



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ BLIDA 01

كلية علوم الطبيعة والحياة

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ORGANISMES

**Mémoire**

**DE FIN D'ÉTUDES**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE**

**MASTER EN BIOLOGIE**

**OPTION : Parasitologie**

**Thème**

**INVENTAIRE DES MOUSTIQUES DANS DEUX RÉGIONS LARABAA ET  
BOUGARA ET ESSAIS DE LUTTES PAR DEUX BIOCIDES**

**Par**

**AZAZI Ahlem**

**TEBBANE Salima**

**Devant le jury composé de :**

---

M <sup>me</sup> SAIGHI Hafida	MAA (Univ. Blida. USDB 01)	Présidente
M <sup>f</sup> BENDJOURI Djamel	MCA (Univ. Blida USDB01)	Examineur
M <sup>me</sup> Kara F.Z	Professeur (Univ. Blida USDB 01)	Promotrice
M <sup>me</sup> BACHIR Kamilia	Docteur/Enseignante- vacataire (Univ. Djelfa UZAD)	Co-promotrice

Soutenu le 11 /07/2019

## RESUME

Notre travail est scindé en deux volets : Le premier volet consiste à établir à titre comparatif un inventaire de moustique à L'arbaa et Bougara dans le but d'identifier les espèces de moustiques présents dans ces zones à l'aide des pièges colorés à l'aide des bacs jaunes, et une identification faite par le logiciel des culicidae d'Afrique méditerranéenne établi par IRD de Montpellier .

Dans le deuxième volet nous avons effectué , des essais biocides à base des plantes sur des larves du stade L3 et L4 de *Culex pipiens*, l'espèce la plus abondante dans ces régions.

Trois espèces de moustiques ont été identifiées il s'agit de *Culex pipiens* , *Culex deserticola* et *Culiseta longiareolata*

*In vitro*, l'application des huiles essentielles des espèces végétales *Lavandula officinalis* et *Salvia officinalis* a permis d'enregistrer des taux de mortalité importante égale à 100% aux doses 2g/ml après 24h et 15g/ml après 72h (*lavandula officinalis*)

2g /ml après 72h (*salvia officinalis*)

L'analyse des probits des mortalités corrigées des huiles essentielles de *L.officinalis* et *S.officinalis* en fonction des doses de traitement choisies nous a permis de déterminer les DL50 qui sont de : 16,4g /ml et 3,9g/ml respectivement. Il serait donc intéressant d'essayer ces huiles *in vivo* voir identifier le principe actif ayant agit sur l'insecte et qui est à l'origine de cette réponse biocide.

**Mots clés :** Inventaire, Culicidae, Lutte, biocides, Bougara,Larbaa

### **Abstract**

Our work is based on two main aspects: Initially, it was a question of drawing up for comparison entomological inventory in two localities (Larbaa and Bougara) in order to identify species of Culicidae in these regions after collection based on the use of yellow bags and after identification by an entomological software of mosquito in Mediterranean region.

In the second time, we test a biocide against the larvae on 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> stage of *Culex pipiens* the most abundant mosquito in this zone.

In vitro, the application of essential oil *Lavandula officinalis* and *Salvia officinalis* show an important mortality which reaches 100% by the use of 2g/ml and 7g/ml doses during 72h of treatments. Probit analysis shows that LC50 of the two plants are estimated to (16,4g/ml and 3,9g/ml) respectively. It will be interesting to test this essential oil in vivo after identification of the active compounds responsible of this biocide activity.

**Key words:** Inventory, Culicidae, Wrestling, biocide, Larbaa, bougara

## ملخص

يرتكز عملنا هذا على محورين اساسيين:

### في المرحلة الأولى

توجب اخذ عينات مقارنة لأصناف البعوض في منطقتي الأربعاء وبوقرة. بهدف التعرف على أنواع البعوض في هذه الأوساط بواسطة برنامج خاص بالتعرف عليها وذلك بعد العثور عليها بإستعمال مصيديات بشكل علب صفراء

**في المرحلة الثانية:** قمنا بتجربة مبيدات حيوية طبيعية ضد يرقات *Culex pipiens*

بتطبيق الزيوت الأساسية لكل من نباتي *Salvia officinalis* و *Lavandula officinalis*

بجرعات مختلفة

### مخبرياً

سمحت هذه المستخلصات النباتية بتسجيل نسبة موت عالية لليرقات تقدر ب100% بتطبيق الجرعات 2 غ/مل بعد 72 ساعة فقط من تطبيقها

إعتماداً على نسب الوفيات المصححة، قدرت الجرعات القاتلة المتوسطة للنببتين بحوالي 16,4 و-3,9 غ/مل على التوالي، لذا فنرى أنه من المستحسن إعادة هذه التجارب المخبرية في الأوساط الحية مع تحليل هذه المستخلصات كيميائياً والتعرف على المكونات الفعالة المسؤولة عن هذه الإستجابة المبيدة

كلمات البحث:

عينات البعوض، المكافحة، الأربعاء، بوقرة، مبيد بيولوجي

# Remerciements

Avant tout on remercie **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné le privilège, la chance d'étudier ainsi que la force, le courage, et la patience pour accomplir ce travail. C'est aussi grâce à **nos parents** qui nous ont épaulé sans relâche et veillé sur nous durant toute notre vie.

Nous remercions la présidente de notre jury Madame SAIGHI.H maitre assistante ainsi que monsieur BENDJOUDI.DJ maitre de conférence de nous avoir honorés en acceptant d'examiner par leurs soins ce modeste travail.

Nous remercions naturellement notre promotrice Madame KARA F/Z professeur à l'université Blida01 pour ses orientations éclairées, et son aide dans l'élaboration de notre mémoire.

Nous tenons aussi à adresser nos vifs remerciements à notre co-promotrice Mlle BACHIR Kamilia Docteur à l'université de Djelfa et Enseignante- vacataire à l'université de Blida 01 pour son aide, son soutien et sa patience pendant cette période .

Enfin nous remercions l'ingénieure de laboratoire de station vétérinaire de Blida01 Madame ISSANYANI NAZIHA



# Dédicace

On dédie ce travail à :

Nos parents qui ont su nous toucher par leurs ambitions sans limites, leurs sens de sérieux et qui ont su nous donner l'envie de réussir,

qui ont toujours présenté la lumière dans notre vie dont l'amour et la générosité ont été notre guide et notre support à ceux qu'on considère porte-bonheur.

La famille de nos maris, nos sœurs et nos frères

A nos maris, pour la patience et le soutien dont ils ont fait preuve pendant toute la durée de ce mémoire.

A toute la famille.

A nos chères amies

A nos camarades de la promotion 2018-2019 option parasitologie

A tous ceux qui nous sont chers et que ne nous avons pas cité.



## Liste des tableaux :

Tableau I	Données climatiques de la commune de Bougara 2019	21
Tableau II	Données climatiques de la localité de Larbaa 2019	22
Tableau III	Résultats des espèces identifiés dans les deux régions d'études	36
Tableau IV	Variation des populations des espèces capturées en fonction des périodes de captures et des régions d'études	37
Tableau V	Nombres de mortalités observées sur les L3 et L4 traitées aux deux huiles essentielles testées	38
Tableau VI	Pourcentage de taux de mortalités corrigés des L3 et L4 de <i>Cx pipiens</i> traités aux deux huiles	40
Tableau VII	Résultats de la CL50 (Obtenues par le logiciel R)	44

## Listes des figures

Figure1	Photo d'une femelle de <i>Cx. pipiens</i> lors d'un repas de sang (balenchien, 2006)	3
Figure2	Cycle de développement de moustique <i>Cx pipiens</i> (Klowden, 1990)	5
Figure3	Forme typique des œufs des deux genres de Culicides (BERCHI, 2000).	6
Figure4	Larve de <i>Cx. Pipiens</i> (Brunhes et al., 1999)	6
Figure5	Les soies céphaliques (Brunhes et al, 2000)	7
Figure6	Les soies prothoraciques (Brunhes et al, 2000)	7
Figure7	Soies du siphon et du segment VIII et X (Brunhes et al, 2000)	8
Figure8	Aspect général d'une nymphe de <i>Culex pipiens</i> (Berchi, 2000)	9
Figure9	Aspect général de l'adulte (Brunhes et al, 2000)	9
Figure10	Cycle de développement des culicides (Brunhes et al, 2000)	11
Figure11	La carte géographique de la commune de Bougara (google Earth,2019)	20
Figure12	Précipitations annuelles de la commune Bougara 2019)	21
Figure13	..... Températures annuelles dans la commune Bougara 2019	21
Figure14	..... Carte géographique de la commune deLarbâa wilaya de Blida (google Earth ;2019)	22
Figure15	Précipitations annuelles de la commune Larbaa 2019	25
Figure16	Température annuelles de la commune Larbaa 2019.	25
Figure17	Collecte des moustiques au courant d'eau (originale,2019)	26
Figure18	Collecte des moustiques au milieu urbaine (originale,2019)	26
Figure19	Photo du récolte des moustiques adultes au cave des batiments(originale,2019)	27
Figure20	Photo des inventaires collectées (originale,2019)	27
Figure21	Photo de montage des adultes (originale,2019)	28
Figure22	Gite d'échantillonnage des larves du <i>Culex pipiens</i> (originale : 2019)	28
.....		

Figure 23	Photo de différentes espèces identifiées dans les deux régions étudiées	34
Figure 24	Principales espèces de culicidae rencontrés dans les deux régions prospectées	36
Figure25	Répartitions des espèces capturées en fonction des périodes de captures dans les deux régions	37
Figure 26	Nombres de mortalités observées pendant le traitement des larves de <i>Cx pipiens</i>	38
Figure27	Taux de mortalités corrigés en fonctions des doses de traitement	39
Figure28	corrélation des différents traitements par dose et durée de traitement (ACP/PAST)	41

## **Liste des Abréviations**

IRD : Institut de recherche pour le développement

DL50: Dose létale qui tue 50% de la population

Cx : Culex

VNO : Le virus du Nil occidental

OMS : Organisation mondiale de la santé

KOH : Hydroxyde de potassium

CL50 : Concentration létale qui tue 50% de la population

## Table des matières

Liste des figures	a
Liste des tableaux	b
Liste des abréviations	c
Introduction	01

Chapire I :généralités sur les culicidae	03
1-Définition	03
2-Position systématique	03-04
3-Répartition en algérie	04
4-Morphologies générale de culicidae	05
4-1-Ouefs	05
4-2- Larve	06
4-3-Nymphe	08
4-4-Adulte	09
5-Cycle de développement	10
5-1-l'accoupelement	10
5-2-l'oviposition	10
5-3-l'éclosion	10
6-Hote et comportement trophique	11
7-Role pathogène des culicidae	11
7-1-Les maladies d'origine parasitaires	11

7-2-Les maladies d'origine virales	12
les méthodes de lutttes	15
I- Les méthodes de lutte anti-vectorielle	15
I-1- Lutte mécanique	15
I-2-Lutte physique	15
I-3Lutte chimique	16
I-4-Lutte génétique	16
I-5- Lutte biologique	16
II- Usage des huiles essentielles contre les culicidae	17
II-1- Définition Les huiles essentielles	17
II-2-Rôle physiologique des huiles essentielles	17
II-3- Utilisation des huiles essentielles en tant que Bioinsecticide	17
II-4- L'huile essentielle <i>Lavandula .officinalis</i> (de lavande)	18
II-5- Généralités sur <i>Salvia officinalis</i> (la sauge)	18
Chapitre II :Matériel et méthodes utilisés	
II -Présentation des deux communes d'étude (stations d'étude)	19
II-1-La commune de Bougara	20
II-1-a-Localisation	20
II-1-b-Climat	20
II-2-la commune de Larbaa	21
II-2-a-Localisation	22

II-2-b-Climat	22
III-Matériel utilisé	
III-1-1- Matériel de récolte des espèces de culicidés	23
III-1-2- Matériel biologique	23
III-1-3- Matériel chimique	24
III-1-4-La collecte des moustiques adultes	24
III-2-Le montage des adultes	26
III-2-2-la collectes des larves de moustiques	27
III-2-1-Identification des adultes	27
III-2-3 Calcule des doses utilisées	28
III-2-4-Application des huiles essentielles	28
III-2-5-Analyse statistique	29
Chapitre IV- Résultats et discussion	
I-Résultats de l'identification des espèces	34
II- Résultats du teste biocide	37
II-1-Effet des huiles essentielles de <i>Lavandula officinalis</i> et <i>Salvia officinalis</i> sur les larves L4	37
II-2-Corrélation entre les différents paramètres de traitement	40
Discussion	42
Conclusion et perspectives	44
Références bibliographiques	46
Annexes	52

## Introduction

Depuis 170 millions d'année les diptères forment un groupe d'insectes le plus diversifié. La famille des culicidae dont le moustique le groupe le plus important et le plus diversifié. Les moustiques appartient à cette famille forme un groupe diversifié dans une grande partie des insectes sont hématophages (Boudmagh et *al.*, 2013). Selon une classification récente, la famille des Culicidaes comprend 2 sous – familles, 11tribus, 111 genres et 3528 espèces de la faune du monde (Banafshi et al., 2013).

En Algérie, *Culex pipiens*(Linné, 1758), et *Culiseta longiareolata* (Macquart 1838)sont considérés parmi les espèces les plus abondantes (Aissaoui et Boudjalid, 2014)

Les moustiques sont les vecteurs de certaines maladies telles que la dengue hémorragique, la fièvre jaune et le paludisme. Parmi celles-ci, le paludisme se caractérise par son aspect fatal pour la population humaine avec un taux de mortalité élevé (OMS, 1995)

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 (Bendali et *al.*, 2001; Boudjlida et *al.*, 2005; Tine-Djabber et Soltani, 2008; Tine-Djabber, 2009; Messai et *al.*, 2010; Tine-Djabber et *al.*, 2011).

La lutte Contre les moustiques par utilisation des insecticides chimiques est très efficace, cependant elle présente plusieurs inconvénients. En effet, ils peuvent être néfastes à la vie aquatique et peuvent être à l'origine de divers problèmes environnementaux. Par ailleurs, les chercheurs scientifiques tentent d'ores et déjà de trouver des alternatives efficaces et accessibles à partir de produits naturel qui connaissent de nos jours un regain d'intérêt et jouissent d'une popularité grandissante (El Ouali Lalami et *al.*, 2013).

L'utilisation des plantes aromatiques par l'homme est une pratique antique (Majinda et *al.*, 2001). De nos jours la majorité des habitants utilisent de très nombreuses plantes, compte tenu de leurs propriétés aromatiques, comme source d'assaisonnement ou Comme un remède en médecine traditionnelle. Cependant, cette utilisation ne se base sur aucun critère scientifique, elle tient compte simplement des observations au cours des siècles.

Parmi les pays méditerranéen, l'Algérie, qui possède une position géographique particulière, possède une large bande de végétation très variée notamment les plante aromatique médicinales.

C'est dans ce contexte que nous avons entrepris cet axe de recherche par :

Un inventaire de moustique dans deux régions voisines de la wilaya de Blida a savoir la région de Laarba et Bouguerra

Un essai de lutte par l'utilisation de deux huiles essentielles *Lavandula officinalis* et *Salvia officinalis* à effets insecticides sur des larves de moustiques dans des conditions semi contrôlées.

Pour cela nous avons adopté le plan suivant : une introduction, suivie par une synthèse bibliographique, la partie matériel et méthodes utilisés durant notre expérimentation. Cette partie découle sur les résultats obtenus interprétations et discussions et enfin nous achevons ce mémoire par une conclusion et des perspectives.

## I-Généralités sur les Culicidae

### I-1-Définition

Les Culicidae sont responsables de la transmission d'agents pathogènes qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin. Ils représentent, de ce fait, un véritable problème de santé publique. Parmi ces moustiques, certains sont source de nuisance difficilement supportable. C'est le cas de *Culex pipiens* (Linné, 1758), très répandu dans le monde. Il est présent en zones tropicales et tempérées (Weill et al. 2003)

Sa capacité à s'adapter à tous les biotopes (Hassaine 2002 ; Faraj et al. 2006) lui permet d'être vecteur de plusieurs agents pathogènes responsables de maladies infectieuses parfois mortelles (Guyatt et al. 1999)

Ces moustiques qui appartiennent à une variété dite commune de moustiques (*Culex*) européens. Ils sont également nommés maringouins, cousin ou moustiques domestiques. 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 (Fig.1).



