



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

Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de biologie appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Science biologique

Option : Biochimie appliquée



Thème :



**Effet pupicide de l'huile essentielle de
Lavandula dentata chez *Culiseta
longiareolata***

Présenté par :

M^{elle} BRAHMI Gamra

M^{elle} SNOUSSI Amel

Devant le jury :

M^{me} BOUABIDA.H

MCA

Université de Tébessa

Présidente

M^{me} Dris.D

MCB

Université de Tébessa

Rapporteuse

M^{me} HAMIRI. M

MAA

Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance : 08/06/2021

قال تعالى {إِنَّ اللَّهَ لَا يَسْتَحْيِي أَنْ يَضْرِبَ مَثَلًا مَّا بَعُوضَةً
فَمَا فَوْقَهَا فَأَمَّا الَّذِينَ آمَنُوا فَيَعْلَمُونَ أَنَّهُ الْحَقُّ مِنْ رَبِّهِمْ
وَأَمَّا الَّذِينَ كَفَرُوا فَيَقُولُونَ مَاذَا أَرَادَ اللَّهُ بِهَذَا مَثَلًا يُضِلُّ
بِهِ كَثِيرًا وَيَهْدِي بِهِ كَثِيرًا وَمَا يُضِلُّ بِهِ إِلَّا الْفَاسِقِينَ}

سورة البقرة-26-



Résumés

ملخص

بسبب المشاكل المرتبطة باستخدام المبيدات الحشرية الكيميائية وتأثيرها الضار على الصحة والبيئة ، من الضروري استخدام البدائل الطبيعية التي تؤدي الدور نفسه للمبيدات الحشرية الاصطناعية وتقدم مزايا بيئية واقتصادية

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير الزيوت الأساسية للخزامة التي تم جمعها في منطقة تبسة ضد نوع معين من البعوض يسمى *Culiseta longiareolata*

بعد القيام بعملية استخلاص الزيوت العطرية للخزامة بواسطة جهاز التقطير وجدنا المردود عالي و مقدر ب : **3.66 ± 0.31%** وذلك بالنسبة للأوراق الجافة لمدة 8 أيام.

أكدت النتائج الإحصائية أن الزيوت الأساسية للخزامة لها تأثير سام وقاتل ، وتؤثر أيضًا على المؤشرات الحيوية: أدى ذلك إلى انخفاض نشاط إنزيم أستيل كولين استيراز وزيادة ملحوظة في نشاط إنزيم الكتالاز بعد فترات علاج مختلفة (24 ساعة و 48 ساعة و 72 ساعة). تأثير هذه الزيوت العطرية على كميات المركبات البيوكيميائية: انخفاض في نسب البروتينات والسكريات ، وتذبذب ملحوظ في نسب الدهون.

الكلمات المفتاحية: المبيدات الحشرية، الزيوت العطرية، أستيل كولين استيراز، الكتالاز، المستقلبات البيوكيميائية، الخزامة

Culiseta longiareolata,

Abstract

Due to the problems associated with the use of chemical insecticides and their harmful effects on health and the environment, it is necessary to use natural alternatives that play the same role as synthetic insecticides and provide environmental benefits and economic.

This study aims to test the effect of essential oils of *Lavandula dentata* collected in the region of Tebessa against a specific species of mosquito *Culiseta longiareolata*.

After extracting the essential oils of *Lavandula dentata* using a hydro-distiller apparatus, we found a high yield, estimated at: $3.66 \pm 0.31\%$ for leaves dried for 8 days.

Statistical results confirmed that lavender essential oils have a toxic and lethal effect, and also affect vital indicators: this led to a decrease in the activity of the enzyme acetylcholinesterase and an important increase in the activity of the catalase enzyme after different treatment periods (24 h, 48 h and 72 h). The effect of these essential oils on the quantities of biochemical compounds: a decrease in the proportions of proteins and sugars, and a notable fluctuation in the proportions of fats.

Key words: Insecticides, Essential oils, Acetylcholinesterase, Catalase, Biochemical metabolites , *Culiseta longiareolata*, *Lavandula dentata*.

Résumé

En raison des problèmes liés à l'utilisation des insecticides chimiques et de leurs effets nocifs sur la santé et l'environnement, il est nécessaire d'utiliser des alternatives naturelles qui remplissent le même rôle que les insecticides de synthèse et offrent des avantages environnementaux et économiques.

Cette étude vise à tester l'effet des huiles essentielles de *Lavandula dentata* cueillies à la région de Tébéssa contre un type spécifique de moustique appelé *Culiseta longiareolata*.

Après avoir procédé à l'extraction des huiles essentielles de *Lavandula dentata* à l'aide d'un appareil de hydro-distillateur, nous avons trouvé un rendement élevé, estimé à : **3,66 ± 0,31 %**, pour des feuilles séchées pendant 8 jours.

Les résultats statistiques ont confirmé que les huiles essentielles de la lavande ont un effet toxique et létal, et affectent également les indicateurs vitaux : cela a conduit à une diminution de l'activité de l'enzyme acétylcholinestérase et une augmentation notable de l'activité de l'enzyme catalase après différentes périodes de traitement (**24 h, 48 h et 72 h**). L'effet de ces huiles essentielles sur les quantités des composés biochimiques : une diminution des proportions de protéines et de sucres, et une fluctuation notable des proportions de graisses.

Mots clés : Insecticides, Huiles essentielles, Acétylcholinestérase, Catalase, Métabolites biochimiques, *Culiseta longiareolata*, *Lavandula dentata*.



Remerciement

Avant tout nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir accordé la force, et la volonté et la patience pour terminer ce mémoire.

*Nous remercions du plus profond du cœur notre promotrice, **Dr. Dris Djemaa** pour son encadrement exemplaire et complet, son soutien et assistance pendant notre travail.*

*Nous aimerions remercier les membres du jury **Dr. Bouabida Hayette** et **Dr. Hamiri Manel** d'avoir accepté de revoir notre travail.*

Nous remercions également à exprimer nos sincères remerciements au personnel du laboratoire pour leur aide, en particulier "Chahra" et "Souad".

Nous adressons nos remerciements à nos amis qui ont partagé les charges de cette recherche.

Nous remercions également nos généreux parents et leur souhaitons une bonne santé.

Un grand merci à tous ceux qui ont participé au succès de cette recherche, que ce soit de près ou de loin.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes parents : Brahmí Bachír et Ramdana.

A mes frères : Brahm, Abdellali, et Zouhír.

A mes sœurs : Houría et Dounía.

A la femme de mon frère Leíla et toute la famille khalfaoui.

A ma chère : Roua.

A mon binôme Amel et toute la famille Snoussi.

A mes oncles, tantes, cousins, et cousines (Aicha et Naoua).

A mes amis : Amel, Chourouk, Samah, Nessrine, Lamia, Nessrine, Randa, Mhania, Souhír, Saída, Sana, Chiraz, Chaïma, Hanane, Mariem, Kamar, Imen, et Chaïma.

A mes professeurs de lycée (Mansouri, Hssini, khadhiri, Bouteraa, Bin Ayyad, Messai, Merah...).

A mes camarades de la promotion de la biochimie 2020-2021.

Gamra

Dédicaces

Au nom de Dieu le Miséricordieux

Et que les prières et la paix de Dieu soient sur le Maître de l'intercession, notre Maître Muhammad le Noble Prophète, sa famille et ses proches compagnons, et ceux qui les ont suivis avec bonté jusqu'au Jour du Jugement et après.

Je dédie ce travail :

A mes parents : "Doula" et "el Sadi", Pour leur sacrifice, leur amour, leur soutien et encouragements tout au long de mes études.

A mon frère unique : A ceux qui m'ont toujours soutenu et encouragé à la réussite de mon cher frère Oussama et sa fiancée "kawthar"

A mes sœurs : A ceux qui m'ont montré ce qu'il y a de plus beau que la vie mes frères Rahma ,Safia ,Yosra.



*Au propriétaire d'un bon cœur: le mari de ma sœur
"Bilal".*

*Aux bourgeons de la famille: Arij et Najmal-Din
"Munch".*

*A mon binôme: À mon ami et compagnon de la
recherche Gamra et toute la famille Brahmí, surtout
sœur "Houria" qui ne nous a pas épargné son offre.*

*À ma tante: qui ne m'a pas empêché de lui demander
et de la motiver "Ghozala".*

*A mes amis : À qui Dieu a fait d'eux mes frères en
Dieu et mon don dans la vie, Gamra, Nessrine,
Chourouk, Samah, Amal, Nessrine Rais,*

*A ceux qui ont raté l'oïse et ont sauvé le cœur :Rahima,
soumaya, Kawther, Fadila, Echerake.*

*Ames camarades de la promotion de la biochimie 2020-
2021.*

A

Amel

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 : Position systématique de <i>Cs longiareolata</i> .	1
Tableau 02 : Position systématique de <i>Lavandula dentata</i> .	16
Tableau 03 : Dosage des glucides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	28
Tableau 04 : Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	29
Tableau 05 : Dosage des protéines totales chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	29
Tableau 06 : Effet d'huile essentielle de <i>Lavandula denta</i> (ppm) appliquées sur les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée % ($m \pm SD$, n = 5 répétitions comportant chacune 25 individus).	33
Tableau 07 : Effet d'huile essentielle de <i>Lavandula dentata</i> (ppm) chez les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).	34

Liste des figures

Liste des figures

Figure 01 : Nacelle d'œufs de <i>Culiseta longiareolata</i> .	5
Figure 02 : Larve de <i>Cs longiareolata</i> .	6
Figure 03 : Puce de <i>Cs longiareolata</i> .	6
Figure 04 : Femelle et Male de <i>Cs longiareolata</i> .	6
Figure 05 : La tête de <i>Cs longiareolata</i> .	7
Figure 06 : L'aile de <i>Cs longiareolata</i> .	7
Figure 07 : Abdomen de <i>Cs longiareolata</i> .	7
Figure 08 : Cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i> .	8
Figure 09 : Lieu de prélèvement du site d'Oued Khenig Tebessa.	10
Figure 10 : Lieu de prélèvement du site de Safsaf El Ouesra Tebessa.	10
Figure 11 : Tri, comptage et séparation les larves et les pupes.	11
Figure 12 : Elevage au laboratoire.	11
Figure 13 : Cage qui contenant les adultes.	11
Figure 14 : Attrapez les moustiques avec des tubes à essai.	11
Figure 15 : les feuilles de <i>Lavandula dentata</i> .	14
Figure 16 : Photographies des inflorescences représentatives du genre <i>Lavandula dentata</i> .	16
Figure 17 : Carte montrant l'aire de répartition des sections du genre <i>Lavandula</i> .	17
Figure 18 : Structure chimique de quelques composés majoritaires de l'HE de <i>L. dentata</i> .	19
Figure 19 : Montage de l'hydro-distillateur de type Clevenger	22
Figure 20 : Conservation de l'huile essentielle	23
Figure 21 : Dosage de l'activité du catalase	27
Figure 22 : Dosage des métabolites primaires selon (Shibko et al., 1966) modifié par (Soltani & Soltani - Mazouni, 1992)	30

Fig 23 : Courbe présentant les pourcentages de mortalités des pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> .	34
Fig 24 : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> .	35
Fig 25 : Perte des pattes de <i>Culiseta longiareolata</i> .	35
Fig 26 : Malformation des ailes chez <i>Culiseta longiareolata</i> .	36
Fig 27 : Réduction de la taille <i>Culiseta longiareolata</i> .	36
Fig 28 : Effet d'HEs de <i>Lavandula dentata</i> (CL50) sur l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$; $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	37
Fig 29 : Effet d'HEs de <i>Lavandula dentata</i> (CL50) sur l'activité spécifique de la catalase ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$; $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	37
Fig 30 : Effet des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> (CL50) sur le contenu de glucides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> .	38
Fig 31 : Effet des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> (CL50) sur le contenu de lipides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$, $n=3$).	39
Fig 32 : Effet des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> (CL50) sur le contenu de protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$, $n=3$).	39

Liste des abréviations et symboles

Liste des abréviations et symboles

ASCh : acétylcholinestérase
BBC : bleu brillant de commassie
BSA : albumine de sérum de bœuf
CAT : catalase
CL50 : concentration létale
cm : centimètre
CMI : concentration minimale inhibitrice
CO₃HNa : Bicarbonate de sodium
Cs longiareolata : <i>Culiseta longiareolata</i>
DO : densité optique
DPPH : 2,2-difénil-1-picril-hidrazila
E. coli : <i>Escherichia coli</i>
Fig : figure
g : gramme
h : heure
HES : huiles essentielles
H₂O : molécule d'eau
H₂O₂ : eau oxygénée
L : <i>Lavandula dentata</i>
L1 : larve de stade 1
L2 : larve de stade 2

Liste des abréviations et symboles

L3 : larve de stade 3
L4 : larve de stade 4
Kg : kilo gramme
m : mètre
mn : minute
Mm : masse molaire
mM : milli molaire
MBC : concentration bactéricide minimale
ml : milli litre
N : normalité
NaCl : chlorure de sodium
Na₂SO₂ : Sulfate de sodium
nm : nanomètre
O : molécule d'oxygène
OMS : organisation mondiale de la santé
PAM : plantes aromatiques et médicinales
pH : potentiel d'hydrogène
ppm : Partie par million
R : répétition
s : second
SCh : thiocholine
SD : écartype
TCA : Acide trichloracétique
Trs : tours
♀ : femelle

Liste des abréviations et symboles

♂ : male
(+) : positif
(-) : négatif
± : plus ou moins
μl : microlitre
μg : micro gramme
% : pourcentage

Table des matières

TABLE DES MATIERES

ملخص	
Abstract	
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations et symboles	
Table des matières	
I. Introduction	1
II. Matériels et méthodes.	5
II.1. Présentation de <i>Culiseta longiareolata</i>.	5
II.1.1. Position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i>.	6
II.1.2. Caractéristiques morphologiques du l'espèce <i>Culiseta longiareolata</i>.	7
II.1.3. Cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i>.	7
II.1.4. Moyens de lutte contre les moustiques.	9
II.1.4.1. lutte chimique.	9
II.1.4.2. lutte biologique.	9
II.1.5. Elevage au laboratoire.	10
II.2. Présentation de <i>Lavandula dentata</i>.	13
II.2.1. Présentation de la famille lamiacée.	13
II.2.2. Généralités sur <i>Lavandula dentata</i>.	13
II.2.3. Caractéristiques botaniques.	14
II.2.4. Position systématique.	16

II.2.5. Origine répartition géographique.	17
II.2.6. Domaines d'usage.	18
II.2.7. Compositions chimiques de l'huile essentielle.	18
II.2.8. Activités biologiques étudiées des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i>.	19
II.3. Extraction des huiles essentielles par Hydro-distillation.	20
II.4. Rendement en huile essentielle.	23
II.5. Test de toxicité (pupicide).	24
II.6. Dosage de l'acétylcholinestérase.	24
II.7. Dosage de la catalase.	26
II.8. Dosage des compositions biochimiques.	28
II.8.1. Dosage des glucides totaux.	28
II.8.2. Dosage des lipides totaux.	28
II.8.3. Dosage des protéines totales.	29
II.9. Analyses statistiques.	31
III. Résultats.	33
III.1. Rendement en huile essentielle de <i>Lavandula dentata</i>.	33
III.2. Essais pupicide des huiles essentielles de <i>Lavandula dentata</i> à l'égard <i>Culiseta longiareolata</i>.	33
III.3. Anomalies morphologiques.	35
III.4. Effet de l'HE de <i>L. dentata</i> sur l'activité spécifique d'AChE.	36
III.5. Effet des HEs sur l'activité spécifique de catalase.	37
III.6. Effet des HEs sur les compositions biochimiques.	38
III.6.1. Effet des HEs sur le contenu en glucides totaux.	38
III.6.2. Effet des HEs sur le contenu en lipide totaux.	38

III.6.3. Effet des HEs sur le contenu en protéine totales.	39
IV. Discussion.	41
IV.1. Rendement des huiles essentielles.	41
IV.2. Toxicité des HEs.	41
IV.3. Effet des HEs sur l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase.	43
IV.4. Effet des HEs sur l'activité spécifique de la catalase.	44
IV.5. Effet des HEs sur les compositions biochimiques (glucides, lipides, protéines).	45
V. Conclusion	48
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction

Toute la communauté scientifique s'accorde à souligner l'importance des Arthropodes (**Deghiche- Diab, 2016**). Les arthropodes sont les invertébrés qui constituent le plus grand groupe du règne animal. Celles-ci les animaux peuvent être facilement reconnus et différenciés en différents types en raison de leur distincte externe apparence corporelle ou morphologie (**Sebastian et Gautam, 2021**). Les arthropodes, connu depuis l'Antiquité la plus reculée et constituent, dans la classe des Insectes, un ordre très important (**Bouklihacene, 2012**). Ces arthropodes occupent une place importante dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique et dans la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres (**Aouinty et al., 2017**).

