



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Larbi Tébessa -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: Sciences Biologiques

Option: Biochimie Appliquée

Thème :

***L'effet pupicide D' *Ocimum basilicum* chez
Culiseta longiareolata.***

Présenté Par :

- DJABRI Chaima

- LAHMIDI Souad

Devant le jury :

Dr. Bouabida.H

MCA Université de Tébessa

Présidente

Mme: Driss.D

MCB Université de Tébessa

Rapporteuse

Mme: Hamiri.M

MAA Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance: 08/06/2021.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ
الرَّحِيمِ:



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 آية (26)

ملخص

نبات الريحان (*Ocimum basilicum*) هو نبات عطري ينتمي إلى عائلة Lamiaceae وبالتالي فهو غني بالزيوت الأساسية. أتاح عملنا استخلاص محصولها المقدر بنسبة $0.15 \pm 0.67\%$. في هذا السياق ، يهدف هذا العمل إلى اختبار تأثير المبيدات الحشرية والبيضية لهذا النبات على خادرة وبيض بعوضة *Culiseta longiareolata* واسع الإنتشار في ولاية تبسة من خلال تقييم: الجانب السمي: تقدير التركيزات المميتة وتركيزات تثبيط انبثاق البويضات والتي قدرت بـ LD50 بمقدار 144.7 جزء في المليون و EC50 بمقدار 14.29 مايكرو لتر. المؤشرات الحيوية: تأثير LC50 للعدارى على المؤشرات الحيوية الأنزيمية (AChE ، الكاتلاز). التركيب الكيميائي الحيوي: تأثير الخادرة LC50 على البروتينات والكربوهيدرات والدهون.

الكلمات المفتاحية: المؤشرات الحيوية ، التركيب الكيميائي الحيوي ، *Culiseta longiareolata* ، نشاط مبيد الجراثيم ومبيد البيض ، *Ocimum basilicum* ،

Résumé

La plante de basilic (*Ocimum basilicum*) est une plante parfumée appartenant à la famille Lamiaceae et donc riche en huiles essentielles. Notre travail a permis d'extraire son rendement estimé par $0,67 \pm 0,15\%$.

Dans ce contexte, ce travail vise à tester l'effet pupicide et ovocide de cette plante sur les pupes et les œufs du moustique *Culiseta longiareolata* largement répandues dans la région de Tébessa, en évaluant:

Aspect toxique: Détermination des concentrations létales et les concentrations d'inhibition d'émergence des œufs qui ont été estimées à DL50 de 144,7ppm et CE50 de 14,29 μ l

Biomarqueurs : Effet de CL50 des pupes sur les biomarqueurs enzymatiques (AChE, catalase).

Composition biochimiques : Effet de CL50 des pupes sur les protéines, les glucides et les lipides.

Mots clés : Biomarqueurs, Composition biochimique, *Culiseta longiareolata*, Activité pupicide et ovocide, *Ocimum basilicum*.

Abstract

The basil plant (*Ocimum basilicum*) is a fragrant plant belonging to the Lamiaceae family and therefore rich in essential oils. Our work made it possible to extract its yield estimated by $0.67 \pm 0.15\%$.

In this context, this study aims to test the pupicidal and ovocidal effect of this plant on the pupae and eggs of the *Culiseta longiareolata* mosquito widely distributed in the Tebessa region, by evaluating:

Toxic aspect: Determination of lethal concentrations and egg emergence inhibition concentrations which were estimated at LD50 of 144.7ppm and EC50 of 14.29 μ l

Biomarkers: Effect of LC50 of pupae on enzymatic biomarkers (AChE and catalase).

Biochemical composition: Effect of pupae LC50 on proteins, carbohydrates and lipids.

Keywords: Biomarkers, Biochemical composition, *Culiseta longiareolata*, Pupicidal and ovocidal activity, *Ocimum basilicum*.

Dédicace

À ma mère pour son soutien, à mon père vie toute entière car

sans toi je n'aurais été ce que je suis aujourd'hui

À tous mes amis et les professeurs qui nous ont enseignés et

qui par leurs compétences nous ont soutenus dans la poursuite

de nos études surtout. Dr. Dris Djemaa.

vos conseils ont été le flamme qui m'a motivé toutes ces années.



À moi Souad

Dédicace

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, à toi mon père.

A ma Soeur ; Linda « Qui mon toujours soutenus et mon donnés force pour persévérer dans les pires moments » .

A ma petite fille et la chérie de mon cœur; Roudaina .

A tous mes amis : Basma , Kouka , Asma ...

A ma binôme souad.

A tous les étudiants de ma promotion. en souvenir de tout ce qu'on a pu partager.



A moi Chaima

REMERCIEMENT

*Avant tout, je remercie DIEU qui ma donnée le courage et la
volonté.*

*Professeur DRIS Djemaa, nous vous remercions pour vos
conseils, vos encouragements, tout en nous laissant une
grande indépendance.*

*Nous souhaitons aussi adresser nos remerciements les plus
sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui
ont contribué à l'élaboration de ce mémoire spécialement : Dr.
Bouabida. H pour présider le jury et Mme Hamiri à examiner
ce travail.*

*Nous remercions tous les enseignants qui nous ont fait
profiter de leur savoir, tout au long de nos études.*

*Le technicien du laboratoire des Sciences Souad et chahra
pour leurs aides.*

*Enfin, nos remerciements vont à tous ceux qui ont collaboré à
L'achèvement de ce travail.*



Liste des tableaux

Liste Des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Position systématique de <i>Culiseta Longiareolata</i>	28
Tableau 02	les noms et les synonymes d' <i>Ocimum basilicum</i>	38
Tableau 03	Classification d' <i>Ocimum basilicum</i>	39
Tableau 04	Dosage des protéines totales chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage	57
Tableau 05	Dosage des glucides chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	58
Tableau 06	Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	58
Tableau 07	Effet d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> (ppm) appliquées sur des larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée ($m \pm SD$, n = 3 répétitions comportant chacune 25 individus).	62
Tableau 08	Effet d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> (ppm) chez les larves du quatrième stade (L4) nouvellement exuviées de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance des données.	62
Tableau 09	Effet d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> (ppm) appliquées sur les oeufs de <i>Culiseta longiareolata</i> : pourcentage d'inhibition d'éclosion ($m \pm SD$, n = 4 répétitions comportant chacune 25œufs	64
Tableau 10	Effet d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> chez les œufs de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance des données.	64



Listes des figures

Liste Des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 1	<i>Culiseta longiareolata</i>	27
Figure 2	Nacelle d'œufs de <i>Culiseta Longiareolata</i>	27
Figure 3	Dents du peigne siphonal (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i>	27
Figure 4	Taches d'écailles sombres sur l'aile (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i>	27
Figure 5	Lobe basal du gonocoxite (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	27
Figure 6	Trois Bandes blanches longitudinales (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i>	27
Figure 7	Œufs en nacelle de <i>Culiseta longiareolata</i>	29
Figure 8	Vue générale d'une exuvie larvaire (Culicinae)	30
Figure 9	Aspect général de Nymphe	31
Figure 10	Morphologie générale de Culicidae	32
Figure 11	Cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i>	35
Figure 12	aspect morphologique d' <i>Ocimum basilicum</i>	37
Figure 13	montage de l'hydro-distillateur de type Clevenger	45
Figure 14	Carte géographique de la région Bekkaria montrant la station de récolte	46
Figure 15	la partie aérienne sèche de la plante <i>Ocimum basilicum</i>	47
Figure 16	Site d'élevages des moustiques	48
Figure 17	Site d'élevages des moustiques	48
Figure 18	Extraction et dosage de l'acétylcholinestérase	54
Figure 19	Dosage de l'activité du catalase	56
Figure 20	Dosage des métabolites primaires	59

Figure 21	Effets de l'HE de <i>O.basilicum</i> , appliquée sur les pupes de <i>C. longiareolata</i> : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.	63
Figure 22	Effet d'huile essentielle d' <i>Ocimum basilicum</i> (ppm) appliquées sur les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée ($m \pm SD$, n = 3 répétitions comportant chacune 25 individu).	63
Figure23	Les Mals formations d'œuf de <i>Culiseta longiareolata</i> .	65
Figure 24	Effet d'huile essentielle d' <i>O. basilicum</i> sur l'activité spécifique d'AChE.	65
Figure 25	Effet d'huile essentielle d' <i>O. basilicum</i> sur catalase	66
Figure 26	Effet d'huile essentielle d' <i>O. basilicum</i> sur les protéines	66
Figure 27	Effets d'huile essentielle d' <i>O. basilicum</i> sur les lipides	67
Figure 28	Effet d'huile essentielle d' <i>O. basilicum</i> sur les glucides	67

*Liste Des Abréviations
Et Symboles*

Liste Des Abréviations Et Symboles

OMS	organisation mondiale de la santé.
CL50	concentration létale qui provoque 50% de la mortalité.
CL25	concentration létale qui provoque 25% de la mortalité.
CL90	concentration létale qui provoque 90% de la mortalité
C°	degré Celsius
P	phosphate.
DL50	dose létale de 50% de la population.
DL25	létale de 25% de la population.
DL90	létale de 90% de la population.
VIH	Human immunodeficiency virus
VLDL	very low Density lipoprotein
PER	extension du Proboscis.
LO	lipoxygénase humaine
LDL	low-density lipoprotein.
HDL	high-density lipoprotein
pH	potentiel hydrogène.
mm	millimètre
TCA	acide trichloracétique
ppm	partie par mille.
CS	<i>Culesita</i>



Sommaire

Sommaire	Pages
I. Introduction générale	23
II. Matériels et Méthodes	26
2.1. Présentation de l'insecte.	26
2.2. La famille Culicidae	28
2.3. Position systématique.	28
2.4. Caractère morphologique	29
2.4.1. Œufs	29
2.4.2. Larve	29
2.4.3. Nymphe	30
2.4.4. Adulte	31
2.5. Bio-écologie et éthologie des larves de culicidés.	32
2.6. Cycle de vie	33
2.7. Cycle biologiques	33
2.8. La moyenne de lutte.	35
2.8.1. Lutte écologique	35
2.8.2. Lutte génétique	36
2.8.3. Lutte chimique	36
2.8.4. Lutte biologique	36
2.9. Généralité sur L' <i>Ocimum basilicum</i>	37
2.10. Noms et synonymes d' <i>Ocimum basilicum</i>	38
2.11- Historique d' <i>Ocimum basilicum</i>	38
2.12. Répartition géographique d' <i>Ocimum basilicum</i>	38
2.13. Description d' <i>Ocimum basilicum</i> (Appareil végétatif)	39
2.14. Classification d' <i>Ocimum basilicum</i>	39
2.15. Effets biologiques d' <i>Ocimum basilicum</i>	39
2.15.1. Effet sur la reproduction chez la femelle	39
2.15.2. Effet sur la reproduction chez le mal	40
2.15.2.1. Activité antioxydante	40
2.15.2.2. Activité antibactérienne	40
2.15.2.3. Activité antitoxique	40

2.15.2.4. Activité hypolépimiant	40
2.15.2.5. Activité antiviral	41
2.16. Définition les huiles essentielles	41
2.17. Composant chimique d'Huile essentielle	41
2.18- Domain d'application	42
2.19. Activités biologiques d'huiles essentielles	43
2.20. Extraction des huiles essentielles	45
2.20. Extraction par hydrodistillation	46
2.21. Matériels destinés à la réalisation de l'extraction de d' <i>Ocimum basilicum</i>	46
2.22. Technique d'élevage	48
2.23. Mode opératoire de la préparation de l'extrait	49
2.24. Essais toxicologiques	51
2.25. Dosage des biomarqueurs	52
2.25.1. Dosage de l'acétylcholinestérase	52
2.25.2. Dosage de catalase.	54
2.26. Dosage des métabolites.	56
2.26.1. Dosage des protéines	57
2.26.2. Dosage des glucides	57
2.26.3. Dosage des lipides	58
III. Résultats	62
3.1. Rendement en huile essentielle de d' <i>Ocimum basilicum</i> .	62
3.2. Essais d'insecticide des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> sur les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i>	62
3.3. Essais d'insecticide des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> sur les œufs de <i>Culiseta longiareolata</i>	64
3.4. Impact d'huile essentielle de <i>O. basilicum</i> sur les biomarqueurs	65
3.4.1. Effet des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> sur l'activité spécifique de l'acétylcholinestérase.	65
3.4.2. Effet d'huile essentielle de <i>O. basilicum</i> sur l'activité spécifique de catalase	66
3.5. impact des HEs sur la composition biochimique des <i>Culiseta longiareolata</i>	66
3.5.1. Effet d'huile essentielle de <i>O. basilicum</i> sur protéines	66

3.5.2. Effet d'huile essentielle de <i>O.basilicum</i> sur glucides	67
3.5.3. Effet d'huile essentielle de <i>O.basilicum</i> sur lipides	67
IV. Discussion	69
4.1. Rendement des huiles essentielles	69
4.2. Toxicité des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> sur les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> .	69
4.3.Toxicité des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> sur les œufs de <i>Culiseta longiareolata</i>	71
4.4. Effet des huiles essentielles d' <i>Ocimum basilicum</i> sur les biomarqueurs	72
4.4.1. Effet des HEs sur l'activité spécifique de l'ACHé	72
4.4.2. Effet des HEs sur l'activité spécifique de catalase	72
4.5. Impact des HEs sur les réserves énergétiques des <i>Culiseta longiareolata</i> .	73
V. Conclusion	76
VI. Références bibliographiques	78



Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

De tout temps et à travers les diverses civilisation : grec, romaine, égyptienne, et arabe, L'homme a eu recours aux plantes non seulement pour se nourrir, se vêtir, se chauffer, se loger, se parfumer, mais aussi pour entre tenir son équilibre, prévenir et guérir les Maladies qui nuisent à sa santé.

Dans notre cas d'étude on a travaillé sur le basilic dont le nom botanique est *l'Ocimum basilicum*, qui est une plante herbacée appartenant à la famille des labiées. Bien que le basilic soit une plante des zones subtropicales, originaire d'Inde où elle est connue pour ses propriétés culinaires et médicinales, cette plante aromatique est devenue entre-temps populaire, se cultive aussi très bien sous des climats rigoureux (ATTAF & OURAHMOUNE, 2017).

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires. L'utilisation des extraits de plantes comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone était connue depuis longtemps déjà Comme agents de lutte contre les insectes (AOUATI, 2016), ainsi que les pyréthrinés considérées comme des insecticides naturels extraits de plantes (AOUATI, 2016).

En effet, les huiles essentielles (HEs), principes actifs issus du métabolisme secondaire des plantes médicinales, ont été utilisées depuis l'antiquité et sont largement employées de nos jours, pour leurs propriétés biologiques (antimicrobienne, antioxydante, analgésique, anti-inflammatoire, anti-cancérigène, antiparasitaire, insecticide...) (CHEN, 2016) et leurs applications dans de multiples et diverses industries : alimentaire, cosmétique, parfumerie et pharmacie (CHENI, 2016).

Les insectes, et notamment les moustiques, forment un groupe le plus écologiquement diversifié. *Culucidaes* est la famille la plus importante, elle comprend :02 sous familles, 11tribus, 111 genres et 3528 espèces de la faune du monde (Haouam & Achouri, 2019).

Les maladies à transmission vectorielle sont un des problèmes majeurs de santé publique à travers le monde. Transmise par les moustiques du genre *Anophèles*, la maladie la plus répandue et la plus meurtrière est le paludisme, avec un à deux millions de morts par ans.

Les filarioses lymphatiques touchent 100 millions d'individus (ALAYAT, 2012). Par ailleurs, l'O.M.S. (2007) signale 100 millions d'infections dues à la dengue par an (virus

Introduction générale

transmis par *Aedes albopictus*). De nombreuses autres maladies à virus (arboviroses) telles que la fièvre jaune, le chikungunya, fièvre de la vallée du Rift, la fièvre du Nil occidental (West Nile Virus) : sont également transmises par des moustiques (O.M.S), elles sont très étudiées en raison de leur impact sur la santé humaine et animale, ainsi que sur les cultures et l'habitat. Ils sont caractérisés par leur abondance, leur diversité et leur étendue géographique.

Il existe différentes méthodes de lutte contre les ravageurs. La lutte biologique qui consiste à détruire les insectes nuisibles par l'utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels appartenant soit au règne animal soit au règne végétal, et la lutte chimique (TAlbi & Doghbal, 2016). Qui utilise différents types d'insecticides possédant chacun des caractéristiques physiques et chimiques propres, car le taux de toxicité, la dégradation, la biotransformation ou l'accumulation varient d'un insecticide à un autre (TAlbi & Doghbal, 2016). Cependant, pour des raisons économiques et de facilité de mise en œuvre, la lutte chimique reste la méthode la plus employée en dépit des dangers pour l'Homme et son environnement (TAlbi & Doghbal, 2016).

Les scientifiques tentent actuellement de trouver d'autres produits accessibles, moins toxiques à base de produits naturels connu sous le nom de bio- insecticides pour mener cette lutte.

L'objectif de notre étude consiste à tester l'effet pupicide et ovicide de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Egalement de déterminer le mode d'action de cet huile par le dosage des biomarqueurs enzymatique tel que : l'ACHé et la catalase et le dosage des métabolites primaires tel que : les protéines, les glucides et les lipides.



Matériels et Méthodes

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation de l'insecte

Les culicidés ou moustiques se divisent en trois sous-familles, les *Toxorhynchitinae*, les *Anophelinae* et les *Culicinae* (**Boulknaft, 2006**). Environ 3000 espèces des *Culicidae* sont connues dans le monde, la faune de l'Afrique de nord est composée de 66 espèces appartenant à deux sous-familles, en sept genres et en dix-sept sous genres dont sa richesse spécifique varie considérablement d'un pays à l'autre (**Derrar & Derrar, 2017**).