**Figure 1:** Photo d'une femelle de *Culex pipiens* lors d'un repas de sang (Ballenghien, 2006).

## 2-Position systématique

La position systématique de moustiques *Cx pipiens* a été proposée par Linné, (1758) comme suit :

**Règne:** Animalia

**Embranchement :** Arthropoda

**Sous Embranchement:** Antennata

**Classe :** Insecta

**Sous Classe:** Pterygota

**Ordre :** Diptera

**Sous Ordre:** Nematocera

**Famille :** Culicidae

**Sous Famille:** Culicinae

**Genre :** *Culex*

**Espèce :** *Culex pipiens*

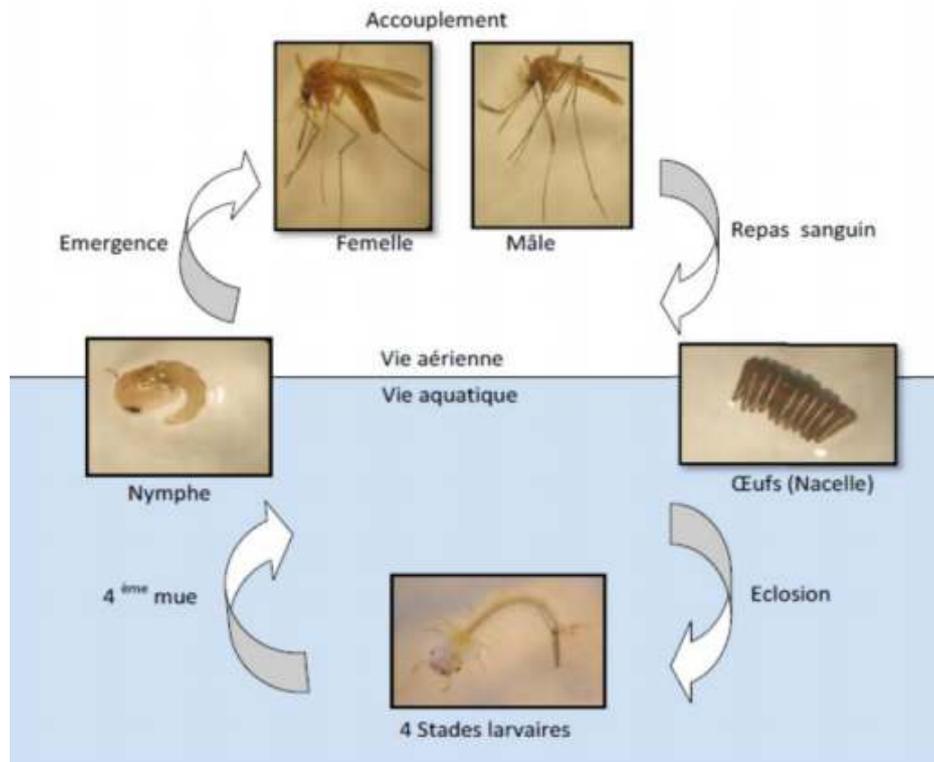
## 3- Répartition en Algérie

*Culex pipiens* (Linné, 1758), est le moustique qui présente le plus d'intérêt en raison de son abondance et sa nuisance réelle dans les zones urbaines (Berchi 2000). Selon ce même auteur, son développement dans certaines régions est continu pendant toute l'année. De nombreux travaux (Roubaud,1929) sur les populations de *Culex pipiens* des régions tempérées ont été entrepris pour examiner les critères de différenciation morphologique entre les biotypes. En 1933, ce même auteur définit ces biotypes d'autogènes ou d'anautogènes selon le type de gîte larvaire qu'elles colonisent.

Les investigations faites sur les culicidae se rapportent à leur bioécologie dans le Constantinois (Berchi 2000), à Tlemcen (Hassaine 2002), dans l'Algérois et Tizi Ouzou (Lounaci 2003). À Constantine, les gîtes urbains épigés et hypogés sont relativement nombreux. La caractérisation des biotopes et leur différenciation dans l'espace et dans le temps permettent de dégager les conditions favorables pour le développement des moustiques (Metge 1986 ; Handacq 1995 ; Louah et al. 1995 ; Kerboua & Merniz 1997 ; Mestari 1997). En écologie les interactions sont nombreuses et complexes et comme tous les êtres vivants, les insectes culicidés sont rattachés à leur biotope par différents liens. Les études écologiques sur cette espèce en Algérie demeurent encore parcellaires (Handacq & Boumezzough 1999 ; Hassaine 2002 ; Lounaci 2003 ; Bendali 2006) car elles concernent surtout la systématique, la morphométrie, la biologie et la lutte chimique (Bendali 1989 ; Laouabdia-Sellami 1992 ; Rehim 1993 ; Bendali et al. 2001 ; Boudjelida et al. 2005 ; Bendali 2006).

#### **4- Morphologie générale et cycle de développement**

Les moustiques sont des insectes holométaboles passent par plusieurs stades de développement. Les stades de développement représentés par les œufs, les larves et les nymphes sont aquatiques, cependant le stade adulte à une vie aérienne (Fig.2), après son émergence d'une durée estimée à 24-72h, pique les vertébrés pour sucer leur sang contenant des protéines nécessaires à la maturation des œufs (Klowden, 1990). Pendant la piqûre, la femelle injecte de la salive anticoagulante qui provoque, chez l'homme, une réaction inflammatoire plus ou moins importante selon les individus (Reinert, 2000)



**Figure 2:** Cycle de développement de moustique *Cx pipiens* (Klowden, 1990)

#### 4-1-Œufs

Fusifformes, ils mesurent environ 1mm de long. Blanchâtres au moment de la ponte, ils s'assombrissent dans les heures qui suivent (Fig.3). Une corolla est présente au niveau du pôle inférieur de l'œuf. Ils sont pondus dans l'eau, réunis par 200 à 400 en nacelle dont l'arrangement leur permet d'être insubmersibles (Anonyme,1983).



**Figure 3 :**Forme typique des œufs des deux genres de Culicides (Berchi, 2000).

#### 4-2 -Larve

Celle de *Culex pipiens* (Linné, 1758), se développe indifféremment dans les eaux claires ou polluées. d'aspect vermiforme, son corps se divise en trois segments:

tête, thorax et abdomen. Sa taille varie de 2mm à 12mm en moyenne en fonction des stades (Fig.4). Elle est dépourvue d'appareil locomoteur. Son extrémité caudale est munie d'un siphon, ou tube respiratoire (dans le prolongement de l'abdomen), ce tube est long et étroit affleurant à la surface de l'eau. Ce tube est muni de 5 clapets qui s'ouvrent sur deux orifices par où l'air pénètre à l'intérieur quand la larve monte à la surface de l'eau, et se rabattent quand elle gagne les profondeurs. Ses pièces buccales sont de types broyeurs, adaptées à un régime saprophyte (Kettle, 1995 et Andero, 2003)

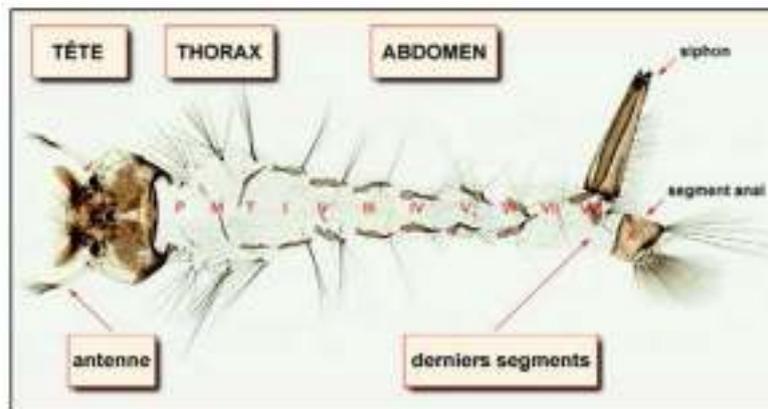
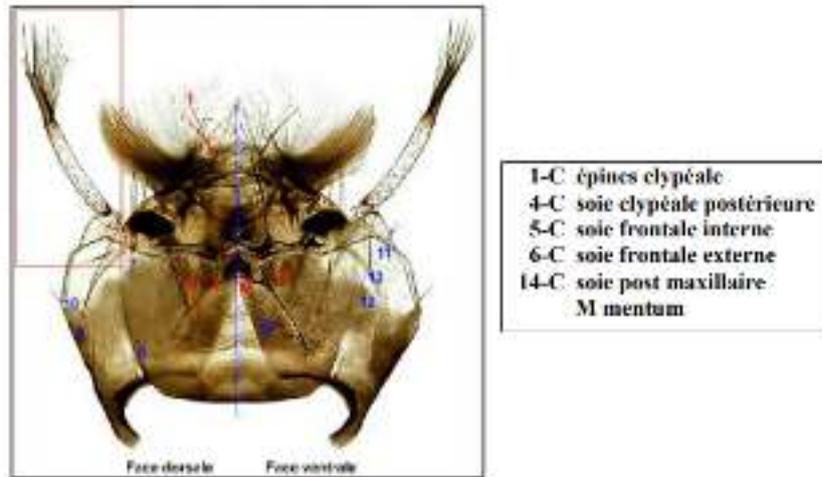


Figure 4: Larve de *Cx. pipiens* (Brunhes et al., 1999)

#### 4-2-La Tête

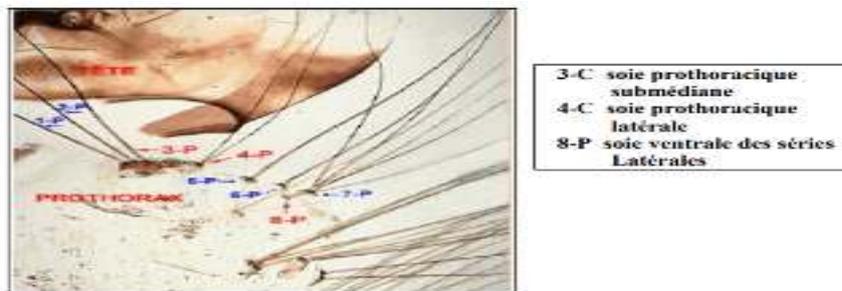
Porte deux tâches oculaires et une paire d'antennes formant un «V» dirigé vers l'avant portant toujours des soies caractéristiques selon le groupe, la soie (6c) est la plus importante du point de vue taxonomique peu comportée une branche, deux branches, ou trois branches et plus (Figure 5). Elle comporte une plaque chitineuse appelée le fronto-clypeus, garnie de 5 soies. En avant du fronto-clypeus s'insèrent les épines préclypéales. On distingue au niveau de la tête la plaque mentale qui se compose d'une forte dent médiane avec un certain nombre de dents latérales (Brunhes et al, 2000).



**Figure5:** Les soies céphaliques (Brunhes et al,2000).

#### 4-2-b-Thorax

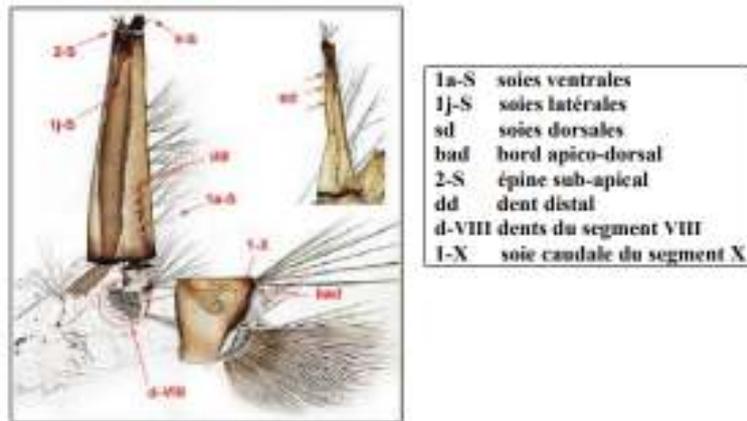
Subdivisé en prothorax, mésothorax et métathorax. Le thorax porte des soies (Figure 06). L'arrangement des soies prothoraciques permettent de reconnaître les espèces (Senevet et Andarelli, 1955; Rioux, 1958).



**Figure6:** Les soies prothoraciques (Brunhes et al,2000).

#### 4-2-c-Abdomen

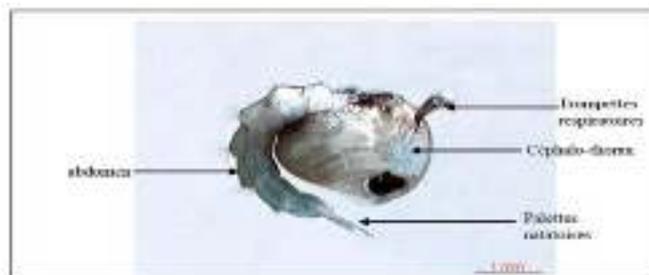
Allongé sub-cylindrique est composé de neuf segments individualisés dont le 8ème possède un intérêt majeur en taxonomie (Figure 7). L'abdomen se termine en général par deux structures importantes: le peigne, situé sur la face latérale et qui est constitué par un ensemble d'épines, et le siphon respiratoire qui comporte un certain nombre de critères taxonomiques, tels que le crochet subapical, le peigne siphonique ventral et les soies siphoniques. La selle portée par le segment anal sur sa face dorsale est une partie lisse ou chitinisée spiculeuse, sur laquelle s'insère la soie latérale, nous y trouvons aussi les soies de la brosse ventrale et les soies caudales.(Brunhes et al,2000)



**Figure 7:** Soies du siphon et du segment VIII et X (Brunhes et al, 2000).

#### 4-3-Nymphe

La tête et le thorax fusionnent pour donner un céphalothorax sur lequel on trouve deux trompes qui permettent à la nymphe de respirer (Fig.8). Sa forme globale rappelle celle d'un point d'interrogation. Les orifices anal et buccal étant bouchés, la nymphe ne se nourrit pas. Ses palettes natatoires, situées sur l'abdomen, lui permettent de se déplacer (Cachereul, 1997)

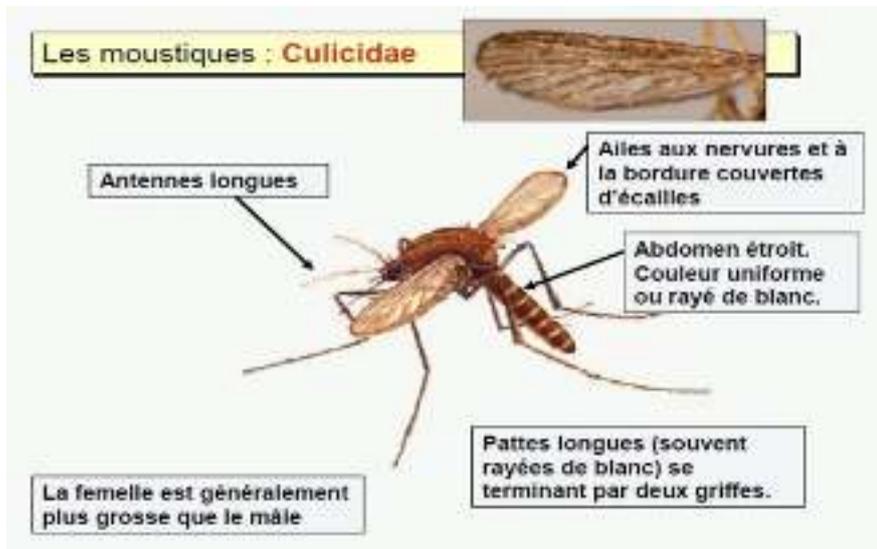


**Figure 8:** Aspect général d'une nymphe de *Culex pipiens* (Berchi, 2000).

#### 4-4-Adulte

L'adulte, 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 de taille plus grand que les males l'atteignent au bout de 1 à 2 jours (Clements, 1999)..La fécondation des œufs s'effectue lors de la ponte grâce au stockage du sperme des mâles par la femelle dans une spermathèque (figure 9) . En général, la durée de vie des moustiques adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Deux éléments

permettent de distinguer le mâle de la femelle à l'œil nu; les palpes maxillaires sont très courts et effilés chez la femelle, contrairement au mâle où ils sont plus longs que la trompe et ses antennes sont plus développées et très poilues (Urquhart et *al.*, 1996; Euzeby, 2008)



**Figure 9** : Aspect général de l'adulte (Brunhes et *al.*, 2000).

Le cycle s'effectue en plusieurs étapes allant de l'accouplement à l'émergence, passant par la ponte, l'éclosion, le développement post embryonnaire et la nymphose (Rioux, 1958) (Figure 10).

