



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



Scientifique

Université Larbi Tébessi-Tébessa

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

Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Biologiques

Option: Biochimie Appliquée

Thème:

***Etude bibliographique de l'effet larvicide de l'huile essentielle  
d'Artemisia campestris à l'égard de Culex pipiens : Aspect  
toxicologique.***

Elaboré par :

DJEBRI Abir

DOUIB Bassma

Devant le jury :

|                       |     |                       |              |
|-----------------------|-----|-----------------------|--------------|
| Dr. BELGUENDOZ Karima | MAA | Université de Tébessa | Présidente   |
| Dr. ZEGHIB Assia      | MCA | Université de Tébessa | Promotrice   |
| Dr. HAMIRI Manel      | MAA | Université de Tébessa | Examinatrice |

Date de soutenance : 24-06-2020

Note : .....

Mention : .....



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



Scientifique

Université Larbi Tébessi-Tébessa

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

Département de Biologie Appliquée

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Biologiques

Option: Biochimie Appliquée

Thème:

*Etude bibliographique de l'effet larvicide de l'huile essentielle  
d'Artemisia campestris à l'égard de Culex pipiens : Aspect  
toxicologique.*

Elaboré par :

DJEBRI Abir

DOUIB Bassma

Devant le jury :

|                       |     |                       |              |
|-----------------------|-----|-----------------------|--------------|
| Dr. BELGUENDOZ Karima | MAA | Université de Tébessa | Présidente   |
| Dr. ZEGHIB Assia      | MCA | Université de Tébessa | Promotrice   |
| Dr. HAMIRI Manel      | MAA | Université de Tébessa | Examinatrice |

Date de soutenance : 24-06-2020

Note :.....

Mention :.....

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## ملخص

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

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير الزيوت الأساسية المستخلصة من نبات *Artemisia campestris* ضد نوع من البعوض ، الأكثر وفرة في منطقة تبسة *Culex pipiens* ، يتم تطبيق الزيت الأساسي لهذا النبات على اليرقات المتحولة حديثاً للمرحلة الرابعة من *Culex pipiens*.

الدراسات السابقة قيمت سمية هذا الزيت من خلال تراكيز مختلفة اعتماداً على الوقت. حيث بينت النتائج التي تم الحصول عليها أن نشاط مبيد اليرقات لهذا الزيت يتناسب مع وقت التعرض والتركيز. ولذلك، يمكن استخدامه كمبيد حشري بيولوجي ضد هذا النوع من البعوض .

**الكلمات المفتاحية :** *Artemisia campestris*، الزيت الأساسي ، تسمم، مبيد حشري حيوي.

### Abstract

Control by plant insecticides is highly recommended, among the means used by plants to defend themselves against the predators.

This study aims to test the effect of essential oils extracted from *Artemisia campestris*, against a species of mosquito, the most abundant in the region of Tebessa *Culex pipiens*, the essential oil of this plant is applied on the newly exuviated larvae of the fourth stage of *Culex pipiens*.

Previous studies have evaluated the toxicity of this oil from different concentrations depending on time. The results obtained show that the larvicidal activity of this oil is proportional with the exposure time and concentration used. It could, therefore, be used as a potential bio-insecticide against this species of mosquito.

**Keywords:** essential oil, *Artemisia campestris*, *Culex pipiens*, toxicity, bio-insecticide.

### Résumé

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

Cette étude vise à tester l'effet de l'huile essentielle extraite d'*Artemisia campestris*, à l'égard d'une espèce de moustique, la plus abondante dans la région de Tébessa *Culex pipiens*, l'huile essentielle de cette plante est appliquée sur les larves nouvellement exuvies du quatrième stade de *Culex pipiens*.

Les études précédentes ont évalué la toxicité de cette huile à partir de différentes concentrations en fonction de temps. Les résultats obtenus montrent que l'activité larvicide de cette huile est proportionnelle avec le temps d'exposition et la concentration utilisée. Elle pourrait, donc, être utilisée comme bio-insecticide potentiel contre cette espèce de moustique.

**Mots clés :** huile essentielle, *Artemisia campestris*, *Culex pipiens*, toxicité, bio-insecticide.

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail:*

*Avant tout, à « vous » mes très chers parents pour*

*Votre amour et votre support continu,*

*Merci d'être là pour moi.*

*À mes très chers frères et sœurs.*

*À toute ma grande famille sans exception.*

*À tous mes amis sans exception et toute personne*

*Qui nous ont aidé pour faire ce modeste travail.*

*À ma petite famille encore qui a partagée avec moi*

*Les moments difficiles de ce travail.*

*À tous ceux qui me sont chers.*

*ABIR*

# Dédicaces

*A mon cher père Douib Labidi qui a travaillé dur pour notre confort.*

*Pour ma chère mère, source de tendresse et de compassion.*

*A mes chères sœurs, Khwla, Wissem, Aya et Chourouk, qui m'ont donné la confiance et la force.*

*A mon frère Soufian, mon héros qui donne le sens d'humour dans ma vie.*

*A toute ma famille et mes amis, pour tous qui m'ont soutenu.*

**BASSMA**





# Remerciements

*Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la patience, la force et le courage pour réaliser cette étude.*

*Nous remercions chaleureusement notre encadreur Madame Zeghib Assia pour avoir acceptée d'encadrer ce travail et pour ses conseils et ses précieuses orientations, ses encouragements, sa patience qu'elle n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail*

*Sa compétence scientifique*

*A largement contribué à la réalisation de ce travail.*

*Nous souhaitons vivement associer à ces remerciements ceux pour Dr. Belguendouz Karima pour nous avoir fait l'honneur de présider*

*Le jury de ce mémoire.*

*Nous sommes très honorées que Dr. Hamiri Manel,*

*Ait accepté de*

*Siéger à ce jury qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.*

*Nous n'oublions pas non plus les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, et en particulier*

*Département de biologie.*

*Ces remerciements vont inévitablement aussi à nos collègues.*

### Liste des tableaux

| <b>N°</b> | <b>Titre</b>                                     | <b>Page</b> |
|-----------|--|-------------|
| <b>1</b>  | Classification de l' <i>Artemisia campestris</i> | <b>22</b>   |

Liste des figures

| N° | Titre   | Page |
|----|---|------|
| 01 | Le Moustique <i>Culex pipiens</i>   | 07   |
| 02 | Morphologie générale d'un adulte de <i>Culex pipiens</i>                        | 08   |
| 03 | Morphologie du terminalia (génitalia) de <i>Culex pipiens</i>                   | 09   |
| 04 | Morphologie schématique de l'appareil génital femelle de <i>Culex pipiens</i>   | 10   |
| 05 | Morphologie général d'une nymphe de <i>Culex pipiens</i>                        | 10   |
| 06 | Morphologie général d'une larve de <i>Culex pipiens</i>                         | 11   |
| 07 | Nacelle d'œufs de <i>Culex pipiens</i>  | 11   |
| 08 | Cycle de développement chez les moustiques                                      | 12   |
| 09 | shéma explicatif le remplacement de population origine par population résistant | 17   |
| 10 | élevage larvier de <i>Culex pipiens</i>   | 18   |
| 11 | élevage adulte de <i>Culex pipiens</i>  | 18   |
| 12 | <i>Artemisia campestris</i>   | 21   |
| 13 | Structure de la molécule phénol et celle d'un polyphénol                        | 24   |
| 14 | Exemples de quelques phénols simples et acides phénoliques                      | 25   |
| 15 | Squelette de base des flavonoïdes   | 26   |
| 16 | Structure de différents flavonoïdes   | 26   |
| 17 | Structure des tanins  | 27   |
| 18 | Classification des tanins   | 28   |
| 19 | Structure des tanins hydrolysables  | 28   |
| 20 | Structure de tanins condensé  | 29   |
| 21 | Quelques organes sécréteurs d'huiles essentielles                               | 38   |
| 22 | Montage d'hydrodistillation   | 44   |
| 23 | Entraînement à la vapeur deau ascendante et descendante                         | 45   |
| 24 | <i>Coccinelle</i> proie sur le <i>pucerons</i>                                  | 51   |
| 25 | <i>Bug</i> sur le dos du moustique  | 51   |
| 26 | Huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i>                                | 52   |
| 27 | insecticide biologique à base de <i>Bacillus thuringiensis</i>                  | 53   |
| 28 | Schéma recapilatif des différentes étapes du test de toxicité                   | 65   |
| 29 | Huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i>                                | 66   |

## Liste des figures

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>30</b> | Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalité des larves L4 nouvellement exuviées traités par l'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> en fonction des différentes concentrations                               | <b>67</b> |
| <b>31</b> | Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalité des larves L4 nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations de l'huile essentielle d' <i>Artemisia campestris</i> en fonction du temps (24,48 et 72) heures | <b>68</b> |
| <b>32</b> | variation de la mortalité corrigée par contact des différentes doses de l'huile essentielle de l' <i>armoise rouge</i> sur <i>Sitiphilus oryzae</i>   | <b>70</b> |

