



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Larbi Tébessi –Tébessa-  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie Appliquée



## MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Science Biologique

Option: Biochimie et Biologie Moléculaire

Thème:

Effet des huiles essentielles extraites de deux  
plantes : *Mentha piperita* et *Ocimum basilicum* sur  
les biomarqueurs biochimiques des larves de  
*Culiseta longiareolata*

Présenté par :

Dalila Chorfi

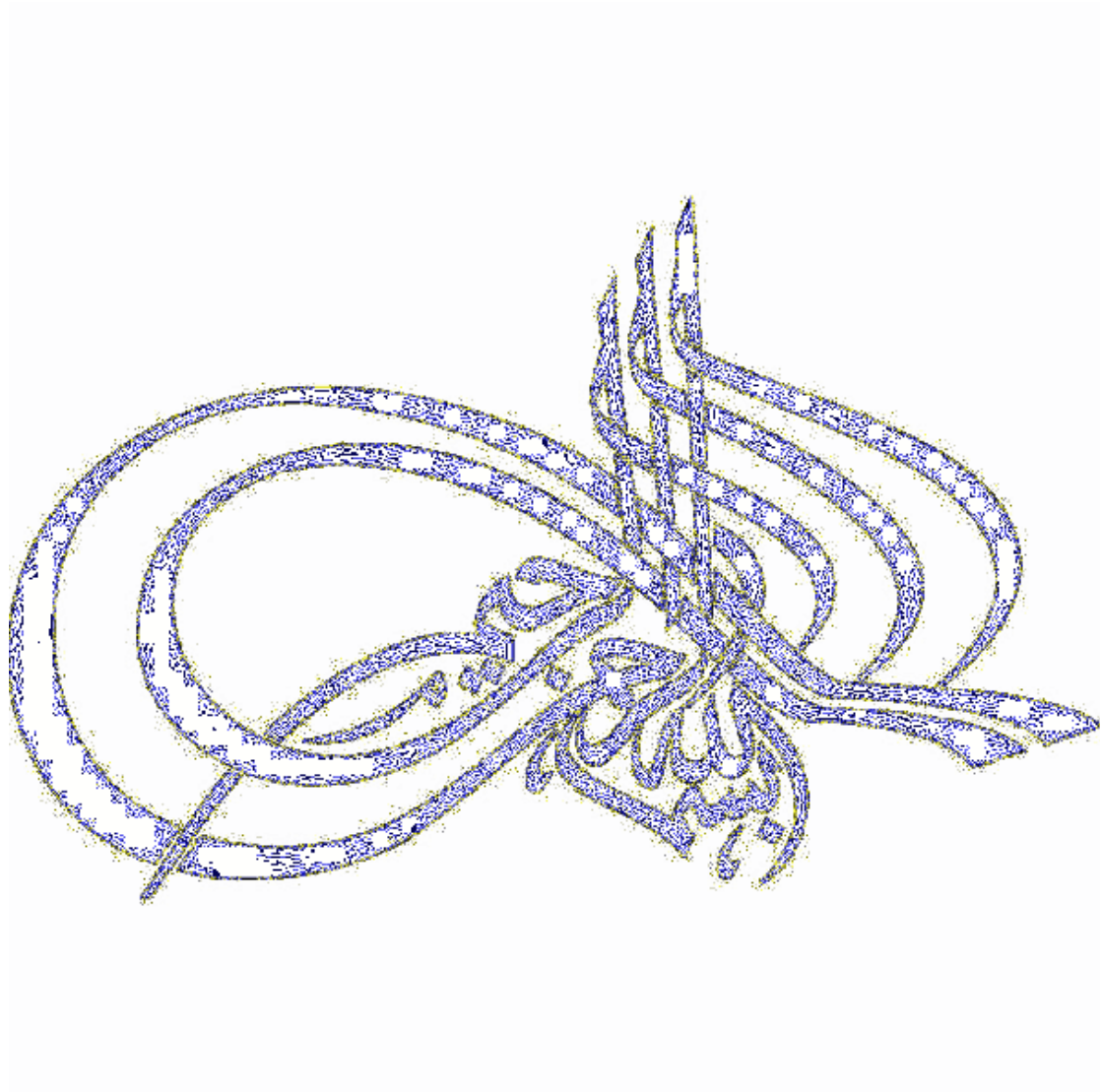
Hinda Sedira

Devant le jury :

Dr. Hayatte Bouabida	MCB	Université de Tébessa	Présidente
Mme. Djemâa Dris	MAA	Université de Tébessa	Rapporteuse
Mme. Hanane Sghir	MAA	Université de Tébessa	Examinatrice

Date de soutenance : 29/05/2016

Note : ..... Mention : .....



*Résumés*

# العنوان تأثير الزيوت الأساسية المستخلصة من نباتي النعناع والريحان على المؤشرات الحيوية البيوكيميائية ليرقات البعوض *Culiseta longiareolata*

## ملخص

المكافحة بالمبيدات الحشرية النباتية موصى بها كثيرا، فهي من بين الوسائل المتبعة من طرف النباتات للدفاع عن نفسها ضد أعدائها.

في هذا السياق، يهدف هذا العمل إلى تقدير استجابات نوع من البعوض، *Culiseta longiareolata* الأكثر انتشارا في منطقة تبسة تحت وقع مبيد حشري جديد على أساس الزيوت الأساسية لنوعين من النباتات النعناع والريحان.

أعطى المردود من الزيوت الأساسية لنبات النعناع والريحان مقدار مهم يقدر بـ % 2.01 و % 1.56 بالنسبة للمادة النباتية الجافة على التوالي.

النتائج الإحصائية المنفذة بين المجموعات الشاهدة والمعالجة في أوقات مختلفة (24سا، 48سا و72سا) تؤكد أن الزيوت الأساسية لنبات النعناع و الريحان لها تأثير على المؤشرات الحيوية : فقد أدت زيادة في نشاط الـ CAT و نسبة الـMDA. هذه الزيوت الأساسية لها تأثير على المركبات الكيميائية: زيادة في نسبة الدهون وانخفاض في نسبة البروتين و الغلوسيدات .

الكلمات المفتاحية: *Culiseta longiareolata*، الزيوت الأساسية، *Mentha piperita*، *Ocimum basilicum*، CAT، MDA والمركبات البيوكيميائية.



**Theme:** Effect of essential oils extracts from two plants (*Mentha piperita* and *Ocimum basilicum*) on biomarkers biochemical from the larvae from *Culiseta longiareolata*.

---

### **Abstract**

The fight by botanical insecticides is very recommended, among the means implemented by the plants to defend oneself against their depredators.

In this context, the purpose of this work is to evaluate the answers of the populations of the species of mosquito, *Culiseta longiareolata* most widespread in the area of Tébessa to the impact of a new insecticide based on essential oils of tow plant menthe, *Mentha piperita* and basilica, *Ocimum basilicum*.

The essential oil yield of *Mentha piperita* and *Ocimum basilicum* provided a significant rate of 2.01 % and 1.56 % according to the dry vegetable matter respectively.

The statistical results carried out between the series control and treated with various times (24h, 48h and 72h) confirm that the essential oils of menthe and basilica have an effect on the biomarkers oxidizing stress: provoked an increase of the activity of the CAT and rate of MDA. These essential oils also has an effect on the biochemical compositions: An increase in lipid and a reduction out of protein and carbohydrates.

---

**Key words:** *Culiseta longiareolata*, essential oils, *Mentha piperita*, *Ocimum basilicum*, CAT, MDA and compositions biochemical.

**Thème :** Effet des huiles essentielles extraites de deux plantes (*Mentha piperita* et *Ocimum basilicum*) sur les biomarqueurs biochimiques des larves de *Culiseta longiareolata*

---

## Résumé

La lutte par les insecticides végétales est très recommandée, parmi les moyens mis en œuvre par les plantes pour se défendre contre leurs déprédateurs.

Ce travail a pour but d'évaluer les réponses des populations d'une espèce de moustique, *Culiseta longiareolata* la plus répandue dans la région de Tébessa à l'impact d'un nouvel insecticide à base d'huiles essentielles de deux plantes : le menthe, *Mentha piperita* et le basilic, *Ocimum basilicum*

Le rendement en huile essentielle de *Mentha piperita* et *Ocimum basilicum* a fourni un taux important de 2.01 % et 1.56% en fonction de la matière végétale sèche, respectivement.

Les résultats statistiques effectuées entre les séries témoins et traitées aux différents temps (24h, 48h et 72h) confirment que les huiles essentielles de la menthe et le basilic ont un effet sur les biomarqueurs du stress oxydant : Une augmentation de l'activité de la catalase et du taux du MDA. Ces HE ont un effet également sur les compositions biochimiques : Une augmentation en lipide et une diminution en protéine et en glucide.

---

**Mots clés :** *Culiseta longiareolata*, Huiles essentielles, *Mentha piperita*, *Ocimum basilicum*, Catalase, MDA et compositions biochimiques.

# Remerciement

*En préambule à ce mémoire*

*nous remerciant ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage  
durant ces longues années d'étude.*

*Nous remercions notre encadreuse "Dris Djemaa", même si les  
mots de remerciement sont très petits par apport à ses efforts  
pour nous aide, nous oriente et pour ses encouragements, ses conseils et sa  
disponibilité -Vraiment Merci-*

*Merci pour les membres de jury : la présidente Mme.  
Bouabida. H et l'examinatrice Mme Sghir. H.*

*Merci pour Mme Tine.F, Mme Yahia et Mr.Tine pour ses aides  
dans le laboratoire, ces encouragements, et de sa disponibilité ainsi que pour ses  
conseils.*

*Une grand remerciement pour Mme. Bouabida. H, qu'elle trouve  
ici toutes nos expressions respectueuses. Merci vivement pour vos conseils, pour  
faire partager votre expérience et de nous guidé pour bien réaliser ce travail  
scientifique.*

*tous nos enseignants qui nous ont signées tout au long de notre  
parcours : nos enseignants de primaire, du moyen, du lycée et de  
l'université.*

*Merci pour tous les enseignants du notre département  
"Département de Biologie Appliquée"*

*Merci aussi à tout les membres de la faculté et spécialement de  
la bibliothèque.*

*Nous remercions les techniciens et les techniciennes des laboratoires de notre  
faculté.*

*des meilleurs remerciements vont également aux personnes qui nous encouragés et  
nous aidés à la rédaction de ce travail.*

*Merci pour tout les gens qui nous aident de près ou de loin pour  
réaliser ce travail.*



# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Mon père et ma mère qui me donnent l'espoir pour  
continuer ma voie du réussite, et qui sacrifient  
par tout pour céder à mes demandes .*

*Mes chers frères : Saïf, Salah, Sadjed et Wael.*

*Mes chères sœurs : Nour elhouda et Nadjla.*

*M' oncle : Ali*

*Toute la famille Sedira sans exception.*

*Ma binôme et mon amie "Dalila" pour tout  
les sentiments et les moments qu'on a partagés.*

*Mes amies : samai, khadra et kawter*

*Et bien sur à tout mes camarades de la 2e année*

*Master LMD, Biochimie et Biologie Moléculaire 2016.*

*HINDA*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*Aux êtres les plus chers : Mes parents,*

*A mon père,*

*Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras.*

*Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils.*

*J'espère que ce travail sera à la hauteur de tes attentes et qu'elle soit l'accomplissement de tous tes efforts.*

*A ma mère,*

*Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.*

*Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous Mes chers parents que je le dois, que Dieu vous garde.*

*A mes chers frères*

*Pour vous exprimer toute mon affection et ma tendresse*

*A mes sœurs*

*Pour sa bonté, sa générosité de cœur et son aide si précieuse qui a rendu possible la soutenance de ce mémoire*

*A mes amies, Mes confidentes,*

*Parce c'est avec vous que je me sens complète, parce que vous me faites rire (ou pas d'ailleurs..), parce que je peux tout vous dire,*

*Pour ces millions de souvenirs où vous êtes là, toujours présentes à mes côtés, et pour ceux à venir. Je serai toujours là pour vous !*

*Ne partez pas trop loin de moi, c'est pas gagné, je sais...*

*Je ne vous le dis pas assez, je vous aime mes amie *Zhadra* et *Zawther**

*A tous mes amies surtout ma binôme *Hinda*.*

*A tous mes collègues de promotion 2016.*

*A tous mes enseignants*

*Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire*

*Dalila*

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Position systématique de <i>Culiseta Longiareolata</i> .	08
Tableau 2	Classification botanique de <i>Mentha piperita</i> .	12
Tableau 3	Classification botanique de l' <i>Ocimum basilicum</i> .	14
Tableau 4	Dosage des glucides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	25
Tableau 5	Dosage des protéines totales chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	26
Tableau 6	Dosage des lipides totaux chez les moustiques : réalisation de la gamme d'étalonnage.	26
Tableau 7	Effet des huiles essentielles de <i>M. piperita</i> et l' <i>O. basilicum</i> sur le taux de MDA ( $\mu\text{M}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , $n=3$ ). Comparaison des moyennes à différents temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).	31
Tableau 8	Effet des huiles essentielles de <i>M. piperita</i> et <i>O. basilicum</i> sur l'activité spécifique de la catalase ( $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , $n=3$ ). Comparaison des moyennes à différents temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).	32
Tableau 09	Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et l' <i>O. basilicum</i> sur le contenu de glucides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , $n=3$ ) : comparaison des moyennes à différentes temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).	34

<b>Tableau 10</b>	Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et <i>O. basilicum</i> sur le contenu de protéines ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuvies de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , $n=3$ ) : comparaison des moyennes à différentes temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).	<b>36</b>
<b>Tableau 11</b>	Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et <i>O. basilicum</i> sur le contenu de lipides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , $n=3$ ) : comparaison des moyennes à différentes temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).	<b>37</b>



Figure	Titre	Page
Figure 1	<i>Culiseta longiareolata</i> .	07
Figure 2	Nacelle d'œufs de <i>Culiseta longiareolata</i> .	07
Figure 3	Dents du peigne siphonal (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	07
Figure 4	Taches d'écaille sombres sur l'aile (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	07
Figure 5	Trois Bandes blanches longitudinales (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	07
Figure 6	Lobe basal du gonocoxite (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i> .	07
Figure 7	Cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i> .	10
Figure 8	Les sites d'élevages des moustiques.	11
Figure 9	<i>Mentha piperita</i> .	13
Figure 10	<i>Ocimum basilicum</i> .	15
Figure 11	Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger.	19
Figure 12	Dosage du malondialdéhyde.	22
Figure 13	Dosage de l'activité du catalase.	24
Figure 14	Dosage des métabolites primaires.	27
Figure 15	Effets des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et d' <i>O. basilicum</i> sur le taux de MDA ( $\mu\text{M}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , n=3).	31
Figure 16	Effets des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et <i>O. basilicum</i> sur l'activité spécifique de la catalase ( $\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , n=3).	33
Figure 17	Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et l' <i>O. basilicum</i> sur le contenu de glucides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , n=3).	35
Figure 18	Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et l' <i>O. basilicum</i> sur le contenu de protéines ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , n=3)	36
Figure 19	Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de <i>M. piperita</i> et l' <i>O. basilicum</i> sur le contenu de lipides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 <sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de <i>Cs longiareolata</i> ( $m \pm \text{SD}$ , n=3)	38



<b>µg</b>	Microgramme
<b>µl</b>	Microlitre
<b>µM</b>	Micromolaire
<b>µM /min/mg</b>	Micromoles par minutes et par milligramme
<b>Δ Do</b>	Différence de la densité optique obtenue après hydrolyse du substrat.
<b>AChE</b>	Acétylcholinestérase
<b>ARV</b>	Antirétroviral
<b>BBC</b>	Bleu brillant de commassie
<b>BSA</b>	Albumine de sérum de bœuf
<b>CAT</b>	Catalase
<b>CL50</b>	Concentration Létale de 50% de la population
<b>CL90</b>	Concentration Létale de 90% de la population
<b>cm</b>	Centimètre
<b>CPF</b>	Chlorpyrifossur
<b><i>Cs Longiareolata</i></b>	<i>Culiseta longiareolata</i>
<b><i>Cx Papiens</i></b>	<i>Culex pipiens</i>
<b>DBP</b>	Di-n-Butyl Phthalate
<b>EDTA</b>	Acide d'éthylène diamine tétra-acétique
<b>EGTA</b>	Acide éthylène glycol-bis, β-aminoéthyl éther NNN'N' tétra-acétique
<b>GP x</b>	Glutathion peroxydase
<b>Gr</b>	Grossissement
<b>GSH</b>	Glutathion S-déshydrogénase (glutathion réduit).
<b>GST</b>	Glutathion S-transférerase
<b>h</b>	Heure
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Eau
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	Eau oxygénée
<b>HE</b>	Huile Essentielle/Huiles essentielles
<b>L1</b>	Larve de stade 1
<b>L2</b>	Larve de stade 2
<b>L3</b>	Larve de stade 3
<b>L4</b>	Larve de stade 4
<b>l</b>	Litre
<b><i>L. dentata</i></b>	<i>Lavendula dentata</i>
<b>M</b>	Molaire

<b>MDA</b>	Malondialdéhyde
<b>mg</b>	Milligramme
<b>min</b>	Minimum
<b>ml</b>	Millilitre
<b>mM</b>	Millimolaire
<b>mm</b>	Millimètre
<b>mn</b>	Minute
<b><i>M. piperita</i></b>	<i>Mentha piperita</i>
<b>n</b>	Nombre de répétitions
<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	Sulfate de sodium
<b>nm</b>	Nanomètre
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxygène
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b><i>O. basilicum</i></b>	<i>Ocimum basilicum</i>
<b>PA</b>	Poids de la matière sèche de la plante.
<b>PB</b>	Poids de l'huile
<b>PCB</b>	Pesticides et engrais chimiques
<b>PEG</b>	Polyéthylène glycol
<b>pH</b>	Potentiel hydrogène
<b>R</b>	Rendement des huiles
<b>SD</b>	Ecart moyen
<b>SOD</b>	Superoxydedismutase
<b>TBA</b>	Acide thiobarbiturique
<b>TCA</b>	Acide trichloracétique
<b>Témoin -</b>	Témoin négatif
<b>Témoin +</b>	Témoin positif
<b>TRE</b>	Teneur relative en eau
<b>trs</b>	Tours
<b>V</b>	Volume
<b>VIH</b>	Virus d'incompatibilité humain
<b>Vs</b>	Volume de surnageant dans la cuve
<b>Vt</b>	Volume total dans la cuve
<b>UV</b>	Ultraviolet

**Table des matières**

ملخص

Abstract

Résumé

Dédicace

Remerciement

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des symboles

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	02
<b>2. MATERIEL ET METHODES</b> .....	06
2.1. Présentation de l'insecte.....	06
2.1.1. Position systématique.....	08
2.1.2. Cycle de développement.....	08
2.2. Techniques d'élevage.....	11
2.3. Présentation des plantes.....	12
2.3.1. <i>Mentha piperita</i> .....	12
2.3.1.1. Classification botanique.....	12
2.3.1.2. Distribution botanique.....	12
2.3.1.3. Composition des huiles essentielles.....	13
2.3.1.4. Domaine d'application.....	13
2.3.2. <i>Ocimum basilicum</i> .....	14
2.3.2.1. Classification botanique.....	14
2.3.2.2. Distribution botanique.....	14
2.3.2.3. Composition des huiles essentielles.....	15
2.3.2.4. Domaine d'application.....	16
2.4. Extraction des huiles essentielles.....	17
2.4.1. Extraction par hydrodistillation.....	17
2.4.2. Le rendement des huiles essentielles.....	18
2.5. Dosage des biomarqueurs.....	20
2.5.1. Dosage de malondialdéhyde.....	20
2.5.2. Dosage de catalase.....	23
2.6. Dosage des compositions biochimiques.....	24
2.6.1. Dosage des glucides totaux.....	25

2.6.2. Dosage des protéines totales.....	25
2.6.3. Dosage des lipides totaux.....	26
2.7. Analyse statistique.....	28
<b>3. RESULTAT.....</b>	<b>30</b>
3.1. Rendement des huiles essentielles.....	30
3.2. Effet des huiles essentielles sur les biomarqueurs.....	30
3.2.1. Effet des huiles essentielles sur le taux de MDA.....	30
3.2.2. Effet des huiles essentielles sur l'activité spécifique de catalase.....	32
3.3. Effet des huiles essentielles sur les compositions biochimiques.....	33
3.3.1. Effet des huiles essentielles sur le contenu en glucides totaux.....	33
3.3.2. Effet des huiles essentielles sur le contenu en protéine totales.....	35
3.3.3. Effet des huiles essentielles sur le contenu en lipide totaux.....	37
<b>4. DISCUSSION.....</b>	<b>40</b>
4.1. Rendement des huiles essentielles.....	40
4.2. Effet des huiles essentielles sur les biomarqueurs.....	41
4.2.1. Effet des huiles essentielles sur le taux de MDA.....	41
4.2.2. Effet des huiles essentielles sur l'activité spécifique de catalase.....	43
4.3. Effet des huiles essentielles sur les compositions biochimiques.....	45
<b>5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>50</b>
<b>7. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>52</b>

# *Introduction*

### I. Introduction

Les Arthropodes sont l'un des embranchements les plus importants du règne animal, avec plus d'un million d'espèce connue, dont les trois quarts sont des insectes. Ces derniers constituent plus de 50% de la diversité de la planète et près de 60% de celle du règne animal (**Wilson, 1988**). Leur immense variété, leur extraordinaire prolificité, ainsi que leur taille réduite ont permis aux insectes de coloniser la plupart des milieux continentaux (**Soltani- Mazoun & soltani, 1995**).