### 5-1-L'accouplement

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation. Chez les Nématocères, il s'effectue la nuit chez les formes solitaires, les culicidés mâles s'appliquent contre les femelles ventre à ventre et les deux insectes continuent à voler ensemble. La fertilisation est rapide mais exige une température d'au moins 20°C. Un seul mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles à intervalles plus ou moins rapprochés (Seguy, 1950). Les femelles gardent la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen. Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas de sang. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie (Rioux, 1958)

### 5-2-L'oviposition

Après avoir absorbé du sang, la femelle se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. Quelques jours plus tard, selon l'espèce, elle pond dans différents milieux aquatiques ou sur le sol humide. Les œufs sont déposés sur un substrat humide des creux d'arbre. De 50 à 300 œufs sont pondus en quelques heures ou en plusieurs jours, selon les espèces. Exemple Les œufs d'Aèdes sont pondus isolément et doivent subir une période de dessiccation avant d'éclore (Rioux, 1958).

### 5-3-L'éclosion

Selon l'espèce et la période de l'année, l'éclosion peut se produire après quelques heures ou bien elle est plus ou moins retardée. Parfois de plusieurs mois. Certains œufs de culicidés peuvent résister à une période de sécheresse de trois à cinq ans (Anonyme ,2003). Les œufs des Aèdes, pondus à la fin de l'été dans les cavités qui retiendront l'eau des pluies d'automne ou hiver, se maintiennent en état de vie latente. L'éclosion se produit brusquement au début du printemps au contact de l'eau (Seguy, 1950)



**Figure 10:** Cycle de développement des culicidés (Brunhes et *al*, 1999)

### 6-Hôte et comportement trophique

Les moustiques femelles piquent les vertébrés (animaux à sang chaud) mais ont presque toujours, une attirance pour un groupe bien précis soit par un mammifère, un oiseau ou un animal à sang froid, les batraciens ou les reptiles par exemple (Seguy,

1950 et Limoges, 2002). Le comportement trophique des Culicidés est très différent entre les mâles et les femelles. Les mâles floricoles et saprophages, ils se nourrissent de nectar et d'eau, ce régime alimentaire indique la présence des pièces buccales rudimentaires.

### **7-Rôle pathogène des Culicidae**

Les Culicidés ont un rôle majeur dans la transmission des maladies, il s'agit des microparasites (virus, parasites, bactéries). Certains parmi eux tirent profit de leur hôte sans causer de dégâts. D'autres ont la capacité de transmettre des agents pathogènes qui peuvent amener la mort de leur hôte :

#### **7-1-Les maladies d'origine parasitaire**

##### **7-1-a- Le paludisme**

La malaria ou paludisme est une maladie parasitaire qui pose un grand problème de santé publique (Samanidon et *al*, 1993). Les Anophèles sont les seuls vecteurs du plasmodium. On dénombre 422 espèces d'Anophèles dans le monde parmi lesquelles 68 ont été associées à la transmission des quatre formes de paludisme humain (Mouhamadou, 2002). Sur le continent africain, Le paludisme tue plus d'un million de personnes chaque année- pour la plupart, des enfants en bas âge. La plupart des cas mortels se produisent en Afrique subsaharienne, où le paludisme est responsable de 20 % de la mortalité juvéno-infantile totale. Au Nord du Maghreb, les deux principaux vecteurs sont *Anopheles labranchiae* et *Anopheles sergenti sergenti* alors que plus au sud, *Anopheles gambiae*, installé récemment serait l'agent de transmission de maladies parasitaires. Les récentes épidémies enregistrées à la frontière algéro-malienne et l'introduction d'*Anopheles gambiae* dans le territoire algérien démontrent la vulnérabilité du sud du pays au paludisme, accentuée vraisemblablement par des changements environnementaux locaux (Hammadi et *al*, 2009).

#### **7-2-Les maladies d'origine virale**

Les Culicidés sont également capables de transmettre des maladies virales, liées à la transmission d'arboviroses pathogènes dont la plus graves correspondent à la dengue et plus récemment la fièvre du Chikungunya (Zeller,1999)

##### **7-2-a- La fièvre du West Nile**

Le virus du Nil occidental (en anglais : West Nile virus) est un virus de la famille des flaviviridae et du genre Flavivirus (qui comprend également le virus de la

fièvre jaune, le virus de la dengue, le virus de l'encéphalite de Saint Louis et le virus de l'encéphalite japonaise). On le retrouve à la fois dans les régions tropicales et les zones tempérées. Le virus est transmis par les *Culex* qui sont les principaux vecteurs du virus du Nil occidental, lorsqu'ils piquent les oiseaux et les infectent. En Europe, le principal vecteur est *Culex pipiens* du VNO, or cette espèce est la plus répandue dans nos zones urbaines et périurbaines. Des cas humains de fièvre, liés au virus du Nil occidental, ont été rapportés en Afrique, au Moyen-Orient, en Inde, en Europe, en Océanie et, plus récemment sur le continent américain, où une première épidémie s'est déclarée dans la ville de New York en 1999. Quatre cas mortels ont été signalés en Grèce au cours de l'été 2010 et six autres dans le centre de la Russie.

Dans le sud de la France, la première épidémie humaine décrite a eu lieu en 1962 avec 50 cas d'encéphalites dont 10 cas sévères, et entre 1975 et 1980, de nouveaux cas humains ont été identifiés en Camargue et en Corse. Les épizooties de la maladie chez les chevaux se sont produites au Maroc (1996), en Italie (1998), aux États-Unis (1999 à 2001), et en France (2000). Depuis quelques années, le pouvoir pathogène du virus s'est modifié avec apparition de nombreuses atteintes nerveuses centrales et de décès observés principalement chez des personnes âgées en Algérie et en Roumanie mais aussi chez des oiseaux sauvages dans les zones d'émergence du virus (Zeller, 1999).

### **7-2-b- La dengue**

La dengue est une maladie humaine, d'origine virale, elle est généralement bénigne mais sa forme hémorragique pour laquelle il n'existe ni médicament ni vaccin peut être mortelle (Schaffner et al, 2004), transmise par l'espèce *Aedes aegypti*. C'est une maladie de la saison des pluies quand les moustiques pullulent.

### **7-2-c- L'épidémie du Chikungunya**

La Chikungunya est une maladie virale, qui se traduit par une fièvre élevée à début brutal et des douleurs vives aux articulations des membres. Le virus de cette maladie se transmet d'homme à homme par l'intermédiaire des femelles de genre *Aedes* notamment *Aedes aegypti*, *Aedes polynesiensis* et *Aedes albopictus* qui s'est récemment implanté en Italie et au Sud de la France (Brunhes et al, 2000). Les arboviroses sont en expansion dans le monde ; L'exemple du chikungunya en Europe et du West Nile sur le continent nord-américain montre que de nouvelles zones que l'on croyait relativement préservées peuvent être touchées. Pour nombre de ces pathologies, aucun vaccin n'étant disponible, des stratégies de lutte anti vectorielle ont été largement développées. Lors d'une épidémie, la lutte chimique contre les formes

adultes des vecteurs est délicate à mettre en œuvre et d'une efficacité difficile à évaluer, voire discutée (à l'exemple de l'infection à virus West Nile aux États-Unis). Son rôle dans le contrôle de la transmission ne peut être apprécié de manière isolée par rapport à l'ensemble des autres mesures qui constituent le socle d'une lutte intégrée contre le vecteur. Par ailleurs, l'étude des interactions pathogène-vecteur ouvre des perspectives intéressantes pour de nouvelles formes de lutte qui pourront renforcer et renouveler les stratégies actuellement mises en œuvre (Bunhes et *al*,2000)

## La lutte contre les culicidae

### I-Les méthodes de lutte

Plusieurs espèces de moustiques (Diptera: Culicidae) sont des vecteurs de zoonoses .

Les moyens de contrôle préconisés contre les moustiques sont constitués de :

- Lutttes mécaniques
- Lutttes physique
- Lutttes chimiques
- Lutttes génétiques
- Lutttes biologiques

#### I-1- Lutte mécanique

Elle a pour but de limiter la prolifération des insectes vecteurs et de réduire le contact homme-moustique. Elle se fait par l'élimination des gîtes larvaires potentiels de moustiques autour des habitations humaines (l'assèchement et le remblaiement des marins, le creusement de dépression etc...) (Merabti B,2015), , l'utilisation des moustiquaires imprégnées, l'entretien des habitats (Carnevale et Mouchet, 1999 in Kone, 2009).

La lutte la plus efficace dans le temps;

-Limiter le nombre de gites

-Aménager l'environnement

-Assurer un entretien régulier

-Contrôle régulier des gites

#### I-2-Lutte physique

C'est une modification intentionnelle du biotope, qui vise à faire disparaître ou réduire par des moyens physiques les nappes d'eau de surface dans lesquelles les moustiques se développent On distingue : le drainage, la mise en boîte, le captage des résurgences, le comblement et le boisement, L'action physique consiste généralement à entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux, d'aménagement de l'écoulement ou de modification physique par d'autres moyens (OMS ,1999)

### **I-3 Lutte chimique**

L'essentiel des mesures prises contre les moustiques repose sur la lutte chimique par l'utilisation d'insecticides. Suivant les cas, on peut adopter des mesures anti-larvaires (dispersion d'insecticides dans les gîtes) ou des techniques adulticides (pulvérisation intra domiciliaire) (Merabti B,2015). La lutte chimique se fait par l'emploi des produits synthétiques ou végétaux qui tuent les insectes par ingestion ou par contact ou par inhalation. Le mode d'application des produits est fonction de l'écologie du vecteur et du stade visé (Nosais, 1996 cité par Kone , 2009). Les insecticides utilisés contre les moustiques regroupent les différentes molécules appartenant à plusieurs familles chimiques (Organophosphorés, carbamates, pérythrinoides, bio-insecticides,etc) et ayant des modes d'action variés (Goislard. 2012).

### **I-4 Lutte génétique**

Elle consiste à la manipulation du patrimoine génétique des moustiques afin d'obtenir des individus transgéniques qui peuvent être soit stériles, soit réfractaires aux parasites qu'ils transmettent habituellement. Les manipulations intéressent également les plantes telles les algues qui se reproduisent dans les gîtes larvaires. Ces algues génétiquement modifiées par intégration de gènes de toxines bactériennes agissent sur les larves de moustiques (Tabachnick, 2003 cité par Kone., 2009).

### **I-5- Lutte biologique**

La lutte biologique désigne l'élimination des nuisibles au moyens d'agents biologiques (vivants) (Loudhaief 2016 ; Bachir, 2019).. Contre les moustiques, il s'agit d'introduire dans le biotope des moustiques des espèces d'organismes différents constituant leurs ennemis. Il s'agit du poisson larvivoire (*Gambusia affinis*) dont l'action est limitée aux eaux permanentes et de la bactérie *Bacillus* (Margot. 2010), qui provoque une mortalité chez les larves de moustique des genres *Culex* et *Anophèles* à degré moindre sur les *Aèdes*. Les poissons herbivores (carpes) sont utilisés en Chine pour dévorer les herbes qui servent d'abris aux larves de moustiques (Wu et coll., 1991 cité par Kone ,2009).

Par ailleurs, et dans cette même optique ; plusieurs travaux sont d'actualité pour trouver une réponse alternative à ces agents au sein du règne végétal via l'emploi des extraits de plantes

comme biocides, à savoir : les huiles essentielles, les extraits méthanoliques, les composés phénoliques, les alcaloïdes ou autres métabolites secondaires (Sellami, 2010 ; Sassoui, 2016).

## **II- Usage des huiles essentielles contre les culicidae**

### **II-1- Définition Les huiles essentielles**

(= essences = huiles volatiles) sont : «des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation.» (Bruneton, 1993).

Selon Smallfield (2001), les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques des plantes, qui sont extraites par distillation par la vapeur ou des solvants. Selon Padrini & Luchroni (1996), les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois, elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles.

### **II-2-Rôle physiologique des huiles essentielles**

Les plantes aromatiques produisent des huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans les processus de la vie de la plante reste inconnu (Rai et *al.*, 2003).

Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huile pour repousser ou attirer les insectes, dans ce dernier cas, pour favoriser la pollinisation. D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (Belaiche, 1979). Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes (Capo et *al.*, 1990).

### **II-3- Utilisation des huiles essentielles en tant que Bioinsecticide**

L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a entraîné beaucoup de conséquences négatives citons : la résistance des insecticide, la toxicité sur la faune auxiliaire, les problèmes de résidu et la pollution environnemental ayant pour résultat l'attention croissante étant donnée aux produits naturels (Isman, 2005).

Les plantes peuvent fournir des solutions de rechange potentielles aux agents actuellement utilisés. En effet les plantes constituent une source riche en produits chimiques bioactifs contre les insectes. Beaucoup d'efforts ont été donc concentré sur les matériaux dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes (Kim et *al.*, 2003).

Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides d'origine botanique les plus efficaces où les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (Shaaya et *al.*, 1997).

### **II-3-1- *Lavandula officinalis* (lavande )**

La lavande (Lamiacée) est une plante aromatique des régions méditerranéennes aux feuilles vert grisâtres et fleurs en épi bleu violacées. C'est une espèce à fécondité croisée dont la pollinisation est assurée par les insectes. Leurs variétés sont différenciées selon la taille, la robustesse et l'abondance des tiges, l'élongation des inflorescences et les caractéristiques de l'essence. où on peut distinguer deux espèces principales : la lavande aspic (*L. lotifolia*) et la lavande vivace, ou la lavande fine (*L. angustifolia*) (Aubineau et *al.*, 2002).

#### **➤ Principaux constituants de *Lavandula officinalis***

La composition chimique et la quantité d'huile essentielle de lavande officinale varient en fonction des conditions de culture, de la saison, de la variété culturale et même de la technique d'extraction (Bodo S, 2009)

" l'huile essentielle de lavande officinale contient entre: 25 à 38% de linalol<sup>3</sup> (alcool), 25 à 45% d'acétate de linalyle<sup>4</sup> (ester), 0,1 à 0,5% de limonène<sup>3</sup> (monoterpène), 0,3 à 1,5 % de cinéole<sup>4</sup> (eucalyptol), 0,2 à 0,5% de camphre<sup>5</sup> (monoterpène), 0,3 à 1% d'alpha-terpinéol (alcool). D'autres normes imposent un contenu minimum en composés spécifiques : 0,3% en lavandulol et 2% de son ester acétique. L'huile essentielle contient également de l'eugénol<sup>6</sup> , du caryophyllène (Bodo S ,2009)

### **II-3-2- *Salvia officinalis* (la sauge)**

La sauge officinale est une plante commune dans les pays du pourtour méditerranéen, elle affectionne les lieux ensoleillés, on la cultive par semis au printemps. Les plantes sont remplacées tous les 3 ou 4 ans et les feuilles sont récoltées en été.

La sauge est une plante très ramifiée, aux tiges de section carrée, à la base lignifiée mesure de 20 à 30 centimètres. La racine de la sauge est brunâtre et fibreuse. Les feuilles opposées, elliptiques, inférieures pétiolées, veloutées, oblongues, rugueuses, à bord dentelé réticulées, molles, à dessus blanchâtre. Les feuilles persistent l'hiver grâce au revêtement de poils laineux qui les protège. Les fleurs, bleu-rose lilas, visibles de mai à août, sont grandes, groupées à la base des feuilles supérieures, l'ensemble forme de grands épis. Commune en Europe, plus spécialement dans les régions méridionales, elle est cependant rare à l'état sauvage. Sa hauteur est de 50 à 60 cm (Maatoug, 1990).

