, *Gambusia affinis*) et adultes, oiseaux.

**1.5.2. Lutte microbiologique :** sous ce terme on sous-entend les parasites conventionnels mais aussi les virus et les bactéries pathogènes des Culicidés comme *Bacillus thuringiensis*.

**1.5.3. La lutte génétique :** Cette lutte génétique utilise des méthodes modifiant artificiellement le potentiel génétique de l'espèce, soit par des procédés physiques (Rayons X), soit par des produits chimiques alkylants (mâles stériles, translocations). Elle peut être basée sur des incompatibilités génétiques entre diverses races d'une même espèce, aboutissant ainsi à une réduction rapide des populations .

### **1.5.4. La lutte physique**

Elle consiste à supprimer définitivement les gîtes larvaires par des travaux de génie sanitaire, ou mieux encore, à prévenir l'apparition de gîtes nouveaux, en veillant à l'observance de certaines prescriptions dans la réalisation des travaux d'urbanisation et de génie civil. Ce procédé est évidemment utilisé dans la mesure du possible, mais il est très onéreux et rencontre souvent des opposants. Par exemple les vides sanitaires inondés peuvent être neutralisés en mettant une couche de graviers de quelques centimètres d'épaisseur.

### **1.5.5. La lutte chimique :**

Compte tenu de la biologie du moustique, ce dernier peut être "attaqué" au stade imago dans l'air ou au stade larvaire donc, dans l'eau.

**-La lutte chimique anti-adulte** Elle est souvent mise de côté dans les pays développés car c'est une lutte aveugle et onéreuse. Son emploi est généralement réservé à des cas bien précis et à de faibles étendues.

**-La lutte chimique anti-larvaire** Plus précise, elle intéresse uniquement les gîtes larvaires des Culicides. Avec cette méthode on fait courir moins de risques à la nature. Les insecticides chlorés tels que (DDT) considérés comme "sans dangers" pour le manipulateur sont par contre toxiques pour les composantes des biocénoses à moustiques. Depuis 1964 on utilise d'autres composés organiques, les esters phosphorés actifs à doses très faibles sur les larves.

Contrairement aux précédents, ils ne s'accumulent pas dans les sols, car totalement hydrolysés en quelques jours. Le Téméphos utilisé en milieu rural est remplacé par un autre ester phosphoré, le Chloropyrifos. Il est nettement plus toxique que le Téméphos mais a une stabilité plus grande en eau polluée.

L'installation et l'accroissement progressif de la résistance du moustique à des insecticides de classes très différentes, font qu'il doit y avoir parallèlement une évolution des produits et des techniques d'épandage. (BENKALFATE-EL HASSAR, 1991).

#### **1.6. Technique d'élevage à l'état larvaire**

Les larves de moustiques sont récoltées dans des citernes (2m×1m×1m) située au niveau de différentes régions de la ville de Tébessa et d'El-Hammamet (Wilaya de Tébessa). Les larves sont élevées au laboratoire dans des récipients en plastique contenant d'eau déchlorurée et nourries avec du mélange biscuit 75% levure 25%. L'eau est renouvelée chaque deux jours: Le site d'élevage



**Figure 17.** Le site d'élevage. (AZZEDDINE et MANAA, 2019)



**Figure 18.** Le site d'élevage : la pépinière (MECHERI et. MANNEH, 2019)

**CHAPITRE 2 :**

**APERÇU**

**BIBLIOGRAPHIQUE**

**SUR LA PLANTE**

***ARTEMISIA ABSINTHIUM***

## **Chapitre 2 :**

### **2. Aperçu bibliographique sur la plante *Artemisia absinthium***

#### **2.1. Noms communs et description**

*Artemisia absinthium* Linn. (Absinthe) est une espèce d'*Artemisia* de la famille des Astéracées. C'est un arbuste aromatique vivace, de goût très amer. Absinthium est le nom donné à l'origine à la plante (Bhatet *al.*, 2019).

Il est connu localement sous le nom de « chajret mariem ».

**Noms communs :** grande absinthe, absinthe, aluynes, armoise, herbe sainte, herbe aux vers, absinthe suisse, armoise amère.

*Artemisia absinthium* est une plante vivace, herbacée, pouvant mesurer jusqu'à 1 mètre. Plante recouverte de poils soyeux blancs argentés et de nombreuses glandes oléifères. La tige est de couleur vert argent, droite, cannelée, ramifiée et particulièrement feuillée.

Les feuilles sont alternes, gris verdâtre sur le dessus et presque blanches et soyeuses sur le dessous. Les feuilles basilaires mesurent jusqu'à 25 centimètres de long et sont longuement pétiolées. Les feuilles caulinaires sont brièvement pétiolées, moins divisées. Les feuilles au sommet peuvent même être simples et sessiles (sans pétiole). La floraison a lieu de juillet à septembre. Les fleurs sont jaunes, tubulaires, réunies en capitules (Composée) globuleux, penchés, à leur tour réunis en panicules feuillés et ramifiés.