Les insectes sont les premiers Arthropodes à avoir peuplé la terre (**Icointre, 2001**). Parmi ces insectes on peut trouver les Culicidae qui sont des Mécoptéroïdes Nématocères remarquables par l'évolution progressive qui affecte parallèlement l'imago et la larve. Ils occupent la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes de certains de ses représentants, soit par la nuisance d'autres. Au cours des dernières années, le moustique est devenu très répandu dans la région présaharienne et peut menacer de propager des maladies graves (**Merabeti, 2010**).

Les moustiques font partie de la classe des hexapodes, de l'ordre des Diptères, et de la famille des Culicidés (**Lacey & Orr, 1994**). Ils sont des vecteurs de plusieurs agents pathogènes puisque leurs caractères hématophages leur confèrent l'état d'ectoparasites temporaires, transmettant à l'homme et aux animaux diverses maladies. La malaria avec 300- 500 millions de cas infectés et 1,5-2,7 million de morts par année, la filariose lymphatique avec 120 cas, la dengue avec 50 millions de cas, la maladie de chaggas avec 16-18 millions de cas infectés et 45000 cas de mort par an, l'onchocercose avec 18 millions de cas d'infections et 270000 cas d'aveuglement et enfin, la leishmaniose avec 12 millions de cas infectés (**Nuttall, 1997**), et d'autres maladies incluant la trypanosomiase africaine, la fièvre jaune, l'encéphalite, la peste et le typhus (**Govindarajan, 2010**).

A ce jour, 3530 espèces de moustiques sont décrites au niveau mondial (**Becker et al., 2003**). En Algérie *Culiseta longiareolata* est considéré parmi les espèces les plus abondantes et a une grande importance médicale et vétérinaire (**Gomes et al., 2009**).

Pour lutter activement contre les Culicidae plusieurs méthodes ont été entreprises dans le monde, comprenant la lutte chimique et la lutte biologique (**Berliner, 1915**). Les insecticides chimiques sont la principale stratégie du contrôle. Cependant, leur utilisation massive et continue a provoqué divers inconvénients, comme les risques de contamination ou accumulation dans le sol, l'eau et les denrées récoltées, le développement de résistances

*Matériels*

*Et*

*Méthodes*

## **2. Matériels et méthodes**

### **2.1. Présentation de l'insecte**

*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, famille des Culicidés. Ce moustique a une taille qui varie de 3 à 5 mm (**Villeneuve & Désiré, 1965**). Il possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites (Figure 01).

L'identification de cette espèce, ne présente pas de difficultés ; ses antennes non spéculées et son siphon très court presque conique et a une selle du segment anal interrompue sont des caractères très originaux (**Abdel-Malek, 1960**).

*Culiseta 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 sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne (**Bruhnes et al., 1999**).

Les œufs de *Culiseta 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**).

*Culiseta Longiareolata* est une espèce à large répartition qui est présente dans le sud de la région paléarctique dans les régions orientale et afro-tropicale. Elle est très commune dans toute l'Afrique méditerranéenne (**Abdel-Malek, 1960**).

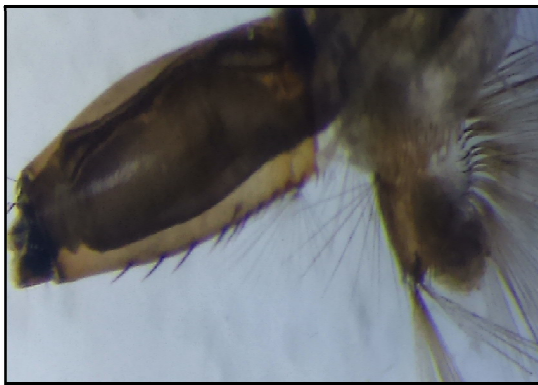




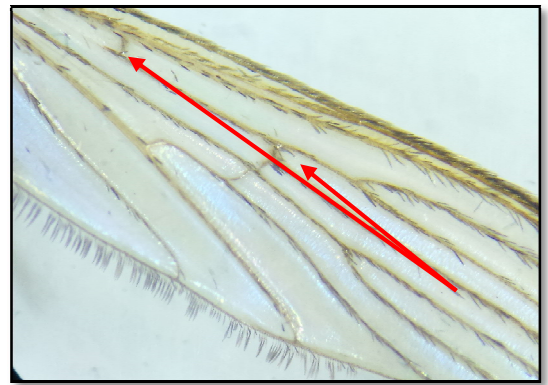
**Figure 01 :** *Culiseta longiareolata*.



**Figure 02 :** Naçelle d'œufs de *Culiseta Longiareolata* (Gr : X 40).



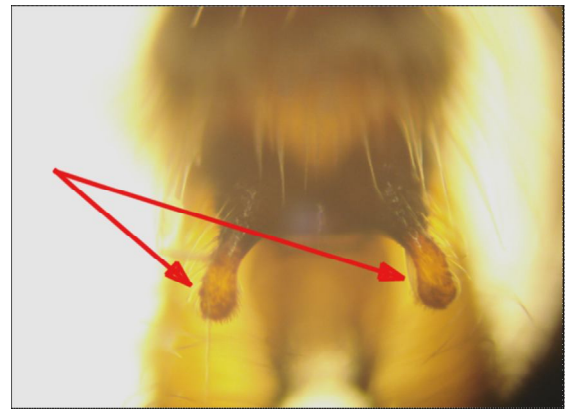
**Figure 03 :** Dents du peigne siphonal (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Gr : X 40).



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



**Figure 05 :** Trois Bandes blanches longitudinales (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Gr : X 40).



**Figure 06 :** Lobe basal du gonocoxite (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Gr : X 150) (Tine-Djebbar, 2009).

### 2.1.1. Position systématique

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

**Tableau 01** : Position systématique de *Culiseta Longiareolata*.

<b>Règne</b>	Animalia
<b>Sous-règne</b>	Metazoa
<b>Embranchement</b>	Arthropoda
<b>Sous-embranchement</b>	Hexapoda
<b>Super-classe</b>	Protostomia
<b>Classe</b>	Insecta
<b>Sous-classe</b>	Pterygota
<b>Infra-classe</b>	Neoptera
<b>Super-ordre</b>	Endopterygota
<b>Ordre</b>	Diptera
<b>Sous-ordre</b>	Nematocera
<b>Infra-ordre</b>	Culicomorpha
<b>Famille</b>	Culicidae
<b>Sous-famille</b>	Culicinae
<b>Genre</b>	<i>Culiseta</i>
<b>Espèce</b>	<i>Culiseta longiareolata</i> (Aitken, 1954).

### 2.1.2. Cycle de développement

La biologie de l'adulte est particulière dans le sens où, la femelle, pour amener ses œufs à maturité, a un besoin vital de sang. En effet, ce repas de sang apporte la chaleur et les protéines nécessaires au développement des œufs (**Rageau et al., 1970**). La vie de cet espèce est composée de 3 stades distincts : les stades larvaires, nymphal (tous deux aquatiques) et le stade adulte (aérien) (Figure 07) :

**Les œufs** : les femelles pondent les œufs sur la surface des gîtes différents (bassins, puits abandonnés, trous des rocher, mers, étangs, canaux, citernes, eau de pluie...), dont l'état de l'eau est toujours stagnant et riche en matières organiques. Ces gîtes sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée (**Paul, 2009**). Les œufs sont fusiformes, ils ont une taille de 0,5 à 1 mm. Au moment de la

ponche ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la tête ; une couleur noire (**Peterson, 1980**).

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

**Les nymphes** : la nymphe ou pupa est en forme de virgule, mobile, présente un céphalothorax fortement renflé avec deux trompettes respiratoires (**Boulkenafet, 2006**). La nymphe, également aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), ne se nourrit pas. Il s'agit d'un stade de transition, au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte (**Peterson, 1980**).

**Les adultes** (ou l'imago) : une déchirure ouvre la face dorsale de la nymphe et l'adulte se dégage lentement. L'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou ; en général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. L'adulte pourra enfin voler de ses propres ailes, et leur corps est rigide grâce à la membrane chitineuse mince, il est composé de trois parties la tête, le thorax et l'abdomen bien différencié (**Boulkenafet, 2006**).

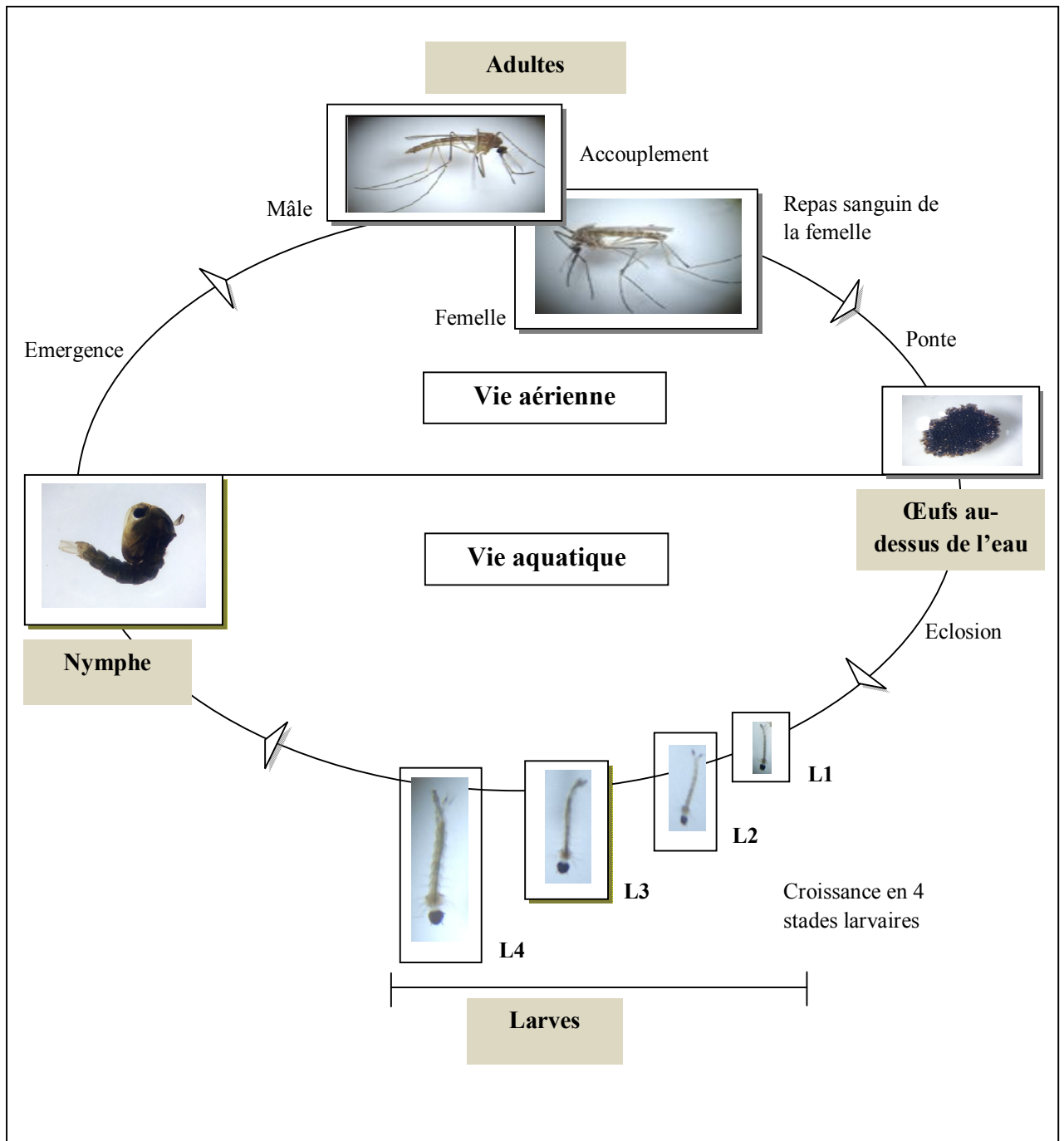


Figure 07 : Cycle de développement de *Culiseta Longiareolata*.

## 2.2. Technique d'élevage

Les œufs et les larves de moustiques sont récoltés dans des citernes (2m×1m×1m) situées au niveau de différentes régions de la ville de Tébessa (Wilaya de Tébessa) (Figure 08). Les larves sont élevées au laboratoire dans des récipients en plastique contenant d'eau déchlorurée et nourries avec du mélange biscuit 75% levure 25% (Rehimi & Soltani, 1999). L'eau est renouvelée chaque deux jours. Le régime alimentaire joue un grand rôle dans la fécondité car les protéines permettent à la femelle de pondre plus d'œufs par rapport aux femelles nourries de sucre seulement (Wigglesworth, 1972). Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages où elles se transformeront en adulte qui se nourrit de raisin sec et de datte.



**Figure 08** : Les sites d'élevages des moustiques



## 2.3. Présentation des plantes

### 2.3.1. *Mentha piperita*

#### 2.3.1.1. Classification botanique

La position systématique de *Mentha piperita* est la suivante :

**Tableau 02** : Classification botanique de *Mentha piperita*

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Ordre</b>	Lamiales
<b>Famille</b>	Lamiaceae
<b>Genre</b>	<i>Mentha</i>
<b>Espèce</b>	<i>Mentha piperita</i> (Paul, 1996).

#### 2.3.1.2. Description botanique :

*Mentha piperita* est une plante appartenant à la famille des lamiacées (Figure 09) (Benayad, 2008). C'est un hybride entre la *Menthe aquatique* (*Mentha aquatica*) et la *Menthe verte* (*Mentha spicata*) (Quezel et al, 1963).

Leur taille est environ 80 cm (Hans, 2007), c'est une plante vivace par son rhizome qui s'accroche dans la terre, elle se propage par stolons. Ses feuilles mesurent de 4 à 10 cm de long, elles sont ovales, vert foncé et se teignent de nuances rougeâtres au soleil et de rouge cuivré à l'ombre. Elles sont recouvertes de gros poils sécréteurs arrondis dans lesquels s'accumulent les substances volatiles odorantes. Ses tiges sont violacées de section carrée (Bruneton, 2009).



**Figure 09 :** *Mentha piperita*.

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

La *Mentha piperita* contient principalement des huiles essentielles (1,5 % au maximum), dont le mentho (entre 35 et 55%) et la menthone (entre 10 et 40%). **(Paul, 1996).**

-Huiles essentielles : (0.5 – 4 %) contenant surtout de (-)-menthol (35-55%), isomères comme le (+)- néomenthol (3%) et le (+)-isomenthol (3%), des esters de menthol (surtout l'acétate et l' isovalérianate de menthol), de la menthol (10-35%), du menthofurane, du cinéole, divers monoterpènes ( menthène, pinène, phellandrène, limonène) et de faibles quantités des qui terpène (viridiflorol) : les constituants de l'huile essentielle sont parfois présent sous forme d'hétérosides Tanins : caractéristique des lamiacées ( 3.5-4.5%) ; surtout de l'acide rosmarinique et des dérivés de l'acide caféique. **(Max Wichel et Robert Anton, 2003).**

### **2.3.1.4. Domaine d'application.**

L'huile essentielle de la menthe est utilisée comme aromatisant pour des médicaments, en parapharmacie **(Michel Botineau, 2010)** (ses feuilles et ses fleurs sont utilisées en naturothérapie pour leurs propriétés carminatives, digestives, antiseptiques, légèrement antalgiques et sudorifique **(Hans W. Koth, 2007 ; Spichiger et al, 2004)**, et pour produits d'hygiène, ainsi que dans l'industrie agroalimentaire. Mais cette essentielle peut devenir toxique à la suite de prises prolongées ou si elle est inhalée par un jeune enfant chez lequel elle peut provoquer un spasme de la glotte. **(Michel Botineau, 2010).**

### 2.3.2. *Ocimum basilicum*

#### 2.3.2.1. Classification botanique

La classification botanique de l'*Ocimum basilicum* est la suivante :

**Tableau 03** : Classification botanique de l'*Ocimum basilicum*.

<b>Règne</b>	Plantes
<b>Sous règne</b>	Plantes vasculaire
<b>Embranchement</b>	Spermatophytes
<b>Sous Embranchement</b>	Angiosperme
<b>Classe</b>	Dicotylédones
<b>Sous Classe</b>	Dialypétales
<b>Ordre</b>	Lamiales/labiales
<b>Famille</b>	Lamiaceae/labiaceae
<b>Genre</b>	<i>Ocimum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Ocimum basilicum</i>
<b>Nom vernaculaire</b>	Basilic commun (Angel et al., 2012).

#### 2.3.2.2. Description botanique

Le basilic est une plante herbacée annuelle de 20 à 60 cm de hauteur. Ses tiges anguleuses et ramifiées portent des feuilles opposées de forme ovale et de couleur généralement verte à l'aspect brillant, parfois pourpre violet chez certaines variétés (Khaddar, 2009 ; Klimankova et al., 2008).

Les fleurs blanches ou rosées, formant des épis lâches au sommet de la tige. Les racines sont pivotantes (Figure 10) (Khaddar, 2009). Les graines de basilic ont une couleur noire et une forme ovale avec des dimensions moyennes de  $3,11 \pm 0,29$  mm (longueur),  $1,82 \pm 0,26$  mm (largeur) et  $1,34 \pm 0,19$  mm (hauteur) (Hosseini-Parvar et al., 2010).





