



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: Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biochimie Appliquée

Thème :

Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur la croissance et les compositions biochimiques à l'égard deux espèces de moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*

Présenté par :

Melle : DJEDOUANI Nesrine

Melle : DJEDOUANI Douaa

Membres de jury :

Dr. BOUABIDA Hayette

Pr Université de Tébessa

Présidente

Dr. DRIS djemaa

MCA Université de Tébessa

Rapporteuse

Mme. HAMIRI Manel

MAA Université de Tébessa

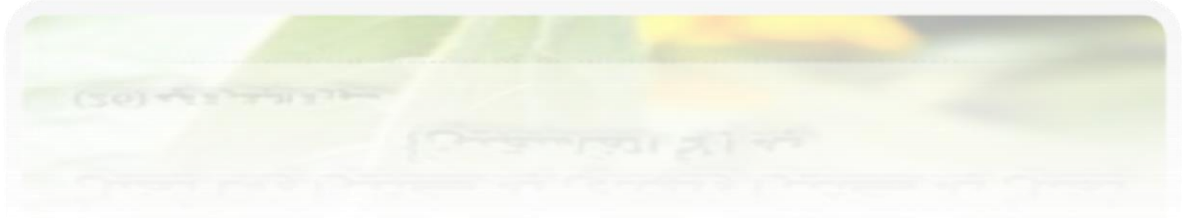
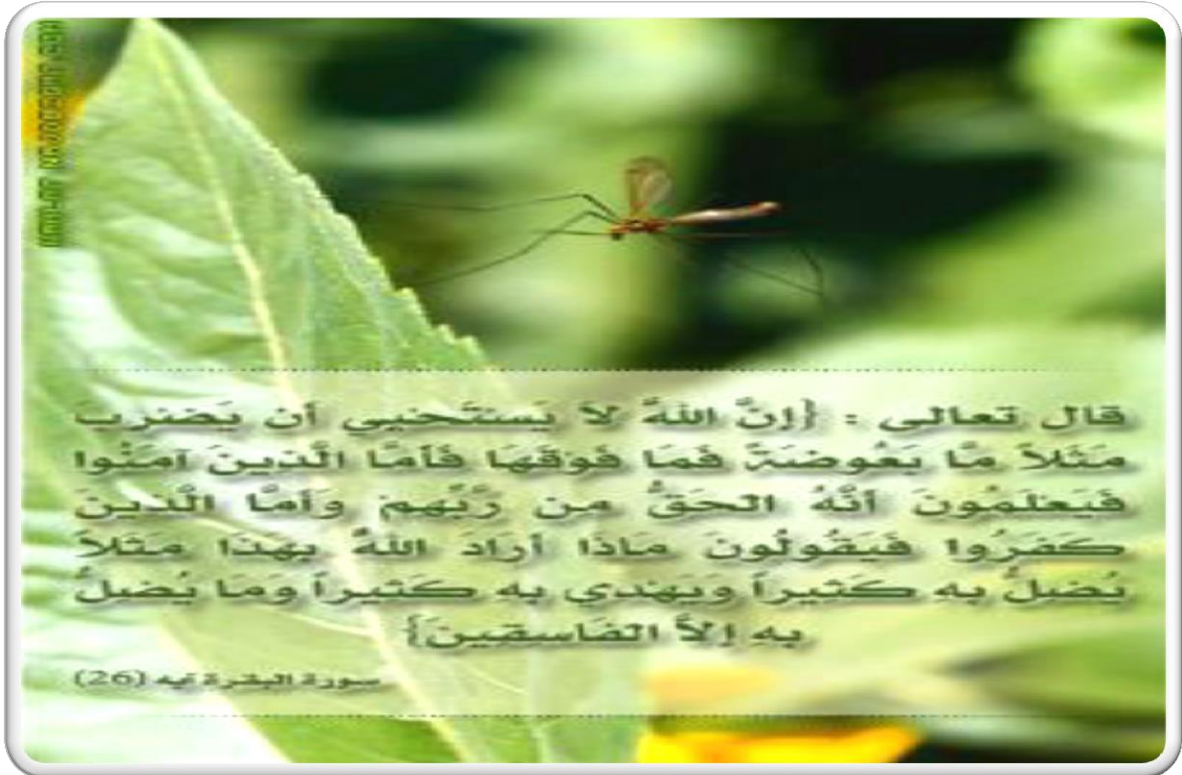
Examinatrice

Date de soutenance : 05 juin 2023

Note:.....

Mention :

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciements

Avant tout nous remercions le tout puissant (Allah) de nous a guide tout de long de Notre vie vers le droit chemin ; de nous a donné le courage, la patience dans Tous les moments difficiles pour réaliser ce travail

Nous remercions notre encadreuse Dris Djemaa, pour leur conseils, vos encouragements, tout en nous laissant une grande indépendance.

A Pr. BOUABIDA Hayette, nous lui exprimons notre profonde gratitude pour avoir accepté de présider ce jury, qu'elle trouve ici l'expression de notre profond respect.

A, madame Hamiri Manel ayant accepté d'examiner et juger notre travail

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

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



Dédicace 1:

*Avec un énorme plaisir et une immense joie que je dédie ce mémoire :
A celui qui m'a tout donné et me pousse toujours pour avancer et pour
atteindre mes buts, mon cher père Mahmoud*

*A ma première école de la vie, la prunelle de mes yeux ...Ma tendre mère Farida
A celles qui ont coloré ma vie par leurs sourires à ma seule sœur Samiha la
douceur de mes yeux, qui sont toujours soutenus et étaient toujours à mes
côtés.*

*A mes chers frères: Chams Eddine, Yassine, Imad, Mohamed chérif, Said,
Brahim Vous êtes ma plus grande force ; merci pour vos encouragements et
votre service merci car je sens votre présences.*

*Sans oublier ma binôme Douaa pour son soutien morale sa patience et sa
compréhension tout au long de ce projet.*

A Tous mes amis chaqu'un avec son nom.

ان الذين نحبهم و نعرفهم مكانتهم ليست بين الاسطر و الصفحات، لان مقامهم أجل و أعلى فالقلب سكناهم
وا لذكر بنكراهم و الفؤاد لن ينساهم، نسأل الله اكرامهم.





Dédicace2 :

A l'aide d'Allah, le tout puissant, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à mes chers parents qui m'ont donné la possibilité de poursuivre mes études.

A mes frères et ma sœur

A toute la famille maternelle et paternelle

A mon binôme et toutes mes amies et collègues

A tous mes enseignants du primaire à l'université.

A moi-même



Sommaire:

Remerciement	
Dédicace 01	
Dédicace 02	
Sommaire	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
ملخص	
Résumé	
Abstract	
I. Introduction	1
II. Matériels et méthodes	3
II.1. Généralité sur la famille <i>lamiacée</i>	3
II.2 Genre <i>Salvia</i>	3
II.3 Espèce <i>salvia officinalis</i>	3
II.3.1 Définition	3
II.3.2 Historique	4
II.3.3 description botanique	5
II.3.4 Répartition géographique de la plante	5
II.3.5. Classification	6
II.3.6. Utilisation traditionnelle de <i>Salvia officinalis</i>	6
II.3.7. Usages alimentaires	7
II.4. Définition d'huile essentielle	7
II.4.1. Méthodes d'obtention de l'huile essentielle	8
II.4.1.1. Extraction par hydro distillatio	9
II.4.1.2. Entraînement à la vapeur d'eau	9
II.4.1.3. Expression à froid	9
II.4.1.4. Extraction par fluide à l'état supercritique	9
II.5. L'huile essentielle de sauge	10
II.5.1. Définition	10
II.5.2. Composition chimique de L'huile essentielle de <i>S. officinalis</i>	10
II.5.3. Utilisation traditionnelle de <i>Salvia officinalis</i> L	11
II.5.4. Activités biologiques d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i>	11
II.5.4.1. Activité antioxydant	11
I.5.4.2. Activité antibactérienne	12
I.5.4.3. Activité anti-inflammatoires	12
I.5.4.4. Activité anticancéreuse	12
II. 6 Généralité sur les <i>culicidae</i>	12
II. 7. Présentation de <i>Culex pipiens</i> et <i>Cslongiareolata</i>	13
II.7.1. Définition de <i>Culex pipiens</i>	14
II. 7.2. Caractéristiques de <i>Culex pipiens</i>	14
II.7.3. Position systématique	14
II.8. Définition de <i>Culiseta longiareolata</i>	15
II.8.1. Caractéristique du <i>Culiseta longiareolata</i>	16
II.8.2. Position systématique du <i>Culiseta longiareolata</i>	16
II.9. Cycle de développement	17
II.9.1. Œufs	17
II.9.2. Larve	18
II.9.3. Nymphe	19
II.9.4. Adulte	19

II.10. Morphologie des larves <i>Culicidae</i>	20
II.10.1. Tête	20
II.10.2. Thorax	21
II.10.3. Abdomen	21
II.11. Extraction et rendement des huiles essentielles	22
II.12. Technique d'élevage	23
II.13. Procédure de sélection	24
II.14. Traitement et bioessais	24
II.15. Dosage des biomarqueurs	25
II.15.1. Dosage des glutathion S-transférases	25
II.15.2. Dosage de la catalase	25
II.16. Extraction et dosage des constituants biochimiques	27
II.16.1. Dosage des protéines totales	27
II.16.2. Dosage des glucides totaux	28
II.16.3. Dosage des lipides totaux	30
II.17. Etude morphométrique	30
II.18. Analyse statistique	30
III. Résultats	31
III.1. Détermination du rendement d'extraction :	31
III.2. Effet d'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> sur les biomarqueurs enzymatiques	31
III.2.1. Effet sur l'activité spécifique des glutathion S-transférases	31
III.2.2. Effet sur l'activité spécifique de la catalase	32
III.3. Impact d'huile essentielle sur la composition biochimique des moustiques	33
III.3.1. Effet sur le contenu en protéines totales	33
III.3.2. Effet sur le contenu en glucides totaux	34
III.3.3. Effet sur le contenu en lipides totaux	35
III.4. Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> sur la croissance de <i>Culiseta longiareolata</i> et <i>Culex pipiens</i>	36
III.4.1. Croissance pondérale	36
III.4.2. Croissance linéaire	38
IV. discussion	41
IV.1. Rendement des huiles essentielles	41
IV.2. Effet d'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> sur les biomarqueurs enzymatiques	41
IV.2.1. Effet d'HE de <i>Salvia officinalis</i> sur l'activité spécifique des GSTs	42
IV.2.2. Effet d'HE de <i>Salvia officinalis</i> sur l'activité spécifique des Catalase	43
IV.3. Impact d'huile essentielle sur la composition biochimique des moustiques	45
IV.3.1. Effet sur le contenu en protéines totales	45
IV.3.2. Effet sur le contenu en glucides totaux	46
IV.3.2. Effet sur le contenu en lipides totaux	46
V. Conclusion et perspectives	47
Références bibliographique	48

Liste des tableaux :

Numéro de tableau	Titre de tableau	La page de tableau
Tableau 01	La classification de la sauge officinale	6
Tableau 02	Composition chimique de L'huile essentielle de <i>S. officinalis</i>	11
Tableau 03	La classification de <i>Culex pipiens</i>	15
Tableau 04	La position systématique de <i>Cs longiareolata</i>	16
Tableau 05	Dosage des protéines totales chez les moustiques	28
Tableau 06	Dosage des lipides totaux chez les moustiques	28
Tableau 07	Dosage des glucides totaux chez les moustiques	30
Tableau 08	Effet de l'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> sur l'activité spécifique des GSTs ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves du quatrième stade de <i>Cs longiareolata</i> et <i>Cx pipiens</i> ($m \pm \text{sem}$, $n=4$).	31
Tableau 09	Effet de l'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> sur l'activité spécifique de catalase ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves du quatrième stade de <i>Cs longiareolata</i> et <i>Cx pipiens</i> ($m \pm \text{sem}$, $n=4$).	32
Tableau 10	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL50) sur le poids (mg) des larves du quatrième stade chez <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).	37
Tableau 11	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL ₅₀) sur le poids (mg) des larves du quatrième stade chez <i>Culex pipiens</i> ($m \pm \text{SD}$, $n = 4$ répétitions comportant chacune 10 individus).	37

	Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).	
Tableau 12	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL ₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du quatrième stade chez <i>Culiseta longiareolata</i> (m ± SD, n = 4 répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).	39
Tableau 13	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL ₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du quatrième stade chez <i>Culex pipiens</i> (m ± SD, n = 3 répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).	39

Liste des figures :

Numéro de figure	Titre de figure	La page de figure
01	La famille <i>lamiacée</i>	3
02	<i>Salvia officinalis</i>	4
03	Aspect de <i>Salvia officinalis</i>	5
04	La répartition géographique de la plante dans le monde (Walker et al, 2004).	6
05	Quelque produit du <i>Salvia officinalis</i>	7
06	Extraction de l'HE par l'hydrodistillateur	8
07	<i>Culex pipiens</i>	14
08	Male de <i>Culiseta longiareolata</i>	15
09	Femelle de <i>Culiseta longiareolata</i>	15
10	Cycle de développement <i>Culex pipiens</i> (Tabti, 2017)	17
11	Œuf de <i>Cx pipiens</i>	18
12	Œuf de <i>Cs longiareolata</i>	18
13	Larve <i>Cx pipiens</i>	19
14	Larve <i>Cs longiareolata</i>	19

15	Nymphe de <i>Cs longiareolata</i>	19
16	Nymphe de <i>Cx pipiens</i>	19
17	Adulte femelle <i>Cs logiareolata</i>	20
18	Adulte femelle <i>Cx pipiens</i>	20
19	Tête <i>Cx pipiens</i>	20
20	Thorax <i>Cx pipiens</i>	21
21	Abdomen <i>Cx pipiens</i>	22
22	Les étapes de l'extraction de l'HE	23
23	Récepteur des moustiques	24
24	Site d'élevage Hammamet	24
25	Technique d'élevage des moustiques	24
26	les étapes de dosage l'activité du catalase	27
27	les étapes de Dosage des glucides totaux	29

28	Effet de l'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> (CL ₅₀) sur l'activité spécifique des GSTs ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves 4 de <i>Cs longiareolata</i> et <i>Cx pipiens</i> ($m \pm \text{SD}$, $n=4$). (ns : Différence non significative ($p>0,05$) ; ** Différence hautement significative ($p<0,01$) ; *** Différence très hautement significative ($p<0,001$) entre les séries témoins et traitées).	32
29	Effet de l'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> (CL ₅₀) sur l'activité spécifique de la catalase ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves 4 de <i>Cs longiareolata</i> et <i>Cx pipiens</i> ($m \pm \text{SD}$, $n=4$). (ns : Différence non significative ($p>0,05$) *** Différence très hautement significative ($p<0,001$) entre les séries témoins et traitées).	33
30	Effet de l'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> (CL ₅₀) sur le contenu en protéine ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les larves 4 de <i>Cs longiareolata</i> et <i>Cx pipiens</i> ($m \pm \text{SD}$, $n=4$). (*** Différence très hautement significative ($p<0,001$) entre les séries témoins et traitées).	34
31	Effet de l'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> (CL ₅₀) sur le contenu en glucide ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les larves 4 de <i>Cs longiareolata</i> et <i>Cx pipiens</i> ($m \pm \text{SD}$, $n=4$). (ns Différence non significative ($p>0,05$) ; ** Différence hautement significative ($p<0,01$) ; *** Différence très hautement significative ($p<0,001$) entre les séries témoins et traitées).	35
32	Effet de l'huile essentielle de <i>S. officinalis</i> (CL ₅₀) sur le contenu en lipides ($\mu\text{g}/\text{individu}$) chez les larves 4 de <i>Cs longiareolata</i> et <i>Cx pipiens</i> ($m \pm \text{SD}$, $n=4$). (*** Différence très hautement significative ($p<0,001$) entre les séries témoins et traitées).	36
33	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL ₅₀) sur le poids (mg) des larves du 4^{ème} stades chez <i>Culiseta longiareolata</i> ($m \pm \text{SD}$, $n = 4$).	38
34	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL ₅₀) sur le poids (mg) des larves du 4^{ème} stades chez <i>Culex pipiens</i> ($m \pm \text{SD}$, $n = 4$).	38

35	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL ₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du 4^{ème} stades chez <i>Culiseta longiareolata</i> (m ± SD, n = 4).	40
36	Effet d'huile essentielle de <i>Salvia officinalis</i> (CL ₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du 4^{ème} stades chez <i>Culex pipiens</i> (m ± SD, n = 4).	40

ملخص:

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد الفعالية القاتلة لليرقات للزيت العطري المستخرج من نبات سالفيا أوفيسيناليس ضد نوعين من أكثر أنواع البعوض وفرة في منطقة تبسة *Culex pipiens* و *Culiseta longiareolata*. تم اختبار الزيت الاساسي المستخرج من سالفيا أوفيسيناليس على يرقات المرحلة الرابع المنبعثة حديثاً من *Culex* و *Culiseta* في ظل ظروف معملية وفقاً لتوصيات منظمة الصحة العالمية. تم فحص التأثيرات على المؤشرات الحيوية الأنزيمية (GSTs و catalase) ، المعلمات الشكلية والتركييب الكيميائي الحيوي لليرقات. أعطى محصول الزيت العطري من النبات كمية معنوية تقدر بـ 2.49٪ من المادة الجافة. كشف النشاط الأنزيمي المحدد في اليرقات المعالجة (LC50) بالزيت الأساسي عن تحريض لنظام إزالة السموم ، يترجم عن طريق زيادة نشاط GSTs والكاتالاز. بالإضافة إلى ذلك ، تم النظر في دراسة قياس الوزن وعرض الصدر من يرقات المرحلة الرابعة من *Culex pipiens* و *Culiseta longiareolata* ، وأظهر تحليل البيانات أن سالفيا أوفيسيناليس تسبب انخفاضاً في معايير النمو هذه. بالإضافة إلى ذلك ، فهي تقلل بشكل كبير من محتوى البروتينات والكربوهيدرات والدهون في اليرقات. **الكلمات المفتاحية:** البعوض ، الزيوت الأساسية ، *C. pipiens* ، *C. longiareolata* ، سالفيا أوفيسيناليس ، المؤشرات الحيوية ، قياس الشكل ، التركيب الكيميائي الحيوي.

Résumé :

Cette présente étude a pour but de déterminer l'activité larvicide d'huile essentielle extraite de *Salvia officinalis* à l'égard de deux espèces de moustiques les plus abondantes dans la région de Tébessa *Culex pipiens* L. et *Culiseta longiareolata*.

Le HE extraites de *Salvia officinalis* a été testées sur les larves 4 nouvellement exuvies de *Culex* et *Culiseta* dans les conditions du laboratoire selon les recommandations de l'organisation mondiale de la santé.