Culiseta longiareolata est un insecte nuisible à métamorphose complète, c'est-à-dire que la larve ne ressemble pas à l'adulte, plus abondant dans les régions chaudes. Il fait partie des Diptères, une famille des Culicidés. Ce moustique a une taille qui varie de 3 à 5 mm (**Chorfi & Sedira, 2016**). Il possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites.

L'identification de cet espèce, ne présente pas de difficultés ; ses antennes non spéculées et son siphon très court presque conique qui a une selle du segment anal interrompue sont des caractères très originaux (**Chorfi & Sedira, 2016**).

Cs. Longiareolata est une espèce multivoltine, et peut présenter une diapause hivernale chez les imagos femelles (régions froides) et chez les larves (régions tempérées). Les adultes présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne (**Bruhnes et al . 1999**).

Les œufs de *Cs. Longiareolata* ont une forme cylindro-conique, groupés en nacelle porte environ 50 à 200 œufs (**Boulkenafet, 2006**) (**Figure 02**). Les larves sont de types carnivores, caractérisées par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées irrégulièrement (**Figure 03**). Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écailles sombres sur l'aile (**Figure 04**), le thorax avec trois bandes blanches longitudinales et l'absence des soies longues et fortes au niveau du lobe basal du gonocoxite (**Figure 05, 06**). Les femelles sont sténogames et autogènes. Elles piquent de préférence les vertébrés surtout les oiseaux, très rarement l'humain. L'espèce est considérée comme un vecteur de plasmodium d'oiseau (**Bruhnes et al., 1999**).

Méthodes et matériels



Figure 01 : *Culiseta longiareolata longiareolata* (x40).

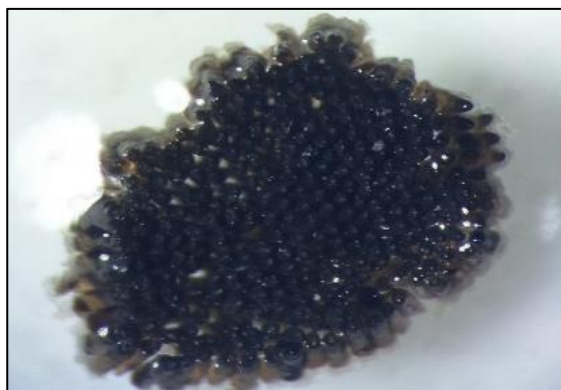


Figure 02 : Nacelle d'œufs de *Culiseta longiareolata*

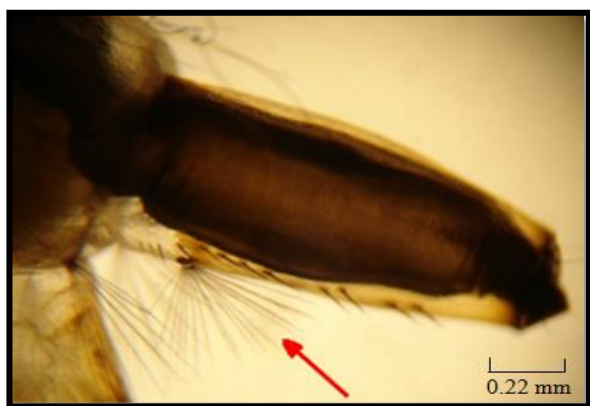


Figure 03 : Dents du peigne siphonal (Flèche) de *Culiseta longiareolata* (Gr : X 40).

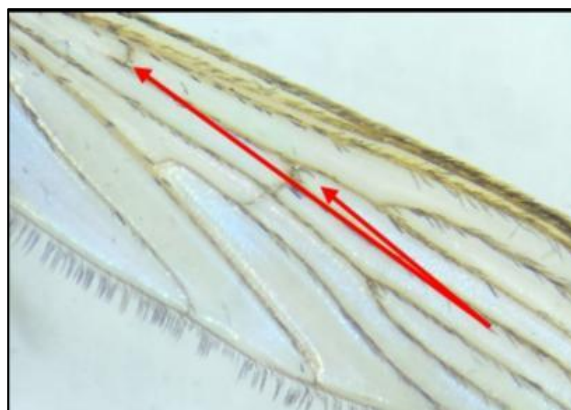


Figure 04 : Taches d'écailles sombres sur l'aile (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Gr : X 40).



Figure:05 Lobe basal du gonocoxite (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Gr : X 150) (Tine-Djebbar, 2009).



Figure 06: Trois Bandes blanches Longitudinales (flèche de *culiseta longiareolata* (Gr : X 40).

2.2. Famille culicidés

La famille des Culicidés constitue un grand groupe de diptères (**Bougerra, .2019**), communément appelés « Moustiques », appellation issue d'un mot espagnol « musketas ». Les Américains d'origine hispanique les appelaient « zancudos », ce terme encore utilisé en Amérique du Sud et en Amérique centrale, qui signifie « aux longues jambes ». La monophylie des *Culicidae* est rapporté par plusieurs travaux antérieurs (**Bougerra, 2019**). Cette famille renferme approximativement 3500 espèces et 41 genres décrits à travers le monde. Elle est actuellement divisée en deux sous-familles: *Anophelinae*, avec environ 480 espèces et *Culicinae*, avec environ 3 100 espèces distribuées dans 11 tribus, Aedini, avec environ 260 espèces, est la plus importante tribu (**Bougerra, 2019**).

2.3. Position systématique

La position systématique de *Culiseta longiareolata* est la suivante :

Tableau 01 : Position systématique de *Culiseta Longiareolata*.

Règne	<i>Animalia</i>
Sous-règne	Metazoa
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Protostomia
Sous-classe	Insecta
Infra-classe	Pterygota
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> (Aitken, 1954).

2.4. Caractères morphologiques

2.4.1. Les œufs

Les œufs sont pondus habituellement à la surface de l'eau, soit isolément (genres *Aedes* et *Anopheles*), soit regroupés dans des masses ayant la forme de nacelle (genres *Culex*, *Culiseta*, *Uranotaenia*, *Orthopodomyia* et *Mansonia*), ils peuvent être déposés sur substrats humides (*Aedes*) qui peuvent éclore après une période de dessiccation. Les œufs flottent à la surface de l'eau soit du fait des phénomènes de tension superficielle, soit grâce à la présence de flotteurs latéraux (*Anopheles*) ou apicaux (*Culex*). La variation de forme, de taille et de coloration a parfois été utilisée en taxonomie (**Berkane & Boudiar, 2018**).



Figure07 : Œufs en nacelle de *Culiseta longiareolata* (photo personnel, 2021).

2.4.2. Larves

Les larves de moustiques colonisent un grand nombre de plans d'eau, temporaires ou permanents, fortement ou faiblement pollués, comme on peut les rencontrer dans une eau claire. Elles peuvent vivre également dans les eaux stagnantes ou courantes et même, au niveau des petites accumulations (dans les seaux ; les pots de fleurs ; les boîtes de conserves ; les trous d'arbres ; les pneus...). Les mues larvaires des *Culicidae* sont au nombre de quatre, de morphologie comparable, hormis la taille (de 1 mm-1,5 cm). Les trois premiers stades

présentent généralement des spécificités chétotaxiques variables, permettant l'identification des espèces. Les critères morphologiques utiles en systématique concernent le quatrième stade. Les larves de *Culicidae* se différencient des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes, formant le sous Ordre des Nématocères. Ces larves sont clairement constituées de trois parties ; la tête pourvue d'une paire d'antennes, des pièces buccales du type broyeur, un thorax plus large que la tête et l'abdomen (**Berkane & Boudiar, 2018**) (Figure 08).

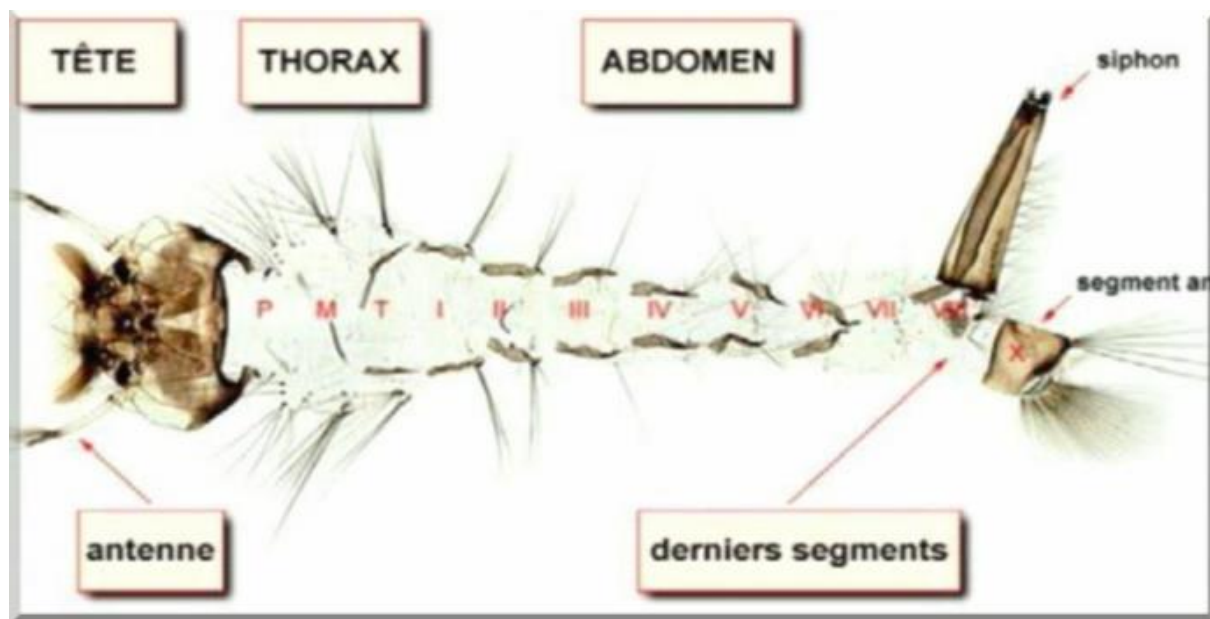


Figure 08 : Vue générale d'une exuvie larvaire (*Culicinae*) (**Brunhes et al., 1999**).

2.4.3. Nymphe

Son corps est formé d'un céphalothorax globuleux et d'un abdomen recourbé lui donnant la forme d'une virgule ou d'un point d'interrogation, est formée de huit segments dont le huitième est pourvue de deux palettes natatoires alors que le neuvième est atrophié (**Berkane & Boudiar, 2018**). Au niveau du céphalothorax se situent les ébauches des yeux et des différents appendices (les antennes, la trompe, les pattes, les ailes), deux trompettes respiratoires prothoraciques, de forme très variable, équivalents physiologiques du siphon respiratoires de la larve (**Berkane & Boudiar, 2018**). (Figure 15).

La nymphe ne se nourrit pas, mais durant ce stade le moustique subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques, la préparant au stade adulte (**Berkane & Boudiar, 2018**). (Figure 09).

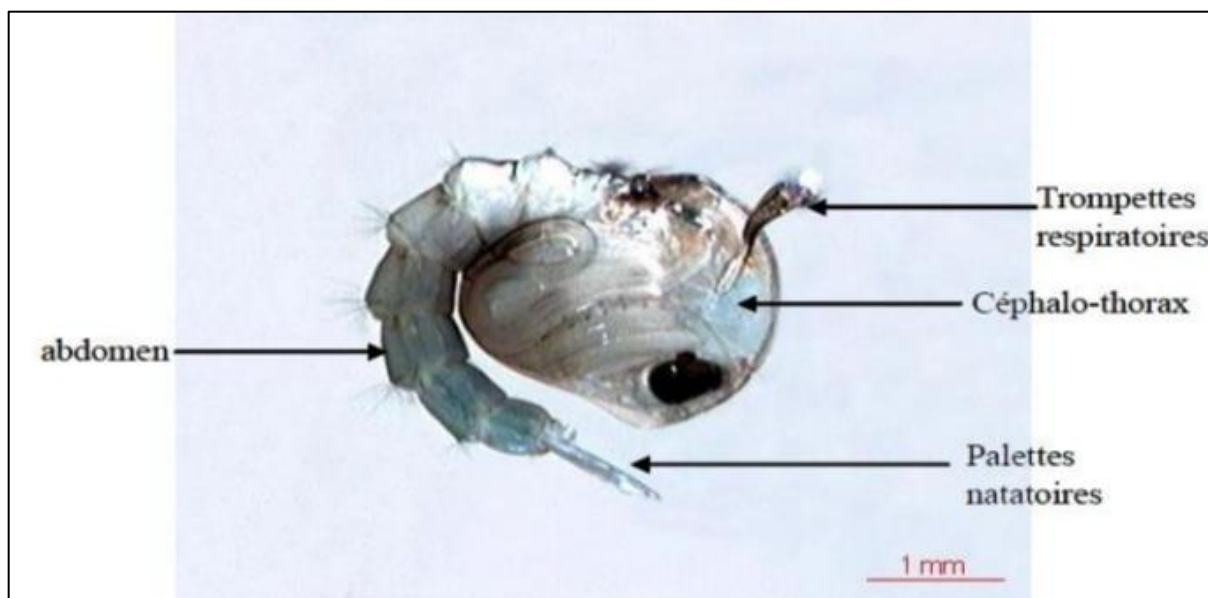


Figure 09 : Aspect général de Nympe (**Anonyme, 2000**).

2.2.4. Les adultes

L'adulte, une fois métamorphosé, provoque une cassure au niveau de la tête nymphale et émerge à la surface de l'eau. (Figure 10). Les mâles atteignent leur maturité sexuelle au bout d'un jour alors que les femelles l'atteignent au bout de 1 à 2 jours, et elles sont plus grandes que les mâles issus d'une même émergence. Les moustiques, comme beaucoup d'insectes se nourrissent de nectar, source d'énergie. Seules les femelles sont hématophages (**Berkane & Boudiar, 2018**). Elles n'ont pas besoin de sang pour leur propre survie mais en retirent les protéines nécessaires à la maturation de leurs œufs. La fécondation des œufs s'effectue lors de la ponte grâce au stockage du sperme des mâles par la femelle dans une spermathèque. En général, la durée de vie des moustiques adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Deux éléments permettent de distinguer le mâle de la femelle à l'œil nu; les palpes maxillaires sont très courts et effilés chez la femelle, contrairement au mâle où ils sont plus longs que la trompe et ses antennes sont plus développées et très poilues (**Berkane & Boudiar, 2018**).

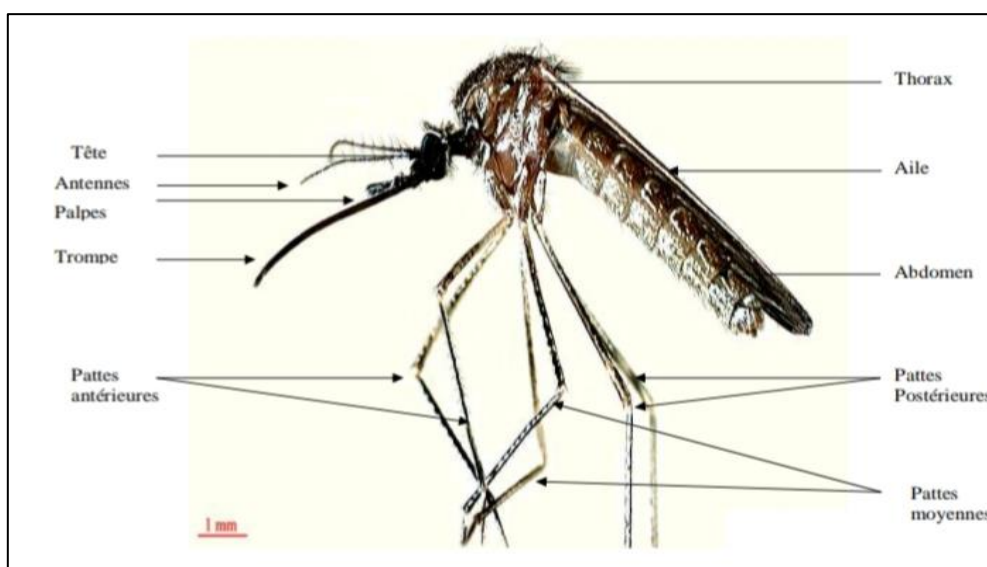


Figure 10: Morphologie générale d'un adulte de *Culicinae* (*Culex*) (Brunhes *et al*, 1999).

2.5. Bio-écologie et éthologie des larves du Culicidés

Les larves de moustiques sont aquatiques. Elles se trouvent, au repos, sous la surface de l'eau, respirant l'air atmosphérique en faisant affleurer les spiracles qui s'ouvrent à l'extrémité du siphon respiratoire. Très mobiles, les larves plongent en profondeur lorsqu'elles se sentent menacées ou pour la recherche de leur nourriture. Les larves ont une croissance discontinue et subissent 4 mues, lui permettant de passer d'environ 2 à 12mm de long, la durée des 4 stades larvaire est habituellement de 8 à 12 jours lorsque les conditions de température sont favorables, à chaque mue est abandonnée dans l'eau l'exuvie (tégument externe) du stade précédent et la dernière mue transforme la larve du 4^{ème} stade en nymphe.

La nymphe, également aquatique, est mobile mais ne s'alimente pas durant toute la durée de ce stade, qui varie entre 2 à 5 jours. Elle prélève l'air atmosphérique grâce à deux trompettes respiratoires. Le stade nymphal est un stade de transition au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de très profondes transformations morphologiques et physiologiques qui l'amènent du stade larvaire, aquatique et saprophyte, à la forme adulte, aérienne et habituellement hématophage chez les femelles. A la fin de ce stade, le tégument de la nymphe se fend sur le dos suivant une ligne longitudinale. Par cette ouverture, le moustique adulte dégagera successivement son thorax, sa tête, ses pattes, son abdomen, abandonnant dans l'eau l'exuvie nymphal. Ce phénomène de l'émergence dure environ 15mn durant lesquelles l'insecte se trouve exposé sans défenses à de nombreux prédateurs de surface (Bouderhem, 2015).