La plante possède un rhizome dur. (Larousse ménager, 1926).



**Figure19.** *Artemisia absinthium*

La position systématique d'*Artemisia absinthium* Linné, 1753 est la suivante :

• <b>Règne</b>	Plantae
• <b>Division</b>	Tracheophyta
• <b>Classe</b>	Magnoliopsida
• <b>Ordre</b>	Asterales
• <b>Famille</b>	Asteraceae
• <b>Genre</b>	Artemisia
• <b>Espèce</b>	<i>Artemisia absinthium</i> (L., 1753)

## 2.2. Biotope

*Artemisia absinthium* est un genre hétérogène, composé plus de 450 espèces diverses réparties principalement dans les zones tempérées zone de l'Asie, de l'Europe et de l'Amérique du Nord. Ces espèces sont des herbes ou petits arbustes bisannuels et annuels (Bora *et al.*, 2010). Il pousse naturellement sur un sol aride, non cultivé, sur des pentes rocheuses et à la lisière des sentiers et des champs. Les espèces d'*Artemisia* sont cultivées pour leur feuillage vert argenté et leurs propriétés aromatiques, culinaires et médicinales (Bhat *et al.*, 2019).

## 2.3. Période de floraison

La saison de floraison commence du début de l'été au début de l'automne et possède un type anémophile de pollinisation. Le fruit est un petit akène ; la dispersion des graines est par gravité (Bhat *et al.*, 2019).

En hiver, toutes les parties aériennes de la plante meurent, celle-ci hivernant alors sous la forme d'une rosette ligneuse. De juillet à septembre, les tiges forment des panicules richement ramifiées composées d'une multitude de discrètes fleurs jaunes aux capitules tournés vers le sol. L'absinthe est pollinisée par le vent, lequel transporte le pollen des étamines au pistil des fleurs avoisinantes. (Tela Botanica, 2019).



**Figure20.** Fleur jauneabsinthe (Science Photo Library, 2014).

#### **2.4. Composition chimique d'Artemisiaabsinthium**

L'espèce *Artemisia absinthium* fait l'objet de plusieurs investigations chimiques, signalant la présence de nombreux types de métabolites secondaires tels que l'huile essentielle. Elle est connue pour contenir des thuyones :  $\alpha$  et  $\beta$ -thuyones. Il existe aussi de nombreux chémotypes : chémotype à Z-époxy- $\alpha$ -ocimène (26-47%), à acétate de sabinyle ou à acétate de chrysanthémyle. On note aussi la présence de polyines , de flavonoïdes , de coumarines, de lignanes, de polyphénols et de lactones sesquiterpéniques en quantité notable (absinthine, artabsine, matricine et artemisinine.

Des études phytochimique réalisées sur l'extrait d'*Artemisia absinthium* ont révélé la présence de  $\alpha$  -thujene,  $\alpha$ -pinène, camphène, p-cymène, le 1,8-cinéole, heptenone méthyle,  $\beta$ -phelandrene, caryophylleneoxide,  $\alpha$ -terpinéol, thujyl alcool, le géraniol, thujyl l'acétate, le caryophyllène,  $\alpha$ -himachalène,  $\alpha$ -cadinene et elemol.

D'autre part, certains études rapportent qu'en plus de l'artémisinine, le genre *Artemisia* est une riche source d'autres lactones sesquiterpéniques et flavonoïdes(MANSOUR, 2015).

#### **2.5. Utilisation médicinale et traditionnelle**

##### **2.5.1. Utilisation traditionnelle**

L'absinthe (*Artemisia absinthium* L.) est une plante amère médicinale et aromatique, qui a été utilisée comme un médicament de l'antiquité. Il a traditionnellement été utilisé comme anthelminthique, cholérétique, antiseptique, balsamique, dépuratif, digestif, diurétique et utilisé dans le traitement de la leucémie et de la sclérose. L'espèce a été citée pour être utilisée extérieurement comme cataplasme de feuilles broyées pour les morsures de serpents et de

scorpions ou pour la décoction de plaies et de plaies appliquées localement comme antiseptiques et antifongiques. La littérature ethnopharmaceutique-cologique documente l'utilisation de l'*A. absinthium*.

De plus, l'absinthe est une épice aromatique, largement utilisée dans le vin et les autres boissons alcoolisées. Il est accompagné de boissons gazeuses et de certains aliments, en particulier des confiseries et des desserts. (Riahiet *al.*, 2012)

### **2.5.2. Utilisation médicinale**

Des extraits d'absinthe ont été utilisés comme relaxant musculaire qui est parfois ajouté aux liniments et comme sédatif doux pour traiter les anxietés.