Les effets ont été examinés sur les biomarqueurs enzymatiques (GSTs et catalase), les paramètres morphométriques et la composition biochimique des larves.

Le rendement de l'huile essentielle de la plante a donné une quantité importante estimée à 2,49% de la substance sèche.

L'activité enzymatique déterminée chez les larves traitées (CL50) à l'huile essentielle a révélé une induction du système de détoxification, traduites par une augmentation de l'activité des GSTs et de la catalase.

Par ailleurs, l'étude morphométrique ont été considérés, le poids et la largeur du thorax des larves du quatrième stade L4 de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, l'analyse des données montre que *Salvia officinalis* provoque une diminution de ces paramètres de croissance plus, elles réduisent significativement le contenu en protéines, glucides et lipides chez les larves.

Mots clés: Moustiques, Huiles essentielles, *C. longiareolata*, *C. pipiens*, *Salvia officinalis*, Biomarqueurs, Morphométrie, Composition biochimique.

Abstract:

This present study aims to determine the larvicidal activity of essential oil extracted from *Salvia officinalis* against two species of the most abundant mosquitoes in the region of Tébessa *Culex pipiens L.* and *Culiseta longiareolata*.

The HE extracted from *Salvia officinalis* was tested on newly exuviated larvae of *Culex* and *Culiseta* 4 under laboratory conditions according to the recommendations of the World Health Organization.

Effects were examined on enzymatic biomarkers (GSTs and catalase), morphometric parameters and biochemical composition of larvae.

The yield of the essential oil from the plant gave a significant amount estimated at 2.49% of the dry substance.

The enzymatic activity determined in the larvae treated (LC50) with essential oil revealed an induction of the detoxification system, translated by an increase in the activity of GSTs and catalase.

In addition, the morphometric study were considered, the weight and the width of the thorax of the fourth stage L4 larvae of *Culex pipiens* and *Culiseta longiareolata*, the analysis of the data shows that *Salvia officinalis* causes a decrease in these growth parameters. In addition, they significantly reduce the content of proteins, carbohydrates and lipids in the larvae.

Keywords: Mosquitoes, Essential oils, *C. longiareolata*, *C. pipiens*, *Salvia officinalis*, Biomarkers, Morphometry, Biochemical composition.

Introduction

I. Introduction

D'une part, les moustiques jouent un rôle important dans la faune terrestre et aquatique, et d'autre part, ils combattent également les maladies transmises par les piqûres, ce qui fait de ces arthropodes un matériau de recherche important pour les biologistes. (**Boulkenafet, 2006**).

Au cours des deux dernières décennies, la faune culicidienne d'Algérie a fait l'objet de nombreux travaux portant davantage sur la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique des moustiques (**Bendali, 1989 ; Laouabdia-Sellami, 1992 ; Rehim, 1993 ; Djebbar, 2000 ; Bendali et al., 2001 ; Bendali, 2006 ; Boudjellida et al., 2005**).

Des millions de personnes meurent chaque année de maladies telles que le paludisme, la dengue, la fièvre jaune, la filariose et le chikungunya, qui sont toutes principalement transmises par les moustiques (**James, 1992**). Les allergies sont également provoquées par les piqûres de moustiques.

Chez les personnes qui incluent des réactions cutanées localisées ainsi que des réactions généralisées comme l'érythème (**Peng et al, 1999**).

Un grand nombre de ces infections peuvent être évitées en utilisant des précautions de lutte anti vectorielle. En raison de leur environnement limité, le contrôle des moustiques lorsqu'ils sont encore des larves est crucial pour leur contrôle. Les insecticides chimiques ne contrôlent plus efficacement les populations de moustiques en raison d'une résistance accumulée, et ils ont également des effets négatifs sur les écosystèmes aquatiques en raison de leur nature non biodégradable et de leur propriété de multiplication biologique (**Anjali Rawani, Ghosh et Chandra 2013**).

L'être humain cherche, depuis longtemps, à lutter contre les moustiques vecteurs de maladies, par l'utilisation des extraits de plantes et les huiles essentielles comme bioinsecticides, pour remplacer les insecticides chimiques (**Brakni et douib, 2019**).

Les plantes sont de riches sources de produits chimiques bioactifs qui pourraient fournir des alternatives potentielles aux agents actuellement utilisés pour lutter contre les insectes.

Par conséquent, beaucoup de travaux ont été consacrés au développement de matériaux d'origine végétale pour des produits pouvant être utilisés comme insecticides industriels (**Kim et al., 2000**).

Nous intéressons à l'extraction des huiles essentielles de *Salvia officinalis* de la région de Tébessa dans le cadre de la valorisation des espèces végétales algériennes et compte tenu des vertus thérapeutiques que représentent les *Lamiacées*. Notre sélection s'est concentrée sur

cette plante aromatique car elle est assez commune en Algérie et est fréquemment utilisée en médecine traditionnelle, notamment pour la lutte contre les moustiques.

En Algérie, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* sont considérées parmi les espèces les plus abondantes (**Aissaoui et Boudjelid, 2014**).

Le but de notre étude expérimentale est de découvrir l'effet d'huile essentielle de *salvia officinalis* sur la croissance, les compositions biochimiques et les biomarqueurs enzymatiques à l'égard deux espèces de moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* les espèces de moustiques les plus abondantes dans la région de Tébessa.



**Matériels et
méthodes**

II. Matériels et méthodes

II.1. Généralité sur la famille *lamiacée*

La famille de plantes la plus variée est celle des *Lamiacées* anciennement connu sous le nom de *Labiatae*. Elle est très médicinale en raison de sa forte teneur en matières volatiles (Sarac N, Ugur A. 2007). Les *Lamiacées* est l'une des familles de plantes à fleurs les plus grandes et les plus distinctives, avec environ 258 genres et près de 6900 espèces dans le monde (Naghbi et al., 2005). Ils originaires de la région méditerranéenne et couramment utilisées comme herbes culinaires, est également utilisée depuis longtemps pour un certain nombre d'usages médicaux. (Patrignani et al., 2021.)



Figure 01 : la famille lamiacée

II.2. Genre *Salvia*

Le *Salvia* comprend des espèces annuelles, bisannuelles ou vivaces. Les tiges sont généralement quadrangulaires inclinées comme les autres membres de la famille des lamiacées. Les feuilles sont généralement entières, mais parfois dentées ou pennées. Les hampes florales portent de petites bractées inégales (Scully, 2008). Le genre *Salvia* (Sauge) fait partir des genres les plus importants de la famille des Lamiacées, comprenant près de 900 espèces réparties dans le monde entier. L'Algérie compte 23 espèces du genre *Salvia* (Quezelet Santa, 1963).

II.3. Espèce *Salvia officinalis*

II.3.1. Définition

« *Qui a de la sauge dans son jardin, n'a pas besoin d'un médecin* » latin *salvare*.

La Sauge, *Salvia officinalis*, de la famille des labiées, aussi appelée Sauge de Grèce, Herbe sacrée, Genre Sauge, Thé de Grèce, Thé de France, Thé d'Europe, Salel, Sauge franche, Thé sacré.

La sauge est une espèce végétale appartenant à la famille des Lamiaceae. C'est une famille cosmopolite d'arbres contenant environ 31 genres et 2700 espèces. En Algérie, 30 espèces végétales sont répertoriées dans diverses régions et classées selon leurs caractéristiques morphologiques. (Longaray et al., 2007 ; Maksinovic et al, 2007). Cette plante a été largement utilisée dans la préparation de nombreux aliments ; en effet dans la médecine traditionnelle, elle a été utilisée pour le traitement de divers types de troubles, notamment convulsions, ulcères, goutte, rhumatismes, inflammations, vertiges (Ghorbani Esmailzadeh, 2017)



Figure02 :*Salvia officinalis*

II.3.2. Historique

La *Salvia officinalis* est une plante annuelle et bisannuelle d'origine méditerranéenne communément appelée « sauge ». Selon la première histoire, les Grecs, les Romains et les Arabes cultivaient tout un type d'épinard appelé "Chia", et les Mexicains, les Grecs et les Romains faisaient de même.

Morsure de serpent utilisé comme tonique et compressif contre les morsures de serpent. L'utilisation des feuilles de sauge comme cigarettes pour traiter l'asthme, notamment au printemps, remonte au XVIIIe siècle (Djerroumi et Nacef, 2004). C'est une plante sacrée du passé. Depuis le Moyen Âge, elle est utilisée comme tisane pour faciliter la digestion. On lui attribue aussi des propriétés antiseptiques, énergétiques et elles pourraient même de stimuler la mémoire (Pujuguet, 2008). De nombreux noms ont été donnés à la sauge. Ibn El Beytar prétend que les andalous l'appellent Essalma et ajoute que les botanistes espagnols l'appellent Salbia. En Algérie, le terme Souek Ennebi a été donné comme synonyme (Khiredine, 2013).

II.3.3. Description botanique

Cette plante vibrante à la base élancée forme un buisson pouvant atteindre 80 cm de hauteur, possède des tiges vertes et des feuilles plutôt grandes, épaisses et opposées. Il a également des fleurs bleu-violet qui est disposées en groupes de trois à six le long des verticilles. Le calice campanulé à 5 dents longues et corolle bilabée supérieure en casque et lèvre inférieure trilobée ; les fruits en forme de tétra akènes (**Madi, 2010**). Casque et lèvres inférieures trilobées (**Hans, 2007**), font leur apparition vers le mois de mai, le début de l'été et restent ouvertes au début de l'automne (**Kintzios, 2000**). Les fruits sont des petits akènes reposant sur des cupules ouvertes (**Paris et Hurabiel, 1981**). Les graines sont petites brunes et rondes (**Vilmorin et al., 1883**).



Figure03 : Aspect de *Salvia officinalis*.

II.3.4 Répartition géographique de la plante

Sur les plus de 900 espèces qui composent le genre *Salvia*, qui fait partie de la famille des *Lamiacées*, 23 ont été identifiées en Algérie (**Salah et al., 2006**). La distribution des espèces de *Salvia* à travers le monde est illustrée à la figure 04, il y a 500 espèces en Amérique centrale et du Sud, 250 espèces dans la région méditerranéenne et en Asie centrale et 90 espèces en Asie de l'Est (**Walker, 2004**).

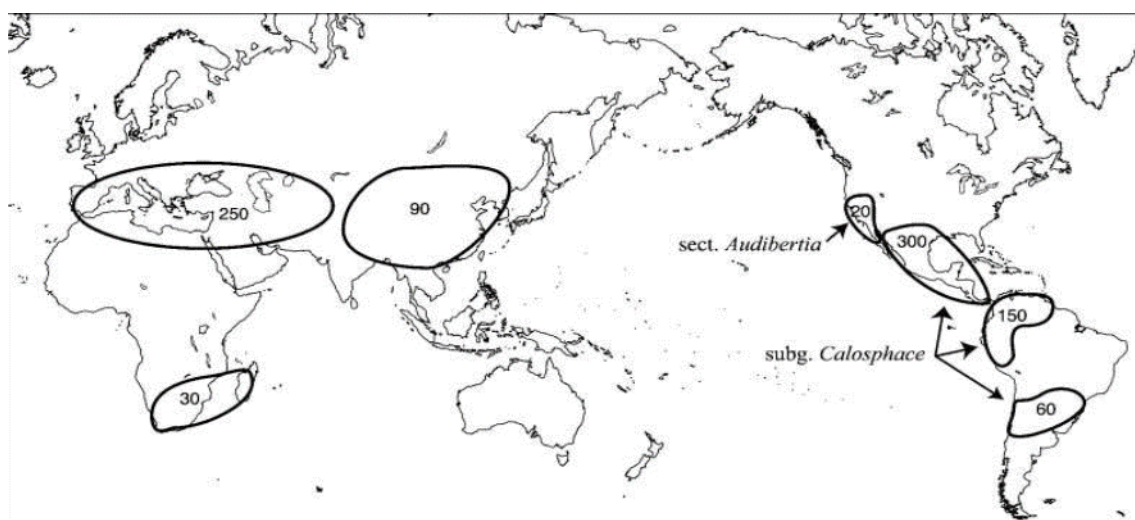


Figure 04: La répartition géographique de la plante dans le monde (Walker et al., 2004).

II.3.5. Classification :

- **Noms communs :** Herbe sacrée, thé de Grèce, herbe sage (Fulbert et al., 1992).
- **Nom anglais :** Great sage, sage (Vilmorin et al., 1883).
- **Arabe :** Souek Ennebi (Djelili, 2007).

Tableau N01 : Selon (Demet. Nuket, 2016), la classification de la sauge officinale est la suivante :

Règne	Plantae (végétal).
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Cormophytes.
Division	Magnoliophyts.
Classe	Magnoliopsids.
Sous-classe	Asteridae.
Ordre	Lamiales.
Famille	Lamiacées.
Genre	<i>Salvia</i>
Espèce	<i>Salvia officinalis</i>

II.3.6. Utilisation traditionnelle de *Salvia officinalis*

La sauge (*Salvia officinalis*) est une des plantes les plus utilisées pour stimuler les gens anémiques, les personnes stressées et déprimées, et les étudiants en période d'examen. Pour usage externe, elle est appliquée en gargarisme contre les inflammations de la bouche, les

abcès et pour le nettoyage et la cicatrisation des plaies (Djerroumi et Nacef, 2004). Les espèces *Salvia* ont un grand intérêt en cosmétologie, dont les extraits de *S. officinalis* et *S. lavandula efolia* sont largement introduits dans les produits de beauté et les parfums. La sauge peut être utilisée comme compresse ou infusion ou dans les préparations des masques de visage (Radulescu et Silvia et al, 2004).



Figure 05 : Quelque produit du *Salvia officinalis*.

II.3.7. Usages alimentaires

Au Mexique et en Amérique latine, les graines de quelques espèces de sauge sont intensivement employées par les Américains indigènes comme source de nourriture et aussi pour préparer ses boissons. La découverte des antioxydants a augmenté l'usage des extraits de sauge officinale connue par son activité antioxydante élevée. La sauge officinale est riche en huiles essentielles que l'on extrait par distillation, vu ses propriétés importantes, elle est l'une des plantes les plus utilisées (Radulescu et al, 2004).

II.4. Définition d'huile essentielle

Une huile essentielle est un extrait liquide et aromatique obtenu généralement par distillation à la vapeur d'eau à partir d'une plante, et qui en concentre les actifs volatils. Elle représente la quintessence de la plante, sous forme de concentré, riche d'une très grande variété de substances actives identifiées très précisément par analyse chromatographique (web1).

II.4.1. Méthodes d'obtention de l'huile essentielle

Il existe différentes méthodes pour l'extraction des essences végétales, cette diversité est due à la variété des matières premières et à la sensibilité considérable de leurs constituants (Garnero, 1977).

II.4.1.1. Extraction par hydro distillation

Cette technique est la plus simple et la plus ancienne en usage. Elle est produite en dispositif utilisé par Clevenger. Le matériel végétal est directement inséré dans un alambic plein de l'eau placée au-dessus d'une source de chaleur. Ensuite, le tout est soumis à une éjection afin de rompre les cellules végétales et de libérer les molécules aromatiques volatiles qui constitueront finalement le produit final. L'huile essentielle de cette plante. La vapeur d'hydrogène se condense dans le serpentin, un long et fin tube hélicoïdal en verre immergé dans l'eau froide.

Enfin, l'eau infusée de principe actif est recueillie dans un récipient spécial appelé "Vase Florentin", où la séparation de l'huile essentielle et de l'eau aura lieu. Plus léger que l'eau (sauf quelques rares cas), il flotte au-dessus de l'hydrolat, qui finira par flotter car il a une densité inférieure à l'eau (sauf quelques rares cas, auquel cas il sera récupéré au fond du vase). Le processus de distillation est assez rapide (1h30 suffit généralement pour extraire la majorité des composés volatils d'une plante) (Piollet, 2010).



Figure 06 : Extraction de l'HE par l'hydrodistillateur

II.4.1.2. Entraînement à la vapeur d'eau

L'entraînement à la vapeur d'eau est l'une des méthodes officielles pour l'obtention des huiles essentielles. A la différence de l'hydrodistillation, cette technique ne met pas en contact direct l'eau et la matière végétale à traiter. De la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille. Durant le passage de la vapeur à travers le matériel, les cellules éclatent et libèrent l'huile essentielle qui est vaporisée sous l'action de la chaleur pour former un mélange « eau + huile essentielle ». Le mélange est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en une phase aqueuse et une phase organique: l'huile essentielle. L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile (MARIE, 2005).

II.4.1.3. Expression à froid

La technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique. Elle consiste à rompre ou dilacerer les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit, l'épicarpe, pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification.

Les essences de Citrus ont longtemps été extraites manuellement, la mécanisation et l'industrialisation de la technique d'expression à froid ne s'étant effectuées qu'au début du XXe siècle, afin de diminuer les coûts de production et d'améliorer les rendements pour faire face à l'augmentation de la demande. Les systèmes récents, comme la « Food Machinery Corporation-in-line» (FMC), permettent d'extraire le jus de fruit et l'essence de manière quasi-simultanée sans contact des deux. C'est pourquoi l'expression à froid est la méthode de choix pour extraire ces essences, d'autant que la distillation n'est plus une technique très appropriée.

En effet, la distillation produit des huiles aromatiques de moindre qualité principalement due à une présence importante d'aldéhydes, composés sensibles à l'oxydation et à la chaleur (Belsito et Carbone *et al*, 2007).

II.4.1.4. Extraction par fluide à l'état supercritique

L'originalité de la technique d'extraction par fluide supercritique, dite SFE, provient de l'utilisation de solvants dans leur état supercritique, c'est-à-dire dans des conditions de températures et de pressions où le solvant se trouve dans un état intermédiaire aux phases liquide et gazeuse et présente des propriétés physico-chimiques différentes, notamment un pouvoir de solvation accru. Si, en pratique, de nombreux solvants peuvent être employés, 90% des SFE sont réalisées avec le dioxyde de carbone (CO₂), principalement pour des raisons pratiques. En plus de sa facilité d'obtention due à ses pression et température critiques

relativement basses, le CO₂ est relativement non toxique, disponible à haute pureté et à faible prix, et il possède l'avantage d'être éliminé aisément de l'extrait (**Gomes et Mata, 2007**). La SFE est une technique dite « verte » utilisant pas ou peu de solvant organique et présentant l'avantage d'être bien plus rapide que les méthodes traditionnelles. Les compositions chimiques des HE ainsi obtenues peuvent présenter des différences, qualitatives et quantitatives, avec celles issues de l'hydro distillation (**Gomes et Mata, 2007 ; Paterson et Machmudah et al 2006 ; Pereira et Meireles, 2010**).