2.6. Cycle de vie

Le cycle de développement des moustiques dure environ 12 à 20 jours) (**Belhattabt. Aet Tektaki , 2017 in Malardé, 2012**) et comprend quatre stades: l'oeuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte (**Guermi & Rhaim, 2018**). On dit donc des moustiques qu'ils sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles) car le passage de l'état larvaire à l'état adulte se fait par un état intermédiaire nymphal (**Guermi & Rhaim, 2018**).

2.7. Le cycle biologique

Du moustique se décompose en deux phases :

Phase aérienne

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol d'un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial (**Guermi & Rhaim, .2018**). A ce moment, le mâle féconde la femelle qui garde la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen (**Guermi & Rhaim, .2018**).

Après la fécondation, 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 (**Guermi & Rhaim, .2018**).

Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie (**Guermi & Rhaim, 2018**).

Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (**Guermi & Rhaim, .2018**). Selon (**Belhattabt. Aet Tektaki, 2017**), le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C sont les trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement de certains moustiques d'Afrique du sud (**Belhattabt. Aet Tektaki, 2017**).

Phase aquatique

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs

Méthodes et matériels

latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille d'un œuf est d'environ 0,5mm.

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve stade 4 est bien visible à l'oeil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen (**Guermi & Rhaim, .2018**).

Au bout de six à dix jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe: c'est la nymphose (**Guermi & Rhaim, .2018**). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un à cinq jours. Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée.

A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (**Guermi & Rhaim, .2018**).

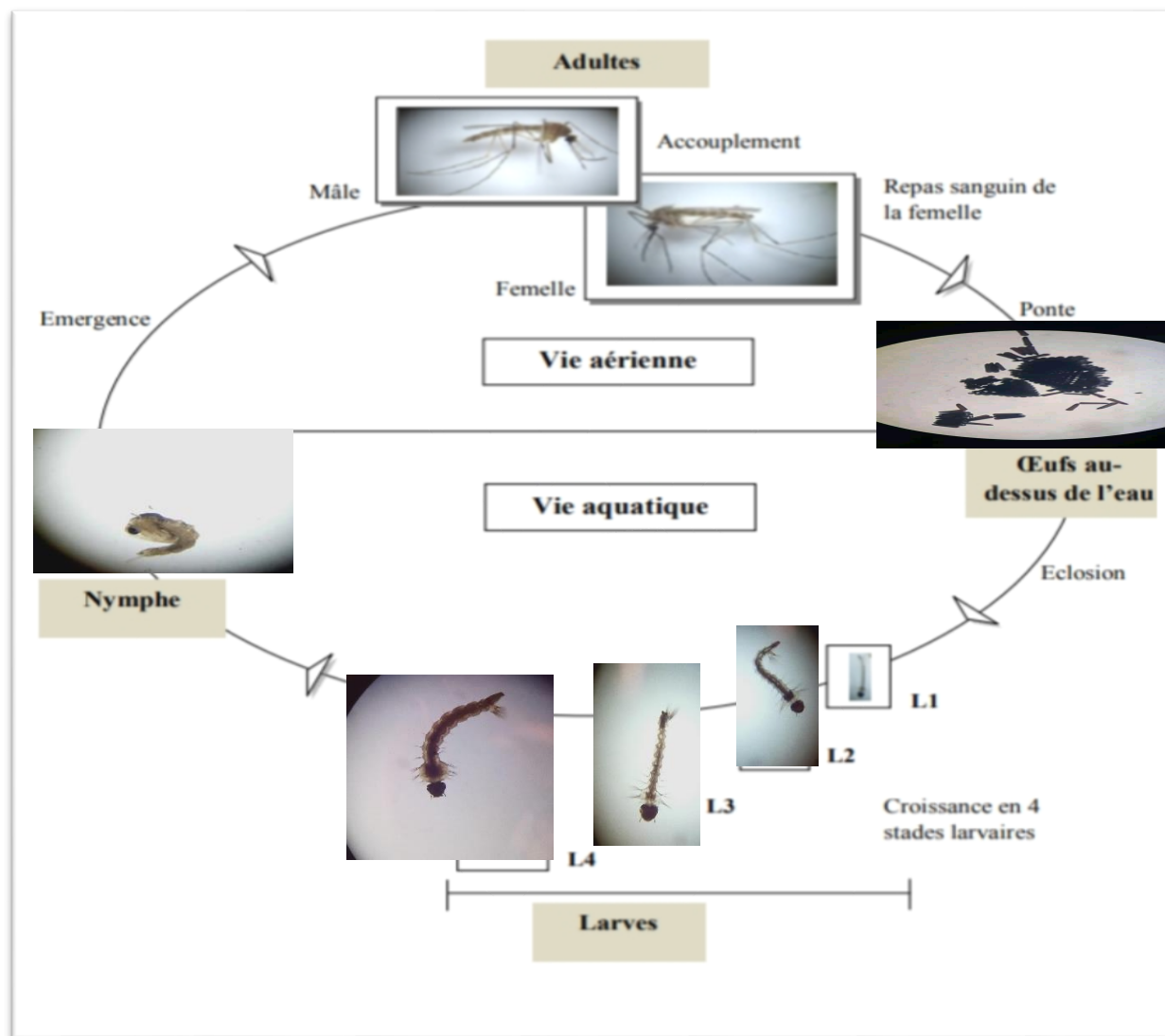


Figure11 : Cycle de développement de *Culiseta Longiareolata* (photo personnelle 2021).

2.8. Les moyens de lutte

La lutte anti-vectorielle est l'ensemble de moyens chimique, physique et biologique qui visent la limitation des vecteurs et qui permettent de maintenir leurs populations en dessous de la densité vectorielle critique (**Hamiche et al., 2016**). L'efficacité d'une lutte dépend de la solidité de ses bases écologiques en particulier, de la connaissance de la variation spatio-temporelle, du développement et de l'activité de ses insectes (**Hamiche et al., 2016**).

2.8.1. Lutte écologique

C'est l'ensemble des mesures environnementales qui font obstacle à la reproduction des moustiques ou qui conduisent à la l'élimination des gîtes larvaires, elle vise à la

destruction des gîtes et la modification de l'environnement de façon à la rendre défavorable à la survie l'arthropode (**Hamiche et al., 2016**).

La lutte écologique consiste par exemple à l'imiter les habitats des larvaires drainages et assèchement des points d'eau, gestion des déjections et des engrais de fermes et la gestion adaptés des ensilages (**Hamiche et al., 2016**).

2.8.2. Lutte génétique

La lutte génétique, comprenant le lâcher de mâles stériles (absence de fécondation des femelles hématophages) et la manipulation génétique femelles (insertion d'un fragment d'ADN) rendant le moustique inapte à transmettre une maladie : capacité vectorielle réduite est en de développement. Cette méthode est cependant très couteuse et souvent mal vécue par la population locale, ces lâches en masse étant source d'importantes nuisances (**Hamiche et al., 2016**).

2.8.3. Lutte chimique

La lutte chimique consiste à l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustique. Les compositions utilisés au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux de dérivés pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine(**Hamiche et al., 2016**).

Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement. Par la suite des composés synthétiques dits de deuxième génération ont été mis en place, il s'agit des organochlorés, des organophosphorés et des carbamates (**Hamiche et al., 2016**).

2.8.4. Lutte biologique

La lutte biologique représente une alternative des plus appropriées et communes qui consiste à utiliser des organismes vivants ou des dérivés d'organismes vivants tels que des toxines pour le contrôle des espèces envahissantes ainsi que des ravageurs (**Hamiche et al., 2016**).

L'utilisation de micro-organismes entomopathogènes est une alternative très prometteuse pour assurer une protection phytosanitaire performante de par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leur grande variété, leur

Méthodes et matériels

dissémination facile, leur spécificité d'action et aussi leur persistance dans l'environnement (Hamiche et al., 2016). Les micro-organismes utilisés en lutte microbiologique appartiennent à plusieurs taxons à savoir les virus, les bactéries, les microchampignons, les nématodes et les protozoaires (Hamiche et al., 2016).

2.9. Généralité sur *L'Ocimum basilicum*.

L'Ocimum basilicum a pour nom commun « le basilic », le mot *basilic* à l'origine vient de grec basilikom qui signifie plante royale (Chenni, 2016).

Les *Ocimum basilicum* sont des plantes à croissance rapide (Métali, Mouna et al., 2016). C'est une plante de la famille lamiacée largement utilisé comme plante condimentaire pour ces propriétés culinaires, par ailleurs cette plante est utilisée en médecine traditionnelle(Chenni, 2016).



Figure 12: Aspect morphologique d'*Ocimum basilicum* (photo personnelle).

2.10. Noms et synonymes d'*Ocimum basilicum* :

Tableau 02 : les noms et les synonymes d'*Ocimum basilicum* (Khoualdi et Boughrara, 2017).

Nom scientifiques	<i>Ocimum basilicum. L</i>
synonyme	<i>Ocimum basilicum var.</i> <i>-Glabratum benth, cimum basilicum var. -Majus benth.</i>
Noms vernaculaire	Lahbeq. - Habeq. - hamahim.
Autres noms	Basilic. -Basilic commun. -Basilic officinal. -Basilic de jardin. -herbe aux sauces. -Pisto ou pesto (en Italie). -Reyhan (en Turki

2.11. Historique d'*Ocimum basilicum*

Le basilic est originaire d'Asie, l'Amérique et l'Inde. Au début des années 1600, les anglais utilisent basilic dans leur nourriture (Mueen et al, 2015). Le basilic à une longue histoire de légende et utiliser à échelle mondiale. Il est aussi référé comme sacré dans l'Inde, car il est utilisé pour désinfecter la maison contaminée par Paludisme lequel tue les moustiques (Rajamanickam , Karthika et al., 2017).

L'Ocimum basilicum a été cultivé et vendu dans l'Etat de New York depuis la fin de 17^{ème} siècle (Mueen et al., 2015).

2.12. Répartition géographique d'*Ocimum basilicum*

L'Ocimum basilicum est une plante herbacée annuelle originaire de l'Inde et de l'Asie tropicale qui s'acclimatée en Europe tout au début des temps historiques.

Actuellement, elle pousse à l'état sauvage dans les régions tropicales et subtropicales incluant l'Afrique centrale et le sud-est d'Asie, il est commercialisée dans nombreux pays à

travers le monde : la France, la Hongrie, la Grèce, l’Egypte, le Maroc, l’Algérie et l’Indonésie et dans plusieurs Etas Américains. (Chenni, 2016).

2.13. Description d’*Ocimum basilicum* (Appareil végétatif)

Le basilic est une plante herbacée pouvant atteindre 30 à 60 cm de hauteur, son odeur et sa saveur sont fortement aromatiques. Sa culture exige un climat chaud et ensoleillé, un sol irrigable, riche en matières organiques. (Khoualdi et Boughrara, 2017).

*les tiges : anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale à oblongue et couleur généralement verte à l’aspect brillant.

*Les feuilles : sont nombreuses, opposées pétiolées de forme ovale, lancéolée et ailées. Elles sont longues de 2 à 5 cm, entières ou dentées et ciliées sur les bords, de couleur verte pale à verte foncée. (Khoualdi & Boughrara, 2017).

2.14. Classification d’*Ocimum basilicum*

Tableau 03: Classification d '*Ocimum basilicum* (Chenni, 2016.)

Règne	plantae
Division	Magnoliophta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Ocimum</i>
Espèce	<i>Ocimum basilicum.</i>

2.15. Effets biologiques d’*Ocimum basilicum*

2.15.1. Effet sur la reproduction chez la femelle

Selon les études l’étude « d’Alia Bilal et al, 2013 » qui a été réalisé chez les femelles adultes des rats Wistar, l’extrait de *Ocimum basilicum* a un rôle de contraceptif. En effet, les résultats de cette étude ont montré : une augmentation significative de la durée du cycle de l’œstrus et une diminution de poids des ovaires, et d’utérus. Le rapport histologique montre la présence de gros corps jaunes dans le parenchyme ovarien. Par conséquence de cette étude, l’extrait d’*Ocimum basilicum* perturbe l’ovulation normale en perturbant le cycle

d'œstrus et en prolongeant ainsi la phase de diestrus. Il a donc le potentiel de devenir un contraceptif féminin. (Khoualdi & Boughrara, 2017).

2.15.2. Effet sur la reproduction chez le mal

Selon l'étude « d'Arash Khaki et al., 2011 » l'administration de l'extrait d'*Ocimum basilicum* permet une augmentation significative du pourcentage de spermatozoïdes, la viabilité, la mobilité et la testostérone sérique totale. Du à l'activité antioxydante de la plante par la présence des enzymes catalase(CAT) et superoxyde dismutase (SOD) donc l'extrait d'*Ocimum basilicum* peut être un traitement prometteur pour améliorer les paramètres sains du sperme. (Khoualdi & Boughrara, 2017).

2.15.2.1. Activité antioxydante

L'extrait des feuilles de basilic fraîches provoque l'élévation de la réponse enzymatique antioxydante par l'augmentation de façon importante de l'activité du glutathion hépatique réductase et du SOD.

L'activité antioxydant a été également expliquée par le niveau de teneurs en composés phénoliques et flavonoïdes dans l'extrait. (Khoualdi & Boughrara, 2017).

2.15.2.2. Activité antibactérienne

L'étude de « Rajamanickam Karthika et al., 2017 » a montré que l'extrait de basilic à différentes concentrations allant de 100, 200 et 300µg/mL, inhibe la croissance de différentes souches bactériennes à savoir : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus subtilis*.

2.15.2.3. Activité antitoxique

D'après l'étude de « Saber et al., 2012 » , les rats (albinos) traités par l'extrait de basilic et intoxiqués par la suite par la *deltaméthrine*, ont connus une amélioration corporel contre les affections histopathologiques, et une augmentation de la Catalase et le superoxyde dismutase, avec une normalisation du niveau de la créatinine et d'urée. (Khoualdi & Boughrara, 2017).

2.15.2.4. Activité hypolépimiant

Des études montrent que l'extrait de basilic diminue significativement le taux de Cholestérol et Triglycéride, Viala restauration de métabolisme bolique des VLDL qui

pourrait être dû à stimulation de l'activité lipolytique de la lipoprotéine plasmatique lipase (LPL).

La réduction du cholestérol total plasmatique et de son LDL par l'extrait *Ocimum basilicum* était associé avec une augmentation du HDL-cholestérol plasmatique qui joue un rôle dans l'élimination du cholestérol une amélioration de l'indice de risque athérosclérotique, cette activité est due principalement à la présence des flavonoïdes (Khoualdi & Boughrara, 2017).

2.15.2.5. Activité antiviral :

Les parties aériennes de la plante *Ocimum basilicum* ont une action inhibitrice de la substance exterminée contre le cytopathogène induit par le VIH -1 (Yamasaki et al., 1998). En outre, l'extrait aqueux de cette plante joue un rôle dans l'inhibition de la formation des cellules géantes en culture avec infection par le VIH, ainsi que la transcriptase inverse du VIH1 (Rubab et al, 2017).

2.16. Définition des huiles essentielles

Une huile essentielle telle que définie par l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) dans le document 9235.2 (Erich Schmidt, 2010) : "tout produit obtenu à partir de matière première végétale - soit par distillation à l'eau ou à la vapeur ou - de l'épicarpe des agrumes par un procédé mécanique, soit - par distillation sèche".

Les huiles essentielles est un mélange complexe de composés volatils produits par des organismes vivants et isolés uniquement par des moyens physiques (pressage et distillation) à partir d'une plante entière ou d'une partie de plante d'origine taxonomique connue (Hamdane & Kemcha, 2018).

2.17. Composition chimique des huiles essentielles

La composition et le contenu de l'huile de basilic varient largement avec les cultivars, les régions géographiques, les tissus, les stades de croissance, la régulation de la croissance, les conditions de culture, la fertilisation et l'amendement du sol et les conditions de récolte. Le rendement en huile de basilic était d'environ 0,1-0,7% (Li et Chang, 2016).

Les principaux composants de l'huile de basilic comprennent le linalol, l'estragole (méthyl chavicol), l'anéthole, l'eugénol et le méthylegénéol (Vieira et Simon, 2000 ; Charles, 2013 ; Li et Chang, 2016)

Certains facteurs affectent la teneur et la composition chimique des huiles essentielles de cette plante. A titre d'exemple, Baritoux et ses collaborateurs (1992) ont constaté que les pertes d'huile essentielle totale, après séchage d'un grand échantillon de basilic frais (*Ocimum basilicum* L) à 45 ° C pendant 12 heures suivi d'un stockage pendant trois, six et sept mois, étaient respectivement de 19%, 62% et 66%.

Une autre étude a affirmé que la composition chimique des huiles essentielles de la plante *Ocimum basilicum* L diffère considérablement d'une saison à une autre et que le linalol était le principal constituant (56,7-60,6%), suivie de l'epi- α -cadinol (8,6 - 11,4%), α -bergamotène (7,4 - 9,2%), γ -cadinène(3,3- 5,4%), germacrène D (1,1- 3,3%) et camphre(1,1 - 3,1%) (**Hamdane & Kemcha, 2018**).

2.18. Domaine d'application

Le basilic est largement utilisé en parfumerie et dans l'industrie des cosmétiques pour la teneur élevée de leurs huiles en composés oxygénés ; de plus il est employé comme un assaisonnement pour la nourriture, tels que les salades, les pizzas, les viandes et les soupes. Il est bien connu que la présence d'huiles essentielles et leur composition déterminent l'arôme spécifique des plantes et la saveur des condiments (**Angel et al., 2012 ; Klimankova et al., 2008**). C'est l'une des plantes aromatiques utilisées en médecine populaire comme un agent antimicrobien et leurs huiles essentielles ont été connus pour avoir des propriétés antibactériennes et antifongiques (**Dambolena et al., 2010 ; Phuong et al., 2010**). De nombreuses études ont montré que le basilic contient des concentrations élevées de composé phénolique (notamment l'acide rosmarinique et l'acide caféique) qui caractérisent sa capacité antioxydant (**Angel et al., 2012 ; Bravo et al., 2008**). Aussi il peut être utilisé pour le traitement de certaines maladies : toux, fièvres, maux de tête, la diarrhée, l'anxiété, diabète, maladies cardiovasculaires les crampes menstruelles et les dysfonctionnements rénaux. Les graines de basilic ont été utilisées en médecine traditionnelle depuis longtemps pour traiter les coliques ulcère, dyspepsie, de plus ils ont un léger effet laxatif (**Chorfi & Sedira, 2016**).