### Abréviations et symboles

**HE-AC** : l'huile essentielle d'*Artemisia campestris*

**AC** : *Artemisia campestris*

**HE** : l'huile essentielle

**Cx. pipiens** : *Culex pipiens*

**L4** : larve du quatrième stade

**LDL** : lipoprotéines de faible densité

**h**: heures

**mm** : millimètre

**cm** : centimètres

**ml**: millilitre

**mg** : milligramme

**R(%)**: rendement exprimé en %

**%**: pourcentage

**±** : Plus ou moins

**C** : concentration

**Km** : kilomètre

**DDT**: dichlorodiphényltrichloroéthane

**GLU**: Glucose

**HPLC**: chromatographique en phase liquide

**CPG**: chromatographique en phase gazeuse

**SM**: Spectre de masse

**SOMMAIRE**

ملخص

Abstract

Résumé

Dédicaces

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Abréviations et symboles

Sommaire

|   |    |
|---|----|
| <b>INTRODUCTION</b>   |    |
| <b>APERCU BIBLIOGRAPHIQUE</b>                                       |    |
| <b>CHAPITRE I : <i>Culex pipiens</i></b>                            |    |
| I. Généralités  | 7  |
| II. Morphologie   | 8  |
| III. Biologie   | 12 |
| III.1. Le cycle de développement du moustique                       | 12 |
| III.1.1. Phase aquatique  | 12 |
| III.1.2. Phase aérien   | 13 |
| III.2. Habitat et nutrition   | 13 |
| III.3. Reproduction   | 14 |
| III.4. Ponte  | 14 |
| III.5. Durée de vie des adultes                                     | 14 |
| III.6. Périodes d'activité  | 14 |
| V. Les principales nuisances causées                                | 15 |
| V.1. Piqûres  | 15 |
| V.2. Transmission de maladie  | 15 |
| V. La résistance du moustique <i>Culex pipiens</i> aux insecticides | 16 |
| VI. Technique d'élevage   | 17 |
| <b>CHAPITRE II : <i>Artemisia campestris</i></b>                    |    |
|   | 19 |

|  |    |
|--|----|
| I. Généralités   | 20 |
| II. Présentation de l'espèce <i>Artemisia campestris</i>   | 21 |
| II.1. Définition   | 21 |
| II.2. Dénomination   | 21 |
| II.3. Classification botanique                             | 22 |
| II.4. Répartition géographique                             | 23 |
| III. Composition chimique                                  | 23 |
| III.1. Métabolites primaires et secondaires                | 23 |
| III.1.1. Métabolites primaires                             | 23 |
| III.1.2. Métabolites secondaires                           | 23 |
| III.2. Composition chimique d' <i>Artemisia campestris</i> | 24 |
| III.2.1. Polyphénols                                       | 24 |
| III.2.2. Flavonoïdes                                       | 25 |
| III.2.3. Tanins  | 27 |
| III.2.4. Huiles essentielles / Terpène                     | 29 |
| III.2.5. Alcaloïdes  | 30 |
| IV. Propriété et usage                                     | 31 |
| V. Utilisation de la plante en médecine traditionnelle     | 31 |
| VI. Activités biologiques                                  | 32 |
| VI.1. Activités antioxydant                                | 32 |
| VI.2. Activités antibactérienne                            | 32 |
| VI.3. Activités antifongique                               | 33 |

|  |    |
|--|----|
| VI.4. Activités hypoglycémiantes                                     | 33 |
| VI.5. Activités antipoison   | 33 |
| VI. 6. Activité antitumorale   | 33 |
| VI. 7. Activité antimutagène   | 34 |
| VI. 8. Activité anti inflammatoire                                   | 34 |
| VI. 9. Activité gastro-esophagusprotectrice                          | 34 |
| VI. 10. Activité anti-hyperlipidémie                                 | 34 |
| VI. 11. Activité anti-leishmaniose                                   | 35 |
| VI. 12. Activité allélopathiques                                     | 35 |
| VI. 13. Activité antiparasitaire                                     | 35 |
| VI. 14. Activité insecticide   | 35 |
| II. Généralités sur l'huile essentielle                              | 36 |
| II.1. Définition des Huiles essentielles                             | 36 |
| II.2. Répartition et localisation des huiles essentielles            | 37 |
| II.3. Les caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles | 38 |
| II.4. Composition chimique des huiles essentielles                   | 38 |
| II.4.1. Les monoterpènes   | 38 |
| II.4.2. Les sesquiterpènes   | 39 |
| II.4.3. Les composés aromatiques                                     | 39 |
| II.4.4. Composés d'origine diverse                                   | 39 |
| II.4.5. Biosynthèse des terpènes                                     | 39 |
| II.6 Rôle physiologique  | 40 |



|  |    |
|--|----|
| II.7 Facteurs de variabilité des huiles essentielles                                 | 40 |
| II.7.1. Origine botanique  | 40 |
| II.7 .2. Cycle végétatif   | 40 |
| II.8. Intérêt thérapeutique, écologique et économique                                | 40 |
| II.9. Qualité et rendement des huiles essentielles                                   | 41 |
| II.10. Conservation des huiles essentielles  | 42 |
| II.11. Toxicité des huiles essentielles  | 42 |
| II.12. Procédés d'extraction   | 43 |
| II.12.1. Hydrodistillation   | 43 |
| II.12.2. Entraînement à la vapeur d'eau  | 44 |
| II.12.3. Lhydrodiffusion   | 45 |
| II.12.4 Analyse chromatographique et identification des constituants dans un mélange | 45 |
| <b>CHAPITRE III : La lutte biologique contre les insectes</b>                        | 47 |
| I. Généralités   | 48 |
| II. Définition   | 48 |
| III. Les types de la lutte biologique  | 48 |
| III.1. La lutte biologique classique   | 49 |
| III.2. La lutte par augmentation   | 49 |
| III.3. La lutte par concervation   | 49 |
| IV. Méthodes de lutte biologique   | 50 |
| IV.1. La lutte biologique par utilisation de prédateur                               | 50 |
| IV.2. La lutte biologique par utilisation de parasitoïdes                            | 51 |
| IV.3. La lutte biologique par utilisation d'insecticide botanique                    | 52 |
| IV.4. La lutte biologique par utilisation de micro-organismes                        | 52 |
| IV.5. Lalutte biologique par utilisation de la résistance variétale                  | 54 |
| V. Caractéristiques utiles   | 54 |

|   |    |
|---|----|
| VI. Les avantages et les inconvénients de la lutte biologique   | 55 |
| VI.1. Avantages de la lutte biologique  | 55 |
| VI.2. Les inconvénients   | 56 |
| VII. Exemples des luttés biologiques  | 56 |
| VIII. La lutte biologique contre le moustique   | 58 |
| <b>CHAPITRE IV : L'effet larvicide de l'huile essentielle<br/>d'<i>Artemisia campestris</i> à l'égard de <i>Culex Pipiens</i> : Aspect<br/>toxicologique.</b> | 59 |
| I. Généralité   | 60 |
| II. l'activité insecticide  | 60 |
| II.1. La lutte anti larvaire  | 61 |
| III. Activité insecticide des extraits de plantes   | 61 |
| II.1. Activité insecticide des huiles essentielles  | 62 |
| IV. L'effet larvicide d' <i>artemisia campestris</i> à l'égard de <i>culex pipiens</i>  | 63 |
| IV.1. Toxicologie des huiles essentielles   | 63 |
| IV.2. Les travaux concernant à la toxicité d'huile essentielle d' <i>Artemisia<br/>campestris</i> à l'égard de <i>culex pipiens</i>                           | 63 |
| <b>CONCLUSION</b>   | 73 |
| <b>RFFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>  | 75 |



# *Introduction*



## Introduction

La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore (**Lobo et al., 1997**). Cette faune qui est représentée par toutes les espèces animales d'un écosystème, compte les insectes qui constituent près de 60% du règne animal (**Pavan, 1986**) et 50% de la diversité de la planète (**Wilson, 1988**). Prennent de plus en plus d'importance dans la recherche. Les insectes jouent des rôles épidémiologiques variés, ce qui fait d'eux un problème majeur de santé publique (**Berge, 1975 ; Jolivet, 1980**).

Les insectes transmettent à l'homme une très grande variété de microbes et de parasites dont un bon nombre peut se révéler pathogènes (**Hassain, 2002**). Depuis 170 millions d'année les diptère (les mouches et les moustiques) forment un groupe d'insectes le plus écologiquement diversifié, la famille des *Culicidae* est la plus importante, les moustiques appartient à cette famille forment un groupe diversifié dans une grande partie des insectes sont hématophages (**Boudemagh et al., 2013; Poupardin, 2011**). En Algérie, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* sont considérées parmi les espèces les plus abondantes (**Aïssaoui & Boudjelid, 2014**).

Les moustiques ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'homme, principalement en raison du fait qu'ils peuvent être des vecteurs de maladies. Les espèces du genre *Culex* transmettent des maladies parasitaires telles la filariose et la fièvre jaune (**Alaoui Slimani et al., 1999**). La capacité de *Culex pipiens* à s'adapter à tous les biotopes (**Hassaine, 2002 ; Faraj et al., 2006**) lui permet d'être vecteur de plusieurs agents pathogènes responsables de maladies infectieuses parfois mortelles (**Aouinty et al., 2006 ; Kosone et al., 2008 ; Guyatt et al., 1999**) affectant l'homme et/ou l'animal tel est le cas du virus West Nile (**Krida et al., 2011**), le virus de la fièvre de la vallée du Rift (**Hoogstraal et al., 1979 ; Meegan et al., 1980 ; Moutailler et al., 2008**) et des filaires (**Harb et al., 1993 ; Krida et al., 1998 ; Abdülhamid et al., 2009 ; Abdülhamid et al., 2011**).