II.5. L'huile essentielle de sauge

II.5.1. Définition

Plus de 50 composés ont été identifiés dans les huiles essentielles de tiges et de feuilles de la plante *Salvia officinalis* L. (**Santos-Gomes et Fernandes-Ferreira, 2001**). La teneur en huiles essentielles des feuilles sauvages séchées est entre 1,5 et 3,5% (**Raal et al, 2007**). Les huiles essentielles de la *sauge* ont été étudiées pour leurs activités antimutagènes, antimicrobiennes, antivirales, conservatrices, antifongiques, antioxydant et antiseptiques (**Arceusz et al, 2020**). Ces huiles sont appliquées dans le traitement d'un large éventail de maladies telles que le système nerveux, la circulation cardiaque, les maladies respiratoires, digestives, métaboliques et endocriniennes (**Radulescu et al, 2004**).

II.5.2. Composition chimique de l'huile essentielle de *S. officinalis*

Les compositions chimiques des huiles essentielles de *Salvia officinalis* sont résumé dans le tableau 02 (**Hussein Said-Al Ahl et al, 2015**).

Tableau 02: Composition chimique de L'huile essentielle de *S. officinalis*

Constituant	Quantité (%)	Constituant	Quantité (%)
Limonene	3.54	geranyl acetate	0.21
1,8-cineole	17.83	myrtenol	0.26
linalool	0.20	carveol	0.10
α -thujone	13.82	ledol	0.95
β - thujone	5.96	γ -selinene	3.73
β -pinene	0.27	caryophyllene oxide	1.06
caryophyllene	3.86	santolina triene	0.19
γ -elemene	0.20	spathulenol	0.47
(Z)-pinocamphone	0.31	humulene epoxide	1.02
camphor	26.38	myristicin	0.13
humulene	4.59	isoaromadendrene epoxide	0.31
camphene	0.25	α -santalo	0.11
α -terpineol	1.50	Caryophyleine (I3)	1.10
borneol	3.06	manoyl oxide	5.46
α -terpinyl acetate	2.02	β -selinene	0.45

II.5.3. Utilisation traditionnelle de *Salvia officinalis* L

La sauge est considérée comme un stimulant pour les gens anémiques, aussi pour les personnes stressées et déprimées, et conseillée pour les étudiants en période d'examen (Djerroumi et Na-cef 2004). Elle a une activité tranquillisante qui peut calmer les crises de la maladie d'Alzheimer, elle augmente la disponibilité synaptique de l'acétylcholine, par inhibition de l'acétylcholine estérase, de ce fait, la sauge aide à améliorer les fonctions cognitives, chez les patients souffrant de cette maladie (Mohammadi et al., 2003 ; Tildesley et al., 2005). Ainsi, elle est utilisée sous forme de perfusion ou de décoction à gargariser pour traiter les maux de gorge dus à une inflammation du larynx, une bronchite, etc. (Skoufogiannil et al, 2017) .

II.5.4. Activités biologiques d'huile essentielle de *Salvia officinalis* :

II.5.4.1. Activité antioxydant :

Le stress oxydatif joue un rôle important dans l'initiation et la progression de plusieurs maladies, comme le cancer, les troubles cardiovasculaires, le diabète et les maladies neurologiques (Toyokuni, 2016).

Les antioxydants naturels protègent les cellules contre la ROS, alors que plusieurs études suggèrent que *Salvia officinalis* possède de puissantes activités antioxydantes (Horvathova et al., 2016).

❖ **Antioxydants:**

Un antioxydant est toute substance, présente à une concentration inférieure à celle du substrat oxydable, qui est capable de retarder ou de prévenir l'oxydation de ce substrat (Halliwell, 1999). Les deux types sont les antioxydants endogènes et enzymatiques (catalase, glutathion) et les antioxydants exogènes.

II.5.4.2. Activité antibactérienne

L'huile essentielle de sauge inhibe la croissance de certaines bactéries à gram+: *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Bacillus subtilis* et *Bacillus cereus*. Ces résultats sont d'autant plus intéressants, que certaines de ces souches peuvent être pathogènes chez l'homme et présentent des résistances aux antibiotiques classiques (Ben Kheder et al., 2017). Les acides oléaniques et ursoliques, testés séparément, permettent d'inhiber la croissance de certaines bactéries multi-résistantes comme *Streptococcus pneumoniae* résistant à la pénicilline, les enterococci résistants à la vancomycine et *Streptococcus aureus* résistant à la méthicilline (Ghorbani et Esmailizadeh, 2011).

II.5.4.3. Activité anti-inflammatoires

L'inflammation et la douleur sont les deux principaux symptômes qui se produisent en réponse à des dommages aux tissus. Les médicaments conservateurs anti-inflammatoires nonstéroïdiens sont encore un élément clé du traitement pharmacologique de ces symptômes. Cependant, les utilisations cliniques de ces médicaments sont accompagnés d'effets secondaires désagréables tels que les complications cardiovasculaires (Brune, 2015). Des études ont montré que *Salvia officinalis* a été anti-inflammatoire. Par exemple, il a été démontré que cette plante aide à contrôler la douleur neuropathique en chimiothérapie (Abad, 2011).

II.5.4.4. Activité anticancéreuse

Des études biologiques ont démontré que les huiles essentielles des espèces *Salvia* ont une activité anticancéreuse potentielle. L'huile de *S. officinalis* était capable d'inhiber la croissance de l'adénocarcinome des cellules rénales avec une IC₅₀ de 100, 70 µg / ml (Loizzo et al., 2007).

II.6. Généralité sur les *Culicidae*

Les moustiques sont des insectes qui appartiennent à la famille des *Culicidae*. Les *Culicidae* sont des insectes piqueur-suceurs de sang classé dans l'ordre des Diptères et du sous-ordre des

Nématocères. La famille des *Culicidés* se divise en trois sous-familles, les *Toxorhynchitinae*, les *Anophelinae* et les *Culicinae*; (**Matile, 1993; Brunhes et al. 1999**).

Les moustiques sont des diptères primitifs de petite taille (3-10 mm), Ils sont caractérisés par leurs antennes longues et fines, la présence d'écailles sur les nervures de leurs deux ailes et leurs pièces buccales de type piqueur-suceur. Seules les femelles se nourrissent de sang et occasionnent donc des piqûres. Les mâles, quant à eux, sont inoffensifs et se nourrissent de sucres végétaux. Leur développement comme celui de tout insecte à métamorphose complète (holométabole) se déroule en deux phases à savoir (**ROTH, 1980**).

- La phase aquatique regroupant: l'œuf, les quatre stades larvaires et la nymphe.
- La phase aérienne qui concerne l'adulte ailé ou imago.

En Algérie, seules les deux sous-familles *Culicinae* et *Anophelinae* sont représentés avec un total de six genres (**Berchi, 2000**), la sous famille des *Culicinae* comprend cinq genres: *Aed* (**Meigen, 1818**), *Orthopodomyia* (**Theobald, 1904**) et *Uranotaenia* (**Lynch Arribalzaya, 1904**), *Culex* (**Linné, 1758**), *Culiseta* (**Neveu Lemaire, 1902**). Ces deux derniers comprennent plusieurs espèces parmi elles *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* font l'objet de ce chapitre.

II. 7. Présentation de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*

II.7.1. Définition de *Culex pipiens*

Culex pipiens est un moustique qui appartient à une variété dite commune de moustiques (*Culex*) européens. Il est également nommé maringouin, cousin ou moustique domestique (**Pierrick, 2014**). Il appartient à l'ordre des diptères (holométaboles) caractérisés par une seule paire d'ailes (mésothoracique) bien développées (**Aouati, 2016**). Tout comme chez les autres espèces de moustiques, c'est la femelle (figure 07) qui pique pour la maturation des œufs. Le sang consommé est donc indispensable à la reproduction de cette espèce (**Pierrick, 2014**). C'est un moustique ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes, il est actif pendant toute l'année et atteint son maximum de développement pendant les saisons chaudes (**Faraj et al., 2006**). Sous nos climats, la période de l'année correspondante est l'été (**Resseguier, 2011**).



Figure07 : *Culex pipiens* (dhikra et Hafidha)

II.7.2. Caractéristiques de *Culex pipiens* :

Culex pipiens possède les principales caractéristiques:

- ❖ Les palpes maxillaires sont allongés chez le male (plus longs que la trompe) et sont légèrement recourbé vers le haut. Ils sont plus courts que la trompe chez la femelle (environ un quart de sa taille).
- ❖ Au repos, l'abdomen des adultes est quasiment parallèle au support.
- ❖ il possède trois paires d'appendices locomoteurs.
- ❖ les larves possèdent des antennes allongées et un siphon respiratoire long.
- ❖ Ce moustique est situé dans ce qu'on appelle les complexes *pipiens* grâce à certain nombre de caractéristiques biologiques tels que : l'absence de pouvoir autogène, une ornithophilie essentielle et l'existence d'une longue diapause ovarienne accompagnée par un développement externe du corps gras (**Ronbaud, 1957**).

II.7.3. Position systématique :

La position systématique de moustiques *Culex pipiens* a été proposée par **Linné, (1758)**

Comme suit:

Tableau 03 : La classification de *Culex pipiens* :

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

II.8. Définition de *Culiseta longiareolata* :

Les moustiques ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'homme, principalement en raison du fait qu'ils peuvent être des vecteurs de maladies. *Culiseta longiareolata* est un insecte nuisible à métamorphose complète, plus abondant dans les régions chaudes. Il fait partie des Diptères, famille des *Culicidés*. Ce moustique est d'une taille qui varie de 3 à 5mm. Il possède un corps mince, et des pattes longues, et fines avec des ailes membraneuses longues, et étroites (**Villeneuve et Desire, 1965**).

**Fig 08** : Male de *Culiseta longiareolata***Fig 09**: Femelle de *Culiseta longiareolata*

II.8.1. Caractéristique du *Culiseta longiareolata* :

- ❖ *Cs longiareolata* est multivoltine, 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 max de densité au printemps et un autre en automne (**BRUHNES et al., 1999**).
- ❖ Les œufs de *Culiseta* groupés en nacelle sont cylindro-coniques, porte environ 50 à 400 œufs (**BOULKENAFET, 2006**).
- ❖ Les femelles sont sténogrammes 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.
- ❖ La larve est caractérisée par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées irrégulièrement.

II.8.2. Position systématique du *Culiseta longiareolata* :

Tableau 04: La position systématique de *Cs longiareolata* comme suit (**AITKEN, 1954**) :

Règne	Animalia
Sous règne	Métazoaire
embranchement	Arthropoda
Sous embranchement	Hexapoda
Super-classe	protostomia
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Infra-classe	Neoptera
Super-ordre	Endopterygota
Ordre	Diptera
Sous-ordre	Nematocera
Infra-ordre	Culicomorpha
Famille	culicidae
Sous-famille	culicinae
Genre	<i>Culiseta</i>
Espèce	<i>Culiseta longiareolata</i>

II.9. Cycle de développement :

Les moustiques sont des insectes holométaboles, les premiers stades du développement (les oeufs, les larves et les nymphes) sont aquatiques, cependant le stade adulte à une vie aérienne. La femelle adulte est hématophage, après son émergence d'une durée estimée à 24-72h, pique les vertébrés pour sucer leur sang contenant des protéines nécessaires à la maturation des oeufs (**Klowden, 1990**). Pendant la piqûre, la femelle injecte de la salive anticoagulante qui provoque, chez l'homme, une réaction inflammatoire plus ou moins importante selon les individus (**Reinert, 2000**). La durée totale du développement, fortement influencée par la température, est de 10 à 15 jours pour les zones tropicales (**Bendali-Saoudi, 2006**).

II.9.1. œufs :

Suite à l'accouplement qui a eu lieu peu de temps après l'émergence des adultes, les femelles fécondées déposent entre 200 et 400 oeufs (**Bendali, 1989**), perpendiculairement à la surface de l'eau (**Urquhart et al., 1996 ; Wall & Shearer, 1997**). Les oeufs, sous forme cylindrique et de couleur blanchâtre au moment de la ponte, deviennent grisâtre ou noirâtre après quelques heures. Cette coloration est due à l'oxydation de certains composants chimiques de la thèque au contact de l'eau ou l'air. Les œufs éclosent d'un à trois jours en fonction de la température (**Rodain et Perez, 1985**).

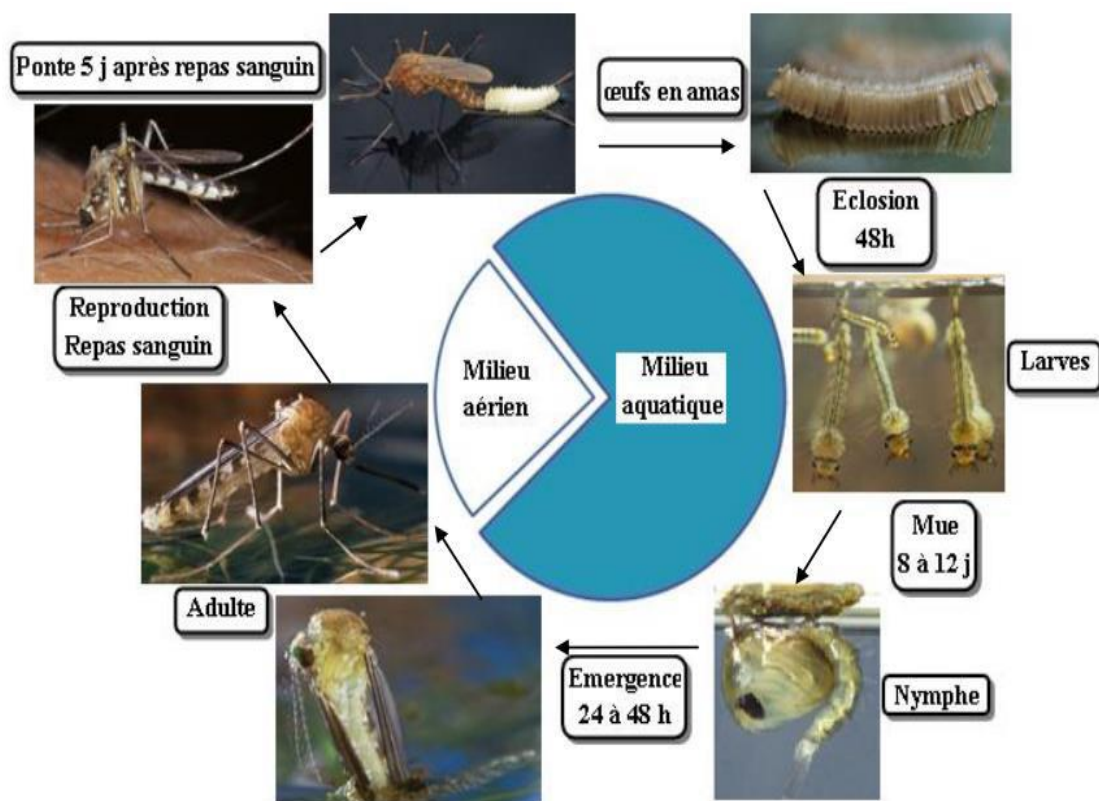


Figure 10: Cycle de développement *Culex pipiens* (Tabti, 2017)



Fig 11 : oeuf de *Cx pipiens*



Fig 12: oeuf de *Cs longiareolata* (D et H)

II.9.2. Larve :

Le développement des larves à ce stade est exclusivement aquatique, leur déplacement est assuré par des mouvements frétilants caractéristiques, et leur évolution comporte quatre stades, de taille variant de 2mm à 12mm (**Boulkenafet, 2006**). Les larves sont mobiles et respirent à la surface de l'eau par l'intermédiaire d'un siphon respiratoire situé à l'extrémité de l'abdomen. Elles se déplacent par saccades et se nourrissent de divers micro-organismes (particules végétales, bactéries et levures) (**Urquhart et al., 1996 ; Andreo, 2003**).

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 larves sont apodes, se déplacent rapidement et leur pièces buccales sont de type broyeur. Le corps de la larve est constitué de 3 parties : la tête incluse dans une capsule sclérotinisée, le thorax comprenant 3 segments fusionnés et l'abdomen pourvu de 9 segments : le dernier segment abdominal est courbé ventralement à son extrémité postérieure où se situe l'anus.



Figure 13: Larve *Cx pipiens*



Figure 14 : Larve *Cs longiareolata*

II.9.3. Nymphe:

La nymphe ou pupa également aquatique, a une forme de virgule et mobile mais ne s'alimente pas durant toute la durée de ce stade, qui varie entre 2 à 5 jours. Elle prélève l'air atmosphérique grâce à deux trompettes respiratoires situées sur le céphalothorax. Son corps est constitué de 2 parties : un large céphalothorax (antennes, trompe, pattes et ailes) et un abdomen sous forme d'une queue permet de distinguer les sexes. Chez les femelles, la queue est plus courte (**Guitsevitch et al., 1974 ; Rhodain & Perez, 1985**). Il s'agit d'un stade de transition, au métabolisme extrêmement actif, conduit à des transformations morphologiques et physiologiques du l'insecte (**Peterson, 1980**).



Figure 15 : Nymphe de *Cs longiareolata*

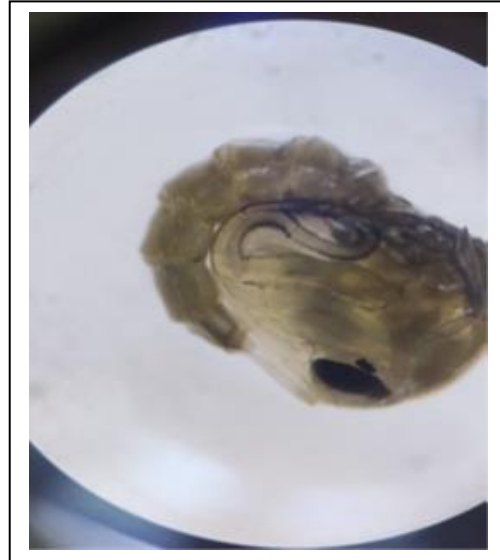


Figure 16 : Nymphe de *Cx pipiens*

II.9.4. Adulte :

Les adultes comme tous les diptères, possèdent une seule paire d'ailes membraneuses longues et étroites pourvues d'écailles le long de ses nervures, repliées horizontalement au repos. La deuxième paire est réduite à une paire de balanciers. Ils possèdent un corps mince qui se divise en trois parties : la tête, le thorax, et l'abdomen. Au niveau de la tête, l'imago se différencie des autres familles de diptères par des antennes longues, fines et articulées. Les femelles se distinguent facilement des mâles par la présence des antennes plumeuses. Elles possèdent de longues pièces buccales de type piqueur-suceur (**Wolfgang & Werner, 1988**).