Absinthium est neuroprotecteur et peut s'avérer utile dans le traitement des accidents vasculaires cérébraux). Dans d'autres ports, l'extrait de méthanol de l'espèce végétale a montré des activités anti-diabétiques et anti-cholestérolémiques et des propriétés antimicrobiales. . (Riahi et *al.*, 2012)

Certaines organisations mondiales comme l'EMA (Agence Européenne du Médicament), la Commission E du Ministère de la Santé Allemand ou encore l'ESCOP (Coordination Scientifique Européenne en Phytothérapie) reconnaissent l'usage de l'absinthe (*Artemisia absinthium* L.) contre la perte d'appétit, les digestions difficiles, les problèmes de vidanges gastriques et les problèmes de vésicule biliaire à raison d'un traitement allant de 2 à 4 semaines maximum. (Renouf, 2019).

## **2.6. Généralités sur les huiles essentielles**

### **2.6.1. Définition et historique**

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages. Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, soit des monoterpènes avec leurs phénols reliés, et des terpènes plus complexes, dont les sesquiterpènes. (Chiasson & Beloin, 2007).

La Pharmacopée européenne pour trouver une définition ayant une valeur réglementaire: une HE est un « produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par l'entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage [cela désigne l'expression à froid qui concerne généralement le traitement du péricarpe du genre Citrus, NDLR]. Une huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition ».

Beaucoup d'indices nous prouvent que l'utilisation d'huiles essentielles remonte au début de l'histoire humaine : des alambics (appareil qui exploite les propriétés des différences de température d'évaporation des matières) datant de 7000 ans, des écrits égyptiens vieux de plus de 3500 ans, etc. Bien que nous ne connaissions pas exactement l'origine de l'emploi des huiles qu'on leur trouvait il y a plusieurs milliers d'années, il est certain que ces peuples anciens avaient trouvé les multiples utilités des huiles essentielles. Il y a plus d'un siècle, les huiles essentielles étaient presque uniquement réservées à la fabrication de parfums et de tout autre produit aromatique. Depuis plusieurs années, nous découvrons les diverses propriétés thérapeutiques des huiles essentielles. La médecine douce et les techniques de relaxation emploient les huiles et leurs arômes pour le traitement de plusieurs conditions comme le stress, l'insomnie, etc. La médecine traditionnelle aussi se penche de plus en plus vers les huiles essentielles en solution ou en inhalateur pour améliorer la qualité de vie des patients par l'aromathérapie. Il est certain que l'utilisation des huiles essentielles n'en est qu'à ses débuts et que d'ici quelques années, elle sera omniprésente sur le marché.

## **2.6.2. Origine botanique et localisation et des huiles essentielles**

### **a. Origine botanique**

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieures : il y aurait selon Lawrence, 17500 espèces aromatiques. Les genres capables élaborés les constituants qui composent les huiles essentielles sont repartis dans un nombre limité de familles, ex : Apiaceae, Asteraceae, Cupressaceae, Lamiaceae, etc. (BRUNETON, 2009)

### **b. Localisation**

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes végétaux : Fleurs bien sûr (bergamotier, tubéreuse), mais aussi feuilles (citronnelle, eucalyptus) et, bien que cela soit moins habituel, dans des écorces (cannelier), des bois (bois de rose), des racines (vétiver, des rhizomes (curcuma), des fruits (toute-épice, anis), des graines (muscade). (BRUNETON, 2009).

## **2.6.3. L'organe producteur**

La mention de l'organe producteur à partir de laquelle l'HE a été produite doit figurer sur l'emballage d'une HE de qualité. En effet, différents organes de la même plante peuvent donner des HE différentes, car ils auront des équipements enzymatiques différents du fait de leurs fonctions différentes pour la plante.

De l'oranger amer, par exemple, on obtient trois HE différentes : l'HE d'orange amère (zeste), la rare et précieuse HE de néroli (fleurs) et celle petit grain bigaradier (feuilles) :

- La première est très riche en monoterpènes (85%) et sera donc utile comme tonique et dans le traitement du stress grâce à ses coumarines.
- La deuxième contient majoritairement des monoterpénols (45%). Riche en molécules positivantes, c'est une HE très utile dans le traitement des épisodes de fatigue et de dépression.
- La troisième sera majoritairement constituée d'esters (58%). C'est de fait une excellente antispasmodique calmante (MARCHAND, 2019).

#### **2.6.4. Composition chimique des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane.

#### **2.6.5. Rôle des huiles essentielles**

##### **2.6.5.1. Rôle thérapeutique**

Elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanaliaires ou au niveau de la microflore vaginale et d'origine fongique contre les dermatophytes. Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques<sup>8</sup> qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre. Dans les domaines phytosanitaires et agroalimentaires, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires (El Haib, 2011).

##### **2.6.5.2. Rôle écologique**

Les huiles essentielles jouent un rôle écologique dans les interactions végétales, végétale-animales et pourraient même constituer des supports de communication par des transferts de messages biologiques sélectifs.<sup>11</sup> En effet, elles contribuent à l'équilibre des écosystèmes, attirent les abeilles et des insectes responsables de la pollinisation, protègent les végétaux contre les herbivores et les rongeurs, possèdent des propriétés antifongiques, antibactériennes, allopathiques dans les régions arides et peuvent servir de solvants bioactifs des composés lipophiles. (El Haib, 2011).