Dans le cadre de la lutte contre ces vecteurs, les chercheurs vient de mettre en place des insecticides à l'égard de la faune *Culicidienne*, en particulier celle d'Algérie dont un grand nombre d'études s'intéressent à la lutte chimique (**Berchi, 2000 ; Rehim & Soltani,**

**1999, Rehim, 1993).** Comme les organophosphorés, les organochlorés et les pyréthrinoides etc. (**Zhang et al, 2016**). Les insecticides chimiques sont très efficaces car ils ont une action directe sur le système nerveux central des insectes, Ils bloquent la transmission de l'influx nerveux, les quantités importants d'insecticides chimiques conventionnels ont été utilisées dans le monde causant des dommages irréversibles à l'environnement et à l'homme et il a été prouvé qu'une perte massive de la biodiversité, S'ajoute aussi à ces inconvénients, le problème de développement de résistance aux insecticides chimiques, chez les insectes traités (**Aouati, 2015 , El-Bokl, 2016 , Kemassi et al., 2015**).

Toutes ces raisons ont poussées les chercheurs de proposer d'autre alternatif plus sûre plus sélective, biodégradable et induit des effets toxiques contre différentes espèces de Diptères par l'utilisation des bioproduits à base de plantes sont hautement dégradables et non toxiques pour les humains et pour l'environnement. (**Berrah & Ahcene, 2016 ; Awosolu et al., 2018**).

L'utilisation de plantes dans la lutte anti vectorielle, en effet ces extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement sur les moustiques. C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (**Guarrera, 1999**).

Dans cette perspective donc d'étudier l'efficacité toxicologique des huiles essentielles extraites d'une plante *Artemisia campestris* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*, qui est très commune en Algérie et notamment dans la ville de Tébessa.

L'objectif de ce travail sera de répondre à ces questions à savoir « est ce qu'Elle pourrait être utilisée comme bioinsecticide sur les larves L4 de *Culex pipiens* pour le huile essentielle de l'*Artemisia campestris* et si tel est les concentrations, quels sont celles qui donneront la plus forte mortalité.

Cette étude comporte 4 chapitres :

- Le premier chapitre nous présenterons un bilan bibliographique des connaissances biologiques de l'espèce animale *Culex pipiens*, Le deuxième chapitre bibliographique qui comporte des informations sur l'espèce végétale *Artemisia campestris*.
- Le troisième chapitre sera consacré à la lutte biologique contre les insectes.

- Le dernier chapitre qui décrit toute les méthodes et techniques suivies afin de tester l'effet de l'huile essentielle d'une espèce *Artemisia campestris* contre des populations de l' espèce de moustique ( *Culex pipiens* ) sur l'aspect toxicologique des larves du quatrième stade. et nous terminons par conclusion.



*APERÇU  
BIBLIOGRAPHIQUE*



*Chapitre I :*  
*Culex pipiens*



## I. Généralités

Depuis leur apparition il y a 245 millions d'années, les moustiques ont colonisé tous les milieux, de l'équateur aux cercles polaires. Le fait de pouvoir se déplacer en volant, leur grande capacité de reproduction ainsi que leurs facultés d'adaptation exceptionnelles leur permettent de vivre dans la plupart des environnements naturels ou créés par l'homme (**books, 2020**).

*Culex pipiens* pipiens est le moustique le plus fréquemment rencontré dans notre pays . Membre de la famille des *Culicidés*, il se développe sur tous les continents excepté L'Antarctique, et cause de nombreuses nuisances. En plus des piqûres et de la spoliation Sanguine, il est responsable de la transmission du virus (**Rsseguier.P, 2011**). La femelle qui pique pour produire ses œufs. Le sang consommé est indispensable à la reproduction de cette espèce. Pour lutter contre ce moustique on utilise des insecticides ou la réintroduction de prédateurs naturels (**sante médecine journal, 2020**).

L'affiliation systématique de *Culex pipiens* (**figure 1**) est la suivante (**Aouati, A, 2016**):

- Règne: *Animalia*
- Embranchement: *Arthropoda*
- Sous-embranchement: *Hexapoda*
- Classe: *Insecta*
- Sous-classe: *Pterygota*
- Ordre : *Diptera*
- Sous-ordre: *Nematocera*
- Famille: *Culicidae*
- Sous-famille: *Culicinae*
- Genre : *Culex*
- Espèce : *Culex pipiens*



**Figure 1** : Le Moustique *Culex pipiens*  
(**Scienceworld, 2020**)

## II. Morphologie

En général, il y a 4 étapes dans le développement apparent de moustique : l'œuf, larve, nymphe, adulte.

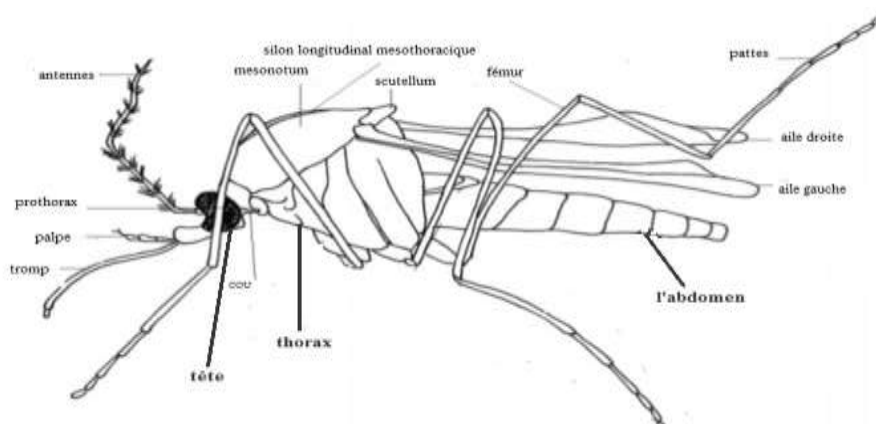
- **L'adulte**

Le moustique *Culex pipiens* adulte (**figure 2**), dont la taille varie entre 4 et 10 mm est constitué de 3 parties :

- ✓ la tête, qui comporte deux yeux, deux antennes, une trompe et deux palpes. Ces organes lui permettent de s'orienter, de détecter des odeurs et de piquer en pompant du sang
- ✓ le thorax, composé de deux ailes et de trois paires de pattes
- ✓ l'abdomen, qui comporte les organes de digestion, de reproduction et de développement des œufs. Il augmente fortement de taille lorsque la femelle prend un repas sanguin. Les protéines contenues dans le sang permettent la maturation des œufs.

On peut reconnaître un moustique *Culex pipiens* grâce à certaines caractéristiques :

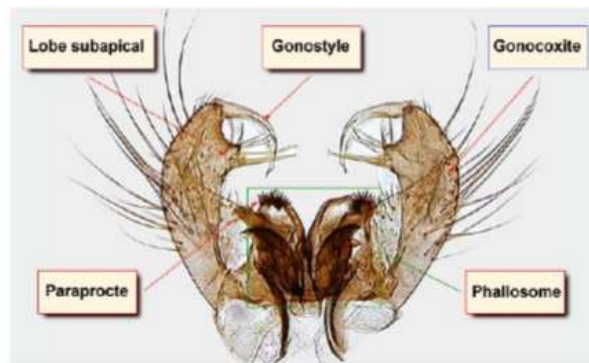
- ✓ les pulvilli : système d'accroche des moustiques, situé sur les pattes, se situent à l'extrémité des pattes.
- ✓ les palpes : organes sensoriels du mâle sont généralement repliés vers le haut ([www.insectecran.com](http://www.insectecran.com)).



**Figure 2 :** Morphologie générale d'un adulte de *Culex pipiens* (Toral y caro, 2005)

➤ **Appareil génital de culex pipiens**  
**-Terminalia mâle**

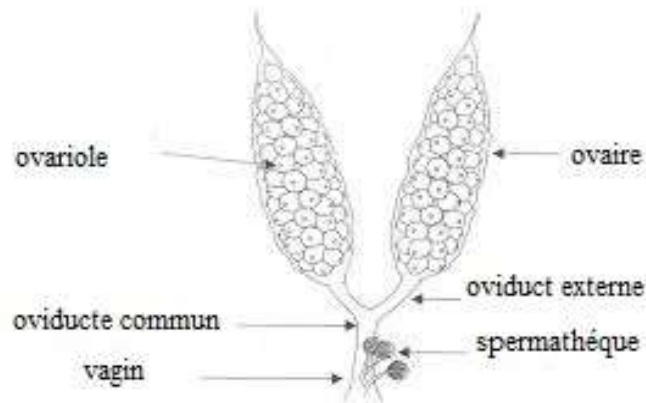
L'appareil génital externe encore appelé genitalia (**figure 3**) est utilisé en taxonomie. Il est porté par le neuvième segment abdominal (segment génital) qui subit de grandes modifications. Il est composé d'une paire de forcipules entourant le pénis. Le premier segment de chaque forcipules est une large pièce basale appelée gonocoxite. A la partie apicale du gonocoxite se trouve une plaque munie de nombreuses épines, c'est le lobe apical. Au gonocoxite fait suite une pièce fine appelée style. Il porte une forte épine terminale. Le pénis est en position ventrale par rapport à l'anus au début de la vie adulte et avant la rotation des genitalia mâles. Il se retrouve en position dorsale après la rotation (**Mondet, 1993**).



**Figure 3.** Morphologie du terminalia (génitalia) de *Culex pipiens* (**Schaffner et al., 2001**)

**-Terminalia femelle**

Les genitalia femelles Sur le plan morphologique (**figure 4**), le huitième segment est bien développé tandis que le segment neuf est très réduit. L'orifice du rectum s'ouvre entre la plaque postérieure génitale et une paire de cerques dorsaux portant des soies. L'orifice vaginal, placé ventralement, est limité par deux lèvres qui en obstruent la lumière. L'étude de l'appareil génital femelle interne fournit de précieuses informations sur le stade physiologique et l'âge de l'insecte. L'appareil génital femelle interne est formé de deux ovaires composés d'ovarioles. Dans chaque ovaire se trouve un oviducte interne (calice) dans lequel débouchent les ovarioles. A la sortie des ovaires, les deux oviductes externes se réunissent pour former l'oviducte commun qui est suivi d'un vagin dans lequel s'ouvrent les deux canaux des trois spermathèques. Ensuite suit la bourse copulatrice (**Mondet, 1993**).



