



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 : Biologie Appliquée

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Pharmacotoxicologie

ETUDE DE L'HUILE ESSENTIELLE DE *Lippia citriodora* ET LEUR BIOACTIVITE SUR L'ESPECE DE MOUSTIQUE *Culex pipiens*

Présenté par :

M^{elle}. RABHALLAH Chaima

M^{elle}. AOUACHRIA Aya

Devant le jury:

Mme. BOUABIDA Hayette	MCA	Université de Tébessa	Présidente
Mme. DRIS Djemaa	MCB	Université de Tébessa	Examinatrice
Mme. SEGHIER Hanane	MAA	Université de Tébessa	Promotrice

Date de soutenance :

Note :

Mention :



Remerciements

En premier lieu, nous tenons à remercier notre DIEU, notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation.

*Tout d'abord, je remercie sincèrement mon encadreur Mme **SEGHIR Hanane**, Qui a mis toute sa compétence à notre disposition, pour ces directives et Conseils judicieux et pour son suivi régulier à l'élaboration de Ce modeste travail.*

*Nous remercions les membres du jury : Mme. **BOUABIDA Hayette** et Mme. **DRIS Djemaa** d'avoir accepté de juger notre modeste travail.*

En fin nous remercions toute les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce rapport Nous Tenons à adresser notre sincères.

CHAIMA

AYA



Dédicaces

Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire " Ya Rahman"

Je dédie ce modeste travail:

A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère qui veille à ma réussite et mon bonheur pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.

A mon cher père qui a toujours cru en moi et a mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour que je réussisse dans mes études.

A mes chères frères : Mohamed, Oussama et ses enfants: "Med Yassine, Mouade", Abed elhak et Nasser Eddine

A mes sœurs : Yamina et son fils "Amine", Zahia, Layla, Meriem.

A toute la famille

A mes amies : AYA, ROUMAÏSSA, OUMAÏMA, AMIRA, Aziza, Latifa

À tous mes collègues de pharmacotoxicologie

.....j'aime.....À tous mes amis

CHAIMA

The background features three black graduation caps with tassels at the top. Below them, several yellow scrolls tied with red ribbons are scattered around a central circular area. The entire scene is framed by a decorative border of light green leaves and blue flowers. The text is centered within a dashed-line circle.

Dédicaces

*A ceux ; qui dès que j'ai ouvert mes yeux à la vie , j'ai les trouvés devant moi , qui mon aidé et guidé mes pas, et m'ont appuis les principes de la vie , qui mon couvert par leur amour, et par leur tendresse ,à qui tout les mots du monde n'arriveront jamais à les décrire, à mes chers parents , **ma mère khadra** et **mon père mouhammed Ali**, ceux qui m'ont tant donnés sans rien demander.*

*A mes très chers frères : **Elhafsi, hichem ,laïth***

*A ma très chères sœurs : **madîha , Afef ,fairouz ,narimane***

*A les femmes de mes frères: **salwa ,basma.***

*A mes cousins et cousines : **fahmi ,mahdi ,nadjme Eddîne,dounia ,ilhem***

*A ma très chère tante : **bachtoula***

*Mon oncle et la femme de mon oncle: **mokhtar et djomoaa***

*A ma chère binome: **chaïma rabhallah***

*A Les jeunes bourgeons sont mes nièces et nièces: **oswa ,liliane ,Abdou ,ishak,rassime ,ritedje,djana,idriss, djouri et djilane.***

*A mes chères amis surtout ; **ilhem ,bouchra ,rahma, sabah ,roumaïsa ,asma.....**avec qui j'ai passé les beaux moments de ma vie.*

A tous mes collègues de la promotion 2019/2020.

Aya

Sommaire

<i>PRESUME</i>	
الملخص	
Abstract	
Résumé	
<i>INTRODUCTION</i>	17
CHAPITRE I : Présentation de <i>Culex pipiens</i>	6
I.1. Historique.....	6
I.2. Définition de <i>Culex pipiens</i>	7
I.3. Nutrition de <i>Culex pipiens</i>	7
I.4. Position systématique de <i>Culex pipiens</i>	8
I.5. Cycle de développement de <i>Culex pipiens</i>	8
A. Œufs.....	9
B. Larves	10
▪ La tête :	10
▪ Le thorax :	11
▪ L'abdomen :	11
C. Nymphes	11
▪ le céphalo-thorax :	12
▪ l'abdomen :	12
D. Adultes.....	12
▪ La tête :	13
▪ Thorax :	14
▪ Abdomen :	15
E. Terminalia mâle	15
F. Terminalia femelle	16

I.6. Bio-écologie et Comportement	17
CHAPITRE II: Présentation de <i>Lippia citriodora</i>	19
II.1. Généralité.....	19
II. 2. Histoire, culture et récolte	19
II. 3. Dénominations vernaculaires.....	20
II. 4. Description botanique de <i>Lippia citriodora</i>	21
II. 5. Origine et position systématique de <i>Lippia citriodora</i>	23
II. 5.1. Origine	23
II. 5.2. Position systématique de <i>Lippia citriodora</i>	23
II.6. Composition chimique de <i>Lippia citriodora</i>	23
II. 7. Propriété pharmacologique de <i>Lippia citriodora</i>	24
III. Huile essentielle de <i>Lippia citriodora</i> : Rendement et bioactivité.....	26
III.1. Définition des huiles essentielles	26
III.2. Composition chimique des huiles essentielles	26
A l'analyse, l'huile essentielle révèle la présence	27
III.3. Activité biologique des HEs.....	28
III.4. Toxicité des huiles essentielles.....	29
III.5. Huile essentielle de <i>Lippia citriodora</i> de la région de Tebessa	29
A. Extraction de l'huile essentielle de <i>Lippia citriodora</i>	29
B. Calcule de rendement	30
C. Résultat obtenu	30
III.6. Activité insecticide des huiles essentielles	31
CONCLUSION.....	
Références Bibliographiques.....	
Références Electroniques :	

PRESUME

الملخص

البعوض الشائع أو البعوض المنزلي (*Culex pipiens*) هو البعوض الأكثر شيوعاً من جنس *Culex* في نصف الكرة الشمالي. تلدغ أنثائها البشر أو الأنواع الأخرى من الحيوانات ذات الدم الدافئ لصنع وجبة الدم اللازمة لإنتاج بيضها. وهي مجهزة بأجهزة استشعار حيوية ، كما يتم دراسة أو اختبار مختلف وسائل مكافحة البيولوجية. طورت *Culex pipiens* مقاومة لمجموعة واسعة من المبيدات الحشرية.

في هذا العمل ، قمنا بتطوير دراسة تتعلق بتأثير الزيت العطري المستخرج من نبات عطري *Lippia citriodora* ضد نوع من البعوض شائع جداً في المدن (*Culex pipiens*).

يكون لون الزيت العطري ل *Lippia citriodora* الذي تم الحصول عليه عن طريق التقطير المائي أصفر فاتح اللون مع رائحة الليمون اللطيفة وبعائد (0.05 ± 0.24) ٪ من النبات.

يُظهر تقييم نشاط المبيدات الحشرية من الزيوت العطرية من *L. citriodora* أن الزيوت العطرية التي تم اختبارها لديها قوة مبيدات حشرية مهمة ضد الحشرات المدروسة (*Culex pipiens*). تعتبر الدراسة ان الزيت العطري مكوناً نشطاً يستخدم كمدخل في منتجات اليرقات و / أو الدخان المنتجة في المستقبل ضد *Cx.pipiens*.

الكلمات الرئيسية: *Culex pipiens* ، *Lippia citriodora* ، الزيت العطري ، المبيدات الحشرية.

Abstract

The common mosquito or house mosquito (*Culex pipiens*) is the most common mosquito of the genus *Culex* in the northern hemisphere. Its female bites humans or other species of warm-blooded animals to make the blood meal that is necessary for the production of its eggs. It is equipped with biosensors. Various means of biological control are also studied or tested. *Culex pipiens* has developed resistance to a wide variety of insecticides.

In this work we have developed a study relating to the effect of essential oil extracted from an aromatic plant *Lippia citriodora* against a species of mosquito very common in cities (*Culex pipiens*).

The essential oil of *Lippia citriodora* obtained by hydrodistillation are light yellow in color with a pleasant lemon odor and with a yield of $(0.24 \pm 0.05)\%$ of the plant.

The evaluation of the insecticidal activity of the essential oils of *L. citriodora*, shows that the HEs tested have a significant insecticidal power against the insects studied (*Culex pipiens*). The study considers essential oil as an active ingredient used as an input in future larvicidal and / or smoke-producing products against *Cx. Pipiens*.

Keywords: *Culex pipiens*, *Lippia citriodora*, essential oil, insecticide.

Résumé

Le moustique commun ou maringouin domestique (*Culex pipiens*) est l'espèce la plus commune des moustiques du genre *Culex* dans l'hémisphère nord. Sa femelle pique l'homme ou d'autres espèces d'animaux à sang chaud pour faire le repas de sang qui est nécessaire à la production de ses œufs. Elle est dotée de biocapteurs. Divers moyens de lutte biologique sont également étudiés ou testés. *Culex pipiens* a développé des résistances à une grande variété d'insecticides.

Dans ce travail nous avons élaboré une étude relative à l'effet de l'huile essentielle extraite de d'une plante aromatiques *Lippia citriodora* à l'égard de espèce de moustique très commune dans les villes (*Culex pipiens*).

Les HE de *Lippia citriodora* obtenues par hydrodistillation sont de couleur jaune claire ayant une odeur agréable citronnée et avec un rendement de $(0,24 \pm 0.05)\%$ de la plante.

L'évaluation de l'activité insecticide des HE du *L. citriodora*, montre que les HE testées ont un pouvoir insecticide important contre les insectes étudiés (*Culex pipiens*). L'étude considère l'huile essentielle en tant que principe actif utilisé comme intrant dans de futurs produits larvicides et/ou fumigènes contre *Cx. Pipiens*.

Mots clés : *Culex pipiens*, *Lippia citriodora*, huile essentielle, insecticide.

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	<i>Culex pipiens</i>	07
02	Cycle de développement de <i>Culex pipiens</i> .	09
03	Œufs de <i>Culex pipiens</i> .	10
04	Morphologie générale d'une larve du IV ^e stade de <i>Culex pipiens</i> .	10
05	Aspect morphologique de la tête d'une larve de <i>Culex pipiens</i> .	11
06	aspect générale d'une nymphe de <i>Cx pipiens</i> .	12
07	<i>Culex</i> adulte ou imago (femelle en haut à droite, mâle en bas à droite).	13
08	Morphologie schématique de la tête de <i>Culex pipiens</i> .	13
09	Différentes parties d'une patte de <i>Culex pipiens</i> .	14
10	Morphologie des ailes de <i>Culex pipiens</i>	14
11	Morphologie de l'abdomen de <i>Culex pipiens</i> .	15
12	Morphologie du terminalia (génitalia) de <i>Culex pipiens</i> .	16
13	Morphologie schématique de l'appareil génital.	16
14	Une tige de <i>Lippia citriodora</i> .	21
15	Une feuille de <i>Lippia citriodora</i> .	21
16	Les fleurs de <i>Lippia citriodora</i> .	22
17	Les feuilles sèches de verveine	29

18	Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger	30
-----------	--	----

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	La position systématique de <i>Culex pipiens</i> .	08
02	Dénominations vernaculaires internationales.	20
03	Position systématique	23
04	Les principaux constituants de l'huile essentielle de la verveine odorante	27
05	Propriétés physico-chimiques d'huile essentielle de <i>Lippia citriodora</i>	28
06	Les caractéristiques de <i>Lippia citriodora</i>	30

Liste des abréviations

% : pourcentage

<: Inférieur

>: Supérieur

8^{ème} :huitième

9^{ème}: neuvième

C°: degré Celsius

Cm : centimètre

Cx : *Culex*

h: heure.