### **2.6.5.3. Rôle économique**

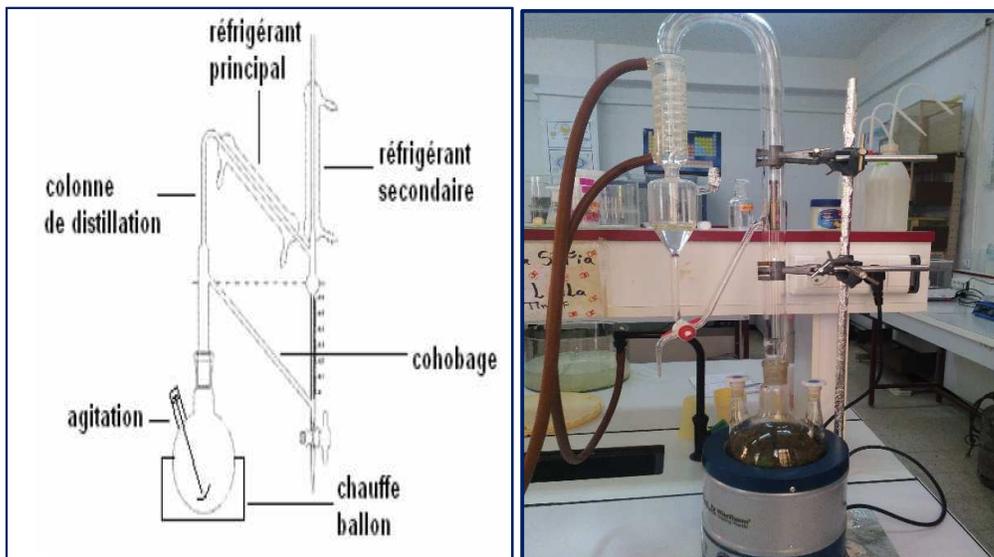
Traditionnellement, les huiles essentielles sont présentes dans le processus de fabrication de nombreux produits finis destinés aux consommateurs. Ainsi, elles sont utilisées dans l'agroalimentaire (gâteaux, biscuits, soupe, sauce, chewing-gum, chocolats, bonbons...) pour aromatiser la nourriture. Elles sont également utilisées dans l'industrie de la parfumerie, de la cosmétique et de la savonnerie. On les utilise aussi dans la fabrication des adhésifs (colle, scotch ...), et celle de la nourriture pour animaux, dans l'industrie automobile, dans la préparation des sprays insecticides. L'homéopathie et l'aromathérapie sont des exemples courants d'usage d'huiles essentielles en médecine douce, et leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années (El Haib, 2011).

### **2.6.6.I 'obtention des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont obtenues avec des rendements très faibles (de l'ordre de 1%) ce qui en fait des substances fragiles, rares, et précieuses. Ainsi les différentes techniques d'extraction des huiles essentielles ou extraits aromatiques doivent d'une part, tenir compte de ces caractéristiques et d'autre part, apporter des performances quantitatives satisfaisantes. Une forte demande toujours plus exigeante basée sur différents phénomènes physiques : la distillation, l'extraction ou la séparation, ces techniques d'extraction seront présentées selon le principe sur lequel elles sont basées et classées en deux catégories distinctes selon le produit final obtenu : une huile essentielle ou un extrait aromatique (El Haib, 2011).