Fig 17 : Adulte femelle *Cs longiareolata*



Fig 18 : Adulte femelle *Cx pipiens* (h et d)

II.10. Morphologie des larves *Culicidae* :

II.10.1. Tête :

La tête de la larve de moustique a fait l'objet de très nombreux travaux, parmi lesquelles, ceux de **Beker, (1938)**; **Snodgrass, (1959)**; **Chaudonneret, (1962)**; **Gregbine, (1966)**. Elle est Fortement chitineuse, légèrement allongée et plus au moins aplatie. Deux plaques latérales, symétriques portant les antennes et les yeux. Les pièces buccales comportent une paire de mandibules armées de dents sur leur bord distal qui forment avec le mentum, l'appareil masticateur. D'autre part, on distingue deux taches oculaires latérales, ainsi qu'une paire d'antennes variables dans leurs aspects suivant les groupes, mais portant toujours des soies caractéristiques des espèces (**Becker, 2011**).



Figure 19 : Tête *Cx pipiens* (D et H)

II.10.2. Thorax :

Le Thorax est plus large que la tête (**Balenghien, 2006**). Représenté par une masse indivisée de forme légèrement globuleuse, large aplatie dorso-ventralement, sur laquelle s'insèrent des paires de soies longues ou courtes, plus au moins ramifiées, surtout utilisée pour la détermination systématique des larves d'anophèles. Il est formé de trois segments soudés (Prothorax, mésothorax et métathorax) qui portent sur les côtés plusieurs groupes de soies disposées en éventail, dont la distinction se fait à l'aide de la chétotaxie (**Becker, 2001**).



Fig 20: Thorax *Cx pipiens* (D et H)

II.10.3. Abdomen:

L'abdomen de la larve de moustique possède 10 segments: huit segments bien apparents, le neuvième pas évident, soudé au huitième, et un dixième segment forme le segment anal. Chez les *Anophelinae*, les sept premiers segments sont semblable, le neuvième combiné au huitième formerait un anneau complet c'est lui qui porte la paire de stigmates superficiels

dorsaux, et sur sa partie latérale. Chez les *Culicineae* et les *toxorhynchitinea*, l'extrémité apicale est munie d'un organe médian, chitinisé, de forme tronconique appelé siphon respiratoire, le dixième segment est le segment anal, porte quatre longues papilles anales (Lobes annaux), une brosse ventrale et des soies caudales internes et externes, sa partie tergale comporte un sclérite (Snodgrass, 1959).



Fig 21 : Abdomen *Cx pipiens* (h et d)

II.11. Extraction et rendement des huiles essentielles

Les plantes, fraîchement récoltées, ont été nettoyées par l'eau distillée. Les feuilles sont ensuite séparées puis séchées à l'air libre, à l'abri de la lumière et l'humidité. Celles-ci ont été ensuite pesées, réduites (coupée en petites parties) pour augmenter la surface de contact avec de l'eau et récupérées dans des sacs en papier afin de les conserver jusqu'au moment de l'expérience.

La partie aérienne de la plante (feuilles) a été récoltées dans la région de Tébessa au mois de janvier (2023). Les huiles essentielles (HE) ont été isolées par hydro distillation. En utilisant un appareillage de type Clevenger (Fig.06). L'extraction a duré 2 à 3heures pour un mélange de 100g de matériel végétal sèche avec 1l d'eau distillée, l'ensemble est ensuite porté à ébullition dans un ballon à 3 cols ou fiole d'un litre surmonte d'une colonne de 60cm de longueur reliée à un réfrigérant. Les vapeurs chargées d'huile et qui traversent le réfrigérant, se condensent et chutent dans une ampoule à décanter. L'eau et l'huile se séparent par différence de densité (Bencheikh, 2012). Les huiles essentielles recueillie par décantation à la fin de la distillation, en présence de sulfate de sodium (NaSO_4) on élimine les traces d'eau résiduelles, et l'huile essentielle de (*Salvia officinalis*) 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 préserver de l'air et de la lumière. La quantité d'essence obtenue est pesée pour le calcul du rendement (Bougueraa et Ali, 2002).



Figure22 : Les étapes de l'extraction de l'HE (D et H).

Le rendement de l'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 d'échantillon de 100 g séchés jusqu'au poids constant pendant 48 heures à l'étuve à 105°C. Le rendement, exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante:

$$R = PB / PA \times 100$$

Ou

$$R = [PPB / SPA] \times 100$$

R: Rendement en HE en %.

PB: Poids d'HE en g.

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

II.12. Techniques d'élevage :

Les larves de moustiques sont élevées dans des mares temporaires situées dans la région El Hammamet et El Wiame de la ville de Tébessa. Les larves sont élevées au laboratoire dans

des récipients en verre contenant d'eau déchlorurée et nourries avec du mélange biscuit 75% - levure 25% (Rehimi et Soltani, 1999). L'eau est renouvelée chaque deux jour.



Fig 23 : Récipient des moustiques



Figure 24 : Site d'élevage Hammamet

II.13. Procédure de sélection :

25 larves du quatrième stade sont placées dans chaque gobelet de 50 cm de diamètre contenant 150 ml d'eau déchlorée .



Fig 25 : Technique d'élevage des moustiques

II.14. Traitement et bioessais :

❖ *Culiseta longiareolata* :

Les larves sont réparties en trois lots expérimentaux ;un lot témoin négatif qui ne sera pas traité, un lot témoin positif qui traité par 1ml de méthanol et un lot traité avec 12 μ l de l'huile essentielle de *S.officinalis* dissous dans 1ml de méthanol .

❖ *Culex pipiens*

Les larves sont réparties en trois lots expérimentaux ;un lot témoin négatif qui ne sera pas traité, un lot témoin positif qui traité par 1ml de méthanol et un lot traité avec 3 μ l de l'huile essentielle de *S.officinalis* dissous dans 1ml de méthanol .

❖ Les larves ne sont pas alimentées pendant les bioessais (Boyer, 2006).

II.15. Dosage des biomarqueurs:

Les larves du quatrième stade des séries témoins et traitées aux huiles essentielles (CL₅₀) ont fait l'objet du dosage des biomarqueurs de détoxification, les glutathion S-transférases (GSTs) et des biomarqueurs du stress oxydatif, la catalase (CAT) à différentes périodes après traitement : 24, 48 et 72 heures.

II.15.1 Dosage des glutathion S-transférases:

La mesure de l'activité des glutathion S-transférases (GSTs) est déterminée selon la méthode de **Habig et al. (1974)**. Elle est basée sur la réaction de conjugaison entre la GST et un substrat, le CDNB (1-chloro 2, 4 dinitrobenzène) en présence d'un cofacteur, le glutathion (GSH) et mesurée à une longueur d'onde de 340 nm dans un spectrophotomètre.

Les échantillons des séries témoins et traitées des deux espèces sont homogénéisés dans 1 ml de tampon phosphate (0,1 M ; pH 6). L'homogénat est centrifugé à 1400 trs/ mn pendant 30 mn et le surnageant récupéré servira comme source d'enzyme.

Le dosage consiste à faire réagir 200 µl du surnageant avec 1,2 ml du mélange CDNB.

L'essai est conduit avec 4 répétitions comportant chacune 10 individus avec des séries témoins.

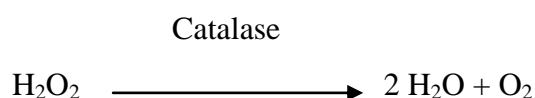
La lecture des absorbances est effectuée toutes les minutes pendant 5 minutes à une longueur d'onde de 340 nm contre un blanc contenant 200 µl d'eau distillée remplaçant la quantité de surnageant.

- L'activité spécifique est déterminée d'après la formule suivante :

$$X = \frac{\Delta Do/mn \times Vt}{9.6 \times Vs} \text{ /mg de protéines}$$

II.15.2. Dosage de la catalase :

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



Les larves du quatrième stade témoins et traitées de *C. longiareolata* et *C. pipiens*, sont prélevées à différentes périodes (24, 48, 72 heures), l'essai est conduit avec 4 répétitions comportant chacune 10 individus. Les larves sont homogénéisées dans 1ml de tampon

phosphate (100mM, pH 7,4), puis centrifugées à 15000 trs/mn, pendant 10 mn. Le surnageant récupéré servira comme source d'enzyme.

Le dosage de l'activité de la catalase s'effectue dans une cuve de spectrophotomètre en quartz à 25°C, sur une fraction aliquote de 50µl 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 750µl de tampon phosphate (100mM, pH 7,4). Après agitation, la lecture est effectuée au spectrophotomètre. La lecture des absorbances, s'effectue après chaque 5 secondes pendant 30 secondes à une longueur d'onde de 240nm contre un blanc avec 800 µl de tampon phosphate (100mM, pH 7,4), et 200 µl de H₂O₂.

L'activité spécifique est calculée selon la formule suivante :

$$X = \text{Domax} - \text{Domin} / 0,04 \text{mg de protéines}$$

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

Do max : densité optique maximum obtenue.

Do min : densité optique minimum obtenue.

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

mg de protéines : quantité de protéines exprimée en mg.

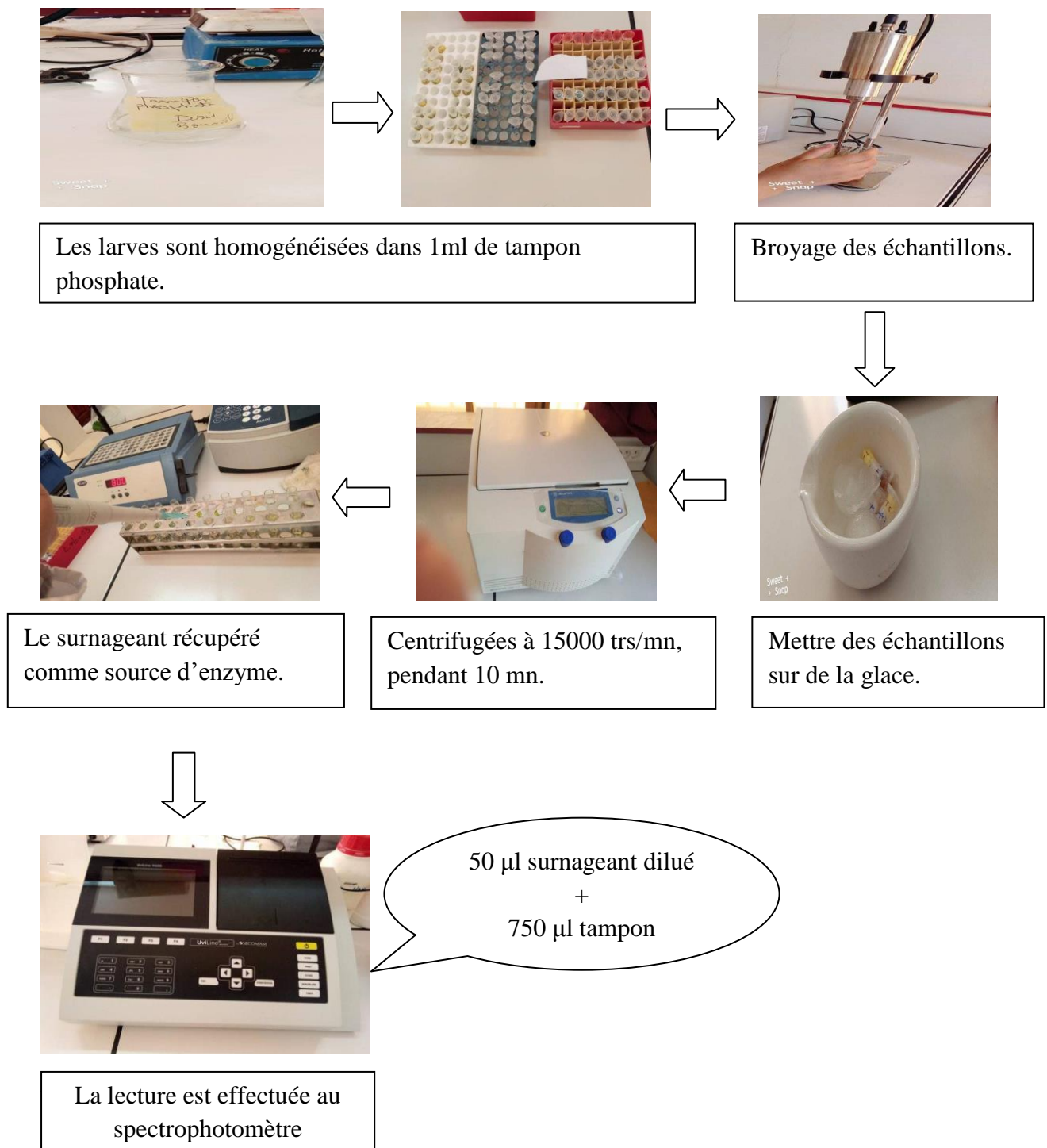


Figure26: les étapes de dosage l'activité du catalase

II.16. Extraction et dosage des constituants biochimiques

Les individus témoins et traités (CL_{50}) ont été prélevés les larves du quatrième stade et conservés dans 1 ml de TCA (acide trichloracétique) à 20%. L'extraction des principaux constituants biochimiques (protéines, glucides et lipides) a été réalisée selon le procédé de

Shibko et al., (1966). Après homogénéisation aux ultrasons, puis centrifugation (5000 tours/min à 4°C pendant 10 min), le surnageant I obtenu, servira 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 (5000tr/min, 10mn), on obtient le surnageant II et le culot II, le surnageant II sera utilisé pour le dosage des lipides (**Goldsworthy et al., 1972**) et le culot II, servira au dosage des protéines selon **Bradford, (1976)**.

II.16.1. Dosage des protéines totales :

Le dosage des protéines est effectué selon la méthode de **Bradford (1976)**, dans une fraction aliquote de 100µl à laquelle on ajoute 4 ml de réactif du bleu brillant de commassie (BBC) G 250 (**Merck**). Celui-ci révèle la présence des protéines en les colorants en bleu. L'absorbance est lue au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 595 nm. La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution d'albumine de sérum de bœuf (BSA) titrant 1mg/ml.

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

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de BSA (µ l)	0	20	40	60	80	100
Eau distillée (µ l)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4

II.16.2. Dosage des glucides totaux

Le dosage des glucides totaux a été réalisé selon la méthode de **Duchateau & Florkin (1959)**. Cette méthode consiste à additionner 100µl du surnageant contenu dans un tube à essai, 4 ml du réactif d'Anthrone et de chauffer le mélange à 80°C pendant 10 min, une coloration verte se développe dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de glucides présentes 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 06 : Dosage des glucides totaux chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des glucides :

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

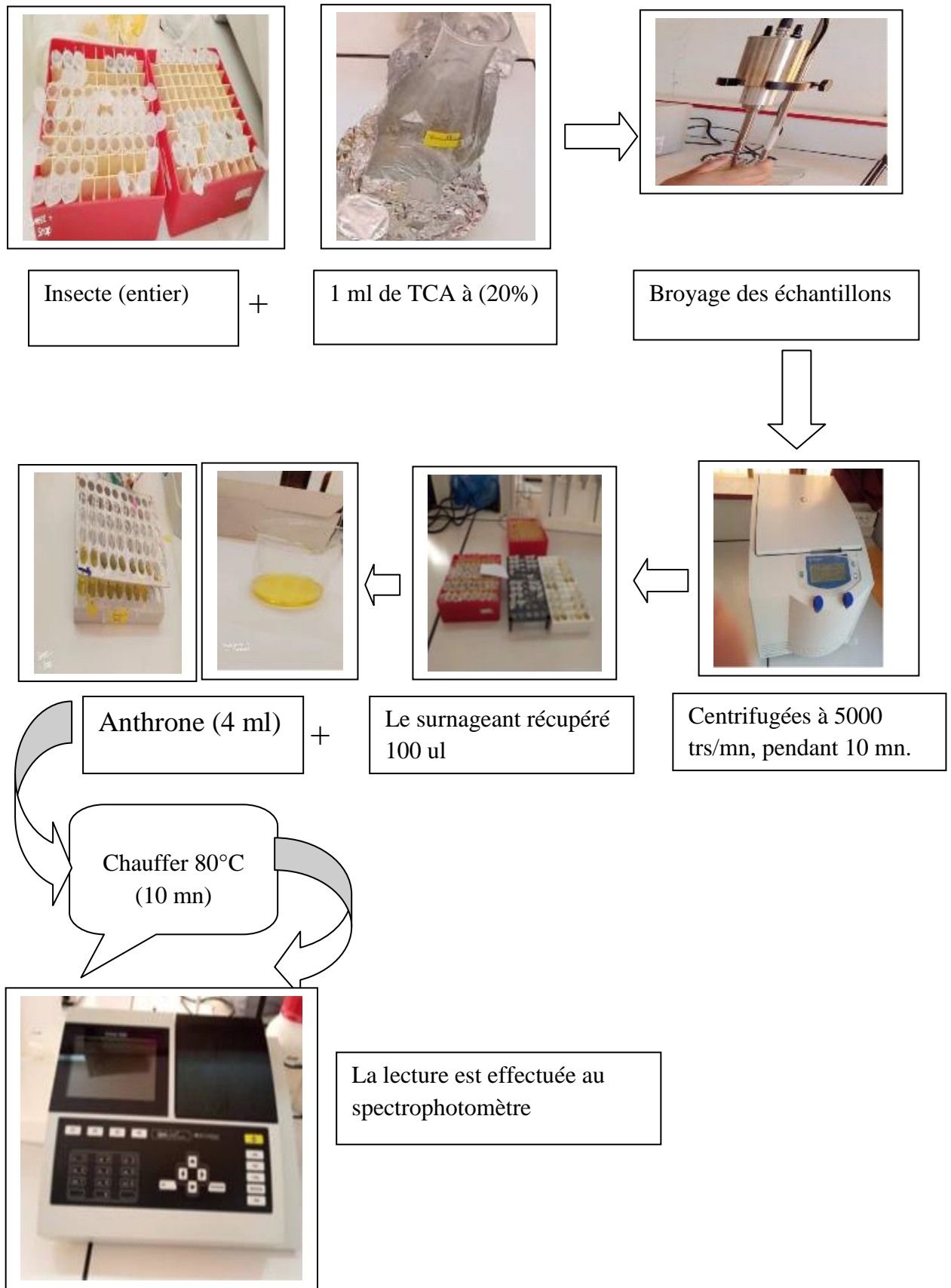


Figure 27: les étapes de Dosage des glucides totaux.