**Figure 4 :** Morphologie schématique de l'appareil génital femelle de *Culex pipiens*  
(Eldridge & Edman, 2000)

- **Nymphe**

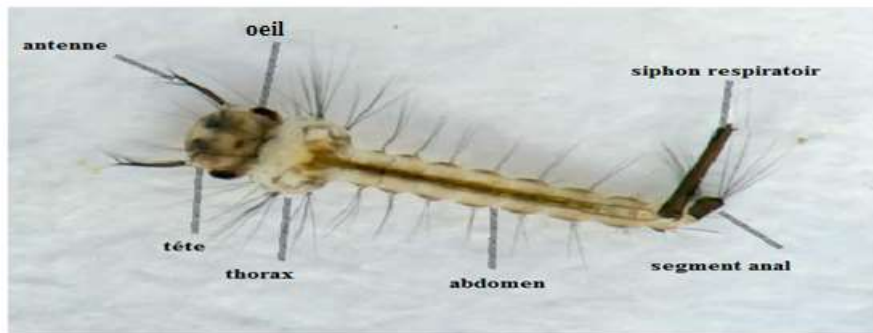
La tête et le thorax fusionnent pour donner un céphalothorax sur lequel on trouve deux trompes permettant à la nymphe de respirer. Les orifices anal et buccal étant bouchés, la nymphe ne se nourrit pas. Ses palettes natatoires situées sur l'abdomen (figure 5), lui permettent de se déplacer (Bouderhaem, A, 2015).



**Figure 5:** Morphologie général d'une nymphe de *Culex pipiens*  
(Aoutai, 2016)

- Larve

Celle de *Culex pipiens* se développe indifféremment dans les eaux claires ou polluées. d'aspect vermiforme (**figure 6**), son corps se divise en trois segments: tête, thorax trapu et dépourvu d'appendices locomoteurs, abdomen souple. Sa taille varie de 2 mm à 12 mm en moyenne en fonction des stades. Elle est dépourvue d'appareil locomoteur, ce qui ne signifie pas qu'elle soit immobile. Son extrémité caudale est munie d'un siphon, ou tube respiratoire (dans le prolongement de l'abdomen), long et étroit affleurant à la surface de l'eau; ce tube est muni de 5 clapets qui s'ouvrent sur deux orifices par où l'air pénètre à l'intérieur quand la larve monte à la surface de l'eau, et se rabattent quand elle gagne les profondeurs. Ses pièces buccales sont de types broyeurs, adaptées à un régime saprophyte (alimentation de type particulière) (**Kettle, 1995 & Andreo, 2003**).



**Figure 6 :** Morphologie général d'une larve de *Culex pipiens* (**Insect, 2020**).

- L'œuf

La ponte se fait sur la surface d'eau, les œufs peuvent être pondus groupés en nacelles (souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs dans chaque nacelles) ils sont généralement fusiforme et mesure environ 0,5 mm (**figure 7**). Au moment de la ponte rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noir. (**Aissaoui, 2008**).



**Figure 7 :** Nacelle d'œufs de *Culex pipiens* (**Berchi, 2000**)

### III. Biologie

#### III.1. Le cycle de développement du moustique

Cycle de développement similaire sur 2 périodes, la phase aquatique, larvaire et nymphale et la phase aérienne, le moustique adulte vole après avoir émergé puis s'accouple (figure 8).

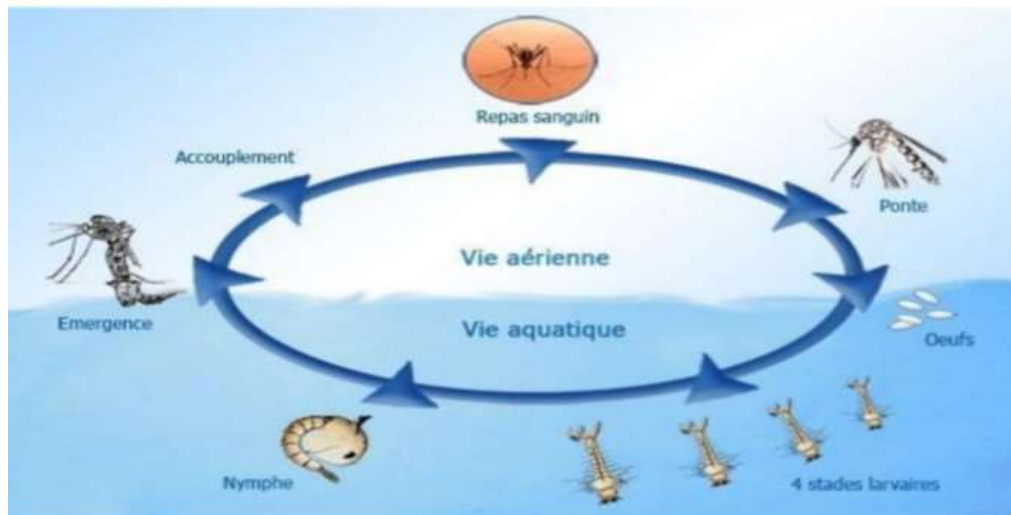


Figure 8 : Cycle de développement chez les moustiques (Benmechta, 2017)

##### III.1.1. Phase aquatique

###### ▪ Œuf

Les œufs sont déposés en une nacelle qui flotte sur l'eau. L'éclosion se produit 24 à 48h après l'ovipositeur (Amraoui, 2012). Chaque œuf est protégé par un coup étanche à l'eau et résistante à la dessiccation. Pour sortir de l'œuf, les larves utilisent un bouton d'cloison, petit dent située en arrière leur tête (Cacherout, 1997).

###### ▪ Larve

La vie du moustique au stade larvaire est inférieure à 10 jours : l'évolution de la larve s'accomplit en 4 stades d'éveloppement L1 L2 L3 et L 4. (Urquhart *et al.*, 1996 ; Andreou, 2003).

###### ▪ Nymphe

Au cours de stade nymphal qui dure entre 24 et 48heures (Eid-rhonealpes, 2020). Les transformations qui permettent aux moustiques de passer du milieu aquatique au milieu terrestre débutent à la fin du développement larvaire par la lyse des muscles (Bezzaoui, 2013).

### III.1.2. Phase aérien

Emergence de l'adulte au moment de l'émergence de l'adulte, la cuticule de la nymphe se fend longitudinalement. L'adulte se gonfle d'air et s'extrait de l'exuvie (mue) à la surface de l'eau (**Eid-rhonealpes, 2020**).

Le moustique adulte après l'émergence, les mâles (émergés généralement en premier) et les femelles s'accouplent. Puis les femelles se dispersent à la recherche d'hôtes alors que les mâles restent sur place et ne survivent que quelques jours. La dispersion des femelles en quête d'un repas sanguin nécessaire à la maturation des œufs peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres en quelques jours (**Eidatlantique, 2020**).

### III.2. Habitat et nutrition

Cette espèce apprécie les eaux plutôt chaudes et stagnantes et/ou les mares ou fossés intra forestiers ombragés riches en feuilles mortes. Certaines sous-espèces peuvent avoir des préférences particulières :

L'espèce anthropophile appelée moustique domestique, moustique urbain nocturne ou encore moustique de la chambre à coucher vit dans les milieux urbains à températures douces disposant de gîtes larvaires présence de piscines mal entretenues, flaques d'eau de pluie (**Marti, 2005**).

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

Les larves du moustique sont très mobiles, lorsqu'elles se sentent menacées ou pour la recherche de la nourriture, elles plongent en profondeur. Elles sont détritivores et se nourrissent près de la surface de l'eau. (**Mouchet & Carneval, 1991**). Leur nourriture est constituée dans la nature de débris organique et de microorganismes contenus dans l'eau (**Brengueset, 1979**).

La nymphe ne se nourrit pas mais puise dans les réserves stockées au stade larvaire. Elle reste généralement à la surface de l'eau mais plonge dès qu'elle est dérangée (**Toral y caro, 2005**).

### III.3. Reproduction

Pendant la phase aérienne les adultes des deux sexes s'accouplent en vol ou dans la végétation à une distance de vol de un à deux (km). Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence. La femelle conserve la semence du mâle dans une ampoule globulaire ou vésicule d'entreposage (spermathèque), elle ne s'accouple donc qu'une seule fois. (**Darriet, 1998**).

### III.4. Ponte

Avant chaque ponte, les femelles hématophages, dites anautogènes, ont généralement besoin d'un repas sanguin qui leur apporte les protéines nécessaires à la maturation de leurs ovocytes (**Hmimi et al, 1995**).

La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (**Ayitchedji, 1990**).

### III.5. Durée de vie des adultes

Chez *Culex pipiens*, les adultes ne vivent pas plus de deux à trois semaines pour les mâles, et jusqu'à trois mois pour les femelles. Les femelles nées à l'automne peuvent survivre durant l'hiver. (**Andero, 2003**).

### III.6. Périodes d'activité

Le développement des *Culex* dépend essentiellement de la température et de la pluviométrie. Ils vont donc préférentiellement se développer dans les pays chauds où ils pourront être présents quel que soit le moment de l'année. Leur développement sera favorisé lors de fortes températures associées à des taux d'humidité élevés. Sous nos climats, la période de l'année correspondante est l'été, mais aussi l'automne dans une plus faible mesure (**Toral y Caro, 2005**).