**Figure 10 :** *Ocimum basilicum*

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

Le basilic est également considéré comme une source des composés aromatiques comme les huiles essentielle (**Djibo et al., 2004**). Malgré ces propriétés, l'une des contraintes qui pourrait entraver son exploitation convenable est le polymorphisme chimique de l'espèce (**Eileen et al., 2011**). En effet, en faisant une revue de la bibliographie, on remarque que l'*Ocimum basilicum* possède de nombreux chémiotypes. De plus, au niveau de chaque chémiotype, il y a une diversité de composés chimiques (**Nebie et al., 2010**).

Les espèces de l'*Ocimum basilicum* et ses chémiotypes ont été soumis à des études sur les caractéristiques morphologiques et la composition de l'huile essentielle. Les données publiées sur le basilic montrent qu'ils sont bien caractérisés de points de vue composition chimique des huiles essentielles (**Masi et al., 2006**).

Les résultats rapportés montrent l'existence de plusieurs chémiotypes ; En Afrique de l'Ouest on peut citer les chémiotypes à linalol et à estragole au Bénin, au Mali et en Côte d'Ivoire, les chémiotypes à linalol/eugénol, à estragole et à  $\alpha$ -terpinéol au Burkina Faso, les chimiotypes à estragole, à linalol/estragole, à méthyleugénol, à méthyleugénol/t-anéthole, à t-anéthole mis en évidence au Togo (**Dabire et al., 2011**).

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* (espèces algériens), montre l'existence de quarante composés. Les principaux composés

étaient : linalol, linalyle acétate, élémol, acétate de géranyle, myrcène, allo-ocimèn,  $\alpha$ -terpinéol, (E) -  $\beta$  - ocimène, et l'acétate de néryle (**Khelifa et al., 2012**).

### 2.3.2.4. 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 (**Snezana et al., 2014 ; Massimo et al., 2004 ; Bravo et al., 2008 ; Kundan et al., 2011 ; Hosseini-Parvar et al., 2010**).

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

- Antirhume : riche en camphre, le basilic dégage les voies respiratoires. « Sinusite » (**Khaddar, 2009**).
- Antiseptique : un gargarisme de basilic est excellent pour combattre les infections buccales (**Khaddar, 2009**).
- Antispasmodique : calme la nervosité, agit sur les fibres musculaires de l'estomac, du duodénum, de la grêle et du colon (**Khaddar, 2009**).
- Soulage les démangeaisons : recommandé sur les piqûres d'insectes (**Khaddar, 2009**).
- Peptique : son huile essentielle soulage les migraines d'origine gastrique ou nerveuse (**Khaddar, 2009**).
- Inhibiteur : les huiles essentielles peuvent avoir un effet inhibiteur sur la transcriptase inverse de VIH (**Bravo, 2008**).

- Insecticide : Il est utilisé comme un insecticide pour se protéger des piqûres de moustique d'une part, et d'autre part il semble efficace à tous les stades de développement des ravageurs (**Dossoukpevi, 2012**).

### 2.4. Les huiles essentielles : extraction et rendement

Les propriétés insecticides sont essentiellement dues à la fraction d'huiles essentielles contenues dans la plante. Les huiles essentielles sont des substances odorantes obtenues à partir de plantes, par entraînement à la vapeur d'eau, par hydrodistillation ou par expression (**De Billerbeck et al., 2002**).

Le terme « Huiles essentielles » est un terme générique qui désigne les composants liquides et hautement volatiles des plantes. Les huiles essentielles communément appelées "essences" sont des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages. Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, dont les sens qui terpènes (**Chiasson & Beloin, 2007**). Elles ne sont que très peu solubles ou pas du tout dans l'eau. Par contre, elles sont solubles dans les solvants organiques (acétone, sulfure de carbone, chloroforme, etc.) (**Bastien, 2008 ; Benayad, 2008**).

#### 2.4.1. Extraction par hydrodistillation

La partie aérienne de la plante (feuilles) a été récoltée dans les différentes villes de Tébessa (Cheria, Elogla et boukhadra) au cours de l'été (2015). Les huiles essentielles (HE) ont été isolées par hydrodistillation en utilisant un appareillage de type Clevenger (Figure 11) (**Bencheqroun et al., 2012**). L'extraction a duré 2 à 3 heures pour un mélange de 50 g de matériel végétal frais avec 500 ml d'eau distillée, l'ensemble est ensuite porté à ébullition dans un ballon à 3 cols ou fiole d'un litre surmonté 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 décantation. L'eau et l'huile se séparent par différence de densité (**Bencheqroun et al., 2012 ; Mohammedi, 2006**).

L'huile essentielle recueillie par décantation à la fin de la distillation a été filtrée en présence de sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) pour éliminer les traces d'eau résiduelles et l'huile essentielle de chaque plante sera par la suite récupérée et stockée à 4 °C à l'obscurité dans un flacon en verre approprié, hermétiquement fermé et couvert d'une feuille d'aluminium pour la

préservé de l'air et de la lumière. La quantité d'essence obtenue est pesée pour le calcul du rendement (Bouguerra, 2012 ; Mawussi ; 2008 ; Tchoumboungang et *al.*, 2009).

#### 2.4.2. Le rendement des huiles essentielles

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, évalué à partir de 3 échantillons de 1g séchés jusqu'au poids constant pendant 48 heures à l'étuve à 105 °C. Le rendement, exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivant :

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

Ou

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

**R** : Rendement des huiles en %.

**P<sub>B</sub>** : Poids de l'huile en g.

**P<sub>A</sub>** : Poids de la matière sèche de la plante en g.

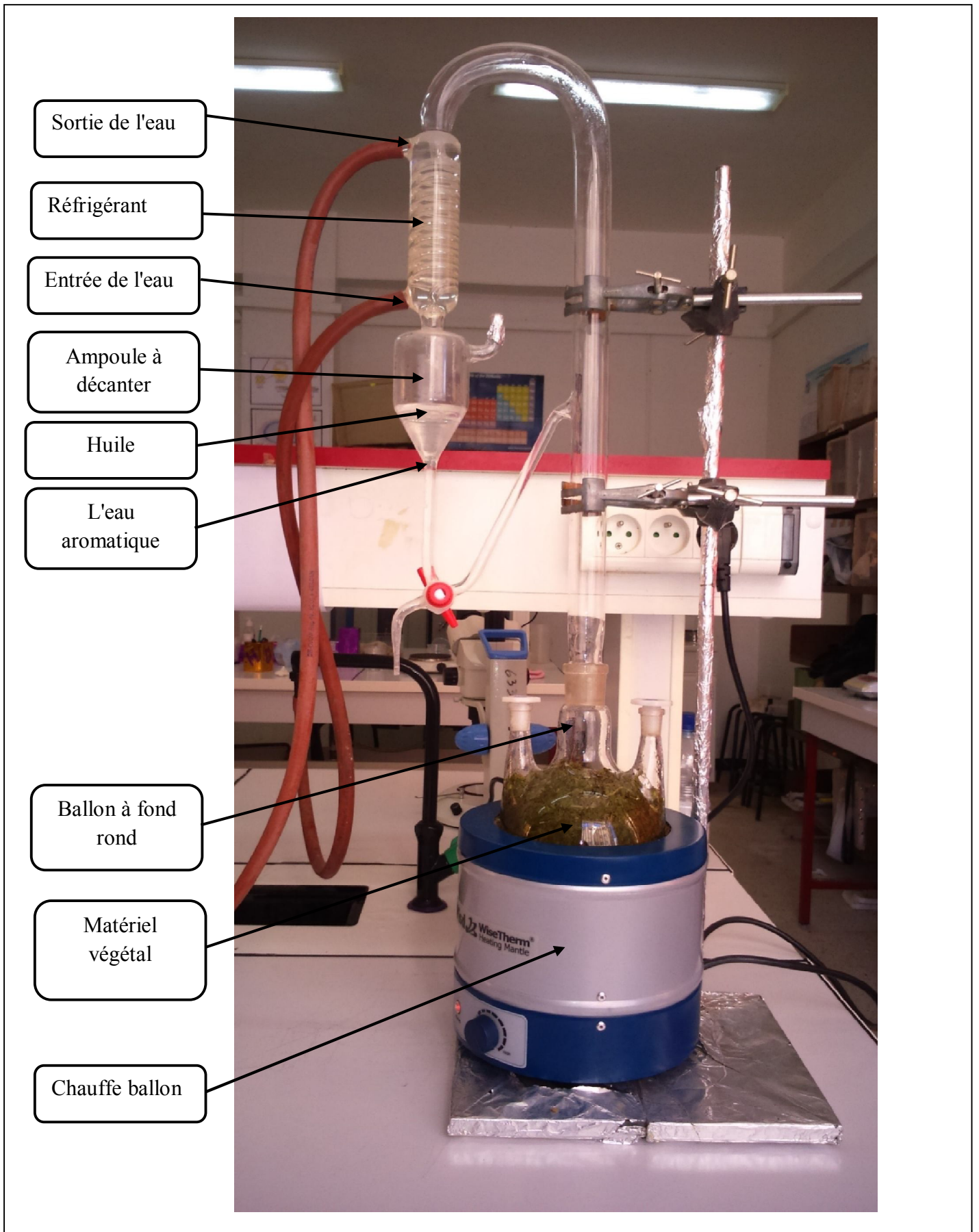


Figure 11 : montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger.



### 2.5. Dosage des biomarqueurs

Les larves du quatrième stade des séries témoins et traitées aux huiles essentielles ont été utilisées pour le dosage le taux de malondialdéhyde (MDA) et l'activité enzymatique de la catalase.

Tous les dosages ont été menés sur des échantillons biologiques prélevés à 24, 48 et 72 heures après traitement. Par ailleurs, la concentration en glucides, protéines et lipides totaux des différents échantillons a été préalablement déterminée suivant la méthode de **Duchateau & Florkin**, **Bradford** et **Goldsworthy** respectivement, afin de pouvoir calculer les différentes activités spécifiques de catalase et le taux du malondialdéhyde. Des séries témoins sont réalisées parallèlement.

#### 2.5.1. Dosage du malondialdéhyde

Le malondialdéhyde (MDA) est dosé selon la méthode de **Draper & Hadley (1990)** basée sur la mesure colorimétrique de la réaction entre l'acide thiobarbiturique (TBA) et le malondialdéhyde (MDA) donnant un produit rouge brun dont l'intensité de la coloration est mesurée à une longueur d'onde de 532 nm.

Les larves 4 témoins et traitées de *Culiseta longiareolata*, sont prélevées à différentes périodes (24, 48, 72 et 96 heures) sont broyées aux ultrasons dans 1 ml de tampon tris-HCl (50 mM, pH 7,5) [1,5137 g tris, 0,0730 g EDTA (acide éthylène diamine tétra-acétique), 42,78 g sucrose, 250 ml eau distillée]. L'essai est conduit avec 3 répétitions comportant 20 individus chacune avec une série témoin. Une fois l'homogénéisation réalisée, une centrifugation est effectuée pendant 10 mn à 1000trs / mn et le surnageant récupéré servira au dosage du MDA (Figure 12).

Le dosage est réalisé avec 500 µl du surnageant additionné de 2,5 ml de TCA [100 g TCA, 1000 ml eau distillée]. Après chauffage au bain marie à 100 °C pendant 15 mn et refroidissement dans de la glace, une centrifugation est effectuée à 1000 trs / mn pendant 10 mn. Une fraction aliquote de 2 ml du surnageant est alors prélevée à laquelle on ajoute 1 ml de TBA [6,7 g TBA, 1000 ml eau distillée]. Après un second chauffage (100 °C, 15 mn) et refroidissement, 1,5 ml de butanol sont rajoutés. Après agitation, une dernière centrifugation (10000 trs / mn, 10 mn) est réalisée et le surnageant constitué de 1 ml de butanol renfermant les complexes TBA / MDA est récupéré et une lecture des absorbances est effectuée à 532 nm contre un blanc ou du tampon tris-HCl remplace le surnageant.

Le taux du MDA est déterminé selon la formule suivante :

$$X = \frac{\Delta D_o}{156} \times \frac{V_t}{V_s} / \text{mg de protéines}$$

X : micromole de substrat hydrolysé par mg de protéines ( $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$  de protéines).

$\Delta D_o$  : différence de la densité optique obtenue après hydrolyse du substrat.

156 : coefficient d'extinction molaire du TBA.

$V_t$  : volume total dans la cuve : 1 ml [volume total du butanol récupéré renfermant les complexes TBA / MDA].

$V_s$  : volume du surnageant utilisé dans le dosage : 0,5 ml.

mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.

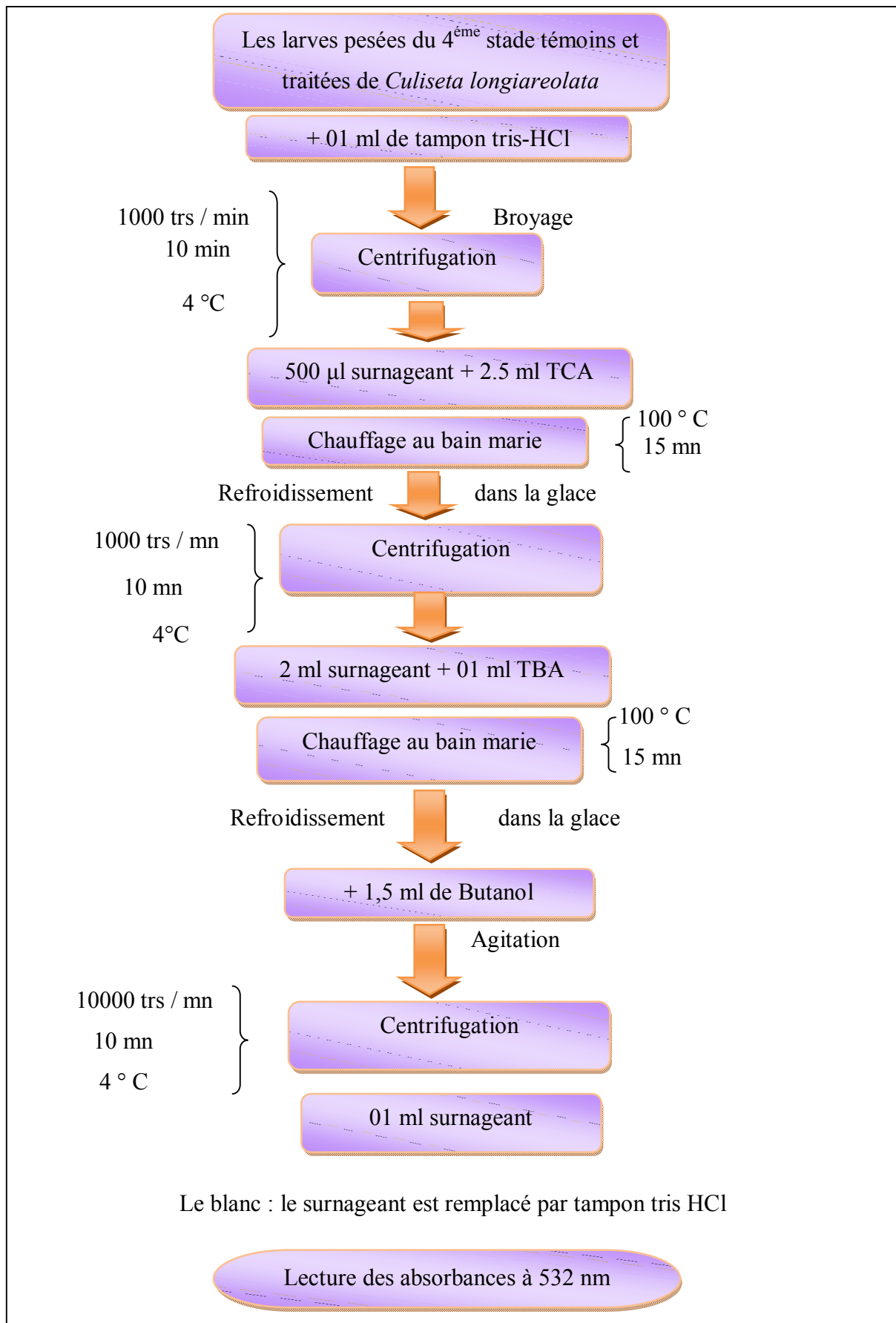
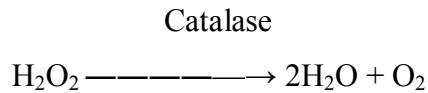


Figure 12 : Dosage du malondialdéhyde (D'après Draper & Hadley, 1990).



### 2.5.2. 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 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en une molécule d'oxygène (O<sub>2</sub>) et deux molécules d'eau (H<sub>2</sub>O) en présence de la CAT à une longueur d'onde UV de 240 nm, selon la réaction suivante :



Les larves du quatrième stade 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 13).

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 surnagent 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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

L'activité spécifique est calculée selon la formule suivante :

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

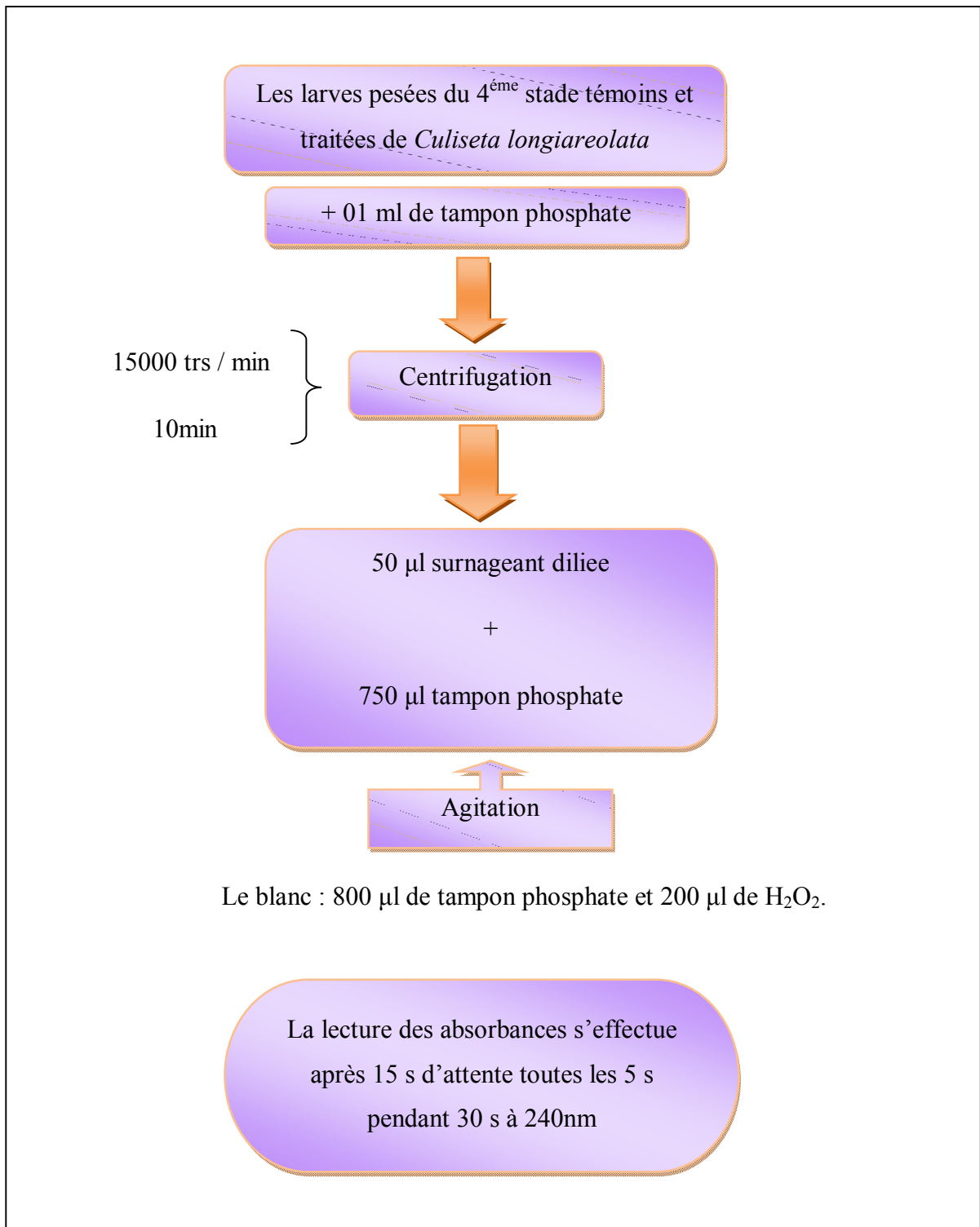
X : micromole de substrat réduit par minute et par mg de protéines (µM/mn/mg de protéines).