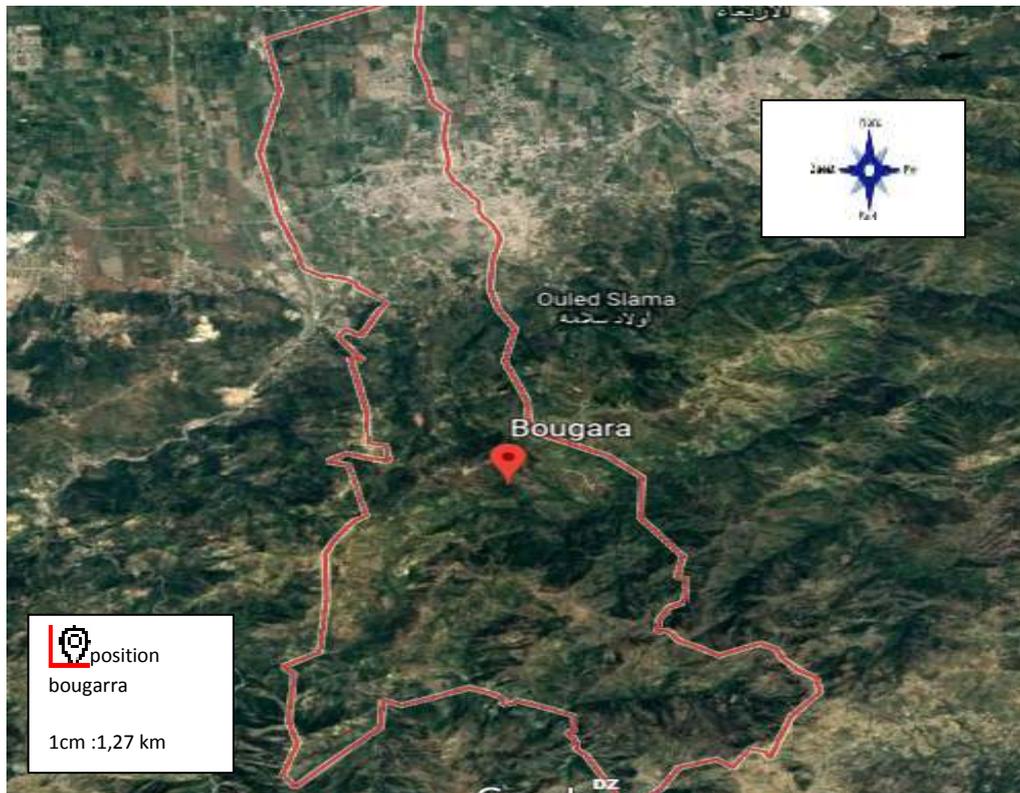
➤ **Principaux constituants de *Salvia officinalis***

- Huile essentielle
- Composés phénoliques dont l'acide rosmancinique
- Tanins et flavonoïdes
- Riche en œstrogènes (hormones féminines)
- Salvène (Teuscher et *al*, 2005).

## I-Présentation des deux communes stations d'étude (stations d'étude)

### I-1-La commune de Bougara

**I-1-a-Localisation** La commune de Bougara est située à l'Est de la wilaya de Blida, à environ 24 km au nord-est de Blida et à environ 34 km au sud d'Alger et à environ 52 km au nord-est de Médéa (Fig.11) (Banatia F ,2006)



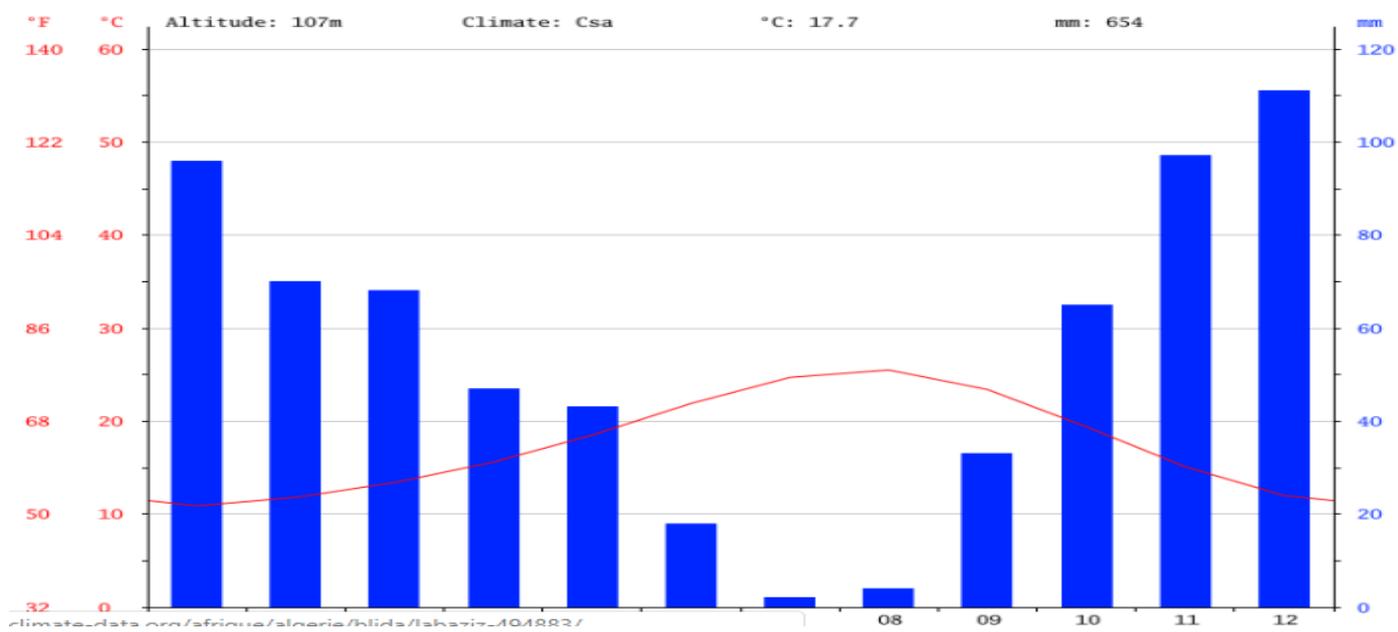
**Figure 11 : La carte géographique de la commune de bougara wilaya de Blida (google Earth ;2019)**

### II-1-b-Climat

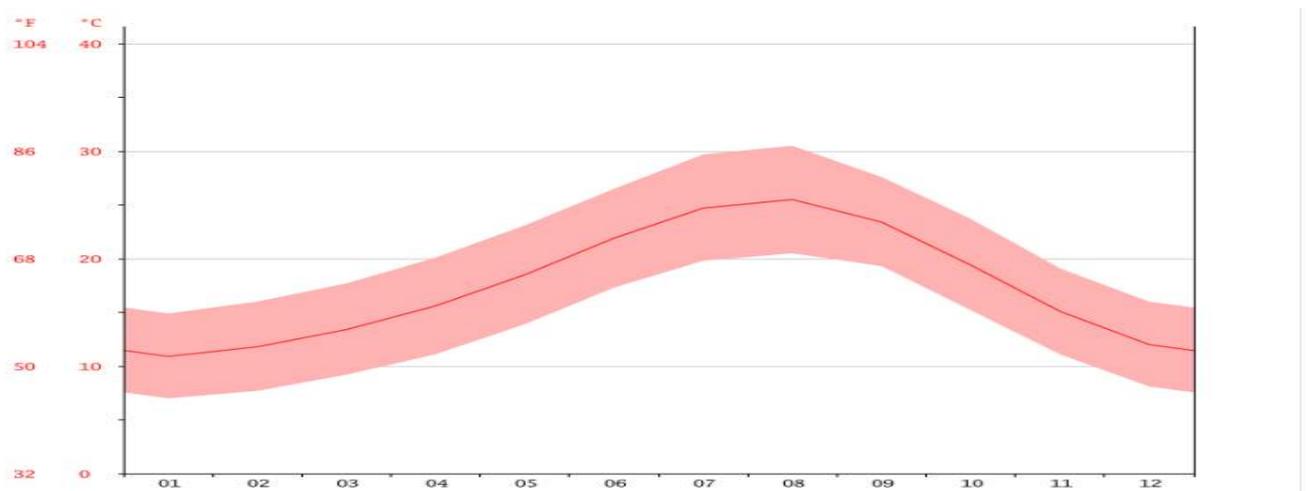
Le climat de Bougara est chaud et tempéré. La pluie dans Bougara tombe surtout en hiver, avec relativement peu de pluie en été (Fig.12). D'après (Köppen,1963) et Geiger(1954), le climat y est classé Csa. La température moyenne annuelle à Bougara est de 17.7 °C (Fig.14). La moyenne des précipitations annuelles atteints 654 mm (Tab. I) (Anonyme,2019 :climat de bougara,site internet : <https://fr.climate-data.org>)

**Tableau I : données climatiques de la commune de bougara 2019**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	10.9	11.8	13.4	15.6	18.5	21.9	24.7	25.5	23.4	19.4	15.1	12
Température minimale moyenne (°C)	7	7.7	9.2	11.1	13.9	17.3	19.8	20.5	19.3	15.2	11.1	8.1
Température maximale (°C)	14.9	16	17.7	20.1	23.1	26.5	29.7	30.5	27.6	23.7	19.1	16
Précipitations (mm)	96	70	68	47	43	18	2	4	33	65	97	111



**Figure 12 : Précipitations annuelles de la commune bougara 2019**

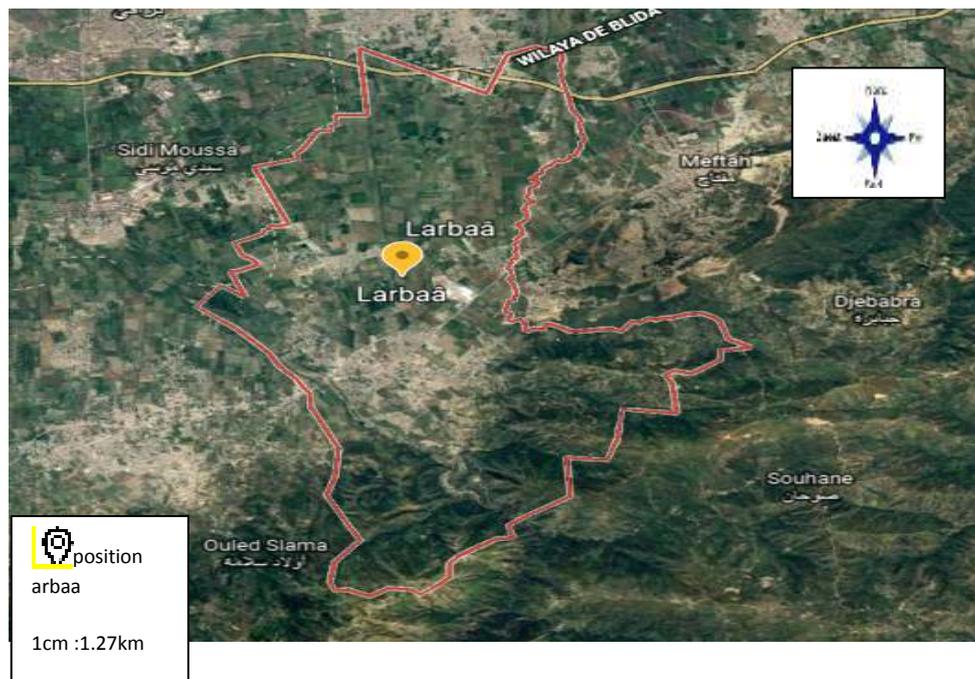


**Figure 13 : Températures annuelles dans la commune Bougara 2019**

## II-2-la commune de Larbaa

### II-2-a-Localisation

Située à 25 km au Sud-est d'ALGER et à 34 Km au Nord-est de BLIDA la localité de L'Arbaa culmine à 104 mètres d'altitude(Banatia F ,2006)



**Figure 14** : La carte géographique de la commune d'arbâa wilaya de Blida (google Earth ;2019)

### II-2-b-Climat

Un climat tempéré chaud est présent à Larbaa. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Larbaa qu'elles ne le sont en été (Fig.15). D'après (Köppen,1963) et( Geiger,1954) La température moyenne annuelle à Larbaa est de 17.6 °C (Tableau 2) (Fig.17). La quelle annézmoyenne des précipitations annuelles atteints 646 mm (Anonyme,2019 :climat de arbaa,site internet :. <https://fr.climate-data.org>)

Tableau II: données climatiques de la localité de Larbaa 2019

	Jan.	Fév.	Mar.	Avril	Mai	Jui.	Jui.	Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
Température moyenne (°C)	10.9	11.8	13.3	15.4	18.4	21.7	24.5	25.2	23.4	19.3	15	11.8
Température minimale moyenne (°C)	6.8	7.5	9	10.8	13.7	17	19.4	20	19.1	15	10.9	7.7
Température maximale (°C)	15	16.1	17.7	20.1	23.1	26.5	29.7	30.5	27.7	23.7	19.1	16
Précipitations (mm)	96	69	66	47	42	17	2	4	33	66	95	109

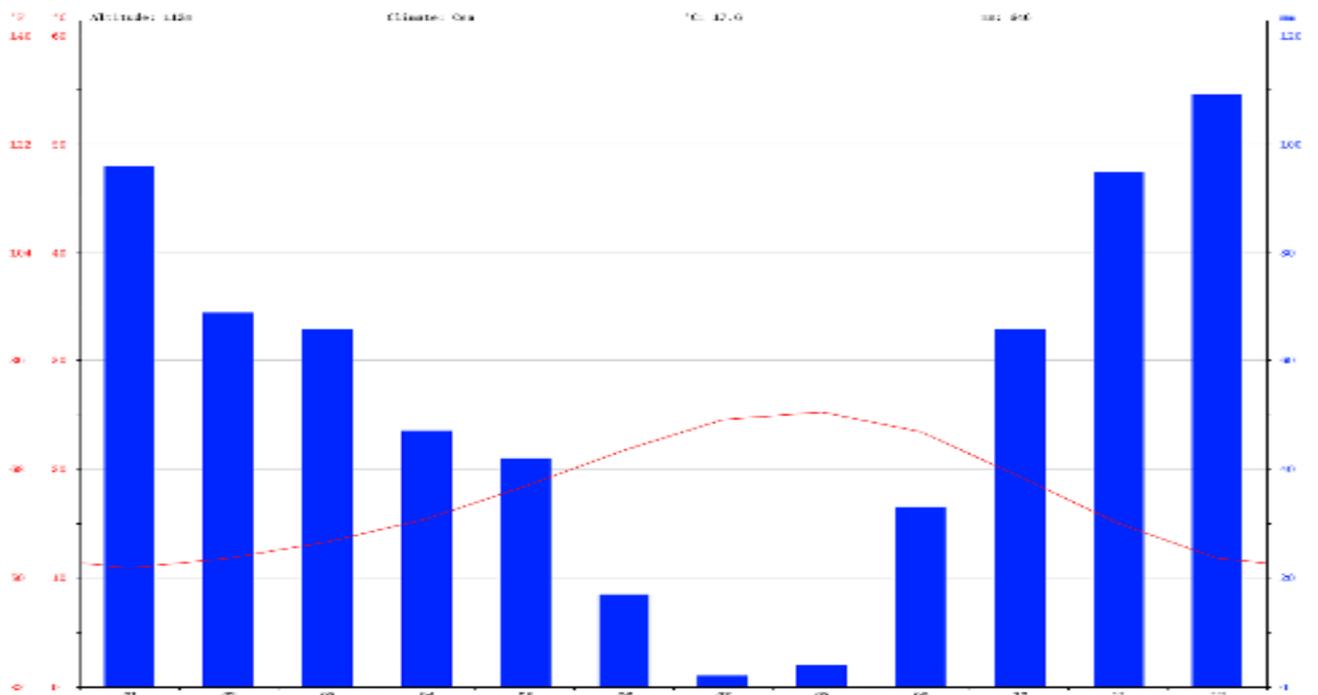
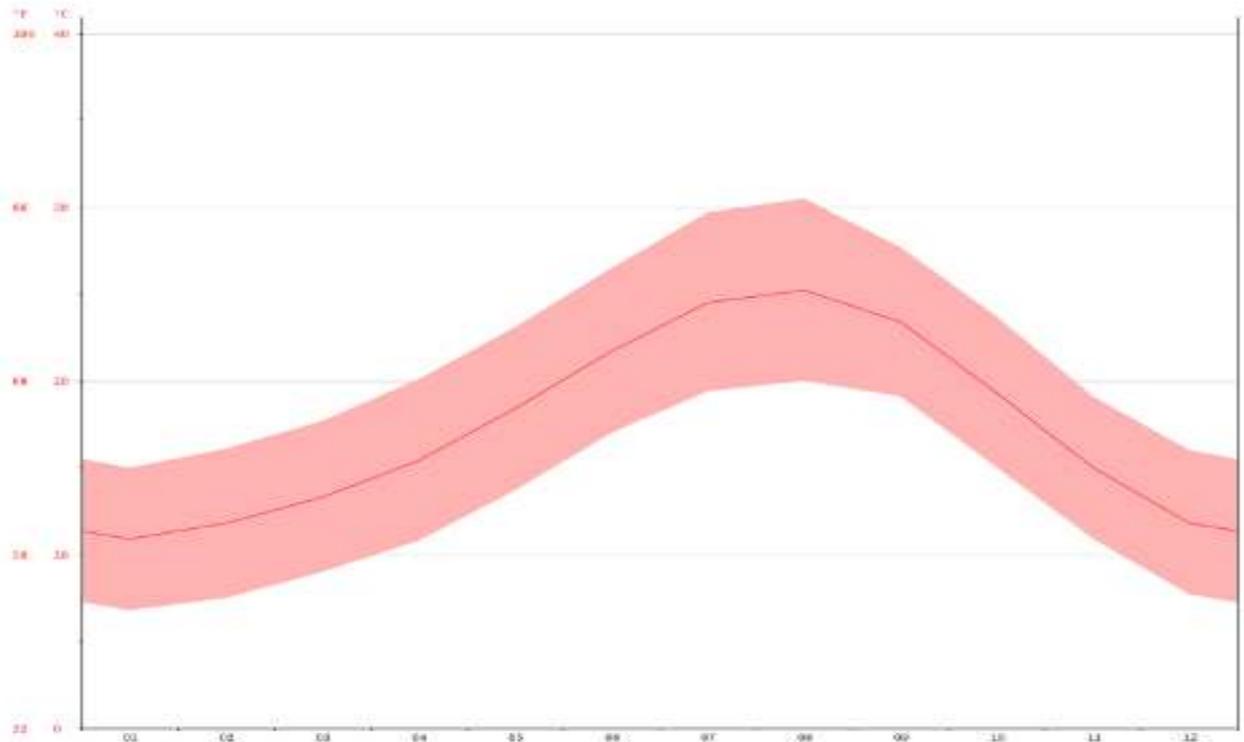