Les insectes qui représentent à peu près la moitié des espèces vivantes décrites et les trois quarts de celles du monde animal, occupent un large spectre thermique des zones désertiques, ou les contrastes des températures entre saisons et entre le jour et la nuit sont extrêmement élevés, aux banquises les plus froides (**Deghiche- Diab, 2016**).

Les moustiques ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'Homme, principalement en raison du fait qu'ils peuvent être des vecteurs de maladies. Les femelles en période de reproduction ont besoin de sang pour le développement des œufs et certaines espèces ont une préférence marquée pour le sang humain (**Fatma et al., 2017**). 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 (**Soltani, 2015**), jouent un rôle dans la transmission du paludisme, la filariose et de multiples maladies arbovirales telles que la dengue, la fièvre jaune, la maladie à virus Zika (**Soltanbeiglu et al., 2020**). Parmi les espèces connues dans la transmission des maladies à l'Homme, celles appartenant aux genres *Culiseta longiareolata* (**Fatma et al., 2017**). Elle est l'espèce de moustique la plus intéressante en Algérie, en particulier dans la région de Tébessa (**Bouabida et al., 2017**).

La lutte contre ces insectes connaît le plus souvent des échecs liés d'une part au problème de résistance et d'autre part aux facteurs anthropiques de l'environnement (**Aouinty et al., 2017**). Dans les campagnes de lutte anti-moustique, les matières actives des insecticides utilisés appartiennent aux organophosphorés, pyréthriinoïdes et carbamates de synthèse. Ces préparations, bien qu'elles se soient révélées très efficaces sur les moustiques culicidés, présentent plusieurs inconvénients (**Aouinty et al., 2006**).

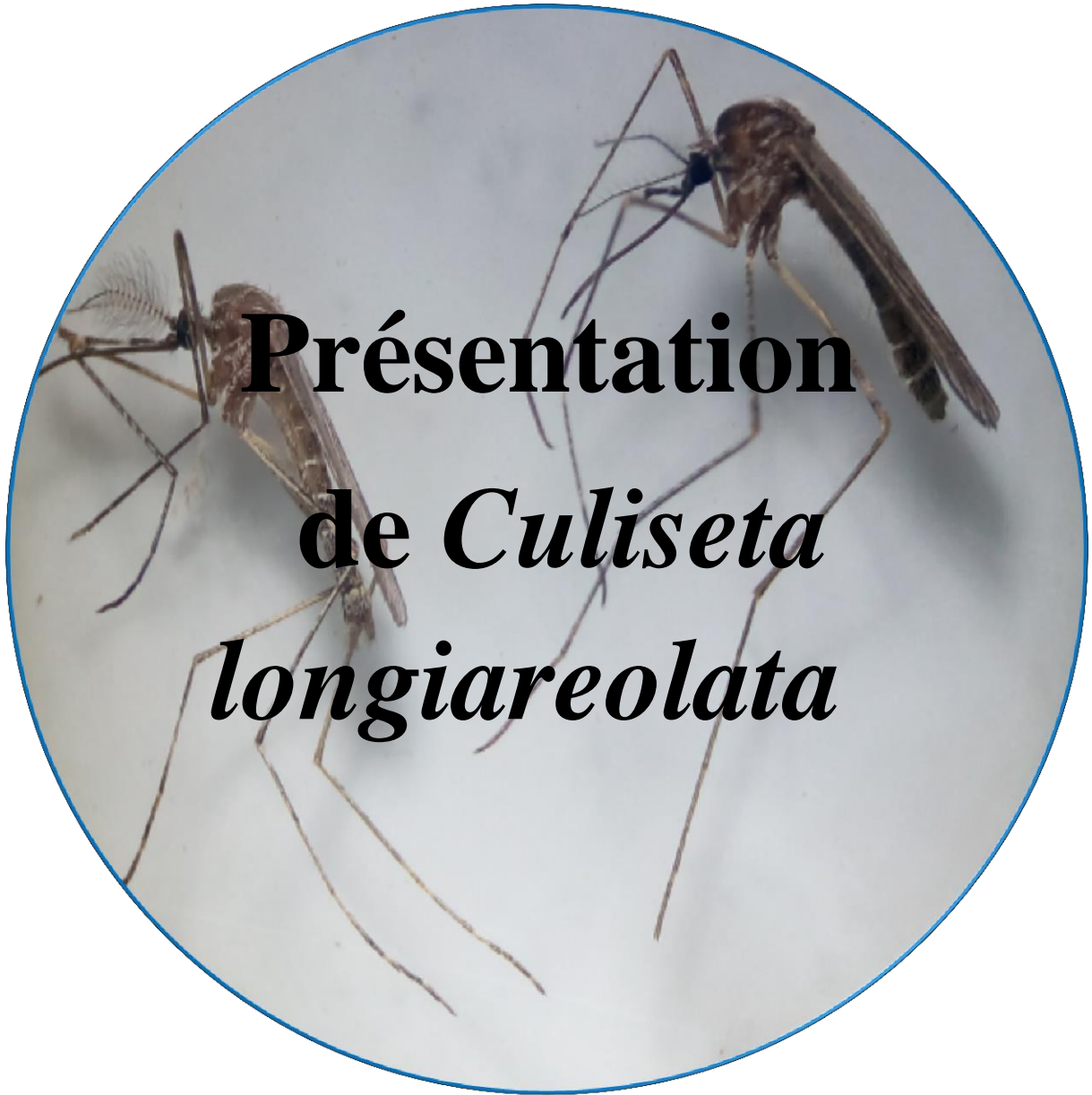
L'Algérie possède une des flores les plus diversifiées et les plus originale du bassin méditerranéen. Le Sahara regroupe environ 500 taxons de plantes supérieures dont une partie reste de nos jours utilisés par les autochtones comme plantes médicinales. Certaines plantes sont connues pour leur capacité à synthétiser des métabolites secondaires à propriétés insecticides. Ces métabolites pourront être exploités dans le domaine de la lutte contre les insectes ravageurs ou vecteurs d'agents infectieux (**Fatma et al., 2017**). Parmi lesquelles on trouve de nombreuses espèces de la famille des lamiacées "*Lavandula dentata*". En effet, la plupart des plantes de cette famille constituent une source d'huiles essentielles et sont très utilisées (**Bachiri et al., 2015**).

Les huiles essentielles utilisées en aromathérapie sont des extraits naturels de plantes de composition complexe obtenus soit par entraînement à la vapeur d'eau, par distillation sèche ou par un procédé mécanique. Elles sont utilisées depuis l'antiquité pour leurs propriétés (anti-infectieuses, antibactériennes, antifongiques, antivirales, antidouleurs...) (**Marie et al., 2019**). L'application des huiles essentielles (HEs) dans le domaine de la lutte a augmenté au cours des dernières années en raison de leur disponibilité et leurs propriétés biologiques (**Dris, 2019**). La teneur en huile essentielle des feuilles de *L. dentata* obtenues par hydrodistillation (**Dris et al., 2017**).

Notre travail comporte donc les étapes suivantes :

- Le premier chapitre comprend la présentation de l'insecte "*Culiseta longiareolata*" et la présentation de la plante "*Lavandula dentata*".
- Le deuxième chapitre concerne l'extraction des huiles essentielles de *L. dentata* et l'effet pupicide de ces huiles sur une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*.
- Le troisième chapitre traite de l'impact de ces HEs sur les paramètres biochimiques (glucides, lipides et protéines) et les biomarqueurs (l'acétylcholinestérase et la catalase) des pupes.
- On termine à la fin par une conclusion sur l'effet d'huile essentielle de la plante *Lavandula dentata* chez une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* et le mode d'action de cet insecticide sur l'espèce ciblée.

Matériels et méthodes



Présentation
de *Culiseta*
longiareolata

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Présentation de *Culiseta longiareolata*

Culiseta longiareolata est une espèce de la famille des Culicidae, la sous-famille des Culicinae (khaligh et al., 2020). Il est un moustique abondant, largement ornithophile, impliqué comme ravageur et vecteur de divers parasites sanguins (Tsurim & Silberbush, 2016). Il se développe principalement dans de petits plans d'eau, et les adultes peuvent entrer dans les maisons et attaquer les humains (khaligh et al., 2020).

Culiseta longiareolata est l'espèce de moustique la plus intéressante en Algérie, en particulier dans la région de Tébessa (Bouabida et al., 2017). Elle est capable de se développer dans des gîtes différents. Cette espèce présente une grande aptitude à coloniser des biotopes naturels ainsi que les gîtes artificiels, différents par leurs caractéristiques physiques (Benhissen et al., 2018).

Culiseta longiareolata est l'espèce la plus volumineuse (Tine-Djebbar et al., 2016). Elle a une taille qui varie de 3 à 5 mm possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des Ailes membraneuses, longues et étroites (Merkhi et Maifi, 2020).

Les œufs de *Culiseta Longiareolata* ont une forme cylindro-conique, groupés en nacelle porte environ 50 à 200 œufs (fig 01). Les larves sont de types carnivores, caractérisées par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées irrégulièrement (fig 02). (Chorfi et Sedira, 2016). Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écailles sombres sur l'aile, le thorax avec trois bandes blanches longitudinales et l'absence des soies longues et fortes au niveau du lobe basal du gonocoxite (fig 04) (Bruhnes et al, 1999).



Fig 01 : Nacelle d'œufs de *Culiseta Longiareolata*.

Fig 02 : Larve de *Culiseta Longiareolata*.Fig 03 : Pupe de *Culiseta longiareolata*.Fig 04 : a : Femelle et b : Male de *Culiseta longiareolata*.

II.1.1. Position systématique de *Culiseta longiareolata*

Tableau 01 : Position systématique de *Cs longiareolata* (Dris, 2019).

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

II.1.2. Caractéristiques morphologiques de l'espèce *Culiseta longiareolata*

Morphologiquement les Culicidés sont caractérisés par des antennes longues et fines, des ailes pourvues d'écailles (**Bouskaya et Degachi, 2019**). Les caractères morphologiques comprennent des rayures blanches et des points sur les jambes, la tête et le thorax (**khaligh et al., 2020**).



Fig 05 : La tête de *Cs longiareolata*.

Fig 06 : L'aile de *Cs longiareolata*.

Fig 07 : Abdomen de *Cs longiareolata*.

II.1.3. Cycle de développement de *Culiseta longiareolata*

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze (12) à vingt (20) jours et comprend quatre (4) stades : l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se déroule en deux phases, une phase aquatique et une phase aérienne (**Matoug, 2018**).

Les moustiques sont des insectes holométaboles, leur cycle biologique comprend une phase aquatique et une phase aérienne. Les adultes ou imago, sont aériens alors que les œufs, les larves et les nymphes constituent les stades pré-imaginaux et vivent dans l'eau douce le plus souvent ou parfois saumâtre (**Dris, 2019**).

Les adultes mâles et femelles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autres sécrétions végétales. Pourtant, une fois fécondées, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (**Guillaumot, 2006**).

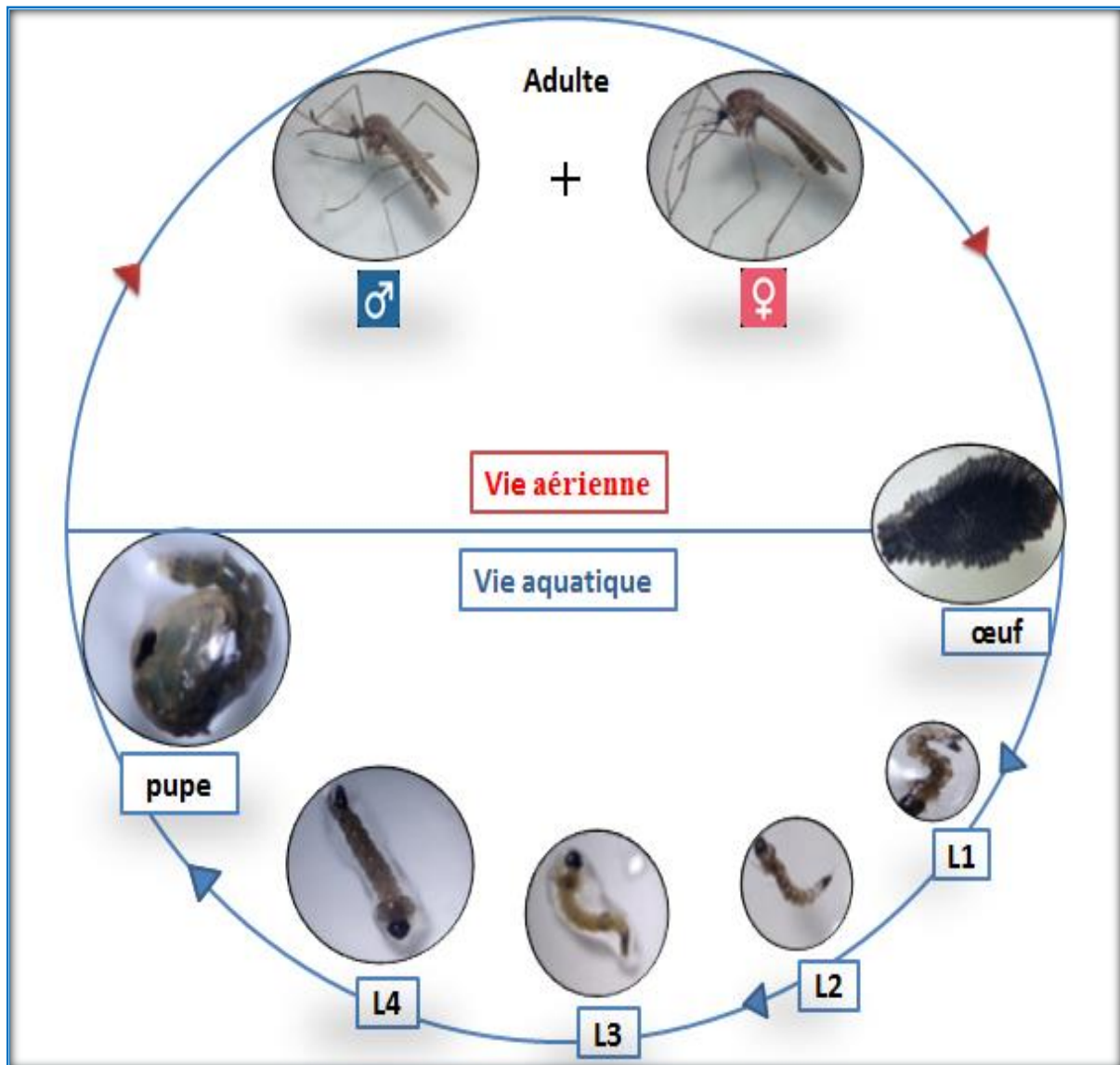


Fig 08 : Cycle de développement de *Culiseta longiareolata*.

Œuf (nacelle) : Suite à l'accouplement qui a eu lieu peu de temps après l'émergence des adultes, les femelles fécondées déposent entre 200 et 400 œufs, perpendiculairement à la surface de l'eau (Dris, 2019). Les œufs, sous forme cylindrique et de couleur blanchâtre au moment de la ponte, deviennent grisâtre ou noirâtre après quelque heures. Cette coloration due à l'oxydation de certains composants chimiques de la tête au contact de l'eau ou l'air. L'œuf est pourvu d'un opercule qui s'ouvre vers le bas au moment de l'éclosion et la larve se dégage de ce dernier grâce à une épine chitineuse qui se situe au niveau de la tête (Rhodain & Perez, 1985).

Larve : Le développement des larves à ce stade est exclusivement aquatique, leur déplacement est assuré par des mouvements frétilants caractéristiques, et leur évolution comporte quatre stades, de taille variant de 2mm à 12mm (**Boulkenafet, 2006**). Les larves vivent environ 10 jours. La rapidité du développement des larves dépend de la quantité de nourriture contenue dans l'eau du gîte (**Peterson, 1980**).

Pupe (nymphé) : est en forme de virgule, mobile, présente un céphalothorax fortement renflé avec deux trompettes respiratoires. La nymphe également aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), ne se nourrit pas. Il s'agit d'un stade de transition, au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte (ou l'imago): une déchirure ouvre la face dorsale de la nymphe et l'adulte se dégage lentement (**Helimi et Zoghlami, 2017**).