HE : huile essentielle

m : Mètre

mm: millimètre

OMS : organisation mondiale de la sante

R: rendement

INTRODUCTION

Introduction

Les huiles essentielles (HE) sont des huiles tirées à base de plantes, avec un arôme propre à chacune d'elles. Ce sont des mélanges de substances aromatiques volatiles et odoriférantes qui sont présentes en faible quantité dans le végétal. Très aromatiques, très volatiles, elles passent instantanément de l'état liquide à l'état gazeux, aérien. Depuis fort longtemps, les HE sont connues et utilisées pour leurs parfums, leurs vertus cosmétiques et pour leurs propriétés thérapeutiques (Aboughe *et al.*, 2015). Elles sont extraites par expression à froid ou par distillation (Pibiri, 2006).

Les insectes représentent le plus grand groupe d'êtres vivants, présent sur cette planète. Leur écrasante majorité est inoffensive. Cependant, certains insectes sont redoutés, pour le désagrément qu'ils causent et les maladies qu'ils peuvent transmettre (Saidi, 2013). Les insectes forment le groupe d'animaux qui présente la plus grande diversité (Martins *et al.*, 2018).

Depuis 170 millions d'année les diptères (les mouches et les moustiques) forment un groupe d'insectes le plus écologiquement diversifié, la famille des *Culicidae* est la plus importante, les moustiques appartient à cette famille forment un groupe diversifié dans une grande partie des insectes sont hématophages (Boudemagh *et al.*, 2013; poupardin, 2011). Les diptères représentent un ordre d'insectes dont plus de 100 000 espèces dans le monde et qui se caractérisent dans leur grande majorité par la disposition de leurs ailes, dont les antérieures sont seules fonctionnelles et les postérieures réduites à l'état de bâtonnets (les balanciers ou haltères). Ces insectes, aux mœurs très diversifiées, se rencontrent presque partout d'où des relations usuelles avec l'homme, qui peuvent devenir antagonistes (Anonyme, 2000).

Les moustiques sont des insectes hématophages dont les piqûres peuvent être à l'origine de la transmission de nombreuses maladies infectieuses (Hutt, 2006). Il existe environ 3450 espèces de moustiques. Les trois premiers stades de vie (œuf, larve, nymphe) sont aquatiques, le stade adulte (imago), qui vit de une à douze semaines, évolue dans le milieu aérien. Trois genres constituent les principaux vecteurs : *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* (Delaunay *et al.*, 2001).

Les moustiques sont les vecteurs de maladies infectieuses les mieux connus. Elles sont responsables de plus de 17% de toutes les maladies infectieuses. Chaque année, on relève plus d'un milliard de cas et plus d'un million de décès dans le monde, imputables à des maladies à transmission vectorielle telles que le paludisme, la dengue, la schistosomiase, la trypanosomiase humaine africaine, la leishmaniose, la fièvre jaune, l'encéphalite japonaise et l'onchocercose. Selon les dernières estimations faites en 2014 par l'organisation mondiale de

la santé, ils ont enregistré uniquement pour le paludisme 198 millions de cas qui ont causé 584 000 décès (Soltani, 2015).

La place importante qu'occupent les moustiques dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique d'une part, et la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces Arthropodes un matériel d'étude important pour les biologistes. Au cours des vingt dernières années, la faune culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique à l'égard des moustiques. Des campagnes de démoustication régulières sont menées contre ces insectes pour la réduction des nuisances au niveau des centres urbains et touristiques. L'efficacité des diverses méthodes de lutte est tributaire de la connaissance de la bio-écologie de ces insectes (Bouabida *et al.*, 2012).

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages, c'est un outil essentiel de la prévention contre les maladies vectorielles et de contrôle des insectes nuisibles. Ces moustiques présentent une grande importance dans le domaine médical et en particulier en épidémiologie du fait qu'ils peuvent être des vecteurs de plusieurs agents pathogènes causant des maladies infectieuses graves, notamment le paludisme (Hamaidia *et al.*, 2018).

La résistance aux insecticides chez les insectes et les acariens est un phénomène qui se développe de façon inquiétante. Les connaissances déjà anciennes sur les mécanismes de résistance et celles acquises très récemment par la biologie moléculaire laissent entrevoir des possibilités de gestion de la résistance. Ceci ne peut s'envisager qu'après avoir mis au point des outils pour détecter et diagnostiquer les différents types de résistance en cause (Hamraoui *et al.*, 1997). Toutefois, la meilleure prévention contre toutes ces maladies consiste à éviter la piqûre par la connaissance des périodes d'activité de chaque moustique et par l'utilisation de produits répulsifs ou insecticides (Delaunay *et al.*, 2001).

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

insecticide des extraits végétaux (huiles essentielles) vis-à-vis des larves de moustiques (El Akhel et *al.*, 2015).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail, où cette étude est structurée en trois chapitres. Dans le premier chapitre on a parlé de l'espèce *Culex pipiens*. Le second chapitre présente des connaissances biologiques concernant la plante *Lippia citriodora* et le 3ème chapitre présente le rendement de *Lippia citriodora* en HE et les réponses de cette espèce de moustique à l'impact des huiles essentielles de *Lippia Citriodora*. Et on a fini par une conclusion générale.

CHAPITRE I :
Présentation de Culex
pipiens

CHAPITRE I : Présentation de *Culex pipiens*

I.1. Historique

Les moustiques, appelés communément ainsi de par certains caractéristiques qui leurs sont propres, sont présents sur la quasi totalité de la planète (sauf en Antarctique où le grand froid règne pendant toute l'année). Vers la fin du XIXème siècle, des scientifiques ont pu prouver que les moustiques ne provoquent pas seulement des nuisances par leurs piqûres mais en plus, ils peuvent transmettre de très graves maladies telles la filariose en 1878, le paludisme en 1880 et la fièvre jaune (arbovirose) en 1900 (Raharimalala, 2011).

- En 1932, Frederick Wallace Edwards inclut au rang de sous famille les *dixines* et *chaoborines* dans la famille des *Culicidae*. Les moustiques formant la sous famille des *Culicinae* sont alors divisés en trois tribus : *Anophelini*, *Toxorhynchitini* et *Culicini*. Ces dernières sont ensuite divisées en cinq groupes : *Sabethes*, *Uranotaenia*, *Theobaldia* (actuel *Culiseta*), *Aedes* et *Culex*.

- En 1957, Stone supprima les *Dixinae* et *Chaoborinae* de la Famille des *Culicidae*.

- En 1959, Knight, Stone et Starke, reconnaissent trois sous familles dans leur ouvrage : «A synoptic Catalog of the Mosquitoes of the World (*Diptera*, *Culicidae*)»: *Anophelinae*, *Toxorhynchitinae* et *Culicinae*, ces derniers divisés en deux tribus : les *Culicini* et les *Sabethini*. Les *Dixidae* et *Chaoboridae* ont un statut de famille.

- En 1962, Belkin réintègre *Chaoborinae* et *Dixinae* mais subdivise les *Culicinae* en dix tribus.

- En 1977, Knight et Stone, pour la réédition de leur catalogue, adoptent dans son ensemble la classification de Belkin en excluant toutefois *Chaoboridae* et *Dixidae*.

- En 1998, Harbach & Kitching inclurent la sous famille des *Toxorhynchitinae* dans la sous famille des *Culicinae*, la ramenant au rang de tribu (*Toxorhynchitini*).

- En 2000, Reinert et al, divisèrent, sur la base des génitalia mâles et femelles, le prolifique genre *Aedes* en deux genres : *Aedes*, conservant vingt trois sous genres et le genre *Ochlerotatus* (anciennement sous genre du genre *Aedes*) comptant vingt et un sous genres.

- En 2004, puis en 2009, Reinert et al, proposèrent de diviser la tribu des Aedinii en soixante trois genres au lieu de douze mais ils furent peu suivis (Raharimalala, 2011).

Le plus vieux fossile de moustique connu et découvert dans de l'ambre birmane datée du Crétacé moyen, il y a environ 95 million d'années. Certains auteurs estiment néanmoins que leur présence sur Terre remonterait à une période plus reculée du Mésozoïque (Talaga, 2016).

I.2. Définition de *Culex pipiens*

C'est l'espèce la plus fréquente en ville (Saidi, 2013). *Culex* appartient à la sous-famille des *Culicinae*, dont il possède les principales caractéristiques : les palpes sont allongés chez le mâle (plus longs que la trompe) et légèrement recourbes vers le haut, les palpes sont plus courts que la trompe chez la femelle (environ un quart de sa taille), au repos, l'abdomen des adultes est quasiment parallèle au support, les larves ont des antennes allongées et leur siphon respiratoire est long (Aouati, 2016). Selon Bossin *et al.*, (2008) et Anonyme, (2010), les *Culex* sont capables de longs déplacements, ils peuvent hiberner au stade larvaire (Saidi, 2013). Tout comme chez les autres espèces de moustiques, c'est la femelle qui pique pour produire ses œufs. Le sang consommé est donc indispensable à la reproduction de cette espèce. Pour lutter contre ce moustique on utilise des insecticides ou la réintroduction de prédateurs naturels (Figure 01) (Boukhalifa, 2018).

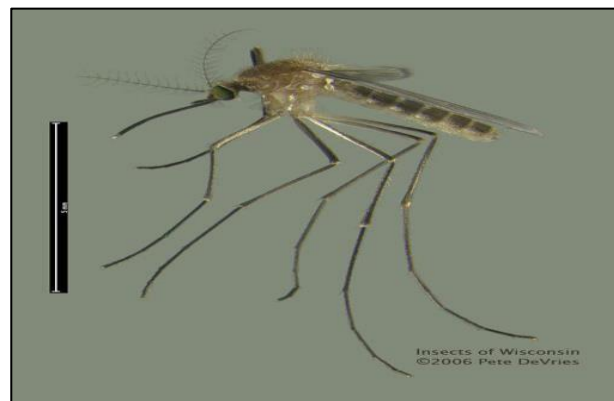


Figure 01 : *Culex pipiens* (Boukhalifa, 2018).

I.3. Nutrition de *Culex pipiens*

Mâle et femelles se nourrissent à la tombée du jour. Le mâle se nourrit exclusivement de sèves, sucs, qu'il pompe sur les arbres et les fleurs grâce à son stylet. Seule la femelle se nourrit de sang, celui des animaux à sang chaud qui lui est nécessaire pour pondre car riche en protéines, mais elle a le même régime alimentaire de base que le mâle. Elle dispose d'organes sensoriels puissants capables de détecter les odeurs corporelles, le gaz carbonique, la chaleur et la transpiration afin de localiser ses hôtes. A chaque succion elle aspire son propre poids de sang après avoir injecté dans la plaie un anticoagulant qui en préserve la fluidité. C'est dans ces conditions que le moustique est le vecteur de diverses pathologies (Boukhalifa, 2018).