Figure 15 : Précipitations annuelles de la commune Larbaa 2019



**Figure 16 :** Température annuelles de la commune Larbaa 2019.

### **III-Matériel et Méthodes utilisés**

#### **III-1- Matériel utilisés sur terrain et aux laboratoires**

##### **III-1-1 Matériel de récolte des espèces de culicidés**

Le matériel de récolte est constitué de :

- récipient en plastique jaune.
- Une louche.
- Des gans.
- Des étiquettes
- Des tubes
- Alcool 70°

### III-1-2- Matériel biologique

#### III-1-2-1- Matériel végétal

Deux espèces de plantes ont servi à l'obtention des huiles essentielles de *Lavandula officinalis* et *Salvia officinalis*

#### III-1-2-2 Matériel Entomologique

Il est constitué de larves et des adultes de *Culex pipiens*, collectés dans les 2 régions de : Larbaa et bougara.pendant 4 mois du mois de Janvier au mois de Mai 2019.

les larves de *Culex pipiens* (Linné, 1758), aux stades L3 et L4 échantillonnés dans la même localité ont été utilisées dans les essais de lutte

#### III-1-3- Matériel chimique

hydrate de chloral (50g) , KOH 10% , alcool 70° 90° 100°

#### III-1-4- La collecte des adultes

De nombreuses méthodes sont disponibles pour échantillonner les populations Culicidiennes, chacune a ses avantages et ses inconvénients. Dans notre étude pratique nous avons utilisé la technique de piège coloré pour que les moustiques soient attirés par la couleur jaune (Fig17,18,19).

03 récipients jaunes remplis d'eau ont été placé dans 3 zones différentes : Une cave de cité résidentielle, au niveau urbain à cotés des maisons et devant un courant d'eau. Le contenu de ces pièges est récupéré après 24h . Cet échantillonnage est réalisé une fois par semaine. Après collecte des individus , ces dernier sont enlevés de l'eau par une épingle et sont placés dans des tubes remplis d' alcool 70° tout en mentionnant les dates et le lieu de récolte et la température sur les tubes.



**Figure17** : Collecte des moustiques adultes au niveau d'un court d'eau à Bougara (originale,2018)



**Figure18** : Collecte des moustiques au milieu urbain (originale,2019)



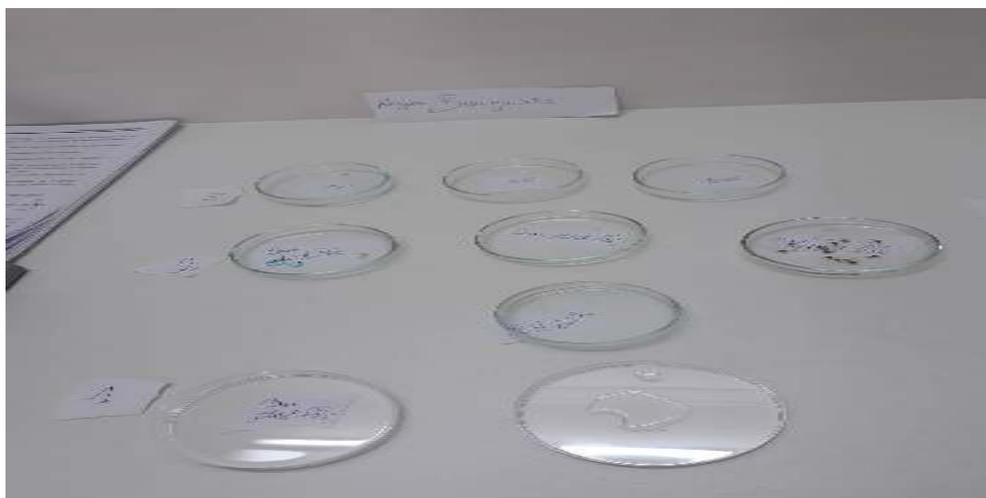
**Figure 19** : la récolte des moustiques adultes au niveau des caves des cités ou cave des bâtiments (originale,2019)



**Figure 20** :Les Individus collectés dans les deux régions (originale,2019)

### III-2- Montage des adultes des moustiques capturés

- Les larves sont conservées dans l'alcool éthylique à 70° glyciné et regroupées par station au moment du montage.
- Les échantillons font l'objet d'un éclaircissement par le KOH
- Un lavage à l'eau distillée pendant dix minutes, puis une déshydratation à l'éthanol (70%, 90 % et 100%).
- Montage entre lame et lamelle avec une goutte de liquide de faure



**Figure 21** : Le montage des adultes (originale,2019)

### III-2-1-Identification des adultes

L'identification est réalisée à l'aide du logiciel « les moustiques d'Afrique méditerranéenne » établi par l'IRD de Montpellier (Brunhes *et al.*, 1999)

### III-2-2-La collectes des larves de culicidae

. Nous avons placé des bassines remplies d'eau polluée. Ces récipients sont mis à l'air libre, Après quelques jours nous avons trouvé des larves des moustiques à l'intérieur des bassines, Enfin nous conservons les larves 3 et larves 4 dans l'alcool 70% pour les bio-essais (fig22)



**Figure 22** : Gîte d'échantillonnage des larves du *Culex pipiens* (Linné, 1758),  
(originale :2019)

### III-2-3- Calcul des doses utilisées :

- **Préparation de solution mère** : 107 µl d'huiles essentielles de *Lavandula officinalis* ont été mélangées à 17 µl de tween + 10 ml d'eau distillée de cette solution mère nous avons préparé les trois testées
- **Calcul des doses** : Les doses ont été calculées en utilisant la formule

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

✓ *Salvia officinalis* :  $V_1 = 10 \text{ ml}$ ,  $m = 9.1 \text{ g}$  alors  $C_1 = 0.91 \text{ g/ml}$

$$(D_1) = (0.91 * 10) / 2 = 4.55 \text{ g/ml}$$

$$(D_2) = (0.91 * 10) / 7 = 1.3 \text{ g/ml}$$

$$(D_3) = (0.91 * 10) / 15 = 0.6 \text{ g/ml}$$

✓ *Lavandula officinalis* :  $V_1=10\text{ml}$ ,  $m=10.9\text{g}$ ,  $C_1=1.09\text{g/ml}$

$$(D_1)=(1.09*10)/2= 5.45 \text{ g/ml}$$

$$(D_2)=(1.09*10)/7=1.55\text{g/ml}$$

$$(D_3)=(1.09*10)/15= 0.72\text{g/ml}$$

### III-2-4- Application des huiles essentielles

L'application des huiles essentielles des deux espèces choisies : *Salvia officinalis* , *Lavandula officinalis*, sur les larves du genre *Culex pipiens* (Linné, 1758), au stades L3 et L4, a été réalisée par contact après pulvérisation des doses 2g /ml,7g/ml,15g/ml respectivement dans des gobelets contenant 10 larves(L3 et L4) chacun. Aussi, des larves témoins n'ayant fait l'objet d'aucun traitement ont été installés dans des gobelets .Après l'application des différents traitements, les gobelets ont été couvert de tulle, le comptage a été fait chaque 12 h

### III-2-5- Analyse statistique

Une analyse de probit sur la base de la mortalité a été réalisé par le logiciel R afin de calculer la CL50 ceci , après correction des mortalité observées par rapport aux témoins selon la méthode d'Abot (1925) :

$$MC = \frac{Mtr - MT}{(100 - Mt)} * 100$$

MC : Mortalité corrigé

MT : Mortalité des témoins

Mtr : Mortalité du traité

Afin d'interpréter les résultats obtenus sur la lutte, et pour étudier la corrélation entre les différents paramètres utilisés (doses, espèces de plantes et jours de traitement) une analyse factorielle des composantes principales a été menée par le logiciel PAST.

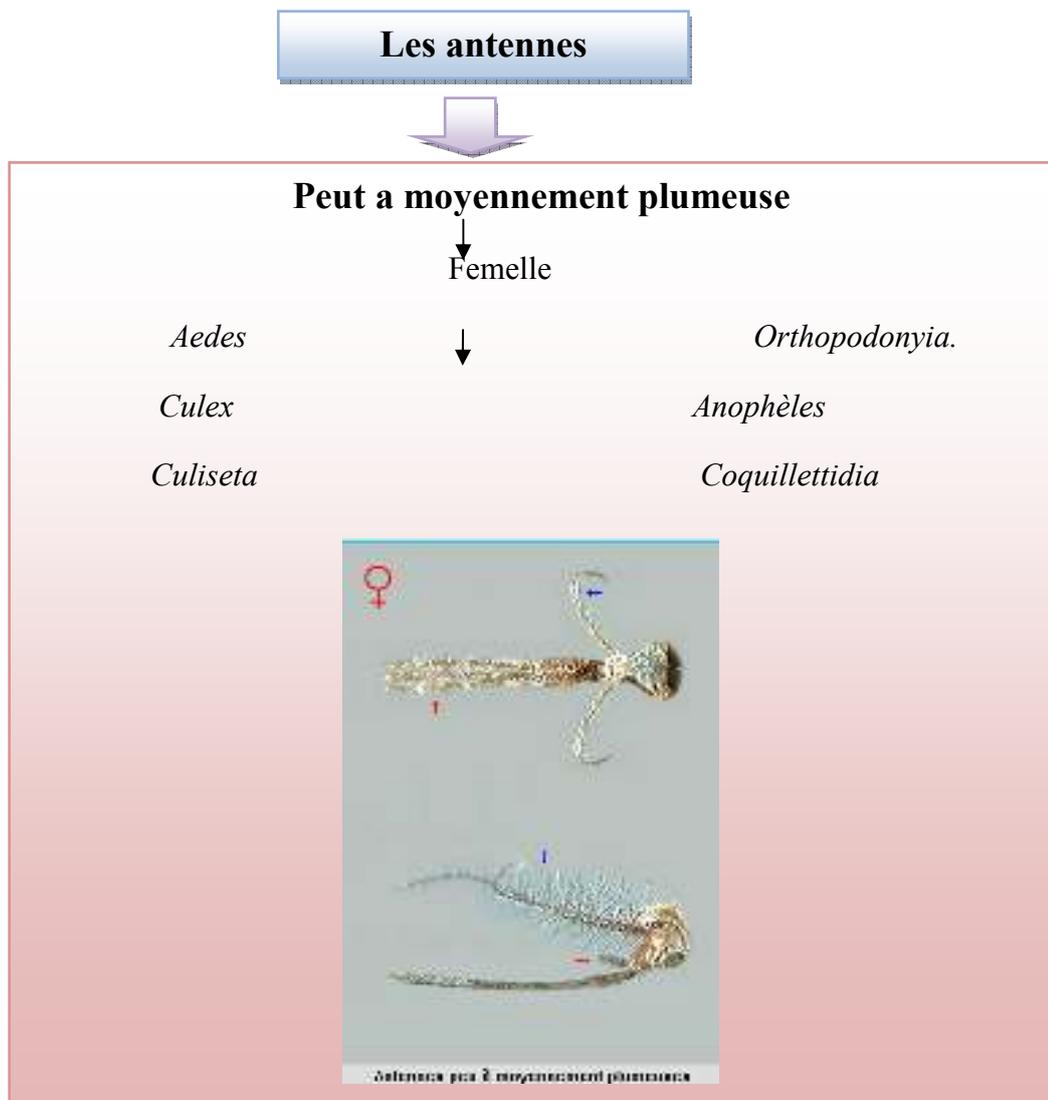
### I-Identifications des principales espèces de moustiques capturées à Larbaa et Bougara :

Trois espèces ont pu être identifiées, dans les différents gîtes prospectés des deux régions d'études Bougara et Larbaa. Cette identification a été faite à l'aide du logiciel Les Moustiques de l'Afrique méditerranéenne établi par l'IRD de Montpellier (Brunhes *et al.*, 1999). Les principaux critères utilisés dans leurs identifications sont :

#### I.1- Identification du genre :

Il repose sur :

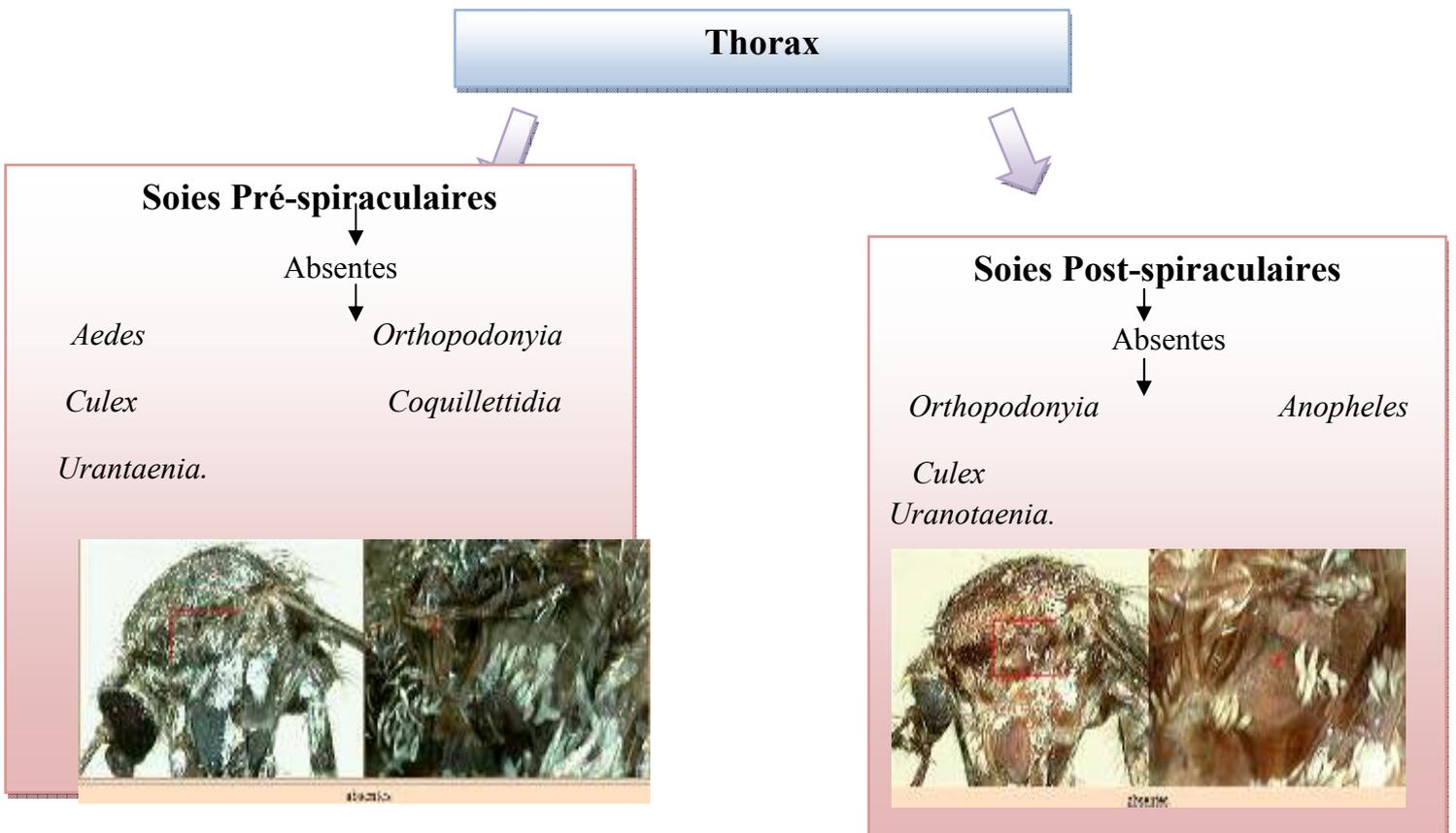
##### I.1.1- la garniture des antennes des femelles