Adulte (imago) : Le moustique adulte a un corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long. Globalement brun clair, avec des bandes antérieures claires sur les tergites abdominaux. Le corps est composé de 3 parties: la tête, le thorax et l'abdomen. L'exosquelette est composé de plaques rigides (sclérites) reliées entre elles par des membranes chitineuses minces. Chaque segment du corps (métamère) est un anneau formé par : Le tergite sclérite (dorsal), le sternite (ventral) et les pleurites (latéraux). (**Guermit et Rhaim, 2019**).

II.1.4. Moyens de lutte contre les moustiques

II.1.4.1. Lutte chimique :

Les opérations de démoustication visent essentiellement l'imago, les produits utilisés le plus couramment sont les organochlorés, les organophosphorés, les carbanates, les pyréthrinoides, le chlorpyrifos, le fénitrothion, le fenthion, l'iodofenphos, le naled, le primiphos-méthyl... (**Tabti, 2017**).

II.1.4.2. Lutte biologique :

La lutte biologique contre les moustiques ou autres espèces nuisibles ,consiste à introduire dans leurs biotopes des espèces qui sont leurs ennemis naturels, par exemple, des parasites, des micro-organismes pathogènes ou des prédateurs (virus, bactéries, protozoaires, champignons, végétaux divers, nématodes , poissons ...) (**Mansouri et Messabhia, 2018**).

II.1.5. Elevage au laboratoire

Durant le printemps (mars) de 2021, la récolte des larves et des oeufs de moustiques a été conduite à Tébessa. Elle a porté sur des échantillons des gites d'Oued Khenig et Safsaf El Ouesra, wilaya de Tébessa.



Fig 09 : Lieu de prélèvement du site d'Oued Khenig Tébessa.



Fig 10 : Lieu de prélèvement du site de Safsaf El Ouesra Tébessa.

L'élevage des larves est conditionné par différents facteurs, ce sont, principalement : la lumière, la température, la qualité de la nourriture, ainsi que la densité des larves par unité de surface ou de volume d'eaux. Lors

que les larves atteignent le stade nymphal, elles seront placées dans les cages où elles subiront l'émergence. Sur les côtés des cages. Nous avons déposé les dattes qui constituent le repas sucré pour les adultes males. Les adultes femelles ont besoin, en plus, d'un repas sanguin (**fig13**) (**Benhamed, 2016**).



Fig 11 : Tri, comptage et séparation les larves et les pupes.



Fig 12 : Elevage au laboratoire.



Fig 13 : Cage qui contenant les adultes.



Fig 14 : Attrapez les moustiques avec des tubes à essai.



Présentation de
Lavandula dentata

II.2. Présentation de la plante

II.2.1. Présentation de la famille Lamiacée

Les Lamiacées (anciennement appelée Labiées, terme de lèvre « du latin *labium* » ou de gueule ouverte « en grec *laîmos* » en raison de la forme de la corolle) constituent une importante famille de plantes angiospermes dicotylédones, dans l'ordre des Lamiales. La famille comprend entre 233 à 263 genres, regroupant entre 6900 à 7 200 espèces (**Mostef Della, 2015**). Dont la localisation prédomine en région méditerranéenne. Le thym, la lavande et le romarin sont les espèces les plus connues (**Gainard, 2016**). De nombreuses espèces de cette famille (sous-famille des *Nepetoideae*) sont des plantes aromatiques source d'HEs très utiles pour l'aromathérapie, la parfumerie et l'industrie des cosmétiques. On y rencontre aussi beaucoup d'espèces mellifères et également des espèces cultivées comme plantes condimentaires et ornementales. Parmi les nombreux genres de *Lamiaceae* on peut citer : *Ajuga*, *Origanum*, *Lamium*, *Lavandula*, *Mentha*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Satureja*, *Melissa*, *Ocimum*, *Teucrium*, *Stachys*, *Thymus*, etc (**Bachiri et al., 2015**).

Les Lamiacées constituent une famille très importante dans la flore algérienne et comprennent 28 genres et 146 espèces (**Mostef Della, 2015**).

II.2.2. Généralités sur *Lavandula dentata*

Les espèces du genre *Lavandula* appartiennent à la famille des *Lamiaceae* (**Guillon, 2011**). Les lavandes sont des plantes annuelles ou le plus souvent des arbrisseaux ligneux, touffus, et vivaces, hauts de 40 à 80 cm, sont érigées et portent de petites feuilles persistantes de couleur vert pâle (**Souihy et al., 2017**), opposées et lancéolées, qui peuvent être entières ou dentées. Ce sont des plantes aromatiques et médicinales (PAM) appartenant à la famille des Lamiacées ou labiées, à la sous-famille des *Nepetoideae*, au genre *Lavandula*, espèce *Lavandula dentata* (**Bessenouci et al., 2018**). Tiges quadrangulaires (**Dris, 2019**), les fleurs ont une couleur violette caractéristique. Elles forment une sorte d'épi par 6 ou 10 (**Elcy, 2007**). Est composé d'environ 39 espèces, de nombreux hybrides, et près de 400 cultivars enregistrés (**Bachiri et al., 2016**). Originaire de Méditerranée occidentale, la lavande est aujourd'hui Très appréciée dans les jardins et les champs de culture du monde entier ou presque (**Elcy, 2007**). Elle nécessite le plein soleil dans une position chaude et abritée, bien

protégée des vents forts. Il prospère mieux dans les sols bien drainés, légers et riches et déteste les sols lourds et gorgés d'eau. Son parfum aromatique a été rapporté pour être plus fort lorsqu'il est cultivé dans des sols calcaires. Il est tolérant aux basses températures jusqu'à -5 ° C (Lim, 2014).



Fig 15 : Les feuilles de *Lavandula dentata*.

La morphologie des feuilles dans le genre *Lavandula* est très variable. La structure de l'inflorescence est un caractère commun à l'ensemble des lavandes. Les fleurs de lavande sont organisées en une inflorescence mixte ressemblant à un épi de cymes appelé encore thyrses spiciforme. L'inflorescence principale ressemble donc à un épi plus ou moins lâche. L'inflorescence secondaire est une cyme (Guitton, 2010). Les feuilles sont nues dans leur partie inférieure, longuement nues au-dessus. Inflorescence en épi terminal dense, surmonté de bractées violacées (Dris, 2019). Ce genre se différencie des autres genres des Lamiacées par des étamines et un style totalement inclus dans le tube de la corolle et, spécifiquement pour les lavandes européennes, l'appendice obovale qui recouvre la pointe du calice (Ben Abdelkader, 2012).

II.2.3. Caractéristiques botaniques

- ❖ **Nom latin :** *Lavandula dentata* L (Bachiri et al., 2017), *Lavande Dentée* (Lim, 2014).
- ❖ **Nom arabe :** LKhzama (الخزامى) (Bachiri et al., 2017), Duzan, Helhal, Lizer (Lim, 2014).
- ❖ **Nom marocaine :** Timzouria, hlhal marakchiya et Kohyla (Bachiri et al., 2015).

- ❖ **Nom Catalan:** Espígol, Espígol Dentat, Espígol Retallat, Gallanda, Lavanda (**Lim, 2014**).
- ❖ **Nom Afrikaans:** Franse Lavantel (**Lim, 2014**).
- ❖ **Nom Inde:** Astukhudas (**Lim, 2014**).
- ❖ **Nom Italien:** Spigo-Nardo (**Lim, 2014**).
- ❖ **Nom Allemand:** Französischer Lavendel, Gezähnter Lavendel, Zahn-Lavendel (**Lim, 2014**).
- ❖ **Nom Suédois:** Kamlavendel (**Lim, 2014**).
- ❖ **Nom Turc:** Fransız Lavantası (**Lim, 2014**).

- **Appareil végétative**

Lavandula dentata L (Lamiaceae), lavande frangée, est un arbuste très aromatique à branches dressées, ligneux à la base, et produit de longues tiges florales (**Claudia, 2020**). atteignant 1 m de haut. Feuilles sessiles, étroites, linéaires, épaisses, à marge carrée à dentée, collantes, de 3 cm de long et portées en verticilles sur la tige quadrangulaire ligneuse (**Lim, 2014**). Les fertiles, largement obovales de couleur bleuâtre (**Bachiri et al., 2015**).

- **Appareil reproducteur**

Les fleurs bleu-violet sont regroupées en épis pédonculés de 2,5 à 5 cm de long (**Claudia, 2020**), au sommet de longues tiges folioles grises minces et longues et se composent de bractées papyracées bleu-violet et de minuscules fleurs bleu-violet plus pâles. L'épi est surmonté d'une touffe de grandes bractées stériles, voyantes, qui sont la partie la plus visible de l'inflorescence (**Lim, 2014**). Cette lavande fleurit deux fois dans l'année, une première fois au printemps (entre février et juin) puis une seconde fois au l'automne (entre septembre et novembre). Le fruit est un tétrakène (**Mellouk, 2017**). L'inflorescence principale ressemble donc à un épi appelé encore thyrses spiciforme (**Damerджи, 2014**) plus ou moins lâche. L'inflorescence secondaire est une cyme (**Dris, 2019**).



Fig 16 : Photographies des inflorescences représentatives du genre *Lavandula dentata* (Benabdelkader, 2012).

II.2.4. Position systématique de *Lavandula dentata*

La position systématique de *L*, est la suivante :

Tableau 02 : Position systématique de *Lavandula dentata* (Linné, 1753)

Domaine	Biota
Règne	Plantae
Sous – Règne	Viridiaeplantae
Infra – Règne	Streptophyta
Clade	Tracheophyta
Clade	Spermatophyta
Sous – Classe	Magnoliidae
Super- Ordre	Asteranae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Sous – Famille	Nepetoideae
Tribu	Ocimeae
Sous-Tribu	Lavandulinae
Genre	<i>Lavandula</i>
Espèce	<i>Lavandula dentata</i>

II.2.5. Origine Répartition géographique

L'origine: Il est originaire du sud et de l'est de l'Espagne, de l'Afrique du nord-ouest, de l'Éthiopie, de l'Érythrée, d'Israël, de la Jordanie et de la péninsule arabique (Claudia, 2020). Il est naturalisé ailleurs autour de la Méditerranée et en Australie occidentale, en Nouvelle-Zélande et en Californie (Lim, 2014).

Habitat: (lavande dentée) habite les garrigues, les lieux secs et les sols siliceux (silicicole, calcifuge) contrairement à la lavande vrai qui ne pousse qu'en terrain calcaire (Dris, 2019). A l'état sauvage, cette labiée borde la Méditerranée à climat tempéré et doux, dans le sol est pauvre et rocheux (Damerdji, 2014).

En Algérie, elle est très commune dans le Tell et pousse sur les sols secs et siliceux.

On la trouve sur les sommets arides, les pelouses et le maquis (Anonyme, 2012).

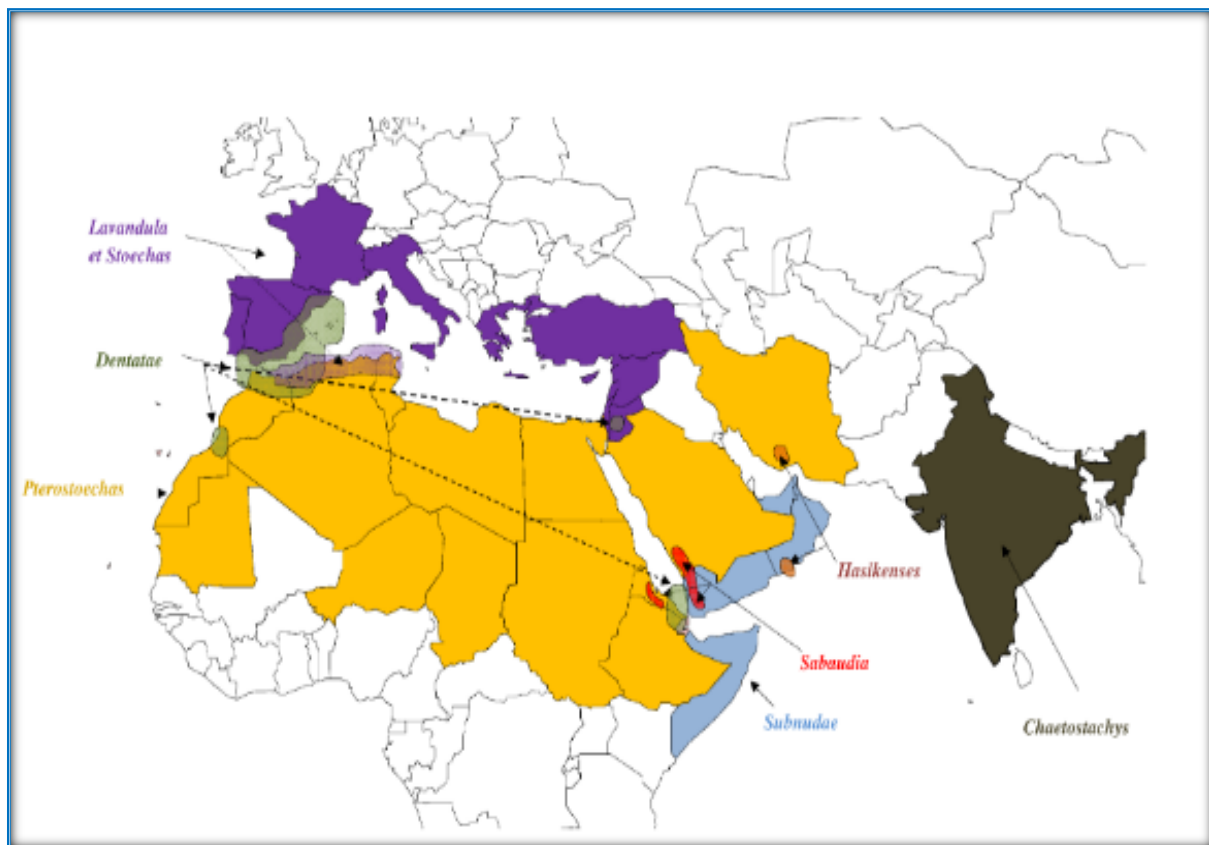


Fig 17 : Carte montrant l'aire de répartition des sections du genre *Lavandula*

(Guitton, 2010). Les pays sont de la couleur de la section majoritairement présente. Pour certaines sections dont la répartition est plus restreinte, une zone de couleur indique les principales zones de présence. **Jaune** : *Pterostoechas*, **Bleu foncé** : *Lavandula* et *Stoechas*,

Noire : *Chaetostachys*, **Bleu clair** : *Subnuda*. **Vert** : *Dentatae*, **Rouge** : *Sabaudia* et

Orange : *Hasikenses*.

II.2.6. Domaines d'usage

La lavande est employée en herboristerie, en aromathérapie. Elle est considérée comme une plante médicinale pour l'action de son huile (**Dris, 2019**). La production d'essences aromatiques par cette plante a un grand intérêt économique (**Guillon, 2010**). Les huiles essentielles des espèces *Lavandula* sont utilisées par, les cosmétique, les fabricant d'aliments (Dans la fabrication alimentaire l'huile essentielle de lavande, est utilisée dans les boissons aromatisantes ,glaces, bonbons, produits de boulangerie et chewing-gum (**Imelouan et al., 2009**), et les producteurs de médicament, et efficace contre les brûlures et piqûres d'insectes (**Dob, 2007**), ont également des propriétés phytotoxiques et insecticides qui peuvent être utiles dans l'industrie agrochimique (**Mostef Della, 2015**). Lavande est généralement utilisée dans la préparation des parfums et les savons, la recherche de nouvelles molécules et des chémotypes nouveaux pour l'industrie pharmaceutique et agro-alimentaire (**Souihhi et al., 2017**). Pour éviter le risque d'effets secondaires des médicaments ou le développement d'une résistance à de tels remèdes de la part des microbes, l'utilisation de ces substances naturelles comme biopesticides pourrait aider à atténuer l'impact négatif des intrants chimiques sur les réseaux trophiques, la santé humaine, et l'environnement global (**Bachiri et al., 2017**). Pour les taxonomistes l'utilisation d'huiles essentielles comme caractères pour la classification est limitée par les problèmes inhérents de variabilité naturelle, bien qu'à des niveaux taxonomiques inférieurs, cela peut être utilisé pour aider à reconnaître cultivars (**Imelouan et al., 2009**). Plusieurs activités ont été signalées pour *Lavandula L*, telles que les antimicrobiens, les antioxydants et les anti-inflammatoires (**Justus et al., 2018**).