Notre climat tempéré est beaucoup moins stable que les climats équatoriaux et tropicaux, où les saisons sèches suivent les saisons humides. Le nombre de *Culex* n'est donc pas constant climat tempéré des différences de température et de pluviométrie entre les climats océaniques méditerranéens et continentaux (**Ripert, 2007**) La période d'activité des *Culex*, comme tous les moustiques, démarre au crépuscule et dure jusqu'à la fin de la nuit (**Wall & Shearer, 1997**).

### IV. Les principales nuisances causées

#### IV.1. Piqûres

Chez l'homme comme chez l'animal, la piqûre du moustique femelle provoque une lésion ronde de quelques mm à 2 cm de diamètre souvent prurigineuse. Des réactions allergiques à ces piqûres peuvent apparaître, dues à l'injection d'antigènes salivaires, mais pouvant aussi être dues au simple contact avec le moustique ou ses excréments. L'expression de cette allergie chez le chien peut être aussi bien locale que généralisée, et se manifeste par des plaques érythémateuses très prurigineuses (**Toral y Caro, 2005**).

#### IV.2. Transmission de maladie

Le moustique se contamine au cours du repas sanguin sur un hôte infecté. L'agent pathogène va alors subir un cycle de maturation et sera transmis au cours du repas suivant sanguin (**echst, 2020**). On distingue 2 types d'agents pathogènes transmis par les *Culex* :

- Des virus :
  - De la famille des Bunyaviridae genre Phlebovirus, comme le virus de la Fièvre de la Vallée du Rift, zoonose dont l'espèce cible principale est le bétail (**Petit, S et al, 2009**)
  - De la famille des Flaviviridae genre Flavivirus :

- Le West Nile atteint les oiseaux mais peut aussi toucher l'homme (**Faraj, C et al, 2006**).
- L'encéphalite de Saint Louis atteint également l'oiseau et l'homme.
- L'encéphalite japonaise humaine a pour réservoirs le porc et les oiseaux sauvages.
- Le virus de la dengue atteint exclusivement l'homme.
- La fièvre jaune peut se transmettre aux singes et à l'homme (**Andreo, S, 2003**).

Des parasites :

- *Dirofilaria immitis*, responsable de la dirofilariose cardio-pulmonaire du chien.

- *Dirofilaria repens*, agent de la filariose sous-cutanée chez le chien, mais aussi chez le chat et l'homme. L'adulte se développe dans le tissu conjonctif sous-cutané. Cliniquement, des nodules de quelques millimètres à quelques centimètres de diamètre apparaissent. Ils sont indolores, prurigineux et localisés préférentiellement en région postérieure du corps (**Euzeby, j, 2008**).
- *Wuchereria bancrofti*, responsable de la filariose lymphatique de l'homme (**Andreo, 2003**).

### V. La résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides

Le moustique *Culex pipiens* est présent en zones tropicales et tempérées. Sa nuisance due aux piqûres et aux maladies qu'il véhicule a poussé l'homme à le combattre activement dans de nombreux pays à l'aide d'insecticides. Au cours des dernières décennies, *Culex pipiens* a développé des résistances à une grande variété d'insecticides (**Mylèn, 2003**).

Selon **Guillemot (2003)** L'apparition de résistance peut avoir plusieurs origines

#### ➤ **Résistance de comportement**

Une modification du comportement des insectes leur permet d'éviter le contact avec le produit toxique .

#### ➤ **Résistance de barrière ou de détournement**

Elle provient d'une diminution de la pénétration de l'insecticide à travers la cuticule ou d'une augmentation de la vitesse d'élimination du produit. Il en résulte une concentration plus faible des substances toxiques et donc une survie de l'insecte .

#### ➤ **Résistance par modification de la cible**

De l'insecticide Trois types de cibles sont susceptibles d'être modifiées :

- L'acétylcholinestérase : cette substance est la cible des organophosphorés et des carbamates .
- Les canaux ioniques sur lesquels agissent le DDT et les pyréthrinoïdes .
- Certains récepteurs de neurotransmetteurs qui sont visés par les organochlorés de type lindane .

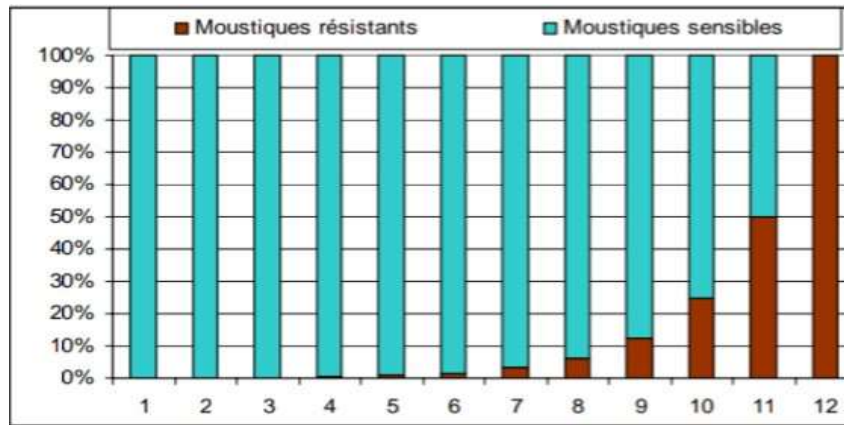
#### ➤ **Résistance par synthèse de substances chimiques**

Enzymes qui permettent à l'insecte de dégrader l'insecticide en substance non toxique facile à éliminer .

Ces résistances, sont presque toujours liées à la possession par certains individus dits « résistants », des gènes particuliers. Les mutants possesseurs de ces

gènes vont être sélectionnés par l'utilisation à grande échelle d'insecticide (les autres individus meurent) et en l'espace de quelques générations, la population d'origine sera remplacée par une population.

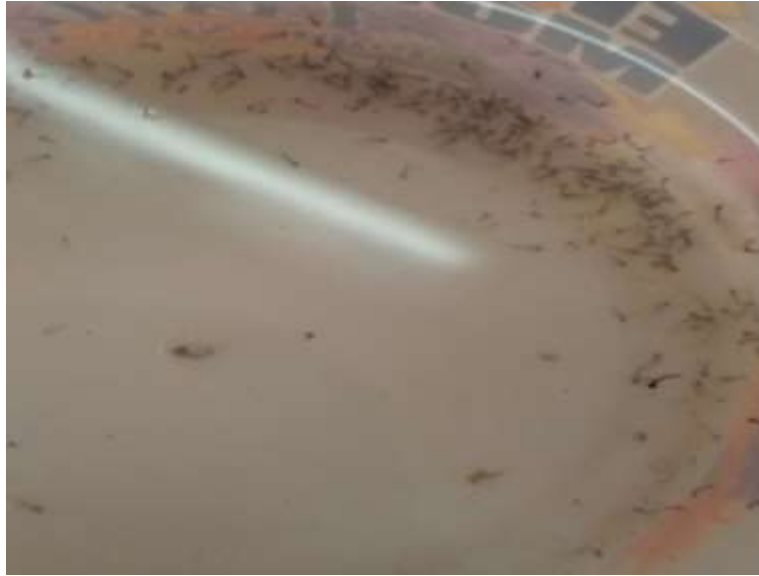
Résistante à l'insecticide en question à la dose usuelle Selon le schéma suivant :



**Figure 9** : Schéma explicatif le remplacement de population origine par population résistante (Guillemot, 2003)

## VI. Technique d'élevage

Les larves récoltées dans les gîtes d'étude sont maintenues en élevage au laboratoire dans des récipients contenant 250 ml d'eau déchlorurée. La nourriture est un mélange de biscuit 75% et de levure 25%. Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles sont placées dans des récipients et déposées dans des cages cubiques, couvertes de tulle comportant sur le côté, un manchon de tulle de 20 cm de longueur sur 12 cm de diamètre pour permettre l'introduction de la main. Les moustiques mis en cage sont nourris de raisins secs, attachés sur le côté supérieur de la cage sous forme de grappe. Une fois les mâles s'accouplent aux femelles, ces dernières prennent un repas sanguin fourni par un pigeon exposé pendant 30 minutes dans la cage, deux fois par semaine. Un récipient de 150 ml devant servir à la ponte est introduit dans cette dernière. Dans ce récipient d'élevage les femelles pondent des œufs en amas, ceux-ci flottent à la surface de l'eau, une fois les œufs éclos les larves sont nourries tous les 2 à 3 jours d'un mélange de poudre de biscuit 75% et de levure sèche 25% (Tahraoui, 2012).



**Figur 10** : élevage larvair de *Culex pipiens* (Photo personnelle)



**Figure 11** : élevage adulte de *Culex pipiens* (Photo personnelle)



*Chapitre II:*  
*Artemisia*  
*campestris*

### I. Généralités

Plantes aromatiques et médicinales possèdent des propriétés biologiques très importantes dans divers domaines, à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et la agriculture. Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances bioactives (**Boudjouref, 2011**).

De sa part, l'Algérie grâce à sa localisation géographique, possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent notre couvert végétal, on se trouve La famille des *Asteraceae* (*asteraceaes*) ou *Composées* (*Compositae*) est la famille la plus large des plantes à fleurs, avec 1530 genres et plus de 23000 espèces. Elle forme approximativement 10% de la flore du monde (**Pottier, G, 1981**) et Elle est présente dans toutes les régions du monde, principalement les régions tempérées à l'exception des pôles (**Azizi & Helimi, 2019**). L'*Artemisia* est l'un des genres le plus répandu et le plus étudié de cette famille (**Boudjouref, 2011**) avec plus de 350 espèces différentes qui se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, d'Afrique du Nord et d'Asie (**Boudjellal, 2013**).