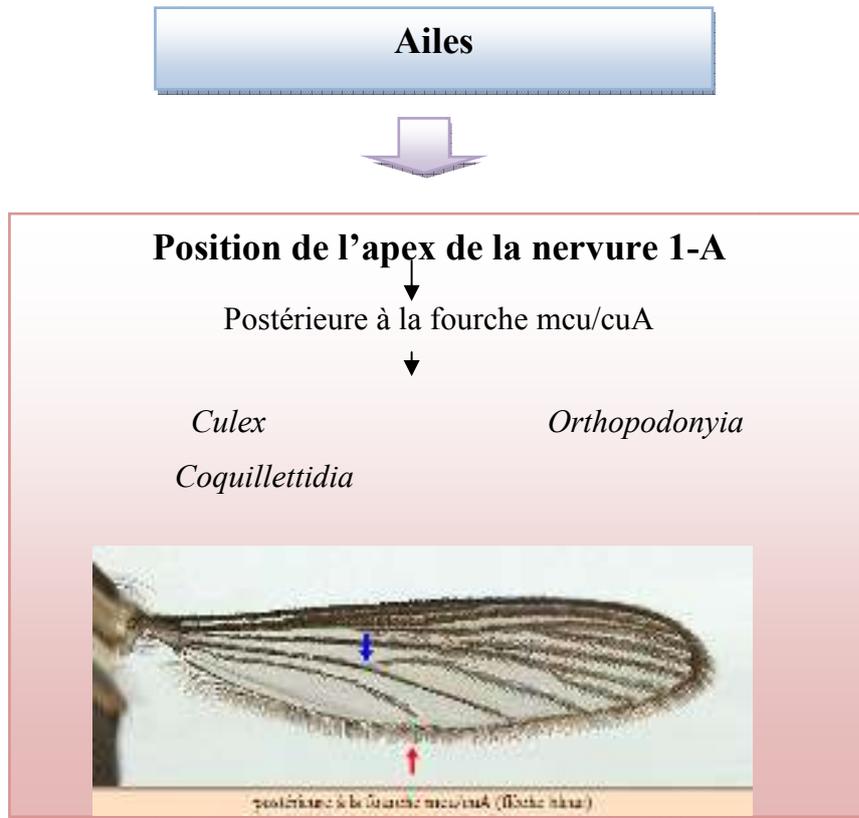
I.1.2- La longueur des palpes maxillaires au niveau de la tête



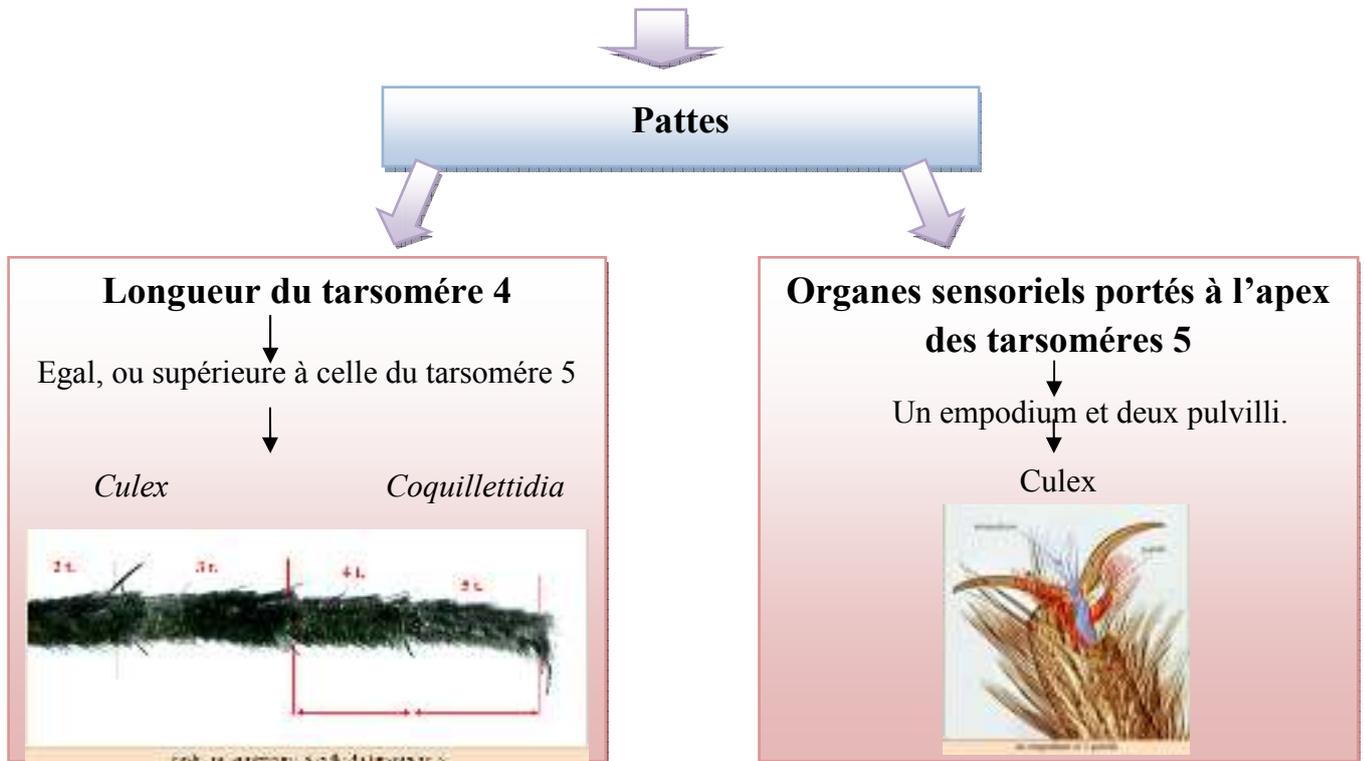
I.1.3- La présence ou l'absence des soies Pré-spiraculaires au niveau du thorax



I.1.4- Au niveau des ailes position de l'apex de la nervure



I.1.5- Au niveau des pattes longueur du tarsomère 4



## I-2– Identification des espèces

Les critères utilisés dans l'identification des espèces sont :

### I-2-1-*Culex deserticola*(Kirkpatrick, 1924)

Est un petit moustique jaunâtre dont les pattes sont entièrement sombres et dont chaque tergite abdominal est orné d'une bande blanche apicale prolongé en pointe vers l'avant

### I-2-2-*Culiseta longiareolata*(Macquart 1838)

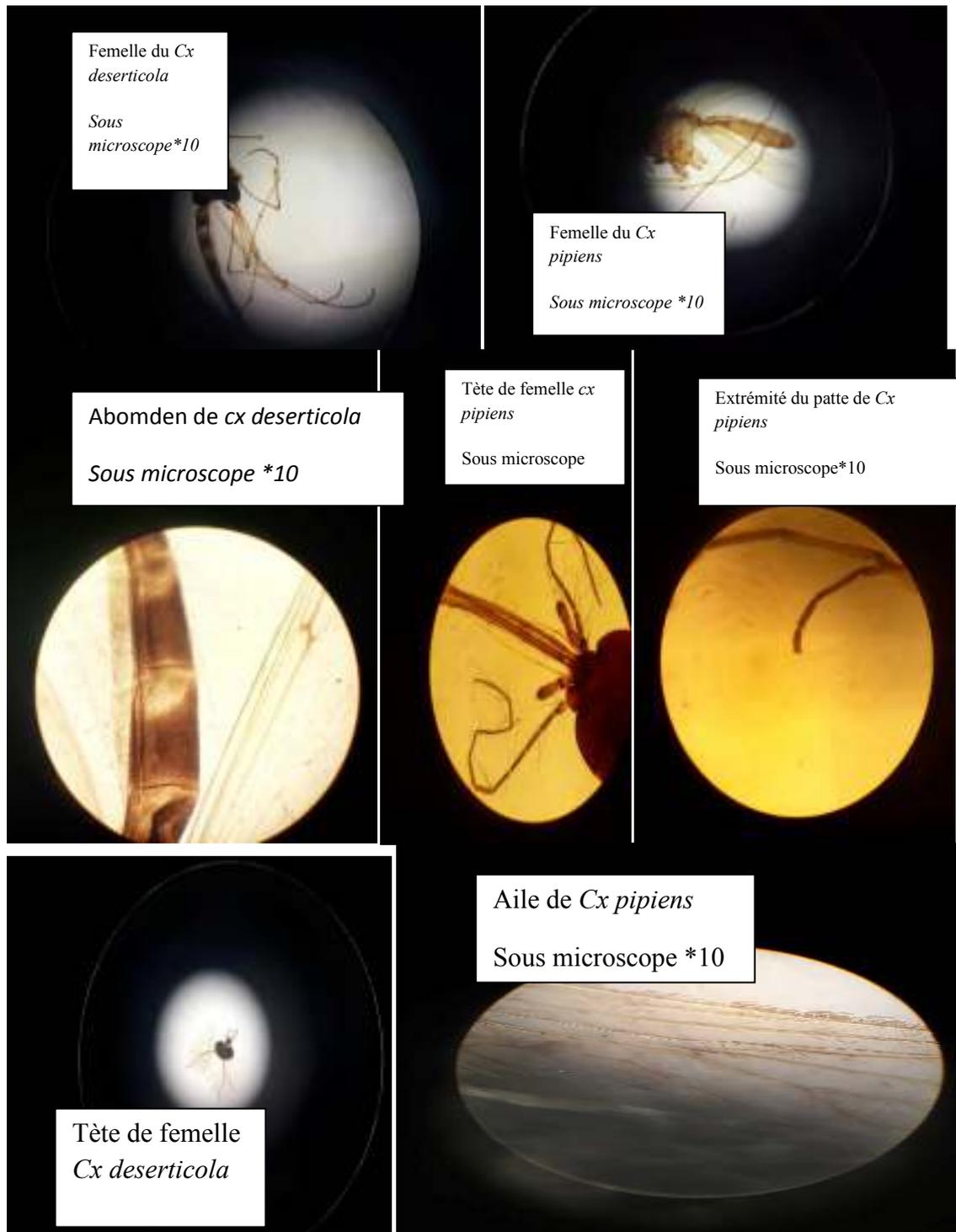
L'ornementation du thorax ,des pattes et les génitalia male interdisent toute confusion

- Thorax : ornementation de l'aile
  - \*présence au moins d'une tache d'écailles sombres
  - Ornementation de scutum
  - \*3bandes blanches longitudinales
  - \*2taches blanches latérales
- Pattes I et III ornementation du tarsomère sombre au plus 2 anneaux claires

### I-2-3-*Culex pipiens* (Linnée,1758)

C'est l'espèce la plus commune des moustiques du genre *Culex* dans l'hémisphère nord

- **Au niveau de la Tête** : les antennes sont fines chez la femelle, et plumeuses chez le mâle.
- **Abdomen** : 5 à 7 mm de long. Le corps de la femelle peut se déformer lorsqu'elle se gorge de sang.
- **Ailes** : elles dépassent légèrement l'abdomen, lequel est brun et annelé .Les ailes sont couvertes et bordées



**Figure 23 :** photo des différentes espèces de culicidae sous microscope optique\*10

## II-Résultats de l'identification

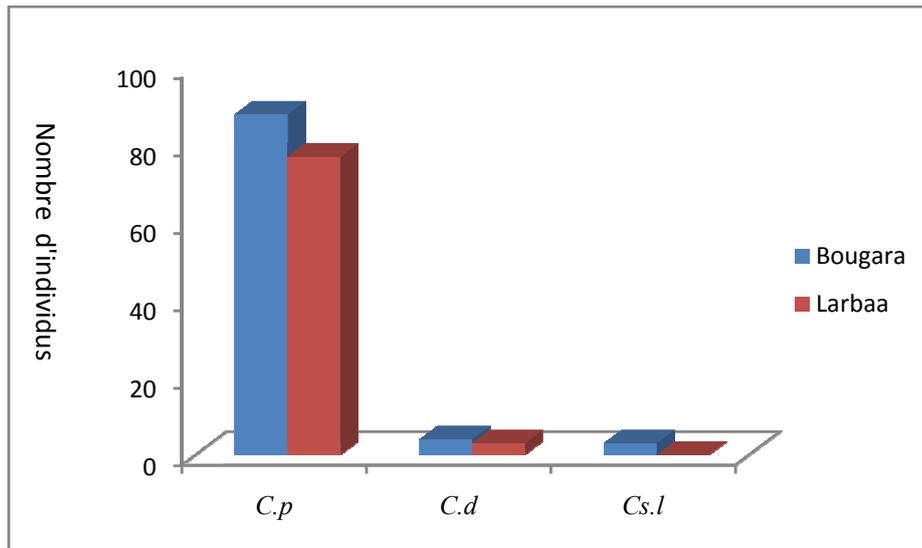
L'identification des spécimens(fig23) collectés dans les deux régions d'étude Bougara et Larbaa dans les différents gites prospectés nous a donné les résultats suivants(tableauIII) :

**Tableau III** : Résultats des espèces identifiées dans les deux régions d'études

Les espèces	Regions	
	Bougara	Larbaa
<i>Cx.pipiens</i> (Linné, 1758),	88	77
<i>Cx.deserticola</i> (Kirkpatrick, 1924)	4	3
<i>Cs.longiareolata</i> (Macquart 1838)	3	Absence
Total	95	80

### Interprétation

Nous avons identifié la présence de 2 espèces du genre *Culex* : *Culex deserticola* , *Culex pipiens* et une espèce du genre *Culiseta* : *Culiseta longiareolata*. Le *Culex pipiens*(Linné, 1758), et *Culex deserticola* ont été rencontré dans les deux regions d'études. Cependant *Culiseta longiareolata* a été rencontré uniquement à Bougara . . Parmi les trois espèces recensées, l'espèce *Culex pipiens* s'est révélé la plus représentative avec 88 et 77 individus récoltés respectivement à Bougara et Larbaa . Cette espèces semble la plus dominantes dans nos régions d'études. Cependant *Culex deserticola* (Kirkpatrick, 1924) et *Cs Longiareolata* faiblement représentées 3et 4 individus (TableauIII).



**Figure24** : Principales espèces de culicideae rencontrées dans les deux régions prospectées.

*C.p* : *Cx.pipiens* ; *Cx .d* : *Cx.deserticola* ; *Cs .l* : *Cs.longiareolata*

## II – Fluctuation des populations des espèces identifiées en fonctions saisons

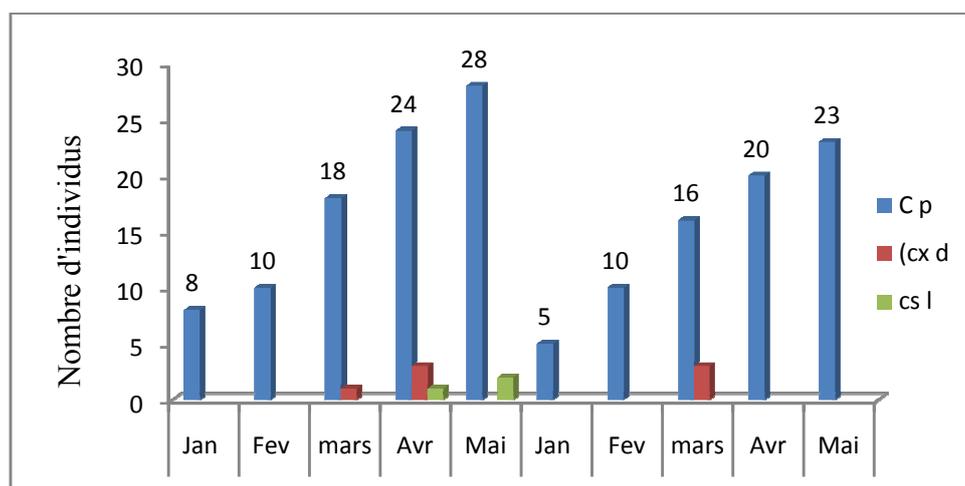
### Dans les deux régions

**Tableau IV** : Variations des populations des espèces capturées en fonctions des périodes de captures et des régions

	Bougara					Larbaa				
	Jan	Fev	mars	Avr	Mai	Jan	Fev	mars	Avr	Mai
<i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758),	08	10	18	24	28	05	10	16	20	23
( <i>Cx deserticola</i> ( Kirkpatrick, 1924)	00	00	1	3	00	00	00	03	00	00
<i>Cs longiareolata</i> (Macqu1838)	00	00	00	01	02	00	00	00	00	00

**Interprétation**

L'espèce de moustique le plus dominant dans les deux régions est le *Culex pipiens* avec un nombre de 88 et 77 a Bougara et Larbaa respectivement on remarque aussi que le nombre des moustiques augmente avec l'arrivé des mois chauds où la quasi totalité des moustique est obtenue au mois de mai.