Do max : densité optique maximum obtenue.

Do min : densité optique minimum obtenue.

0,04 : coefficient d'extinction molaire du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (cm-1. mM-1).

mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.



**Figure 13 :** Dosage de l'activité du catalase (Claiborne 1985).

## 2.6. Dosage des compositions biochimiques

L'extraction des différents métabolites a été réalisée selon le procédé de Shibko *et al.* (1966), et les principales étapes sont résumées dans la figure 14. Les échantillons (larves du quatrième stade, les nymphes et les adultes mâles et femelle de *Culiseta longiareolata*) sont

placés dans des tubes eppendorf contenant 1 ml d'acide trichloracétique (TCA) à 20 % et broyés. Après une première centrifugation (5000 trs / min à 4°C, 10 mn), le surnageant I obtenu est utilisé pour le dosage des glucides totaux selon la méthode de **Duchateau & Florkin (1959)**. Au culot I, on ajoute 1 ml de mélange éther/chloroforme (1V/1V) et après une seconde centrifugation (5000 trs/min, 10 mn), on obtient le surnageant II et le culot II, le surnageant II sera utilisé pour le dosage des lipides (**Goldworthy et al., 1972**) et le culot II, dissout dans la soude (0,1 N), servira au dosage des protéines selon **Bradford (1976)**.

### 2.6.1. Dosage des glucides totaux

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon **Duchateau & Florkin (1959)**. Cette méthode 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 min, une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucide présente dans l'échantillon, la lecture de l'absorbance est faite à une longueur d'onde de 620 nm. La gamme d'étalonnage est effectuée à partir d'une solution mère de glucose (1mg/ml) (Tableau 04)

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

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

### 2.6.2. Dosage des protéines totales

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

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

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

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

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution standard d'albumine ( $\mu$ l)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée ( $\mu$ l)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité d'albumine ( $\mu$ g)	0	20	40	60	80	100

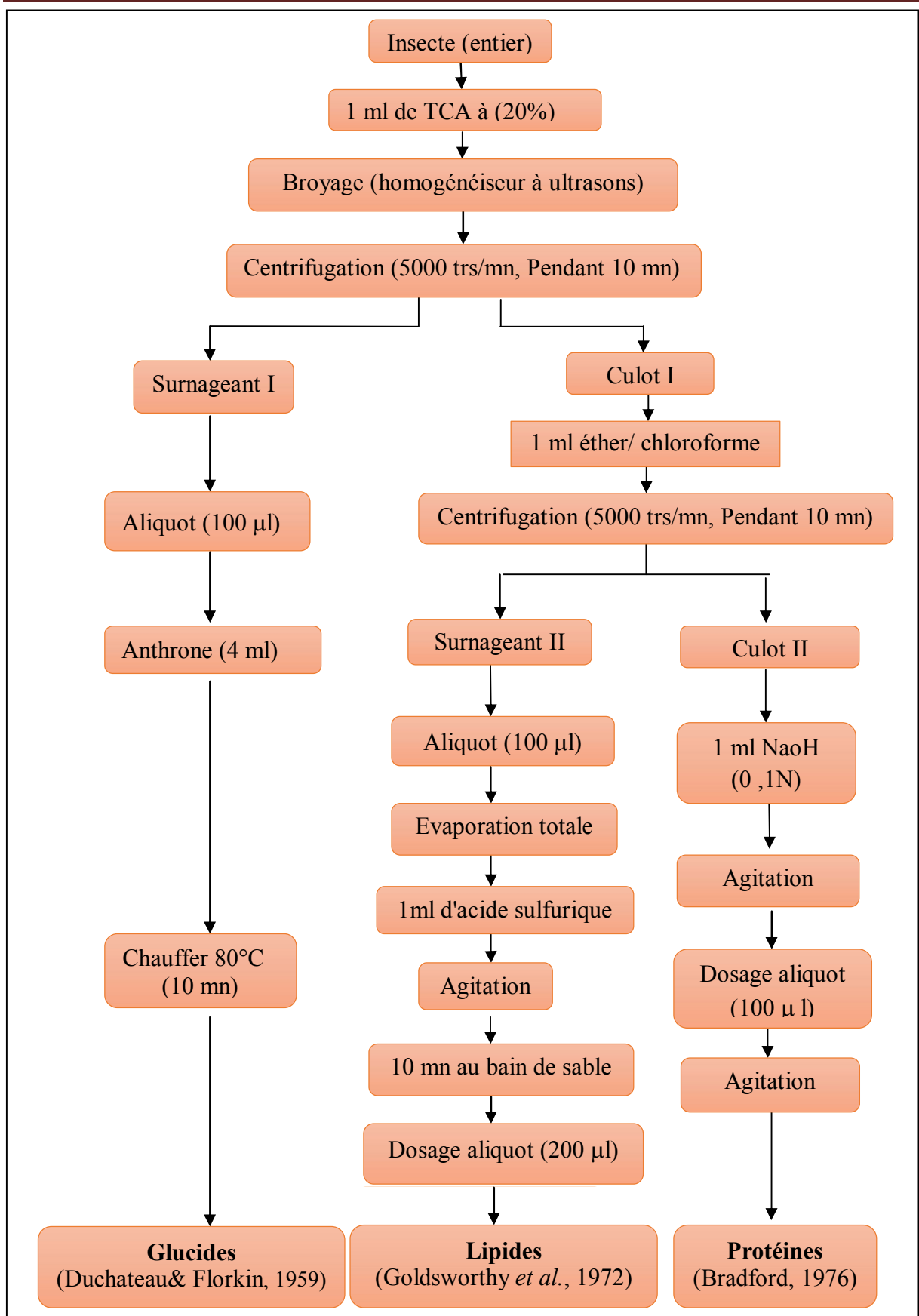
### 2.6.3. Dosage des lipides totaux

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  $\mu$ l 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  $\mu$ l 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).

**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 lipides ( $\mu$ l)	0	20	40	60	80	100
Solvant (éther /chloroforme) (1V/1V)	100	80	60	40	20	0
Quantité de lipides ( $\mu$ g)	0	50	100	150	200	250



**Figure 14 :** Dosage des métabolites primaires selon **Shibko et al. (1966)** modifié par **(Soltani & Soltani - Mazouni, 1992)**.

### 2.7. Analyse statistique

Les résultats obtenus sont exprimés par la moyenne plus ou moins l'écart-type ( $m \pm s$ ).

Différents tests statistiques sont réalisés à l'aide du logiciel Minitab (**Weisberg, 1985**), tels que le test "t" de Student et l'analyse de la variance à un et deux critères de classification.

*Résultats*



### 3. Résultats

#### 3.1. Rendement des huiles essentielles

Les huiles essentielles de *Mentha piperita* et *Ocimum basilicum* obtenues par un hydrodistillateur de type Clevenger sont de couleur jaune clair avec une odeur agréable et un rendement de  $2.01 \pm 0.20$  % et de  $1.56 \pm 0.15$  % de la matière sèche de la partie aérienne de la plante respectivement.

#### 3.2. Effet des huiles essentielles sur les biomarqueurs

L'éventuel impact des huiles essentielles de *M. piperita* et l'*O. basilicum* sur le développement d'une résistance a été apprécié par le dosage des enzymes du système antioxydant Catalase et un biomarqueur de stress oxydant malondialdéhyde (MDA) chez les larves de *Cs longiareolata*.

Les huiles essentielles extraites de *M. piperita* et l'*O. basilicum* ont été appliquées sur des larves du quatrième stade nouvellement exuviées du *Cs longiareolata* à concentration létales 50 (CL50) : 12,02 ppm et 118,36 ppm respectivement. L'effet de ces huiles a été évalué à différentes périodes (24, 48, 72 heures) avec des séries témoins.

Chez les séries témoins négatives et positives, les résultats obtenus ne montrent aucune différence significative aux différentes périodes de traitement 24h, 48h et 72h ( $p \geq 0.05$ ). Cela indique que l'éthanol n'a aucun effet sur les biomarqueurs (MDA et Catalase) et les séries traitées ont été comparées uniquement avec les séries témoins négatives.

##### 3.2.1. Effet des huiles essentielles sur le taux du MDA

Le taux du MDA a été estimé chez les séries témoins et traitées par l'application de la formule de Draper & Hadley (1990). Les résultats sont exprimés en micromoles par milligramme de protéines ( $\mu\text{M}/\text{mg}$  de protéines).

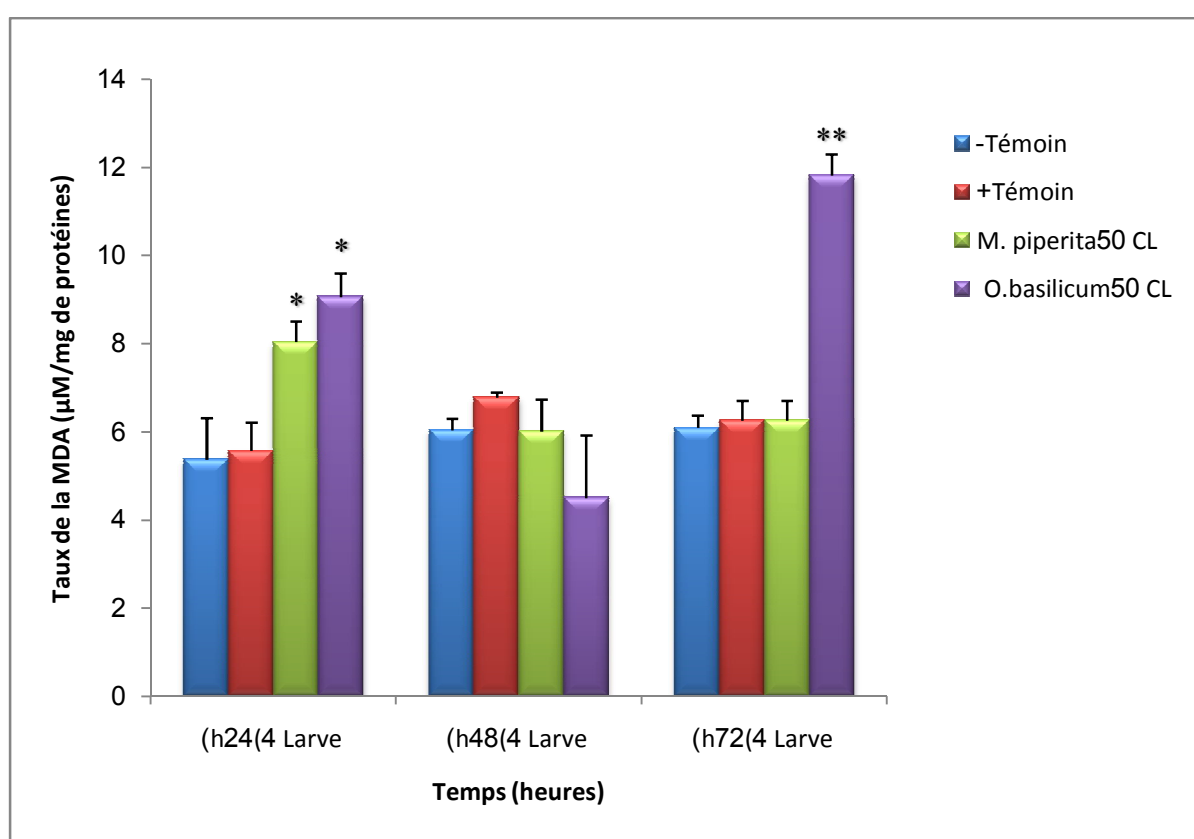
Les huiles essentielles de *M. piperita* provoquent une augmentation significative ( $p \geq 0.015$ ) de taux des MDA à 24h et une variation non significative à 48h et à 72h ( $p \geq 0.05$ ).

Par contre, les huiles essentielles de l'*O. basilicum* montrent une augmentation significative à 24h ( $p=0.015$ ) et hautement significative à 72h ( $p=0.004$ ) mais on observe une diminution non significative à 48h ( $p \geq 0.05$ ) par rapport aux séries témoins.

Les analyses statistiques (Tableau 7, Figure 15) effectuées entre les séries témoins et traitées montrent que les huiles essentielles de *M. piperita* et de l'*O. basilicum* provoquent une augmentation de taux de MDA chez *Cs longiareolata*.

**Tableau 07 :** Effet des huiles essentielles de *M. piperita* et l'*O. basilicum* sur le taux de MDA ( $\mu\text{M}/\text{mg}$  de protéines) chez les larves du 4<sup>e</sup> stade de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ). Comparaison des moyennes à différents temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins (T)	Témoins (T <sup>+</sup> )	CL 50 ( <i>M. piperita</i> )	CL 50 ( <i>O. basilicum</i> )
24	5.39 $\pm$ 0.94 <b>a</b> A	5.59 $\pm$ 0.64 <b>a</b> A	8.05 $\pm$ 0.47 <b>b</b> A	9.07 $\pm$ 0.53 <b>c</b> A
48	6.05 $\pm$ 0.26 <b>a</b> A	6.79 $\pm$ 0.11 <b>a</b> A	6.02 $\pm$ 0.72 <b>a</b> B	4.51 $\pm$ 1.42 <b>a</b> B
72	6.10 $\pm$ 0.28 <b>a</b> A	5.97 $\pm$ 0.95 <b>a</b> A	6.27 $\pm$ 0.45 <b>a</b> C	11.83 $\pm$ 0.48 <b>c</b> C



**Figure 15 :** Effets des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et d'*O. basilicum* sur le taux de MDA ( $\mu\text{M}/\text{mg}$  de protéines) chez les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ). (\* : Différence significative ( $p \leq 0,05$ ) entre les séries témoins et traitées, \*\* : Différence hautement significative ( $p \leq 0,01$ ) entre les séries témoins et traitées).

### 3.2.2. Effet des huiles essentielles sur l'activité spécifique de catalase.

L'activité spécifique de la catalase a été estimée chez les séries témoins et traitées par l'application de la formule de Claiborne (1985). Les résultats relatifs de l'activité spécifique de la catalase sont exprimés en micromole de substrat réduit par minute et par mg de protéines ( $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$  de protéines).

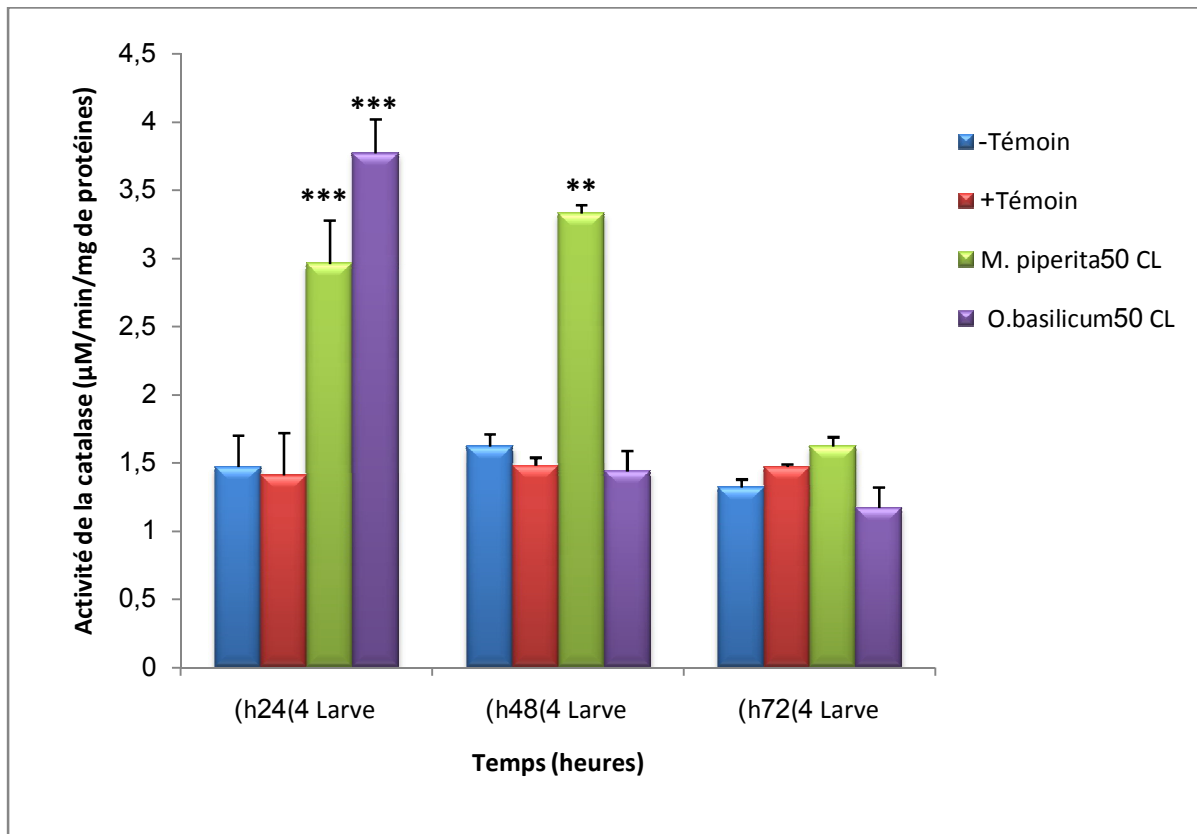
Chez les séries traitées par la CL50, les huiles essentielles de *M. piperita* provoquent une augmentation très hautement significative à 24h ( $p=0.001$ ), hautement significative à 48h ( $p=0.006$ ) et non significative à 72h ( $p \geq 0.05$ ) par rapport aux séries témoins de l'activité spécifique de catalase

Par contre, les huiles essentielles de l'*O. basilicum* montrent une augmentation très hautement significative à 24h ( $p=0.001$ ), et une diminution non significative à 48h et à 72h ( $p \geq 0.05$ ) par rapport aux séries témoins.

Les analyses statistiques (Tableau 8, Figure 16) effectuées entre les séries témoins et traitées montrent que les huiles essentielles de *M. piperita* et de l'*O. basilicum* provoquent une augmentation de l'activité spécifique de la catalase chez *Cs longiareolata*.