II.2.7. Compositions chimiques de l'huile essentielle

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de monoterpénoïdes (C₁₀) (92,72%) et sesquiterpénoïdes (C₁₅) (1,72%). En outre, peut présenter de petites quantités de diterpènes, d'arylpropanoïdes, de molécules plus petites, telles que des alcools, des aldéhydes et une chaîne courte de cétones³³⁻³⁵ (**Justus et al; 2018**). *L. dentata* contenait du 1, 8-cinéole (41,28%), du sabinène (13,89%), du bicyclo [3.1.0] hexan-3-ol, 4-méthylène-1-(1-Méthyléthyl) (6,76%), myrtenal (5,1%) et α -terpinolène (4,05%) comme composés principaux. Les autres constituants importants étaient le verbénol (2,1%), l'oxyde de linalol (2,49%), l'oxyde de linalol Cis (2,66%), le bicyclo [3.1.1] heptan-2 one, 6, 6-diméthyl (2,36%) myrténol (2,75%) et bornéol (2,84%) Le Camphre (1,48%) (**Imelouane et al., 2009**).

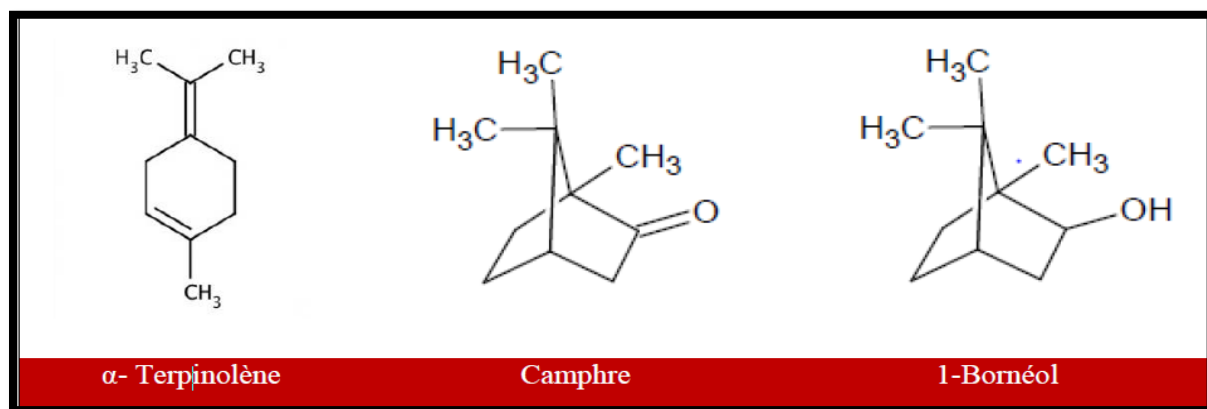


Fig 18 : Structure chimique de quelques composés majoritaires de l'HE de *L. dentata* (Dris, 2019).

II.2.8. Activités biologiques étudiées des huiles essentielles de *Lavandula dentata*

- **Activité antibactérienne**

La partie aérienne de *L. dentata* dont la richesse en huiles essentielles est démontrée précédemment a une activité très efficace sur les bactéries Gram (+) (*Staphylococcus aureus*). Et plus ou moins modérée sur les Gram (-) (*E. coli*, *K. pneumoniae* et *P. mirabilis*) ; cette activité inhibitrice dépasse largement l'effet de l'antibiotique de référence à partir du volume 15 μL de l'huile essentielle (Bachiri et al., 2016).

- **Activité anti-microbienne**

Lorsqu'elles ont été soumises à un traitement avec l'HE de *L. dentata*, toutes les espèces bactériennes ont été impactées sur leur prolifération. Pour *Staphylococcus aureus*, la concentration minimale inhibitrice (CMI) était de $54,7 \mu\text{g.mL}^{-1}$, ainsi que pour *Escherichia coli*, *Candida albicans* et *Streptococcus pyogenes*. Pour ces espèces, cette valeur ($54,7 \mu\text{g.mL}^{-1}$) a également été trouvée pour la concentration bactéricide minimale (MBC). Pour *S. aureus*, la valeur de CBM était plus élevée, $218,8 \mu\text{g.mL}^{-1}$. L'espèce *Pseudomonas aeruginosa* a montré le moins de sensibilité au traitement. Ainsi, il n'a montré aucune concentration bactéricide, mais le traitement par HE de *L. dentata* pouvait encore inhiber la croissance à une concentration de $437,5 \mu\text{g.mL}^{-1}$ (Justus et al., 2018).

- **Activité antioxydante**

Le potentiel antioxydant est lié à la composition chimique des HE et les différences de composition chimique des HE au sein des espèces peuvent être dues à des variations des facteurs édaphiques et environnementaux, des méthodes et des parties de la plante utilisées pour l'extraction et les conditions de stockage de l'HE. L'activité antioxydante la plus élevée de l'HE de *L. dentata* obtenue par la méthode DPPH était avec la concentration la plus élevée

testée ($20 \mu\text{g.mL}^{-1}$), et la faible activité antioxydante de la DPPH à La concentration de $10 \mu\text{g.mL}^{-1}$ (Justus et al., 2018).

Remarque: DPPH (2,2-difénil-1-picril-hidrazila).

- **Activité anti-inflammatoire**

L'extrait de *L. dentata* ont montré des anti-intestinaux inflammatoire dans le modèle TNBS de la colite du rat. Le bénéficiales effets de ces traitements pourraient s'expliquer par leurs propriétés anti-oxydantes, leur capacité à réguler à la baisse la réponse immunitaire et à améliorer la barrière épithéliale intestinale, ce qui pourrait valider leur utilisation en médecine traditionnelle comme médicaments anti-intestinaux inflammatoire (Algieri et al, 2016).

II.3. Extraction des huiles essentielles par hydro-distillation

La distillation permettant d'extraire l'huile essentielle de la plante, est la méthode la plus ancienne et également la plus utilisée (Belmont, 2013), dans un appareil de type Clevenger (Bachiri et al., 2017). On trouve l'huile essentielle dans toutes les parties des plantes aromatiques (les fleurs, les feuilles, les organes souterrains, les fruites, les graines, le bois et les écorces (Lahrech, 2010).

L'hydrodistillation consiste à porter à ébullition un mélange d'une partie de la plante et de l'eau sous l'action de la chaleur. Les cellules éclatent et libèrent des composés organiques odorants et volatils. La vapeur d'eau formée, entraîne les composés organiques à l'état gazeux vers le réfrigérant. La condensation de ce mélange gazeux, provoque sa séparation en deux phases liquides :

- Une phase liquide huileuse et très odorante, appelée huile essentielle, contenant la majorité des composés odorants ;
- Une phase aqueuse, odorante, appelée eau aromatique, qui n'en contient que très peu (Haouam et Achouri, 2019).

La matière végétale « *Lavandula dentata* » destinée à l'hydrodistillation pour l'obtention des huiles essentielles a été prélevée entre Février et Avril 2021. La plante utilisée est originaire de la région de Tébessa. La plante fraîchement collectée a été séchée à l'ombre dans un endroit sec et aéré.

Les huiles essentielles (HEs) sont extraites à partir de *Lavandula dentata*. L'extraction a été réalisée au niveau du laboratoire biochimie à l'Université de Tébessa. Une masse de 100g de matériel végétal et 1000ml d'eau distillée est soumise à une hydrodistillation en utilisant un montage d'hydrodistillation de type CLEVANGER durant 2 heures (**Fig 19**). Enfin, l'huile essentielle est récupérée après filtrées en présence de sulfate de sodium (Na₂SO₄) pour éliminer les traces d'eau résiduelle. Elles sont ensuite récupérées et stockées à 4°C (**Dris, 2019**). L'huile essentielle pure obtenue est récupérée, puis stockées dans des flacons en verre taré et mise à basse température (**Fig 20**) (**Laghouiter et al, 2015**). La quantité d'huile obtenue est pesée pour le calcul du rendement. Les huiles essentielles se conservent entre 12 et 18 mois après leur obtention car avec le temps, leurs propriétés tendent à décroître (**Carette, 2000**).

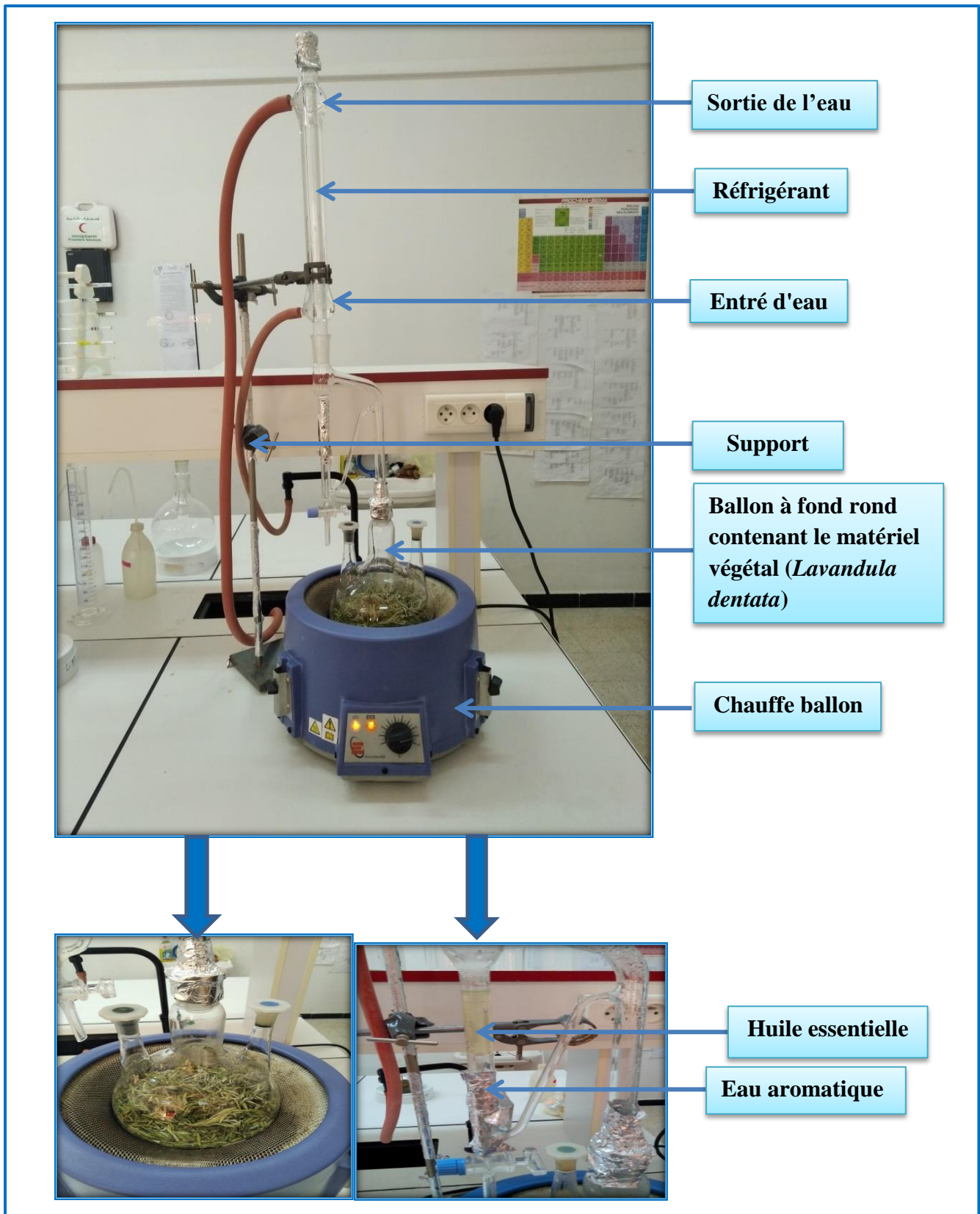


Fig 19 : Montage de l'hydro-distillateur de type Clevenger.



Fig 20 : Conservation de l'huile essentielle.

II.4. Rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante (Afnor., 1986).

Le rendement, exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{R = (PB / PA) \times 100}$$

R : Rendement en huile en %
PB : Poids de l'huile en g
PA : Poids de la matière sèche de la plante en g

II.5. Test de toxicité

L' HES de *Lavandula dentata* dissoutes dans l'éthanol sont appliquées (1ml) sur des pupes de *C. longiareolata*.

Après des essais préliminaires, nous avons déterminé des gammes des concentrations d'huile essentielle de *Lavandula dentata*. Les différentes gammes (50, 75, 100, 125 et 150) ppm. Cinq répétitions comportant chacune 25 pupes, ont été réalisées pour chaque concentration. Une série témoin négatif (les individus ne subissent aucun traitement) et une série témoin positif (les pupes reçoivent 1ml d'éthanol) sont conduites en parallèle. Le traitement a été appliqué dans des pots contenant chacun 150 ml d'eau déchlorurée et de la nourriture pendant 24 heures, selon les recommandations de l'organisation mondiale de la santé (**OMS, 1963**). Après cette période, les pupes sont rincées puis placées dans de nouveaux récipients contenant de l'eau propre.

Les mortalités ont été enregistrées après 24 heures d'exposition aux HES puis corrigées selon la formule d'Abbott (1925), afin d'éliminer la mortalité naturelle. Les pourcentages de mortalités corrigées subissent une transformation angulaire selon les tables de (**Bliss (1938) in Fisher & Yates (1957)**). Les données ainsi normalisées font l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification et un classement des doses par le test HSD de Tukey. Enfin, la régression non linéaire exprimant le pourcentage de la mortalité corrigée en fonction du logarithme de la dose a permis d'estimer les concentrations létales (CL50) ainsi que leurs intervalles de confiance (95% IC).

II.6. Dosage de l'acétylcholinestérase

Le dosage de l'acétylcholinestérase (AChE) est réalisé selon la méthode (**d'Ellman et al., 1961**) qui consiste à fournir à l'enzyme un substrat, l'acéthylthiocholine (ASCh) dont l'hydrolyse libère de la thiocholine (SCh) et de l'acide acétique. La thiocholine, en présence de DTNB (acide 5, 5'-dithio-bis-2-nitrobenzoïque) forme un complexe de couleur jaune dont l'intensité est lue à une longueur d'onde de 412 nm. Les pupes témoins et traitées aux huiles essentielles (CL50) de *Cs longiareolata*, sont homogénéisées dans 1 ml de solution détergente [38,03 mg éthylène glycol tris beta aminoéthyl éther NNN'N' (EGTA); 1ml de Triton X-100 ; 5,845 g de chlorure de sodium (NaCl) et 80 ml tampon Tris 10 mM, pH 7] puis centrifugées (5000trs/5mn). Le surnageant récupéré servira comme source d'enzyme. Le dosage de l'activité de l'AChE est réalisé sur une fraction aliquote de 100 µl à laquelle on ajoute 100 µl de DTNB [39,6 mg DTNB, 15 mg CO₃HNa (bicarbonate de sodium), 10 ml tampon tris (0,1

M, pH 7)] et 1 ml de tampon tris (0,1 M, pH 7). Après 3 à 5 minutes, 100 µl de substrat acétylthiocholine [23,6 mg ASCh, 1 ml eau distillée] sont ajoutés. L'essai est conduit avec 2 répétitions comportant chacune 10 individus avec une série témoin. La lecture des absorbances s'effectue toutes les 4 mn pendant 20 minutes à une longueur d'onde de 412 nm contre un blanc où la solution détergente remplace le surnageant. L'activité spécifique est calculée selon la formule suivante :

$$X = \frac{\Delta Do / mn}{1,36 \times 10^4} \times \frac{Vt}{Vs} / \text{mg de protéines}$$

X : micromole de substrat hydrolysé par minute et par mg de protéines (µM/min/mg de protéines).

*

Δ Do: pente de la droite de régression obtenue après hydrolyse du substrat en fonction du temps.

1,36 x 10⁴ : coefficient d'extinction molaire du DTNB (M-1 cm-1).

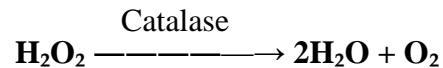
Vt : volume total dans la cuve : 1,3 ml [0,1 ml surnageant + 0,1 ml DTNB + 1 ml tampon tris (0,1 M, pH 7) + 0,1 ml acétylthiocholine].

Vs : volume du surnageant dans la cuve : 0,1 ml.

mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.