**Figure25** : répartitions des espèces captures en fonction des périodes de captures dans les deux régions d'études

**II- Résultats du teste biocide**

**II-1-Effet des huiles essentielles de *Lavandula officinalis* et *Salvia officinalis* sur les larves L4 de *Cules pipiens*(Linnée,1758)**

**II-1-1 Estimation des taux de mortalités observées sur les L3 et L4 traitées aux deux huiles essentielles**

**Tableau V: nombres des mortalités observées sur les larves L3 et L4 de *C.pipiens***

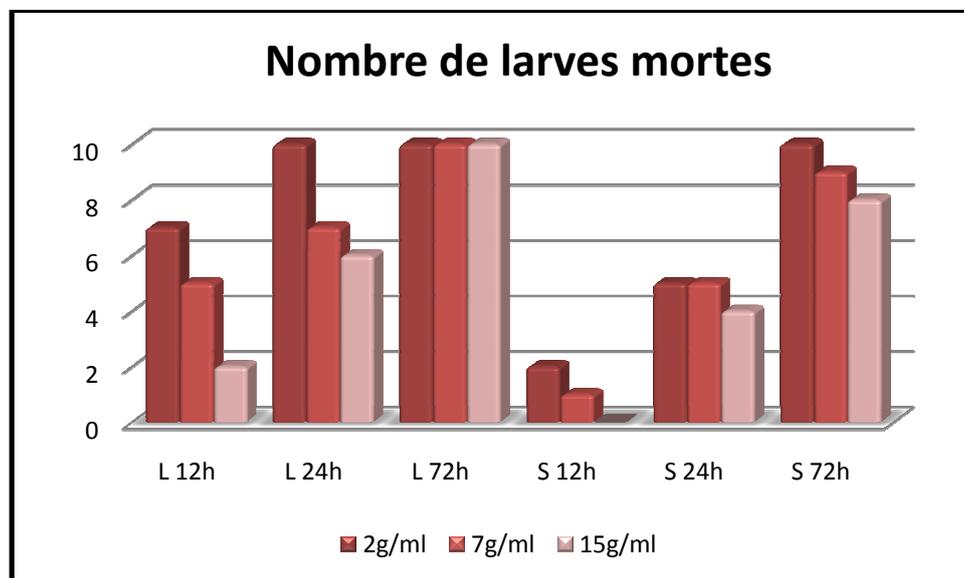
	L 12h	L 24h	L 72h	S 12h	S 24h	S 72h
2g/ml	7	10	10	2	5	1
7g/ml	5	7	10	1	5	9
15g/ml	2	6	10	0	4	8

L :lavande

S :saug

**Interprétation :**

Les huiles essentielles de *Lavandula officinalis* et *Salvia officinalis* ont agi différemment sur les larves de *Culex pipiens* aux stades L3 et L4. Cependant, celles de *L.officinalis* étaient plus efficaces avec des mortalités observées oscillant de 20% à 100% aux doses 2, 7, et 15g/ml respectivement. Cependant les mortalités causées par les huiles essentielles de *Salvia officinalis* oscillent aussi entre 20% et 100% mais le 100% de mortalité n'est atteint qu'au dernier jour de traitement et avec la dose la plus forte uniquement à savoir 2g/ml (tab03). L'efficacité de ces traitements varie donc en fonction de la dose appliquée et du temps de traitement.



L :lavande

S :sauge

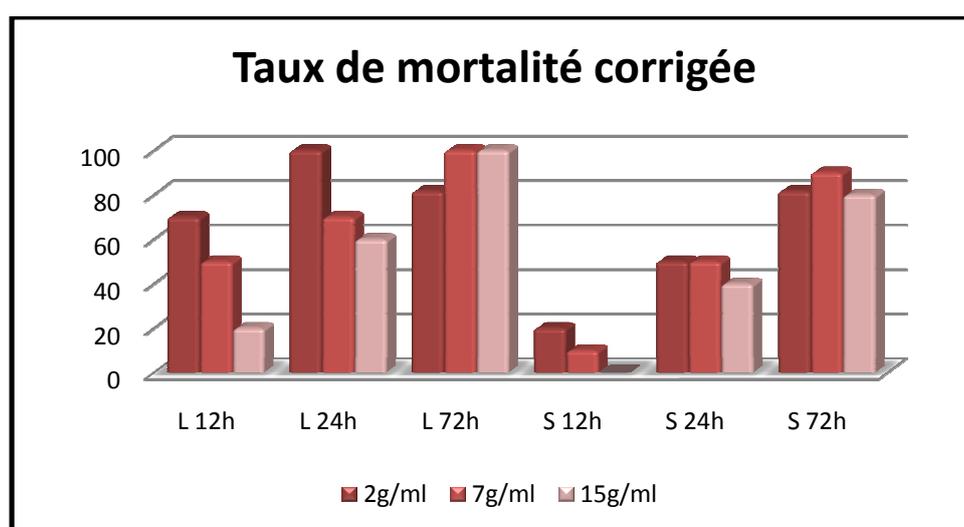
**Figure26 :** Nombres de mortalités observées pendant le traitement des larves de *culex pipiens*.

### II-1-2 Estimation des taux de mortalités corrigées sur les L3 et L4 traitées aux deux huiles essentielles

**Tableau VI : pourcentages de taux des mortalités corrigées des L3et L4 de *C. pipiens* traités aux deux huiles**

Doses/larves	L 12h	L 24h	L 72h	S 12h	S 24h	S 72h
2g/ml	70	100	81,6	20	50	81,6
7g/ml	50	70	100	10	50	90
15g/ml	20	60	100	0	40	80
Témoins	0	0	20	0	0	20

Parallèlement, les témoins n'ayant subi aucun traitement, et installés dans les mêmes conditions opératoires (Eau distillée et à température ambiante) n'ont présenté aucune mortalité après 12h et 24h mais deux larves mortes ont été observées après 72h soit 20% de mortalité. A cet effet, les tests effectués sont positifs (MC chez les témoins inférieurs à 20%) . De même d'après la( figure 27)et le tableau(VI) nous avons estimé le taux de mortalité corrigé causé par les deux huiles essentielles après 72h à 81,6% ceci nous montre que les deux huiles on un effet insecticides sur *Culex pipiens* (Linné, 1758),



**Figure27:** Taux de mortalités corrigées pendant le traitement des larves e *culex pipiens*(Linné, 1758),

### II.1.3 – Estimations des CL50 des deux huiles

L'analyse des probites réalisée par le logiciel R nous permet d'estimer que les deux huiles essentielles de *Lavandula officinalis* et *Salvia officinalis* sont toxiques contre les larves de *Culex pipiens* (Linné, 1758), avec des CL50 de 16,04 ( $\pm 4,03$ ) et 3,90 ( $\pm 4,00$ ). (Tableau VII) à 24 après traitement respectivement *L.officinalis* et *S.officinalis*.

**Tableau VII: Résultats de la CL50 (Obtenues par le logiciel R)**

Temps de traitement	CL50 <i>L.officinalis</i> (g/ml)	CL50 <i>S.officinalis</i> (g/ml)
12h	6,99 ( $\pm 2.32$ )	3,99 ( $\pm 6.81$ )
24h	16,04 ( $\pm 4,03$ )	3,90 ( $\pm 4,00$ )

### II-2-Corrélation entre les différents paramètres de traitement

L'analyse des composantes principales (ACP) réalisée aux axes 1(92,43%) et 2(7,56%) indique la présence d'une corrélation positive entre les différents paramètres à savoir : type d'huile essentielle utilisée comme traitement, sa dose, et sa durée de traitement.

Ces paramètres sont répartis sur le plan factoriel (fig28) comme suit :

- premier un groupe comprenant les paramètres ayant donné une meilleure réponse biocide à forte dose (2g/ml) : l'huile essentielle de la lavande durant toute la période de traitement ainsi que l'huile essentielle de la sauge qui a permis une mortalité à cette dose là, le premier jour du traitement comparativement aux autres doses de la même plante.
- un deuxième groupe représenté par les paramètres qui ont donné un résultat considérable à une dose moyenne (7g/ml), à savoir : la sauge après 24h et 72h.
- Un dernier groupe comprenant les taux de mortalité les moins élevés qui ont été enregistrés après application des deux huiles à une dose faible (15g/ml).

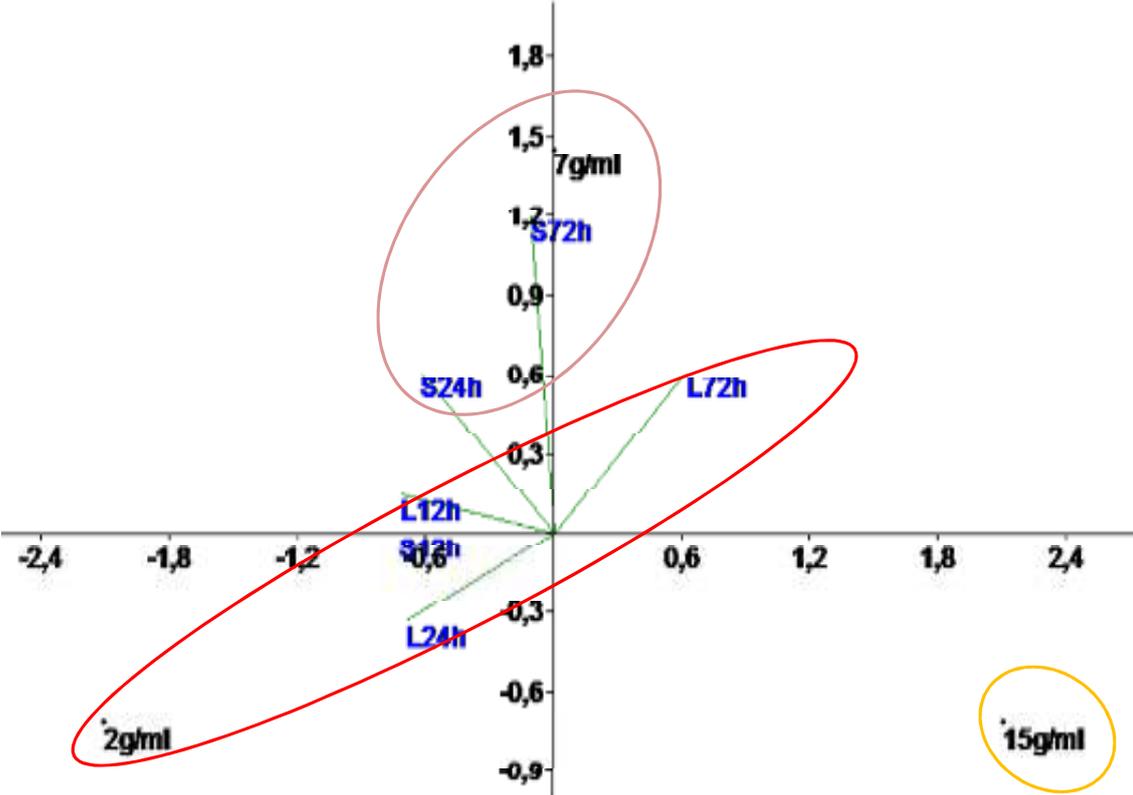


Figure28 : corrélation des différents traitement par dose et durée de traitement (ACP/PAST)

**Discussion :**

*Culex pipiens*(Linné, 1758), est une espèce largement représentée dans toute la région holarctique; dans la région afro-tropicale elle occupe les zones les plus fraîches (Ethiopie, hauts plateaux malgaches). Sa grande plasticité écologique et morphologique est à l'origine des nombreuses descriptions dont il a fait l'objet sous des noms très divers.. Les larves se développent dans des eaux très polluées par les matières organiques (fossé de drainage d'eaux usées, mare temporaire de la périphérie des villes, vide sanitaire inondé). On peut les rencontrer dans des gîtes dont l'eau fraîche et pure (bidon contenant de l'eau de pluie, bassin, bords de ruisseau non pollué). Il semble que l'on soit en présence de populations, non isolées génétiquement, mais dont certaines se développent préférentiellement en eau polluée et sont anthropophiles et autogènes alors que d'autres, qui se développent en eau non polluée, sont essentiellement ornithophiles. Dans le bassin méditerranéen, les deux populations sont probablement toujours mélangées; il semble que la forme ornithophile soit dominante en altitude et dans les gîtes extérieurs non pollués. La forme anthropophile est dominante dans les gîtes hypogés. Les femelles piquent de nuit tous les vertébrés à sang chaud; elles prennent leur repas surtout à l'intérieur des habitations. Dans certaines agglomérations gérant mal les eaux usées, *Cx. pipiens* peut être une nuisance de première importance. Par ailleurs, cette espèce est un vecteur majeur de filariose de Bancroft en Egypte .

Dans notre étude *culex pipiens*(Linné, 1758), est l'espèce la plus dominant et la plus répandu par rapport au *culex deserticola* (Kirkpatrick, 1924) et *Culiseta longiareolata*(Macquart 1838),

Pour pallier aux inconvénients des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, les chercheurs ont eu recours à des alternatives naturels remplissant le même rôle et présentant des avantages écologiques et économiques. Il s'agit principalement des extraits de plantes aromatiques et médicinales, qui ont depuis toujours occupé une place importante dans la vie des peuples. On considère que ces mécanismes sont uniques et que les bioinsecticides 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 bioinsecticides peuvent être utilisés seuls et à répétition 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. La toxicité est évaluée à partir du taux de mortalité enregistré après

traitement et qui dépend des doses administrée. Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de *lavandula officinalis* et *salvia officinalis* à l'égard des larves du troisième et quatrième stade de *Culex pipiens*, dont les résultats montrent une activité larvicide avec une relation dose – réponse.

Nous notons aussi que les résultats obtenus sur le traitement des larves avec les deux huiles essentielles nous donnent des doses létales des deux huiles essentielles extraites de *L.officinalis* et *S.officinalis* sont de (16.04g/ml.)et (3.90g/ml) respectivement , Ces DL50 sont approximativement dans la même fourchette de valeur que celle trouvé par (Chaettath A, 2013) sur la *Mentha piperita* les doses létales des huiles essentielles extraites sont égale à 12.02ppm (DL50). Ce résultat concorde parfaitement avec les explications apportées dans l'étude de( Seye et *al.*, 2006), où les auteurs stipulent dans leur étude toxicologique portant sur l'effet de la poudre de neem testée à l'égard des stades pré-imaginaux de *Culex quinquefasciatus*, que les substances actives contenues dans l'extrait sont libérées lentement induisant une mortalité progressive . .

### Conclusion et perspective

Les arthropodes d'importance médicale ont toujours éveillé l'intérêt des entomologistes et des médecins. Ces arthropodes sont nombreux et variés grâce à des conditions très favorables à leur développement, notamment la température élevée et la forte humidité. Quelques arthropodes sont connus pour leur action nocive. Les plus dangereux sont les vecteurs, se sont le plus souvent des insectes piqueurs qui inoculent directement l'agent pathogène dans le sang. En Algérie, les culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations. Certaines espèces peuvent transmettre des agents pathogènes responsable de maladies infectieuses.

Dans notre étude L'identification des spécimens collectés dans les deux régions d'étude Bougara et Larbaa dans les différents gites prospectés nous a révélé que *Culex pipiens*(Linné, 1758), est l'espèce le plus répandus et le plus dominants avec un 88 et 77 individus récoltés respectivement à Bougara et Larbaa par rapport aux espèces *Cx. Deserticola*(Kirkpatrick, 1924) et *Cs.longiareolata* . L'élimination de ces maladies repose en grande partie sur la lutte contre le vecteur. Les moyens envisagés et adoptés se sont appuyés dans les premiers temps sur l'utilisation des produits chimiques.