#### **2.6.6.1. Extraction et rendement des HEs par hydrodistillation**

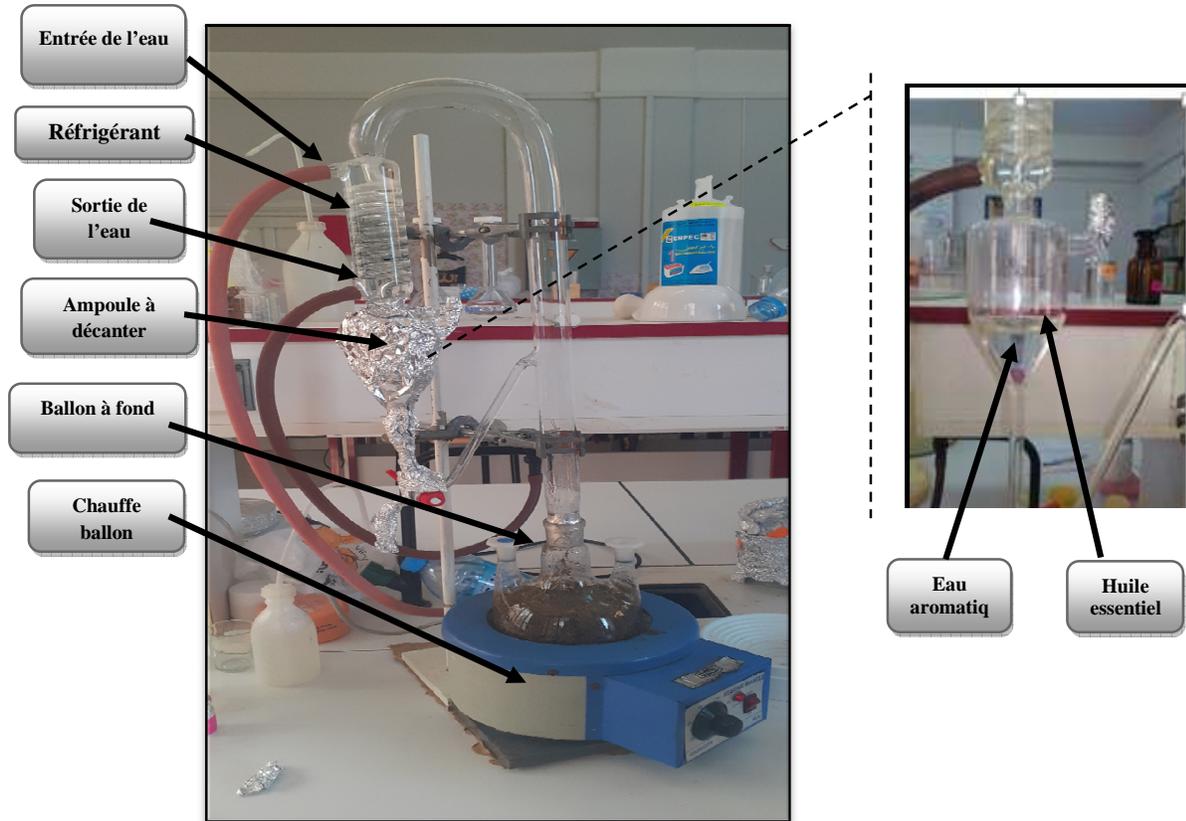
Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques (loi de Dalton et loi de Raoult). Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité. Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger (figure 21). (El Haib, 2011).



**Figure 21.** Montage d'hydrodistillation

Les eaux aromatiques ainsi prélevées sont ensuite recyclées dans l'hydrodistillateur afin de maintenir le rapport plante/eau à son niveau initial.

La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influence non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (El Haib, 2011). L'extraction a été faite au niveau du laboratoire de Biologie Animale à l'université de Tébessa par un hydrodistillateur de type Clevenger. Après séchage de matériel végétal à l'air libre (on a utilisé les parties aériennes d'*Artemisia absinthium* qui ont été récoltées au mois de Février, 2020 dans la région de Tébessa au niveau de l'université Larbi-Tébessa, faculté des sciences économiques et commerciales et de gestion). 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 (Fig. 23). Le mélange est porté à ébullition pendant 3 heures, pendant ce temps, la vapeur se dirige vers le col du cygne puis dans le réfrigérant 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 ; Tchoumbounganget *al.*, 2009).



**Figure 22.** Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger. (Photo personnel).

### 2.6.6.2. Conservation des huiles essentielles

L'instabilité relative des molécules constitutives des huiles essentielles rend leur conservation délicate (Bruneton, 1993). Trois facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles :

**La température** : obligation de stockage à basse température (entre 8 °C et 25 °C).

**La lumière** : stocker dans l'obscurité et dans un récipient opaque, brun de préférence.

**L'oxygène** : les flacons doivent être entièrement remplis et fermés de façon étanche, il est possible de recourir à l'adjonction d'antioxydants. La durée de conservation admise est de 2 à 5 ans.

### 2.6.6.3. Rendement d'extraction

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 6 extractions. Il est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

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

Ou

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

**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

## **CHAPITRE 03 :**

# **ETUDE DE L'EFFET DES HUILES ESSENTIELLES *ARTEMISIA ABSINTHIUM* SUR LES MOUSTIQUES**

## **Chapitre 3 :**

### **3. Etude de l'effet des Huiles essentielles *Artemisiaabsinthium* sur les moustiques**

#### **3.1. Rendement des Huiles essentielles *Artemisia absinthium* (Comparaison avec d'autres plantes de la même famille)**

Les huiles essentielles extraites de la partie aérienne de la plante *Artemisia absinthium* obtenues par hydro-distillateur de type Clevenger sont de couleur bleue foncée ayant une odeur très forte, le rendement d'extraction a enregistré une valeur 0.6 %. Ce rendement varie d'une plante à une autre, il est de 0,5% chez *Artemisia menthifolia*, de 1,7% chez *Artemisia herba alba*, de 0,2% chez *Artemisia campestris*, de 3.01% chez *Thymus vulgaris*, (Khebri, 2011). Le rendement moyen d'huile essentielle de *matricaire camomille* varie entre 0,3 et 0,5%.