I.4. Position systématique de *Culex pipiens*

L'ordre des Diptères regroupe tous les insectes communément appelés mouches, moucheron et moustiques (Ishak et Chouaib, 2017). Les moustiques sont trouvés partout autour du globe, excepté dans les zones gelées en permanence (Boyer, 2006). Le moustique commun paléarctique, défini sous le nom de moustique rural *Culex pipiens*, est un antennate appartenant à la classe des Insectes de l'embranchement des arthropodes. Il possède trois paires d'appendices locomoteurs. Il appartient à l'ordre des diptères (holométaboles) caractérisés par une seule paire d'ailes (mésothoracique) bien développées (Aouati, 2016).

Parmi les 800 espèces de *Culex*, *Culex pipiens* est capable de se développer dans toutes les régions du globe, excepté celles où il règne un froid trop important comme l'Antarctique (Resseguier, 2011). Au sous ordre des nématocères : la famille des *Culicidés* et la sous famille des *Culicines*. Les larves de quatrième stade et les adultes fournissent le maximum de caractères systématiques (Zerroug et Berchi, 2018). Le tableau 01 montre la position systématique de *Culex pipiens*.

Tableau 01 : La position systématique de *Culex pipiens* (Aouati, 2016).

Règne	<i>Animalia</i>
Embranchement	<i>Arthropoda</i>
Sous-embranchement	<i>Hexapoda</i>
Classe	<i>Insecta</i>
Sous-classe	<i>Pterygota</i>
Ordre	<i>Diptera</i>
Sous-ordre	<i>Nematocera</i>
Famille	<i>Culicidae</i>
Sous-famille	<i>Culicinae</i>
Genre	<i>Culex</i>
Espèce	<i>Culex pipiens</i>

I.5. Cycle de développement de *Culex pipiens*

Les moustiques possèdent un cycle de vie complexe (Figure 02) impliquant un basculement ontogénique entre une phase immature aquatique et une phase adulte terrestre

(Talaga, 2016). Le cycle de *Culex pipiens* comporte, comme celui de tous les insectes, 4 stades : l'œuf, la larve, la nymphe et l'imago ou adulte (Resseguier, 2011).

Le cycle est décomposé en deux phases, phase aquatique pour les 3 premiers stades et une phase aérienne pour le dernier stade (l'imago). Dans le dernier stade la femelle adulte est hémaphage, après son émergence d'une durée estimée à 24-72 heures piques les vertébrés pour sucer leur sang contenant des protéines nécessaire à la maturation des œufs (Boukhalifa, 2018). Dans les conditions optimales, le cycle dure de 10 à 14 jours (Resseguier, 2011).

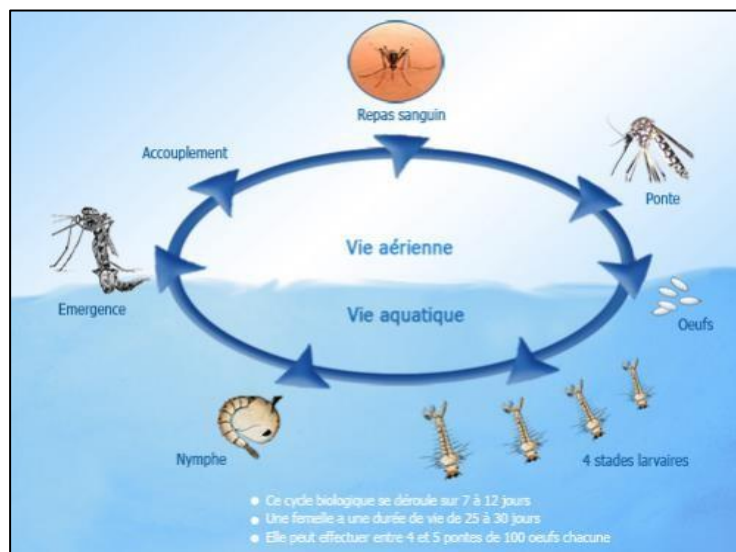


Figure 02 : Cycle de développement de *Culex pipiens* (Zerroug et Berchi, 2018).

A. Œufs

Les lieux de ponte de la femelle sont variés, ce sont les petites collections d'eau proche des habitations comme les bassins, les citernes, les pots de fleurs, les vieux de pneus et même les boites de conserve (Boukhalifa, 2018). La femelle dépose les œufs (Figure 03), qui ont un diamètre inférieur à 1 mm, perpendiculairement à la surface de l'eau en amas 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). La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm (Zerroug et Berchi, 2018). Au moment de la ponte, ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noire (Saidi, 2013).

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est perpendiculairement à la surface de l'eau, en nacelle (amas groupés), et souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux

à trois jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée (Zerroug et Berchi, 2018).

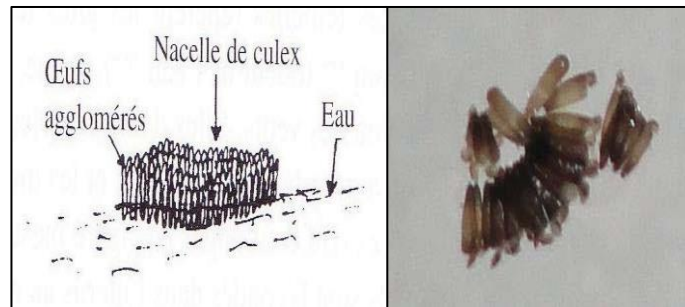


Figure 03 : Œufs de *Culex pipiens* (Resseguier, 2011).

B. Larves

Larve de *Cx pipiens* (Figure 04) se développée indifféremment dans les eaux claires ou pollués (Boukhalfa, 2018). La larve sort de l'œuf. Elle est disposée obliquement par rapport à la surface de l'eau et se déplace par mouvements saccadés (Resseguier, 2011). Son régime saprophyte est constitué de plancton et de particules organiques ingérés 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. Les larves des moustiques sont abondantes en été, dans les ruisseaux au cours très lent, dans l'eau des fossés, dans les mares. On les reconnaît à l'œil nu ; elles sont vermiformes et se déplacent dans l'eau par des mouvements saccadés dus à de brusques contractions de leur corps. Ces larves mangent sans arrêt des algues et des organiques microscopiques (Zerroug et Berchi, 2018).

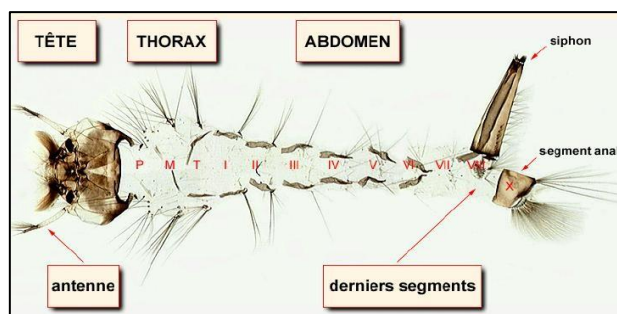


Figure 04 : Morphologie générale d'une larve du IV^{ème} stade de *Culex pipiens*.

(Aouati, 2016).

Au microscope on distingue nettement une tête, un thorax et un abdomen (Zerroug et Berchi, 2018)

▪ **La tête :** Très dure (car très chitinisée) porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux du futur imago). Ventralement, la tête (Figure 05) porte

deux palpes maxillaires et les pièces buccales, des soies recourbées portées par les pré-mandibules amènent les aliments vers la bouche (Saidi, 2013).

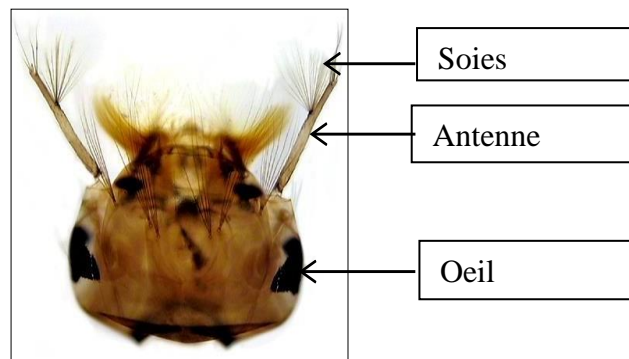


Figure 05 : Aspect morphologique de la tête d'une larve de *Culex pipiens*.

(Zerroug et Berchi, 2018).

▪ **Le thorax :** Il fait suite au cou, sa forme est grossièrement quadrangulaire (Saidi, 2013). Il est formé de 3 segments qui sont: le prothorax, le mésothorax et le métathorax (Zerroug et Berchi, 2018).

▪ **L'abdomen :** Moins chitinisé, plus mou, Il est formé de 9 segments distincts. Les 7 premiers sont morphologiquement similaires (Saidi, 2013). Porte sur le 8^{ème} segment un siphon respiratoire, tube renfermant deux trachées et se terminant par une cupule non mouillable. Lorsque la larve va respirer, elle remonte vers la surface et, la tête en bas, fait affleurer son siphon. Elle replonge ensuite après avoir fermé l'extrémité du siphon qui possède cinq valves. L'abdomen se termine par des lames aplaties ou se ramifient des vaisseaux sanguins et des trachées ; ces organes jouent le rôle des branchées et permettent une respiration aquatique partielle. Une touffe de longues_ soies forme un appareil natatoire. Donc, les larves respirent l'air atmosphérique et utilisent également l'oxygène dissous dans l'eau grâce aux branchies qui termine l'abdomen. Au cours de leur vie, ces larves passent par trois mues et représentent donc quatre stades larvaires (Zerroug et Berchi, 2018).

C. Nymphes

A la fin du développement du quatrième stade, la larve ne se nourrit plus et devient une nymphe (Figure 06) (Aouati, 2016). Sa forme globale à une forme de point d'interrogation, la tête et thorax fusionnent pour donner un céphalothorax sur lequel on trouve 02 trompes qui permettent à la nymphe de respirer Les orifices anal et buccal étant bouchés, la nymphe ne se nourrit pas. Ses pattes natatoire, ses situées sur l'abdomen lui permettent de se déplacer, elle est extrêmement sensible et plonger dans l'eau au moindre mouvement perçu (Boukhalfa,

2018). *Culex pipiens* reste sous cette forme pendant 2 à 4 jours. A la fin de cette période, la nymphe donne un adulte, mâle ou femelle. Cette étape a généralement lieu le matin (Resseguier, 2011). Il est composé de deux parties :

- **le céphalo-thorax** : il porte une paire de trompettes pour la respiration, les yeux du futur imago y apparaissent par transparence.

- **l'abdomen** : porte à son extrémité deux palettes natatoires qui font de la nymphe une bonne nageuse (Saidi, 2013).

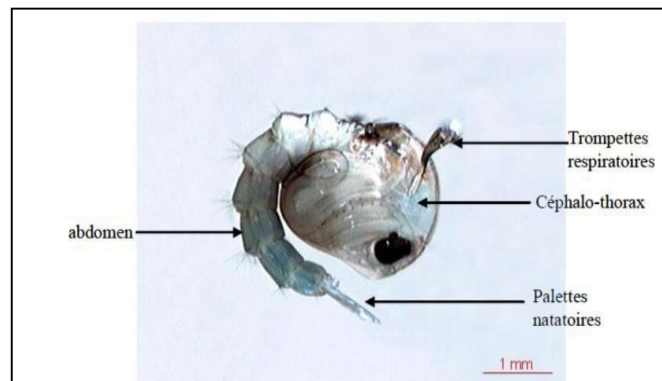


Figure 06: aspect générale d'une nymphe de *Cx pipiens* (Boukhalfa, 2018).