**Tableau 08 :** Effet des huiles essentielles de *M. piperita* et *O. basilicum* sur l'activité spécifique de la catalase ( $\mu\text{M}/\text{mn}/\text{mg}$  de protéines) chez les larves du quatrième stade de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ). Comparaison des moyennes à différents temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins (T <sup>-</sup> )	Témoins (T <sup>+</sup> )	CL 50 ( <i>M. piperita</i> )	CL 50 ( <i>O. basilicum</i> )
24	1.47 $\pm$ 0.24 <b>a</b> A	1.41 $\pm$ 0.31 <b>a</b> A	2.96 $\pm$ 0.25 <b>b</b> A	3.77 $\pm$ 0.32 <b>c</b> A
48	1.62 $\pm$ 0.09 <b>a</b> A	1.48 $\pm$ 0.06 <b>a</b> A	3.33 $\pm$ 0.15 <b>b</b> B	1.44 $\pm$ 0.06 <b>a</b> B
72	1.32 $\pm$ 0.06 <b>a</b> A	1.47 $\pm$ 0.1 <b>a</b> A	1.62 $\pm$ 0.15 <b>a</b> C	1.17 $\pm$ 0.07 <b>a</b> C



**Figure 16 :** Effets des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et *O. basilicum* sur l'activité spécifique de la catalase ( $\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$  de protéines) chez les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ). (\*\* : Différence hautement significative ( $p \leq 0,01$ ) entre les séries témoins et traitées, \*\*\* : très hautement significative  $p \leq 0,001$  entre les séries témoins et traitées).

### 3.3. Effet des huiles essentielles sur les compositions biochimiques

Les huiles essentielles de *M. piperita* et *O. basilicum* ont été appliqués sur les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* pour évaluer l'effet de ces huiles essentielles sur le contenu en glucides, protéines et lipides.

Chez les séries témoins négatives et positives, les résultats obtenus ne montrent aucune différence significative aux différentes périodes de traitement 24h, 48h et 72h ( $p \geq 0.05$ ). Cela indique que l'éthanol n'a aucun effet sur les compositions biochimiques (glucides, protéines et lipides) et les séries traitées ont été comparées uniquement avec les séries témoins négatives.

#### 3.3.1. Effet des huiles essentielles sur le contenu en glucides totaux

Le contenu de glucide a été estimé d'après la méthode de Duchateau & Florkin, (1959). Il est exprimé en ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ).

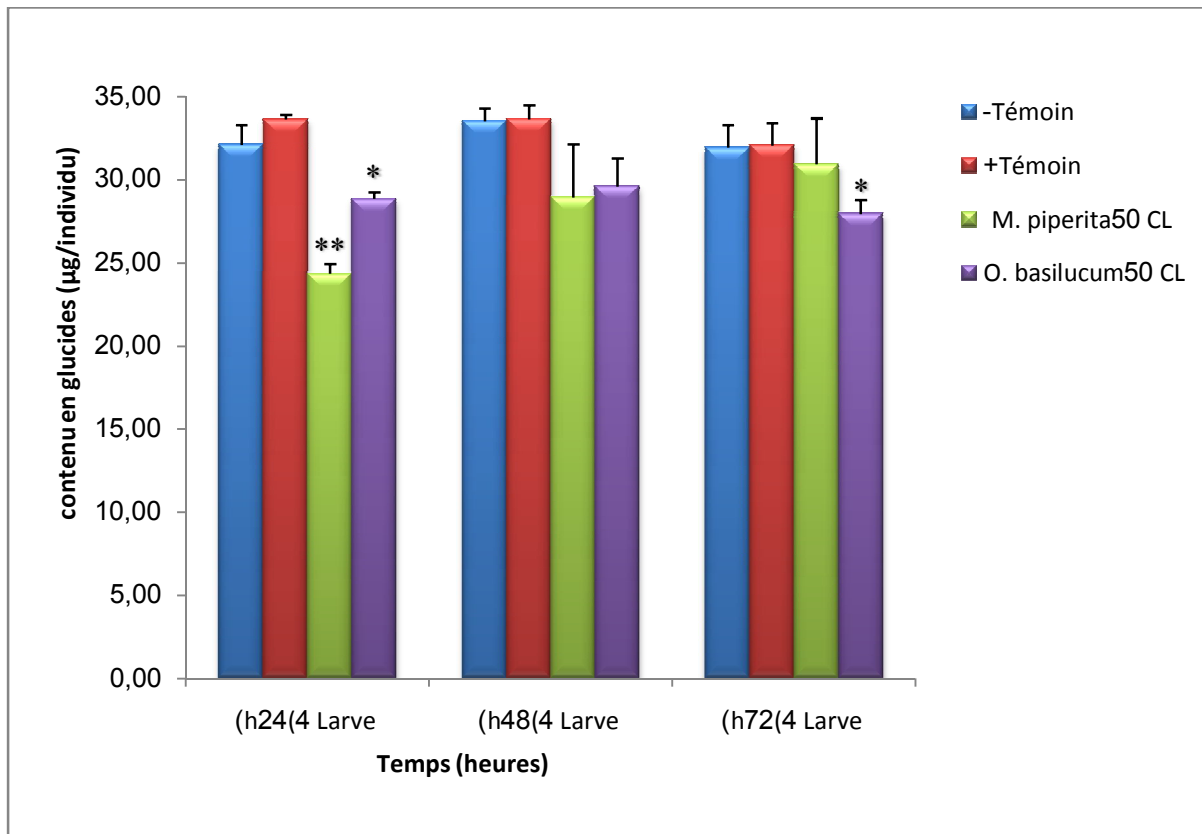
Chez les séries traitées par la CL50, les huiles essentielles de *M. piperita* provoquent une diminution hautement significative ( $p=0.010$ ) à 24h et non significative aux 48h et 72h ( $p \geq 0.05$ ).

Aussi, les huiles essentielles de *O. basilicum* montrent une diminution significative aux périodes 24h et 72h ( $p=0.024$ ,  $p=0.019$ ) respectivement, et non significative à 48h ( $p \geq 0.05$ ) par rapport aux séries témoins.

Les analyses statistiques (Tableau 9, Figure 17) effectuées entre les séries témoins et traitées montrent que les huiles essentielles de *M. piperita* et *O. basilicum* provoquent une diminution du taux de glucides totaux chez *Cs longiareolata*.

**Tableau 09** : Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et *O. basilicum* sur le contenu de glucides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4<sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ) : comparaison des moyennes à différents temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins (T <sup>-</sup> )	Témoins (T <sup>+</sup> )	CL 50 ( <i>M. piperita</i> )	CL 50 ( <i>O. basilicum</i> )
24	32.10 $\pm$ 1.18 <b>a</b> A	33.62 $\pm$ 0.28 <b>a</b> A	24.35 $\pm$ 0.57 <b>b</b> A	28.85 $\pm$ 0.40 <b>c</b> A
48	33.52 $\pm$ 0.76 <b>a</b> A	33.64 $\pm$ 0.84 <b>a</b> A	28.93 $\pm$ 3.19 <b>a</b> B	29.59 $\pm$ 1.68 <b>a</b> A
72	31.92 $\pm$ 1.36 <b>a</b> A	32.06 $\pm$ 1.32 <b>a</b> A	30.92 $\pm$ 2.76 <b>a</b> C	27.94 $\pm$ 0.84 <b>b</b> A



**Figure17** : Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et *O. basilicum* sur le contenu de glucides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 e stade nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ) (\* : Différence significative ( $p \leq 0,05$ ) entre les séries témoins et traitées, \*\* : Différence hautement significative ( $p \leq 0,01$ ) entre les séries témoins et traitées).

### 3.3.2. Effet des huiles essentielles sur le contenu de protéine totales.

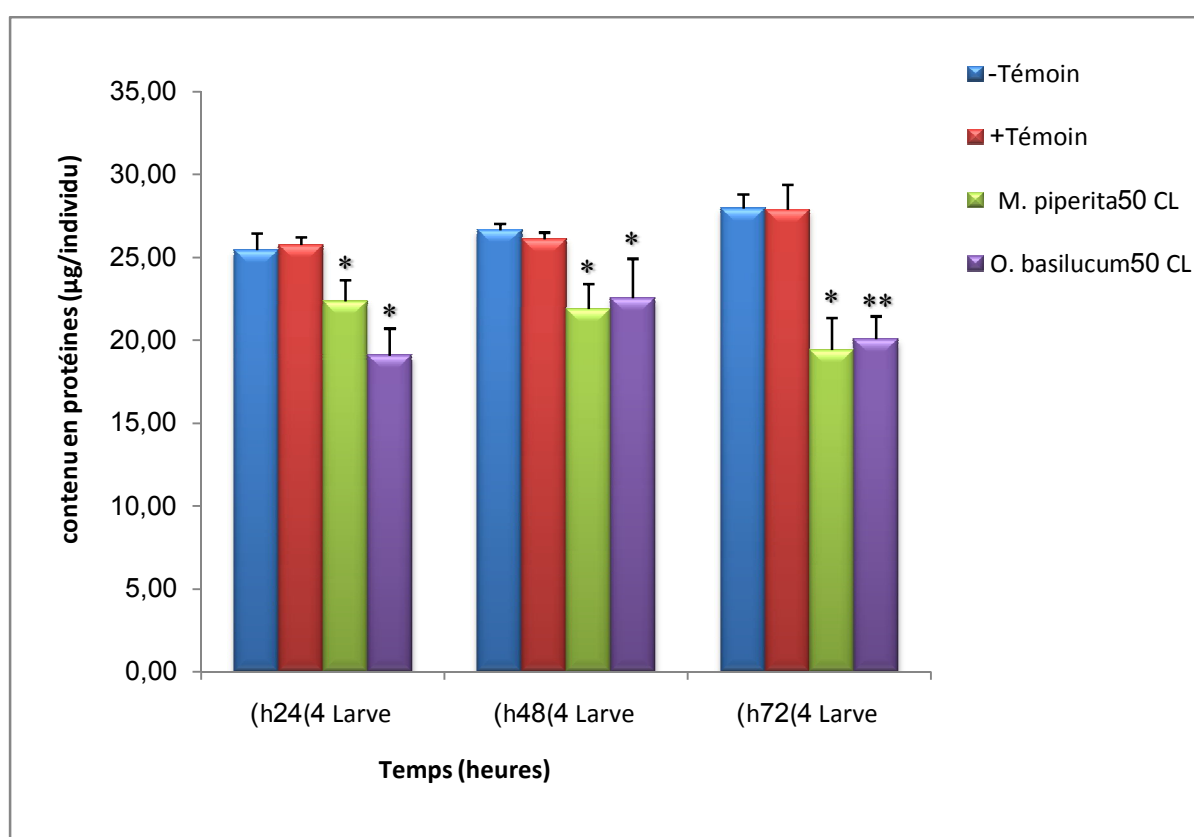
Le contenu de protéine a été estimé d'après la méthode de Bradford (1976). Il est exprimé en ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ).

Après 24h et 48h, les huiles essentielles de *M. piperita* et de *O. basilicum* provoquent une diminution significative de taux des protéines ( $p=0.049$ ,  $p=0.044$ ,  $p = 0.042$  et  $p=0.041$ ), et une diminution significative et hautement significative à 72h ( $p = 0.016$  et  $p=0.002$ ) respectivement par rapport aux séries témoins.

Les analyses statistiques (Tableau 10, Figure 18) effectuées entre les séries témoins et traitées montrent que les huiles essentielles de *M. piperita* et *O. basilicum* provoquent une diminution du taux de protéines totales chez *Cs longiareolata*.

**Tableau 10 :** Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et *O. basilicum* sur le contenu de protéines ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4<sup>e</sup> stade nouvellement exuvies de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ) : comparaison des moyennes à différentes temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins (T <sup>-</sup> )	Témoins (T <sup>+</sup> )	CL 50 ( <i>M. piperita</i> )	CL 50 ( <i>O. basilicum</i> )
24	25.46 $\pm$ 1.01 <b>a</b> A	25.78 $\pm$ 0.48 <b>a</b> A	22.38 $\pm$ 1.27 <b>b</b> A	19.10 $\pm$ 1.64 <b>c</b> A
48	26.68 $\pm$ 0.37 <b>a</b> B	26.12 $\pm$ 0.42 <b>a</b> A	21.91 $\pm$ 1.53 <b>b</b> A	22.57 $\pm$ 2.38 <b>c</b> A
72	27.98 $\pm$ 0.85 <b>a</b> C	27.90 $\pm$ 1.51 <b>a</b> A	19.43 $\pm$ 1.86 <b>b</b> A	20.09 $\pm$ 1.38 <b>c</b> A



**Figure 18 :** Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et *O. basilicum* sur le contenu de protéines ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4<sup>e</sup> stade nouvellement exuvies de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ) (\*: Différence significative ( $p \leq 0,05$ ) entre les séries témoin et traitées, \*\*: Différence hautement significative ( $p \leq 0,01$ ) entre les séries témoins et traitées).

**3.3.3. Effet des huiles essentielles sur le contenu en lipides totaux**

Le contenu de lipide a été estimé d'après la méthode de Goldsworthy (1972). Il est exprimé en ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ).

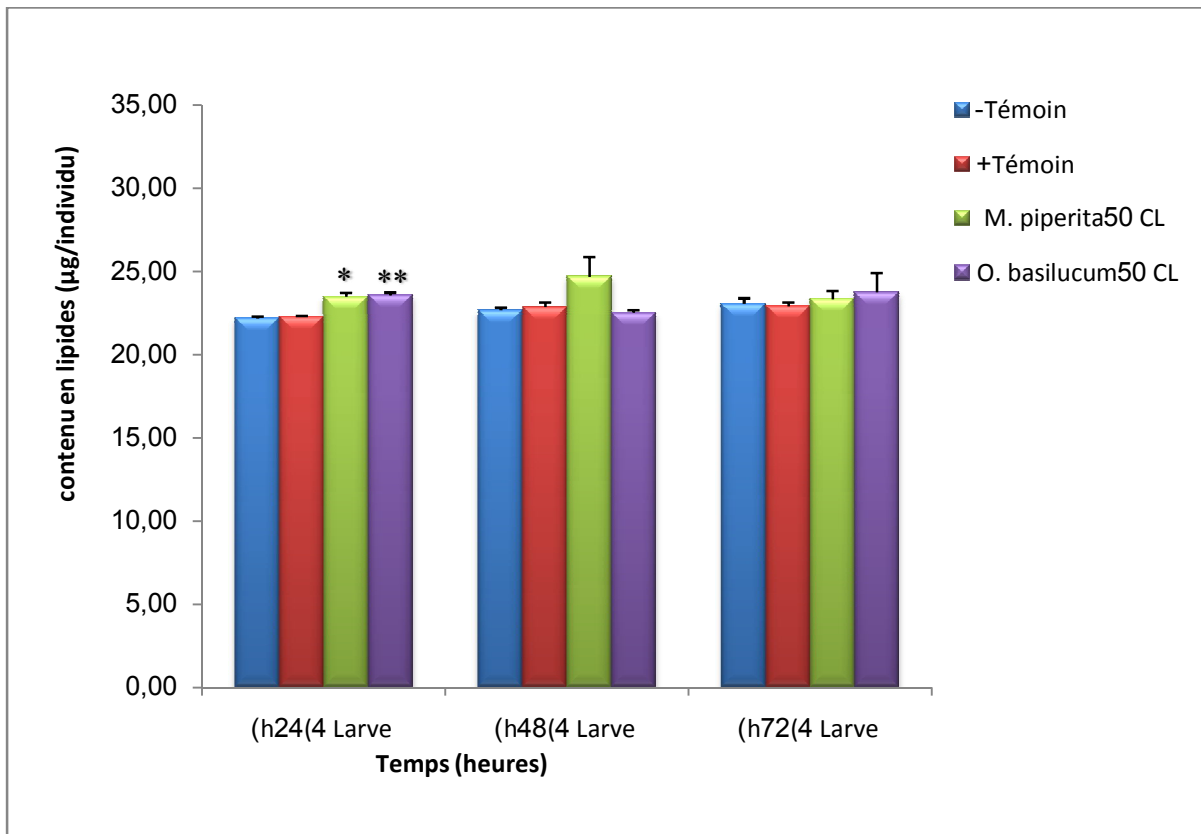
Les huiles essentielles de *M. piperita* provoquent une augmentation significative de taux des lipides après 24h ( $p=0.016$ ) et non significative après (48h et 72h) ( $p\geq 0.05$ ). Et les huiles essentielles de l'*O. basilicum* montrent une augmentation hautement significative à 24h (0.006) et non significative à 48h et 72h ( $p\geq 0.05$ ) par rapport aux séries témoins.

Les analyses statistiques (Tableau 11, Figure 19) effectuées entre les séries témoins et traitées montrent que les huiles essentielles de *M. piperita* et l'*O. basilicum* provoquent une augmentation du taux de lipides totales chez *Cs longiareolata*.

**Tableau 11** : Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et l'*O. basilicum* sur le contenu de lipides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4<sup>e</sup> stade nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ( $m\pm\text{SD}$ ,  $n=3$ ) : comparaison des moyennes à différentes temps pour une même série (lettres majuscules) et pour un même temps entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins (T <sup>-</sup> )	Témoins (T <sup>+</sup> )	CL 50 ( <i>M. piperita</i> )	CL 50 ( <i>O. basilicum</i> )
24	22.19 $\pm$ 0.11a A	22.28 $\pm$ 0.04a A	23.48 $\pm$ 0.23b A	23.57 $\pm$ 0.16c A
48	22.67 $\pm$ 0.15a A	22.86 $\pm$ 0.26a A	24.69 $\pm$ 1.17a A	22.50 $\pm$ 0.16a A
72	23.05 $\pm$ 0.33a A	22.91 $\pm$ 0.21a A	23.34 $\pm$ 0.49a A	23.73 $\pm$ 1.17a A





**Figure 19 :** Effet des huiles essentielles (CL50) extraites de *M. piperita* et *O. basilicum* sur le contenu de lipides ( $\mu\text{g}/\text{individu}$ ) chez les larves du 4 e stade nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n=3$ ) (\* : Différence significative ( $p \leq 0,05$ ) entre les séries témoins et traitées, \*\* : Différence hautement significative ( $p \leq 0,01$ ) entre les séries témoins et traitées).

# *Discussion*

---

## 4. Discussion

### 4.1. Rendement des huiles essentielles

Nous rappelons que le rendement d'extraction en huiles essentielles de *Mentha piperita* a été de 2.01 % de la matière sèche de la partie aérienne de la plante. Notre rendement est supérieur comparativement à celui de la même espèce en wilaya de Ouergla (Algérie) en trois régions : 0,8% (Hdjira), 0,45% (Beldet Omor) et 0,72% (Awinet Moussa) (Ayaidia, 2011). Il est également plus élevé que celles des feuilles fraîches de *Mentha spicata* et *Mentha piperita* acclimatées au Bénin qui sont respectivement de 1,06 % et de 1,2 % (Dahouénon-Ahoussi et al., 2010). Notre rendement est aussi supérieur à celui de *Mentha piperita* de Maroc (1,72 %). Par contre, il est inférieur à d'autres espèces de même genre et de même région (Maroc) : *M. pulegium* (2,33 %), *M. suaveolens* (4,33 %) (Benayad, 2008).

Ces différences dans le rendement peuvent être essentiellement dues à la différence de morphologie des plantes : *M. suaveolens* présente le rendement le plus élevé car ses feuilles sont beaucoup plus larges et ses fleurs plus grandes que celles de l'espèce *M. piperita* et celles de *M. pulegium*.