II.7. Dosage de la catalase

Le dosage de la catalase (CAT) est réalisé selon la technique de **Claiborne (1985)**. Cette technique est basée sur la mesure spectrophotométrique de la réduction de l'eau oxygénée (H₂O₂) en une molécule d'oxygène (O₂) et deux molécules d'eau (H₂O) en présence de la CAT à une longueur d'onde UV de 240 nm, selon la réaction suivante :



Les pupes témoins et traitées de *Culiseta longiareolata*, sont prélevées à différentes périodes (24, 48 et 72 heures), l'essai est conduit avec 3 répétitions comportant 10 individus. Les pupes sont homogénéisées dans 1ml de tampon phosphate (100 Mm, pH 7,4), puis centrifugées à 15000 trs/mn, pendant 10 mn. Le surnageant récupéré servira comme source d'enzyme. Le dosage de l'activité de la catalase s'effectue dans une cuve de spectrophotomètre en quartz à 250°C, sur une fraction aliquote de 50 µl du surnageant dilué de façon à se situer entre 1 et 1,5 mg de protéines/ml, soit 0,05 à 0,75 mg dans la cuve, à laquelle on ajoute 750 µl de tampon phosphate (100 Mm, pH 7,4). Après agitation, la lecture est effectuée au spectrophotomètre. L'activité décroît rapidement, il est donc important de mettre toujours le même temps entre le pipetage du surnageant et le moment où on place la cuve dans le spectrophotomètre. La lecture des absorbances s'effectue après 15 secondes d'attente toutes les 5 secondes pendant 30 secondes à une longueur d'onde de 240 nm contre un blanc avec 800 µl de tampon phosphate (100Mm, pH 7,4), et 200 µl de H₂O₂. L'activité spécifique est calculée selon la formule suivante :

$$X = \frac{\text{Domax-Domin}}{0.04} \text{ mg de protéines}$$

X : micromole de substrat réduit par minute et par mg de protéines (µM/mn/mg de protéines).

Do max : densité optique maximum obtenue.

Do min : densité optique minimum obtenue.

0,04 : coefficient d'extinction molaire du H₂O₂ (cm-1. mM-1).

mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.

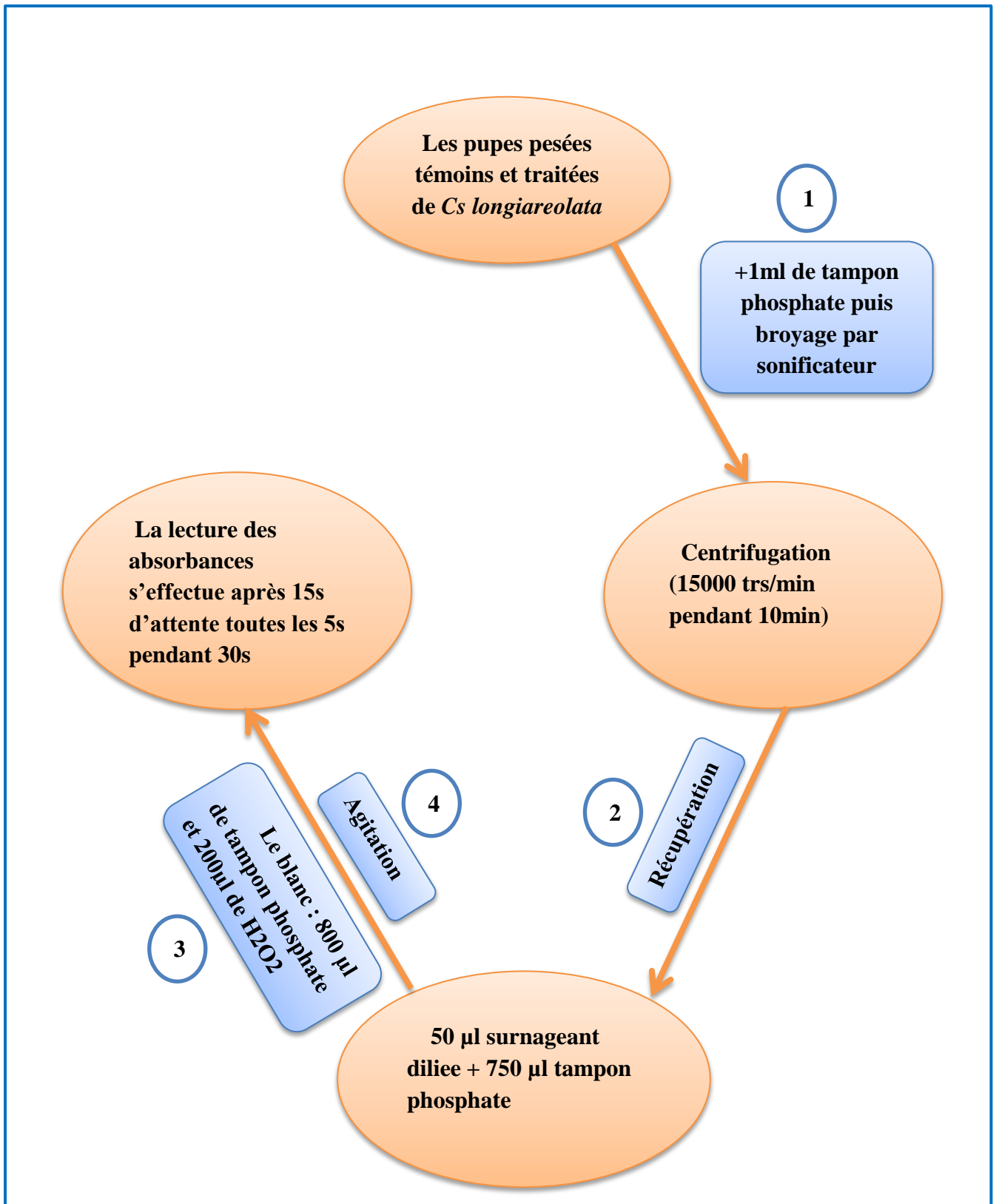


Fig 21 : Dosage de l'activité du catalase (Claiborne 1985).

II.8. Dosage des compositions biochimiques

L'extraction des différents métabolites a été réalisée selon le procédé de (**Shibko et al., 1966**), et les principales étapes sont résumées dans la figure 22. Les échantillons (les pupes traitées et témoins de *Culiseta longiareolata*) sont placés dans des tubes eppendorf contenant 1 ml d'acide trichloracétique (TCA) à 20 % et broyés. Après une première centrifugation (5000 trs / min à 4°C, 10 mn), le surnageant I obtenu est utilisé pour le dosage des glucides totaux selon la méthode de (**Duchateau & Florkin, 1959**). Au culot I, on ajoute 1 ml de mélange éther/chloroforme (1V/1V) et après une seconde centrifugation (5000 trs/min, 10 mn), on obtient le surnageant II et le culot II, le surnageant II sera utilisé pour le dosage des lipides (**Goldworthy et al., 1972**) et le culot II, dissout dans la soude (0,1 N), servira au dosage des protéines selon (**Bradford, 1976**).

II.8.1. Dosage des glucides totaux

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon (**Duchateau & Florkin, 1959**). Cette méthode consiste à additionner 100µl du surnageant contenu dans un tube à essai, 4 ml du réactif d'anthrone et de chauffer le mélange à 80°C pendant 10 min, une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucide présente dans l'échantillon, la lecture de l'absorbance est faite à une longueur d'onde de 620 nm. La gamme d'étalonnage est effectuée à partir d'une solution mère de glucose (1mg/ml) (**Tableau 03**)

Tableau 03 : Dosage des glucides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de glucose (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
Réactif d'anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité de glucose (µg)	0	20	40	60	80	100

II.8.2. Dosage des lipides totaux

Les lipides totaux ont été déterminés selon la méthode de (**Goldworthy et al., 1972**). Utilisant le réactif sulfo-phospho-vanillinique. Le dosage des lipides se fait sur des prises aliquotes de 100 µl des extraits lipidiques ou de gamme étalon auxquelles on évapore

totalemment le solvant puis on ajoute 1ml d'acide sulfurique concentré, les tubes sont agités, et mis pendant 10 mn dans un bain de sable à 100°C. Après refroidissement, on prend 200 µl de ce mélange au quel on ajoute 2,5 ml de réactif sulfo-phospho-vanillinique. Après 30 mn à l'obscurité, la densité optique est lue dans un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 530 nm. Les lipides forment à chaud avec l'acide Sulfurique, en présence de la vanilline et d'acide orthophosphorique, des complexes roses.

La solution mère des lipides est préparée comme suit : on prend 2,5 mg d'huile de table (tournesol 99% triglycérides) dans un tube eppendorf et on ajoute 1 ml d'éther chloroforme (1V/1V) (**Tableau 04**).

Tableau 04 : Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de lipides (µl)	0	20	40	60	80	100
Solvant (éther /chloroforme) (1V/1V)	100	80	60	40	20	0
Quantité de lipides (µg)	0	50	100	150	200	250

II.8.3. Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de (**Bradford, 1976**) dans une fraction aliquote de 100 µl à laquelle on ajoute 4 ml de réactif du bleu brillant de commassie (BBC) G 250 (Merck). Celui-ci révèle la présence des protéines en les colorants en bleu.

L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm.

La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution d'albumine de sérum de bœuf (BSA) titrant 1 mg/ml (**Tableau 05**).

Tableau 05 : Dosage des protéines totales chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution standard d'albumine (µl)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité d'albumine (µg)	0	20	40	60	80	100

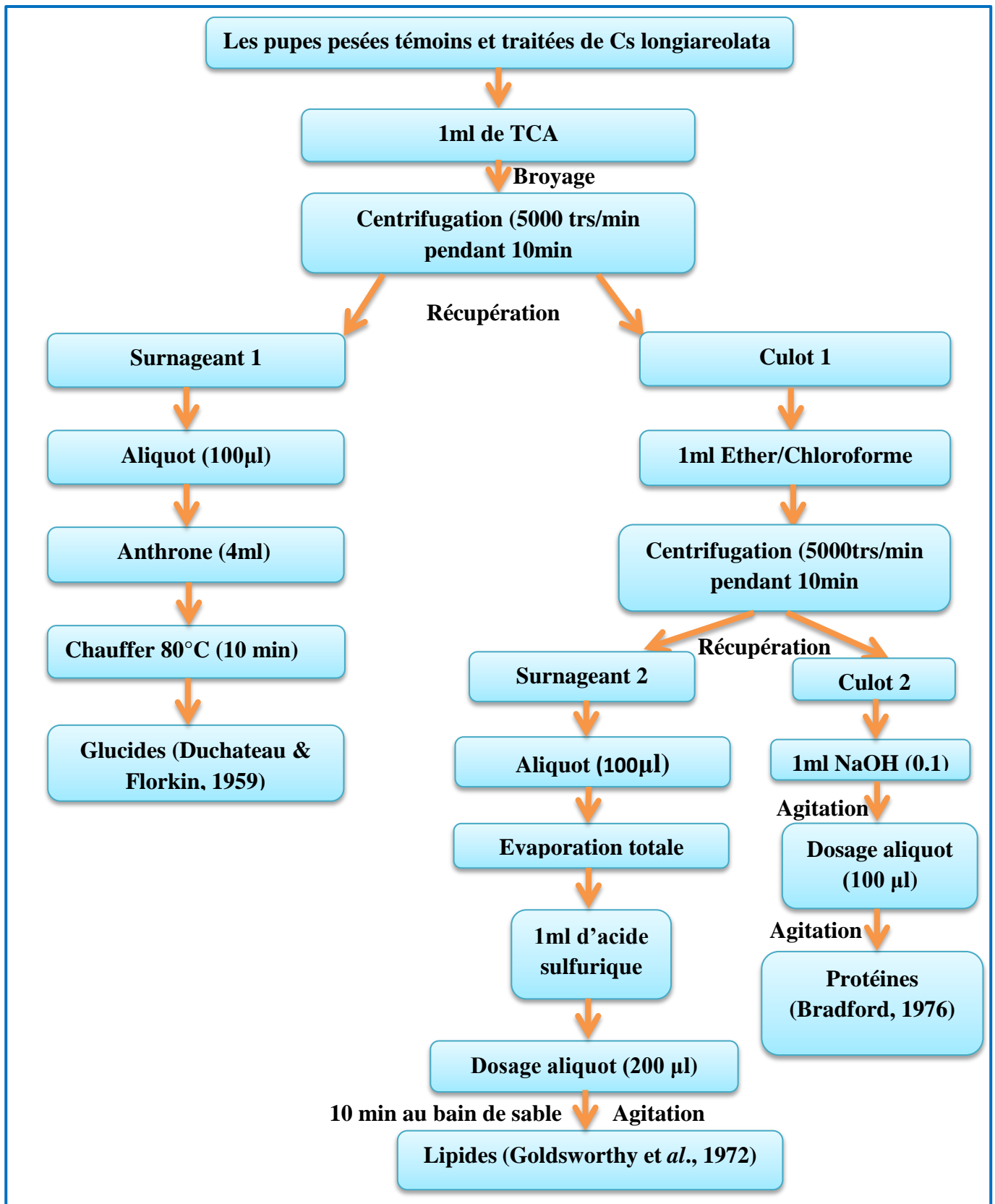


Fig 22 : Dosage des métabolites primaires selon (Shibko et al., 1966) modifié par (Soltani & Soltani - Mazouni, 1992).

II.9. Analyses statistiques

Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne \pm l'écart-type (SD). L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel SPSS (version 23), tels que l'analyse de la variance à un et deux critères de classification, ainsi on a utilisé le logiciel GRAPH PAD PRISM (version 7) pour déterminer les concentrations létales.

Résultats

III. Résultats

III.1. Rendement en huile essentielle de *Lavandula dentata*

L'huile essentielle de *Lavandula dentata* obtenue par un hydro-distillateur de type Clevenger est de couleur jaune, claire avec une odeur agréable et avec un rendement de $3.66 \pm 0.31\%$ de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

III.2. Essais pupicide des huiles essentielles de *Lavandula dentata* à l'égard *Culiseta longiareolata*

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité d'huiles essentielle de *Lavandula dentata* sur les pupes de *Culiseta longiareolata* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet cumulé.

Les tests de toxicité sont appliqués sur les pupes (2- 3 jours) *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations d'huiles essentielle de *Lavandula dentata* : 50 et 75, 100, 125, et 150 ppm jusqu'à 24 h. La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (**Tableau 06**) avec des taux variant de 15.60% (50ppm) à 100 % (150ppm) avec une relation concentrations – réponse. Après une transformation angulaire des pourcentages de mortalités, Les données ont fait l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification (**Tableau 07**) qui révèle un effet- concentrations très hautement significatif ($p < 0,001$).

Tableau 06 : Effet d'huile essentielle de *Lavandula dentata* (ppm) appliquées sur les pupes de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée % ($m \pm SD$, $n = 5$ répétitions comportant chacune 25 individus).

Concentration (ppm)	50	75	100	125	150
R1	10	40	60	80	100
R2	15	50	70	78	100
R3	18	55	50	80	100
R4	15	42	65	85	100
R5	20	45	50	80	100
m±SD	15.60±3.78	46.40±6.11	59±8.94	80.60±2.61	100±00

Tableau 07: Effet d’huile essentielle de *Lavandula dentata* (ppm) chez les pupes de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	F obs	P***
Traitement	20905.8	4	5226.5	188.82	0,000
Erreur résiduelle	553.6	20	27.7		
Total	21459.4	24			

*** différence très hautement significative ($p < 0.001$) SCE : Somme des carrés Des écarts; Ddl : degré de liberté, CM: carré moyen; F obs: F observée; p: niveau de Significative.

L’huile essentielle de *Lavandula dentata* a été appliquée sur des pupes à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée). Les concentrations CL25, CL50 et CL90 déterminées sont respectivement 59.99 de l’intervalle (39.24-77.72) et 81.7 de l’intervalle (65.42-97.67) ; et 151.5 de l’intervalle (111-256.1), avec un Slope de 3.557.