Les plantes de ce genre est riche en métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, les acides cafféoylquiniques, les coumarines, les huiles essentielles, les stérols et les acétylènes (**Kundan & Anupam, 2010**).

Ce genre contient plusieurs espèces tels que *l'Artemisia herba alba*, *Artemisia judaica* et l'espèce de notre étude *Artemisia campestris*, connue en Algérie sous le nom Dgouft. Cette dernière est utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle pour traiter les maladies digestives, cutanées et respiratoires. Elle est Aussi utilisée comme bio insecticide (**Boudjouref, 2011**).

## II. Présentation de l'espèce *Artemisia campestris*

### II.1. Définition

L'*Artemisia campestris* (Figure 12), est une plante herbacée vivace, hermaphrodite (Quezel & Santa, 1963), sa floraison est en mai à septembre (Gherib, 2009), Elle se caractérise par sous forme d'arbuste aromatique (Akrouf, 2011), sa hauteur varie de 30 à 80 cm (Akrouf, 2011), à tiges dressées, rougeâtres, ligneuses à la base. Feuilles glabres d'un vert foncé, divisées et très étroites, les inférieures bipinnatiséquées, les supérieures pinnatiséquées, les basales pétiolées et auriculées (Boudjouref, 2011). Fleurs capitules très petites (Chehema, 2006) étroites (1 à 1,5 mm), ovoïdes (Berrouane, 2014) ou coniques, vert jaunâtre (Chehema, 2006) à involucre scarieux, et à pédoncule muni de poils blanchâtres à brunâtre. (Boudjouref, 2011), contenant 8 à 12 fleurs (Ghouar & Sabeg, 2018), Les fleurs périphériques sont femelles, les autres sont mâles. (Gherib Mohamed, 2009), Elle est répandue au sud algérien et au Sahara central (Quezel & Santa, 1963), est assez commune sur les sols siliceux et les bords des rivières jusqu'à 1500 m (Le Floc'h, 1983).

### II.2. Dénomination

Selon Ozanda, (1977) :

✓ Nom français :

- *Armoise champêtre*
- *Armoise des champs*
- *Armoise rouge*



Figure 12 : *Artemisia campestris*

(Photo personnelle)

✓ Nom anglais :

- *Field sagenort*

- *Field southernwood*
- *Sowhernwood*
- *Womwood*

✓ Nom arabe :

- *Dgoufte*
- *Tgouftallala (Ghrib, 2009)*

✓ Nom scientifique :

- *Artemisia campestris*

### II.3. Classification botanique

**Tableau 1** : Classification de l'*Artemisia campestris* (Al-Snafi, 2015 ; Triki et Sehailia, 2016)

|                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Nom scientifique</b>   | <i>Artemisia campestris</i> |
| <b>Règne</b>              | <i>Plantae</i>              |
| <b>Sous règne</b>         | <i>Tracheobionta</i>        |
| <b>Embranchement</b>      | <i>Spermatophytes</i>       |
| <b>Sous embranchement</b> | <i>Angiospermes</i>         |
| <b>Classe</b>             | <i>Dicotylédones</i>        |
| <b>Sous- classe</b>       | <i>Gamopétale</i>           |
| <b>Ordre</b>              | <i>Asterale</i>             |
| <b>Famille</b>            | <i>Asteraceae</i>           |
| <b>Sous famille</b>       | <i>Asteroideae</i>          |
| <b>Tribu</b>              | <i>Anthemideae</i>          |
| <b>Sous Tribu</b>         | <i>Artemisinae</i>          |
| <b>Genre</b>              | <i>Artemisia</i>            |
| <b>Espèce</b>             | <i>Campestris</i>           |



### II.4. Répartition géographique

L'*Artemisia campestris* est réparti dans les régions arides, semi-arides et les zones tempérées. Elle se trouve dans l'hémisphère nord précisément en Europe, l'Asie et le nord d'Afrique (Derradji- Heffaf, 2013 ; Triki & Sehailia, 2016). Comme l'Algérie (Rebbas & Bounar, 2014), le Maroc (Dib *et al*, 2016), certaines en Afrique du sud et dans l'ouest de l'Amérique du sud (Mamy, 2008).

## III. Composition chimique

### III.1. Métabolites primaires et secondaires

#### III.1.1. Métabolites primaires

Tous les êtres vivants ont un métabolisme primaire qui fournit les molécules de base (acides nucléiques, lipides, protéines, acides aminés et glucides) (Merghem, 2009).qui participent à la structure de la cellule végétale ainsi qu'à son fonctionnement de base (Hopkins, 2003). Ces métabolites sont aussi définis comme des molécules qui se trouvent dans toutes les cellules végétales et nécessaires à leur croissance et à leur développement (Raven *et al.*, 2000).

Ce sont les molécules constitutives ou permanentes. Ils sont directement impliqués dans les grandes voies du métabolisme basal de la cellule (c'est- à- dire indispensables à la survie de la cellule). (Elkolli, 2017).

#### III.1.2. Métabolites secondaires

Les plantes produisent, en plus, un grand nombre de composés qui ne sont pas issus directement lors de la photosynthèse, mais résultent des réactions chimiques ultérieures. Ces composés sont appelés métabolites secondaires. Ils constituent un groupe de produits naturels qui sont exploré pour des propriétés très diverses : antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, anticancéreuses etc... (Epifano *et al.*, 2007). Les produits du métabolisme secondaire sont en très grand nombre, plus de 200.000 structures définies et sont d'une variété structurale extraordinaire Ils, Ils représentent toutes molécules organiques complexées, mais sont produits en faible quantité (Hartmann, 2007). qui ne participent pas directement aux processus de base de la cellule vivante par opposition aux métabolites primaires (Elkolli, 2017). Ils sont classés en plusieurs composants chimiques dont les plus répandus sont : les polyphénols, les alcaloïdes, les terpènes (Cuendet, 1999 ; Vermerris, 2006).

### III.2. Composition chimique d'*Artemisia campestris*

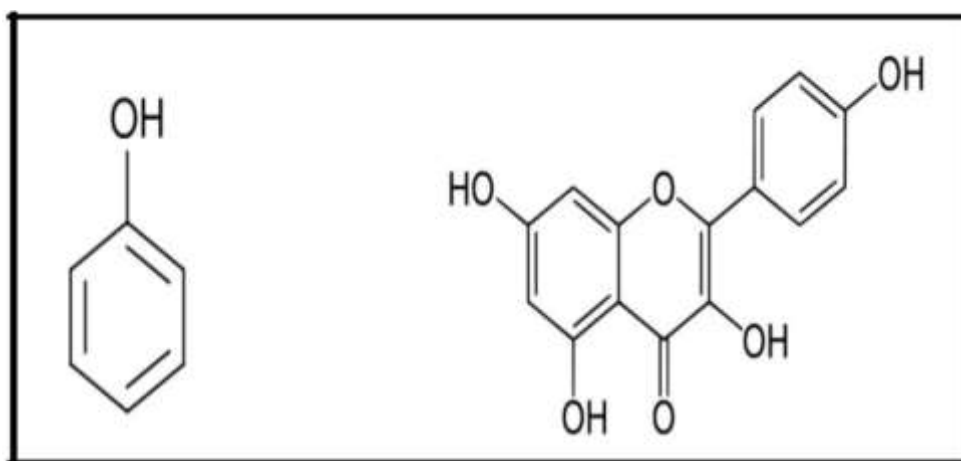
L'utilisation des solvants à polarité différente, suivie par des étapes de fractionnements et l'emploi de différentes techniques de chromatographie permettent d'extraire, séparer et identifier les différents composés présents dans les extraits de plantes. (Kourdes & Melkia, 2017).

De nombreuses études chimiques ont révélé que la partie aérienne d'*Artemisia campestris* est riche en métabolites secondaires tels que les polyphénols, les flavonoïdes, les tannins, les huiles essentielles (Juao *et al.*, 1998, Juteau *et al.*, 2002). Les feuilles d'*Artemisia campestris* contiennent aussi des alcaloïdes, des saponines (Naili *et al.*, 2010).

#### III.2.1. Polyphénols

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux, caractérisés par la présence d'au moins d'un noyau benzénique au quel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre (figure 13), ou engagé dans une autre fonction tels que: éther, ester, hétéroside (Bruneton, 1999).

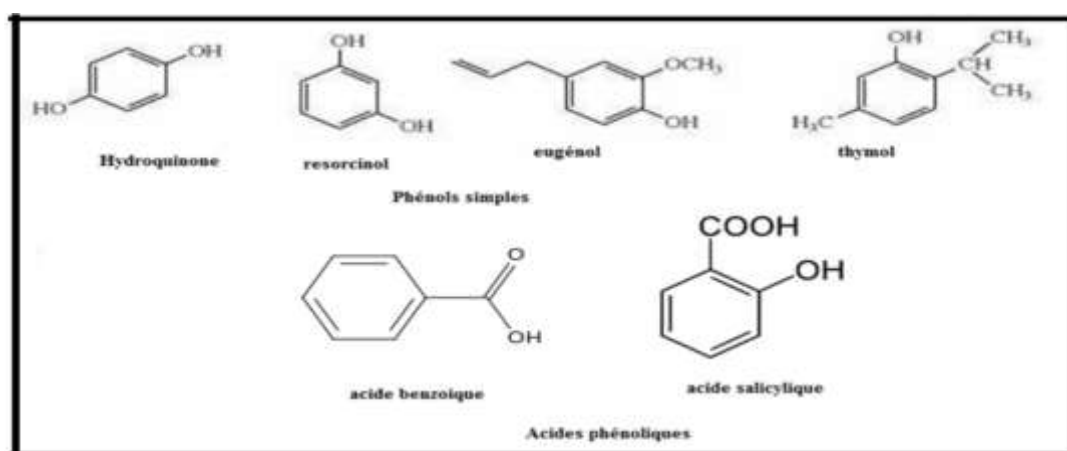
Le phénol est le composé de base de ce groupe et les dérivés portant plus de deux noyaux benzéniques sont appelés les polyphénols (Figure 13). Ces composés forment le principe actif de nombreuses plantes médicinales. Ils sont abondants chez plantes vasculaires et localisés dans : racines, tiges, bois, feuilles, fleurs et fruit (Elkolli, 2017 ; Boizot & Charpentier, 2006).