II.16.3. Dosage des lipides totaux

Les lipides totaux ont été déterminés selon la méthode de **Goldsworthy et al. (1972)**, en utilisant le réactif sulfophosphanillinique. Le dosage des lipides se fait sur des prises aliquotes de 100 µl 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 min dans un bain de sable à 100 °C. Après refroidissement, on prend 200 µl de ce mélange au quel on ajoute 2,5 ml de réactif sulfophosphanillinique. Après 30 min 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 ortho phosphorique, 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 07 : Dosage des lipides totaux chez les moustiques : Réalisation de la gamme d'étalonnage des lipides.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de lipide (µ l)	0	20	40	60	80	100
Solvant (éther /chloroforme) (1V/1V)	100	80	60	40	20	0
Réactif de vanilline (ml)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

II.17. Etude morphométrique

L'étude morphométrique est basée sur deux paramètres : le poids et le volume corporel des individus, calculé à partir de la valeur cubique de la largeur du thorax des larves (**Timmermann & Briegel, 1999**). Les mensurations ont été réalisées sous une loupe binoculaire préalablement étalonnée.

II.18. Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée grâce au logiciel SPSS (version 20) et GRAPH PAD PRISM 7. Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne ± l'écart-type (SD). Les quantités des métabolites (protéines, glucides et lipides) sont déterminées à partir des courbes d'étalonnage dont l'équation de la droite de régression exprime l'absorbance en fonction de la quantité du standard utilisé (albumine, glucose et l'huile de tournesol). Le test t de Student et l'analyse de la variance à un et deux critères de classification, ont été utilisés.

Résultats

III. Résultats

III.1. Détermination du rendement d'extraction

Les huiles essentielles de *Salvia officinalis* obtenues par hydrodistillateur de type Clevenger sont: huiles à couleur jaune, odeur Agréable et avec un rendement (2,49%) de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

III.2. Effet d'huile essentielle de *S. officinalis* sur les biomarqueurs enzymatiques

L'huile essentielle de *S. officinalis* a été appliqué sur le stade larvaire L4 nouvellement exuvies de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* à la concentration létale 50 (CL₅₀= 12et 3) à l'égard de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* respectivement selon les études de l'année précédente avec des séries témoins. L'effet de cette huile a été évalué à différentes périodes (24, 48 et 72 heures après traitement).

Il a été testé sur un biomarqueur de détoxification, les glutathion S-transférases (GSTs) et un biomarqueur de stress oxydatif, la catalase. Les résultats ont été exprimés par rapport à la quantité de protéines (mg) obtenue à partir d'une courbe de référence.

III.2.1. Effet sur l'activité spécifique des glutathion S-transférases

L'activité spécifique des GSTs ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves L4 de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* témoins et traitées (CL₅₀) est enregistrée à 24, 48 et 72 heures après traitement (tableau 08).

La comparaison multiple des moyennes par le test de Dunnett montre une augmentation significative entre les séries témoins et les séries traitées par l'huile essentielle (CL₅₀) de l'activité spécifique des GSTs à 24H ($p=0,001$ et $p=0,000$) pour *Culiseta* et *Culex* respectivement. Cette activité est diminu significativement après 48h et 72h ($p=0,000$ et $p=0,001$) cher les larves de *Culiseta* mais n'est pas modifiée chez les larves de *Culex* ($p>0,05$) comparativement au témoin (Figure 28).

Tableau 08 : Effet de l'huile essentielle de *S. officinalis* sur l'activité spécifique des GSTs ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves du quatrième stade de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* ($m \pm \text{sem}$, $n=4$).

Temps	<i>Cs longiareolata</i>		<i>Cx pipiens</i>	
	Témoin	CL ₅₀	Témoin	CL ₅₀
24 H	5,03±0,47 a	6,48±0,72 b	0,61±0,03 a	1,79±0,14 b
48 H	5,68±0,36 a	3,63±0,45 b	0,63±0,11 a	1,46±0,21 a
72 H	5,61±0,96 a	4,18±0,88 b	0,66±0,18 a	1,12±0,11 a

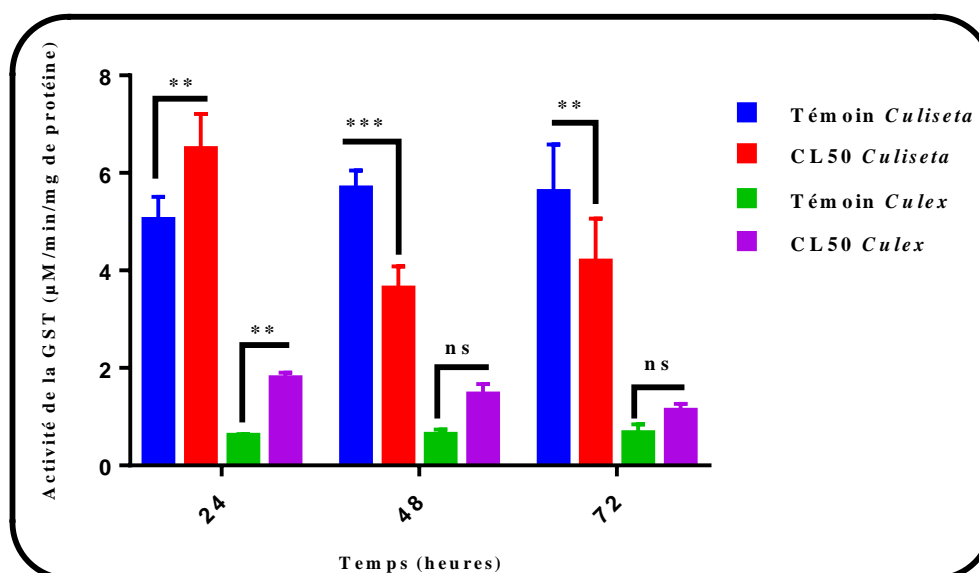


Figure 28 : Effet de l’huile essentielle de *S. officinalis* (CL₅₀) sur l’activité spécifique des GSTs (µM/min/mg de protéines) chez les larves 4 de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* (m ± SD, n=4). (ns : Différence non significative (p>0,05) ; ** Différence hautement significative (p<0,01) ; *** Différence très hautement significative (p<0,001) entre les séries témoins et traitées).

III.2.2. Effet sur l'activité spécifique de la catalase

L’activité spécifique de la catalase a été estimée chez les séries témoins et traitées. Les résultats obtenus marquent une augmentation très hautement significative (p=0,000) après 24 et 48H chez les larves de *Culiseta* et après 24H chez les larves de *Culex* traitées à la CL₅₀ d’huile essentielle de *S. officinalis* comparativement aux séries témoins (Figure 29).

Tableau 09: Effet de l’huile essentielle de *S. officinalis* sur l’activité spécifique de catalase (µM/min/mg de protéines) chez les larves du quatrième stade de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* (m±sem, n=4).

Temps	<i>Cs longiareolata</i>		<i>Cx pipiens</i>	
	Témoin	CL ₅₀	Témoin	CL ₅₀
24 H	0,75±0,13 a	1,37±0,14 b	1,93±0,07 a	2,52±0,10 b
48 H	0,59±0,16 a	1,43±0,24 b	1,57±0,03 a	1,60±0,20 a
72 H	1,20±0,21 a	1,17±0,14 a	1,12±0,06 a	0,99±0,07 a

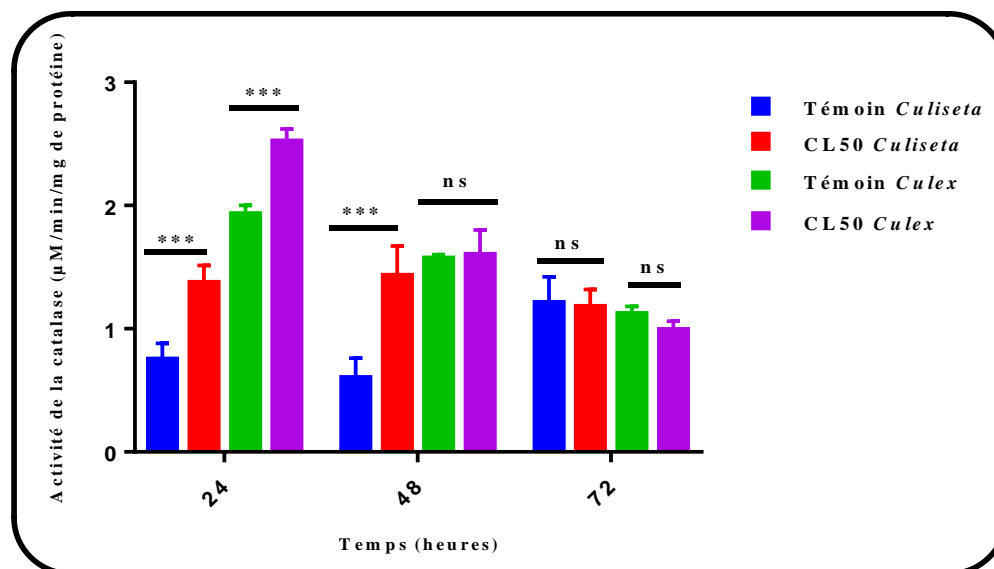


Figure 29 : Effet de l'huile essentielle de *S. officinalis* (CL₅₀) sur l'activité spécifique de la catalase ($\mu\text{M}/\text{min}/\text{mg}$ de protéines) chez les larves 4 de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* ($m \pm \text{SD}$, $n=4$). (ns : Différence non significative ($p>0,05$) *** Différence très hautement significative ($p<0,001$) entre les séries témoins et traitées).

III.3. Impact d'huile essentielle sur la composition biochimique des moustiques

L'huile essentielle de *S. officinalis* a été appliquée sur les larves 4 nouvellement exuviées de *C. longiareolata* et *C. pipiens* et leur effet a été évalué sur la composition biochimique (protéines, glucides et lipides) à différentes périodes (24, 48 et 72 heures après traitement).

III.3.1. Effet sur le contenu en protéines totales

Le contenu en protéines totales a été déterminé chez les larves 4 témoins et traités de deux espèces, *C. pipiens* et *C. longiareolata* à différentes périodes (24, 48 et 72 heures après traitement).

La comparaison des valeurs moyennes par le test Dunnett montre que l'HE extraite de *S. officinalis* induisent une diminution très hautement significative du contenu en protéines totales des larves 4 ($p=0,000$) chez les deux espèces de moustiques et à différentes périodes de traitement.

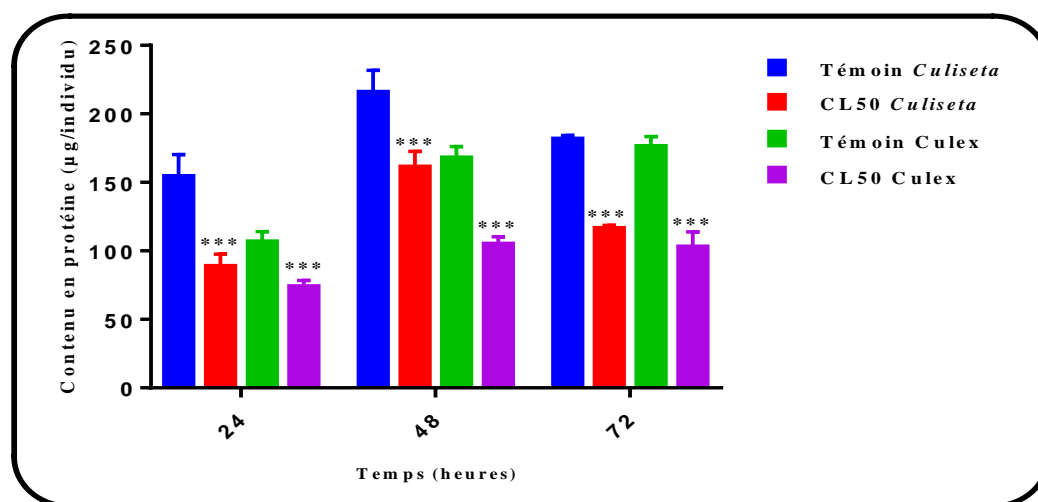


Figure 30 : Effet de l'huile essentielle de *S. officinalis* (CL₅₀) sur le contenu en protéine (µg/individu) chez les larves 4 de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* (m ± SD, n=4). (***) Différence très hautement significative (p<0,001) entre les séries témoins et traitées).

III.3.2. Effet sur le contenu en glucides totaux

Le contenu en glucides totaux a été déterminé chez les larves 4 témoins et traités de deux espèces, *C. pipiens* et *C. longiareolata* à différentes périodes (24, 48 et 72 heures après traitement).

La comparaison des valeurs moyennes par le test Dunnett montre que l'HE extraite de *S.officinalis* induisent une diminution très hautement significative du contenu en glucides totaux des larves 4 de *C. longiareolata* à 24H, 48H et 72H de traitement (p=0,000 ; p=0,0019 et p=0,0062). Cette diminution est significative à 24H (p=0,007) et non significative à 48H et 72H (p>0,05) chez les larves de *C. pipiens*.

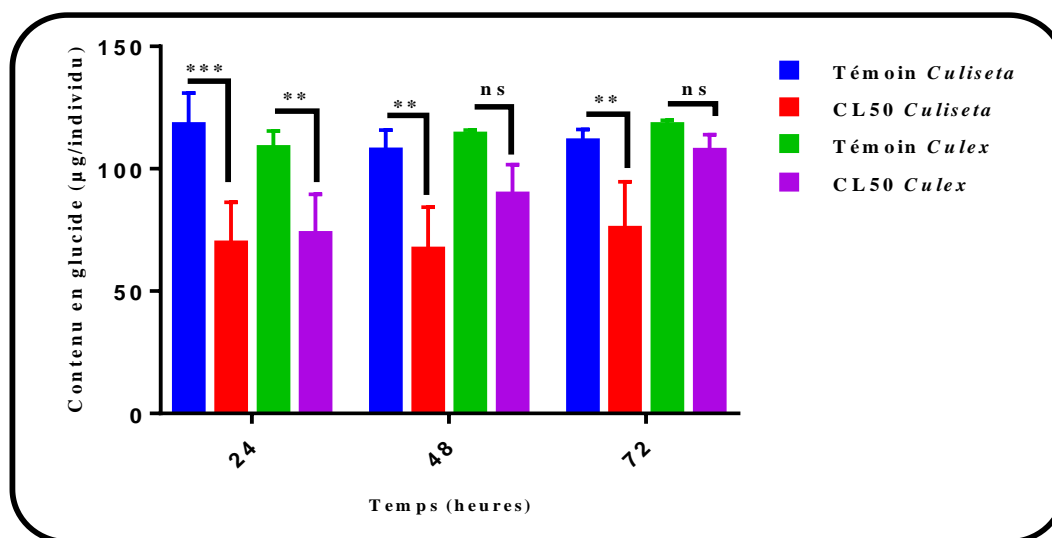


Figure 31 : Effet de l'huile essentielle de *S. officinalis* (CL₅₀) sur le contenu en glucide (µg/individu) chez les larves 4 de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* ($m \pm SD$, $n=4$).

(ns Différence non significative ($p > 0,05$) ; ** Différence hautement significative ($p < 0,01$) ; *** Différence très hautement significative ($p < 0,001$) entre les séries témoins et traitées).

III.3.3. Effet sur le contenu en lipides totaux

Le contenu en lipides totaux a été déterminé chez les larves 4 témoins et traités de deux espèces, *C. pipiens* et *C. longiareolata* à différentes périodes (24, 48 et 72 heures après traitement).

La comparaison des valeurs moyennes par le test Dunnett montre que l'HE extraite de *S. officinalis* induisent une diminution très hautement significative du contenu en lipides totaux des larves 4 de *C. longiareolata* et *C. pipiens* à 24H, 48H et 72H de traitement ($p=0,000$) comparativement au séries témoins.

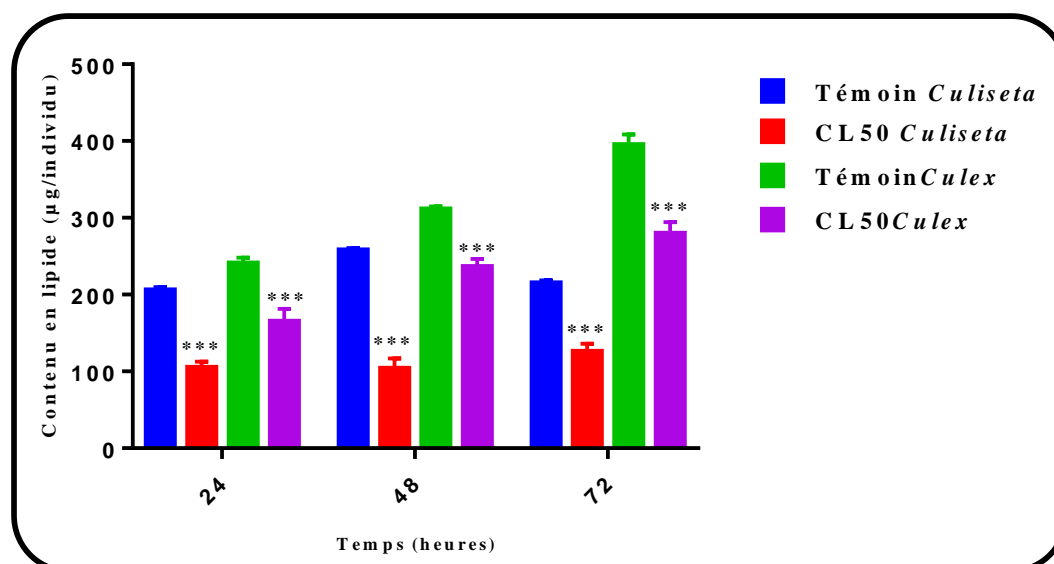


Figure 32 : Effet de l'huile essentielle de *S. officinalis* (CL₅₀) sur le contenu en lipides (µg/individu) chez les larves 4 de *Cs longiareolata* et *Cx pipiens* (m ± SD, n=4). (***) Différence très hautement significative (p<0,001) entre les séries témoins et traitées).

III.4. Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur la croissance de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*

III.4.1. Croissance pondérale

L'huile essentielle est utilisée avec une concentration subléthale (CL₅₀) sur les larves du quatrième stade nouvellement exuviées.

Les résultats de l'évolution du poids corporel des individus au cours du quatrième stade étudiés larvaire sont mentionnés dans le tableau (11) et la figure (33). Pour les séries témoins et traitée à la CL₅₀ on remarque une augmentation significative du poids corporel du 24 h jusqu'à 72h.

La comparaison des moyennes entre les séries témoins et traitées montre que l'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) affecte le poids corporel des larves L4 d'une manière significative à 24 h (p= 0,006 ; p=0,011), 48 h (p= 0,007 ; (p=0,009) et 72 h (p= 0,008 ; (p=0,011) chez *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* respectivement.