Les huiles essentielles à très forte concentration peuvent être employées comme :

- Antirhume : riche en camphre, le basilic dégage les voies respiratoires. « Sinusite » (**Chorfi et Sedira, 2016**).
- Antiseptique : un gargarisme de basilic est excellent pour combattre les infections buccales (**Chorfi et Sedira, 2016**).

- Antispasmodique : calme la nervosité, agit sur les fibres musculaires de l'estomac, du duodénum, de la grêle et du colon (**Chorfi et Sedira, 2016**).
- Soulage les démangeaisons : recommandé sur les piqûres d'insectes (**Chorfi et Sedira, 2016**).
- Peptique : son huile essentielle soulage les migraines d'origine gastrique ou nerveuse (**Chorfi et Sedira, 2016**).
- Inhibiteur : les huiles essentielles peuvent avoir un effet inhibiteur sur la transcriptase inverse de VIH (**Chorfi et Sedira, 2016**).

2.19. Les activités biologiques des huiles essentielles

Le rôle physiologique des huiles pour le rôle végétal est encore inconnu. Cependant, la diversité moléculaire des métabolites qu'elles contiennent, leur confère des rôles et propriétés biologiques.

Un effet anti-inflammatoire a été décrit pour les huiles essentielles de *Protium strumosum*, *Protium lewellyni*, *Protium grandifolium* (**Siani et al, 1999**). Plus récemment, des études ont montré que les huiles essentielles de *Chromoleana odorata* et de *Mikania cordata*, donnaient des tests d'inhibition positifs sur la lipoxigénase L-1 de soja, modèle de la lipoxigénase humaine (5-LO) impliquée dans les processus de l'inflammation (**Bedi et al., 2004**). Ensuite, dans une autre étude, il a été montré que celles de *Chromoleana odorata* présentaient des actions positives sur la fonction Cyclooxygénase de la Prostaglandine H-synthétase (**Bedi et al, 2010**).

Enfin, les mêmes auteurs ont montré que les huiles essentielles de *Cymbopogon giganteus*, *Ocimum gratissimum*, *Eucalyptus citriodora* avaient des activités inhibitrices sur la cyclooxygénase (**Toure, 2015**).

Les activités antifongiques de nombreuses huiles essentielles incluant les huiles de thym, de citronnelle, de cannelle et de *Melaleuca alternifolia* (**Burt, 2004**) ont été décrites. L'efficacité des huiles extraites des achillées, *Achillea fragrantissima* (**Barel et al., 1991**), *A. terrefolia* (**Unlu et al., 2002**) et *A. millefolium* (**Candan et al., 2003**), contre la levure pathogène *Candida albicans*, a également été mise en évidence.

Certaines huiles essentielles présentent des activités anti-tumorales et sont utilisées dans le traitement préventif de certains types de cancers. L'huile essentielle isolée des graines de *Nigella sativa* Le démontre une activité cytotoxique *in vitro* contre différentes

Méthodes et matériels

lignées tumorales. In vivo, elle limite la prolifération des métastases hépatiques et retarde la mort des souris ayant développé la tumeur P815 (**Mbarek et al., 2007**). L'huile essentielle de *Melissa officinalis* s'est, quant à elle, révélée efficace contre des cellules de lignées cancéreuses humaines, incluant des cellules leucémiques HL-60 et K562 (**De Sousa et al., 2004**).

D'autres applications médicales ont fait l'objet d'études. Les travaux réalisés par **Oussou (2009)**, ont prouvé la capacité de l'huile essentielle *d'Ocimum canum* à limiter la formation d'ulcères gastriques induits par l'éthanol. Ceux de (**Monti et al., 2002**) ont montré que les huiles essentielles facilitent la pénétration transdermique de substances médicamenteuses lipophiles, comme l'œstradiol. Des travaux tentent également d'analyser les effets des huiles essentielles sur le comportement (**Umezu, 1999**) ou d'évaluer la possibilité de les utiliser dans la lutte contre l'addiction de certaines drogues, comme la nicotine (**Toure, 2015**).

2.20. Extraction des huiles essentielles

L'extraction a été réalisée par hydrodistillation à l'aide d'un dispositif de type Clevenger. avant l'emploi, l'appareil a été nettoyé à l'acétone puis rincé à l'eau distillée afin d'éliminer les poussières et les graisses probablement présentes dans l'appareil Afin d'éviter toute contamination de l'huile au cours de l'extraction (Toure, 2015),

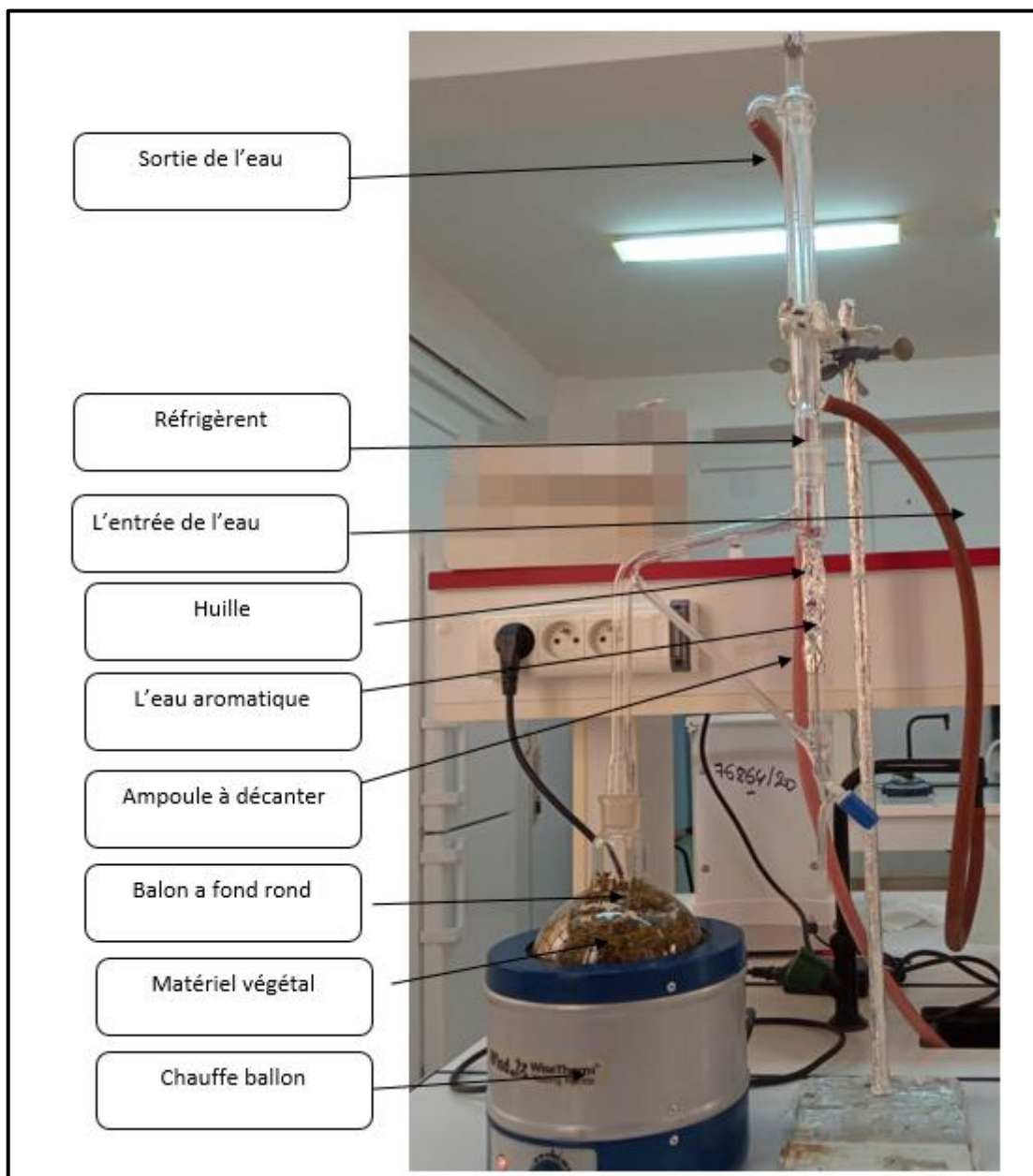


Figure 13: montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger (Photo personnelle 2021).

2.21. Matériel végétal destiné à l'extraction d'huile essentielle.

Récolte des plantes :

En fait la récolte de plantes durant deux saisons: hiver et printemps.



Figure 14 : Carte géographique de la région Bekkaria montrant la station de récolte (Google Map).

Séchage des plantes

La matière végétale (Feuilles et fleurs) a été séchée à l'air libre sur des papiers et dans un endroit à l'abri de la lumière et l'humidité, pendant une semaine à quinze jours.



Figure15: la partie aérienne sèche de la plante *Ocimum basilicum* (photo personnelle).

2.22. Technique d'élevage

Les œufs et les larves de moustiques sont récoltés dans des bassins et des fosses d'accumulation des eaux usées localisés dans plusieurs cités de la ville de Tébessa (Figure 16 ,17).

Les larves sont élevées au laboratoire dans des gobelets en plastique, contenant chacun 150ml d'eau déchlorurée et nourries avec du mélange biscuit 75%-levure 25% (**Bouguerra, 2019**). L'eau est renouvelée chaque deux jour.



Figure 16 : Les sites d'élevages des moustiques (photo personnelle, 2021)

2.23. Mode opératoire de la préparation de l'extrait

Les huiles essentielles (HE) ont été isolées par hydrodistillation en utilisant un appareillage de type Clevenger. L'extraction a duré presque 3 heures pour un mélange de 50g de matériel végétal sèche de *Ocimum* dans le premier ballon et feuille de *Ocimum* avec 500 ml d'eau distillée, l'ensembles est ensuite porté à ébullition, le ballon à 3 cols ou fiole d'un litre surmonte d'une colonne de 60 cm de longueur reliée à un réfrigérant. Les vapeurs chargées d'huile et qui traversent le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter. L'eau et l'huile se séparent par différence de densité.

Les huiles essentielles recueillies par décantation l'huile essentielle de deux plantes sera par la suite récupérée et stockée à 4° C à l'obscurité dans un flacon approprié, hermétiquement fermé et couvert d'une feuille d'aluminium pour la préserver de l'air et de la lumière. La quantité d'essence obtenue est pesée pour le calcul du rendement.

Calcul du rendement

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

$$R = \frac{PB}{PA} \times 100$$

R : Rendement en huile en %

PB : Poids de l'huile en g

PA : Poids de la matière sèche de la plante en g.

2.24. Essais toxicologiques

Une étude toxicologique a été menée chez *Culiseta* afin de mettre en évidence l'efficacité des huiles essentielles de *Ocimum basilumm* et de définir les concentrations létales (CL25, CL50 et CL90). L'essai est conduit en utilisant les différentes concentrations citées plus haut ; pour chacune des concentrations, il est effectué trois répétitions comportant chacune 25 individus. Par ailleurs, une série témoin est conduite en parallèle pour chaque répétition.

Méthodes et matériels

La mortalité des individus est enregistrée à 24 heures après traitement. La mortalité observée est ensuite corrigée selon la formule d'Abbott (1945), afin d'éliminer la mortalité naturelle. Les données obtenues font l'objet d'une analyse de la variance à un critère classification. L'analyse des probits (Finney, 1971), réalisée sur les données corrigées, permet d'obtenir les doses létales DL25, DL50 et DL90. **Mortalité observée (M.O):** Le pourcentage de la mortalité observée chez les pupes témoins et traitées de *Culiseta* a été déterminé par la formule suivante:

$$\text{M.O} = \frac{\text{Nombre de moustiques morts après traitement}}{\text{Nombre totale de moustiques}} \times 100$$

2.25. Dosage des biomarqueurs

Les pupes des séries témoins et traitées aux huiles essentielles (CL50) ont fait l'objet du dosage d'un biomarqueur de neurotoxicité, l'acétylcholinestérase (AChE) et la catalase (CAT) à différentes périodes après traitement : 24, 48 et 72 heures.

2.25.1. 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'acétylthiocholine (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 des séries témoins et traitées aux huiles essentielles (CL50) de *C. 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 3 répétitions comportant chacune 20 individus avec une série témoin. La lecture des absorbances s'effectue toutes les 4 mn pendant 20 minutes à une

Méthodes et matériels

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 ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines).

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

$1,36 \times 10^4$: coefficient d'extinction molaire du DTNB ($\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$).

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.

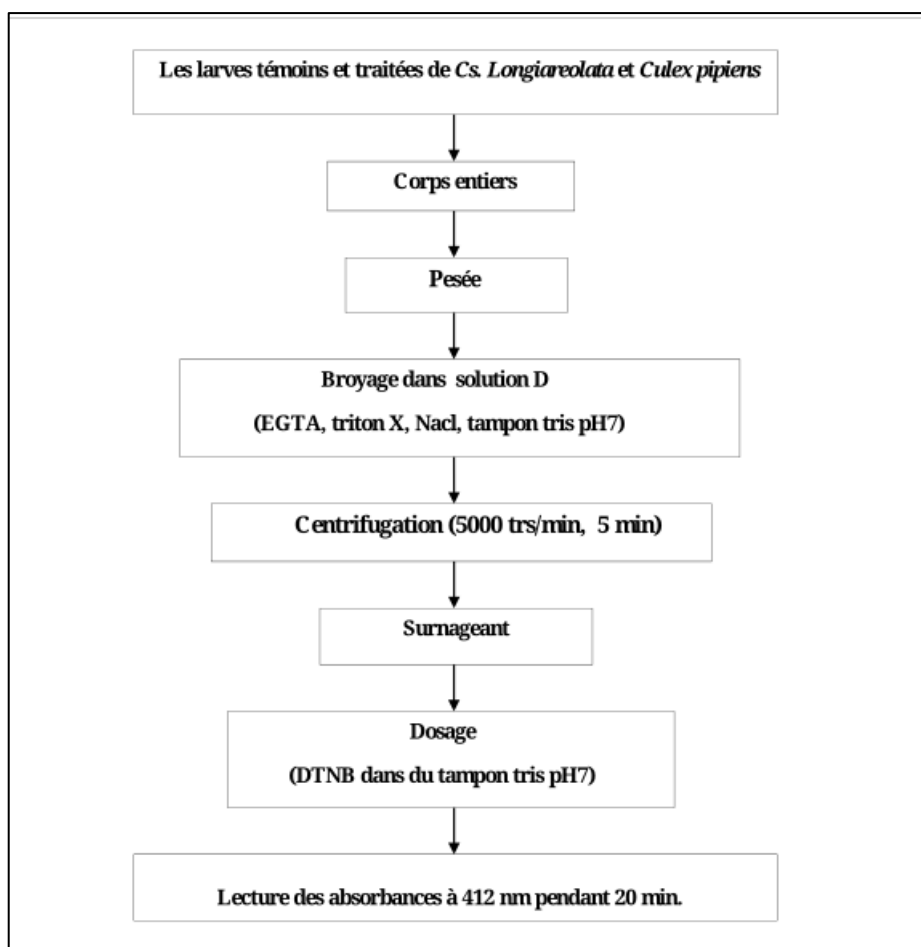
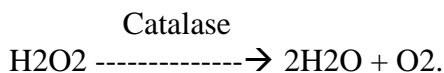


Figure 18 : Extraction et dosage de l'acétylcholinestérase (Ellman et al. 1961)

2.25.2. 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, 72 et 96 heures), l'essai est conduit avec 3 répétitions comportant 20 individus. Les larves 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 (Figure 18).

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 :

$$X = \frac{D_{\text{max}} - D_{\text{min}}}{0.04} \text{ mg de proteines}$$

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.

Méthodes et matériels

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

Mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.