D. Adultes

L'adulte (Figure 07), une fois métamorphosé provoque une cassure au niveau de la tête nymphale et émerge à la surface de l'eau. Les mâles atteignent leur maturité sexuelle au bout d'un jour alors que les femelles l'atteignent au bout de 1 à 2 jours et elles sont plus grandes que les mâles issu d'une même émergence. La femelle peut vivre de 03 semaines à trois mois selon la température et la qualité de gîte. Les moustiques, comme beaucoup d'insectes se nourrissent de nectar (source d'énergie), et en plus le sang (hématophage) de l'hôte qui est indispensable à la formation des œufs (Boukhalfa, 2018). Les adultes s'éloignent peu des gîtes larvaires après l'éclosion. Ils ne dépassent pas 3 km de distance, sauf lors de vent violent qui pousse les *Culex* beaucoup plus loin. L'accouplement se produit dans les 48 heures suivant l'émergence des femelles et avant le premier repas sanguin (Resseguier, 2011).

Le mâle est attiré par les fréquences sonores ainsi que par des phéromones émises par la femelle. Après l'accouplement, la femelle part à la recherche d'un hôte pour se nourrir de sang nécessaire à la maturation des ovules. La ponte a lieu environ 5 jours après le dernier repas. *Culex pipiens* est de plus une espèce autogène, c'est-à-dire que la femelle est capable de pondre des œufs sans repas sanguin préalable (Resseguier, 2011).

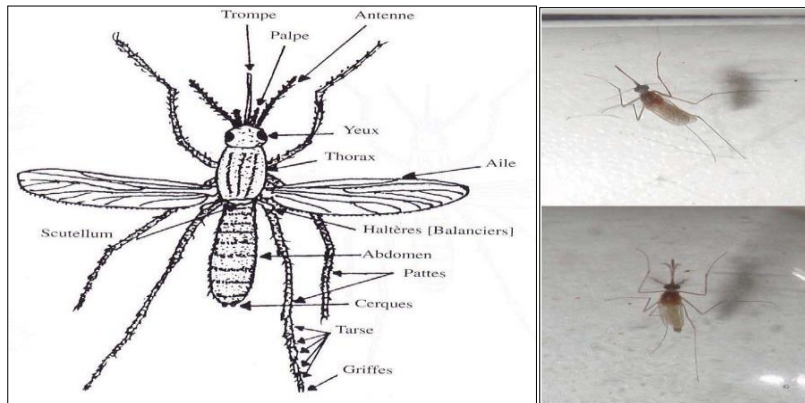


Figure 07 : *Culex* adulte ou imago (femelle en haut à droite, mâle en bas à droite)
(Resseguier, 2011).

▪ **La tête :** De forme générale globuleuse, (Aouati, 2016). Une capsule formée de plusieurs pièces (Figure 08) (Zerroug et Berchi, 2018). Elle porte les organes sensoriels (les yeux composés et une paire d'antennes) et les organes de la nutrition (les pièces buccales) (Saidi, 2013).

Les yeux sont de grande taille. Ils sont composés de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces latérales mais aussi sur une grande partie du dessus. Entre les yeux, viennent se placer les antennes articulées (Saidi, 2013). Souvent de couleur bleue ou vert métallique ; une paire d'antennes à quinze segments, plumeuses chez le mâle, presque glabres chez la femelle (Aouati, 2016).

Les pièces buccales sont de type piqueur-suceur (Saidi, 2013). constituent un ensemble appelé trompe ou proboscis, on y distingue deux mandibules, deux maxilles, l'hypopharynx et le labre qui forme un canal dans lequel remonte le sang (Zerroug et Berchi, 2018).

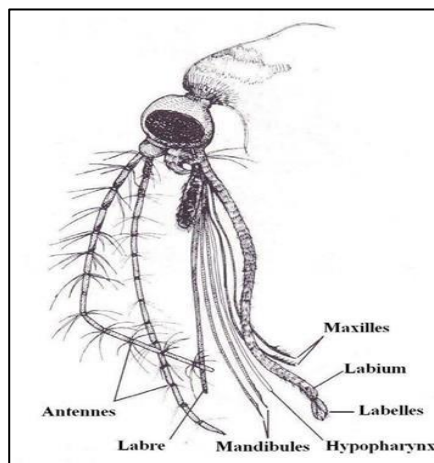


Figure 08 : Morphologie schématique de la tête de *Culex pipiens*
(Zerroug et Berchi, 2018).

▪ **Thorax** : C'est la partie centrale du corps à laquelle sont attachées les pattes (Figure 09), les ailes (Figure 10) et les balanciers. Il est composé de trois segments soudés : prothorax, mésothorax et métathorax. Chacun porte une paire de pattes (le moustique a en tout 6 pattes) (Saidi, 2013). Le mésothorax et le métathorax portent respectivement les ailes fonctionnelles et les balanciers (deuxième partie d'ailes modifiée), la chétotaxie thoracique, surtout les soies pleurales, ont un grand intérêt systématique (Aouati, 2016). Le métathorax est également très réduit, et porte une paire de pattes, une paire d'haltères (homologues d'une paire d'ailes vestigiales) et une paire de stigmates (Zerroug et Berchi, 2018). Le thorax est garni d'écailles dont l'arrangement, la forme et la couleur constituent souvent une ornementation spécifique. Les pattes présentent aussi des caractères taxonomiques, les plus importants sont la longueur relative des cinq tarse. Assez uniforme, la nervation alaire permet de séparer les genres ; les nervures sont couvertes d'écailles de forme, de taille et de couleur variables avec les genres et les espèces. (Aouati, 2016).

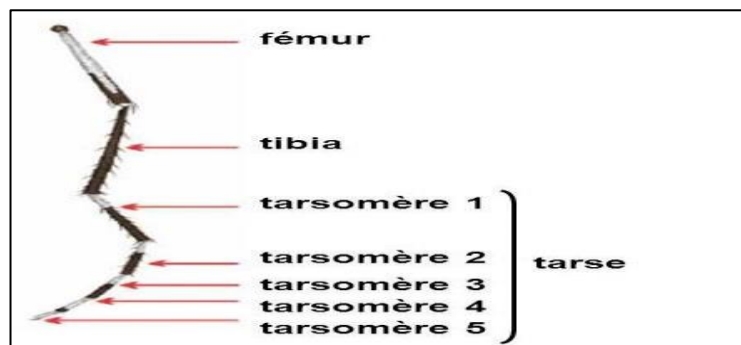


Figure 09 : Différentes parties d'une patte de *Culex pipiens* (Zerroug et Berchi, 2018).

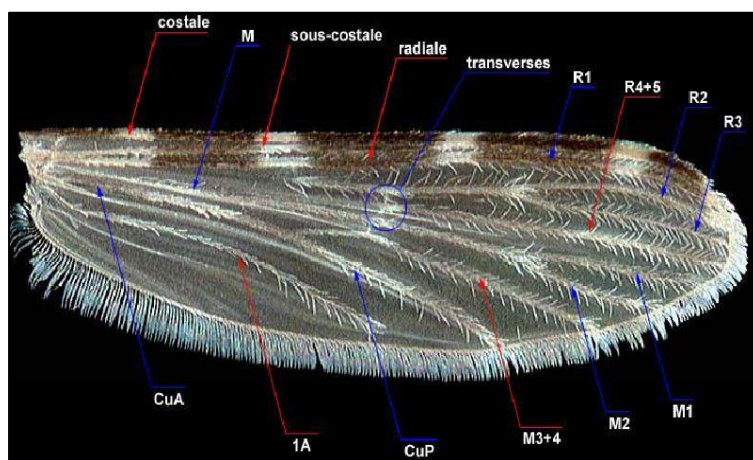


Figure 10: Morphologie des ailes de *Culex pipiens* (Zerroug et Berchi, 2018).

▪ **Abdomen** : C'est la partie postérieure du corps (Figure 11), il contient la plupart des organes de l'insecte (cœur, système digestif...) (Saidi, 2013). Il est mince et allongé (Aouati, 2016). Both (1980) mentionne qu'il est formé par dix segments, huit sont visibles, les derniers segments abdominaux forment les appendices génitaux (génitalia): le pénis pour le mâle (appelé aussi phallosome) et les « cerques » pour les femelles (Saidi, 2013).

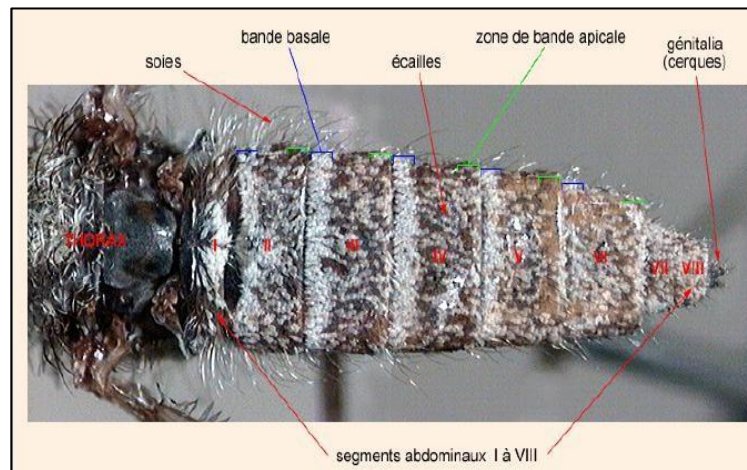


Figure 11 : Morphologie de l'abdomen de *Culex pipiens* (Aouati, 2016).

E. Terminalia mâle

Les terminalia des nématocères sont très complexes et, comme ceux de la plupart des Ptérygotes, difficiles à comprendre. Les segments VIII et XI (segments génitaux) sont les plus modifiés, ils portent le gonopore et les organes externes d'accouplement. Chez le moustique les génitalia mâles (Figure 12) se distinguent de ceux de la femelle par la présence de grands forceps (Aouati, 2016).

Le neuvième segment abdominal porteur de l'appareil génital mâle s'appelle (segment génital). Cet appareil subit de grandes modifications. Il est composé d'une paire de forcipules entourant le pénis. Chaque forcipule commence par une pièce basale appelée gonocoxite. Ce dernier porte sur sa partie apicale une plaque munie de nombreuses épines (le lobe apical). Le gonocoxite est suivie par une pièce fine appelée style. Le pénis est en position ventrale par rapport à l'anus avant la rotation des génitalia mâles. Il se retrouve en position dorsale après la rotation (Zerroug et Berchi, 2018).