**Figure 13 :** Structure de la molécule phénol et celle d'un polyphénol (Elkolli, 2017)

Les composés phénoliques, ce terme recouvre un groupe très vaste et diversifié de composés chimiques. Ces composés peuvent être classés en un certain nombre de façons. **Harborne et Simmonds (1964)** ont classés en groupes ces composés sur la base du nombre d'atomes de carbone dans la molécule (**Vermerris & Nicholson, 2006**).

Les principales classes de composants phénoliques sont: les acides phénoliques (acide caféique, acide hydroxycinnamique, acide chlorogénique), Ce sont des plus simples composés phyto chimiques bioactifs qui sont constitués d'un seul anneau phénolique (**Figure 14**) (**Elkolly, 2017**). Les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins, et les coumarines (**King & Young, 1999**).



**Figure 14** : Exemples de quelques phénols simples et acides phénoliques

(**Elkolly, 2017**)

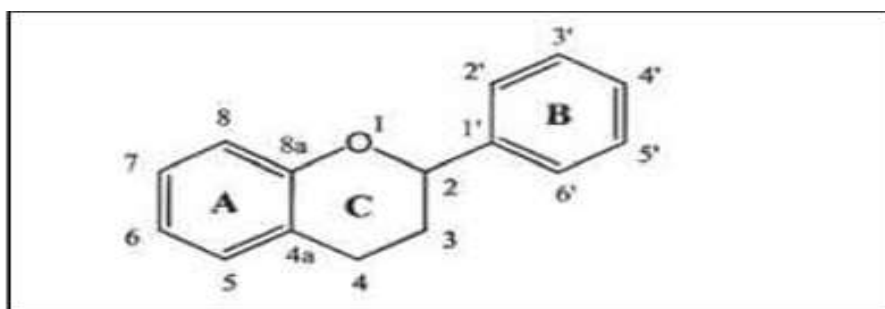
### III.2.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs: racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines, bois, certains flavonoïdes sont plus spécifiques de certains tissus. (**Bouzeroune, 2003**).

Le terme «flavonoïde» désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (**Seyoum et al. , 2006**). Ils sont considérés comme les pigments quasi universels des végétaux, Presque toujours hydrosolubles, ils sont, entre autres et pour certains, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (**Jacques Macheix et al. , 2005 ; Bruneton, 2009**). Tous les flavonoïdes (plus de

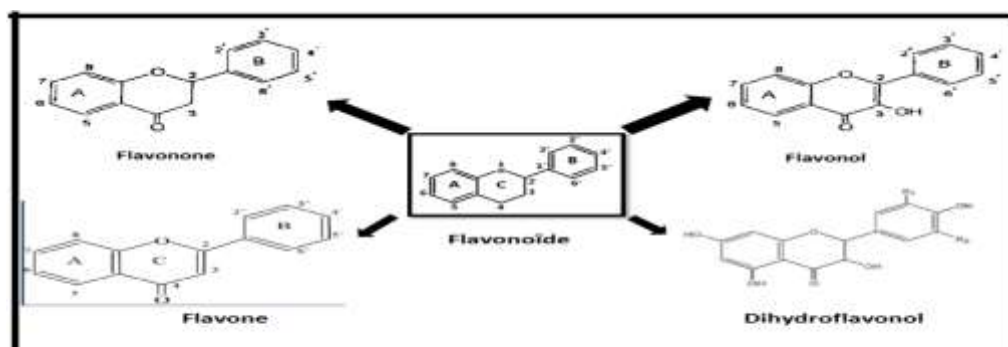
4000) possèdent le même élément structural de base, à savoir l'enchaînement 2-phénylchromane (**Bruneton, 1999**).

Les flavonoïdes ont tous la même structure chimique de base, ils possèdent un squelette carboné de quinze atomes de carbones constitué de deux cycles aromatiques (A) et (B) qui sont reliés entre eux par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle (C) (**figure 15**) (**Emerenciano et al. , 2007**). Généralement, la structure des flavonoïdes est représentée selon le système C6-C3-C6 (**Jacques Macheix et al., 2005 ; Collin & Creast, 2011**). En formant une structure de type diphenyle propane dont des groupements hydroxyles, oxygènes, méthyles, ou des sucres peuvent être attachés sur les noyaux de cette molécule (**Narayana et al., 2001 ; Malesev & Kuntic, 2007**).



**Figure 15:** Squelette de base des flavonoïdes (**Collin & Creast, 2011**)

Une variété de flavonoïdes est trouvée chez l'espèce *Artemisia campestris*: flavone (apégénine), flavonol (kaempférol 7-méthyle), flavanone (naringénine), dihydroflavonols (taxifoline-7-méthyle) (**Figure 16**) (**Valant et al., 2003**).



**Figure 16:** Structure de différents flavonoïdes (**Boudjouref, 2011**)

Les flavonoïdes se répartissent en onze familles des composés. La variation du degré d'oxydation de la chaîne carbonée C3 (formant, en général un hétérocycle C, par condensation avec un OH phénolique du noyau A) détermine les propriétés et la classification utile en sous-groupes ou famille dont les membres peuvent porter des substituants différents au niveau du noyau B (Vermerris & Nicholson, 2006).

### III.2.3. Tanins

Les tanins sont métabolites secondaires poly phénoliques, hydrosolubles, de masse moléculaire comprise entre 500 et 3000 Da, ayant la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéines et de se colorer par les sels ferriques (Ghestem *et al.* , 2001; Atefeibu, 2002 ; Krief, 2004). Ces métabolites secondaires sont localisés dans les feuilles, l'écorce et les fruits de nombreuses plantes. Ils font ainsi partie intégrante de notre alimentation (vin, thé, divers fruits...) (Figure 17) (Simon, 2003).

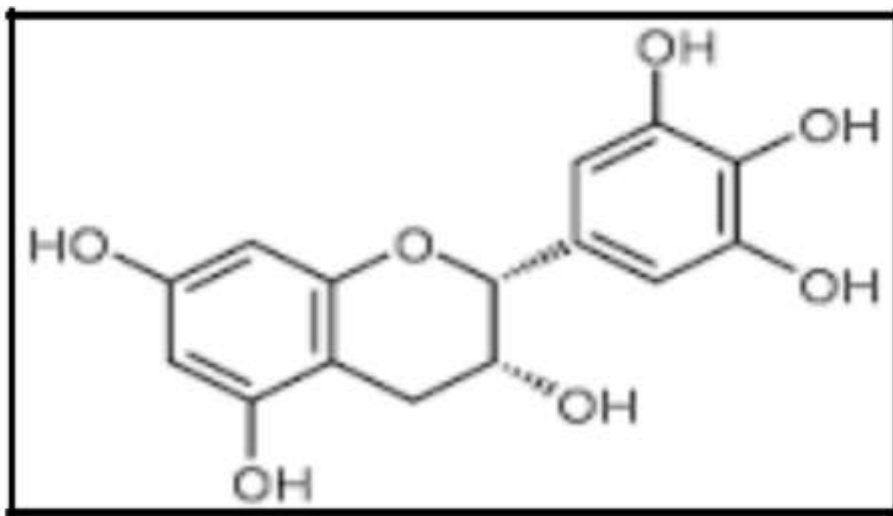
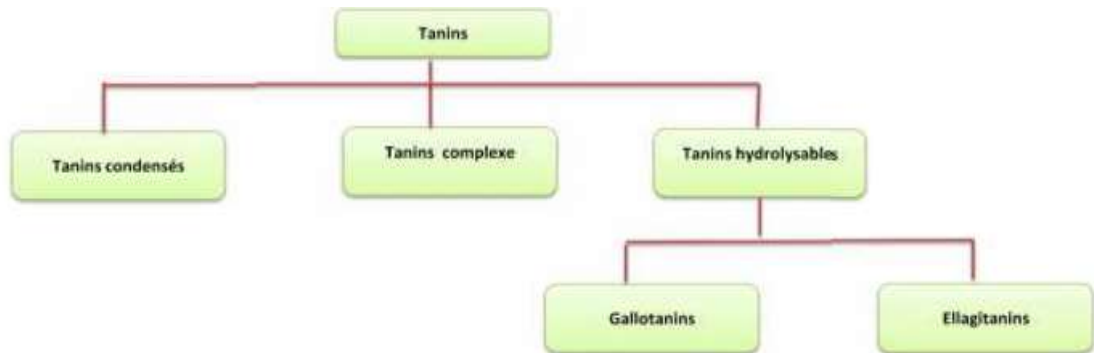


Figure 17 : Structure des tanins (Elkolly, 2017)

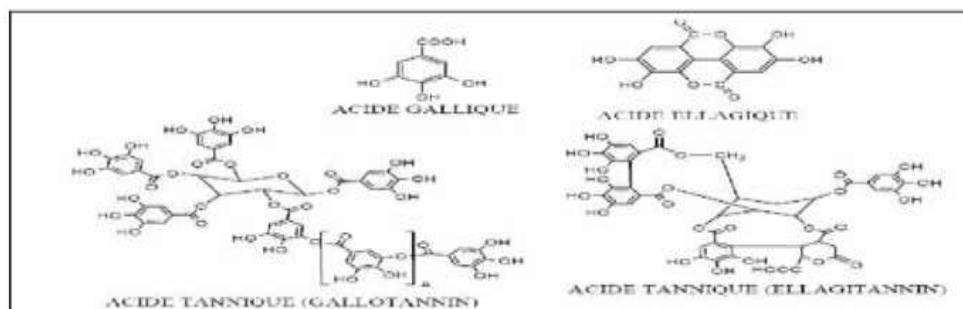
On distingue habituellement, chez les végétaux supérieurs, trois groupes de tanins différents par leur structure: les tanins hydrolysables, les tanins complexes et les tanins condensés (Figure 18) (Vermerris & Nicholson, 2006).