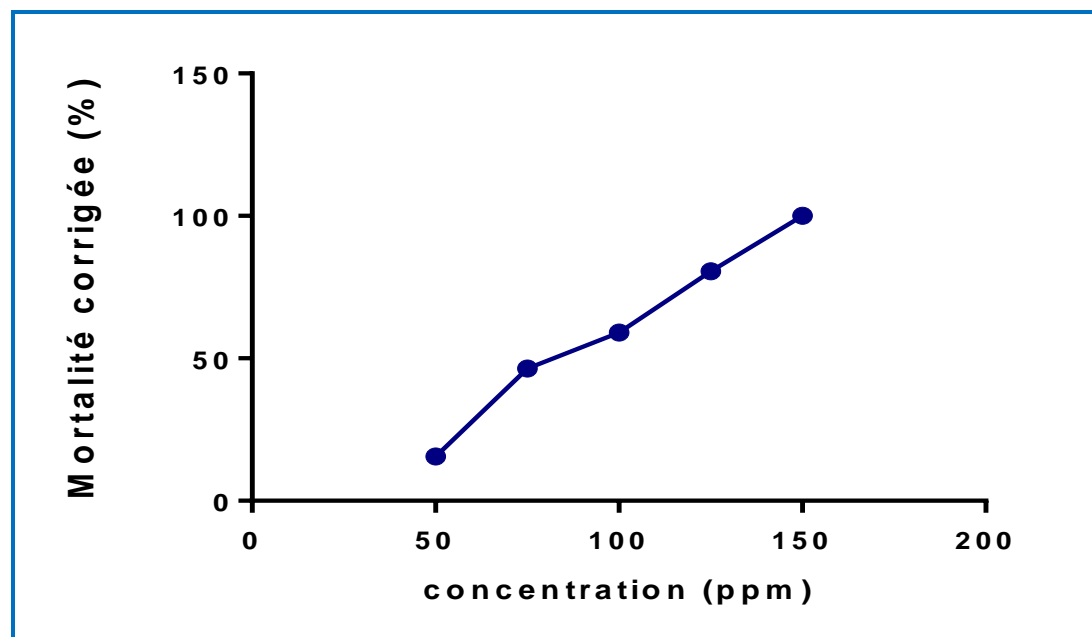


Fig 23 : Courbe présentant les pourcentages de mortalités des pupes de *Culiseta longiareolata* nouvellement exuvies traitées par différentes concentrations des huiles essentielles de *Lavandula dentata*.

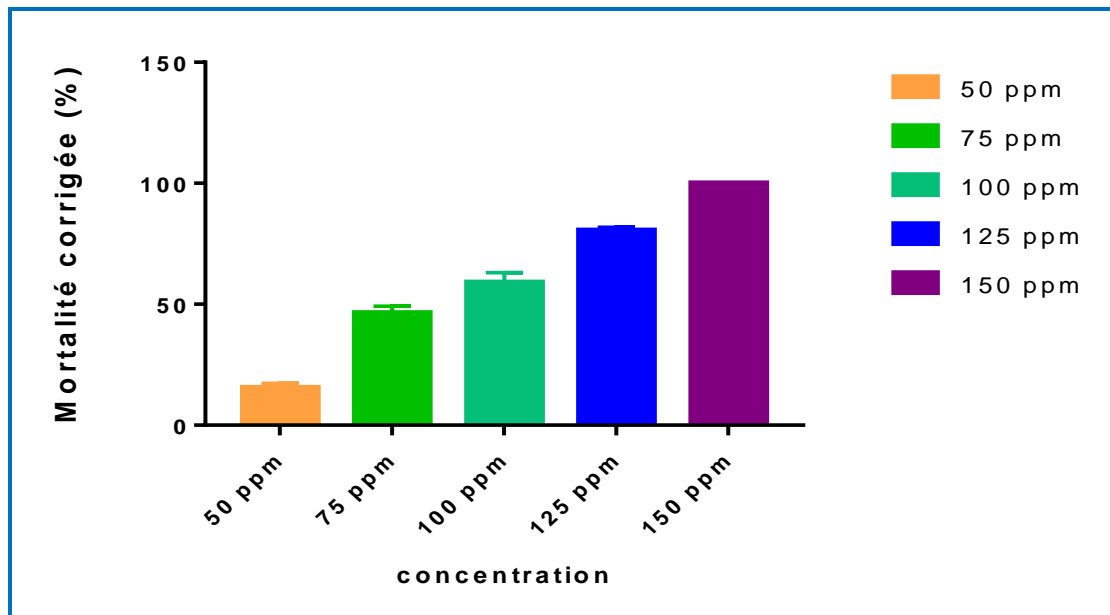


Fig 24 : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de *Culiseta longiareolata* nouvellement exuvies traitées par différentes concentrations des huiles essentielles de *Lavandula dentata*.

III.3. Anomalies morphologiques

L'examen des pupes et des adultes après traitement avec la CL50 d'huile essentielle de *L. dentata* montre des aberrations morphologiques variées chez *Culiseta longiareolata*. On note un blocage de l'exuviation nymphale et imaginale qui se manifeste par une incapacité totale ou partielle des nymphes et des adultes à se dégager correctement des exuvies. De plus, une réduction de leur taille, la perte des pattes et la réduction de la taille des larves.



Fig 25 : Perte les pattes de *Culiseta longiareolata* (photo personnelle).



Fig 26 : Malformation des ailes chez *Culiseta longiareolata* (photo personnelle).



Fig 27 : Réduction de la taille *Culiseta longiareolata* (photo personnelle).

III.4. Effet de l'HE de *L. dentata* sur l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase

L'activité spécifique de l'acétylcholinestérase a été estimée chez les séries témoins et traitées. Les résultats obtenus montrent une diminution très hautement significative de l'activité de l'acétylcholinestérase chez les séries traitées après 24h, 48h et 72h ($p=0.000$) par rapport aux séries témoins (**figure 25**).

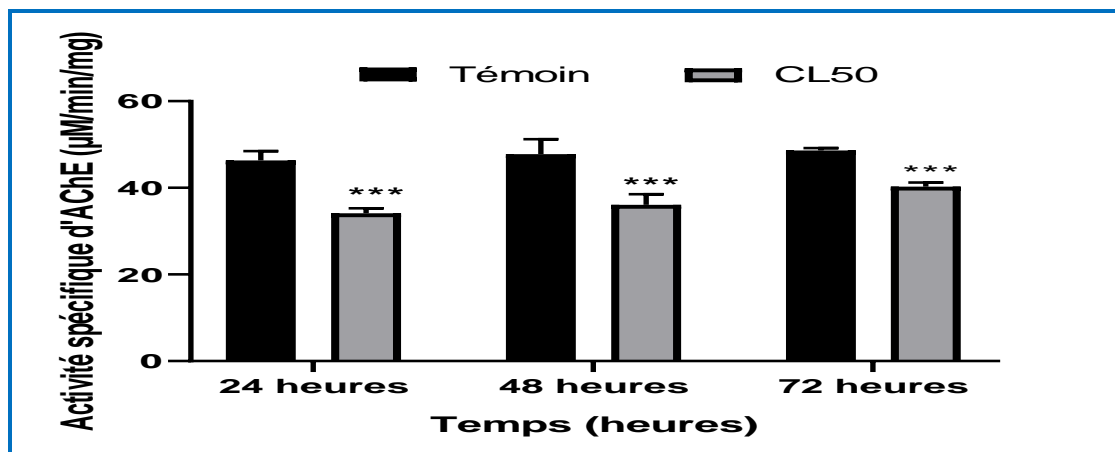


Fig 28 : Effet d’HEs de *Lavandula dentata* (CL50) sur l’activité spécifique de l’acétylcholinestérase ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les pupes de *Culiseta longiareolata* ($m \pm \text{SD}$; $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus. (***) : très hautement significative $p \leq 0,001$ entre les séries témoins et traitées)

III.5. Effet des HEs sur l'activité spécifique de catalase

L’activité spécifique de la catalase a été estimée chez les séries témoins et traitées. Les résultats obtenus marquent une augmentation très hautement significative ($p=0.000$) de l’activité de catalase chez les séries traitées à la CL50 de *Cs longiareolata* après 24h, 48h et 72h comparativement aux séries témoins.

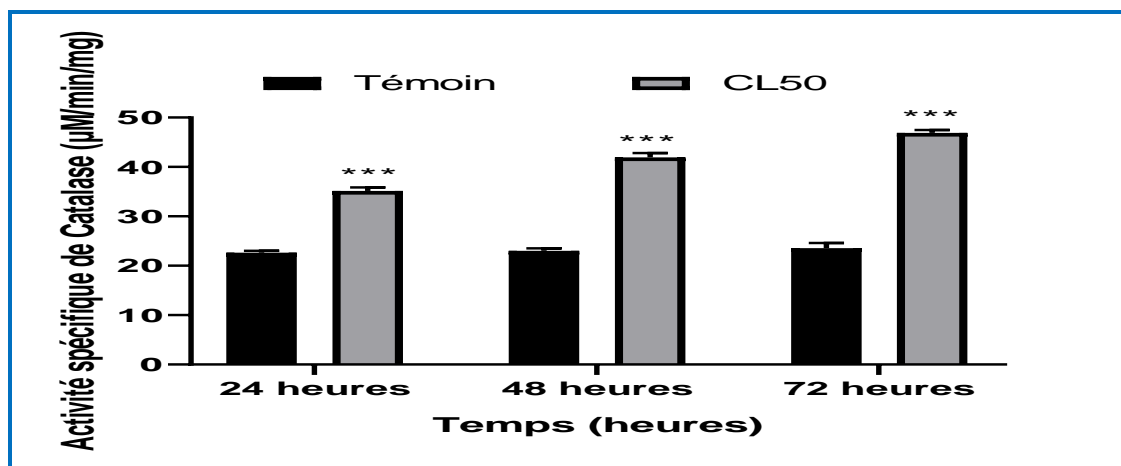


Fig 29 : Effet d’HEs de *Lavandula dentata* (CL50) sur l’activité spécifique de la catalase ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les pupes de *Culiseta longiareolata* ($m \pm \text{SD}$; $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus (***) : très hautement significative $p \leq 0,001$ entre les séries témoins et traitées).

III.6. Effet des HEs sur les compositions biochimiques

III.6.1. Effet des HEs sur le contenu en glucides totaux

Les résultats obtenus indiquent une réduction hautement significative du contenu en glucides après 24h à 48h de traitement par rapport aux témoins ($p= 0,0057$; $p=0,0055$). Cette diminution est significative après 72h ($p= 0,033$).

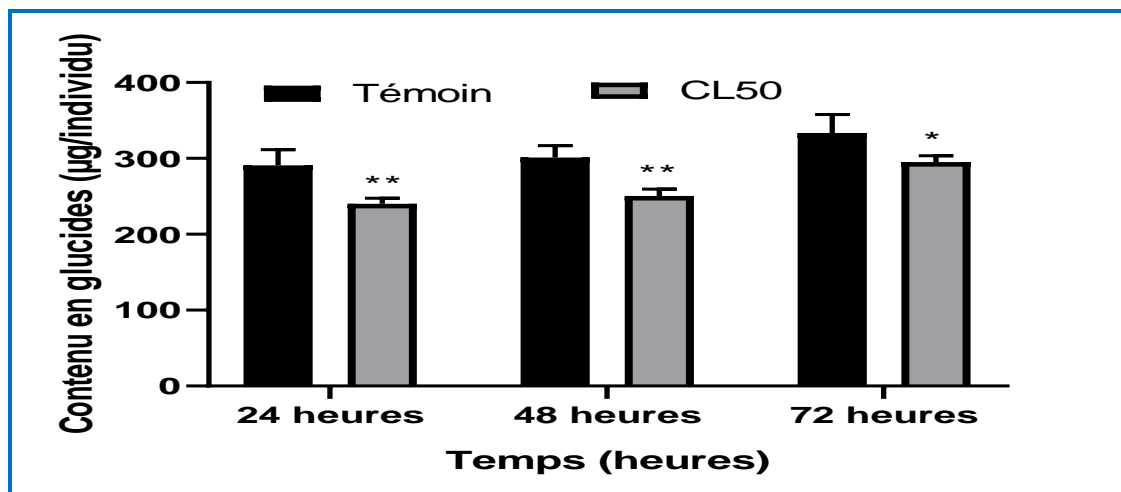


Fig 30 : Effet des huiles essentielles de *Lavandula dentata* (CL50) sur le contenu de glucides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ($m \pm \text{SD}$, $n=3$) (* : Différence significative ($p \leq 0,05$) entre les séries témoins et traitées, ** : Différence hautement significative ($p \leq 0,01$) entre les séries témoins et traitées).

III.6.2. Effet des HEs sur le contenu en lipide totaux

La comparaison multiple montre une augmentation non significative du contenu en lipides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez *Culiseta longiareolata* après 24h de traitement par la CL50 de l'HE de *L. dentata* ($p \geq 0,05$) comparativement au témoin. Cette augmentation devient significative après 48h ($p= 0,011$). Par contre après 72h on a une diminution très hautement significative de lipides par rapport au témoin ($p= 0,000$).

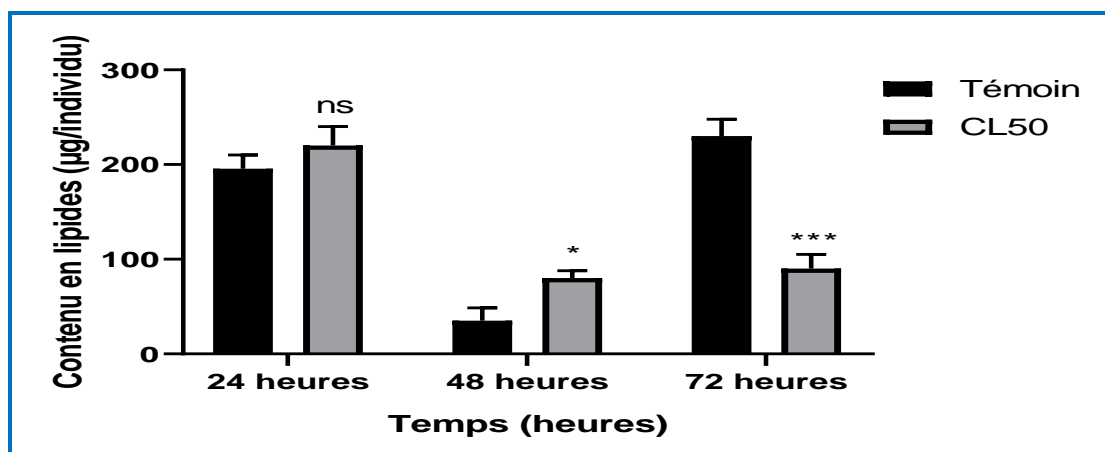


Fig 31 : Effet des huiles essentielles de *Lavandula dentata* (CL50) sur le contenu de lipides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ($m \pm SD$, $n=3$) (* : Différence significative ($p \leq 0,05$) entre les séries témoins et traitées, (***) : très hautement significative $p \leq 0,001$ entre les séries témoins et traitées).

III.6.3. Effet des HEs sur le contenu en protéine totales

Le contenu en protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes de *Cs longiareolata* diminue significativement pendant les périodes testés (24h, 48h, 72h) chez les séries traitées par rapport aux témoins ($p=0,000$; $p=0,0106$ et $p=0,024$).

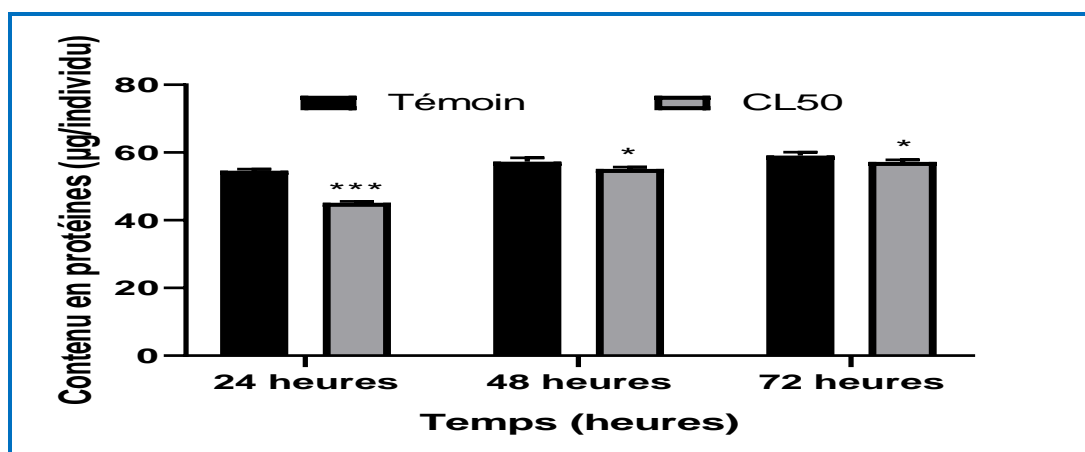


Fig 32 : Effet des huiles essentielles de *Lavandula dentata* (CL50) sur le contenu de protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ($m \pm SD$, $n=3$) (* : Différence significative ($p \leq 0,05$) entre les séries témoins et traitées, (***) : très hautement significative $p \leq 0,001$ entre les séries témoins et traitées).