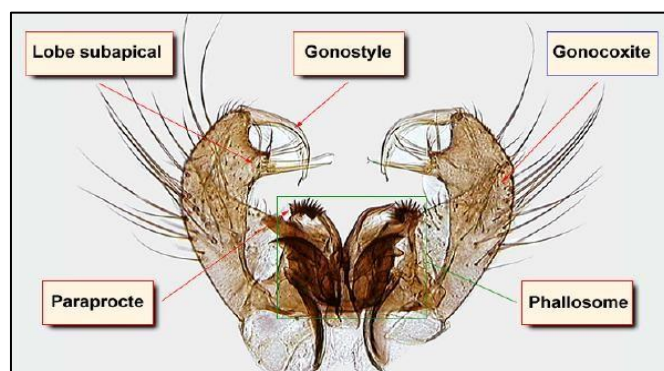


Figure 12 : Morphologie du terminalia (généralia) de *Culex pipiens* (Aouati, 2016).

F. Terminalia femelle

L'étude des terminalia femelle est basée surtout sur les travaux de Macfie et Ingram (1922), Christophers (1923, 1960), Davis, (1926) et Gregbine, (1966). Elles sont difficiles à interpréter que ceux des mâles, possédant une morphologie relativement simple et un rôle taxonomique mineur qui se présente dans la détermination du genre. Les terminalia femelles (Figure 13) diffèrent des terminalia mâles (Aouati, 2016). Chez les femelles, le huitième segment est bien développé par rapport au neuvième qui est très réduit. L'orifice vaginal, placé sur le ventre, est limité par deux lèvres qui en obstruent la lumière. L'étude de l'appareil génitale femelle interne montre qu'il est formé de deux ovaires composés d'ovarioles. Dans chaque ovaire se situe un oviducte interne ou calice. La réunion des deux oviductes externes donne un oviducte commun qui est suivi d'un vagin dans lequel s'ouvrent les deux canaux des spermatheques (Zerroug et Berchi, 2018).

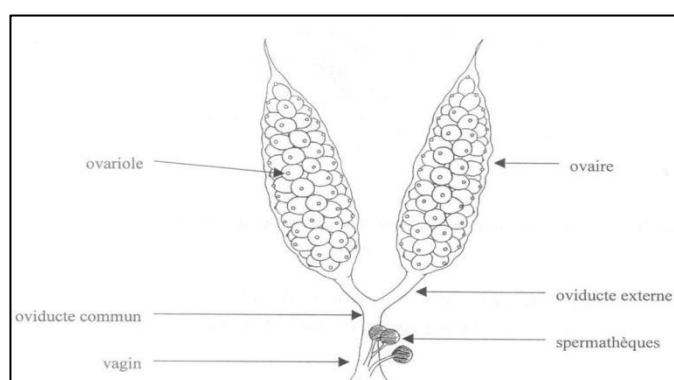


Figure 13 : Morphologie schématique de l'appareil génital (Zerroug et Berchi, 2018).

I.6. Bio-écologie et Comportement

Selon Larivier et Abonnenc (1953), Thomas *et al* (2011), Kittle (1995), Romon (1960), Tardif *et al* (2003) et Self *et al* (1973), *Culex pipiens* est un moustique largement répandu sur le continent africain, l'est et le nord de l'Europe et dans toutes les régions du globe, excepte celles où il règne un froid trop important comme l'Antarctique, Ces espèces occupe les zones les plus fraîches. Ce genre n'éclot pas des œufs lorsque la température monte à plus de 30 °C. *Culex* couvre les régions tempérées, la densité atteint son maximum au moins d'aout là où la production est favorable, surtout quand l'été est pluvieux et frais. Il pond dans des milieux obligatoirement contenant de l'eau, qui est nécessaire pour la vie des larves, ces milieux peuvent être naturels comme les marécages (Boukhalfa, 2018).

Selon Rioux et Arnold (1955) et Sinègre *et al* (1976), les larves de *Culex pipiens* se retrouvent dans les gîtes les plus divers des milieux urbain et périurbain, plus particulièrement ceux riches en matières organiques. Car *Culex pipiens* est une espèce qui se reproduit dans des habitats naturels et artificiels de différentes tailles (Aouati, 2016).

En Algérie, l'espèce *Culex pipiens* a été répertoriée dans plusieurs régions, citons : Tlemcen (Benkalfate-El Hassar, 1991), Constantine (Berchi, 2000), Annaba (Bendali *et al.*, 2001), Tizi ousou (Lounaci *et al.*, 2010), Tebessa (Bouabida *et al.*, 2012) et Mila (Messai *et al.*, 2010) (Zerroug et Berchi, 2018).

CHAPITRE II :
Présentation de Lippia
citriodora

CHAPITRE II: Présentation de *Lippia citriodora*

II.1. Généralité

Les plantes médicinales sédatives fournissent une alternative intéressante à l'utilisation de molécules de synthèse telles que les benzodiazépines, par le peu d'effets indésirables qu'elles entraînent et le faible risque de dépendance. Pour réduire la nervosité et favoriser l'endormissement, on retrouve la verveine odorante (*lippia citriodora. Triphylla l'her*), connue en arabe sous le nom de Louisa. Elle est utilisée traditionnellement en infusion surtout pour ces propriétés sédatives et myorelaxante et essentiellement chez les nouveau-nés (Makram *et al.*, 2015).

La verveine odorante, Appartient à la famille des verbénacées. Elle est originaire du Chili et a été introduite en Europe vers 1784 (Belkamel *et al.*, 2018). *Lippia citriodora* (*Verbenaceae*) est cultivée dans la région méditerranéenne depuis la fin du XVIIIe siècle. Il est utilisé dans la médecine populaire grecque pour boire du thé contre les vertiges, les nausées, les flatulences, maux de tête et dyspepsie (Skaltsa et Shammas, 1988).

La verveine odorante est un arbuste vivace qui pousse rapidement et peut atteindre dans les meilleures conditions 2 à 3 mètres de hauteur. Ses tiges, droites ramifiées en branches étroites et minces, portent des feuilles entières et lancéolées, un peu rugueuses, caduques en hiver. Elles sont groupées par trois, d'où le qualificatif latin de *triphylla*. D'une couleur vert jaunâtre, elles dégagent un parfum citronné prononcé. Au cœur de l'été, de juillet à septembre, apparaissent à l'extrémité des tiges de longues grappes qui réunissent de nombreuses petites fleurs, blanches, violettes ou rougeâtre (Belkamel *et al.*, 2018).

II. 2. Histoire, culture et récolte

La Verveine odorante a été introduite d'Amérique du sud en Europe à la fin du XVIIIème siècle. Selon Rollet, elle aurait été importée par des explorateurs espagnols en Europe méridionale, voire en Angleterre en 1784 (Bonjean, 2001).

Cette plante connut un grand succès durant l'Angleterre victorienne, pour la création de potspourris du fait de son parfum de citron tenace : les feuilles, récoltées lorsque la plante est en fleur, conservent leur parfum très longtemps .Au début du siècle, on la rencontrait en Inde, à la Martinique, à la Réunion et aussi, en Italie où elle se serait naturalisée, en Tunisie et en Algérie (Bonjean, 2001).

Elle se sème au printemps sous châssis car elle a besoin de chaleur pour germer et pour s'enraciner. Les plantes adultes peuvent se multiplier aisément par éclats des pieds à l'automne ou par marcottage ou bouturage; ce dernier, plus délicat, est recommandé de préférence au printemps quand la sève se met à monter, ou en fin d'été, quand elle descend. Elles survivent

quelques heures à -5°C, mais craignent le gel : aussi dans les régions où il gèle régulièrement, la Verveine odorante ne peut être cultivée qu'en pot, qui doivent être rentrés d'octobre à mai (Bonjean, 2001).

Il est recommandé d'arroser fréquemment les pieds de cette plante durant l'été, car la sécheresse peut entraîner la chute des feuilles (Bonjean, 2001).

On procède à deux récoltes des feuilles, quand la plante a fleuri (juillet-août en France), généralement entre mi-juillet et mi-octobre. Ceci permet de récolter de six à neuf tonnes de feuilles fraîches par hectare. Celles-ci sont séchées à l'ombre, sous des abris aérés. (Bonjean, 2001).

II. 3. Dénominations vernaculaires

Le nom commun "Verveine odorante" provient du latin "verbena", qui signifiait "branche feuillue"(Citrodora Palau, 2001).

Tableau 02 : Dénominations vernaculaires internationales (Ghédira et Goetz, 2017).

Français	verveine vraie, verveine citronnée ou verveine du Pérou
Anglais	lemon verbena, lemon beebrush
Allemand	Zitronenstrauch, Zitronenduftstrauch
Italien	Verbena odorosa
Espagnol	Cedrón, hierba luisa, verbena de Indias
Portugais	Lúcia-lima, bela-lucia, erva-cidreira, cidró, cidrão, etc.
Guarani	Cedrón
Japonais	レモンバーベナ (Remonbābena)
Arabe	لوزة ليمونية (Louiza laymunia)

Synonymes

- *Aloysia sleumeri* Moldenke.
- *Aloysia triphylla* (L'Hér) Britton.
- *Aloysia triphylla* Royle.
- *Lippia citriodora* (Paláu) Kunth.
- *Lippia triphylla* (L'Hér) Kuntze.
- *Verbena citriodora* (Pálau) Cav.
- *Verbena triphylla* L'Hér.

- *Zappania citriodora* (Pálau) Lam (Ghédira et Goetz, 2017).

II. 4. Description botanique de *Lippia citriodora*

La verveine odorante est un arbrisseau ramifié dont les longues tiges anguleuses (Figure 14) et cannelées portent des feuilles rudes (Figure 15), courtement pétiolées, verticillées par trois (parfois par quatre). Les fleurs (Figure 16), disposées en épis, possèdent quatre pétales soudés à la base en un tube et étalés en quatre lobes bicolores : blancs sur la face externe et bleu violacé sur la face interne. L'espèce peut être cultivée sur le pourtour méditerranéen (Ghédira et Goetz, 2017).



Figure 14: Une tige de *Lippia citriodora*.

(<https://keldelice-assets.s3.amazonaws.com/attachments/photos/771675/large/verveine-citronnee-tige.jpg?1501087999>).



Figure 15: Une feuille de *Lippia citriodora*.

(http://gernot-katzers-spice-pages.com/engl/Lipp_cit.html).



Figure 16: Les fleurs de *Lippia citriodora*.

(<https://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/1031202>).

Arbuste vivace de 3.0 à 5.0 m de haut dans son aire d'origine ou sous climat chaud, ne dépassant guère plus de 0.8 à 2.0 m en zone tempérée froide, à branches droites, cannelées, anguleuses et ramifiées, à feuilles vert pâle, allongées (7-10 cm) ressemblant à celles du pêcher, glabres et pointues, verticillées par trois ou quatre sur les tiges, à pétioles très courts, rudes au toucher, entières à légèrement dentées, portant une nervure très proéminente et des glandes huileuses (trichomes sécréteurs) sur leur face inférieure, dégageant une odeur citronnée, surtout sur le frais ou au froissement, et à saveur piquante, un peu amère. Inflorescences rameuses, longues en épis lâches (Bonjean, 2001). La feuille est simple, à limbe étroit, lancéolé, aigu, à bords ondulés recourbés vers la face supérieure. La nervure médiane est très saillante à la face inférieure et les nervures secondaires sont dirigées vers les bords du limbe. Après broyage, la feuille présente une odeur caractéristique, rappelant celle du citron (Ghédira et Goetz, 2017).