D'autre part, le rendement d'extraction en huiles essentielles d'*O. basilicum* a enregistré une valeur de 1.56 % de la matière sèche de la plante. En général, le rendement en huile essentielle d'*Ocimum* varie de 0,1 à 1,71 % (Özcan & Chalchat, 2002). 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 (Edward et al., 1987). De plus, ces variations ont été notées entre les espèces du même genre *Ocimum*, car on enregistre un rendement de 1,71% chez *Ocimum minimum* (Özcan & Chalchat, 2002) et de 1,46% chez *Ocimum gratissimum* (Camara, 2009) et *Ocimum canim* (Akantetou et al., 2001). Le rendement de cette étude diffère de celui trouvé chez la même espèce dans le monde. En effet, au Nigéria, ce rendement affiche une valeur de 0,5% (Kasali et al., 2005), 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 0,13 et 0,76% (Moudachirou et al., 1999).

Cette variabilité en huile essentielle entre ces plantes, tant au niveau de leur composition, qu'au plan du rendement, peut s'expliquer par différents facteurs d'origine intrinsèques, spécifiques au bagage génétique de la plante ou extrinsèque, liés aux conditions de la croissance et du développement de la plante (Bouguerra, 2012).

---

Il faut noter que le rendement et la composition chimique des huiles essentielles dépendent de plusieurs facteurs à savoir l'espèce, le milieu et la période de récolte, les pratiques culturales et la technique d'extraction (**Benayad, 2008**). La température et la durée de séchage et l'état physiopathologique de la plante (**Tchoumboungang et al., 2005**).

#### **4.2. Effet des huiles essentielles sur les biomarqueurs**

Les marqueurs biologiques ou biomarqueurs concernent l'étude des changements physiologiques, biochimiques, moléculaires ou comportementaux révélant l'exposition présente ou passée d'un individu à au moins une substance chimique à caractère polluant et qui peuvent être mesurés dans les tissus ou les fluides d'un organisme ou dans l'organisme entier pour mettre en évidence l'exposition à un ou plusieurs contaminants (**Depledge, 1994**).

Les expérimentations en conditions contrôlées ont largement démontré que les biomarqueurs peuvent être utilisés pour évaluer l'exposition des individus à des xénobiotiques et, dans certains cas, les effets de ceux-ci sur les structures et fonctions vitales de l'organisme (**Chaabouni, 2009**).

Les principaux biomarqueurs utilisés sont des marqueurs enzymatiques comme la catalase, la glutathione peroxydase, la glutathion-S-transférase, et l'ACHé (**Durou et al., 2007**). Les enzymes du système de détoxification sont aussi beaucoup étudiées puisque leurs activités sont susceptibles d'être fortement modifiées après une exposition (**Badiou, 2007**).

Nous avons évalué l'effet des huiles essentielles de *Mentha piperita* et de *Ocimum basilicum* sur l'activité d'une enzyme antioxydant : catalase et d'un biomarqueur de stress oxydant : MDA ; chez une espèce de moustique : *Culiseta longiareolata*.

##### **4.2.1. Effet des huiles essentielles sur le taux du MDA**

Le stress oxydatif cause des dommages cellulaires au niveau membranaire qui se traduit par inactivation des enzymes et des récepteurs et dépolymérisation des polysaccharides.

Puisque les lipides jouent un rôle important dans le maintien et l'intégrité du fonctionnement cellulaire, la fragmentation des lipides membranaires et la peroxydation lipidique des acides gras polyinsaturés due à des radicaux oxygénés provoquent des changements au niveau de la structure, la fluidité, le transport et les propriétés antigéniques de la membrane cellulaire conduisant à la formation d'importantes lésions au niveau des tissus et des organes (**Van der Vaart et al., 2004**).

La peroxydation lipidique est un processus complexe correspondant à la dégradation oxydative des acides gras polyinsaturés des membranes cellulaires conduisant à la formation

---

de divers aldéhydes toxiques pour l'organisme dont le principal composé est le malondialdéhyde (MDA) (Zeilinski & Pörtner, 2000). Kohn & Liversedge (1944) sont les premiers à décrire la réaction colorimétrique de l'acide thiobarbiturique (TBA) avec une substance inconnue formée durant l'incubation aérobie de l'homogénéat d'un tissu. Cette substance inconnue est identifiée plus tard par Patton & Kurtz (1951) comme le malondialdéhyde (MDA) second produit de la peroxydation lipidique. Le MDA est dérivé de la peroxydation lipidique des acides gras polyinsaturés, ce processus commence par une élimination de l'atome d'hydrogène de l'acide gras polyinsaturé pour former ensuite, via les radicaux libres, un produit primaire stable lipide hydroperoxyde qui sera décomposé pour former un deuxième produit plus stable le malondialdéhyde, produit final de la peroxydation lipidique qui peut réagir avec des groupes amines libres, des peptides, des phospholipides et des acides nucléiques (Storey, 1996 ; Stohs et al., 2000).

Actuellement l'expression d'une peroxydation lipidique par un taux élevé du MDA est utilisée comme biomarqueur du stress oxydatif chez les organismes aquatiques bioindicateurs de la pollution (Dewes et al., 2006 ; Oruc & Usta, 2007).

L'analyse des résultats obtenus après dosage de taux du MDA des larves du quatrième stade (L4) chez *Cs. Longiareolata* traitées par les huiles essentielles de *M. piperita* et de *O. basilicum* montrent une augmentation du MDA à différents temps 24, 48 et 72 heures. Des résultats similaires sont observés chez larves du quatrième stade (L4) du *Cx pipiens* traitées par les huiles essentielles *Lavandula dentata* (Gheraibia & Abaidia, 2014). Le taux du MDA a été évalué à 24, 48, 72 et 96h chez les larves témoins et traitées du quatrième stade de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens*, les résultats obtenus montrent une augmentation très significative après traitement par le spiromesifène comparativement aux témoins (Bouabida, 2014).

En accord avec nos résultats, Mleiki & Trigui El Menif (2010), trouvent un taux élevé du MDA chez *Cantaraeus apertus* contaminée par le plomb et le cadmium, l'accumulation de ce dernier augmente la production du MDA chez *Pistia stratiotes* (Yong et al., 2012). De plus, l'effet du spinosad sur *B. germanica* provoque des taux élevés du MDA indiquant une peroxydation lipidique des membranes cellulaires (Maiza et al., 2010). Une augmentation du taux du MDA a été signalé dans les tissus des poissons *Cyprinus carpio L* traités par deux doses létales (50 et 100 µg/L) de carbofuran (Ensibil et al., 2010). Une exposition aux métaux lourds induit une peroxydation lipidique, cette observation est signalée chez la moule *M. galloprovincialis* exposée au cuivre, cadmium et au mercure (Viarengo et al., 2007), et chez *Donax trunculus* (Sifi, 2009 ; Nadir & Mukrim, 2012). De plus, la marée noire de l'Erika provoque une perturbation de la teneur du MDA chez la moule *Mytilus edulis* (Gilles

---

et *al.*, 2004). Une augmentation de la peroxydation lipidique contre une réduction du système antioxydant a été également signalée chez *Ruditapes decussatus* (Roméo & Gnassia-Barelli, 1997), *Unio tumidus* (Cossu et al., 2000), *Crassostrea virginica* (Connors & Ringwood, 2000) et *Bathymodiolus azoricus* (Company et al., 2004).

Les résultats de plusieurs travaux renforcent l'implication du stress oxydatif et, en particulier, la peroxydation lipidique dans la toxicité des pesticides. L'effet combiné du chlorpyrifos et du endosulfan sur les rats provoque une augmentation du taux du MDA (Chebab et al., 2009).

Une nette diminution du MDA est enregistrée au cours du cycle de contamination (suite à une contamination aigüe par *Staphylococcus aureus*) chez Mytilidae *Perna perna*, alors que le passage en décontamination a permis d'obtenir des teneurs comparables entre les témoins et les individus tests (Bendjoudi et al., 2013).

Une évaluation de l'effet toxique du Di-n-Butyl Phthalate (DBP) sur les paramètres hématologiques, biochimiques et sur les paramètres de la reproduction chez le lapin mâle adulte *Oryctolagus cuniculus*. Montre qu'une augmentation du taux de MDA (indice de la peroxydation lipidique). (Rihani, 2014).

Une étude de l'activité enzymatique antioxydante des érythrocytes et degré de peroxydation des lipides de patients atteints de leishmaniose cutanée montre que la peroxydation des lipides des érythrocytes a été déterminée, comme index de lésion oxydative, par la mesure du niveau de malondialdéhyde (MDA). Ce dernier et l'activité superoxyde dismutase (SOD) érythrocytaire ont été trouvés significativement plus élevés chez les porteurs de LC que chez les sujets témoins ( $p < 0,01$  et  $p < 0,01$ , respectivement) (Kocyigit, 2003).

#### 4.2.2. Effet des huiles essentielles sur l'activité spécifique de la catalase

Les catalases sont des hémoprotéines tétramériques qui, avec un atome de fer par sous unité, ont une masse d'environ 240 Kda. Elles catalysent la réduction du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) en eau et en oxygène moléculaire. Les catalases sont des enzymes peroxysomales dont le rôle est de prévenir les peroxydations des molécules biologiques induites par l'eau oxygénée ( $H_2O_2$ ).

Les catalases sont présentes dans tout le règne animal et se retrouvent aussi chez les végétaux. Elles sont sensibles à certains contaminants inducteurs du stress oxydatif au niveau des membranes cellulaires, comme les HAP, PCB ou certains pesticides (Livingstone, 1992) et les métaux (Labrot et al., 1996a). Cependant, les résultats sont parfois contradictoires *in vivo*, certains auteurs montrent une induction de l'activité (Di Giulio et al., 1993). Une

---

hypothèse retenue est que cette activité enzymatique serait très sensible aux facteurs environnementaux d'origine anthropique ou naturelle (**Pellerin & Massicote, 1994**) et pourrait résulter d'un équilibre fragile entre induction et inhibition par les composés à cycle redox.

L'analyse des résultats obtenus après dosage de l'activité spécifique de la catalase des larves du quatrième stade (L4) chez *Cs longiareolata* traitées par les huiles essentielles de *M. piperita* et de *O. basilicum* montrent une augmentation de l'activité spécifique de la catalase.

L'augmentation de l'activité traduit une mise en place du processus de détoxification qui est une forme de défense de l'insecte contre le pesticide (**Clark, 1989**). Des résultats similaires obtenus après dosage de l'activité de la catalase des larves du quatrième stade chez *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* traitées par le spiromesifène à deux doses létales : DL50 et DL90 et aux différents temps 24, 48, 72, 96 heures (**Bouabida, 2014**).

L'augmentation de l'activité de la catalase a déjà été relevée chez des poissons et des bivalves exposés à des polluants organiques (HAP, PCB, pesticides et engrais chimiques) (**Cossu et al., 1997**).

La stimulation de l'activité catalase, montre que cette enzyme joue son rôle principal en réduisant la teneur moyenne en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> néfaste pour l'intégrité cellulaire (**Willekens et al., 1997 ; Blokhina et al., 2003 ; Flexas et al., 2006 ; Meksem, 2007**).

Dans le but d'apprécier les effets de l'extrait aqueux de la plante *Alternanthera Pungens* sur les activités des enzymes antioxydantes, les chercheurs ont suivi pendant 24 mois l'évolution du statut enzymatique antioxydant de personnes vivant avec le VIH (PVVIH) et naïfs de tout traitement antirétroviral (ARV), en rapport avec une prise de tisane à base de cette plante. Le suivi a porté sur l'augmentation de l'activité des catalases, des superoxydes dismutases (SOD) et des glutathion peroxydases (GSH-Px), enzymes clés de la barrière antioxydante de l'organisme (**Djinhi et al., 2008**).

Ainsi que l'évaluation de la toxicité d'un insecticide carbamate « méthomyl » chez le rat Wistar montre que l'utilisation continue du méthomyl est à l'origine aussi de l'apparition d'un état de stress oxydant démontré par une augmentation de la peroxydation lipidique, signalée suite à une détermination des concentrations de malondialdéhyde tissulaires, des perturbations dans les systèmes de défense antioxydante, objectivées suite à une détermination des concentrations de glutathion tissulaires et certaines enzymes antioxydantes ; glutathion peroxydase, catalase et glutathion-S-transférase tissulaires (**Djeffal, 2014**).

Les peroxysomes dans leur environnement cellulaire lors de l'ontogénèse intestinale du poulet : étude de cytochimie et biochimie montre que les activités de la catalase et de

l'enzyme bifonctionnelle peroxysomiques sont détectées dès le cinquième jour du développement embryonnaire. Elles augmentent avec l'âge du tissu, très précocement pour la catalase et plus tardivement pour l'enzyme bifonctionnelle. **(Keller et al., 1996).**

Etude expérimentale a enquêté sur les défenses antioxydant au niveau du foie des rats diabétique traités par l'administration de 10 mg / kg de Resveratrol pendant 5 jours. Une augmentation significative des niveaux de CAT **(Hamadi, 2010).**

L'effet de différentes concentrations d'un herbicide systémique Cossack sur quelques activités antioxydants chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) montre que une minimisant celle de l'ascorbate peroxydase et de catalase qui sont les plus faibles. **(Belahcene, 2015).**

L'effet de la contamination par la perméthrine sur l'activité catalase a été déterminé, en mésocosmes, durant 25 jours d'expérimentation à différentes concentrations (C1= 50, C2 = 100 et C3= 150  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). L'activité catalase a été mesurée pour chaque concentration, tous les 5 jours, dans la masse viscérale de la palourde *Ruditapes decussatus* Linnaeus. Une évolution marque le seuil de sensibilité de la palourde à courte durée et l'évolution temporelle de l'état des spécimens (exprimé une augmentation du catalase). Les observations montrent la capacité de la perméthrine à modifier le système antioxydant chez la palourde. **(Badreddinem 2012)**

Dans le but d'évaluer les effets toxiques du chlorpyrifos, insecticide organophosphoré, une étude a été réalisée sur des rats wistar mâles, afin d'évaluer quelques paramètres du statut oxydant /antioxydant (MDA, PC, Cat, GSH). Cet insecticide entraine aussi une oxydation des protéines au niveau érythrocytaire par ailleurs, une diminution est notée au niveau des teneurs du GSH, avec une augmentation de l'activité de la catalase qui tend à rétablir l'équilibre **(Ouahiani, 2014).**

#### **4.3. Effet des huiles essentielles sur la composition biochimique**

Le dosage des principaux constituants réalisé dans le corps entier des larves 4, témoins et traités chez *Cs longiareolata*, révèle une modification des composants biochimiques comme les protéines et les lipides après traitement par les huiles essentielles de deux plantes : *M. piperita* et *O. basilicum* à différents temps 24, 48 et 72 heures.

Les glucides forment un groupe de composés très importants. Certains représentent une source d'énergie pour les organismes vivants, soit immédiatement utilisable (tréhalose), soit sous forme de réserves (glycogène) ; d'autres ont un rôle structural (cellulose, chitine, acide hyaluronique).



Les taux de glycogène et de tréhalose dans les tissus sont étroitement liés aux évènements physiologiques tels que le volume, la mue, et la reproduction (**Wiens & Gilbert, 1967**). Le tréhalose est la fraction la plus importante des glucides circulants. Il joue un rôle métabolique de premier plan dans le cycle de développement (**Steel, 1981**) et constitue une source énergétique essentielle en libérant le glucose sous l'action d'une enzyme, tréhalase. Sa concentration dans l'hémolymphe est déterminée par la vitesse de deux processus : son retrait pour les besoins énergétiques de l'insecte et son stockage dans le corps gras (**Wyatt, 1967**).

Nos résultats montrent que *M. piperita* et *O. basilicum* appliquées à la CL50 sur les L4 de *Cs longiareolata* cause une diminution du contenu en glucides. Ceci concorde avec les résultats obtenus chez *D. trunculus* exposés aux polluants environnementaux (**Sifi, 2009**).

L'application d'un analogue de l'hormone de mue, le RH-0345, diminue les concentrations des glucides hémolympatiques chez *B. germanica* et un effet dose-réponse est également observé (**Rouibi, 2002**). D'autres régulateurs de croissance, comme le DFB, appliqué aux nymphes de *T. molitor* (**Soltani, 1990**), ou aux femelles adultes de *T. molitor* (**Soltani-Mazouni & Soltani, 1992**) ou encore chez un crustacé *P. kerathurus* affecte les concentrations des glucides hémolympatiques. Des effets similaires sont observés chez deux espèces de moustiques, *Cx pipiens* et *Cs longiareolata* traitées par le méthoxyfénoside et l'halofénoside (**Tine-Djebbar, 2009**).

Les protéines et les acides aminés jouent un rôle principal durant les différentes phases de la vie des insectes car ils sont caractérisés par des niveaux très élevés. Chez les moustiques autogènes, les protéines stockées aux stades larvaires et qui proviennent de la digestion des couches procuticulaires profondes de l'ancienne cuticule sont utilisées pour la formation des œufs. Cependant ; chez les moustiques anautogènes, le repas sanguin représente la principale source de protéines nécessaires (**Briegel, 1985**).

Les résultats obtenus, montrent que le traitement par la menthe et le basilic (CL50) chez *Culiseta longiareolata*, cause une diminution du contenu en protéines. (**Madaci et al., 2008**).

Indiquent que les extraits hydroalcooliques des feuilles de *Nerium oleander* (*Apocynacées*) provoquent une augmentation des taux des protéines chez les larves des vers blancs *rhizotrogini*. De plus, une augmentation du taux de protéines a été signalée chez *D. trunculus* exposé aux polluants environnementaux (**Sifi, 2006**), chez *B. germanica* traitée par le pyriproxifène, analogue de l'HJ (**Aribi & Lakbar, 2001**) et chez *Corcyra cephalonica* traitée par le RH-5849, agoniste des ecdystéroïdes (**Ashok & Dutta-Gupta, 2000**). Les travaux réalisés sur des lépidoptères *Diatraea grandiosella* (**Chippendale, 1970**) et *Pieris*

---

*brassicae*, indiquent que les fortes concentrations des protéines sont observées au cours du stade larvaire et diminuent par la suite au stade nymphal (Van Der Geest & Borgsteede, 1969). Par contre, les travaux de Tine-Djebbar, (2009), montrent que le contenu en protéines totales diminue après traitement par le methoxyfenozone et l'halofenozone chez deux espèces, de moustiques, *Cx pipiens* et *Cs longiareolata*. En outre, Rouibi, (2002), montre que le RH-0345 appliqué sur les femelles adultes de *B. germanica* nouvellement exuviées réduit le taux des protéines hémolympatiques, et que l'azadirachtine diminue leurs protéines ovariennes (Sifi, 2006). L'effet de Mating sur *Drosophila mélanogaster* induit des variations du taux de protéines (Kapelnikov et al, 2008). Une baisse de la protéinémie est observée également chez *Leptinotarsa decemlineata* après application de la 20E, du RH-5849 et du RH-5992 (Smaghe et al. 1999) ou encore chez *Spodoptera littoralis* après traitement avec le RH-5849 (Smaghe & Degghele, 1992). Chez *T. molitor*, l'application du KK-42 *in vivo* réduit les concentrations des protéines hémolympatiques (Soltani-Mazouni et al., 2001). En effet, les valeurs élevées des protéines enregistrées durant le stade larvaire sont en rapport probablement au transport important de ces protéines dans l'hémolymphe et à une mobilisation des réserves, pour la synthèse de la nouvelle cuticule (Bourguet & Exbaryat, 1977). Des résultats similaires sont observés chez la mouche domestique car les protéines proviendraient en grande partie des réserves du tissu adipeux accumulées au cours de la vie larvaire (Weismann, 1963). Les travaux de Stemberger & Gilbert (1985, 1987) ont montré que le contenu en protéines est faible quand le volume corporel des espèces est petit.