Discussion

IV. Discussion

IV.1. Rendement des huiles essentielles

La méthode d'obtention des huiles essentielles reste une étape très importante qui peut agir directement sur la qualité et la quantité des huiles essentielles. Le succès de cette étape est interprété par le calcul des rendements (**Bruneton, 1987**). Le rendement en huile essentielle du *Lavandula dentata* est $3,66 \pm 0,31\%$ de la matière sèche de la partie aérienne « feuilles » de la plante. Ces résultats sont supérieurs à ceux signalés dans certaines régions de l'Algérie et de Maroc. Le bon rendement d'huile essentielle obtenu dans cette étude, peut-être dû au climat semi-aride qui caractérise la région de Tébessa et il est bien connu que les rendements maximaux sont obtenus dans les régions à climat sec (**Ouibrahim, 2014**).

D'après **Dris et al., (2017)**, le rendement des huiles essentielles de *L. dentata* marque des variations d'une région à une autre dans la wilaya de Tlemcen, il est de : 0,40 à 0,79% dans la région d'Enjajra, 0,31–0,59% dans la région de Souk-El-Khémis, 0,33–0,47% dans la région de Sidi-Dris, 0,25–0,46% dans la région de Tafessout, 0,31–1,04% dans la région de Honaine, 0,75–0,98% dans la région de Ouled-Sid-Echeikh, 0,28–0,55% dans la région de Souk-Eltnine et de 0,24–0,46% dans la région de Beni-Saf. On rapporté 1,41% pour les extraits de l'est du Maroc, et dans d'autre région aux Maroc $2,60 \% \pm 0,01$ (**Bachiri et al., 2015**). Et D'après **Dris, (2019)** qui trouve un rendement de 1,18%.

Le rendement différent de l'HEs de *Lavandula dentata* d'une région à l'autre est dû à des facteurs internes (gènes de plante), et facteurs externes associés aux conditions de croissance et au développement des plantes (Maffeur et Sacco, 1987 ; Bruneton, 1999). Aussi les facteurs écologiques "climat", l'origine de la plante. Dépend également l'organe végétal (**Dris, 2019**).

IV.2. Toxicité des HEs

La toxicologie est l'étude des effets nocifs d'une substance chimique naturelle ou synthétique sur les organismes vivants. Les tests toxicologiques sont adoptés pour tester la sensibilité des pupes, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (**OMS, 1963**), ils sont nécessaires d'évaluer les concentrations létales (CL50).

L'huile essentielle est un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière végétale botaniquement définie (**Marie et al., 2019**). Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages. Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes (monoterpènes, sesquiterpènes,...) (**Bastien, 2008**). L'activité biologique des huiles essentielles dépend de

leur composition chimique qui, elle, est déterminée par plusieurs facteurs, intrinsèques : le génotype, et extrinsèques : le biotope, les conditions de récolte des plantes, les méthodes d'extraction (**Bachiri et al., 2017**). L'HEs possèdent une activité insecticide sont déjà identifiés, pour la lutte anti-moustique (**Fatma et al., 2017**). L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps dans certaines régions d'Afrique noire (**Bastien, 2008**).

La toxicité évaluée à partir du taux de mortalité enregistrée après traitement, dépend des doses administrées. Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de la plante *L. dentata* à l'égard des pupes de *C. longiareolata*, dont les résultats montrent une activité pupicide de l'HEs appliquées avec une relation dose-réponse, on note que les HEs sont toxiques et efficace.

Les tests de toxicité de l'extrait brut de *A. judaica* réalisés sur les larves du premier stade de *C. longiareolata* nouvellement émergées montrent une relation dose-effet. En effet, la plus forte dose (D4 : 5 g/L) a entraîné une mortalité de 88,47% après deux heures d'exposition. 100 % de mortalité ont été obtenues après quatre heures d'exposition. La faible dose testée n'a entraîné 100 % de mortalité qu'après 96h.

Tout comme pour les larves L1, une augmentation du pourcentage de mortalité des larves L2 traitées a été notée avec l'augmentation des doses de l'extrait testé. Les 100 % de mortalité sont obtenues après 24 h d'exposition pour les deux fortes doses : D4 et D3 (1,25 et 2,5 g/L).

Les résultats des essais de toxicité de l'extrait brut de la plante ont révélé un bon effet larvicide avec une relation dose- réponse. Sur les larves, une progression de la mortalité en fonction des doses a été observée. Les 100 % de mortalité ont été obtenus après quatre (04) heures d'exposition pour les L1 et les L3 et ce avec la plus forte dose. Pour les L2, la mortalité de 100 % a été obtenue après 24 h d'exposition. Le fort pouvoir insecticide de cette plante est lié à la richesse de cette plante en métabolites secondaire (**Fatma et al., 2017**).

La relation dose-réponse a été déterminée pour l'huile essentielle de *L. dentata* appliquée sur les larves de quatrième stade nouvellement muées de *Cx pipiens* et *Cs. longiareolata* ($R^2=0,98$) (Fig.2). La mortalité a été notée 24 h après le traitement. Les contrôles positifs n'ont montré aucun effet du solvant éthanolique contre *Cx. pipiens* et *Cs. longiareolata*. Avec LC50a été calculé comme étant 113,38ppm et 77,09ppm et LC90 était de 150,38 ppm et 104,45ppm pour *Cx. pipiens* et *Cs. longiareolata*, respectivement. Après le traitement, les larves intoxiquées ont montré un changer de comportement en s'enfonçant au fond du bocal et en restant immobile jusqu'à leur mort. Les huiles essentielles végétales de *L. dentata* et leurs

composants actifs (une-terpinolène et camphre) pourraient être développés comme agents de lutte contre les larves de moustiques (**Dris et al., 2017**).

IV.3. Effet des HEs sur l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase.

L'acétylcholinestérase est l'une des enzymes importantes dans de nombreux organismes vivants, y compris les humains et les vertébrés, et est localisée dans le système nerveux et dans les muscles. (**Wiesner et al., 2007**). L'AChE est importante pour le développement de médicaments anti-Alzheimer, pour la compréhension générale de la toxicité de organophosphates et pour la conception d'insecticides plus sûrs et plus spécifiques (**Kryger et al., 1998**). L'AChE étant considérée comme un biomarqueur d'exposition de la contamination aux pesticides. Les AChE sont impliquées dans la transmission synaptique et leur fonction principale est l'hydrolyse de l'acétylcholine, le médiateur des synapses cholinergiques dans le système nerveux. L'inhibition de l'activité de l'AChE provoque une accumulation du neurotransmetteur; son action est renforcée et elle provoque finalement décès. L'activité AChE est considérée comme un biomarqueur d'exposition aux organophosphorés et pesticides carbamates ainsi qu'à d'autres contaminants tels que les métaux, les détergents synthétiques, certains composants des fiouls et des toxines algales (**Souch et al., 2015**). Ils se fixent en effet sur le site actif de l'enzyme, à la place de l'acétylcholine ; au cours de la liaison de ces insecticides à l'enzyme, l'AChE des insectes est inactivée par phosphorylation ou carbamylation des résidus de la sérine dans le site actif (**Dris, 2019**).

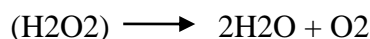
L'analyse des résultats obtenus après dosage de l'activité enzymatique de l'AChE des pupes chez *C. longiareolata*, traitées par les HEs de *L. dentata*, à la CL₅₀ à différents temps 24, 48 et 72 heures, révèle une diminution significative de l'activité de l'AChE comparativement aux témoins. Cette diminution est probablement due à l'inhibition de cette enzyme par les HEs.

D'après **Bouabida et al, (2016)**, Les résultats obtenus chez les séries témoin de *C. longiareolata* et *Culex pipiens* montre que l'activité de l'AChE augment d'une manier significative à 48 heures puis diminue par la suit a 72 heur chez les deux espèces. Pour les séries traite à la DL₅₀ de *C. longiareolata* et *Culex pipiens*, marque une augmentation non significative. D'autre part, similaire a la résultantes obtenus par **Dris, (2019)**, qui montre que l'activité enzymatique de l'AChE des larves 4 chez *C. longiareolata* et *C. pipiens*, traitées par les HEs de *L. dentata*, de *M. piperita* et de l'*O. basilicum* à la CL₅₀ à différents temps 24,

48 et 72 heures, révèle une diminution significative de l'activité de l'AcChE comparativement aux témoins. Cette diminution est probablement due à l'inhibition de cette enzyme par les HEs. Le traitement avec certaines huiles essentielles ou leurs constituants purifiés a provoqué des symptômes qui prouvent leur mode d'action neurotoxique.

III.5. Effet des HEs sur l'activité spécifique de catalase.

L'oxygène est indispensable à la vie des organismes aérobies qui en utilisent la majeure partie comme substrat de la chaîne respiratoire pour la production d'ATP. Ce métabolisme induit la production d'espèces réactives dérivées de l'oxygène (EROs) et de l'azote (ERAs) en équilibre avec les systèmes antioxydants. Le stress oxydant, défini comme le résultat d'un déséquilibre entre la production de composés pro-oxydants et leur élimination par les antioxydants, joue un rôle central dans de nombreuses pathologies telles que l'athérosclérose (Uno *et al.* 2010). Les catalases sont des enzymes dont la fonction principale est la décomposition du peroxyde d'hydrogène en oxygène moléculaire et en eau. Ces enzymes, présentes dans pratiquement tous les organismes aérobies, se trouve principalement dans les peroxysomes, mais aussi dans le cytoplasme (Chanceetal.,1979). D'après Njomen *et al*, (2006), le catalases dégrade le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) en eau dioxygène suivant la réaction:



Les résultats obtenus chez les pupes *C. longiareolata* révèle une augmentation significative de l'activité de la catalase chez les traités comparativement aux témoins. Cette augmentation de l'activité traduit une mise en place du processus de détoxification qui est une forme de défense de l'insecte contre le pesticide (Dris, 2019).

On constate en comparant les résultats obtenus avec les résultats obtenus d'après Bouabida *et al*, (2016), qui a montré une augmentation significative de l'activité de la catalase des séries traitées comparativement aux témoins chez les larves de quatrième stade de 2 espèces de moustique *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* traités par le spiromesifène a deux doses létales : DL50 et DL 90, en outre L'analyse des résultats obtenus après dosage de l'activité enzymatique du catalase des larves du quatrième stade (L4) chez *Cx pipiens*, traitées par les HE de *M. piperita* et de *L. dentata* à une dose létale : CL50 à différents temps 24, 48 et 72 heures, révèle une augmentation significative comparativement aux témoins (Cheriet *et Kouchkouch*, 2016).

IV.5. Effet des HEs sur les compositions biochimiques (glucides, lipides, protéines)

Chez les insectes, l'hémolymphe subit des modifications métaboliques diverses, au cours du développement (larve, pupa et adulte). En effet, ces fluctuations sont liées aux différents états physiologiques de l'insecte tels que la mue, la nymphose et la diapause. (Nowosielski et al., 1965)

Les glucides en tant qu'éléments énergétiques, jouent un rôle essentiel dans la physiologie des insectes et les taux de glycogène et de tréhalose dans les tissus et l'hémolymphe sont étroitement liées aux événements physiologiques comme la mue et la reproduction (Wiens et al., 1968)

Les lipides, principale source d'énergie chez les insectes sont transportés du corps gras site de leur synthèse et stockage vers les organes utilisateurs notamment les ovaires via l'hémolymphe pour être utilisé lors de la vitellogénèse (Keely, 1985)

Les protéines jouent un rôle fondamental dans l'organisme de toutes les espèces vivantes connues (Malher & Cordes, 1968). Chez les moustiques autogènes, les protéines stockées aux stades larvaires et qui proviennent de la digestion des couches procuticulaires profondes de l'ancienne cuticule sont utilisées pour la formation des œufs. Cependant ; chez les moustiques anautogènes, le repas sanguin représente la principale source de protéines nécessaires Briegel, 1985.

Le dosage des principaux constituants réalisé dans le corps entier des pupes, témoins et traités chez *Cs longiareolata*, révèle une modification des composants biochimiques comme les glucides, les protéines et les lipides après traitement par l'huile essentielle de *Lavandula dentata* à différents temps 24, 48 et 72 heures. Nos résultats obtenus indiquent une réduction hautement significative du contenu en glucides après 24h, 48h et 72h de traitement par rapport aux témoins. D'après (Bouabida & Dris, (2020). Les protéines, les glucides et les lipides ont été estimés dans l'ensemble du corps des larves de quatrième stade de *Cs. longiareolata* à différents fois suivant la concentration sub létale et létale à 24 h (CL25 : 6,96 ppm et CL50 : 10,11 ppm) de *Ruta graveolens* HE ,concernant les niveaux de glucides une diminution de dévers a été observée avec les deux concentrations testées à 24 h, 48h et 72h et la teneur en lipides était également fortement réduit chez les traités à 24 h ($p = 0,033$ et $p = 0,021$) et 48 h ($p = 0,040$ et $p = 0,026$) et à 72 h ($p = 0,023$ et $p = 0,011$) respectivement par rapport au témoin. Les niveaux de protéines, ont été affectés par le traitement (LC25 et LC50) de l'huile

essentielle de *Ruta graveolens* a réduction du dévers a été observée à 24 h ($p = 0,023$ et $p = 0,013$) et 48 h ($p = 0,03$ et $p = 0,016$) et à 72 h ($p = 0,034$ et $p = 0,024$) par rapport à la série témoin.

D'après (**Bouabida et al., 2017**). Les niveaux de glucides, de lipides et de protéines ont été estimés dans les extraits du corps entier à partir du quatrième stade larvaire en utilisant deux concentrations létales (LC50 et LC90). La comparaison des valeurs moyennes montre que la teneur en protéines a diminué concordant avec les deux concentrations (LC50 et LC90) (contrôle vs LC50 $P = 0,014$ et contrôle vs LC90 $P < 0,001$). Aucun effet du produit sur la teneur en glucides n'a été signalé avec les deux doses appliquées ($P > 0,05$). Enfin, la teneur en lipides a été réduite concordant avec les deux concentrations testées (contrôle vs LC50 $P = 0,027$ et contrôle vs LC90 $P = 0,009$).

Conclusion

Conclusion

La lutte contre les insectes est devenue un impératif en raison de son grand impact d'abord sur la santé humaine et d'autre part sur l'environnement

L'huile essentielle de *Lavandula dentata* extraite par un hydro-distillateur de type Clevenger qui est de couleur jaune claire avec une odeur agréable et avec un rendement d'extraction de **3,66 ±0,31%** de la matière sèche de la plante "les feuilles".

Après avoir appliqué les huiles essentielles de la *Lavandula dentata* sur les pupes de l'espèce *Culiseta longiareolata*, nous avons constaté que cela avait un effet fatal et que la lavande est donc considérée comme un poison contre les moustiques.

Notre étude est pour but application la CL50 de les HES de *Lavandula dentata* sur les pupes d'une espèce de moustique *Cs longiareolata* afin d'évaluer leur effet sur deux biomarqueurs enzymatiques l'AChE et la catalase et sur les compositions biochimiques.

Les résultats indiquent que les HES de *Lavandula dentata* provoquent un effet neurotoxique traduisant par une diminution de l'activité de l'acétylcholinestérase. Egalement une augmentation de l'activité de catalase, une diminution du taux de protéine et de glucide et une perturbation de contenu en lipide.

Les huiles essentielles présentent donc des propriétés insecticides car les résultats obtenus ouvrent des perspectives intéressantes pour son application dans la production des biocides.

Références bibliographiques

-A-

Anonyme. (2012) Guide illustré de la flore algérienne. (2012). Paris. P 94

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

Algieri, F., Rodriguez-Nogales, A., Vezza, T., Garrido-Mesa, J., Garrido-Mesa, N, M. Pilar Utrilla, M.P., M. Reyes González-Tejero, M.R., Casares - Porcel, M., Molero-Mesa, J., Contreras, M.D.M., Segura-Carretero, A., Pérez-Palacio, J., Diaz, C., Vergara, N., Vicente, F., Rodriguez-Cabezas, M.E., Galvez, J.(2016). Anti-inflammatory activity of hydroalcoholic extracts of *Lavandula dentata L.* and *Lavandula stoechas L.* Journal of Ethnopharmacology.142-158

Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F.and Saadia, M.(2006). Évaluation 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). B AS E.67-71

Aouinty, B., Rinane, A., Chennaoui, M. and Mellouk, F.(2017). Étude des gîtes larvaires de moustiques culicidés de la région de Mohammedia, littoral atlantique Marocain. Afrique Science.120-129

-B-

Bachiri, L., Bammou, M., Echchegadda, G., El rhaffari, L., Haloui, Z & Nassiri, L. (2017). Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de deux espèces de Lavande :*Lavandula Dentata Spp. Dentata* Et *Lavandula Pedunculata Spp. Pedunculata*. European Scientific journal. 293-311

Bachiri, L., Echchegadda, G., Ibijbijen, J & Nassiri, L. (2016). Etude phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de lavande autochtones au Maroc : «*Lavandula stoechas L. et Lavandula dentata L.*». European Scientific journal.313-333

Bachiri, L., Labazi, N., Daoudi, A., Ibijbijen, J., Nassiri, L., Echchegadda, G & Mokhtari, F. (2015). Etude ethnobotanique de quelques lavandes marocaines spontanées. International journal and chemical sciences.1309-1318

Bastien, F. (2008). Effet larvicide des huiles essentielles sur *stomoxys calcitrans* a la reunion. These de doctorat. Vétérinaire. L'université Paul - sabtier de Toulouse.