Les petites fleurs blanches ou purpurines, s'ouvrant le plus souvent en août sous nos latitudes, à corolles étoilées à cinq lobes courts, obtus et égaux, généralement blancs en dehors et mauves ou violacés au dedans, et calices à quatre sépales ouverts, arrondis. Petits fruits drupacés à deux loges, contenant chacune une petite graine (Bonjean, 2001).

II. 5. Origine et position systématique de *Lippia citriodora*

II. 5.1. Origine

Cette plante est originaire des Andes pousse au Chili et au Pérou et est cultivée en Amérique du Sud (Bolivie, Brésil, Uruguay, Argentine) et aux Caraïbes (Ghédira et Goetz, 2017).

II. 5.2. Position systématique de *Lippia citriodora*

La position systématique de *lippia citriodora* est donnée par le tableau suivant :

Tableau 03 : Position systématique (Belabbas et Kechad, 2017).

Règne	Plante
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Sous règne	<i>Trachéobionta</i>
Sous classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Verbénacées</i>
Genre	<i>Lippia</i>
Espèce	<i>Lippiacitriodora</i>

II.6. Composition chimique de *Lippia citriodora*

L'étude morpho anatomique et histochimique de Argyropoulou *et al* (2010) a révélé que les feuilles de *L. citriodora* possèdent un type de soies (non glandulaires) et au moins cinq types de trichomes glandulaires, ces derniers différant anatomiquement et dans la composition de leurs métabolites secondaires. La microscopie électronique à balayage a révélé que les mêmes types de trichomes existent également sur les calices.

Lippia citriodora est une espèce à base de plantes qui contient plusieurs flavonoïdes et acides phénoliques (Cruz *et al.*, 2010) avec des propriétés antioxydantes (Pastorelli *et al.*, 2012) où les parties utilisées de la plante sont les feuilles, fraîches ou séchées (Alain *et al.*, 2001).

Les principaux composants de l'huile étaient le 1,8-cinéole (12,4%), le géraniol (9,9%), le 6-méthyl-5-heptène-2-one (7,4%) et le neral (6,9%) (Bellakhdar *et al.*, 1994).

II. 7. Propriété pharmacologique de *Lippia citriodora*

Il y a un manque de recherche clinique évaluant les effets d'*Aloysia citriodora*. Des études randomisées et des essais cliniques contrôlés et rigoureux devraient être requis (Belkamel *et al.*, 2018).

Lippia citriodora (*Verbenaceae*) est une espèce à base de plantes utilisées principalement comme épices. Les feuilles de cette espèce sont signalées posséder des propriétés digestif, antispasmodique, antipyrétique et des propriétés sédatives et gastriques (Newall *et al.*, 1996) ainsi que des propriétés anti-oxydantes (Valentão *et al.*, 2002).

Les feuilles fraîches et ébouillantées de verveine peuvent être appliquées en compresses sur la joue pour apaiser les maux de dents ou les ulcères variqueux. Toutefois, elles sont le plus fréquemment infusées à raison de 4 ou 5 feuilles par tasse et offrent alors une tisane au parfum très agréable, rafraîchissante, légèrement excitante, stimulante, antispasmodique et digestive. Cette tisane, souvent désignée sous le seul nom de « verveine », qui est avant tout une boisson « hygiénique et de confort », est le plus souvent une tisane du soir. Elle est le plus souvent sucrée. (Alain *et al.*, 2001). En applications réellement, cette tisane est recommandée pour traiter les indigestions, les flatulences, les gastralgies, la dyspepsie, les névroses, les céphalées, les troubles mineurs du sommeil, les bourdonnements d'oreille, l'asthénie, les vomissements de sang, les attaques cardiaques et épileptiques et les acouphènes (Bonjean, 2001).

Elle est parfois aussi donnée comme fébrifuge, anti-inflammatoire, antinévralgique, antispasmodique, cicatrisant, décongestif veineux, désinfectant et tonique. Il est également signalé qu'une utilisation exagérée de cette infusion peut provoquer des troubles gastriques chez certains sujets. En aromathérapie, l'huile essentielle est utilisée dans le traitement de problèmes nerveux et digestifs, ainsi que pour l'acné et les ulcères (Bonjean, 2001).

Chapitre III :
Huile essentielle de Lippia
citriodora : Rendement et
bioactivité

III. Huile essentielle de *Lippia citriodora* : Rendement et bioactivité

III.1. Définition des huiles essentielles

Une huile essentielle, ou parfois essence végétale (latin : *essentia*, « nature d'une chose ») est un liquide concentré en substances et molécules issues du métabolisme végétal (terpénoïdes et molécules aromatiques). Elle est obtenue par un procédé d'extraction mécanique, par entraînement à la vapeur d'eau ou par distillation à sec. L'huile essentielle est hydrophobe et contient les composés aromatiques (odoriférants) volatils de la plante. Ces composés aromatiques sont des composés organiques volatils (COV). Issus du métabolisme secondaire végétal, ces composés présentent des caractéristiques physico-chimiques particulières, et jouent un rôle important dans les propriétés pharmacologiques conférées aux plantes (Soualeh *et al.*, 2016).

Les huiles essentielles sont tirées aussi bien des plantes aromatiques que médicinales. Ces huiles possèdent plusieurs propriétés telles que : les propriétés relaxantes, tonifiantes, énergisantes, régénérantes, assainissantes, désodorisantes, anti-inflammatoires, anti-oxydantes, etc (Aboughe *et al.*, 2015).

Chaque huile possède des propriétés spécifiques liées aux différents composants qu'elle contient. Leur composition chimique est d'une grande complexité, ce qui les rend inimitables car chaque HE regroupe en réalité plusieurs substances aromatiques très élaborées et très différentes. On peut les recueillir dans toutes les parties de la plante (fleurs, fruits, graines, écorces, tiges, ou parfois dans la plante entière) (Aboughe *et al.*, 2015).

III.2. Composition chimique des huiles essentielles

La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe et soumise à de très nombreuses variables. Connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielle est fondamental, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle (Françoise *et al.*, 2013).

Leur composition varie souvent selon les conditions climatiques et l'environnement. Ces huiles sont d'intérêt croissant pour les industries et la recherche scientifique en raison d'une part, de leurs activités anti-oxydantes, antibactériennes et antifongiques et d'autre part, de ce que la plupart des HE sont classées dans la liste des substances, qui les rendent utiles en tant que conservateurs naturels dans les industries agroalimentaires (Aboughe *et al.*, 2015).

Leurs composés, de par leurs caractéristiques physicochimiques, sont appelés composés organiques volatils (COV). Ce terme parfois utilisé également pour décrire d'autres

composés volatils mais issus proprement de l'activité humaine et qui sont volatiles à température ambiante. Ces derniers COV comprennent du carbone, mais considérés comme des polluants, tels que les dérivés de la pétrochimie notamment (Soualeh et *al.*, 2016).

Tableau 04 : Les principaux constituants de l'huile essentielle de la verveine odorante (Belabbas et Kechad, 2017).

Composés	Teneur (%)
Géranial (citral a)	15 à 25
Nérale (citral b)	=15
Méthylhepténone	=2
Citronellal et photocitral A épi _A et B (d'odeur commun formé par photo cyclisation du citrate) ; ils sont accompagnés de :	
Limonéne	10 à 20
1.8_ Cinéol	3 à 6
Géraniol	≈ 6
Spathuléol	≈ 5
Camphre	≈ 4
Germacrène D	≈ 4
Bcyclogermacrène	≈ 4
β -caryophyllène	≈ 2%
Géraniol, acétate de géranyle, nérol, acétate de néryle	

A l'analyse, l'huile essentielle révèle la présence

- d'une grande richesse en aldéhydes terpéniques (alpha et bêta citral - mélange de géranial et de néral - pour 38% du mélange, qui ont une activité bactéricide ; citronellal).
- de divers hydrocarbures terpéniques et sesquiterpéniques, dont le limonène, le trans B ocimène, le bêta caryophyllène, le germacrène D et l'arcurcumène, plus un grand nombre de composés oxygénés ;
- d'une vaste gamme d'alcools (linalol, citronnellol, nérol, bornéol, etc.) et de quelques esters (Bonjean, 2001).

Les propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle de *Lippia citriodora* sont résumées dans le (tableau 05) (Slimani et Dahmane, 2014).

Tableau 05: Propriétés physico-chimiques d'huile essentielle de *Lippia citriodora* (Slimani et Dahmane, 2013).

Propriétés physicochimiques	La densité	L'indice de réfraction	Pouvoir rotatoire en (°)	L'indice d'acide (mg de KOH/g d'huile)	L'indice de peroxyde (mg/kg)
HE de <i>Lippia citriodora</i>	0.902	1.479	-21.6	5.46	2.6
Norme AFNOR	0.890-0920	1.475-1.495	-22 à 12		

III.3. Activité biologique des HEs

En phytothérapie, les huiles essentielles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, comme les bactéries endocanaliaires ou la microflore vaginale, et d'origine fongique, comme les dermatophytes, les moisissures allergisantes ou les champignons opportunistes. Elles présentent également des propriétés cytotoxiques qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (Billerbeck, 2007). Les parties utilisées de la plante sont les feuilles, fraîches ou séchées. Cette drogue contient une huile essentielle (>0.4% V/m), jaune clair, riche en citral et en flavonoïdes, principalement des flavones 6-hydroxylés et leurs esters méthyliques (slavigénine, eupafoline, hispiduline, etc...) (Bonjean, 2001).

La verveine odorante est également considérée comme vasculotrope : elle aurait un effet vasodilatateur artériel intéressant dans les cas d'artériosclérose ; de plus, elle présenterait un effet tonique et décongestif pour la circulation veineuse (varices, jambes lourdes, hémorroïdes, etc...). Elle est parfois aussi donnée comme fébrifuge, anti-inflammatoire, antinévralgique, antispasmodique, cicatrisant, décongestif veineux, désinfectant et tonique. Il est également signalé qu'une utilisation exagérée de cette infusion peut provoquer des troubles gastriques chez certains sujets. En aromathérapie, l'huile essentielle est utilisée dans le traitement de problèmes nerveux et digestifs, ainsi que pour l'acné et les ulcères (Bonjean, 2001).

Les effets thérapeutiques des huiles essentielles (HE) sont largement dépendants de leur composition chimique. Cette étude vise à mettre en évidence les molécules spécifiques ou communes des HE de résines et de les mettre en relation avec les effets thérapeutiques indiqués (Dalet et *al.*, 2017).

III.4. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque, comme tous les produits naturels : "ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme". Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation, de plus en plus populaire, tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie. Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) (Smith et *al.*, 2000). Ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines) (Naganuma et *al.*, 1985 ; Abid et Laifaoui, 2017).

III.5. Huile essentielle de *Lippia citriodora* de la région de Tebessa

A. Extraction de l'huile essentielle de *Lippia citriodora*

L'extraction de l'huile essentielle à partir de la partie aérienne (feuilles) (Figure 17) de la plante a été réalisée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (Figure 18). L'huile essentielle a été obtenue en ajoutant 400 à 500 ml d'eau distillée à 50 g de feuilles sèches de verveine odorante. Le tout est mis à chauffer pendant 3 heures, et la vapeur d'eau qui est mélangée aux HE (ou essences) s'élève dans un tube réfrigérant, puis dans un séparateur. A la fin, on obtient l'essence de la matière première. Après la distillation, on sépare les HE de l'eau.