Kannupandi et al (2001) signalent que le phosphamidon provoque une diminution du taux des protéines totales chez les larves de *Sesarma brockii*. Le traitement par l'endosulfan avec la concentration létale (40 mg/l) résulte une diminution des protéines totales chez *Metapenaeus monoseros* (Suryavanshi et al., 2009). Même que le novaluron (IGR) provoque un taux élevé des protéines totales chez *Cs. Longiareolata* (Bouaziz et al, 2011).

Les lipides représentent la principale source d'énergie chez les insectes (Beenakers 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 démontrées 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 montrent que la menthe et le basilic appliqués à la CL50 cause une augmentation significative du contenu en lipides chez les différents stades testés. Des résultats similaires sont observés chez *B. germanica* après traitement à l'azadirachtine (Messiad, 2006) et à l'halofénoside, un analogue de l'hormone de mue (Rouibi, 2002). Le benfuracarbe, un carbamate, l'acétamipride, un néonicotinoïde (Maiza et al, 2004) et l'acide borique, un insecticide inorganique (Kilani-Morakchi et al. 2009b) réduisent également le contenu en lipides ovariens chez la même espèce. Les travaux de Daas (2006) ont également démontré que l'application de plusieurs mimétiques de l'hormone de mue tels que le RH-2485, le RH-5992 et le RH-0345 sur les femelles de *Eupolybothrus nudicornis* (myriapode) réduisent les concentrations de lipides dans l'hémolymphe et dans les tissus ovariens. Un analogue de l'HJ, le méthoprène, testé chez *Locusta migratoria*, provoque aussi une diminution des concentrations des lipides au niveau du corps gras (Cotton & Anstee, 1991). Le DFB, autre groupe de régulateur de croissance, perturbe l'évolution des lipides aussi bien dans l'hémolymphe (Soltani-Mazouni & Soltani, 1992) que dans le corps gras (Khebbeb et al., 1997). Ainsi, le traitement par le méthoxyfénoside et l'halofénoside chez *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* affiche les mêmes observations (Tine-Djebbar, 2009). Par contre, les antibiotiques appliqués sur les mouches *Ceratitis capitata* (Diptera : Tephritidae) provoquent une augmentation du taux de lipides (Ben Yousef et al, 2008), de même chez *D. trunculus* exposés aux polluants environnementaux (Sifi, 2009).

Dans le cadre d'une étude portant sur la pollution du littoral, ce travail consiste à évaluer les effets secondaires de le halofénoside (RH-0345) sur la composition biochimique (protéines, glucides, lipides) et celle des acides gras des lipides totaux de la chair et de l'hémolymphe d'un organisme non visé : *Penaeus kerathurus*, Les principaux résultats obtenus montrent que le RH-0345 provoque une augmentation significative de la concentration des glucides et une diminution significative de la concentration des lipides dans la chair et dans l'hémolymphe. Par contre, il n'induit une chute des concentrations en protéines qu'au niveau de la chair. Ces modifications sont significativement corrélées avec les doses utilisées (12,58 µg/l (dose létale 50) et 3,14 µg/l (1/4 de la DL50)). (Khebbeb, 2006).

*Conclusion*

*Et*

*Perspectives*

### 5. Conclusion et perspectives

Le travail réalisé, nous a permis d'évaluer chez l'espèce de moustiques *Culiseta longiareolata* l'effet des huiles essentielles de deux plantes *Mentha piperita* et *Ocimum basilicum*, sur les mécanismes de résistance, essentiellement sur les biomarqueurs de stress oxydant (MDA, CAT).

Les huiles essentielles obtenus par un hydrodistillateur de type Clevenger, de la partie aérienne de la plante sont de couleur jaune clair avec une odeur agréable et avec un rendement de 2.01% et de 1.56 % de la matière sèche pour *M. piperita* et *O. basilicum* respectivement.

Des études préliminaires montrent que ces huiles possèdent une activité larvicide avec une relation dose-réponse et avec CL50 de 12.02 ppm et 118.30 ppm pour *M. piperita* et *O. basilicum* respectivement. Le traitement par l'application de la CL50 chez les larves de stade L4 nouvellement exuviées de *Cs longiareolata* ont permis d'étudier l'effet de ces HE sur les biomarqueurs de stress oxydant (MDA, CAT) et sur la composition biochimique (protéines, glucides et lipides).

L'analyse statistique indique que les huiles essentielles de deux plantes exercent une action antioxydant chez les larves de *Cs longiareolata* se traduisant par une augmentation de l'activité de la CAT et une élévation du taux du MDA comparativement aux témoins, aux différents temps testés (24, 48 et 72 h). Actuellement l'expression d'une peroxydation lipidique par le taux du MDA est utilisée comme biomarqueur du stress oxydatif chez les organismes aquatiques bioindicateurs de la pollution.

De plus, la composition biochimique (protéines, glucides et lipides) des individus traités révèle une diminution du contenu en glucides et protéines et une augmentation des lipides.

Les HE présentent donc des propriétés intéressantes (propriétés insecticides). Ce résultat ouvre des perspectives intéressantes pour son application dans la production des biocides. Nous envisageons de poursuivre cette étude afin de préciser la nature du (ou des) composé(s) responsable(s) de cette activité par fractionnement mené en parallèle avec les tests biologiques. La voie donc reste ouverte vers la découverte de nouvelles plantes et par la suite de nouvelles molécules à effet phytosanitaire. Il serait très important d'étendre les investigations à d'autre espèce de plantes pour voir les effets de ces biopesticides sur d'autres insectes nuisibles.

À l'avenir il serait intéressant de compléter cette recherche en évaluant l'effet des HE de *M. piperita* et *O. basilicum* sur d'autres mécanismes de résistance, essentiellement les enzymes de détoxifications tels que les estérases, les monooxygénases à cytochrome P 450 et la lactate déshydrogénase (LDH).

*Références*  
*Bibliographiques*

## 6. References bibliographiques

-A-

**Abdel-Malek, A.**, (1960). The culicine mosquitoes of the northern region of the United Arab Republic. *Bulletin de la Société Entomologique d'Egypte*, **44** : 11-128.

**Abouzeitoune, M. H.**, (1991). Evaluation de la lutte biologique des larves de culex pipiens (Diptère: Culicidae) à l'aide de gambusia affinis (poisson) téléostéen). Effet de Simotéphalus vitalus (crustacea: cladocera).thèse de Magistère en biologie et physiologie des invertébrés, option: arthropodologie, Université de Annaba.

**Akantetou, P-K., KOBA, K., Nenonene, A-Y., Poutoulip, P-W. Raynaud, CH. Sanda, K.**, (2011). Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de Ocimum canum Sims sur Aphis gossypii Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo. In ; *International journal of biological and chemical sciences*. 5(4): 1491-1500.

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

**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).

**Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F. & Mahari, S.** (2006). Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis L.*) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **10 (2)** : 67 – 71.

**Aarthi N., Murugan K.** (2010). Larvicidal and repellent activity of *Vetiveria zizanioides L.*, *Ocimum basilicum Linn* and the microbial pesticide spinosad against malarial vector, *Anopheles stephensi Liston* (Insecta: Diptera: Culicidae). *Journal of Biopesticides*. **3,1**: (199 - 204).

**Amiard, J.-C., Caquet, T., Lagadic L.** (1998). Les biomarqueurs parmi les méthodes d'évaluation de la qualité de l'environnement. In Utilisation de biomarqueurs pour la

surveillance de la qualité de l'environnement, edited by L. Lagadic, T. Caquet; J.C., Amiard and F. Ramade (Paris: Lavoisier technique et Documentation), XXI-XXXI.

**Aribi, N. & Lakbar, C.** (2001). Effets du pyriproxyffène sur certains aspects physiologiques du développement de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Revue synthèse.*, **9**: 78 – 94.

**Ashok, M. & Dutta-Gupta, A.** (2000). *In vitro* effect of nonsteroidal ecdysone agonist RH-5849 on fat body acid phosphatase activity in rice moth, *Corcyra cephalonica* (Insecta). *Biochem. Int.*, **24** : 69 – 75.

**Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F. & Mahari, S.** (2006). Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **10 (2)** : 67 – 71.

**Ayaidia, B.** 2011, Etude comparative de trois variétés d'huiles essentielles de menthe dans la région de Ouargla, Diplôme de Master en Génie des Procédés, 62.

- B -

**Badiou, A.**, (2007), Caractérisation cinétique et moléculaire du biomarqueur acétylcholinestérase chez l'abeille *Apis mellifera*, Thèse de doctorat, Université de Paul Cézanne, 136.

**Bastien, F.** (2008). Effet larvicide des Huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la Réunion. *Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat.* Université Paul-Sabatier de Toulouse, 78 p.

**Becker N., Hoffmann D.** (2011). First record of *Culiseta longiareolata* (Macquart) for Germany. *European Mosquito Bulletin.* **29** :(143-150).

**Belahcenel, N., Mouaissa1 W., Zenati N., Djebbar M.,** (2015), Etude De L'effet D'un Stress Oxydatif Cause Par Un Herbicide Systemique Cossack Sur Le Ble Dur (*Triticum Durum* Desf.), Copyright © 2015 ISSR Journals, p 104-111.

**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.



- Benayad, N.** (2008). Les huiles essentielles extraites des plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Université Mohammed V – Agdal. Rabat, 63 p.
- Bencheqroun, H. K., Ghanmi, M., Satrani, B., Aafi, A. & Chaouch, A.** (2012). Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Artemisia mesatlantica*, plante endémique du Maroc. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, **81** : 4 – 21.
- Bendali, F., Djebbar, F. & Soltani, N.** (2001). Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica.*, **57(4)**: 255 - 265.
- Bendjoudi, D., Zouaoui, F., Errahmani, M., Bendjeddou, K & chekir, N.** (2013). Mesure de deux biomarqueurs catalase et malondialdéhyde chez *Perna perna* et *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca, Bivalvia) suite à une contamination aigüe par *Staphylococcus aureus*, *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Série Zoologie, 2013, n°49, 19-27.9p.*
- Bercker N., Petric D., Zgomba M., boase C., D ahl C ., Lane J. et Kaiser A.** (2003). mosquitoes and thier control. Ed. Kluwer Academic, New York. 498p.
- Berliner, E.** (1915). User die schalffsuchider Mehlmottenraupo and threen Erreger Bacillus thuringiensis n.sp. *Zeitschfit fur Angewandte Entomologie* ,2 :29-56.
- Botineau, M.** (2010), Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs, Edition TEC & DOC ; Lavoisier, 1031.
- Bouguerra, A.** (2012). Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. *Mémoire de Magiste*, Université Mentouri Constantine, 120 p.
- 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 de Skikda. *Présentation pour l'obtention du Diplôme de Magister en entomologie* (option ; application agronomique et médicale). 191 p.
- Bourguet, J. P. & Exbrayat, J. M.** (1977). Quelques aspects de la croissance, du développement sexuel et du métabolisme chez *P. japonicus*. Influence des facteurs externes et internes. Thèse doctorat de spécialité. Université USTL, Montpellier France. 128 p.
- Bouaziz, A., Boudjelida, H. & Soltani, N.** (2011). Toxicity and perturbation of the metabolite content by a chitin synthesis inhibitor in the mosquito larvae of *Culiseta longiareolata*. *Scholars library. Annals of biological recherche*. 2 (**3**) : 134-142.
- Bradford, M. M.** (1976). A rapid and sensitive method of the quantitation microgram quantities of Protein utilising the principale dye binding. *Analytic. Biochem.*, **72**: 248 – 254.

**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.

**Bruneton, J.** (2009). Menthe in :pharmacognosie ,pytochimie,plantes medicinales,4<sup>e</sup> éd,Tec & Doc ,paris,pp.631-638.

**Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. & Hervy, J. P.** (1999). Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).

-C-

**Camara, A.** (2009). Thèse du doctorat en sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal. Lutte contre *Sitophilus Oryzae* L. (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum*herbst (Coleoptera: Curculionidae) et *Tribolium Castaneum*herbst (Coleoptera : Tenebrionidae) Dans les stocks de riz par la technique d'étuvage traditionnelle pratiquée en Basse-Guinée et l'utilisation des huiles essentielles végétales.

**Carlos Espinel-Correal.** (2010). Analyse de l'évoution des populations du granulovirus phopGV en contact avec des hôtes alternatifs phthorimaea operculella et *Tecia solanivora*(Lepidoptera : Gelechiidae). Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.192p.

**Chaabouni, R.,** (2009). Utilisation et mise au point au niveau moléculaire de biomarqueurs pour étudier la répartition spatiale de la contamination au voisinage d'une source de pollution. Thèse de Doctorat. 30-32.

**Chebab, S., Belli, N., Leghouchi, E. & Lahouel, M.** (2009). Stress oxydatif induit par deux pesticides : l'endosulfan et le chlorpyrifos. *Environnement, Risques & Santé*. 8 (5) : 425-432.

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

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

**Company, R., Serafim, A., Bedianno, M. J., Cosson, R., Shillito, B. & Fiala-Medioni, A.** (2004). Effect of cadmium, copper and mercury on antioxidant enzyme activities and lipid

peroxidation in the gills of the hydrothermal vent mussel *Bathymodiolus azoricus*. *Mar. Environ. Res.*, 58: 377-381.

**Conners, D. E. & Ringwood, A. H.** (2000). Effects of glutathione depletion on copper cytotoxicity in oyster (*Crassostrea virginica*). *Aqua. Toxicol.*, 50 :341-349.

**Cossu, C., Doyotte, A., Babut, M., Exinger, A. & Vasseur, P.** (2000). Antioxidative biomarkers in freshwater bivalve *Unio tumidus* in response to different contamination profiles of aquatic sediments. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 45: 106-121.

**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

**Coykendall, R. L.** (1980). Fishes in California mosquito control. *C. M. V. C. A. Press, Sacramento, CA*: 63 p.

**Crosby, DG.** (1966). Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). *Natural Pest Control Agents. Adv. Chem. Ser.*53:1-16.

- D -

**Daas, O.** (2006). Etude biologique des deux espèces Myriapodes Chilopodes : *Eupolybothrus nudicornis* et *Lithobius forficatus*. Effets de traitement hormonaux et insecticides sur l'ovogénèse. Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Annaba. Algérie. 180 p.

**Dabir, M., Leenaers, L., Amichot, M. & Haubruge, E.** (2011). Biomarqueurs d'exposition en milieu terrestre: impact d'hydrocarbures halogénés sur l'activité de trois systèmes enzymatiques chez *Drosophila pseudoobscura*. *Environnement, Risque et Santé*, **2 (6)**: 344 - 349.

**Dahouénon-Ahoussi, E. ; Sessou, P. ; Wotto, D.V. ; Yéhouénon, B. ; Kinsoudé, E. ; Kpatinvoh, B. ; Soumanou, M. ; Sohounhloué, D.,** 2010, Mise en d'une technique de production d'une boisson locale «Africa drink» à base d'huiles essentielles de menthe verte et poivrée, Bulletin d'information de la SOACHIM, 53, 007, 46.

**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.

- Daneshian, M., Barelli, M.G., Romeo, M & Aissa,P.** (2009). The use of acetylcholinesterase activity in *Ruditapes decussatus* and *Mytilus galloprovincialis* in the biomonitoring of Bizerta lagoon. *Comparative biochemistry and Physiology.*, Pat C., 130: 227-235.
- Depledge, MH.** (1994). The rational basis for the use of biomarkers as ecotoxicological tools *In :Nondestructive biomarkers in vertebrates*, 271-295.
- De Billerbeck, V. G., Roques, C., Vanière, P. & Marquier, P.** (2002). Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles. **(3)**: 248 – 250.
- Dewes, L.J., Sandrin, J.Z., Monserra, J.M. & Yunes, J.S.** (2006). Biochemical and physiological reponses after exposure to microcytins in the crab *Chasmagnathus granulatus* (Decapod, Brachyura). *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 65:201-208.
- Di Giulio. R. T, Habig. C, Gallagher. E. P.** (1993). Effets of black Roock Harbor sediments on ondices of biotransformation. Oxidative stress and DNA integrity in channel fish. *Aquatic Toxicology*, **26**: 1-22.
- Djeffal. A.** (2014). Evaluation de la toxicité d'un insecticide carbamate « méthomyl » chez le rat Wistar : Stress oxydant Et exploration des effets protecteurs de la Supplémentation en sélénium et/ou en vitamine C, Université Badji Mokhtar-Annaba. p 225.
- Djibo A.K., Samaté A.D., Nacro M.** (2004). Composition chimique de l'huile essentielle d'*Ocimum americanum* Linn., syn. *O. canum Sims* du Burkina Faso. *Elsevier*. **7** :(1033–1037).10.1016/j.crci.2003.12.029.
- Djinhi. J, Lohoues. E. E, Zirihi. G. N, Monde A.A, Sess E.D.** (2008), Extrait acqueux de *alternanthera pungens* : effet sur l'activite des enzymes antioxydantes chez les personnes vivant avec le VIH (PVVIH), © EDUCL. p 07.
- Dossoukpevi R., Ahanhanzo C., Adoukonou-Sagbadja H., Cacaï G., Naïtchede H., Agbangla C.** (2012). Contribution à l'amélioration de la production *in vitro* de deux espèces d'*Ocimum* spp (*Lamiaceae*): *Ocimum basilicum* et *Ocimum gratissimum* cultivées au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **6, 6** : (4046-4057). DOI : 10.4314/ijbcs.v6i6.15.
- 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.
- Duchateau, G. & Florkin, M.** (1959). Sur la tréhalosémie des insectes et sa signification. *Arch. Insect. Physiol. Biochem.*, **67**: 306-314.
- Durou. C ; Poirier. L ; Amiard. J.C ; Budzinski.H ; Gnassia-Barelli. M ; Lemenach. K ;Peluhet. L ; Mouneyrac. C ; Romeo. M ; Amiard-Triquet. C,** ( 2007), Biomonitoring in a

clean and a multi-contaminated estuary based on biomarkers and chemical analyses in the endobenthic worm *Nereis diversicolor*. Environ. Pollut, 148, 445, 58.

-E-

**Eileen M. K., Emily D. N.** (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (*Ocimum basilicum L.*) cultivars. *Elsevier*. **128** : (1044–1050). DOI: 10.1016/j.foodchem.04.011.

- G -

**Gheraibia, S. & Abaidia, W.** (2014). Evaluation préliminaire de l'activité larvicide de l'huile essentielle de lavandula dentata à l'égard d'une espèce de moustique *Culex pipiens*. Mémoire du diplôme de Master. Université des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie- Tébessa, pp52-56.

**Gilles, B., Sébastien, C., Christelle, C., Emilie, B., Dominique, M., Bernard, R., Christophe, M., Thierry, B., Annie, P.L. & Jean-François, N.** (2004). Biological effects of the "Erika" oil spill on the common mussel (*Mytilus edulis*). *Aquat. Living Resour.*, 17: 309–316.

**Goldsworthy, A. C., Mordue, W. et Guthkelch, J.** (1972). Studies on insect adipokinetic hormone. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 18: 306-314.

**Gomes B., Carla A Sousa, Maria T Novo, ferdinando B Freitas, Ricardo Alves, Ana R Corte Real, Patricia Salgueiro, Martin J Donnelly, Antonio P G Almeida and Joao Pinto** (2009). Asymmetric introgression between sympatric *Culex pipiens* (Diptera : culicidae) in the Comporta region, Portugal. *BMC Evolutionary biology*. 9 : 262.