Tableau10 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL50) sur le poids (mg) des larves du quatrième stade chez *Culiseta longiareolata* ($m \pm SD$, $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	<i>Culiseta longiareolata</i>
24	31,10 ± 1,12 a A	24,57 ± 4,19c A
48	35,26 ± 3,06 a B	26,21 ± 3,11 c B
72	36,55 ± 3,72 a C	28,48 ± 3,20 c C

Tableau11 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) sur le poids (mg) des larves du quatrième stade chez *Culex pipiens* ($m \pm SD$, $n = 4$ répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	<i>Culex pipiens</i>
24	21,10 ± 3,12 a A	19,57 ± 5,19c A
48	25,26 ± 3,56 a B	22,21 ± 4,11 c B
72	26,55 ± 3,12 a C	23,48 ± 4,21 c C

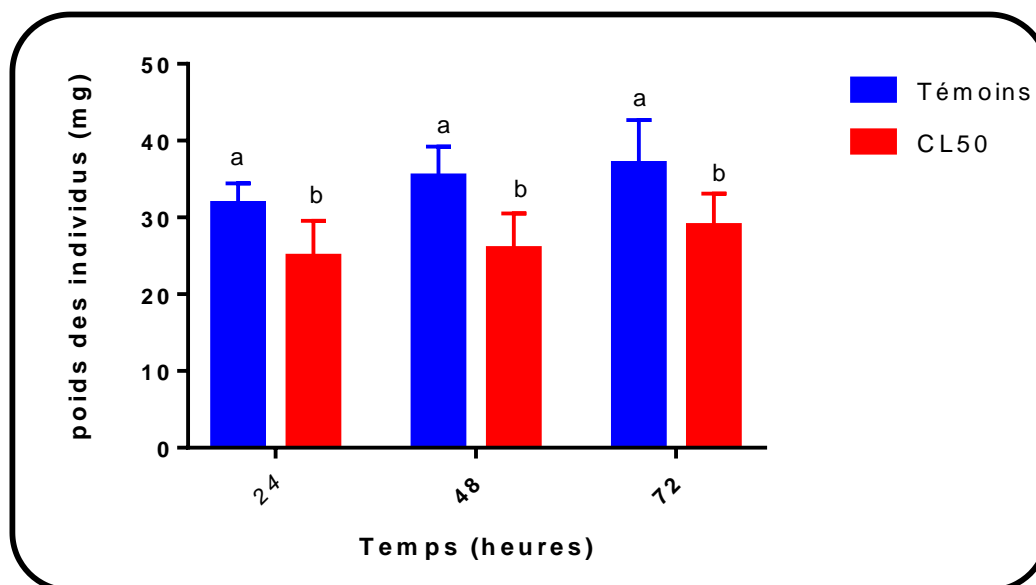


Figure 33 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) sur le poids (mg) des larves du 4^{ème} stades chez *Culiseta longiareolata* ($m \pm SD$, $n = 4$).

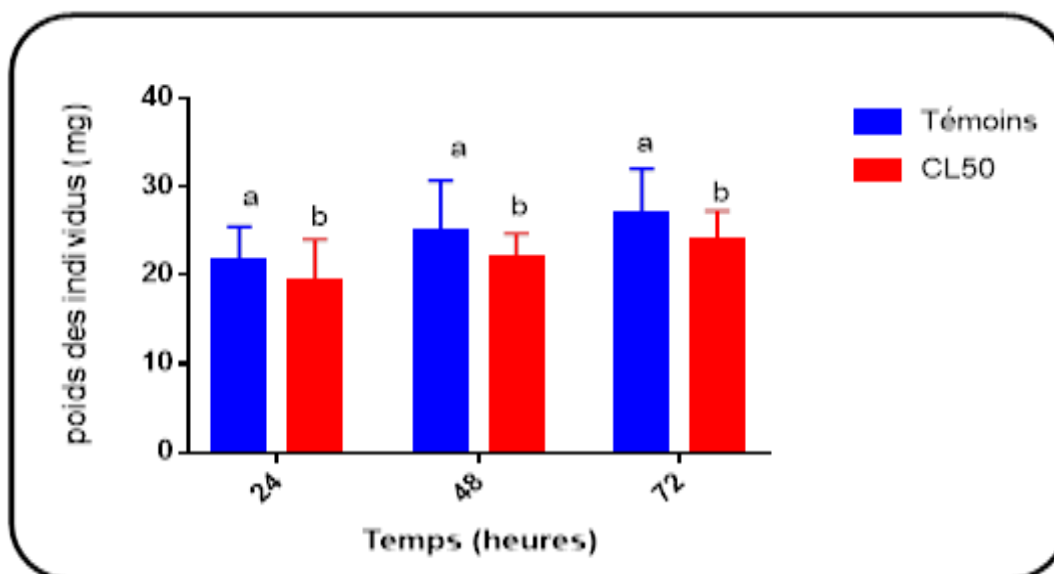


Figure 34 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) sur sur le poids (mg) des larves du 4^{ème} stades chez *Culex pipiens* ($m \pm SD$, $n = 4$).

III.4.2. Croissance linéaire

L'effet de cet bioinsecticide (CL₅₀) a été évalué sur certains paramètres morphométriques : la largeur du thorax des larves 4 stades larvaire des individus témoins et traités.

Les résultats de l'évolution de la largeur du thorax des individus du *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* au cours du quatrième stade larvaire étudiés sont mentionnés dans le tableau (12) et la figure (35), les résultats montre une augmentation significative pour la séries témoin ($p=0,020$) et une augmentation significative pour les espèces traitées ($p= 0,018$ et $p=0,015$) pour *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* respectivement.

La comparaison des moyennes entre les séries témoins et traitées montre que l'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) affecte la largeur du thorax des larves L4 d'une manière de significative chez *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* à 24 h (p=0,044 ; 0,012), 48 h (p=0,015 ; 0,012) et 72 h (p=0,025 ; 0,016).

Tableau 12 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du quatrième stade chez *Culiseta longiareolata* (m ± SD, n = 4 répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	CL 50
24	2,53 ± 0,14 a A	2,28 ± 0,15 c A
48	2,58 ± 0,33 a B	2,31 ± 0,20 c B
72	2,62 ± 0,24 a C	2,42 ± 0,018 c C

Tableau 13 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du quatrième stade chez *Culex pipiens* (m ± SD, n = 3 répétitions comportant chacune 10 individus). Comparaison des moyennes à différents stades pour une même série (lettres majuscules) et pour un même stade entre les différentes séries (lettres minuscules).

Temps (heures)	Témoins	CL 50
24	1,73 ± 0,14 a A	1,58 ± 0,15 c A
48	1,79 ± 0,33 a B	1,61 ± 0,20 c B
72	1,83 ± 0,24 a C	1,72 ± 0,18 c C

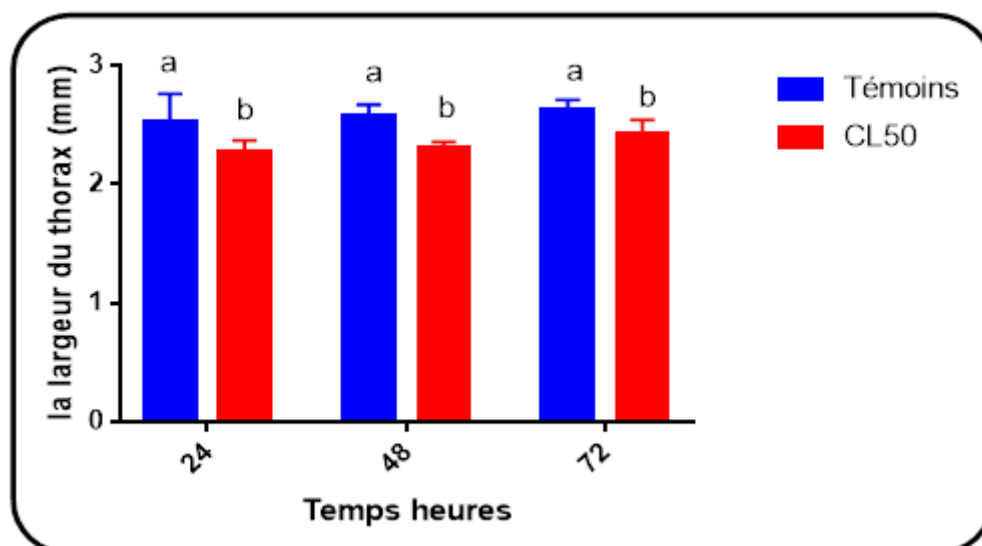


Figure 35 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du 4^{ème} stades chez *Culiseta longiareolata* ($m \pm SD$, $n = 4$).

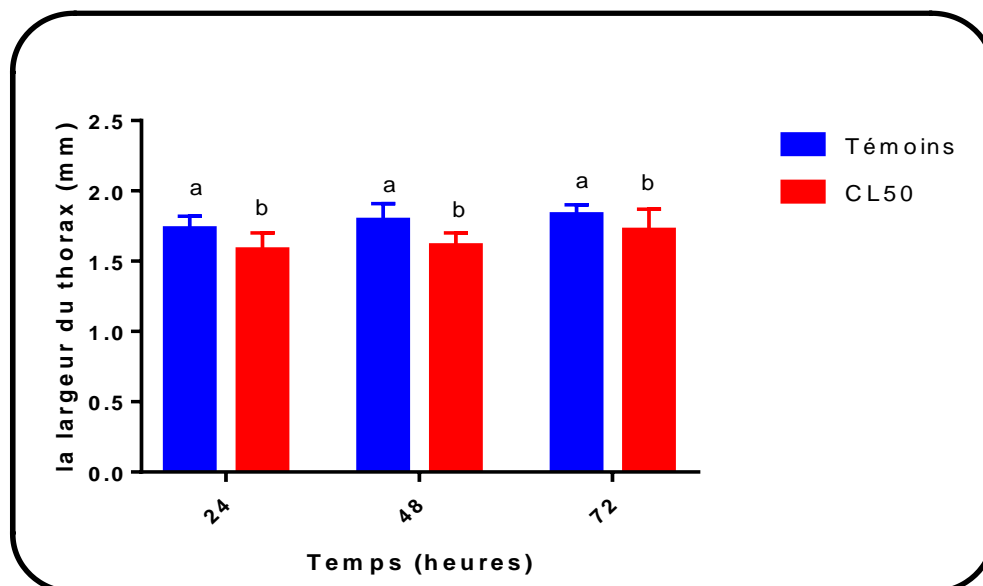


Figure 36 : Effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* (CL₅₀) sur la largeur du thorax (mm) des larves du 4^{ème} stades chez *Culex pipiens* ($m \pm SD$, $n = 4$).



Discussion

IV. Discussion

IV.1. Rendement des huiles essentielles

Le rendement obtenu en huile essentielle de la sauge récoltée dans la région de Tébessa est de 2,49% respectivement de la matière sèche de la partie aérienne de la plante. Ce résultat est supérieur à ceux signalés dans certaines régions de l'Algérie. Le bon rendement des huiles obtenu dans cette étude, peut-être dû au climat semi-aride qui caractérise la région de Tébessa et il est bien connu que les rendements maximaux sont obtenus dans les régions à climat sec (**Ouibrahim, 2014**).

En effet, **Chalchat et al en 1998**, ont montré que le rendement d'extraction des huiles essentielles de *Salvia officinalis* obtenu par hydrodistillation pendant quatre heures dans un appareil Clevenger est en fonction de l'origine de la plante : France (2,05%), Hongrie (2,50 %), Portugal (2,90 %), Roumanie (2,30 %).

Par contre, le rendement obtenu par **Matelic en 2001**, est de 1,42 % par hydrodistillation, de 1,39 % par extraction à la vapeur de pentane et de 1,40% par extraction à la vapeur d'éther.

Cette variabilité du rendement peut être due aux facteurs d'origine intrinsèque, spécifique au bagage génétique de la plante ou d'origine extrinsèque, lié aux conditions de croissance et de développement de la plante (**Maffei & Sacco, 1987 ; Bruneton, 1999**). Ces différences sont dues également à l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétale, l'organe végétal, le stade de la croissance, la période de collecte, la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (**Granger et al, 1973; Rosua & Granados, 1987 ; Fournier et al., 1989 ; khajeh et al., 2004 ; 2005 ; Viljoen et al., 2006; Sefidkon et al., 2007**).

Par exemple, une huile essentielle de Menthe ne présente pas la même composition selon qu'elle soit extraite à partir des plantes récoltées le matin, au milieu ou en fin de journée.

IV.2. Effet d'huile essentielle de *S. officinalis* sur les biomarqueurs enzymatiques

Une bonne évaluation de l'impact écotoxicologique des contaminants nécessite souvent une approche multifactorielle utilisant plusieurs marqueurs biologiques. Au niveau biochimique, il existe différents types de biomarqueurs regroupés selon leur fonction au niveau cellulaire (**Badiou, 2007**). Les principaux biomarqueurs utilisés sont des marqueurs enzymatiques comme la catalase, la glutathion peroxydase, les glutathion S-transférases et l'acétylcholinestérase (**Durou et al., 2007**).

En dépit des diversités chimiques des insecticides et diversités biologiques des insectes, un nombre de mécanismes de résistance sont capable de détoxifier les insecticides en métabolites moins toxiques (Soderlund, 1997).

Pour contribuer à une compréhension de ces mécanismes, nous avons évalué l'effet de HE *S. officinalis* de sur l'activité d'un biomarqueur de neurotoxicité, l'acétylcholinestérase, des biomarqueurs du stress oxydatif, glutathion S-transférases et son cofacteur, le glutathion, la catalase et un biomarqueur de la peroxydation lipidique, le malondialdéhyde chez deux espèces de moustiques, *C. longiareolata* et *C. pipiens* à différentes périodes après traitement : 24, 48 et 72heures.

IV.2.1. Effet d'HE de *Salvia officinalis* sur l'activité spécifique des GSTs

Les GSTs sont des enzymes antioxydantes impliquées dans la phase II de détoxification des xénobiotiques (Sau et al., 2010) en catalysant la conjugaison de ces substances avec le groupement thiol du glutathion endogène (Chelvanayagama et al., 2001 ; Boyer, 2006 ; Walters et al., 2009 ; Ebadoallahi et al., 2013). Le glutathion (GSH) est un tripeptide soluble dans l'eau, constitué de trois acides aminés ; glutamate, cystéine et glycine (L- γ - glutamyl-Lcysteinyl glycine) (Meister & Anderson, 1983 ; Noctor et al., 1998 ; Kim et al., 2005) le glutathion joue plusieurs rôles incluant le transport des acides aminés, la synthèse de l'ADN, la croissance cellulaire, la régulation des activités enzymatiques et la régulation du cycle cellulaire (Kim et al., 2005 ; Lu, 2009 ; Meister & Anderson, 1983 ; Penninckx, 2002 ; Shan et al., 1990 ; Sies, 1999 ; Wang & Ballatori, 1998). Le glutathion est un biomarqueur non-enzymatique qui joue un rôle primordial dans la défense intracellulaire. Les GSTs permettent le développement de la résistance envers les agents chimiothérapeutiques, les insecticides, les herbicides et les antibiotiques microbiens. Elles jouent un rôle important dans la physiologie du stress, le transport intracellulaire et dans les différentes voies de biosynthèse (Oppenoorth et al., 1977 ; Kao & Sun, 1991 ; George, 1994 ; Sun et al., 2001).

Certains bioinsecticides agissent sur un nombre très limité d'espèces, augmentant l'activité des différents biomarqueurs impliqués dans la détoxification.

Dans la présente étude, l'activité spécifique des GSTs chez les larves 4 de et *C. pipiens*, traitées aux HE de *Salvia officinalis* a augmenté d'une manière significative par rapport aux témoins et l'activité spécifique des GSTs chez les larves 4 de *C. longiareolata* traitées aux HE de *Salvia officinalis* a augmenté à 24h est diminué significativement après 48h et 72h. L'augmentation de l'activité des GSTs se traduit par une mise en place du processus de détoxification. Par ailleurs, la surproduction d'enzymes peut être due à une modification d'un gène régulateur contrôlant le degré d'expression de l'enzyme, et à une augmentation du

nombre de copies du gène qui code pour ces enzymes (Cédric, 2008). Le processus de détoxification est incapable d'empêcher l'effet insecticide de cet extrait de plante. Donc *C. pipiens* très sensible par rapport aux *C. longiareolata*.

En accord avec nos résultats, des travaux similaires présentent une augmentation de l'activité GST après traitement des larves de *Cx. pipiens* avec l'HE d'*Ocimum basilicum* (Driset *al.*, 2017a), de *Citrus fruits* (Badawy *et al.*, 2018), de *Thymus vulgaris* (Bouguerra *et al.*, 2018) ainsi que l'HE de *Rosmarinus officinalis* (Zeghib *et al.*, 2020). Shahat *et al.* (2020) ont observé l'augmentation de l'activité de GST chez les larves de 3ème stade de *Cx. Pipiens* après traitement par les extraits botaniques d'*Origanum syriacum*, *Pergularia tomentosa*, *Senna italica*, et *Otostegia fruticose*. Des observations similaires ont également été rapportées avec l'HE de *Petroselinum crispum* contre les larves de quatrième stade d'*Ae. Aegypti* (Intirach *et al.*, 2016). Les expériences de Vasantha-Srinivasan *et al.* (2017) ont trouvé que les HEs de *Piper betle* et de *Sphaeranthus indicus* modifie de manière significative l'activité de l'enzyme détoxifiante GST du moustique *Ae. Aegypti*. Sur une autre espèce de moustique, Bouabida & Dris (2020) ont confirmé que l'HE de *Ruta graveolens* peut augmenter l'activité de GST chez *Culiseta longiareolata*.

IV.2.2. Effet d'HE de *salvia officinalis* sur l'activité spécifique de la catalase

La catalase joue un rôle crucial dans l'élimination de l'hydrogène peroxyde des cellules ainsi que dans la défense contre le stress oxydatif (Aebi, 1984). Les résultats obtenus chez les larves 4 de *C. longiareolata* et *C. pipiens*, révèle une augmentation significative de l'activité de la catalase chez les traités comparativement aux témoins, Cette augmentation de l'activité traduit une mise en place du processus de détoxification qui est une forme de défense de l'insecte contre le pesticide (Clark, 1989).

Nos résultats concordent avec ceux de Pinho *et al.* (2014), qui ont démontré une augmentation de l'activité de la CAT chez les mouches traitées à l'HE de *Psidium guajava*. Une augmentation du taux de CAT de l'ordre de 30,29% et 38,82%, a été observée après 24 h d'exposition à la CL₅₀ de l'HE de *Boswellia carterii* chez *C. chinensis* et *C. maculatus* respectivement (Kiran *et al.*, 2017). Par contre, une diminution de l'activité de CAT a été observée chez *S. oryzae* et *R. dominica* traités à l'HE de *Gaultheria procumbens* (Kiran & Prakash, 2015), ce qui peut être en raison de la production accrue du radical anion super oxide (Kurutas *et al.*, 2009 ; Sreejai & Jaya, 2010). Cette diminution de l'activité de CAT induit une accumulation de H₂O₂ toxique à la cellule, conduisant à la peroxydation des lipides membranaires (Sharma *et al.*, 2012).