Figure 17: Les feuilles sèches de verveine

(https://www.gastronomiac.com/glossaire_des_produi/verveine).

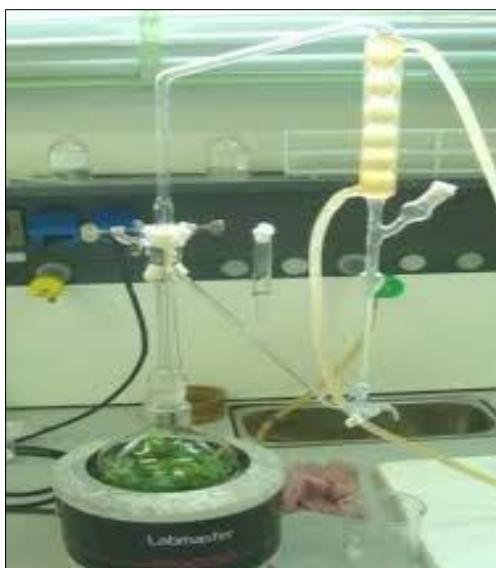


Figure 18: Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger (Boukhatem *et al.*,2010)

B. Calcule de rendement

Le rendement de l'HE est défini comme étant le rapport entre la masse d'essence obtenue et la masse de la matière végétale sèche utilisée (Belyagoubi-Larbi, 2006).

$$\text{RHE (\%)} = (\text{MHE} / \text{MS}) \times 100$$

RHE : Rendement en HE (%).

MHE: masse d'HE récupérée exprimé en g.

MS: la quantité de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction exprimée en g.

C. Résultat obtenu

Les huiles essentielles de *Lippia citriodora* obtenues par hydrodistillation sont de couleur jaune claire ayant une odeur agréable citronnée et avec un rendement de $(0,24 \pm 0.05)\%$ de la plante.

Tableau 6 : Les caractéristiques de *Lippia citriodora*

HE de <i>Lippia citriodora</i>	Caractéristique organoleptique				Rendement
	Aspect	Couleur	Odeur	Saveur	
	Liquide	Jaune	Agréable	Douce	$(0,24 \pm 0.05)\%$
	Mobile		Citronnée		

En comparant le rendements des huiles essentielles obtenus au cours de notre étude avec ceux rapportés dans la littérature, nous avons fait les constats suivants : nos résultats sont inférieure de l'ordre de grandeur que les études rapportées par (Taleb-Toudert et al .,2002) ,(Saidi ,2014) et inférieurs à ceux obtenus par (Taleb-Toudert ,2015) . Ces auteurs ont montré que les teneurs en huile essentielle de la partie aérienne de *Lippia citriodora* sont respectivement : 0,29, et 0,85%.

Ce rendement varie d'une plante à une autre, il est de 0,5% chez *Artemisia menthifolia*, de (0,1-0,35%) chez la rose, de (0,5-1%) chez la menthe poivrée et le néroli, de (1-3%) chez l'anis, de (0,8-2,8%) chez la lavande, de (1-2,5%) chez le romarin, de (2-2,75%) chez le thym (Edward et al., 1987) et de (1,3-1,6)% chez le basilic (Badani, 2014). Une autre espèce, *Lavandula stoechas* a enregistré un rendement de 0,77 à 1,2% (Mohammedi et Atik, 2011)

III.6. Activité insecticide des huiles essentielles

Dans le cadre de la recherche d'alternatives pour les insecticides de synthèse, nous nous sommes intéressés dans ce travail à l'étude de la composition chimique des huiles essentielles de quelques plantes aromatiques poussant en Algérie. L'huile essentielle du *L. camara* présente un taux élevé en caryophyllène (46,7%), celle du *L. citriodora* est riche en limonène (17,7%), l'essence du *R. officinalis* se présente par une prédominance de l'eucalyptol (13,4%), l'huile essentielle du *F. vulgare* est riche en trans-anéthol (72,8%), et celle de la *C. sativum* est prédominée par le linalool (73,1%)

L'évaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles du *L. camara*, *L. citriodora*, *R. officinalis*, *F. vulgare* et *C. sativum* montre que les huiles essentielles testées ont un pouvoir insecticide important contre les insectes étudiés, le moustique domestique (*Culex pipiens*) et l'insecte des denrées stockées (*Sitophilus granarius*), à travers les deux pouvoirs insecticides testés : larvicide et fumigène contre les deux insectes respectivement. L'étude considère l'huile essentielle en tant que principe actif biopesticide utilisé comme intrant dans de futurs produits larvicides et/ou fumigènes contre *Cx. pipiens* et *S. granarius* respectivement (Zoubiri, 2012).

CONCLUSION

CONCLUSION

Les plantes produisent naturellement des substances actives permettant de se protéger des insectes, de maladies ou d'attaques extérieures. De celles-ci ont été tirées les huiles essentielles.

Le travail de recherche entrepris dans le cadre de la valorisation des plantes aromatiques et Médicinales, c'est pour cette raison que nous sommes intéressés à l'étude d'huile essentielle de *Lippia citriodora* et leur bio-activité chez une espèce de moustiques (*Culex pipiens*).

Les huiles essentielles jouissent de propriétés biologiques très importantes. Ce travail nous a permis de conclure que:

Le travail entrepris dans ce contexte a permis grâce à l'extraction par hydrodistillation de récupérer à partir de la verveine odorante (*Lippia citriodora*) l'huile essentielle avec un rendement appréciable $R = 0.20\%$.

L'obtention des huiles essentielles par hydrodistillation reste une méthode simple et efficace, et donne un rendement intéressant.

Les huiles essentielles sont utilisées également pour leurs différentes propriétés et effets thérapeutiques divers. Ces études ouvrent des perspectives intéressantes pour l'application des huiles et extraits aqueux des poudres végétales dans la production des biocides. Ces extraits peuvent être envisagés à l'avenir comme une stratégie de lutte intégrée contre les insectes nuisibles.

Les effets et la toxicité des huiles essentielles sont peu connues et sont à déterminer en fonction du statut physiologique de l'espèce cible, tel que les moustiques.

A l'avenir il serait intéressant de compléter cette recherche par un travail pratique en évaluant l'huile essentielle de *Lippia citriodora* sur moustiques et sur d'autres espèces.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

A

Aboughe S Angone R. R. Aworet Samseny C. Eyele Mve Mba 2015, Quelques propriétés des huiles essentielles des plantes médicinales du Gabon *Phytothérapie* 13, (5), 283–287.

Agnew, P., Haussy, C., & Michalakis, Y. (2000). Effects of density and larval competition on selected life history traits of *Culex pipiens quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). *Journal of medical entomology*, 37(5), 732-735.

Anonyme, A. (2000). Bibliographie-" Guide des mouches et des moustiques" de J. et H. Haupt.

Aouati, A. (2016). Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae).

Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F., & Mahari, S. (2006). Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés: *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *BASE*.

Argyropoulou, C., Akoumianaki-Ioannidou, A., Christodoulakis, N. S., & Fasseas, C. (2010). Leaf anatomy and histochemistry of *Lippia citriodora* (Verbenaceae). *Australian Journal of Botany*, 58(5), 398-409.

B

Becker, N., Jöst, A., & Weitzel, T. (2012). The *Culex pipiens* complex in Europe. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 28(4s), 53-67.

Belabbas, I., & Kechad, M. (2017). Extraction, modification et application antibactérienne des huiles essentielles de la Verveine "*Lippia citriodora*".

Belkamel, A., Bammi, J., Janneot, V., Belkamel, A., Dehbi, Y., & Douira, A. (2018). Contribution to the study of the chemical composition of Lemon Verbena: *Aloysia triphylla* (Hert). *Britt. cultivated in Morocco. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(2).

- Bellakhdar, J., Idrissi, A. I., Canigueral, S., Iglesias, J., & Vila, R. (1994).** Composition of lemon verbena (*Aloysia triphylla* (L'Herit.) Britton) oil of Moroccan origin. *Journal of Essential Oil Research*, 6(5), 523-526.
- Bendali, F., Djebbar, F., & Soltani, N. (2001).** Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*, 57(4), 255-265.
- Benoua, F. Z., Brada, M., Boutoumi, H., Bezzina, M., Boucherit, A., Driouche, A., ... & Lognay, G. (2019).** Antimicrobial Activity of the Thio-Cyclized Lippia citriodora Leaf Essential Oil Cultivated in Algeria. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 9(4), 250-259.
- Berchi, S., Aouati, A., & Louadi, K. (2012).** Typologie des gîtes propices au développement larvaire de *Culex pipiens* L. 1758 (Diptera-Culicidae), source de nuisance à Constantine (Algérie). *Ecologia Méditeranea*, 38, 5-16.
- Billerbeck, V. G. (2007).** Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*, 5(5), 249-253.
- Boissezon, P. (1934).** Nouvelles expériences sur la biologie de *Culex pipiens* L. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 12(3), 182-192.
- Bonjean, A., (2001).** « *Aloysia triphylla*-Verveine odorante (Verbenaceae), systématique et répartition géographique, combinaison spécifique, morphologie, histoire, culture et récolte.
- Bouabida, H., Djebbar, F., & Soltani, N. (2012).** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*.
- Boukhalfa, S. (2018).** Isolement et identification des souches fongiques entomopathogènes locales et application sur le moustique domestique *Culex pipiens*.
- Boukhatem, M. N., Hamaidi, M. S., Saidi, F., & Hakim, Y. (2010).** Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Nature & Technology*, (3), 37.

Bouzouita a. N, Kachouri a. f, m. Ben halima b, m. M. Chaabounia. (2008). Journal de la société chimique de tunisie, composition chimique et activités antioxydante, antimicrobienne et insecticide De l'huile essentielle de juniperus phœnicea ,10, 119-125 .

Bream, A. S., Hassan, M. I., Fouda, M. A., & El-Sheikh, T. M. (2009). Toxicity and repellent activity of Phragmites australis extracts against the mosquito vector Culex pipiens. Tunisian Journal of Plant Protection, 4(2), 157-172.

C

Callot, J. (1947). Étude sur quelques souches de Culex pipiens (sensu lato) et sur leurs hybrides. Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, 22(5-6), 380-393.

Cheurfa, M., & Allem, R. (2016). Évaluation de l'activité anti-oxydante de différents extraits des feuilles d'Aloysia triphylla (L'Hérit.) d'Algérie in vitro. Phytothérapie, 14(3), 181-187.

Choupani, M., Delouee, S. A., & Alami, M. (2014). Antioxidant properties of various solvent extracts of lemon verbena (Lippia Citriodora) leaves. Int J Adv Biol Biomed Res, 2, 1340-6.

citrodora Palau, A. Aloysia triphylla-Verveine odorante (Verbenaceae).

Couderc, V. (2001). Toxicité des huiles essentielles (Doctoral dissertation).

Coudert, P., & Donas, É. (2016). Les diptères, quels dangers pour le bétail?. Actualités Pharmaceutiques, 55(559), 52-55.

Cruz, D., Falé, P. L., Mourato, A., Vaz, P. D., Serralheiro, M. L., & Lino, A. R. L. (2010). Preparation and physicochemical characterization of Ag nanoparticles biosynthesized by Lippia citriodora (Lemon Verbena). Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 81(1), 67-73.

D

Dalet L. Petitet F. (2017), Analyse et visualisation de la composition d'huiles essentielles de résines et de gommes Phytothérapie15, (6), 358–366.