Pour l'espèce d'artémisia, le plus haut pourcentage d'huile essentielle est enregistré chez *Artemisia cana* (1,3 %), *Artemisia frigida* (1,5 %) et *Artemisia herba alba* (1,7%). Par contre, le rendement de la partie aérienne d'*Artemisia biennis*, *Artemisia dracunculoides*, *Artemisia longifolia* et *Artemisia ludoviciana*, compris entre (0,3 % et 0,5 %)(BENCHEQROUN, 2012). Cette variation en huile essentielle, tant au niveau de leur composition, cette variabilité peut être liée à des facteurs extrinsèques et intrinsèques ;

#### **Facteurs extrinsèques**

Les conditions environnementales notamment la température, la lumière, la pluviométrie et les conditions édaphiques agissent sur la composition chimique des plantes aromatiques et médicinales. Les conditions culturales telles que les techniques de récolte, la date de semis, l'emploi d'engrais, les traitements phytosanitaires influencent également la composition et le rendement des huiles essentielles (BENCHEQROUN, 2012).

#### **Facteurs intrinsèques**

Le stade végétatif (Aprotosoia et al., 2010), l'organe de la plante (Chowdhury et al., 2009), la mutation, l'hybridation, la polyploïdie (Aprotosoia et al., 2010) et les chimiotypes (Belyagoubi, 2006) sont parmi les facteurs intrinsèques qui interviennent dans la variabilité de la composition et le rendement des huiles essentielles.

#### **3.2. Effet de la plante *Artemisia absinthium* sur d'autres insectes (moustique, mouche)**

L'absinthe est une plante aromatique de couleur gris argenté dont l'odeur repousse les moustiques et les guêpes. Une fois séchées, ses feuilles et fleurs constituent un insecticide efficace à l'intérieur et à l'extérieur de la maison.

La toxicologie est l'étude des effets nocifs d'une substance chimique naturelle ou synthétique sur les organismes vivants. Les tests toxicologiques sont adoptés pour tester la sensibilité des larves, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (OMS, 1963).

Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke&Kaufman, 1999). Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, soit des monoterpènes avec leurs phénols reliés, et des terpènes plus complexes, dont les sesquiterpènes. Les mécanismes d'action des propriétés pesticides des huiles essentielles sont méconnus et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (Isman, 2000). On considère que ces mécanismes sont uniques et que les biopesticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces biopesticides peuvent être utilisés seuls et à répétitions sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les ravageurs. Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger la durée de vie de ces derniers. (Chiasson, 2004).

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 (DRIS, 2018).

Notre travail a pour but d'étudier théoriquement la toxicité d'huile essentielle d'*Artemisia absinthium* sur quelques espèces de moustiques.

Les études et les recherches sur la plante *Artemisia absinthium* dans l'Algérie sont limitées, les résultats de ces travaux montrent que l'huile essentielle de plante choisie possède une activité larvicide à l'égard des larves de moustique (insecte étudié) vu les taux de mortalités observés pour cette huile à chaque stade de développement (L1, L2, L3, L4) présente à chaque fois un effet toxique.

Les travaux de Govindarajan & Benelli. (2016) montrent que l'huile essentielle d'*A. absinthium* a des propriétés larvicides remarquables contre six moustiques vecteurs d'importance médicale et vétérinaire : *Anopheles stephensi*, *Anopheles subpictus*, *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Culex quinquefasciatus*, et *Culex tritaeniorhynchus*.

### **3.3. Effet des plantes de la même famille sur les moustiques**

La famille des *Astéracées* (Quézel & Santa, 1963), aussi appelée (*Synanthérées*, *Composées*), est la plus importante famille des plantes à fleurs. Cette famille est plus vaste de notre territoire puisqu'elle renferme 408 espèces réparties en 109 genres divisés en deux sous-familles: Les Tubuliflores à capitules comportant (ligules à 3 dents) comprend 6 groupes, plus sa répartition à 82 genres et 299 espèces et les Liguliformes à capitules ne comportant pas (ligules à 5 dents) et qui comporte 27 genres et 109 espèces.

Les plantes appartenant à la famille des astéracées ont fait l'objet d'une étude approfondie pour déterminer leur activité larvicide depuis la découverte du potentiel larvicide de l'extrait de *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Dans l'étude de Sakthivadivel et al., (2016), l'activité larvicide de la fleur brute et des extraits aériens de plantes d'Asteraceae, *Tagetes erecta* et *Tridax procumbens* a été étudiée respectivement contre *Culex quinquefasciatus*. La propriété larvicide de l'extrait de *Tagetes erecta* et *Tridax procumbens*, peut être due à la présence d'alcaloïdes, de caroténoïdes et de flavonoïdes. Tous les terpénoïdes, alcools, cétones et esters carboxyliques présentent une toxicité pour les espèces de moustiques. Les alcools monoterpènes étaient les composés les plus toxiques contre les espèces de moustiques. Les extraits de *Tagetes erecta* et de *Tridax procumbens* ont causé la mortalité des larves de *Culex quinquefasciatus*, qui peut également être attribuée à la présence de terpénoïdes, un composé insecticide.