Cependant, en raison des problèmes liés à l'utilisation de ces produits et leur impact nocif sur l'environnement, il s'avère nécessaire d'avoir recours à des alternatives naturelles ayants le même rôle et présentant des avantages écologiques et économiques. Il s'agit notamment celle relative à l'utilisation des extraits de plantes. Ce qui est la préoccupation première de notre étude, dans laquelle, nous avons choisis les extraits méthanoliques de deux plantes pour évaluer leur activité larvicide sur les larves du moustique *Culex pipiens*(Linné, 1758),. Les résultats obtenus révèlent un effet variable des plantes sur les larves, ce qui est traduit par les taux de mortalité variant de très faibles à très élevés.

Les résultats indiquent également que l'évolution de la mortalité des larves dépend de la concentration des extraits d'une part et de la durée d'exposition d'autre part. Il ressort de cette étude Les huiles essentielles de *Lavandula officinalis* et *Salvia officinalis* ont agit différemment sur les larves de *Culex pipiens*(Linné, 1758), aux stades L3 et L4. Cependant, celles de *L.officinalis* étaient plus efficaces avec des mortalités oscillant de 20% à 100% aux doses 2, 7, et 15g/ml respectivement quand les mortalités causées par les huiles essentielles de

*Salvia officinalis* oscillent aussi entre 20% et 100% mais le 100% de mortalité n'est atteint qu'au dernier jour de traitement .

Au vu de cette efficacité, Ces résultats permettent de déduire que l'extrait agit comme un poison qui agit par ingestion sur le système digestif des larves du moustique. D'après notre étude, nous avons remarqué des effets mortelles des larves traitées, par rapport à ceux des larves témoins . . Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour l'application des extraits aqueux des poudres végétales dans la production des biocides.

D'autre part doivent être envisagées afin de préciser la nature des composés responsables de l'effet toxique. Un essai « terrain » semble nécessaire pour étudier cette même efficacité dans des conditions naturelles. D'autres études approfondies sont nécessaires et doivent être envisagées en perspectives pour bien cerner la toxicité des plantes sur les larves des moustiques et notamment ; l'isolement et la caractérisation des composés actifs dans les différents extraits afin de caractériser la composition des espèces de plantes aromatiques présente dans la ville de Blida . D'autres tests devraient être réalisés afin de rechercher les mécanismes d'action des extraits aqueux et de leurs composants actifs sur les larves de moustiques in vitro et in vivo.

Compte tenu des essais par les tests menés au laboratoire et des résultats obtenus, on peut d'ores et déjà envisager d'en tirer des recommandations pratiques pour les services de santé publique. Les bioinsecticides que représentent les plantes, à moindre coût peuvent être une alternative intéressante et prometteuse. Vu la prolifération des moustiques, il devient urgent pour les services concernés d'imposer une réglementation draconienne accompagnée de méthodes d'interventions et de stratégies de lutte par les plantes, à l'égard des moustiques en l'occurrence *Culex pipiens*

### References bibliographique :

#### A

**Abbot W.S.**,1925: "A method of computing the effectiveness of an insecticide". J. Econ. Ent., (18): 265-267.

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

**Anonyme. (1983)** -Informal consultation on insect growth regulators. WHO/VBC/83.

**Aouinty B, Oufara S, Mellouki F, et al.** 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). Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 10: 67-71.

**Aubineau M., Bermond A., Bongler J., Roger-Estrad J.**2002.Larousse agricole. Larousse/VUEF. Canada, p. 379

#### B

**Balenghien T.(2006)** - De l'identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection dans le sud de la France. Thèse de Doctorat, Grenoble, Université J. Fourier : 235 p,

**Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C, Dahl C., Lane J. AND Kaiser A. ( 2003)** - Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, p498

**-Bellakhdar J. 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ed. Le Fennec, Casablanca, 477p

**Bruneton J., (1993).** "Pharmacognosie, phytochimie, Plantes médicinales" (2e édition). Tec et Doc., Lavoisier, Paris, 915.

**Bendali F., 2006.** Étude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anticulicidienne. Thèse de doctorat en biologie animale. Université d'Annaba, Algérie. 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

**Banafshi O, Rafinezhad J, Esmailnasab N (2004)** Faunistic investigation on soft ticks and infection of *Ornithodoros tholozani* to *Borrelia persica* in Bijar, Kurdistan Province, Iran 2003. Sci J Kurdistan Univ Med Sci. 7(331): 50–58.

**Banafshi O, Abai MR, Ladoni H, Bakshi H, Karami H, Azari-Hamidian S (2013)** The fauna and ecology of mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in western Iran. Turk J Zool. 37:298–307

**Berchi S.( 2000)** - Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutttes. Thèse doc. Es – science, Université de Constantine, Algérie : 133p.

**Belaiche P. (1979)** Traité de Phytothérapie et d Aromathérapie. Tome-t-II : Maladies Infectieuses. Maloine, Paris, 9-20.

**Benatia F.(2006)** Le travail féminin en Algérie: (Département d'Alger), l'Université du Michigan,272p

**Bendali F., 2006.** Étude bioécologique, systématique et biochimique des Culicidae (Diptera : Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anticulicidienne. Thèse de doctorat en biologie animale. Université d'Annaba, Algérie. 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

**Berchi S., 2000.** Résistance des certaines populations de *Culex pipiens* . au malation à constantine (Algérie). Bull. Soc. Ent. France 105(2) : 125-129

**Bodo Sahra., 2009:** Lavande officinale, *lavandula angustifolia*, L3 SBV, faculté libre des sciences et technologie, France, 6p

**Boudemagh N., Bendali-Saoudi F. & Soltani N., 2013.** Inventory of Culicidae (Diptera: Nematocera) in the region of Collo(North-East Algeria). Annals of Biological Research, 4 (2): 94-99

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

**Brunhes J., Abdl Rahim., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J. P., 2000** - Identification des culicides d'afrique méditerranéenne. CDROM I.R.D. Montpellier. France.

### C

**Cachereul A.( 1997)** - Les moustiques : cycle de développement, aspects anatomophysiologiques et régulation du cycle ovarien, Thèse de Médecine Vétérinaire, Nantes. 117p.

**Chaettath A., 2013** - étude incticide des huiles essentielles de *Mentha piperita* à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiorealata*; mémoire de master; Tébéssa ; p45.

**Clement A.N. (1999)** - The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behaviour. CAB International Publishing, p 576.

## Références bibliographiques

---

**Capo M., Courilleeau V., et Vallette C. (1990)** - Chimie des couleurs et des odeurs. Culture et techniques, 204 p.

### E

**El Ouali Lalami A., Cherigui M., Ibsouda Koraichi S., Maniar S., EL Maimouni N. & Rhajaoui M. 2009.** Le paludisme importé dans le Centre Nord du Maroc entre 1997 à 2007. Cah. Santé, 19, 1, 43-47.

### G

**Geiger, Rudolf (1954).** "Klassifikation der Klimate nach W. Köppen" [Classification of climates after W. Köppen]. Landolt-Börnstein – Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik, alte Serie. Berlin: Springer. 3. pp. 603–607

**Georghiou GP., Ariaratnam V., Pasternak ME., Lin CS. (1975).** Organophosphorus multiresistance in *Culex quinquefasciatus* in California. J. Econ. Entomol. 68, p. 461–467.

**Goislard C., 2012.-** Les répulsifs anti-moustiques à l'officine. Thèse de doc en pharmacie, université Angers UFR science pharmaceutique en ingénieur de la santé p 16.

**Guyatt H.L., Dnow R.W. & Evans D.B., 1999.** Malaria epidemiology and economics effects of delayed immune acquisition on the cost effectiveness of insecticide treated bed nets. Tans. R. Soc. Lon. B. 345: 827-835.

### H

**Hammadi D., Boubidi S. C., Chaib S. E., Saber A., Khechache Y. (1) ; Gasmi M. (1); Harrat Z., 2009** - Le paludisme au Sahara algérien. Bulletin de la société de pathologie exotique. Vol. 102, n o 3, pp. 185-1920.

**Handacq N., 1995.** Les Aedes de la Tunisie : contribution à l'étude bioécologique de deux espèces halophiles : *Aedes detritus* Haliday, 1833 et *Aedes caspius* Pallas, 1771 (Nematocera, Culicidae). Mémoire de DEA, Fac. Sci. Tunis, 112 p

**Hassaine K., 2002.** Bioécologie et biotypologie des culicidae de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (*Ae. caspius*, *Ae. detritus*, *Ae. mariaae* et *C. pipiens*) dans la région occidentale algérienne. Thèse de doctorat ès sciences. Université de Tlemcen

### I

**Isman MB. (2005)** Problems and opportunities for the commercialization of botanical insecticides. In: Regnault-Roger C, Philogène BJR, Vincent C, editors. Biopesticides of plantorigin . Paris, France: Lavoisier, pp. 283–2

### K

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

**Kim S., ROH J., Kim D., Lee H. & Ahn Y., 2003** - Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. J. Stored Prod. Res, (39): 293-303.

**Kirkpatrick T.W., 1925.** The mosquitoes of Egypt. Government Press, Cairo, 224 p.

**Klowden M.J. (1990)** - The endogenous regulation of mosquito reproductive behavior.

**Kone D., 2009.-** Etude de la phytochimie et des activités larvicide, anticholinesterasique et antioxydante des extraits de quatre plantes du Mali : *Acacia nilotica* Guill. et Perr. (Mimosaceae), *Calotropisprocera* (Ait.) Ait.f. (Asclepiadaceae), *Euphorbiasudanica* A. Chev (Euphorbiaceae) et *Hyptissuaveolens* (L.) Poit (Lamiaceae).Mim.Doc.Uni de Bamako.p123

**Köppen, Wladimir (1936).** In **Köppen, Wladimir; Geiger (Publisher), Rudolf (Eds.).** [The geographic system of climates] Handbuch der Klimatologie. 1. Berlin: Borntraeger.pp565-567

### L

**Linnée C.( 1758 )** - Systema naturae per regna fria naturae. Edition 10. Holmia, 1: 82.

**Loudhaief R., 2018 :** Effets des bioinsecticides à base de *Bacillus thuringiensis* sur la physiologie intestinale de la Drosophile, Thèse de doctorat, de l'Université Nice Sophia Antipolis, France, 209p.

**Lounaci Z., 2003.** Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera : Nematocera) en milieux rural et agricole. Thèse de magister en sciences agronomiques, option entomologie appliquée. INA, El Harrach,120p.

### M

**Maatoug.(1990).** « Nos plantes médicinales ». Lexiques cliniques des plantes médicinales non toxiques employées en Tunisie

**Macquart (1838)**0 Reconfirmation of *Culiseta* (*Allotheobaldia*) *longiareolata*(Diptera: Culicidae). The first sequence-confirmed findings in northeastern Austria.24p

**Margot, P., 2010.-** Evolution de la résistance au bactério-insecticide Bti chez les moustiques. Thèse de doc en biologie .Université JOSEPH FOURIER – GRENOBLE P 16-17

## Références bibliographiques

---

**Metge G.**, 1986. Étude des écosystèmes hydromorphes (Daya et Merja) de la Meseta occidentale marocaine : typologie et synthèse cartographique à objectif sanitaire appliquée aux populations d'*Anopheles labranchiae* (Falleroni, 1926), (Diptera, Culicidae, Anophelinae). Thèse doctorat ès sciences. Université de droit d'économie et des sciences d'Aix-Marseille, 280 p.

**Mouhamadou I. T., (2002)** - SIG et distribution spatiale des infrastructures hydrauliques dans la commune de Zè au Bénin. Afrique Science : Revue internationale des Sciences et Technologie, 10(2).

### O

**OMS. (1995)** -Lutte contre les vecteurs du paludisme et autres maladies transmises par les moustiques. Rapport d'un groupe d'étude de l'OMS, Genève, OMS, Série de Rapports techniques N0 .857.

**OMS., 1999.**- La lutte anti vectorielle, méthode à usage individuel et communautaire. (449p

### P

**Padrini F. et Lucheroni M.T., 1996** - Le grand livre des Huiles Essentielles- guide pratique pour retrouver vitalité, bien être et beauté avec les essences et l'aromassage. Energétiques avec plus de 100 photographies. Ed de Vecchi, Paris, pp.11, 15, 61 et 111.

**Pierrick H. (2014)** - *Culex pipiens* - Définition. Réalisé en collaboration avec des Polytechnique de Toulouse, 22-38.

### R

**Rai M.K., Acharya D. and Wadegaonkar P. (2003)** - plant derived-antimycotics: potential of Asteraceous plants, In : plant-derived antimycotics : Current Trends and Future prospects, Haworth press, N-York, Londin, Oxford. 165-185

**Ramos H.-C. ET BRUNHES J. ( 2004)** - Insecta, Diptera, Culicidae, Uranotaenia. Faune de Madagascar 91. Ed. IRD Édition, CIRAD, MNHN-Paris, Montpellier, 463 p.

**Rioux J. A., 1958** - Les culicides de « Midi méditerranéen », enc. Ent., XXX, P. Le chevalier, Paris : 1-303

**Rodhain F., Perez C. (1985)** - Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine S. A., Paris , 458p.

**Roubaud E., 1929.** Cycle autogène d'attente et générations hivernales suractives inapparentes chez le moustique commun *Culex pipiens* L.C.R. Acad. Sci., Paris 188 : 735-738.

### S

**Samanidou-Voyadjoglou A & Darsie RF. Jr., 1993** - An annotated checklist and bibliography of the mosquitoes of Greece. *Mosquito Systematics* 25, 177-185.

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

**Seguy E. (1955)** - Introduction à l'étude Biologique et Morphologique des insectes Diptères. Ed. Muséum Nationale, Rio-de-Janeiro, 260 p

**Senevet G., & Andarelli L., 1955** - À propos d'*Anopheles algeriensis*. *Arch. Inst. Pasteur, Algérie*, 33 : 269-272

**Seye F., Ndione R.D. & Ndiaye M., 2006** - Etude comparative de deux produits de neem (huile et poudre) sur les stades préimaginaux du moustique *Culex quinquefasciatus*. (Diptera : Culicidae) *Afrique Science* 02(2)2 12 R225

**Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberj J., Sukprakarn C. (1997)**: Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research*, 33: 7–15.

**Sinegre G., 1974** - Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (ochleratatus) Caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae). Eclosion, dormance, développement, fertilité, thèse d'état science. Univ .du langue Doc, 285p

**Sellami S., 2003**: Evaluation of nematicide activity of some plants against the nématode of stalks: *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda:Anguinidae), Seen again by the National institute of Agronomy, Algeria, 52-58.

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

### T

**Teuscher E., Anton R., et Lobstein A., (2005)**. Plantes Aromatiques (épices, aromates, condiments et huiles essentielles). Edition Tec et Doc. Paris. Edition. E.M. inter. Allemagne. P : 266

### U

**Urquhart G.M., Armour J., Duncan J.L., Dunn A.M. And Jenninge F.W. (1996)** - *Veterinary parasitology*. 2nd edition. Oxford: Blackwell science. p 307.

## Références bibliographiques

---

**Weill M., Duron O., Labbé P., Berthomieu A., Raymond M., 2003.** La résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides. M/S 12 (19).W

### Z

**Zeller H. G., 1999** - West Nile : Une arbovirose migrante d'actualité Médecine tropicale. vol. 59, no 4BIS, pp. 490-494.

- <http://www.dsp-blida.dz/index.php/wilaya>

### **Annexe I : Liquide de faure**

- Eau distillée 50ml
- Hydrate de chloral 50g
- Glycérine 20ml
- Gomme arabique 30g

### **Annexe II : la préparation du liquide de faure**

Afin d'identifier les espèces de culicidae collectées, et dans le but de bien les fixer lors du montage, nous avons préparé le liquide de faure selon la méthode :

- ❖ Mélanger à froid-50ml d'eau distillée avec 50g d'hydrate de chloral et 20ml de Glycérine
- ❖ Mettre la gomme arabique dans un sachet de tulle très fin
- ❖ Laisser tromper ce sachet dans le liquide, à l'aire libre ,à froid mais on protégeant de la poussières
- ❖ Agiter fréquemment le sachet pour faciliter la diffusion de la gomme
- ❖ Lorsque toute la gomme est dissoute conserver le mélange dans un récipient approprié et si possible à l'abri de la lumière.



La gomme arabique utilisée dans l'étude (originale ;2019)



**Liquide de faure (originale ;2019)**