E

Eritja, R. (1996). Wing Biometry and Statistical Discriminant Analysis as a Technique To Determine Sex of a Culex pipiens (Diptera: Culicidae) Gynandromorph. Journal of economic entomology, 89(5), 1338-1341.

F

Fall, Assane Guèye. "Techniques de capture et d'identification des moustiques (Diptera: Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rift."

Fonseca, D. M., Keyghobadi, N., Malcolm, C. A., Mehmet, C., Schaffner, F., Mogi, M & Wilkerson, R. C. (2004). Emerging vectors in the *Culex pipiens* complex. *Science*, 303(5663), 1535-1538.

Françoise Couic-Marinier., Annelise Lobstein. (2013). Composition chimique des huiles essentielles Chemical composition of essential oils *Actualités Pharmaceutiques* 52(525), 22-25 .

G

Ganou, L. (1993). Contribution à l'étude de mécanismes fondamentaux de l'hydrodistillation des huiles essentielles (Doctoral dissertation, Toulouse, INPT).

Gattuso, S., van BAREN, C. M., Gil, A., Bandoni, A., Ferraro, G., & Gattuso, M. (2008). Morpho-histological and quantitative parameters in the characterization of lemon verbena (*Aloysia citriodora* Palau) from Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7(4), 190-198.

Géopolitique du moustique.(2019). *Comptes Rendus Biologies*,342 (7–8),251.

Ghédira, K., & Goetz, P. (2017). Verveine odorante *Aloysia citriodora* Paláu (*Lippia citriodora*). *Phytothérapie*, 15(1), 33.

Gil, A., Van Baren, C. M., Di Leo Lira, P. M., & Bandoni, A. L. (2007). Identification of the genotype from the content and composition of the essential oil of lemon verbena (*Aloysia citriodora* Palau). *Journal of agricultural and food chemistry*, 55(21), 8664-8669.

Goldberg, L. J., & Margalit, J. (1977). A bacterial spore demonstrating rapid larvicidal activity against *Anopheles sergentii*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex univittatus*, *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. *Mosq. News*, 37(3), 355-358.

Golparyan, F., Azizi, A., & Soltani, J. (2018). Endophytes of *Lippia citriodora* (Syn. *Aloysia triphylla*) enhance its growth and antioxidant activity. *European journal of plant pathology*, 152(3), 759.

H

Hamraoui, A., & Regnault-Roger, C. (1997). Comparaison des activités insecticides des monoterpènes sur deux espèces d'insectes ravageurs des cultures: *Ceratitis capitata* et *Rhopalosiphum padi*. *Acta botanica gallica*, 144(4), 413-417.

Houda Hamaidia & Selima Berchi .(2018).«Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie)», *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology* [En ligne], 71.

Hudaib, M., Tawaha, K., & Bustanji, Y. (2013). Chemical profile of the volatile oil of Lemon verbena (*Aloysia citriodora* Paláu) growing in Jordan. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(5), 568-574.

Huet, R. (1991). Les huiles essentielles d'agrumes. *Fruits*, 46(4), 501-513. ISO 690.

Hamon, J., Burnett, G. F., Adam, J. P., Rickenbach, A., & Grjébine, A. (1967). *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, *Wuchereria bancrofti* Cobbold, et le développement économique de l'Afrique tropicale. *Bulletin of the World Health Organization*, 37(2), 217.

I

Issadi, H., & Herbadji, W. (2017). Etude bibliographique sur la fièvre de la valle de rift (Doctoral dissertation, INSTITUT DES SCIENCE VETERINAIRE-université blida 1).

K

Kaloustian, J., Chevalier, J., Mikail, C., Martino, M., Abou, L., & Vergnes, M. F. (2008). Étude de six huiles essentielles: composition chimique et activité antibactérienne. *Phytothérapie*, 6(3), 160-164.

Krida, G., Rhaïem, A., Jarraya, A., & Bouattour, A. (1998). Morphologie comparée des quatre stades larvaires de *Culex* (*Culex*) *pipiens* Linné récolté en Tunisie (Diptera, Culicidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 103(1), 5-10.

L

Lafforgue, C. (2013). Les huiles essentielles. Groupe d'études et de recherches en dermatoallergologie (GERDA)-Progrès en dermato-allergologie, 19, 15-25.

Lalami, A. E. O., El-Akhal, F., El Amri, N., Maniar, S., & Faraj, C. (2014). État de la résistance du moustique *Culex pipiens* vis-à-vis du téméphos au centre du Maroc. *Bulletin de la Société de pathologie exotique*, 107(3), 194-198.

Larhballi, Y., Belghyti, D., El Guamri, Y., LAHLOU, O., EL KHARRIM, K., KHAMRI, Z., & EL MADHI, Y. (2010). Sensibilité de deux moustiques culicidés (*Anopheles labranchiae* et *Culex pipiens*) aux insecticides. *Bull Soc Pharm Bordeaux*, 149, 33-42.

Lécaillon, A. (1900). Recherches sur la structure et le développement postembryonnaire de l'ovaire des insectes. 1° *Culex pipiens* L. *Bulletin de la Société entomologique de France*, 5(4), 96-100.

M

Makram, S., Alaoui, K., Benabboyha, T., Faridi, B., Cherrah, Y., & Zellou, A. (2015). Extraction et activité psychotrope de l'huile essentielle de la verveine odorante *Lippia citriodora*. *Phytothérapie*, 13(3), 163-167.

MaríaHerranz-LópezEnriqueBarrajón-CatalánaAntonioSegura-CarreteroJavier A.MenéndezcJorgeJovend1VicenteMicolae1 ,(2015). Lemon verbena (*Lippia citriodora*) polyphenols alleviate obesity-related disturbances in hypertrophic adipocytes through AMPK-dependent mechanisms ,*Phytomedicine* ,22(6), 605-614.

Martins, N. E., Olmo, R. P., Aguiar, E. R. G. R., Marques, J. T., & Imler, J. L. (2018). Les insectes: un fantastique réservoir de virus et de gènes antiviraux. *Biologie Aujourd'hui*, 212(3-4), 101-106.

Messai, N., Berchi, S., Boulknafd, F., & Louadi, K. (2010). Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologie Faunistique-Faunistic Entomology*.

P

Pasteur, N., Rioux, J. A., Guilvard, E., & Pech-Perières, J. (1977). Nouvelle mention, pour le «Midi» méditerranéen, de populations naturelles anautogènes et sténogames de *Culex pipiens pipiens* L. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 52(2), 205-210.

Pastorelli, G., Rossi, R., & Corino, C. (2012). Influence of *Lippia citriodora* verbascoside on growth performance, antioxidant status, and serum immunoglobulins content in piglets. *Czech Journal of Animal Science*, 57(7), 312-322.

Pibiri, M. C. (2006). Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles (No. THESIS). EPFL.

R

Raymond, M., Gaven, B., Pasteur, N., & Sinigre, G. (1985). Etude de la resistance au chlorpyrifos a partir de quelques souches du moustique *Culex pipiens* L. du sud de la France. *Génétique, sélection, évolution*, 17(1), 73.

Reynaud, J., Couble, A., & Reynaud, J. (1989). Les flavonoides de *Verbena officinalis* L.(Verbénacées). *Journal of plant physiology*, 135(3), 380-381.

Resseguier, P. (2011). Contribution à l'étude du repas sanguin de *Culex pipiens pipiens* (Doctoral dissertation).

S

Saidi, S. (2013). etude de la biodiversité des moustiques (diptera: culicidae) dans le haras national chaouchaoua de tieret localisation de leurs gites larvaires et identification de six tiques de chevaux (Doctoral dissertation).

Shahhoseini, R., Estaji, A., Hosseini, N., Ghorbanpour, M., & Omidbaigi, R. (2013). The effect of different drying methods on the content and chemical composition of essential oil of Lemon verbena (*Lippia citriodora*). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16(4), 474-481.

Skaltsa, H., & Shamma, G. (1988). Flavonoids from *Lippia citriodora*. *Planta medica*, 54(05), 465-465.

Soltani, N., Larhem, A. B., & Boudjelida, H. (2010). Lutte chimique contre le moustique: évaluation d'un insecticide sélectif à l'égard des larves de *Culex pipiens*. *Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat*, (47), 177-182.

Soualeh N. Soulimani R 2016 Huiles essentielles et composés organiques volatils, rôles et intérêts *Phytothérapie* 14, (1), 44–57.

Spielman, A. (1967). Population structure in the *Culex pipiens* complex of mosquitos. *Bulletin of the World Health Organization*, 37(2), 271.

T

Tabti, N., & Abdellaoui-Hassaine, K. (2013). Comparative study of the effect of *Bacillus thuringiensis* on larval populations of *Culex pipiens* L.(Diptera-Culicidae) of the City of Tlemcen (Algeria). *Open Journal of Ecology*, 3(3), 265-271.

Talaga, S. (2016). UNIVERSITÉ DE GUYANE (Doctoral dissertation, Institut Pasteur).

Taleb-Toudert, K. (2015). Extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de Kabylie (Nord Algérien): évaluation de leurs effets sur la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERY).

V

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

Valentao, P., Fernandes, E., Carvalho, F., Andrade, P. B., Seabra, R. M., & de Lourdes Bastos, M. (2002). Studies on the antioxidant activity of *Lippia citriodora* infusion: scavenging effect on superoxide radical, hydroxyl radical and hypochlorous acid. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 25(10), 1324-1327.

Vogel, H., Silva, M. L., & Razmilic, I. (1997, November). Seasonal fluctuation of essential oil content in lemon verbena (*Aloysia triphylla*). In II WOCMAP Congress Medicinal and Aromatic Plants, Part 1: Biological Resources, Sustainable Use, Conservation and Ethnobotany 500 (pp. 75-80).

W

Weill, M., Duron, O., Labbé, P., Berthomieu, A., & Raymond, M. (2003). La résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides. *médecine/sciences*, 19(12), 1190-1192.

Z

Zerroug, S., & Berchi, S. (2018). Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens* Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes (Doctoral dissertation,).

Zoubiri, S. (2012). Etude de la composition chimique et des propriétés biopesticides de quelques plantes aromatiques poussant en Algérie (Doctoral dissertation).

Zygadlo, J. A., Lamarque, A. L., Maestri, D. M., Guzman, C. A., Lucini, E. I., Grosso, N. R., & Ariza-Espinar, L. (1994). Volatile constituents of *Aloysia triphylla* (L'Herit.) Britton. *Journal of Essential Oil Research*, 6(4), 407-409.

Références Electroniques :

http://gernot-katzers-spice-pages.com/engl/Lipp_cit.html.

<https://keldelice-assets.s3.amazonaws.com/attachments/photos/771675/large/verveine-citronnee-tige.jpg?1501087999> .

<https://fracademic.com/dic.nsf/frwiki/1031202>.

https://www.gastronomiac.com/glossaire_des_produi/verveine/.

<https://doi.org/10.1007/s00580-015-2151-7>.

[https://doi.org/10.1016/S0338-9898\(01\)80348-6](https://doi.org/10.1016/S0338-9898(01)80348-6).

<https://phytochemia.com/fr/2014/08/04/lextraction-dhuiles-essentielles-en-laboratoire/>.

<https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.09.006>.