IV.3. Impact d'huile essentielle sur la composition biochimique des moustiques

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

IV.3.1. Effet sur le contenu en protéines totales

Les protéines sont des composants biochimiques importants, nécessaires au développement de l'organisme et à sa croissance pour réaliser ses activités vitales (**Yazdani et al., 2014**).

Les résultats révèlent une réduction du contenu en protéines chez les traités comparativement aux témoins. La réduction des protéines est un phénomène fréquent chez les insectes traités par les produits toxiques (**Nathan et al., 2008**), et qui peut être attribuée à un ou plusieurs facteurs, tels que la diminution de leurs synthèse ou augmentation de leurs dégradation pour détoxifier les principes actifs présents dans les extraits de plantes ou les HEs (**Vijayaraghavan et al., 2010**).

La dégradation des protéines en acides aminés a pour but de faciliter leur incorporation dans le cycle de Krebs comme acides cétoniques afin de compenser les faibles taux d'énergie causés par le stress (**Nath et al., 1997**). De plus, la réduction en réserve protéique peut être également due à l'adaptation physiologique de l'insecte à un état de stress causé par les insecticides (**Ribeiro et al., 2001**). De nombreux travaux ont montré que l'application des HEs provoque la réduction du taux des protéines chez les insectes (**Smirle et al., 1996 ; Caballero et al., 2008 ; War et al., 2011 ; Khosravi & Sendi, 2013**). Une réduction significative du contenu en protéines a été observée chez *Glyphodes pyloalis* traitée par l'HE de *Lavandula angustifolia* (**Yazdani et al., 2013**). **Tarigan et al. (2016)** trouvent que les HEs de *cardamome*, *cannelle* et *muscadé* diminuent le taux des protéines chez *Tribolium castaneum* *Herbst* et *Callosobruchus maculatus* *F.* **Khosravi et al. (2010)**. Les quantités de protéines chez les larves d'*Ephestia kuehniella* traitées avec les huiles essentielles de *Teucrium polium* (*Lamiaceae*) et l' α -pinène, ont diminué significativement par rapport aux témoins (**Shahriari et al., 2017**). **War et al. (2013)** observent également une diminution du contenu en protéines et chez *Helicoverpa armigera* après traitement aux HEs d'*Azadirachta indica*. **Ebadollahi et al. (2013)** ont signalé que la teneur en protéines totaux a diminué chez les larves de *T. castaneum* soumises à la fumigation avec *A. foeniculum*. Une réduction de ce paramètre a été également observée chez les larves de *Plodia interpunctella* après traitement avec la CL30 de l'HE d'*Artemisia khorassanica* (**Borzoui et al., 2016**). Par contre, **Madaci et al. (2008)** indiquent que les extraits hydroalcooliques des feuilles de *Nerium oleander*

(Apocynacées) provoquent une augmentation du taux de protéines chez les larves du *vers blanc rhizotrogini*.

IV.3.2. Effet sur le contenu en glucides totaux

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) (Nation, 2008).

Nos résultats indiquent une réduction significative du contenu en glucides chez les larves 4 de et *C. pipiens* et *culiseta longiareolata* traitées aux HE de *Salvia officinalis*. Cet épuisement pourrait être expliqué par une demande accrue d'énergie et d'un métabolisme intense en raison de l'effet de l'huile et l'état de stress des insectes (Sancho et al., 1998 ; Olga et al., 2006). Des travaux antérieurs ont montré les effets négatifs des huiles essentielles sur les réserves glucidiques (Sak et al., 2006 ; Abdul Razak & Sivasubramanian, 2007). Des résultats similaires ont été obtenus chez le criquet pèlerin traité par *Metarhizium anisopliae* (Seyoum et al., 2002) et chez la larve de *G. pyloalis* traitée avec l'extrait de *A. annua* (Khosravi et al., 2011). Ebadollahi et al. (2013) ont signalé que la teneur en glucides totaux a diminué chez les larves de *T. castaneum* soumises à la fumigation avec *A. foeniculum*. Une réduction de ce paramètre a été également observée chez les larves de *Plodia interpunctella* après traitement avec la CL30 de l'HE d'*Artemisia khorassanica* (Borzoui et al., 2016). Sneha & Preet (2016) étudient l'effet de l'HE de *neem* sur les larves d'*A. aegypti*, ils signalent une diminution de 90% et 82% du contenu en glucides chez les traités comparativement aux témoins.

IV.3.3. Effet sur le contenu en lipides totaux

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 vers les organes utilisateurs via l'hémolymphe surtout lors de la vitellogénèse (Downer, 1985 ; Keely, 1986 ; Van Hensden & Law, 1989).

Nos résultats indiquent une réduction significative du contenu en lipides chez les larves 4 de et *C. pipiens* et *culiseta longiareolata* traitées aux HE de *Salvia officinalis*. Cet épuisement des lipides après traitement aux produits toxiques pourrait être dû à une altération de leurs synthèses (Klowden, 2007), à un dysfonctionnement hormonal pour le contrôle du métabolisme lipidique (Steel, 1985) et à l'utilisation de cette réserve métabolique (Sak et al., 2006). La diminution des lipides tissulaires sous l'effet d'un insecticide peut être due à la formation des lipoprotéines, à la réparation des dommages cellulaires et à l'augmentation de la lipolyse pour fournir de l'énergie (Steele, 1985 ; Lohar & Wright, 1993). De plus, plusieurs

études ont démontré que les insecticides synthétiques et botaniques pouvaient modifier la quantité des lipides chez les insectes : **Khosravi et al. (2010)** indiquent des résultats similaires et montrent une réduction du taux des lipides chez les larves de *G. pyloalis* traitées avec l'extrait d'*A. annua*. **War et al. (2013)** observent également une diminution du contenu en lipides chez *Helicoverpa armigera* après traitement aux HEs d'*Azadirachta indica*. **Ebadollahi et al. (2013)** ont signalé que la teneur en lipides totaux a diminué chez les larves de *T. castaneum* soumises à la fumigation avec *A. foeniculum*. Une réduction de ces paramètres a été également observée chez les larves de *Plodia interpunctella* après traitement avec la CL30 de l'HE d'*Artemisia khorassanica* (**Borzoui et al., 2016**). Une réduction de ce paramètre a été également observée chez les larves de *Plodia interpunctella* après traitement avec la CL30 de l'HE d'*Artemisia khorassanica* (**Borzoui et al., 2016**). **Sneha & Preet (2016)** étudient l'effet de l'HE de *neem* sur les larves d'*A. aegypti*, ils signalent une diminution de 90% et 82% du contenu lipides chez les traités comparativement aux témoins.

IV.3. Impact des HEs sur la croissance des moustiques

La quantité de sang consommée à chaque repas, sa quantité utilisée dans les voies métaboliques et le nombre d'œufs qui atteignent la maturité peuvent tous être affectés par la taille du corps des moustiques (**Hosoi, 1954 ; Van Den Heuvel, 1963**). La présence de nourriture dans l'habitat d'un insecte, les facteurs environnementaux et surtout les caractéristiques héréditaires de chaque espèce affectent le poids corporel (**Braquenier, 2009**). Des études ont montré que les réserves énergétiques des moustiques dépendent de leur taille (**Briegel, 1990**).

Nos résultats montrent que le traitement par l'HE cause une réduction significative des paramètres biométriques étudiés tels que le poids et le volume corporels des larves de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* du 24 h jusqu'à 72h. (**Sharma et al., 2006**) indiquent que l'extrait éther de pétrole d'*Artemisia annua* a influencé le cycle de vie d'*An. Stephensi*, en réduisant le pourcentage d'éclosion, la survie des larves et des nymphes et l'émergence des adultes et en allongeant leurs périodes. L'indice de croissance de cette espèce a été également réduit de manière significative. Le même indice a diminué chez *C. quinquefasciatus* après traitement à l'extrait méthanolique d'*Azadirachta indica*, avec une réduction de la taille moyenne des pupes émergées, enfllement du céphalothorax, et rétrécissement de l'abdomen de 2,506 à 1,984 mm, suite au déplacement de l'hémolymphe de l'abdomen au céphalothorax (**Sharma et al., 2009**). Les résultats de **Qin et al. (2010)** ont montré que l'HE de *Piper sarmentosum* et la myristicine (composé majeur) présentaient un effet inhibiteur sur la croissance et le développement de *Brontispa longissima* (Coleoptera : Hispididae) avec un effet marqué de la myristicine.



Conclusion

Conclusion :

En raison des problèmes liés à l'utilisation des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, le recours à des alternatives naturels remplaçant les insecticides de synthèse et présentant des avantages écologiques et économiques, s'avère nécessaire. Les huiles essentielles sont des substances aromatiques, d'une composition chimique complexe, ce qui leur confère des propriétés insecticides très intéressantes et le développement de la résistance très lent, comparativement aux insecticides de synthèse.

Le but de notre étude expérimentale est de découvrir l'effet d'huile essentielle de *Salvia officinalis* sur la croissance, les compositions biochimiques et les biomarqueurs enzymatiques à l'égard deux espèces de moustique *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* les plus abondantes dans la région de Tébessa.

L'hydrodistillation a donné un rendement de 2.49% de la matière sèche de cette plante.

Le traitement par l'HE de la plante chez les larves de stades L4 nouvellement exuvies permis de donner des concentrations létales CL_{50} qui sont 3et 12respectivement.Elles révèlent que *C. pipiens* est l'espèce la plus résistante aux traitements appliqués comparativement à *C. longiareolata*.

L'HE extraite de de *Salvia officinalis* affectent les réserves énergétiques des larves 4. Les résultats révèlent une diminution significative du contenu en protéines, glucides et lipides chez les individus de deux espèces étudiés.

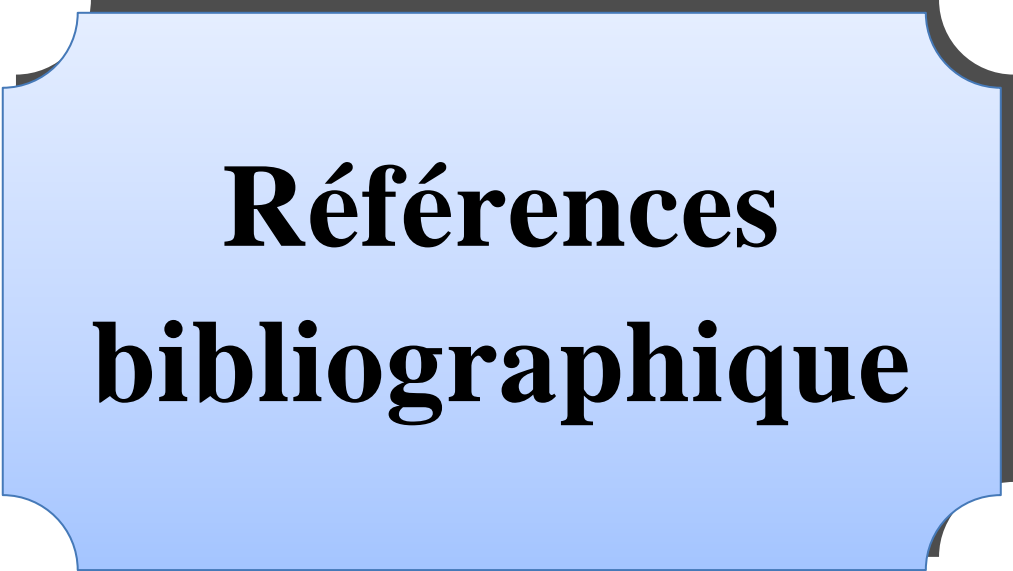
La catalase a été également affectés par l'application d'HE extraite de *Salvia officinalis* en les augmentant chez les 2 espèces étudiées, suggérant une induction des processus de détoxication.

De plus, le HE extraites de *Salvia officinalis*, affectent la croissance linéaire et pondérale des larves 4, car il augmente le volume et le poids corporel des larves 4 de *C. pipiens* et *C. longiareolata*.

Enfin l'évaluation d'un biomarqueur de détoxyfication, indique que l'HE de *Salvia officinalis* provoque une augmentation de l'activité de la GST chez les traités comparativement aux témoins.

Les huiles essentielles présentent donc des propriétés intéressantes. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour son application dans la production des biopesticides.

Il serait très important d'étendre les investigations à d'autre espèce des plantes pour voir l'effet de ces biopesticides sur d'autres insectes nuisibles. A l'avenir il serait intéressant de compléter cette recherche en évaluant des huiles essentielles de *Salvia officinalis* sur d'autres mécanismes de résistance.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques :

A

- Ahmad Ghorbani, Mahdi Esmailzadeh., 2017.** Pharmacological Prophéties of *Salvia officinalis* and its components. Journal of Traditionnel and Complementary Médecine, 433-440.
- Aissaoui, I. (2008).** Etude systématique et lutte biologique avec Le Bacillus thuringiensis Vectobac (W. D. G.) contre les moustiques. (Memoire de master, Université Chikh –Alaarabi Tbessi,tébessa. 8p.
- AITKEN, T. H. G. (1954)** - The culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). Bull. Ent. Res., 45(3): 437-494B
- Amirouche R., Belkolai F., 2013.** Effet in vitro de l'association des huiles essentielles de Salvia Officinalis, Melaleuca alternifolia et deux composes majoritaire sur les bactéries, Mémoire de Master, Université de Bejaia.
- Anjali Rawani, Ghosh et Chandra2013.**Mosquito larvicidal and antimicrobial activity of synthesized nano-crystalline silver particles using leaves and green berry extract of *Solanum nigrum* L. (Solanaceae: Solanales) Annual Review & Research in Biology **3(4)**: 649-658.
- Anne-Claire, D., Ianis, D., Marie-Alix, V. (2008).**Atelier sante environnement Risques et bénéfices possibles des Huiles Essentielles. Ingéniorat du Génie Sanitaire. p 87
- Arceusz, A., Occhipinti, A., & Capuzzo, A. (2020).**extraction methods for the determination ofalpha-and beta-thujone in sage (*Salvia officinalis* L.) herbal tea. Archives of Insect Biochemistry and Physiology **67**: 306-314.

B

- Badiou, A. (2007).** Caractérisation cinétique et moléculaire du biomarqueur
- Balenghien T. (2007).**Les moustiques vecteurs de la Fièvre du Nil Occidental
- BALENGHIEN T.(2006)** - De l'identification des vecteurs du virus West Nile à la
- BECKER N., PETRIC D., ZGOMBA M., BOASE C, DAHL C., LANE J. AND KAISER A.(2003)** - Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, p498
- 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. Progress in Lipid
- Ben Kheder, M. R. Ben Khedher, S. Ben Kheder, I. Chaieb, (2017)** “Chemical composition and biological activities of *Salvia officinalis* essential oil from Tunisia”.
- Borzoui, E., Naseri, B., Abedi, Z & Sadegh, M. (2016).** Lethal and Sublethal Effects of

- Bendali, F.** (1989). Etude de *Culex pipiens pipiens* anautogène, Systématique et lutte bactériologique (*Bacillus thuringiensis israeliensis* serotype H14. *B. sphaericus* 1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de magister en Arthropodologie. Université d'Annaba. Algérie.
- 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.
- Bendali-Saoudi, F.** (2006). Etude bioécologique, systématique, et biochimique des Culicidae (Diptera-Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte biologique anti-Culicidienne. Thèse de Doctorat d'Etat en science naturelle. Université Annaba.
- Bouabida Hayette., Dris Djemaa,**(2020). Effect of rue (*Ruta graveolens*) essential oil on mortality, development, biochemical and biomarkers of *Culiseta longiareolata*. *South African Journal of Botany* 133: 139 143
- Bouaoune, D., et Cherayette, H.** (2022).Activité biologique d' huile essentielle de *Salvia officinalis* chez deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*.
- Boudjelida, H., Bouaziz, A., Soin, T., Smaghe, G. & Soltani, N.** (2005). Effects of ecdysone agonist halofenozide against *Culex pipiens*. *Pestic.Biochem. Physiol.*, 83: 115-123.
- Bouguerra, A. Ali, M.** (2021) - Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill .en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Thèse Magister: biotechnologies alimentaire. Constantine: Université Mentouri (I.N.A.T.A.A.), 111p.
- Bouguerra, N., Tine-Djebbar, F., & Soltani, N.** (2018). Effect of *Thymus vulgaris* L. (Lamiales: Lamiaceae) Essential Oil on Energy Reserves and Biomarkers in *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) from Tebessa (Algeria)
- 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. Mém.Mag. en Entomologie. Option : application agronomique et médicale. Université mentouri Constantine, faculté des sciences de la nature et de la vie, département des sciences de la nature et de la vie.
- Boyer, S.** (2006). Résistance Métabolique des Larves de Moustiques aux Insecticides : Conséquences Environnementales. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat. Université Joseph Fourier – Grenoble I, 78 p.
- Briegel, H.** (1990). Metabolic relationship between female body size, reserves, and fecundity in *Aedes aegypti*. *Journal of Insect Physiology* **36**: 165-172.
- Bruneton, J.** (1999). Pharmacognosie. Phytochimie, plantes médicinales. Tec. & Doc.
-

BRUNHES J., RHAÏM A., GEOFFROY B., ANGEL G. ET HERVY J.P. (1999)- Les
BUSSIERAS J., CHERMETTE R. (1991) - Parasitologie Veterinaire, Entomologie, Service
de Parasitologie, ENVA.58-61.