# **CONCLUSION**

## Conclusion et perspectives

L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a mené à beaucoup de conséquences négatives (c.-à-d., résistance des insecticide, toxicité sur la faune auxiliaire, problèmes de résidu, pollution environnemental) ayant pour résultat l'attention croissante étant donnée aux produits naturels. Les plantes peuvent fournir des solutions de rechange potentielles aux agents actuellement utilisés contre les insectes parce qu'elles constituent une source riche en produits chimiques bioactifs. Beaucoup d'effort a été donc concentré sur les matériaux dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes. 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.

Le travail de recherche entrepris entre dans le cadre de la valorisation des plantes Aromatiques et Médicinales Algériennes, nous nous sommes intéressés à l'étude théorique de toxicité de l'*Artemisia absinthium* sur quelques espèces de moustiques, c.-à-d., l'étude de l'activité insecticide des huiles essentielles extraites l'*Artemisia absinthium* qui poussent spontanément au Tébessa.

Au terme de ce travail nous pouvons conclure que l'espèce l'*Artemisiaabsinthium* a une activité insecticide sur les moustiques.

*Artemisia absinthium* contient des produits chimiques connus dans la bibliographie par leur activité toxique sur les insectes. Ceci nous amène à dire que cette plante étudiée est prometteuse comme source de Bioinsecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

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.
- la découverte de nouvelles plantes et par la suite de nouvelles molécules à effet phytosanitaire.

**REFERENCES**

**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

**Abbad, A., Kasrati, A., Alaoui Jamali, CH., Zeroual, S., Ba M'hamed, T., Spooner-Hart, R. & Leach, D.** (2014). Insecticidal properties and chemical composition of essential oils of some aromatic herbs from Morocco. *Natural Product*

**AFNOR.** (1987). Huiles essentielles, recueil dans des normes française. 5<sup>ème</sup> éditions. 1. Échantillonnage et méthodes d'analyses, 2. Spécifications, AFNOR, Paris.

**Aribi N, Denis B, Kilani-Morakchi S and Joly D.** (2020). L'azadirachtine, un pesticide naturel aux effets multiples. *médecine/sciences*, EDP Sciences, A paraître. (hal-02366515)

**Aubin Armel KOUMBA, Christophe Roland ZINGA-KOUMBA, Rodrigue MINTSA-NGUEMA, Guillaume Koffivi KETOH, Luc Salako DJOGBENOU, et Jacques François MAVOUNGOU**1, Identification et caractérisation des gîtes larvaires des moustiques en saison sèche à la périphérie de la ville de Mouila, Sud du Gabon . *Afrique SCIENCE* 16(2) (2020) 192-205.

**Bencheqroun, H.K. & Ghanmi, Mohamed & Satrani, Badr & Aafi, Abderrahman & Chaouch, A.** (2012). Antimicrobial activity of the essential oil of an endemic plant in Morocco, *Artemisia atlantica*. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*. 81. 4-21.

**BHAT R.R. ET AL.** (2019) **CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL USES OF ARTEMISIA ABSINTHIUM (WORMWOOD).** IN: **OZTURK M., HAKEEM K. (EDS) PLANT AND HUMAN HEALTH, VOLUME 3. SPRINGER, CHAM**

**Bruneton, J.** (1993) *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*. 2<sup>e</sup> édition, Tec et Doc., Lavoisier, Paris, 915 p.

**Zouaoui N, Chenchouni H, Bouguerra A, Theofilos Massouras, Barkat M.** Characterization of volatile organic compounds from six aromatic and medicinal plant species growing wild in North African drylands (March 2020).

**Bouabida, H., Tine-Djebbar, F. & Soltani, N.** (2012). Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique* 65 : 99-103.

**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. 134p

**Bora, K.S., & Sharma, A.** (2010). Phytochemical and pharmacological potential of *Artemisia absinthium* Linn. and *Artemisia asiatica* Nakai: a review. *Journal of Pharmacy Research*, p (325-328).

**Bruneton, J.** (2009). *Menthe in : Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales*, 4e éd., Tec & Doc, Paris, pp. 631-638.

**BUSSIERAS J., CHERMETTE R.** (1991) - Parasitologie Veterinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, *ENVA*. 58-61.

**Chiasson H, Vincent C, Bostanian NJ.** (2004). Insecticidal properties of a *Chenopodium*-based botanical. *J Econ Entomol.* ;97(4):1378-1383.

**Chiasson, H., Beloin, N.** (2007). Les huiles essentielles, des biopesticides «Nouveau genre». *Revue de littérature "Antennae"* 14 (1):3-6

**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, New York. 551p.

**Darriet, F.** Synergistic Effect of Fertilizer and Plant Material Combinations on the Development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) Mosquitoes, *Journal of Medical Entomology*, Volume 55, Issue 2, March 2018, Pages 496-500,

**Dris Djemaa.** (2018). Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes : *Mentha piperita*, *Lavandula dentata* et *Ocimum basilicum* sur les larves de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* (Linné) et *Culiseta longiareolata* (Aitken). THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT ES SCIENCE Spécialité: BIOLOGIE ANIMALE. UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA. 89p.