- Belmont, M. (2013).** *Lavandula angustifolia M., Lavandula latifolia M., Lavandula x intermedia E.: études botaniques, chimiques et thérapeutiques.* Thèse de doctorat. Sciences pharmaceutiques. Université Joseph Fourier. P 154
- Ben Abdelkader, T. (2012).** Biodiversité, bioactivité et biosynthèse des composés terpéniques volatiles des Lavandes Aillés, *Lavandula Stoechas*, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique. Thèse de doctorat. Biologie et physiologie végétales. Université de Kouba, Algérie. P 283
- Benhamed D, (2016).** Etude de la reproduction et du développement d'*Anopheles maculipennis* (Diptera ; *Culicidae*), Effets toxiques de quelques extraits aqueux de plantes médicinales. Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar. Annaba.
- Benhissen, S., Habbachi, W., Rebbas, K., & Masna, F. (2018).** Études entomologique et typologique des gîtes larvaires des moustiques (Diptera: *Culicidae*) dans la région de Bousaâda (Algérie) Entomological and typological studies of larval breeding sites of mosquitoes (Diptera: *Culicidae*) in Bousaâda area (Algeria). Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège. P 112-120.
- Bessenouci-Danoun, M., Mesli, L. (2018).** Inventaire de l'arthropodo faune inféodée à *Lavandula dentata* dans la région de ghazouet (Tlemcen). Revue Agrobiologia. 817-824
- Bouabida, H., Djebbar, F., Soltani, N. (2016).** Bioactivité du spiromesifène sur deux espèces des moustiques. pfa. 1-74.
- Bouabida, H & Dris, (2020).** Effect of rue (*Ruta graveolens*) essential oil on mortality, development, biochemical and biomarkers of *Culiseta longiareolata* South African Journal of Botany. 1-5
- Bouklihacene, (2012).** Bioécologie des Coléoptères (Arthropodes-Insectes) du marais salé de l'embouchure de la Tafna (Tlemcen). Thèse de doctorat. Ecologie animale. Université de Tlemcen. P156
- Boulkenafet. (2006).** Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes Diptera .Psychodidae et appréciation de la faune *Culicidienne* Diptera .Culicidae dans la région de Skikda. Présentation pour l'obtention du Diplôme de Magister en entomologie option ; application agronomique et médicale. P191
- Bouskaya, Z et Degachi, I. (2019).** Etude bioécologique et systématique de la population *Culicidienne* dans la région l'oued. Mémoire de master. Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED. 6
-

Bouzabata, A. (2015). Contribution a l'étude d'une plante médicinale et aromatique *myrtus communis* L. Thèse de doctorat. Sciences pharmaceutiques. Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie. P199.

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method of the quantitation microgram quantities of Protein utilising the principale dye binding. *Analytical Biochemistry* 72: 248 - 254.

Briegel, H. (1985). Mosquito reproduction, incomplete utilization of the blood meal protein for oogenesis. *J. Insect. Physiol.*, 31: 15 – 21.

Bruhnes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G., and Hervy, J-P. (1999). Les moustiques de l'Afrique méditerranéen. Logiciel d'identification et d'enseignement. IRD édition.

-C-

Carette, A.S. (2000). La lavande et son huile essentielle. Thèse de doctorat. Université de Toulouse. 100 P

Chance, B., Sies, H., Boveris. A.(1979). Hydroperoxide metabolism in mammalian organs. *Physiological Reviews.* 527-605

Cheriet, S., Kouchkouch, H.(2016). Effet des huiles essentielles extraites de deux plantes : *Mentha piperita* et *Lavandula dentata* sur les biomarqueurs biochimiques des larves de *Culex pipiens*. Mémoire de master. Biologie appliquée. Université de Larbi Tébessi Tébessa. P54

Chorfi, D et Sedira, H. (2016). Effet des huiles essentielles extraites de deux plantes : *Mentha piperita* et *Ocimum basilicum* sur les biomarqueurs biochimiques des larves de *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master. Université de Larbi Tébessi –Tébessa- p 6

Claiborne, A. (1985). Catalase activity. In: Greenwald RA (eds) *Handbook of Methods for Oxygen Radical Research* Boca Raton, FL: CRC 283–284 p.

Claudia, G., Martina, B., Roberta, A., Fabrizia, M., Alessio, P., Guido, F. and Gelsomina, F. (2020). *Lavandula dentata* L. From Italy : analysis of trichomes and volatiles. Accepted Article. 1-6

-D-

Damerdji, A. (2014). Diversite de la malacofaune sur deux espèces de lamiacées (*Lavandula multifidal*.et *L. dentata* L.) dans la région de Tlemcen (norde- ouest algérien). AFPP- dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture Montpellier. 1-11

Deghiche- Diab, N.(2016). Etude de la biodiversité des arthropodes et des plantes spontanées dans l'agro -écosystème oasien. Diplome de Magister.sciences agronomiques. Université Mohamed khider biskra.P104

Dob, T. (2007). Contribution à l'étude phytochimique de quelques plantes algériennes: Huiles essentielles :*Artemisia judaica* L., *Lavandula dentata* L., *Thymus fontanessi.*, Boisst & Reut, *Pinus pinea* et *Pinus pinaster* Aite. Alcaloïdes et Flavonoïdes: *Genista Vepres* Pomel (*Genista Kabylica* Coss). Thèse de doctorat. Chimie organique appliquée. Université de Houari Boumedienne. P 223

DRIS, D. (2019). Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes : *Mentha piperita*, *Lavandula dentata* et *Ocimum basilicum* sur les larves de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* (Linné) et *Culiseta longiareolata* (Aitken). Thèse de doctorat. Biologie animale. Université Badji Mokhtar – Annaba. P 181

Dris, D., Tine, D. and Soltani, N. (2017). *Lavandula dentata* essential oils: chemical composition and larvicidal activity against *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae).Bioone.388-393

-E-

Ellman, G.L., Courtney, K.D., Andres, V. & Featherstone, R.M. (1961). A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology* 7: 88 – 95.

-F-

Fatma, A., Khemais, A., Wassima, L., Dehliz, A., Ramdani, M., Barika, F.and et Allouane, R. (2017).Potentiel bio-insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne *Artemisia judaica* en lutte anti-vectorielle: cas du moustique commun *Culiseta longiareolata*. *Journal Algérien des Régions Arides*.109-116

Ficher, R.A. & Yates. (1957). Statistical tables for biological agricultural and medical research .5ème édition, Oliviner et Boyd. London. P 64-66

-G-

Gainard, A. (2016). Lavandes et lavandin, utilisation en aromathérapie : enquête auprès des pharmaciens d'officine. Thèse de doctorat. Pharmacies. Université de Bordeaux. P 92

Giuliani, C., Bottoni, M., Ascricchi, R., Milani, F., Papini, A., Flamini, G & Fico, G. (2020). *Lavandula dentata* L. from Italy: analysis of trichomes and volatiles. Accepted article. 1-15.

Gleizes, M., P., Y. (1993). L'utilisation des huiles essentielles. Dans la lutte vis-à-vis des ectoparasites chez l'homme et l'animal. Thèse de doctorat. La faculté de médecine de Créteil. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort.

Goldsworthy, A. C., Mordue, W. & Guthkelch, J. (1972). Studies on insect adipokinetic hormone. *General and Comparative Endocrinology*. 18: 306-314.

Guermi, A et Rhaim, F, Z. (2019). Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Artemisia herba alba*) sur les larves de *Culicidées* dans la région de Oued Souf. Mémoire de master. Université Echahid Hamma Lakhdar El -OUED. P18.

Guillon, Y. (2010). Diversité des composés terpéniques volatils au sein du genre *Lavandula* : aspects évolutifs et physiologiques. Thèse de doctorat. Biologie et physiologie végétales. Saint-Etienne - Jean-Monnet. P 254

-H-

Haouam, A et Achouri, K. (2019). Evaluation du potentiel larvicide d'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* à l'égard de *Culex pipiens*. Mémoire de master. Université de Larbi Tébessi Tébessa. P31

Helimi, K et Zoghlami, H. (2017). Etude préliminaire de l'activité insecticide de l'huile essentielle extraite à partir du *Petroselinum sativum* à l'égard des larves et des adultes d'espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master. Université de Larbi Tébessi Tébessa. P5

-I-

Imelouane, B., Elbachiri, A., Ankit, M., Benzeid, H., & Khedi, K. (2009). Physico-Chemical compositions and antimicrobial activity of essential oil of eastern Moroccan *Lavandula dentata*. Full length article.113-118

-J-

Justus, B., Almeida P. d. V., Marques Gonçalves, M., Assunçã, D.P.D.S.F.D., Debora Maria Borsato, D.M., Andres Fernando Montenegro Arana, A.F., Beatriz Helena Lameiro Noronha Sales Maia, B.H.L.N.S., de Paula, J.D.F.P.D., Jan, M.B., Farago, P.V. (2018). Chemical composition and biological activities of the essential oil and anatomical Markers of *Lavandula Dentata* L. cultivated in Brazil. *Brazilian archives of biology and technology*.1-12.

-K-

Keely L.L., (1985) Physiology and biochemistry of Fat body pp. 211-248. INGA Kerkut et L.I. Gilbert (eds): Comprehensive Insect Biochemistry, Physiology and pharmacology, vol. 3, Pergamon Press, oxford.

Khaligh, G.F., Naghian, A., Soltanbeiglou, S., and Gholizadeh, S. (2020). Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran. BMC.1-10

Kryger, G., Giles, K., Harel, M., Toker, L., Velan, B., Lazar, A., Kronman, Ch., Barak, D., Ariel, N., Shafferman, A., Israel, S. and Sussman, J.(1998).3D structure of a complex of human acetylcholinesterase with fasciculon-ii at 2.7Å resolution.370

-L-

Lahrech, K. (2010). Extraction et analyse des huiles essentielle de menth pulegium L. et de saccocalyx satureioide. Tests d'activites antibacterienne et antifongiques. Diplôme de magister. Chimie. Université d' Oran Es-Sénia. 121p

Laghouiter O.K, Gherib A.et Laghouiter H. (2015). Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de certaines menthes cultivées dans la région de Ghardaïa. Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes. Vol.8 n°1 : 84 – 93

Lexi guide des plantes médicinales. (2007). (10 éd). Toulouse: Elcy.P288.

Lim, T.K. (2014). *Lavandula dentata*. Springer Science + Business Media Dordrecht. P 186-191

Linné, C. (1753). *Species plantarum : exhibentes plantas rite cognitatas, ad genera relatas, cum differentiis specificis, nominibus trivialibus, synonymis selectis, locis natalibus, secundum systema sexuale digesta*. Biodiversity Heritage Library. Vol. 2. Holmiae:561-1200.

-M-

Malher H & Cordes E., 1968. Biological chemistry, Harper and Row.

Mansouri, F et Messabhia, H. (2018). Etude de l'effet larvicide de l'extrait hydroalcoolique de *Rosmarinus officinalis* à l'égard de *Culex pipiens*. Mémoire de master, Université Larbi Ben M'Hidi Oum El Bouaghi. P19

Marie., Paulette., Gleizes, Y.(2019). L'utilisation des huiles essentielles dans la lutte vis-à-vis des ectoparasites chez l'homme et l'animal. Thèse de doctorat. Vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire d'Alfort. P270

Matoug, H. (2018). Inventaire de la faune Culicidienne de la région de Skikda et étude du comportement sexuel et alimentaire des Culicidae. Thèse de doctorat. Neurosciences. Université Badji Mokhtar – Annaba. P167

Mellouk, A. (2017). Contribution à l'étude de l'effet antioxydant de l'extrait éthanolique et méthanolique de deux lavandes locales (*Lavandula multifida L.* et *Lavandula dentata L.*). Diplôme de MASTER. En amélioration végétale.. Université de Tlemcen. P 73

Merkhi, N et Maifi, k. (2020). Rendement d'huile essentielle d'une plante médicinale *Artemisia absinthium* et l'étude théorique de leur toxicité sur une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master. Université de Larbi Tébessi Tébessa. P 21

Mostefa Della, N. (2015). Contribution à la régénération in-vitro de *Lavandula dentata* via le microbouturage, l'organogenèse et / ou l'embryogenèse somatique et contrôle de la conformité génétique des plantes régénérées par les marqueurs RAPD. Thèse de doctorat. Biotechnologie. Université de Mohamed Boudiaf – Oran. P143

-N-

Njomen, G.N., Bensaïd, S., Soulage, CH.(2006). Mise au point du dosage de l'activité de catalase dans les tissus. Gems physiology laboratory. University of Yaounde.

Nowosielski, J.W. & Patton, R. L. (1965). Variation in the hemeolymph protein, amino acid, and lipid levels in adult house crickets, *Acheta domesticus L.*, of different ages. *J. Insect Physiol.*, 11: 263 – 270

-O-

Organisation Mondiale de la Santé. (1963). Méthode à suivre pour déterminer la sensibilité ou la résistance des larves de moustiques aux insecticides. In Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides, Genève : OMS, *Sér. Rapp. Techn.* **265**, p 55–60

Ouibrahim, A. (2014). Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis L.*, *Ocimum basilicum L.* et *Rosmarinus officinalis L.*) de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. p95

-P-

Peterson. (1980). Alimit cycle interprétation of a mosquito circadianoscillator .J. theor.

-R-

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

-S-

Sebastian, S. and Gautam, A.(2021). Arthropod Morphology. ResearchGate.1-6

Shibko, S., Koivistoinen, P., Tratyneck, C., New Hall, & Feidman, L. (1966). A method for the sequential quantitative separation and determination of protein, RNA, DNA, lipid and glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. Analytical Biochemistry 19: 415-528

Soltani, N. (2015). Les moustiques: Risques santtaires, bioessais et strategies de contrôle.
ResearchGate.1-13

SoltanbeigluS., Vahedi, M., Bavani, M.M. and Chavshinm, A.R.(2020).Molecular Characterisation of Cytochrome Oxidase I and Internal Transcribed Spacer 2 Fragments of *Culiseta longiareolata*. Araştırma Ögün.192-196

Soucha, M., Ouided, D.M., Daas, T. and Patrick, S.(2015). Effects of stress on brain acetylcholinesterase activity of a centipede *Eupolybothrus nudicornis*. Journal of Entomology and Zoology Studies.391-395

Souihi, M., Bousnina, A., Touati, B., Hassen, I., Rouissim, M & Ben Brahim, N. (2017).Caractérisation morphologique et chimique de deux espèces de Lavande: *Lavandula stoechas* L. et *L. dentata* L. en Tunisie. Annales de l'INRAT.124-136

-T-

Tabti, N. (2017). Etude comparée de l'effet de *Bacillus thuringiensis* sur les populations purifiées et des populations des gites artificiels de *Culex pipiens* (Diptera-Culicidae) dans la ville de Tlemcen. Thèse de doctorat. Ecologie animale. P28

Tine-Djebbar, F., Bouabida, H., & Soltani, N. (2016). Répartition spatio-temporelle des *Culicidés* dans la région de Tébessa: Inventaire des *Culicidés* dans la région de Tébessa (Nord-Est Algérien). Éditions universitaires européennes.

Tsurim, I., Silberbush, A. (2016). Detrivory, competition, and apparent predation by *Culiseta longiareolata* in a temporary pool ecosystem. Ecology and Evolution.1-6

-U-

Uno, K. and S.J. Nicholls. (2010). "Biomarkers of inflammation and oxidative stress in Atherosclerosis." *Biomark Med* .4: 361-373.

-W-

Wiens A.W. & Gilbert T., 1968. Rugarlation of carbohydrate mobilization and utilization in *Leucophaea maderae* J. Insect physiol. 13-799-794).

Wiesner, J., Kříž, z., Kuča, K., Jun, D. and Kočam, J.(2007). Acetylcholinesterases – the structural similaritiesand differences. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*.417-424