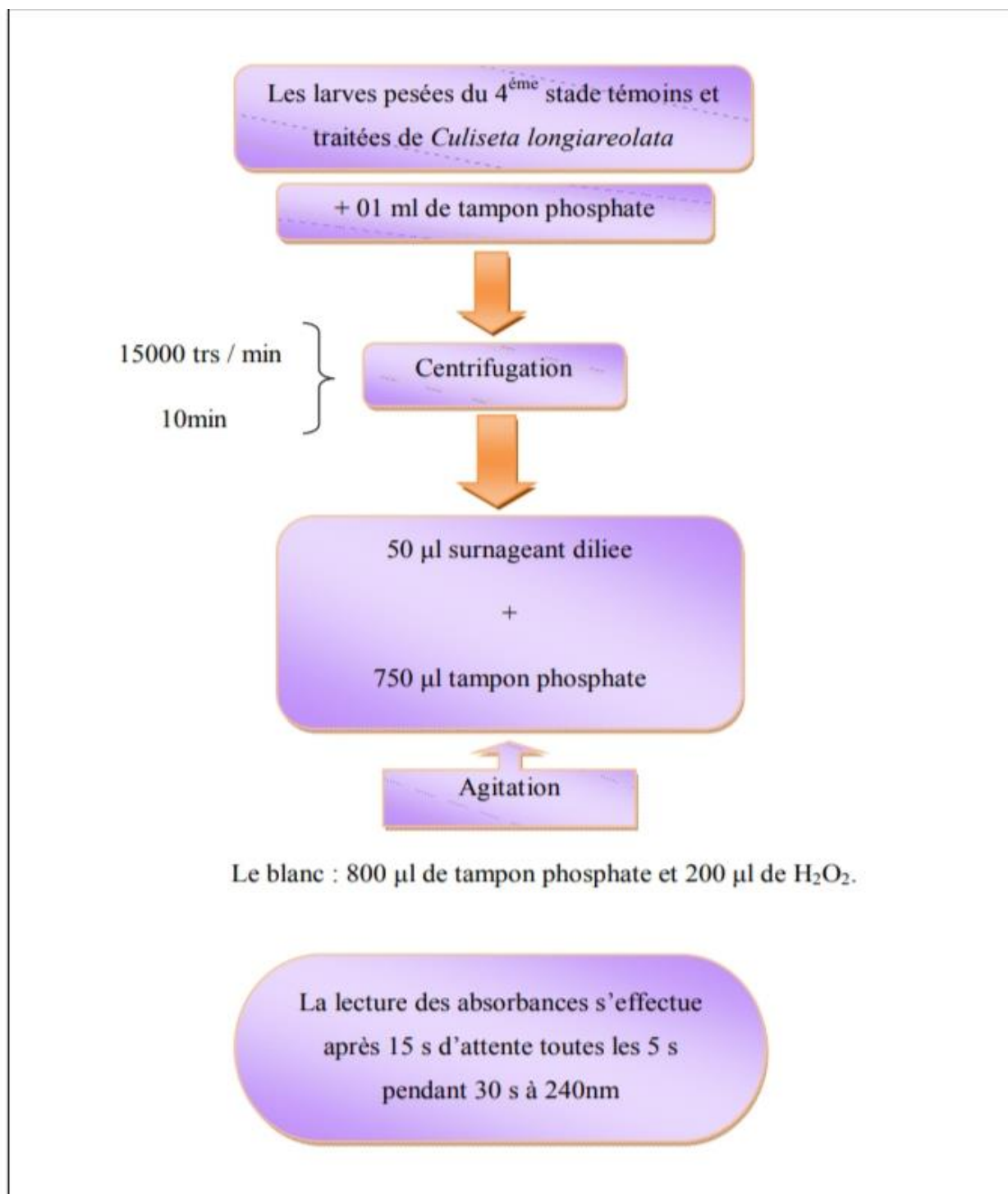


Figure 19 : Dosage de l'activité du catalase (Claiborne 1985).

2.26. Dosage des métabolites

L'analyse biochimique des différents métabolites (protéines, glucides et lipides) a été effectuée sur le corps entier des pupes de *Culiseta* des séries témoins et traitées à la L50 selon la méthode de (Shibko et al. 1966) résumée dans la figure 19. Les pupes sont conservées dans 1 ml d'acide trichloroacétique (TCA) à 20 %. Les échantillons sont ensuite broyés à l'aide d'un homogénéiseur à ultrasons. 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 qui sera utilisé pour le dosage des lipides (Goldsworthy et al., 1972). Le culot II, est dissout dans NaOH (0,1 N), servira au dosage des protéines selon Bradford (1976).

2.26.1. Dosage des protéines

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de Bradford (1976) dans une fraction aliquote de 100 l 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 04).

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

Tubes	1	2	3	4	5	6
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

2.26.2. Dosage des glucides

Le dosage des glucides a été réalisé selon **Duchateau & Florkin (1959)**. Elle consiste à additionner 100 µl du surnageant contenu dans un tube à essai, 4 ml du réactif d'anthrone et de chauffer le mélange à 80 °C pendant 10 mn ; 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 05).

Tableau05: Dosage des glucides 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 Anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité de glucose (µg)	0	20	40	60	80	100

2.26.3. Dosage des lipides

Les lipides totaux ont été déterminés selon la méthode de **Goldsworthy et al. (1972)** utilisant le réactif sulfo-phospho-vanillinique. Le dosage des lipides se fait sur des prises aliquotes de 100.

Des extraits lipidiques ou de gamme étalon auxquelles on évapore totalement 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 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 06).

Méthodes et matériels

Tableau 06 : Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de lipide (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

2.27. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont exprimés par la moyenne plus ou moins l'écart-moyen ($m \pm \text{sem}$). Différents tests statistiques sont réalisés à l'aide du logiciel GRAPH PAD PRISM 8, tels que le test "t" de Student et l'analyse de la variance à un et deux critères de classification.

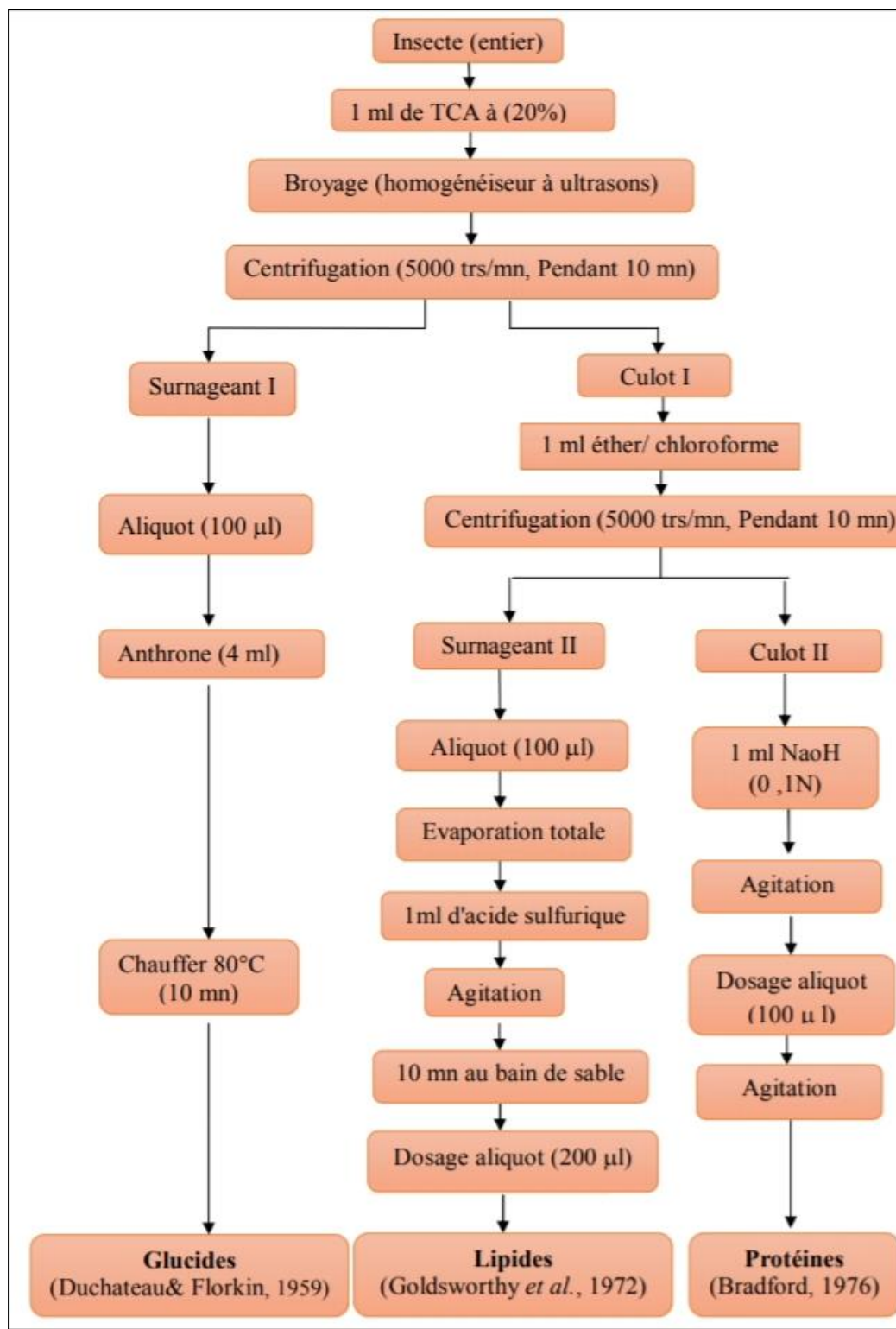


Figure 20: Dosage des métabolites primaires selon Shibko et al. (1966) modifié par (Soltani & Soltani - Mazouni, 1992).



Résultats

III. Résultats

3.1. Rendement en huile essentielle d'*Ocimum basilicum*

L'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* obtenue par un hydrodistillateur de type Clevenger est de couleur jaune, claire avec une odeur agréable et avec un rendement de 0.67 ±0.15% de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

3.2. Essais d'insecticide des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur les pupes de *Culiseta longiareolata*.

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité d'huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur les pupes de *Culiseta longiareolata* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet direct.

Les tests de toxicité sont appliqués sur les pupes de *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum*: 100 ; 125; 150; 175; 200 (ppm). La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (Tableau 07) avec des taux variant de 17,33 % (100 ppm) à 100 % (200 ppm) 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 (Tablea08) qui révèle un effet- concentrations très hautement significatif ($p < 0.001$).

Résultat

Tableau 07 : Effet d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* (ppm) appliquées sur les pupes de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 25 individus).

Concentration (ppm)	100	125	150	175	200
R1	17	25	44	80	100
R2	18	26	48	84	100
R3	17	25	52	76	100
m±SD	17,33±0.57	25,33±0.57	48±4	80±4,00	100±0,00

Tableau 08: Effet d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* (ppm) chez les pupes de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance des données.

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P
Traitement	14982.4	4	3745.60	573.30	0,000
Erreur résiduelle	65.33	10	6.53	/	/
Total	15047.73	14	/	/	/

*** 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

Les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* a été appliqué sur des pupes de *Culiseta longiareolata* 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 123,9 de l'intervalle (96,69-144,9) ; et 144,7 l'intervalle (127,1-160,6) ; et 197,5 de l'intervalle (164,8-274,9), avec un Slope de 1,56 (Tableau 09).

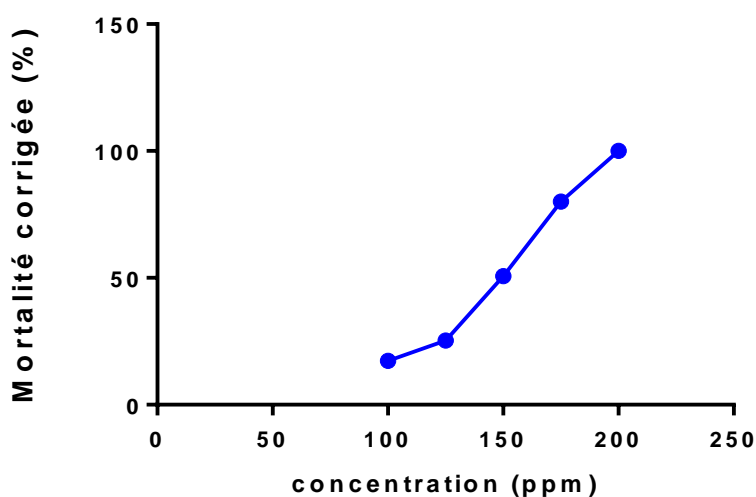


Figure 21 : Effets de l'HE de *O. basilicum* , appliquée sur les pupes de *C. longiareolata* : Courbe dose-réponse exprimant le pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme des doses.

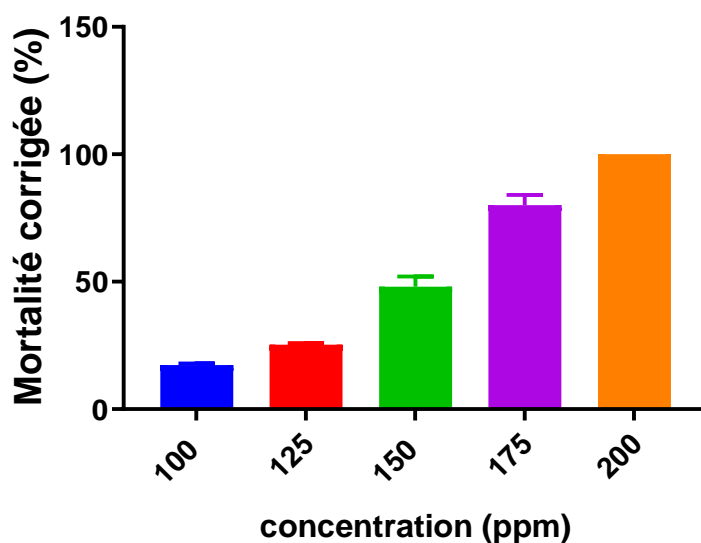


Figure 22 : Effet d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* (ppm) appliquées sur les pupes de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 25 individu).

3.3. Essais d'insecticide des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur les œufs de *Culiseta longiareolata*

Les tests de toxicité sont appliqués sur les œufs de *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum*: 2,5 ; 5 ; 10 ; 20 ;

Résultat

30 et 40µl. Le pourcentage d'inhibition d'émergence des œufs est mentionné dans le (Tableau 09) avec des taux variant de 9% (2,5 µl) à 100 % (40 µl) avec une activité ovicide dose dépendante. 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 (Tableau10) qui révèle un effet- concentrations très hautement significatif ($p < 0,001$).

Tableau 09 : Effet d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* (ppm) appliquées sur les œufs de *Culiseta longiareolata* : pourcentage d'inhibition d'éclosion ($m \pm SD$, $n = 4$ répétitions comportant chacune 25 œufs).

Concentration (ppm)	2,5	5	10	20	30	40
R1	4	16	20	72	84	100
R2	8	24	28	64	80	100
R3	12	20	28	64	88	100
R4	12	16	24	68	84	100
m±SD	9±3,83	19±3,83	25±3,83	67±3,83	84±3,27	100±0,00

Tableau 10 : Effet d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* chez les œufs de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance des données.

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P
Traitement	28837,3	5	5767,5	499,11	0,000
Erreur résiduelle	208	18	11,6		
Total	29045,3	23			

*** 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

Les concentrations efficaces pour inhiber 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée : CE25, CE50, et la CE90 sont respectivement 8,744 de l'intervalle (4,762-14,06) ; et 14,29

Résultat

l'intervalle (10,08-19,17) ; et 38,2 de l'intervalle (23,14-79,92), avec un Slope de 2,235 (Tableau 10).

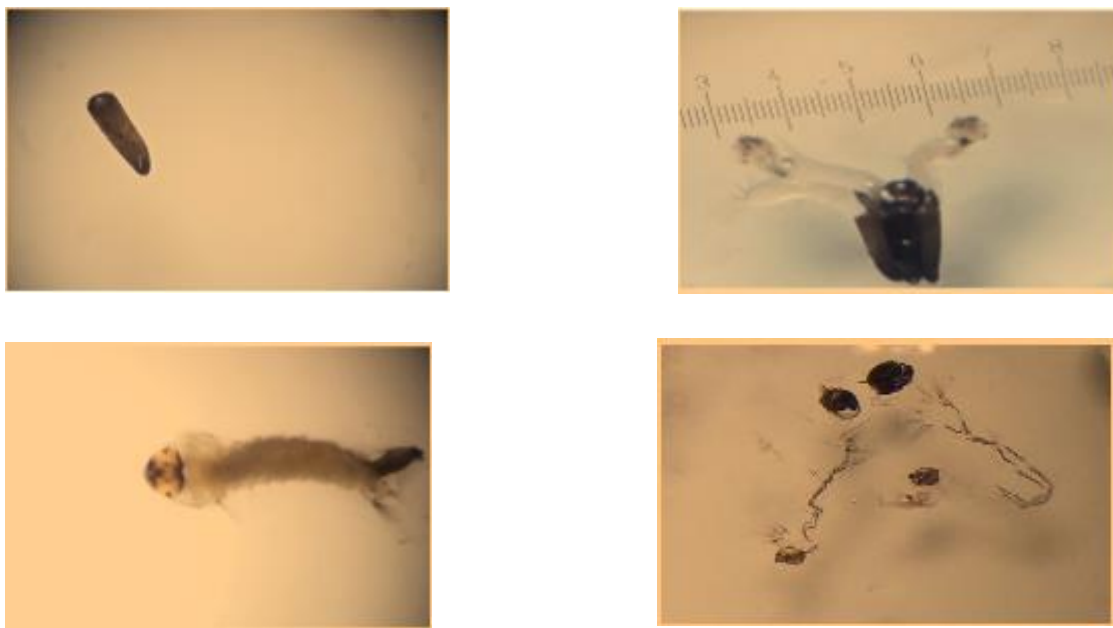


Figure 23: Les Mals formations chez les œufs éclosent de *Culiseta longiareolata* (Gr : X 30) (photo personnelle).

3.4. Effet l'*O. basilicum* sur l'activité des biomarqueurs

3.4.1. Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur l'activité spécifique d'AChE

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 24).

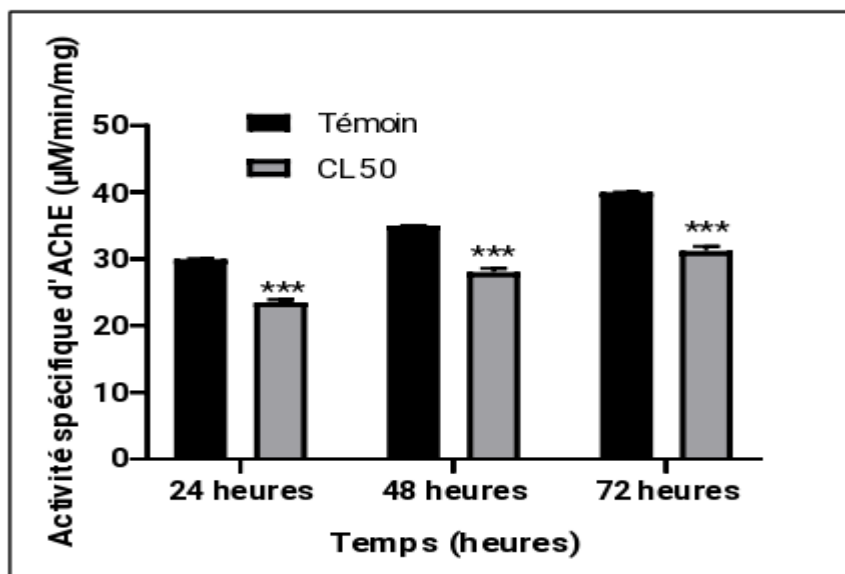


Figure 24 : Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur l'activité spécifique d'AChE (µM/min/mg de protéines) chez les pupes de *Culiseta longiareolata* (m ± SD ; n = 3 répétitions comportant chacune 10 individus (***) : très hautement significative p ≤ 0,001 entre les séries témoins et traitées).