C

Callot J., Helluy J. (1958). Parasitologie médicale. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p
Carbohydrate and Lipid Metabolic Enzymes. *Molécules*, 23, 3169p.
Catarino, M., Afonso, A., Silva, A., & Cardoso, S., 2018. *Salvia elegans*, *Salvia*
Cédric, P. (2008). Interactions entre insecticides non pyréthrinoïdes et répulsifs pour la lutte
contre *Anopheles gambiae* : Mécanismes, efficacité et impact sur la sélection de la résistance.
Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université de Montpellier I, Formation
doctorale : Parasitologie, 65 p.
Chelvanayagama, G. Parker, M.W. & Board, P. G. (2001).—Fly fishing for GSTs: A
unified nomenclature for mammalian and insect glutathione transferases, *Chemico-*
Biological Interactions **133 (1-3)**: 256–260.
Claiborne, A. (1985) Catalase activity. In: Greenwald RA (eds)*Handbook of Methods for*
Clark, AG. (1989). the comparative enzymology of GST from non-vertebrate organisms.
Comparative Biochemistry and Physiology **92**: 419-446.
Clement A, N. (1999) - The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behaviour. CAB
International Publishing, p 576.
Conséquences Environnementales. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat.
Crocidolomia binotalis Zeller. *Journal of Biopesticides* **3 (1)**: 275–277.
Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'Institut de Recherche pour le

D

Dahchar,Z. (2017). Inventaire des Culicidae de la région Ouest de la ville d'Annaba. Etude
Devairauskaite et al. Characterization of steam volatiles in the essential oil of black
currant bud extracts. J. Agric. Food Chem., (1985).
Développement (I.R.D.), Montpellier, ISBN 2-7099-1446-8.
Dhikra et Hafidha 2022:Activité biologique d'huile essentielle de *Salvia officinalis* chez
deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*.
Dictyostelium. Developmental biology **284**: 387-398.
Diplôme de Doctorat Université de Paul Cezanne AIX-MARSEILLE III. 147 p.
Djebbar, F. (2000). Composition biochimique et profil hormonal (20- hydroxyecdysone) des
stades larvaires et nymphal chez deux sous espèces de moustiques *Culex pipiens molestus* et

Culex pipiens pipiens. Thèse de Magister en physiologie animale, option, applications, agronomiques et médicales. Université d'Annaba, Algérie.

Doses of *Gaultheria procumbens* L. Essential Oil. Journal of Agricultural and Food

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

Dris, D., Tine-Djebbar, F. & Soltani, N. (2017a). *Lavandula dentata* essential oils: chemical composition and larvicidal activity against *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). African Entomology. **25(2)**: 387–394.

Duchateau, G. & Florquin, M. (1959). Sur la tréhalosémie des insectes et sa signification.

Durbeck K., 1997: The distillation of essential oils. Manufacturing and plant Construction

Durou, C., Poirier, L., Amiard, J.C., Budzinski, H., Gnassia-Barelli, M., Lemenach, K., Peluhet, L., Mouneyrac, C., Romeo, M. & Amiard-Triquet, C. (2007).

E

Ebadollahi, A., Khosravi, R., Sendi, J.J., Honarmand, P. & Amini, R.M. (2013).

Toxicity and Physiological Effects of Essential Oil from *Agastache foeniculum* (Pursh).

Effet of the environmental condition on essential oil profile in two dinaric Salvia species Salvia brachyd on vandas and Salvia officinalis L. Biochemical Systematics and Ecology. **35**, 473-478

Euzeby, J. (2008) - Grand dictionnaire illustre de parasitologie medicale et veterinaire. Paris: EXCLI Journal, vol 16, pp 160-173.

G

Garnero J, 1991 : Les huiles essentielles, leur obtention, leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. Technique- Encyclopédie de médecine naturelle, paris, 2-20 p.

George, S.G., (1994). Enzymology and molecular biology of phase II xenobiotic conjugating enzymes in fish. In: **Malins, D.C., Ostrander, G. K.** Aquatic. Toxicology, Molecul. Biochem and Cell. Perspect Lewis, Boca Raton, FL, pp. 37-85.

Ghorbani, A et M. Esmailizadeh, "Pharmacological properties of *Salvia officinalis* and its components". Journal of Traditional and Complementary Medicine, col 7, n°4

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

Gomes, P. B., Mata, V. G., & Rodrigues, A. E. (2007). Production of rose geranium oil using supercritical fluid extraction. Journal of Supercritical Fluids, 41(1), 50-60.

Granger, M.M.R., Passet, J. & Arbouset, G. (1973). L'essence de *Rosmarinus officinalis*, influence du mode de traitement du matériel végétal. *Perfumes, Cosmetics and Soaps*. France **3(3)**: 133-137.

H

Habig, W.H., Pabst, M.J. & Jakoby, W.B. (1974). Glutathione S-Transferases: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *J. Biol. Chem* **249**: 7130-7139.

Horvathova E., Srancíková A., Regendova-Sedlackova E, (2016). Enriching the drinking water of rats with extracts of *Salvia officinalis* and *Thymus vulgaris* increases their resistance to oxidative stress. *Mutagenesis*.31: 51-59 Ingénieurs de Gabès (Tunisie).

Hosoi, T. (1954). Egg production in *Culex pipiens pallens* coquillett. I V. Influence of Ichneumonidae). *Belgian Journal of Zoology* **136**: 53-58.

I

Isman, M B., & Machial C M. (2006). Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. In: Rai, M., Carpinella, M.C. (Eds.), *Rehimi, Journal of Chromatography A*, 1043(2), 323-327.

Journal of Medical Science & Biology **7**: 129 - 134.

Journal of Mosquito Research **3(1)**: 39-46.

Journal of Mosquito Research **3(1)**: 39-46.

Journal of separation science. 36 pp: 3130-3134

Journal of Zoology **25**: 57-60.

K

Kang, K.S. & Park, I.K. (2015). Insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activity of *Asteraceae* plant essential oils and their constituents against adults of the German cockroach (*Blattella germanica*). *Journal of Agricultural Food Chemistry* **63**: 2241–2248.

Kao, C.H. & Sun, C.N. (1991). In vitro degradation of some organophosphorus insecticides by susceptible and resistant diamondback moth. *Pestic Bioch Physiol* **41**: 132-141.

Keely, L.L. (1986). 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.

- Khajeh, M., Yamini, Y., Sefidkon, F. & Bahramifar, N.** (2004). Comparison of essential oil composition of *Carum copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry* **86**: 587-591.
- Khosravi, R., Jalali-Sendi, J. & Ghadamyari, M.** (2010). Effect of *Artemisia annua* L. on deterrence and nutritional efficiency of lesser mulberry pyralid (*Glyphodes pyloalis*)
- Khosravi, R., Jalali-Sendi, J. & Ghadamyari, M.** (2010). Effect of *Artemisia annua* L. on deterrence and nutritional efficiency of lesser mulberry pyralid (*Glyphodes pyloalis*)
- Kim KS., Chung BJ., & Kim, HK.** (2000). DBI-3204: A new benzoylphenyl urea insecticide with particular activity against whitefly. *Proceedings of the British Crop*
- Kim, B.J., Choi, C.H., Lee, C.H., Jeong, S.Y., Kim, J.S., Kim, B.Y., Yim, H.S. & Kang, S.O.** (2005). Glutathione is required for growth and prepore cell differentiation in
- Kintzios, S.E., 2000.** Sage the Genus *Salvia*; Harwood Academic Publisher: Amsterdam,
- Kiran, S. & Prakash, B.** (2015). Assessment of Toxicity, Antifeedant Activity, and
- Kiran, S., Kujur, A., Patel, L., Ramalakshmi, K. & Prakash, B.** (2017). Assessment of toxicity and biochemical mechanisms underlying the insecticidal activity of, chemically characterized *Boswellia carterii* essential oil against insect pest of legume seeds. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **139**: 17-23.
- Klowden, M.J.** (2007). *Physiological systems in insects*, Amsterdam: Elsevier, Academic Press. pp. 688.
- Kuntze Against *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) Larvae.
- Kurutas, E.B., Sahan, A. & Altun, T.** (2009). Oxidative stress biomarkers in liver and gill tissues of spotted barb (*Capoeta barroisi* Lortet, 1894) living in the river Ceyhan, L. from various European countries. *Natural product research*, 21(5), 406-411

£

- Laouabdia-Sellami, N.** (1992). Lutte biologique contre *Culex pipiens pipiens* (Diptera : Culicidae) : effet de la reculture et de la conservation de *Bacillus sphaericus* sur la toxicité à l'égard des moustiques. Mémoire de Magister en Biologie et Physiologie des Invertébrés, option Arthropodologie. ISN, Université d'Annaba.
- Linné, C. (1758)** - *Systema naturae per regna tria naturae*. Edition 10. Holmia, 1: 82.
- Lohar, M.K. & Wright, D.J.** (1993). Changes in the lipid content in haemolymph, fat body and oocytes of malathion treated *Tenebrio molitor* L. Adult females. *Pakistan*
- Lu, S. C.** (2009). Regulation of glutathione synthesis. *Molecular aspects of medicine* **30**: 42-59.

Lucchesi, M. E., Chemat, F., & Smadja, J. (2004). Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation.

M

Madaci, B., Merghem, R., Doumandji, B. & Soltani, N. (2008). Effet du Nerium oleander, laurier-rose, (Apocynacées) sur le taux des protéines, l'activité de l'AchE et les mouvements des vers blancs rhizotrogini, (Coleoptera : Scarabaeidae). *Science et Technologie* **27**: 73 - 78.

Madi, A. (2010). Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (Thym et Sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques,

Maffei, M. & Sacco, N. (1987). Perfumer and flavorist. Vol. 13, N° 5, 61p. *In Besombes,*

Maffei, M. & Sacco, N. (1987). Perfumer and flavorist. Vol. 13, N° 5, 61p. *In Besombes,*

C., (2008). Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo- mécanique d'herbes aromatiques. Applications généralisées. Thèse de doctorat.

Université de La Rochelle, 289p.

Maksimovic M., Danijela V., Mladen M., Marija E.S., Sabaheta A., et Sonja S.Y. (2007). *medicine* **27**: 916-921.

Meister, A. & Anderson, M.E. (1983). Glutathione. *Annual review of biochemistry* **52**: 711-760.

Mémoire Sarra Houaoussa et Hana Arnaout Guelma 2020.

N

Nath, S.S., Kalaivan, K. & Chung, P.G. (1997). The effects of azadirachtin and

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

Nation, J.L. (2008). *Insect physiology and biochemistry*, 2nd ed. CRC Press, London, UK.

Noctor, G., Arisi, A.C.M., Jouanin, L., Kunert, K.J., Rennenberg, H. & Foyer, C.H. nucleopolyhedrovirus on midgut enzymatic profile of *Spodoptera litura* Fab.

O

Oppenoorth, F.J, Smissaert, H.R, Welling, W., Van Der Pas, L.J.T. & Hitman, K.T.

Origanum vulgare L. essential oils on toxicity, food consumption, and biochemical

ORSTOM, Paris. 259p.

Ouibrahim, A. (2014). Evaluation de l'effet antimicrobien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurus nobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse de Doctorat. Université d'Annaba. 95 p.

P

Paris M., Hurabiel., 1981. Abrégé de matière médicale. Pharmacognosie. Tome I. Masson. Paris. France.

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

Penninckx, M.J. (2002). An overview on glutathione in *Saccharomyces versus* nonconventional yeasts. FEMS yeast research **2**: 295-305.

Pereira, C. G., & Meireles, M. A. A. (2010).Supercritical fluid extraction of bioactive compounds: fundamentals, applications and economic perspectives. Food and Bioprocess Technology, 3(3), 340-372.

Peterson, A., Machmudah, S., Roy, B. C., Goto, M., Sasaki, M., & Hirose, T. (2006).

Peterson, E.L. (1980) -Alimit cycle interprétation of a mosquito circadian oscillator .J. theor. Physiological Reviews **74**: 139 – 162.

Physiology **107**: 250-257.

Physiology **125**:147–160.

PIERRICK H. (2014) - *Culex pipiens* - Définition. Réalisé en collaboration avec des

Pinho, A.I., Wallau, G.L., Nunes, M.E.M., Leite, N.F., Tintino, S.R., Cruz, L.C., Cunha, F.A.B., Costa, J.G.M., Coutinho, H.D., Posser, T. & Franco, J.L. (2014).

Plectranthus (lamiaceae). South African Journal of Botany **72**: 99-104.

Q

Qin, W., Huang, S., Li, C., Chen, S. & Peng, Z. (2010). Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its

chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispididae). Pesticide

Quezel, P. et Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. C.N.R.S. Paris. P 603, 781-793.

quinquefasciatus (Diptera: Culicidae) Say. Parasitology Research **105 (5)**: 1193–

Qutubuddin M. (1960) - Mosquito studies in the Indian subregion, Part I Taxonomy – A brief review. 133p

R

- Raal, A., Orav, A., & Arak, E. (2007).** Composition of the essential oil of *Salvia officinalis*
- Radulescu, V., Chiliment, S., & Oprea, E. (2004).** Capillary gas chromatography–mass spectrometry of volatile and semi-volatile compound of *Salvia officinalis*.
- Rehimi, N. (1993).** Activité biologique de trios molécules dérivées de labenzoylurée (Dart, Andalin, Alsystin) à l'égard de *Culex pipiens pipiens*. Thèse de Magister en Biologie et
- Reinert, J.F. (2000)** - New classification for the composite genus *Aedes* (Diptera: Culicidae: Research **24**: 19-67.
- Ribeiro, S., Sousa, J.P., Nogueira, A.J.A. & Soares, A.M.V.M. (2001)** Effect of endosulfan and parathion on energy reserves and physiological parameters of the terrestrial isopod *Procellia dilatatus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety* **49**: 131- 138.
- Rodhain, F. Perez, C. (1985)** - Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine S.
- Rosua, J.L. & Granados, A.G. (1987).** Analyse des huiles essentielles d'espèces du genre *Rosmarinus* L. et leur intérêt en tant que caractère taxonomique. *Plantes Médicinales et Phytothérapie* **XXI(2)**: 138- 143.
- ROTH M. (1980)** - Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes,

S

- Sak, O., Uckan, F. & Ergin, E. (2006)** Effects of cypermethrin on total body weight, glycogen, protein and lipid contents of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:
- Sau, A. Pellizzari Tregno, F. Valentino, F. Federici, G. & Caccuri, A.M. (2010).** *Science* **6**: 1-7.
- Sefidkon, F., Abbasi, K. Jamzad, Z. & Ahmadi S. (2007).** The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Saturejarechingeri*. *Food chemistry* **100**: 1054-1058.
- Shan, X.Q., Aw, T.Y. & Jones, D.P. (1990).** Glutathione-dependent protection against
- Sharma, P., Jha, A.B., Dubey, R.S. & Pessarakli, M. (2012).** Reactive oxygen species,
- Sharma, P., Mohan, L. & Srivastava, C.N. (2006).** Phytoextract-induced developmental deformities in malaria vector. *Bioresource Technology* **97 (14)**: 1599-1604.
- Sharma, P., Mohan, L. & Srivastava, C.N. (2009).** Anti-juvenile activity of *Azadirachta indica* extract on the development and morphometry of filaria vector, *Culex*
- Sies, H. (1999).** Glutathione and its role in cellular functions. *Free radical biology &*
- Sneha, A. & Preet, S. (2016).** Impact of sublethal conventional and biorational larvicidal stress on fitness status in nutritionally challenged *Aedes aegypti* larvae. *International*
- Sneha, A. & Preet, S. (2016).** Impact of sublethal conventional and biorational larvicidal

Soderlund, D.M. (1997). Molecular mechanisms of insecticide resistance. *In situ* V (Ed). Molecular mechanisms of resistance to agrochemicals, Chemistry of plant protection. Berlin Heidelberg New York **13**: 21-56.

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

Sun, C.N., Huang, S.Y., Hu, N.T. & Chung, W.Y. (2001). Glutathione S-transferase and insect resistance to insecticides. In: *Biochemical sites of insecticide action and resistance* (Ishaaya I, ed). Springer, Berlin 239-252.

T

Tarigan, S.I., Dadang, D. & Sakti Harahap, I. (2016). Toxicological and physiological The Netherlands.

There are no sources in the current document. Physiologie des invertébrés, option Arthropodologie. ISN Université d'Annaba thuringiensis israelensis H14. (Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba). 182p. Université de La Rochelle, 289p.

V

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

Vijayaraghavan, C., Sivakumar, C., Zadda Kavitha, M. & Sivasubramanian, P. (2010). Effect of plant extracts on biochemical components of cabbage leaf webber,

Viljoen, A.M., Denirci, B., Baser, K.H.C., Potgieter, C.J. & Edwards, T.J. (2006). Micro distillation and essential oil chemistry a useful tool for detecting hybridisation in *Plectranthus* (Lamiaceae). *South African Journal of Botany* **72**: 99-104.

W

Walters, K. B. Grant, P. & Johnson, D.L.E. (2009). Evolution of the GST omega gene

Wang, W. & Ballatori, N. (1998). Endogenous glutathione conjugates: occurrence and

War, A.R., Michael, G.P., Barkat, H., Tariq, A., Mohd, Y.W. & Savarimuthu, I. (2013). Efficacy of a combined treatment of Neem oil formulation and endosulfan against

War, A.R., Michael, G.P., Barkat, H., Tariq, A., Mohd, Y.W. & Savarimuthu, I. (2013). Efficacy of a combined treatment of Neem oil formulation and endosulfan against

Y

Yazdani, E., Sendi, J.J. & Hajizadeh, J. (2014). Effect of *Thymus vulgaris* L. and *Origanum vulgare* L. essential oils on toxicity, food consumption, and biochemical properties of lesser mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Plant Protection Research* **54**(1): 53-61.

Yazdani, E., Sendi, J.J. & Hajizadeh, J. (2014). Effect of *Thymus vulgaris* L. and

Yazdani, E., Sendi, J.J., Aliakbar, A.R. & Senthil Nathan, S. (2014). Effect of *Lavandula*

Yazdani, E., Sendi, J.J., Aliakbar, A.R. & Senthil Nathan, S. (2014). Effect of *Lavandula angustifolia* essential oil against lesser mulberry pyralid *Glyphodes pyloalis* Walker (Lep:

Pyralidae) and identification of its major derivatives. *Pesticide Biochemistry Physiology* **107**: 250-257.

Yeom, H.J., Jung, C.S., Kang, J.S., Kim, J., Lee, J.H., Kim, D.S., Kim, H.S., Park, P.S.,

Yeom, H.J.; Kang, J.S. Kim G.H. & Park, I.K. (2012). Insecticidal and acetylcholine esterase inhibition activity of *Apiaceae* plant essential oils and their constituents against adults of German cockroach (*Blattella germanica*). *Journal of Agricultural Food and Chemistry* **60**:7194–7203.

Yu, B.P. (1994). Cellular defenses against damage from reactive oxygen species.

Z

Zeghib, F., Tine-Djebbar, F., Zeghib, A., Bachari, K., Sifi, K., & Soltani, N. (2020).

Chemical composition and larvicidal activity of *Rosmarinus officinalis* essential oil against West Nile vector mosquito *Culex pipiens* (L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 23:6, 1463-1474, DOI: 10.1080/0972060X.2020.1860138

Zeilinski, S. & Pörtner, H.O. (2000). Oxidative stress and antioxidative defense in cephalopods: a function of metabolic rate or age. *Comparative Biochemistry and*

(web1) <https://fr.puressentiel.com/blogs/conseils/huile-essentielle-definition>.