**Govindarajan, M.** (2010). Chemical composition and larvicidal activity of leaf essential oil from *Clausena anisata* (Willd.) Hook. f. ex Benth (Rutaceae) against three mosquito species. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 874-877.

- H -

**Hadj khelifa L., Brada M., Brahmi F., Achour D., Fauconnier M.L., Lognay G.** (2012). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oil of *Ocimum basilicum* Leaves from the Northern Region of Algeria. *Top class Journal of Herbal Medicine*. **1,2** : (25-30).

**Hans W.K.**(2007). 1000 plantes aromatiques et médicinales. Edition terre éditions .209p.

**Hosseini, R.J; Kimerle, R.A; Mehler, P.M. & Bergman, H.L.**(2010). Biomarkes : biochemecals, physiological markers of anthropogenic stress. *Boca Raton, Lewis Publisher*, 347 page.

- I -

**Ismail, M.** (2006). Central Properties and Chemical Composition of *Ocimum basilicum* Essential Oil. *Informa healthcare*. **44**, 8 :(619–626). DOI 10.1080/13880200600897544.

- K -

**Kannupandi, T., Vijayakaumar, G. & Soundarapandian, P.** (2001). Impact of phosphamidon on total protein, carbohydrate and lipid contents during the larval development of *Sesarma brockii* de Man. *Indian. J. Fish.*, **48(2)**: 203-209.

**Kapelnikov, A., Rivlin, P., Hoy, R & Heifetz, Y.** (2008). Mating induces morphological changes in the *Drosophila* female reproductive tract. *Israel journal of Entomology.*, **38** : 143–181.

**Kasai, S., Weerashinghe, I.S. & Shano, T.** (1998). P450 monooxygenases are an important mechanism of permethrin resistance in *Culex quiquefasiatus*. 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.

**Keller. J. M, Heusser. S, hilbert. L, Colin. S et dauça. M.** (1996), les peroxysomes dans leur environnement Cellulaire lors de l'ontogenèse intestinale du Poulet : étude cytochimique et biochimique, laboratoire de biologie cellulaire du développement Université henri poincaré-nancy i, faculté des sciences B.p. 239, 54 506 vandoeuvre-lès-nancy cedex. p 21.

**Khaddar Ch.** (2009). Etude du comportement de quelques variétés de basilic (*Ocimum basilicum* L.) dans les conditions sahariennes (Cas de Hassi Ben Abdellah-Ouargla). Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie Saharienne. *UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, (Algérie)*. p : 66.

**Khebbab M.E.H., Gheid S., Morsli S. Et Soltani N,** (2006), Effets d'un insecticide sélectif (Halofenozide) sur la composition biochimique et le contenu en acide gras de la chair et de l'hémolymphe chez un organisme non visé, la crevette : *Penaeus kerathurus*, crustacé

décapode, 2ème Colloque euroméditerranéen de biologie environnementale, Bulletin du Muséum d'histoire naturelle de Marseille p 26.

**Kilani-Morakchi, S., Aribi, N., Farine, J.P., Everaerts, C. & Soltani, N.** (2005). Effets de l'acide borique sur les profils d'hydrocarbures cuticulaires chez un insecte à intérêt médical, *Blattella germanica* ( Dictyoptera : Blattellidae). *J. Soc. Alger. Chim.*, **15 (2)**: 225-231.

**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.

**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**: 1-8.

**Kocyigit. A, Gurel. M, Ulukanligil. M.** (2003), Erythrocyte Antioxidative Enzyme Activities and Lipid Peroxidation Levels in Patients With Cutaneous Leishmaniasis, Correspondence: Abdurrahim Kocyigit, MD. Harran University, Medical Faculty. Department of Clinical Biochemistry. 63200 Sanliurfa, Turkey. p 277-231.

**Kundan S. B., Shruti A., Richa S.** (2011). Role of *Ocimum basilicum L.* in prevention of ischemia and reperfusion-induced cerebral damage, and motor dysfunctions in mice brain. *Elsevier*. **137** : (1360– 1365), DOI : 10.1016/j.jep.2011.07.066.

- L -

**Labrot. F. R. D, Tisnerat. G, Cabridenc. R, Narbonne. J. F.** (1996a). Le plomb dans l'environnement: sources, mécanismes de transfert et effets biologiques. Dans : « Aspects analytiques du plomb dans l'environnement ». *Coordonateur M. Morlot, Lavoisier Tec & Doc editions*, 3-15.

**Lacey, L. A. & Orr, B. K.** (1994). The role of biological control of mosquitoes in integrated vector control. *American journal of tropical Medicine and hygiene*, **50 (6)**: 97 – 115.

**Lagadic, L., Caquet, T., Amiard, J. C & Ramade, F.** (1997). *Biomarqueurs en écotoxicologie « Aspects fondamentaux »*. Masson, Paris, 419 p.

**Lecointre, G.**( 2001). Classification phylogénétique du vivant, Belashov YS(1998). Interaction between blood-sucking arthropods.

**Linnée, P.** (1758). Toxicité relative de deux insecticides organophosphorés l'abate et le fénitrothion. *Inst. Peches. Macit.*, 377(1): 137-144.

**Livingstone. D, Lips. F, Garcia Martinez. P, Pipe. R. K.** (1992). Antioxidant enzymes in the digestive gland of the common mussel *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, **112**: 265- 276.



- M -

**Mahfoudh-Boussaid A., Badet L., Zaouali A., Saidane-Mosbahi D., Miled A. & Ben Abdennebi, H.** (2007). Effet du pré-conditionnement ischémique et de la vitamine C sur la reprise fonctionnelle des reins ischémiques. *Prog urol.*, 17(4)/ 836-840.

**Maiza, A., Kilani-Morakchi, S., Farine, J.P., Smagghe, G., Aribi, N., Soltani, N.** (2004). Reproductive effects in german cochroaches by ecdysteroid agonist RH-0345, juvenile hormone analogue methoprene and carbamate benfuracarb. *Comm. Appl. Biol. Ghent University.*, **69** : 257-266.

**Maiza A., Rehamnia F., Bensbaa, F., Kilani-Morakchi, S & Aribi, N.** (2010). Activité d'un bio-pesticide, le spinosad chez *Blattella germanica*: analyse quantitative des lipides ovariens et effets sur le malondialdéhyde. 2ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et 4èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie.

**Masi, A. Kilani-Morakchi, S., Farine, J.P., Smagghe, G., Aribi, N. & Soltani, N.** (2006). Hormone analogue methoprene and carbamate benfuracarb. *Comm. Biol. Ghent Universit.*, **69/3**.275.

**Massimo L, Mariangela M, Bernardetta L, Fabrizio G, Mauro M, Francesco S.** (2004). Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum L.* cultivars. *Elsevier*.**167**: (725–731), 10.1016.

**Mawussi, G.** (2008). Bilan environnemental de l'utilisation de pesticides organochlorés dans les cultures de coton, café et cacao au Togo et recherche d'alternatives par l'évaluation du pouvoir insecticide d'extraits de plantes locales contre le scolyte du café (*Hypothenemus hampei* Ferrari). *Thèse de Doctorat*. Université de Toulouse. 187 p.

**Max Wichtl et Robert Anton,** 2003, Plante thérapeutiques, 2<sup>e</sup> édition, Edition Tec & Doc ; Editions médicales internationales, 390-391.

**Mleiki, A. et Trigui El Menif, N.,** 2010, effet d'une alimentation contaminée par le plomb et le cadmium sur l'activité enzymatique du gastéropode terrestre : *Cantareus apertus* en milieu contrôlé, 2eme Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie et 4eme journées Franco-Tunisiennes de Zoologie.



**Merabeti, B., Ouakid, M. L.** (2011). Contribution a l'étude des moustiques (diptera : culicidae) dans les oasis de la region de biskra (nordest d'Algerie). *Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides*. p : (85-89).

**Mohammedi, Z.** (2006). Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et des flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. *Thèse magistère*, Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, 155 p.

**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

**Moudachirou, M., Yayi E.** (1999). Chemical features of some essential oils of *Ocimum basilicum* L. from Benin. *In : J. Essent. Oil Res.*, **11**: 779-782.

- N -

**Nadir, M. & Mukrim, A.** (2012). Impact des eaux usées traitées du grand Agadir : techniques d'évaluation utilisées. 2 ème Colloque International sur la Gestion et la Préservation des Ressources en Eau, Meknès. Faculté des Sciences. Université Moulay Ismail.

**Nebi, S. Bouhaimi, A. & Danbeze, M.** (2010). Use of acetylcholinesterase in *Perna perna* and *Mytilus galloprovincialis* as a biomarker of pollution of Agadir marine bay (South of Morocco).

**Nuttall, I.** (1997). Web pages, Division of control of tropical Diseases world health organization, Geneva, Switzerland.

- O -

**Ouahiani. M.** (2014). Effet d'un régime enrichi en chlorpyrifosur quelques marqueurs du statut oxydant/antioxydant chez le rat wistar. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMEN, p 56.

**Oruc, E.O. & Usta, D.** (2007). Evaluation of oxidative stress responses and neurotoxicity potential of diazinon in different tissues of *Cyprinus carpio*. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, **95**: 48-55.

**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 -

**Paul, I. (1996).** Laarouse des plantes medicinales. Edition andrew chavallier .2 éme édition .116p.

**Paul, R. (2009).** Généralités sur les moustiques du littoral méditerranéen français. *EID méditerranée*. Pages 1-11.

**Pellerin & Massicotte. J. (1994).** Oxidative processes as indicators of chemical stress in marine bivalves. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, **3**: 101-111.

**Peterson, E. L. (1980).** A limit cycle interpretation of a mosquito circadian oscillator. *J. Theor. Biol.*, **84**: 281–310.

**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.

- Q -

**Quezel, P., Santa S. (1963).** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, vol. II, Ed. CNRS, Paris.

- R -

**Rageau, J., Mouchet, J. & Abonnec, E. (1970).** Répartition géographique des moustiques (*Diptera : Culicidae*) en France. *Ent. méd. Parasitol.*, **8 (3)**. 29 pages.

**Rehimi, N. (1993).** Activité biologique de trois molécules dérivées de la benzoyluree (Dart, Andalin, Alsystin) à l'égard de culex pipiens pipiens. Thèse de Magister en Biologie et Physiologie des invertébrés, option Arthropodologie. ISN Université d'Annaba

**Rehimi, N. & Soltani, N. (1999).** Laboratory evolution of alsystine. A chitin synthesis inhibitor agonist *Culex pipiens L.* (Diptera: Culicidae). Effects on development and cuticule secretion. *J. Appl. Ent.*, **123**: 437 - 441.

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

**RIHANI, L.**, (2014), L'effet du Di-n-Butyl Phthalate (DBP) sur les paramètres hématologiques, biochimiques et les paramètres de la reproduction chez le lapin mâle *Oryctolagus Cuniculus*. UNIVERSITE BADJI-MOKHTAR-ANNABA, p163.

**Roméo, M. & Gnassia-Bareli, M.** (1997). Effects of heavy metals on lipid peroxidation in the mediterranean clam *Ruditapes decussatus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 118 C: 33.

**Rouibi, A.** (2002). Evaluation d'un mimétique des ecdystéroïdes (RH-0345) sur *Blattella germanica* (Dictyoptera : Blattellidae) : Aspects morphométriques et Biochimiques. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Magister Université de Badji Mokhtar- Annaba-. p 14-95.

- S -

**Saci-Messiad, R.** (2006). Effet d'un régulateur de croissance, l'azadrachine chez *Blattella germanica* (Dictyoptera : Blattellidae) : physiologie, activité enzymatique et comparaison de la détoxification avec d'autres groupes de pesticides. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master Université de Badji Mokhtar- Annaba-. 94 p.

**Scott, J.G.** (1999). Cytochrome p 450 and insecticide resistance. *Insect. Biochem. Mol. Boil.*, 29. 757-777.

**Schlenk, D.**, (1999). Necessity of defining biomarkers for use in ecological risk assessments. *Marine pollution bulletin* 39, 48-53.

**Sellami, B, Dellali, M, Beyrem, H, Khazri, A, Aïssa, P, Mahmoudi, E.** (2012). Variation temporelle de l'activité catalase chez la palourde *Ruditapes decussatus* Linnaeus. 1758 contaminée par la perméthrine (étude en mésocosme). *Bulletin de l'Institut Scientifique*. Rabat. section Sciences de la Vie. p 137-144.

**Sifi, K.** (2009). Biosurveillance de la qualité des eaux du Golf d'Annaba : croissance, composition biochimique et dosage des biomarqueurs du stress environnementale chez *Donax trunculus* (Mollusque : Bivalve). Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat Université de Annaba. 229 p.

**Smaghe, G. & Degheele, D.** (1992). Effects of RH-5849, the first non steroidal ecdysteroid agonist on larvae of *Spodoptera littoralis* (Boisd) (Lepidoptera: Noctuidae). *Arch. Insect. Biochem. Physiol.*, **21**: 119 - 128.

**Smaghe, G. & Degheele, D.** (1999). Biological activity and receptor binding of ecdysteroid agonists RH-5849 and RH-5992 in imaginal wing discs of *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *Eur. J. Entomol.*, **92**: 333-340.

**Snezana F., Senka V., Dusan A., Zoran Z.** (2014). Fractionation of non-polar compound of basil (*Ocimum basilicum L.*) by supercritical fluid extraction (SFE). *Elsevier*. **86** : (85– 90).

**Soltani, N.** (1990). Action du Diflubenzuron et de la 20-hydroxyecdysone sur les glucides et les protéines hémolympatiques chez les nymphes de *Tenebrio molitor L.* (Coleoptera : Tenebrionidae). *Annal. Soc. Ent. Fr (N.S.)*, **26** : 575 - 584.

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

**Soltani-Mazouni, N., taibi, f., berghiche, H., smagghe, g & soltani, N.** (2001). RH-0345 restored patly the effects induced by KK-42 on reproductive events in mealworms-Med.Fac. landbouww., univ. gent., 66(2a):437-444.

**Soltani–Mazouni, N. & Soltani, N.** (1992). Effets du diflubenzurom sur les métabolites hémolympatiques et ovariens chez *Tenebrio molitor* au cours de la maturation sexuelle. *Mém. Soc. R. Belg. Ent.*, **35** : 743-747.

**Spichiger. R.E ; Vinezne.V.Savolainen Murielle Figeat ; Daniel Jeanmonod,** 2004, Botanique systématique des plantes à fleurs, 3<sup>e</sup> édition, CD-ROM INCLUS ; presses polytechniques et universitaires romandes, 328.

**Steele, J. E.** (1981). The role of carbohydrate metabolism in physiological function, pp: 103 – 133. I M R. G. H. Downer (eds.): Energy metabolism in insects Plenum press, New York.

**Stemberger & Gilbert, T.** (1985). Body Size, Fored concentration and population growth in planktonic rotifers. *Ecology*, **66 (4)**: 1151 – 1159.

**Stohs. S.J ; Bagchi. D ; Hasoun. E et Bagchi.M,** 2000, Oxidative mechanisims in the toxicity of chromium and cadmium ions, *J.Environ.pathol.Toxicol. oncol*, 19, 201-213.

**Storey. K.B,** 1996, Oxidative stress : animal adaptation in nature, *Braz.J.Med.Biol.Res*, 29, 1715-1733.

**Suryavanshi, U., Sreepada, R.A., Ansari, Z.A., Subhanchi, N & Shahin, B.** (2009). A study on biochemical changes in the penaeid shrimp, *Metapenaeus monoceros* (Fabricius) following exposure to sublethal doses of organochlorine pesticide (endosulfan). *Chemosphere.*, **77(11)** : 1540-1550.

## - T -

**Taïbi, F., Smagghe, G., Amrani, L. & Soltani-Mazouni, N.** (2003). Effect of ecdysone agonist, RH-0345, on reproduction of mealworm, *Tenebrio molitor*. *Comp. Biochem. Physiol.*, **135**: 257-267.

**Tchoumboungang, F., Dongmo, P. M. J., Sameza, M. L., Mbanjo, E. G. N., Fotso, G. B. T., Zello, P. H. A. & Menut, C.** (2009). Activité larvicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **13 (1)** : 77-84.

**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.

**Tine-Djebbar, F et Soltani, N.** 2008, Activité biologique d'un agoniste non stéroïdien de l'hormone de mue sur *culiseta longiareolata*: analyses morphométrique, biochimique et énergétique, Revue des Sciences et de la Technologie, Synthèse, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, p 13.

## - V -

**Van der Vaart H., Potma D. S., Timens W. & Ten, Hacken N. H.** (2004). Acute effects of cigarette smoke on inflammation and oxidative stress: areview. *Thorax.*, 29: 713– 721.

**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.

**Viarengo A., Lowe D., Bolognesi C., Fabbri E. & Koehler A.** (2007). The use of biomarkers in biomonitoring: a 2-tier approach assessing the level of pollutant-induced stress syndrome in sentinel organisms. *Comp. Biochem. Physiol.*, 146 C: 281- 300.

**Villeneuve, F. & Désiré, C. H.** (1965). *Zoologie*. Bordas, 1<sup>ère</sup> édition, 323 p.

## - W -

**Weisberg, S.** (1985). Minitab reference manual. *PA States college, Minitab*, p 232.

**Weismann R.** (1963). Untersuchugen Uber den larvalen and imaginalen Fettkoiper der mago Von *Muxo domestica L.* *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.*, **35**: 185 – 210.

**WHO, I. P. C. S.** (1993). Environmental Health Criteria 155. Biomarkers and risk assesement: concepts and principales. IPCS, World Health Organization, Geneva.

**Wiens, A. W. & Gilbert, T.** (1967). Regulation of carbohydrate mobilization and utilization in *Leucophaeo maderae*. *J. Insect. Physiol.*, **13**: 779 -794.

**Wilson T .G.** (1988). Acorrelation between juvenile hormone deficiency and vitellongenicoocyte degeneration in drosophile melanogaster. *Rouse's Arch.Dev.Biol* 191 : 257-263.

**Wogiatzi E., Papachatzis A., Kalorizou H., Chouliara A., Chouliaras N.** (2011). Evaluation of essential oil yield and chemical components of selected basil cultivars. *Biotechnol. & Biotechnol.*, **25, 3**: (2525-2527). DOI : 10,5504/2011.0067.

**Wyatt, G. R.** (1967). The biochemistry of insect haemolymph. *A. Rev. Ent.*, **6** :75 – 102.

- Y -

**Yayi-Ladekan E., Kpoviessi, D.S. S., Gbaguidi F., Kpadonou-Kpoviessi B. G. H., Gbenou J., Jolivalt C., Moudachirou M., Accrombessi G. C., Quetin-Leclercq J.** (2011). chimique et influence sur les propriétés antimicrobiennes de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims cultivé au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **5, 4** : (1462-1475).

**Yong L., Shanshan Z., Wusheng J.&Donghua L.** (2012). Cadmium accumulation, activities of antioxidant enzymes, and malondialdehyde (MDA) content in *Pistia stratiotes* L. *Environmental Science and Pollution.*, **10** : 12-54.

**Yu, B.P.** (1994). Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiol. Rev.*, **74**: 139 – 162.

- Z -

**Zeilinski, S. Pörtner, H. O.** (2000). Oxidative stress and antioxidative defense in cephalopods: a function of metabolic rate or age. *Comp. Biochem--Physiol.*, **125**:147–160.