3.4.2. Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* 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 diminution 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.

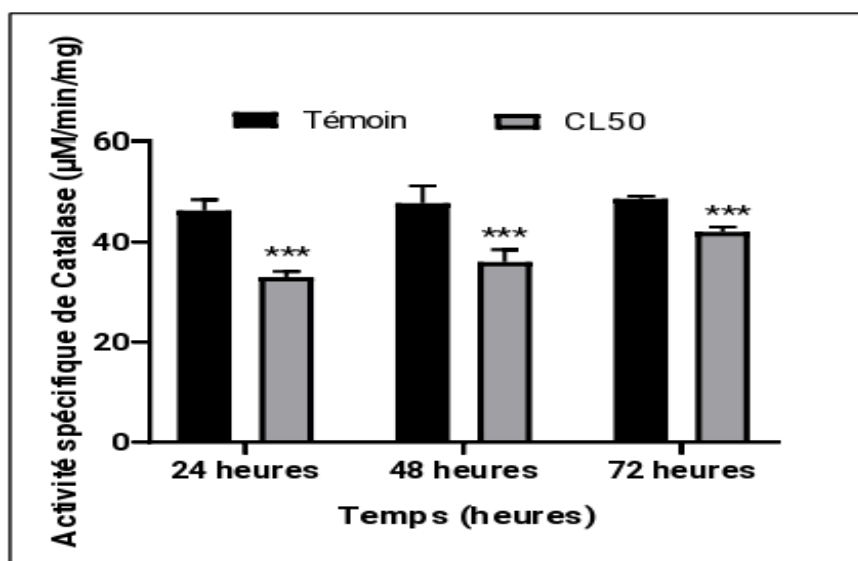


Figure 25 : Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur l'activité spécifique de catalase (µM/min/mg de protéines) chez les pupes de *Culiseta longiareolata* (m ± SD ; n = 3 répétitions comportant chacune 10 individus (***) : très hautement significative p ≤ 0,001 entre les séries témoins et traitées).

3.5. Impact des HEs sur la composition biochimique *O. basilicum*

3.5.1. Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur protéines

Le contenu en protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes de *Cs longiareolata* diminue d'une manière très hautement significative après 24h ($p=0,000$), ce changement devient non significatif pendant les périodes testés (48h, 72h) chez les séries traitées par rapport aux témoins ($p\geq 0,05$).

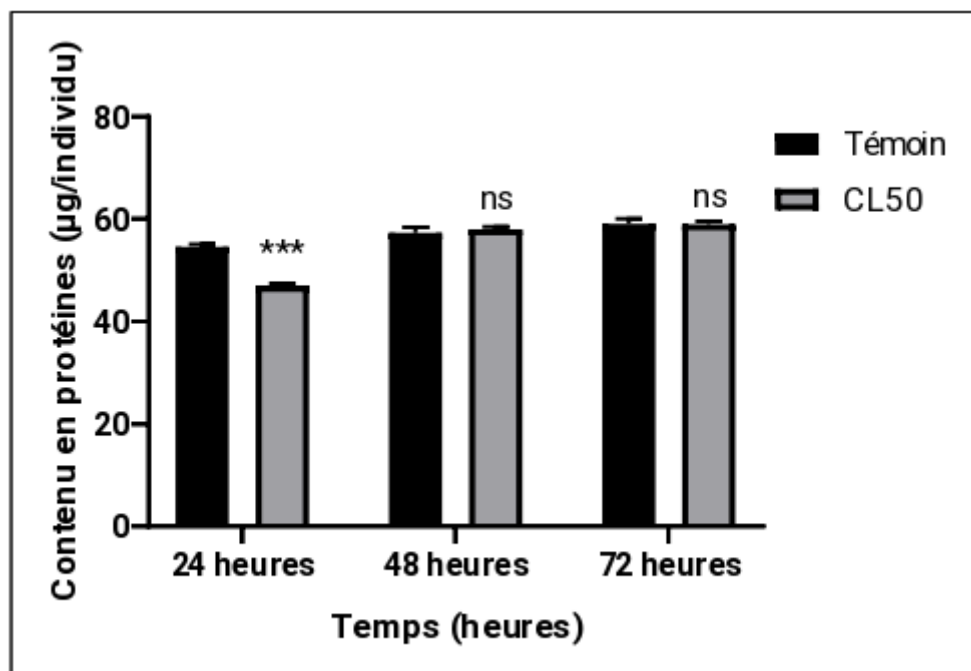


Figure 26 : Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur protéines ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ($m\pm SD$, $n=3$) (ns: Différence non significative ($p\geq 0,05$) entre les séries témoins et traitées, *** : Différence hautement significative ($p\leq 0,01$) entre les séries témoins et traitées).

3.5.2. Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur lipides

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

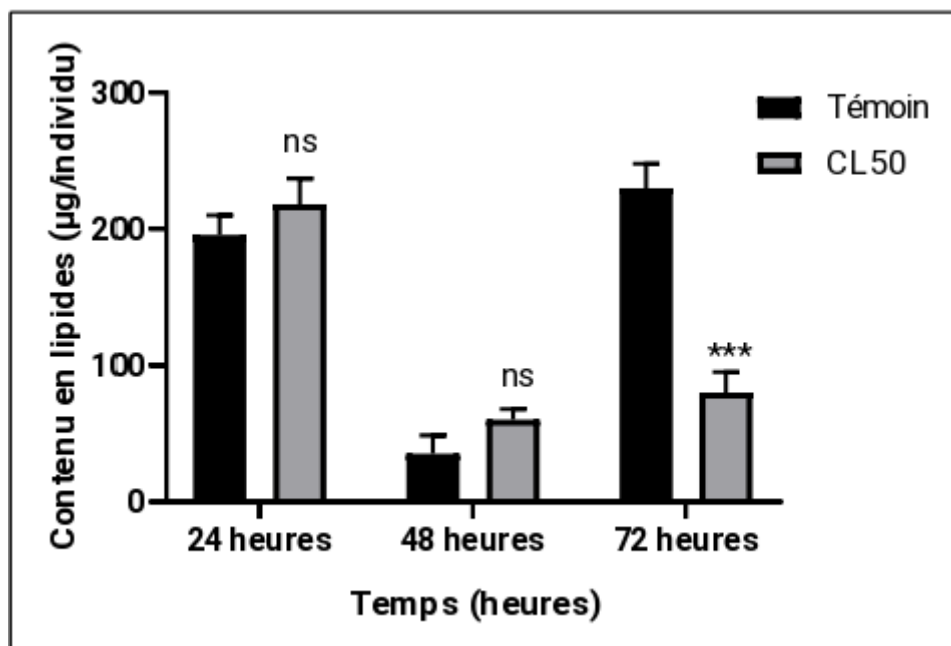


Figure 27 : Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur lipides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ($m \pm \text{SD}$, $n=3$) (ns : Différence non significative ($p \geq 0,05$) entre les séries témoins et traitées, *** : Différence très hautement significative ($p \leq 0,001$) entre les séries témoins et traitées).

3.5.3. Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur les glucides

Les résultats obtenus indiquent une réduction significative du contenu en glucides après 24h, 48h et 72h de traitement par rapport aux témoins ($p=0,0112$; $p=0,0107$; $p=0,0160$).

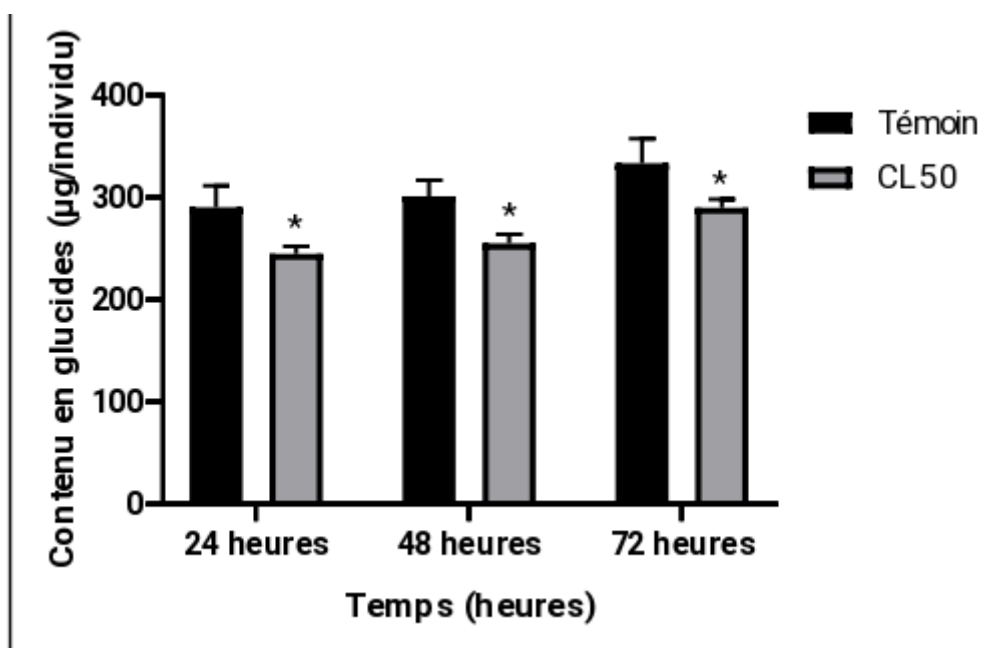


Figure 28 : Effet d'huile essentielle d'*O. basilicum* sur glucides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les pupes nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ($m \pm \text{SD}$, $n=3$) (* : Différence significative ($p \leq 0,05$) entre les séries témoins et traitées).



Discussion

4. Discussion

4.1. Rendement des huiles essentielles

Nous rappelons que le rendement d'extraction en huiles essentielles *d'Ocimum basilum* a été de 0,67 % de la matière sèche de la partie aérienne de la plante, En générale le rendement Beo de cinq cultivars de basilic d'Albanie de 1,10 ml / kg à 34 ml/kg (0,11-3,40%) (**Cheliku,N et al.,2015**), Ce rendement varie d'une plante à une autre, Il est de 0,5% chez *Artemisia mesatlantica*, de 0,1 à 0,35 % chez la rose, de 0,5 à 1 % chez la menthe poivrée et le néroli, de 1 à 3 % chez l'anise, de 0,8 à 2,8 % chez la lavande, de 1 à 2,5 % chez le romarin et de 2 à 2,75 % chez le thym (**Chorfi et Sedira., 2016**), on noter que, Il y a des points de divergence dans les espèces du même genre *Ocimum*, car le rendement d'extraction d'*Ocimum Canum* est 0,44% (**Akono et al, 2012**), et de 1.24 % pour *Ocimum gratissimum* (**Ouedraogoi et al., 2016**), et de de 1,71% pour l'*Ocimum minimum* (**Özcan et Chalchat, 2002**) , et la teneur en huile essentielle des somites fleuries fraîches *d'Ocimum Sanctum* est de 0,26% et celle du matériel partiellement sèche est de 1,8% (**Chaumont et al., 2001**),

De plus, le rendement de cette étude diffère pour les mêmes espèces dans le monde, Tels que, au Nigéria, ce rendement affiche une valeur de 0,5% (**Kasaï et al., 1998**), en Guinée, 1,8% (**Kéïta et al., 1999**), au Bangladesh, le rendement d'extraction des huiles essentielles d'*O. basilicum* var *purpurascens* est de 0,38% (**Mondello, 2002**), au Togo, est compris entre 1,4 et 2,2% (**Koba et al., 2009**) et au Bénin, entre 0.2 et 2.7 (**Yayi et al ., 1998**), et 0.1 à 0.4 % au Maroc (**Berrada et al., 1987**), et ont trouvé un rendement de 0,8% dans un cultivar de basilic fréquemment cultivé dans les jardins de Rabat (**Belkamel et al., 2008**)

Cette différence en rendement d'huile essentielle de plante *d'ocimum basilicum*, serait liée au fait que l'extraction a été faite sur des feuilles fraîches alors que nos prédécesseurs l'ont faite sur des feuilles sèches. Cette variabilité de rendement pourrait également être liée à la période de récolte, aux facteurs édaphiques et climatiques ou alors à l'état physiopathologique de la plante (**Akono et al., 2012**).

4.2. Essais d'insecticide des huiles essentielles *d'Ocimum basilicum* sur les pupes de *Culiseta longiareolata*.

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

Discussion

sensibilité des pupes, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (OMS, 1963), ils sont nécessaires d'évaluer les concentrations létales (CL25, CL50 et CL90).

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et al., 1999).

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 *O. basilicum* à l'égard des sur les pupes de *C. longiareolata*, dont les résultats montrent une activité pupicide des HEs appliquées avec une relation dose-réponse et avec un CL50 de 144,7ppm.

Cependant, les résultats obtenus par d'autre travail sur *O. basilicum* la CL50 égale à 148,5ppm. (Kalaivani et al., 2012). Selon Pellecuer et al. (1976), les tests adulticides montrent que l'huile essentielle d'*O. canum* a une activité insecticide plus efficace que celle d'*O. basilicum* vis-à-vis des femelles adultes d'*An. funestus*.

Les essais toxicologiques de Dris (2018) ont permis de déterminer les concentrations létales (CL50 et CL90) des huiles de trois plantes à l'égard des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *C. longiareolata* et *C. pipiens*. Elles révèlent un effet insecticide avec une relation dose-réponse. Les HEs de *M. piperita* présentent un pouvoir larvicide très élevé contre *Culex* et *Culiseta*, suivies par l'*O. basilicum* et *L. dentata*. De plus, *C. pipiens* est l'espèce la plus résistante aux traitements appliqués comparativement à *C. longiareolata*.

Les travaux de Govindarajan (2013), montre que les HEs d'*O. basilicum* dont le linalool est le composant principal (52,42%), présentent un effet toxique à l'égard des larves 3 de *C. tritaeniorhynchus*, *A. albopictus* et *A. subpictus* avec une CL50 de 14,01 ; 11,97 et 9,75ppm et une CL90 de 23,44 ; 21,17 et 18,56ppm, respectivement.

D'autre part, les travaux de (Dris, 2020), montrent que toxicité d'huile essentielle de *Ruta graveolens* appliquée sur les différents stades de *C. longiareolata* et *Culex pipiens* avec une CL25 et à la CL50 égale 1,49ppm et 10,11ppm.

Par ailleurs, les travaux de (Akantetou et al, 2020) *O. basilicum* et son composé majoritaire, l'estragole, ont donné un effet aphicide sur les pucerons adultes. Les doses minimales pour obtenir 100% de mortalité ont été de 3 µl/ml pour l'huile essentielle et de 2µl/ml pour l'estragole. Les DL50 calculées ont été de 1400ppm et de 700ppm respectivement pour l'huile essentielle et l'estragole.

Discussion

Enfin, si en Algérie on lui connaît une réputation de répulsif pour son odeur, il paraît en effet que l'action insecticide du basilic est due à l'Eugénol, un constituant majeur (Sadallah & Belkhaoui, 2016) qui pourrait être responsable de son effet larvicide et pupicide.

4.3. Essais d'insecticide des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur les œufs de *Culiseta longiareolata*

Le huile essentielle de plante *Ocimum basilicum* a été testée sur les œufs de moustique *C. longiareolata* à différentes doses 2,5 ; 5 ; 10 ; 20 ; 30 ; et 40 µl. Les résultats obtenus au cours de notre travail révèlent que la plus faible dose (2,5 µl) l'extrait n'a eu aucun effet sur l'embryogenèse et l'éclosion des œufs était totale. Dans la dose 5, 10, 20, µl a inhibé progressivement l'éclosion et pour la plus forte 40 µl la naissance de mal formation dans la survie de vie de l'œuf. Par rapport d'autre travail (Acheuk et al., 2017) les résultats obtenus montrent que l'extrait de la plante testée présente une bonne activité ovicide. Cette action évolue avec l'augmentation des doses de l'extrait testé : La plus forte dose testée (D3 : 10g/L) a inhibé complètement l'éclosion, Alors que l'effet inhibiteur est moins accentué pour la dose moyenne 7,5 g/L, et pour la plus faible dose (5g/L), l'extrait n'a eu aucun effet sur l'embryogenèse et l'éclosion des œufs était totale ; 205 larves L1 ont émergées, puis immédiatement tués par l'extrait.

D'autre travail de (Fang et al., 2020) montre que la concentration efficace pour inhiber 50% (CE50) de l'éclosion des œufs était de 0,65%, 0,66%, 0,85%, 1,47% et 2,87% pour l'eugénol, le géraniol, le citral, le terpinen-4-ol et le linalol, respectivement. En conclusion, eugénol, géraniol, citral, le terpinen-4-ol et le linalol devraient être considérés comme des agents prometteurs pour le développement d'acaricides botaniques contre *Psoroptes cuniculi*.

Les travaux de (Muturi, et al., 2018) montrent que la majorité des radeaux à œufs *Culex* exposés à l'ail (73,1%) ou à l'asafoetida (55,8%) sont essentiels les huiles n'ont pas éclos et les larves des rares qui ont éclos sont pour la plupart mortes au premier stade. Le disulfure d'allyle présentait une forte activité ovicide et larvicide suggérant sa contribution importante à la toxicité globale des deux huiles essentielles.

Ainsi, les huiles essentielles d'ail et d'asafoetida sont de puissants ovicides et larvicides contre les moustiques, mais si elles sont utilisées conjointement, elles pourraient sapent les programmes de lutte antivectorielle.