**El haïb, A.** (2011). Valorisation de terpene naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques, Thèse en vue de l'obtention du Doctorat de l'université de Toulouse, Délivré par l'Université Toulouse III - Paul

**GRJEBINE A., COZ J., ELOUARD J. M., MOUCHET J. & RAGEAU J.** (1976). La notion d'espèce chez les moustiques : étude de quatre complexes. In : Bocquet C. (ed.), Génarmont J. (ed.), Lamotte M. (ed.) *Les problèmes de l'espèce dans le règne animal*. Paris : Société Zoologique de France, (38), 249-306. (Mémoire de la Société Zoologique de France ; 38). ISBN 2-7080-0438-7

**Hamaidia, H., Berchi, S.** Systematic and Biotypical study of the family Culicidae (Diptera-Nematocera) in the region of Tebessa (Algeria) .International Journal of Mosquito Research. 2018.

**Hatem A.M. Ibrahim, S.G. Sawires & A.F. Hamza.** (2018) Morphological Characterization and distribution of antennal sensilla of irradiated female mosquito, *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae) with gamma radiation, Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 11:4, 291-298, DOI : 10.1016/j.jrras.2018.03.005.

**Höld K M, Sirisoma N S, Ikeda T, Narahashi T, Casida J E.** (2000)  $\alpha$ -Thujone (the active component of absinthe):  $\gamma$ -aminobutyric acid type A receptor modulation and metabolic detoxification. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 97: 3826-3831

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

**Lachenmeier D W, Emmert J, Kuballa T, Sartor G** (2006) Thujone-Cause of absinthism. Forensic Sci. Int. 158: 1-8

**Larousse ménager** 1926 424.6.1945

**Linné, C.** (1758). Systema naturae per regna tria naturae. Edition 10. Vol. 1. Holmiae: 824p

**Mansour Sadia,** (2015). Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : Artemisia Absinthium L, Artemisia herba Alba Asso et Hypericum scarboides - Etude in vivo. Thèse doctorat. Université des Sciences et de la

technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.

**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 (*Hypothenemushampei*). Thèse de Doctorat. Université de Toulouse. 187 p.

**Nabti, I., Bounechada, M.,**(2019). LarvicidalActivities of Essential OilsExtractedfrom Five Algerian Medicinal Plants againstCulisetalongiareolataMacquart. Larvae (Diptera:Culicidae). Eur J Biol 2019 ; 78(2). Advanced Online Publication. DOI: 10.26650/EurJBiol.2019.0015.

**Renouf,R.**(2019). L'Absinthe (*Artemisiaabsinthium* L.) : approche ethnobotanique. Sciences pharmaceutiques.dumas-02459122.

**Resseguier, P.**(2011). Contribution à l'étude du repas sanguin de *Culex pipienspipiens*. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université Paul – Sabatier de Toulouse.80.

Riahi, L., Ghazghazi,H., Ayari, B., Aouadhi, Ch., Klay,I., Chograni, H., Cherif, A., &Zoghmani,N. (2015). Effect of environmental conditions on chemicalpolymorphism and biologicalactivitiesamongArtemisiaabsinthium L. essential oil provenances grown in Tunisia. IndustrialCrops and Products.

**Roth, L.** (1948). A Study of Mosquito Behavior. An ExperimentalLaboratoryStudy of the SexualBehavior of *Aedesaegypti* (Linnaeus). *The American Midland*

**Sachidanandam, R., Weissman, D., Schmidt, S. C., Kakol, J. M., Stein, L. D., Marth, G.,Altshuler, D.** (2001). A map of humangenomesequence variation containing 1.42 million single nucleotidepolymorphisms. *Nature*, 409(6822), 928+.

*Naturalist*, 40(2), 265-352. doi:10.2307/2421604.

**Soltani,N.** (2015). LES MOUSTIQUES: RISQUES SANITAIRES, BIOESSAIS ET STRATEGIES DE CONTROLE. 10.13140/RG.2.1.2215.5606.

**Talaga, S., Gantier, J. C., & Girod, R.** (2020). Mosquitoes (Diptera:Culicidae) originallydescribedfrom French Guiana. *Zootaxa*, 4747(2), zootaxa.4747.2.8.

<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4747.2.8>

**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 *Anophelesgambiae* Giles et

composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* **13 (1)**: 77-84.

Tela Botanica, (2019). Fiche eflora des *Asteraceae*(en ligne) (page consultée le 30/10/ 2015. <[http:// www.tela-botanica.org](http://www.tela-botanica.org) .bdtfx v.3.02.

**TORAL Y CARO M.**(2005).Evaluation in vitro de l'efficacite du fipronil sur *Culex pipiens pipiens*.Th. : Med.Vet. : Toulouse, 099. 53 pp.

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

**Zulhussain, M., Zahoor, M.K., Rizvi, H. et al.** (2020). Insecticidal and Genotoxic effects of some indigenous plant extracts in *Culex quinquefasciatus* Say Mosquitoes. *SciRep* **10**, 6826