4.4. Effet de HE sur les biomarqueurs

Les principaux biomarqueurs utilisés sont des marqueurs enzymatiques comme la catalase et l'acétylcholinestérase (**Durou et al., 2007**).

Nous avons évalué l'effet des HEs d'*O. basilicum* sur l'activité d'un biomarqueur de l'acétylcholinestérase, la catalase, des pupes *C. longiareolata* à différentes périodes après traitement : 24, 48 et 72heures.

4.4.1. Effet Des HEs sur l'activité spécifique de l'AChE

L'analyse des résultats obtenus après dosage de l'activité enzymatique de l'AChE des pupes *C. longiareolata*, traitées par les HEs de *O. basilicum* 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. Le traitement avec certaines huiles essentielles ou leurs constituants purifiés a provoqué des symptômes qui prouvent leur mode d'action neurotoxique. Ces symptômes manifestés, y compris l'hyperactivité, les convulsions et les tremblements suivis de paralysie, sont similaires à ceux produits par les organophosphorés et les carbamates (**Kostyukovsky et al., 2002**). Plusieurs monoterpènes des huiles essentielles agissent comme étant des inhibiteurs de l'acétylcholinestérase (**Grundy & Still, 1985 ; Ryan & Byrne, 1988**).

Travaux d'**Al-Asrar et al. (2014)** qui démontrent que les HEs de *M. longifolia* et de *L. dentata* expriment une activité anti-acétylcholinestérase à l'égard des adultes de *Callosobruchus maculatus*.

4.4.2. L'Effet des HEs sur l'activité spécifique de la catalase

La catalase joue un rôle crucial dans l'élimination de l'hydrogène peroxyde des cellules ainsi que dans la défense contre le stress oxydatif (**Aebi, 1984**). Les résultats obtenus chez les pupes de *C. longiareolata*, révèle une diminution significative de l'activité de la catalase chez les traités comparativement aux témoins. Cette diminution de l'activité induit une accumulation de H₂O₂ toxique à la cellule, conduisant à la peroxydation des lipides membranaires (**Sharma et al., 2012**) similaire aux travaux de(**Kiran & Prakash, 2015**). , une diminution de l'activité de CAT a été observée chez *S. oryzae* et *R. dominica* traités à l'HE de *Gaultheria procumbens*.

4.5. Impact des HEs sur les réserves énergétiques des moustiques

Dans les études physiologiques, la détermination des protéines totales et de nombreuses macromolécules chimiques, telles que les lipides et les glucides, est important (Yazdani et al., 2014).

Les protéines sont des composants biochimiques importants, nécessaires au développement de l'organisme et à sa croissance pour réaliser ses activités vitales (Yazdani et al., 2014). Le dosage des constituants biochimiques est réalisé dans le corps entier de pupes de *C. longiareolata*, après traitement aux HEs. Les résultats révèlent une réduction du contenu en protéines chez les traités dans 24h par rapport 48h, 72h similaires aux témoins.

La réduction des protéines est un phénomène fréquent chez les insectes traités par les produits toxiques (Nathan et al., 2008), et qui peut être attribuée à un ou plusieurs facteurs, tels que la diminution de leurs synthèse ou augmentation de leurs dégradations pour détoxifier les principes actifs présents dans les extraits de plantes ou les HEs (Vijayaraghavan et al., 2010). La dégradation des protéines en acides aminés a pour but de faciliter leur incorporation dans le cycle de Krebs comme acides cétoniques afin de compenser les faibles taux d'énergie causés par le stress (Nath et al., 1997). De plus, la réduction en réserve protéique peut être également due à l'adaptation physiologique de l'insecte à un état de stress causé par les insecticides (Ribeiro et al., 2001).

Les glucides forment un groupe de composés très importants. Nos résultats indiquent une réduction significative du contenu en glucides chez les pupes traités. Cet épuisement pourrait être expliqué par une demande accrue d'énergie et d'un métabolisme intense en raison de l'effet de l'huile et l'état de stress des insectes (Sancho et al., 1998 ; Olga et al., 2006). Des travaux antérieurs ont montré les effets négatifs des huiles essentielles sur les réserves glucidiques (Sak et al., 2006 ; Abdul Razak & Sivasubramanian, 2007).

Les lipides représentent la principale source d'énergie chez les insectes (Beenackers et al., 1985). Ils sont transportés du corps gras, site de leurs synthèses et stockage (Keely, 1985 ; Van Hensden & Law, 1989) vers les organes utilisateurs via l'hémolymphe surtout lors de la vitellogénèse (Downer, 1985 ; Keely, 1986). Plusieurs études ont démontré que les triglycérides, dont le corps gras est le site majeur de stockage chez les insectes, sont une réserve métabolique importante (Tine-Djebbar, 2009).

Les résultats obtenus que l'huile essentielles de *O. basilicum* montrent une différence très hautement significative à 72 h ($p < 0,001$) et non significative à 24 h et 48 h ($p \geq 0,05$) par

Discussion

apport aux séries témoins, en d'autres termes au cours de nos expérimentations révèlent une augmentation du contenu en lipides chez les traitées dans 24h et 48h une diminution dans 72h.

Alors que le méthoprène, testé chez *Locusta migratoria*, provoque une diminution des concentrations des lipides au niveau du corps gras (**Cotton & Anstee, 1991**).

L'épuisement des lipides après traitement aux produits toxiques pourrait être dû à une altération de leur synthèse (**Klowden, 2007**), à un dysfonctionnement hormonal pour le contrôle du métabolisme lipidique (**Steel, 1985**) par rapport les lipides augmentent pendant la période d'alimentation et leur quantité varient selon le stade de croissance et les conditions d'alimentation (**Chapman, 1998**).



Conclusion

Conclusion

Conclusion

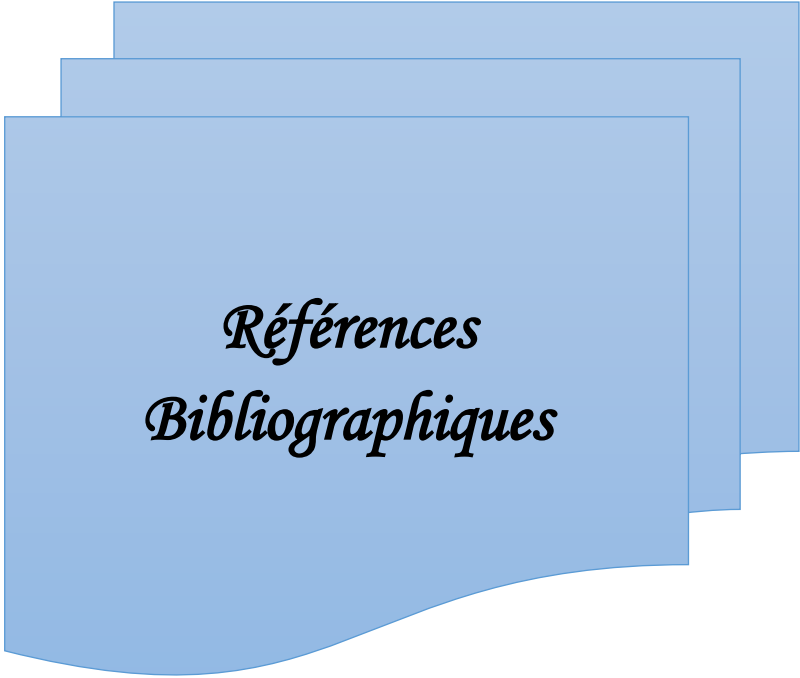
Le travail réalisé, nous a permis d'évaluer chez l'espèce de moustique *Culiseta longiareolata* à l'effet des huiles essentielles de la plante *Ocimum basilicum*, sur plusieurs aspects : toxicologique, biomarqueurs, et biochimiques.

Le HE de plante appartenant à la famille des *Lamiaceae* présentent des rendement 0.67 ± 0.15 de la matière sèche de la partie aérienne d'*O. basilicum*.

Les essais huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur les pupes de *Culiseta longiareolata* ont permis de déterminer les concentrations létales (CL25, CL50 et CL90). Elles révèlent un effet insecticide avec une relation dose-réponse avec un CL50 de 144,7ppm.

Les essais insecticides des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur les œufs de *Culiseta longiareolata* montrent une activité d'inhibition d'éclosion très importante traduisant par un CE50 de 14,29 μ l. L'apparition des mal formation dans la survie de vie de l'œuf pour la plus forte dose 40 μ l.

En évaluant les effets d'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* sur les biomarqueurs biochimiques des pupes de *Culiseta longiareolata* indique qu'ils exercent une action neurotoxique, et l'accumulation de H₂O₂ toxique à la cellule grâce à la diminution de l'activité de la catalase. De plus, la composition biochimique (protéines, glucides et lipides) des individus traités ne révèle une diminution du contenu en glucides et protéines et une augmentation des lipides.



*Références
Bibliographiques*

Reference bibliographique

Références bibliographiques

-A-

Abdul Razak, T. & Sivasubramanian, P. (2007) Effect of three botanical oils carbohydrate content in *Cheilomenes sexmaculata* Fabricius and *Chrysoperla carnea* Stephens. Asian Journal of Biochemistry 2: 124-129.

Acheuk F., Abdellaoui k., Lakhdrai w., Dehliz A., Ramdani M., Barika F., 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 (JARA) N°14.

Akono p., Belong p., Tchoumboung F., Bakwo E., Fankem H. 2012, Composition chimique et effets insecticides des huiles essentielles des feuilles fraîches d'*Ocimum canum* Sims et d'*Ocimum basilicum* L. sur les adultes d'*Anopheles funestus* ss, vecteur du paludisme au Cameroun ., Journal of Applied Biosciences 59: 4340– 4348 ISSN 1997–5902

AKANTETOU.p, NADIO.F, BOKOBANA.M, TOZOU.p, KILIMO.p, KOBA.K, POUTOULI.W, RAYNAUD.C, SANDA.K. 2020. Effet aphicide de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum* L. et de son composé majoritaire sur le puceron du cotonnier *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. Int. J. Biol. Chem. Sci. 14(1): 84-96.

ALAYAT.M.S. 2012. Bio-écologie, position taxonomique et compétence vectorielle du complexe *Culex pipiens* (Diptera ; Culicidae) responsable de la transmission du virus West Nile et du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift en Algérie. L'obtention du diplôme de Magistère (Ecole doctorale). OPTION : BIOLOGIE ET ECOLOGIE ANIMALE. Université Badji Mokhtar -Annaba. 116p.

ANONYME., 2000 - W.R.B.U ,2000.

Aitken, T. H. G., (1954). The culicidae of Sardinia and Corsica Diptera. Bulletin of Entomological Research, 45: 437-494.

ATTAF, L ; OURAHMOUNE, S ; 2017 ; Impact de différents substrats sur la morphogénèse du basilic (*Ocimum basilicum* L.) variété Basilic Grand Vert provenant d'Abizar Timizart, Nord de l'Algérie, Mémoire De fin d'études En vue de l'Obtention du Diplôme de MASTER II ; 77p.

Reference bibliographique

Alia, Bilal. et al. Antifertility activity of hydroalcoholic extract of *Ocimum basilicum*. leaves on female Wistar rats. *Journal of Reproduction and Contraception*, 2013; Vol 24(1); p.45-54.

Aligon D., Bonneau J., Garcia J., Gomez D., Le Goff D., 2010 - Projet d'estimation des risques sanitaires. Estimation des expositions de la population générale aux insecticides : les organochlorés, les Organophosphorés et les Pyréthrinoïdes. IGS PERSAN 2009-2010. Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 78p.

AOUATI, A, 2016, Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de culex pipiens (Diptera, Culicidae) En vue de l'obtention du Diplôme De Doctorat en sciences, Spécialité : Entomologie. UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI. 150p.

Angel C, Krzysztof L, Antoni S, Adam F, Angel A. Carbonell-B, (2012). Volatile composition of sweet basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) as affected by drying method. *Elsevier*. 48: (217–225).

Arash, khaki. Et al. Effects of basil, *Ocimum basilicum* on spermatogenesis in rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2011; Vol 5(18); p. 4601-4604.

Al-Sarar, A. S., Hussein, H. I., Abobakr, Y., Bayoumi, A. E. & Al-Otaibi, M. T. (2014). Fumigant toxicity and antiacetylcholinesterase activity of Saudi *Mentha longifolia* and *Lavandula dentata* Species against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Turkish Journal of Entomology – DergiPark* 38 (1): 11-18.

-B-

Barel S., Segal R. & Yashphe J., 1991. - The antimicrobial activity of the essential oil from *Achillea fragrantissima*. *Journal of Ethnopharmacology*. 33: 187-191.

Belkamel A., Bammi J., Janneot V., Belkamel A., Dehbi Y., Douira A., Évaluation de la biomasse et analyse des huiles essentielles de trois variétés de basilic (*Ocimum basilicum* L) cultivées au Maroc, *Acta Botanica . Gallica*, 2008,155(4), 467_476.

Berrada M., M. Ait Igri, S. Fkih-Tetouani & J. Bellakhdar1988.- Contribution à l'analyse de l'huile essentielle d'un cultivar d'*Ocimum basilicum* du Maroc. *AlBiruniya, Rev. Mar. Pharm.*, Rabat, 4 (1), 27-33.

Reference bibliographique

- Bedi G., Tonzibo Z.F., Chopard C. & N'Guessan Y.T., 2004.**- Etude des effets antidouleurs des huiles essentielles de *Chromolaena odorata* et de *Mikania cordata*, par action sur la Lipoxygénase L-1 de soja. *Physical Chemical News*. 15: 124-127.
- Bedi G., Tonzibo Z.F., Oussou K.R., Chopard C., Mahy J.P. & N'Guessan Y.T. 2010.**- Effect of essential oil of *Chromolaena odorata* (Asteracea) from Ivory coast, on cyclooxygenase function of prostaglandin-H synthase activity. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 4(8): 535-538.
- Bensafi Gheraibia Hanène, (2010).** Etude Ecophysiologique, systématique et lutte intégrée contre les drosophiles, vecteurs de la pourriture grise dans les cultures. Mémoire de magistère université Badji Moukhtar Annaba P:1-12.
- BERKANE, Z ; BOUDIAR, N. 2018.** Evaluation de l'effet larvicide des extraits apolaires et de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* à l'égard de *Culex pipiens*.. MEMOIRE DE MASTER. Option: Biochimie Appliquée. Université de Larbi Tébessi –Tébessa-Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. 13-14-15-16-17p.
- Beenakers, A. M. T. H., Vander Host, D. G. & Van Marrewijk, W. J. A. (1985).** Insect lipids and lipoproteins and their role in physiological process. *Prog. Lipid. Res.*, 24 : 19-67.
- BELHATTAB A et TEKTAKI A 2016-2017** Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) sur les larves de *Culiseta longiareolata* dans la région de Laghouat. diplôme de mastère .uni Laghouat p21.26.30.40.46.51.
- Bougerra, N. 2019.** Efficacité comparée des extraits de deux plantes, *Thymus vulgaris* et *Origanum vulgare* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*:Composition chimique, Toxicité, Biochimie et Biomarqueurs. Thèse doctorat. Option :Physiologie Animale Appliquée à la Santé et l'Environnement. Université Larbi Tébessi -Tébessa. 7-11p.
- BOUDERHEM A.2015.** Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*). MEMOIRE DE FIN D'ETUDE. Spécialité : Biochimie appliquée.UNIVERSITE ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED.18p.
- Boulkenafet, F. (2006).** Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région

Reference bibliographique

de Skikda. Présentation pour l'obtention du Diplôme de Magister en entomologie (option ; application agronomique et médicale). 191 p.

Burt S., 2004.- Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food and Microbiology*. 94: 223.

Bravo, E., Amrani, S., Aziz, M., Harnafi, H., Napolitano, M. (2008). Ocimum basilicum ethanolic extract decreases cholesterol synthesis and lipid accumulation in human macrophages. *Elsevier* .79 :(515–523). DOI: 10.1016/j.fitote.2008.05.002.

Brunhes J., 1999 – Culicidae du Maghreb. Description d'Aedes (Ochlerotatus)

Bisckraensis n. sp. D'Algérie (Diptera, Nematocera). *Bulletin de la société entomologique de France*, 104 (1), 25-30.

- C -

Candan F., Unlu M., Tepe B., Daferera D., Polissiou M., Sokemen A. & Akpulat H.A., 2003.- Antioxydant and antimicrobial activity of the essential oil and methanol extracts of *Achilla millefolium* subsp. *millefolium* Afan. (Asteraceae). *Journal of Ethnopharmacology*. 87: 215-220.

Cseke, L.J., Kirakosyan, A., Kaufman, P.B., Warber, S., Duke, J.A., Brielmann, H.L. (1999). *Natural products from plants* Second edition. CRC, London, Newyork. 551p.

Chaumont J, Mandin D, Sanda K, Kona K , Souza, C. 2001. Activités antimicrobiennes in vitro de cinq huile essentielles de lamiacées togolaises vis_à_vis de germes représentatifs de la microflo_ recutanée , *Acta Botanica. Gallica* , 148 (2) 93-101.

Chapman, R.F. (1998). *The Insects Structure and Function*. Cambridge University Press: New York.

Cheliku N, Cvetkovikj karanfilova I, Stefkov G, karapandzova M, Bardhi N, Qjazimi B, kulevanova S, Essential oil composition of five Basil cultivars (Ocimum basilicum) from Albania, Original Scientific paper, Macedonian pharmaceutical bulletin, 61(2) 11_18 (2015).

Charles D.J. (2013) *Basil in Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*. Springer Science+Business Media New York : 173-179.

Reference bibliographique

Chorfi D, 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, Biochimie et Biologie Moléculaire, faculté des Sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, université de Larbi Tébessi_ Tébessa (81 page).

ChENI, M, 2016 ; Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic "*Ocimum basilicum* L." extraite par hydro-distillation et par micro-ondes, Thèse de Doctorat ; 185p.

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

Cotton, G., Anstee, JH. (1991). A biochemical and structural study on the effects of methoprene on fat body development in *Locusta migratoria*. *J. Insect. Physiol.*, 37: 525- 539

-D-

Dambolena J. S., Zunino M.P., López A. G, Rubinstein H. R., Zygadlo J. A, Mwangi J.W., Thoithi G. N., Kibwage I.O., Mwalukumbi J.M, Kariuki S.T. (2010). Essential oils composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum gratissimum* L. from Kenya and their inhibitory effects on growth and fumonisin production by *Fusarium verticillioides*. Elsevier. 11: (410–414). DOI : 10.1016.

DERRAR, i. DERRAA, A. 2017. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *Lippia citriodora* à l'égard des larves d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* sur l'aspect de développement. MEMOIRE DE MASTER. Option: Biochimie et biologie moléculaire. Université Larbi Tébessi–Tébessa. 64p.

De Sousa A.C, Alviano D.S, Blank AF, Alves P.B, Aliano C.S, Gattass C.R., 2004.- *Melissa officinalis* L. essential oil: antitumoral and antioxidant activities. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 56: 677-681.

Downer, R. G. H., (1985). Lipid metabolism. In *Compr. Insect. Physiol. Biochem. And Pharm.* (G. A. Kerkert et L. I. Gilbert, eds). Pergamon Press. Oxford, 10: 77-113.

DRIS, D. 2018. Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes :

Reference bibliographique

mentha piperita, lavandula dentata et ocimum basilicum sur les larves de deux espèces de moustiques culex pipiens (linné) et culiseta longiareolata (aitken). these de doctorat. Spécialité: biologie animale. universite badji mokhtar – annaba. 104p.

DRIS.2020.evaluation de l'effet d'une plante médicinale d'une région semi-aride Ruta-graveolens sur la mortalité et la physiologie chez deux espèces de moustiques culesita longiareolata et culex pipiens.

-E-

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

Ephantus J. Muturi, Jose L. Ramirez, Bruce Zilkowski, Lina B. Flor-Weiler, Alejandro P. Rooney. 2018. Ovicidal and Larvicidal Effects of Garlic and Asafoetida Essential Oils Against West Nile Virus Vectors. *Journal of Insect Science*, (2018) 18(2): 43; 1–6.

Erich Schmidt (2010) Production of Essential Oils *in* «Handbook of essential oils : science, technology, and applications» edited by K.H.C. Baser, G. Buchbauer. Taylor & Francis, Boca Raton: 83-1119.

-F-

FANG. G, Li. M, Jiang. Z, LU.X, Guillot .J, SI.H. Comparing acaricidal and ovicidal activity of five terpenes from essential oils against Psoroptes cuniculi.2020. *Parasitology Research*.

-G-

Geneviève, Lanouette. (2017).La technique des insectes stériles comme méthode de lutte contre la drosophile à ailes tachetées (*Drosophila suzukii*). Mémoire en vue de l'obtention du grade de M.sc.en sciences biologiques .Université de Montréal.P:16.

Giatropoulos A, Kimbaris A, Michaelakis A, Papachristos DP, PolissiouMG, Emmanouel N (2018) Chemical composition and assessment of larvicidal and repellent capacity of 14 Lamiaceae essential oils against *Aedes albopictus*. *Parasitol Res* 117:1953–1964.

GONG. X, REN. Y. 2020. Larvicidal and ovicidal activity of carvacrol, p-cymene, and γ -terpinene from *Origanum vulgare* essential oil against the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hübner). *Environmental Science and Pollution Research*. 9p.

Reference bibliographique

Govindarajan, M., Sivakumar, R., Rajeswary, M. & Yogalakshmi, K. (2013). Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* (L.)

against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpictus* (Diptera:

Culicidae). *Experimental parasitology* 134(1): 7-11p.

Guermi A, Rhaim, f.2018, Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Artemisia herba alba*) sur les larves deculicidées dans la région de Oued souf. Mémoire, 26-27-28p.

GRID,N et HAMAI, A.2018. Etude comparative de l'effet des extraits aqueux et des huiles essentielles de certaines plantes contre les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae). Mémoire de master. Spécialité : Biologie et control de population d'insecte. Université des Mentouri Frères constantine. P19.

Grundy, D.L. & Still, C.C. (1985). Inhibition of acetylcholinesterases by pulegone-1,2-epoxide. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 23: 383–388.

-H-

Haouam, A et Achouri, K .2019. Evaluation du potentiel larvicide de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* à l'égard de *Culex pipiens*. Mémoire de Master. Option: Biochimie Appliquée. Université Larbi Tébessi RTébessa. p1

HAMDANE N, KEMCHA N./2018, Huile essentielle de la plante *Ocimum basilicum* L'Activité antibactérienne et utilisation comme additif naturel dans la conservation de la viande hachée, Mémoire. Biochimie de Nature, Faculté des Science de la nature et de la vie, université des frères Mentouri constantine 1, 60 p.

HAMICHE, S ; BENCENOUCI, Y & MESSAS, N ; 2016 ; Contribution à l'étude de l'activité larvicide avec l'utilisation des polyphénols de *Pistacia lentiscus* sur les moustiques. Mémoire. Spécialité: Biologie des Populations des Organismes. UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA – BOUMERDES. 77p.

-K-

Kaur, AM. Srivastava, M.(2014). Pesticidal effect of plant *Peganum harmala* against stored grain pest *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Indian Journal of Applied Research*. 2014; 4(7):544-545.

Reference bibliographique

Kasai, S., Weerashinghe, I.S. & Shano, T. (1998). P450 monooxygenases are an important mechanism of permethrin resistance in *Culex quiquefasciatus*. Say larvae. Archives of Insect Biochemistry and Physiology., 37: 47 – 56.

Keely, L. L. (1985). Physiology and biochemistry of Fat body, pp. 211 – 248. In GA Kerkut & L.I. Gilbert (eds): Comprehensive Insect Biochemistry, physiology and pharmacology, vol. 3, Pergamon Press, oxford.

Kéïta, SM, Vicent, C, Schmit J-P, Bélanger A. (1999). Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L., *O. gratissimum* L. and *O. suave* L. in the Republic of Guinea. In : Flavour Fragr. J., 4: 228-230.

Khoualdi I , Boughrara N (2017_2018), L'effet de l'extrait d'*ocimum basilicum* sur quelques paramètres biochimiques et reproductifs chez les rats intoxiqués par le mercure, Mémoire, Biologie et physiologie de la Reproduction, faculté des Science exactes et science de la nature et de la vie, université larbi Ben Mhidi oum El Bouaghi ,58p.

Klimankova E., Holadova K., Hajslova J., Cajka T., Poustka J., Koudela M. (2008). Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Elsevier*. **107** :(464-472), 10.1016/j.foodchem. 2007.07.062

Klowden, M.J. (2007). Physiological systems in insects, Amsterdam: Elsevier, AcademicPress. 688p.

Koba K, Poutouli PW, Raynaud C, Chaumont J-P, Sanda K. (2009). Chemical composition and antimicrobial properties of different basil essential oils chemotypes from Togo. Bangladesh. In : J. Pharmacol., 4: 1-8p.

-L-

Laouira Sabrina, (2014). Contribution à l'étude de l'effet insecticide et comportemental des extraits de quelques plantes médicinales sur *Drosophila melanogaster* et essai de lutte. Thèse de magistère. Ecole nationale supérieure agronomique Elharrach. P: 4-6.

Li Qing X. et Chiou L. Chang (2016) Basil (*Ocimum basilicum* L.) Oils in « Essential oils in food preservation, flavor and safety » edited by Preedy, Victor R. Elsevier: 231-238.

Reference bibliographique

-M-

Manal, A.A., Abd El-razik & Gamal, M.M. (2013). Efficacy of some plant products and two conventional insecticides and their residual activities against *Callosobrochus maculatus* (F.). *American Journal of Biochemistry and Molecular Biology* 3(4): 356-368.

Mbarek L.A., Mouse H.A., Elabbadi N., Bensalah M., Gamouh A., Aboufatima R0., Benharref A., Chait A., Kamal M., Dalal A., Ziad A., 2007.- Anti-tumor properties of blackseed (*Nigella sativa* L.) extracts. *Brazilian Journal of Medicinal and Biological Research*. 40: 839-847.

Merkhi ,N ; Maifi, kh ; 2020 ; Rendement d'huile essentielle d'une plante médicinale *Artemisia absinthium* et l'étude théorique de leur toxicité sur *Culiseta longiareolata*. MEMOIRE DE MASTER. Option: Biochimie Appliquée. Université Larbi Tébessi–Tébessa. 160 p.

Métali, Mouna et Kerras, Kheira.2016 Etude des activités antibactériennes et antioxydantes des extraits d'*Ocimum basilicum* (basilic) dans la région de Ain Defla. Mémoire de Master. Khemis Miliana : Université Khemis Miliana, , 113pages .

Mondello .L, Zappia. G, Cotroneo. A, Bonaccorsi .I, Chowdhury. JU, Yusuf. M, Dugo. G.(2002). Studies on the essential oil-bearing plants of Bangladesh. Part VIII. Composition of some *Ocimum* oils *O. basilicum* L. var. *purpurascens*; *O. sanctum* L. green; *O. sanctum* L. purple; *O. americanum* L., citral type; *O. americanum* L., camphor type. *Flavour Fragr. J.*, 17: 335–340.

Mohammed, chenni.2016 Etude comparative de la composition chimique de l'activité biologique et l'huile essentielle des feuilles du basilic "*Ocimum basilicum* .L " extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse de doctorat : université Ahmed Benbella, Département de chimie., 185pages.

Mueen, Ahmed. et al. Biological properties of the sweet basil (*Ocimum basilicum*). *British Journal of Pharmaceutical Research*, 2015; 7(5); p.336-339.

Monti D., Chetoni P., Burgalassi S., Najarro M0, Sactton M.F. & Boldrini E., 2002.- Effect of different terpene-containing essential oils on permeation of estradiol through hairless mouse skin. *International Journal of Pharmaceutics*, 237: 209-214.

Reference bibliographique

-N-

Nathan, S.S., Choi, M.Y., Seo, H.Y., Paik, C.H., Kalaivani, K. & Kim, J.D. (2008). Effect of azadirachtin on acetylcholinesterase activity and histology of brown planthopper *Nilaparvata lugens* (Stal). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 70: 244–250.

Nath, S.S., Kalaivan, K. & Chung, P.G. (1997). The effects of azadirachtin and nucleopolyhedrovirus on midgut enzymatic profile of *Spodoptera litura* Fab. (Lepidoptera: Noctuidae). *Pesticide Biochemistry Physiology* 83(1): 46-57.

-O-

Ouedraogoi I., Sawadogo A., Nebie R., Dakouo D., Evaluation de la toxicité des huiles essentielles de *Cymbopogon nardus* et *Ocimum gratissimum* contre *Sitophilus Zeamais* et *Rhyzopertha dominica* des principaux insectes nuisibles au maïs en stockage au Burkina Faso., *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 10(2): 695-705, April 2016

Ozcan, M. Chalchat, J-C.(2002). Essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey. *Czech J. Food Sci.*, 20: 223–228.

-P-

Pavela R, Govindarajan. M,(2017) The essential oil from *Zanthoxylum monophyllum* a potential mosquito larvicide with low toxicity to the non-target fish *Gambusia affinis*. *J Pest Sci* 90:369–378.)

Patrick A, Philippe B, François T, Eric- M, Henri, F ;2012 ; Composition chimique et effets insecticides des huiles essentielles des feuilles fraîches d'*Ocimum canum* Sims et d'*Ocimum basilicum* L. sur les adultes d'*Anopheles funestus* ss, vecteur du paludisme au Cameroun. *Journal of Applied Biosciences* 59: 4340– 4348.

Pavela R, Govindarajan. M,(2017) The essential oil from *Zanthoxylum monophyllum* a potential mosquito larvicide with low toxicity to the non-target fish *Gambusia affinis*. *J Pest Sci* 90:369–378.)

Phuong M. N., Eileen M. K., Emily D. N. (2010). Potassium rate alters the antioxidant capacity and phenolic concentration of basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves. *Elsevier*. 123 : (1235–1241), DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.05.092.

Reference bibliographique

Pellecuer J, Allegrini J, Simeon de Buochberg M, 1976. Sur l'activité de l'huile essentielle de *Hyptis pectinata*. *Révue de l'Institut pasteur de Lyon*. 9 (2) : 135-159.

-R-

Rajamanickam, Karthika. et al. Phytochemical Analysis , Antioxydant and Antibacteriel Activities of two traditionally used Indian medicinal plants. *Asian Journal of Biology*, 2017; 4(5); p.1-11.

Ribeiro, S., Sousa, J.P., Nogueira, A.J.A. & Soares, A.M.V.M. (2001) Effect of endosulfan and parathion on enrrgy reserves and physiological parameters of the terrestrial isopod *Procellia dilatatus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 49: 131- 138.

-S-

Saber, A. et al. Effect of leave extract of *Ocimum basilicum* on deltamethrin induced nephrotoxicity and oxidative stress in albino rats. *Journal of Applied Pharmaceuical Science*, 2012; 02(05); p. 22-27

Saima, Rubab. et al. Biomedical description of *Ocimum basilicum* L. Review on *Ocimum basilicum*; 2017; 12(01); p.59-67.

Sadallah, N ; Belkhaoui, A. 2016 ; Étude Biométrique sur des larves de culex pipiens Exposées aux Extraits Des plantes. Spécialité : Biologie, Evolution et Contrôle Des Populations d'Insectes. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 66p.

Sak, O., Uckan, F. & Ergin, E. (2006) Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein and lipid contents of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae). *Belgian Journal of Zoology* 136: 53-58.

Sancho, E., Ferrando, M.D., Fernández, C., Andreu, E. (1998). Liver energy metabolism of *Anguilla anguilla* after exposure to fenitrothion. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 41(2): 168–175.

Sharma, P., Jha, A.B., Dubey, R.S. & Pessarakli, M. (2012). Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany* 1-26.

Reference bibliographique

Siani A.C., Ramos M.F, Menezes-de-Lima O.J.R., Ribeiro-dos-Santos R., Fernandez-Ferreira E., Soares R.O., Rosas E.C., Susunaga G.S., Guimarae A.C., Zoghbi M.G. & Henriques M.G.C., 1999.- Evaluation of anti-inflammatory-related activity of essential oils from leaves and resin of Protium. *Journal of Ethnopharmacology*. 66: 57-69.

Soltani N. & Soltani-Mazouni N. (1992). Diblubenzuron and oogenesis in colding moth, *Cydia pomonella* (L.) *Pest. Sci.*, 34 : 257 – 261.

Steele, J.E. (1985). Hormonal modulation of Carbohydrate and lipid metabolism in fat body. In: Locke M, Smith DS (ed). *Insect Biology in future*, Academic press, New York 253-271.

-T-

TAlbi,H et Doghbal,M2016. Les effets du spinosad (Biopesticide) sur la *Drosophila Melanogaster* (meigen ,1830). Diplôme de Master. Spécialité : BECPI Université des Frères Mentouri Constantine.p1.

Tine-Djebbar, F. (2009). Bioécologie des moustiques de la région de Tébessa et évaluation de deux régulateurs de croissance (halofenozide, méthoxyfenozide) à l'égard de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* : toxicologie, morphométrie, biochimie et reproduction. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat Université Badji Mokhtar de Annaba. 168 p

TouRE , D ,(2015), Etudes chimique et Biologique des huiles essentielles de quatre plantes aromatiques médicinales de côtrl d'ivoire, thèse, Biochimie, L'Université Félix HOUPHOUËT- BOIGNY En Biologie Humaine Tropicale , (153 page).

-U-

Umezu T., 1999.- Anticonflict effects of plant-derived essential oils. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 64: 35-40.

Unlu M., Daferera D., Donmez E., Polissiou M., Tepe B. & Sokmen A., 2002.- Compositions and the in vitro antimicrobial activities of the essential oils of *Achilla setacea* and *Achillea teretifolia* (Compositae). *Journal of Ethnopharmacology*. 83: 117-121

-V-

Van Hensden, H. C. & Law, J. H. (1989). An insect transport particule promotes lipid loading from fat body to lipoprotein. *J. Biol. Chem.*, 264: 17287-17292.

Reference bibliographique

Vieira R.F. et J.E. Simon (2000) Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Econ. Bot.* 54: 207– 216.

Vijayaraghavan, C., Sivakumar, C., Zadda Kavitha, M. & Sivasubramanian, P. (2010). Effect of plant extracts on biochemical components of cabbage leaf webber, *Crociodolomia binotalis* Zeller. *Journal of Biopesticides* 3 (1): 275–277.

Vieira R.F. et J.E. Simon (2000) Chemical characterization of basil (*Ocimum* spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. *Econ. Bot.* 54:

X-

Xie YJ, Huang QQ, Rao YQ, Hong L, Zhang DY (2019) Efficacy of *Origanum vulgare* essential oil and carvacrol against the housefly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). *Environ Sci Pollut Res* 26:23824–23831

-,Y-

Yayi E., M. Moudachirou & J.C. Chalchat, 1998_ Inventaire systématique de trois espèces d’*Ocimum basilicum* du Bénin : *O. basilicum*, *O. canum* et *O. gratissimum*. Actes du colloque d’Ottawa, Produits naturels d’origine végétale, 160-170.

Yamasaki. K. et al. Anti-HIV-1 activity of herbs in Labiatae. *Biol. Pharm. Bull.* 1998; 21: p.29-33.

Yazdani, E., Sendi, J.J., Aliakbar, A.R. & Senthil Nathan, S. (2014). Effect of *Lavandula angustifolia* essential oil against lesser mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lep: Pyralidae) and identification of its major derivatives. *Pesticide Biochemistry Physiology* 107: 250-257.

Youn, Henry.(2018).Influence des facteurs alimentaire et du microbiote intestinal sur la tolérance au stress chez *Drosophila melanogaster*. Thèse doctorat Université Bretagne Loire. P:46.