**Figure 18:** Classification des tanins (Vermerris & Nicholson, 2006)

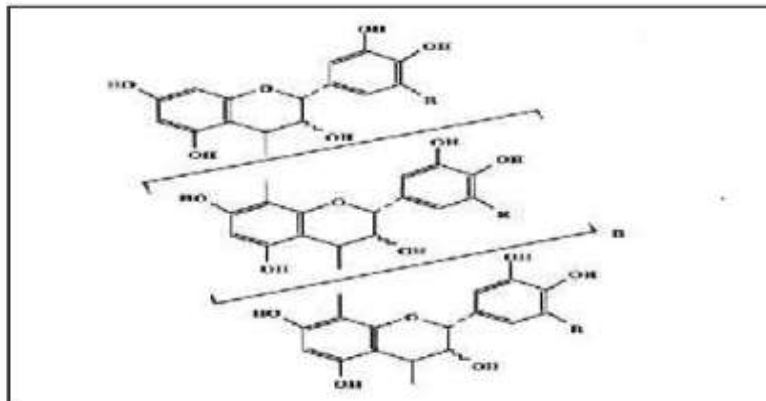
Tanins hydrolysable (TH) sont des esters d'acides phénoliques (acide gallique ou ellagique) associée à un polyol (habituellement le glucose) (Collin & Creast, 2011). Ils sont divisés en deux types: ü Les tanins galliques qui sont les esters doses (glucose) et d'acides galliques. Les tanins ellagiques qui sont des esters doses et d'acide ellagiques (Bruneton, 1999 ; Atefeibu, 2002)

Dans les deux cas, la fraction osidique est estérifiée par plusieurs molécules d'acide ellagique ou plusieurs molécules d'acide ellagique (Figure 19) (Ghestem *et al.*, 2001). Ils sont caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (alcaline ou acide) ou enzymatique (Jacques Macheix *et al.*, 2005).



**Figure 19:** Structure des tanins hydrolysables (Bruneton, 1999)

Tanins non hydrolysable ou tanins condensé Les Tanins condensé sont des oligomère (proanthocyanidines) ou des polymères de flavane-3-ols (éventuellement de flavane-3,4-diols) dérivés de la (+)- catéchine ou de ses nombreux isomères (**figure 20**). Ils sont résistants a l'hydrolyse et seules des attaques chimiques fortes permettent de les dégrader. Ainsi par traitement acide à chaud, ils se transforment en pigments rouges (**Jacques Macheix *et al.*, 2005**).



**Figure 20:** Structure de tanins condensé (**Jacques Macheix *et al.*, 2005**)

Tanins complexes Tanins complexes sont définis comme des tanins dans lequel une unité de catéchine glycosidique est lié soit à un gallotannin ou d'une unité ellagitannin. Comme son nom l'indique, la structure de ces composés peut être très complexe. Un exemple est Acutissimin A, ceci est une unité glucosidique du flavogallonyl lié à C1, avec trois autres liaisons ester hydrolysables supplémentaires à un polyol à chaîne ouverte D-glucose dérivé (**Vermerris & Nicholson, 2006**).

### III.2.4 Huiles essentielles / Terpène

La composition chimique de l'huile essentielle varie selon le chémotype considéré (**Bruneton, 1999**), elle varie également selon les conditions géographiques et climatiques (température, altitude, précipitation, hauteur, direction du vent, heures de soleil, etc.), et selon la phase de développement de la plante (**Jerkovic *et al.*, 2003**).

Plusieurs études (**Akrout et al.** , 2001 ; **Juteau et al.** , 2002) ont rapporté la composition des huiles essentielles d'*Artemisia campestris* .L'huile essentielle est analysée par la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS).

**Akrout et al.**, ont déterminé la composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris*, originaire de la Tunisie (différentes régions de récolte). L'échantillon provenant de Bengardane est constitué essentiellement de:  $\beta$ - pinène (24.2%), P-cymène (17.4%), le camphre (10.3%), spathuléol (10%), et  $\alpha$ - pinène (6.2%). Le deuxième échantillon provenant de Benikhadache est dominé par la présence de:  $\beta$ pinène (27.9%), P-cymène (22.3%), et le  $\gamma$  terpinène (5%)

Le profil chimique de l'huile essentielle de l'échantillon provenant de Djerba est caractérisé par: le  $\beta$ -pinène (25.2%), le P-cymène (20.7%),  $\alpha$ -pinène (11%), l'arcurcumène (6.9%), et le spathuléol (7.1%). Le dernier échantillon originaire de Tataouine est prédominé par le  $\beta$ -pinène (24.3%), P-cymène (20.1%), spathuléol (8.5%) et  $\alpha$ -pinène (8.7%).

### III.2.5. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances naturelles et organiques provenant essentiellement des plantes azotées, des propriétés pharmacologiques marquées. Ce nom dérive du mot alcalin (**Elkolly, 2017**). et qui contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique, avec un degré variable de caractère basique (**Harborne & Herbert, 1995**).

Leurs noms se terminent souvent par "ine". Les alcaloïdes renferment toujours du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, et le plus souvent, en plus, de l'oxygène (exceptionnellement quelques alcaloïdes contiennent du soufre) (**Djahra, A.B, 2015**).

Les alcaloïdes peuvent se trouver dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, Ils s'accumulent uniquement dans les écorces, dans les racines, dans les feuilles ou dans les fruits (**Harborne & Herbert, 1995**). Ce sont des composés relativement stables qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques, la plupart du temps à partir des acides aminés tels que la lysine, l'ornithine, la tyrosine et le tryptophane (**Harborne & Herbert, 1995 ; Dewick, 2001; Bhat et al., 2005**).

On estime qu'il y a plus de 10 000 alcaloïdes différents déjà isolés (ou détectés) à partir de sources végétales, animales ou de micro-organismes. Proposer une classifications pour les alcaloïdes est une tâche difficile, en raison du grand nombre de composés connus et



surtout à cause de la diversité structurale (**Mauro Neves, 2006**). Selon leur composition chimique et surtout leur structure moléculaire, les alcaloïdes peuvent être divisés en plusieurs groupes.

#### **IV. Propriété et usage**

De nombreuses espèces d'*Artemisia* ont une caractéristique odeur ou saveur, sur la base de mono terpènes, sesquiterpènes qui, dans de nombreux cas, sont les raisons de leur application en médecine populaire. Récemment, plusieurs tentatives ont été faites et caractérisent mieux leurs véritables propriétés thérapeutiques (**M. Mucciarelli et al., 1995**).

Les populations du Sud Algérien l'utilisent pour calmer les troubles digestives, les douleurs abdominales, ainsi les nausées. Elle est utilisée en décoction pour les règles irrégulières ou pour l'accouchement. En usage externe, elle cicatrise les plaies et les brûlures (**Ferchichi et al., 2006**) Les huiles essentielles de cette plante ont une activité antibactérienne et antifongique d'après **Akrout et al., (2001)**.

Dans le nord-ouest de l'Italie, cette espèce est recueillie de façon active pour la production de la plante séchée, être utilisée comme un ingrédient important dans des boissons alcoolisées ainsi que dans les boissons amères. Cette espèce est utilisée également en parfumerie et dans une gamme d'application alimentaire qui comprend les soupes, les sauces et salades (**Mucciarelli et al., 1995**).

#### **V. Utilisation de la plante en médecine traditionnelle**

*Artemisa campestris* est largement utilisée en médecine traditionnelle grâce à ses propriétés bactéricides, antifongiques, antiinflammatoires, antihelminthiques, antivenins et analgésiques (**carvalho et al., 2011; Ghilissi et al., 2016**).

La partie aérienne est utilisée dans le traitement de brûlures, de la diarrhée, les morsures de serpent, les piqûres de scorpions, l'eczéma, la gastroentérite, la dysenterie, le rhumatisme, elle est également utilisée pour traiter les infections urinaires, la fièvre, la toux et les problèmes menstruels (**Ben Sassi et al., 2007 ; Dob et al., 2005**).

Les fleurs d'*Artemisia campestris* ont été utilisées comme agent hypoglycémique, dépurative, antilithiasique, ainsi que pour le traitement de l'obésité et pour diminuer le taux de cholestérol. (**Sijelmassi, A, 1993 ; Le Floch, 1983**).

## VI. Activités biologiques

En plus de leurs utilisations traditionnelles, *Artemisia campestris* possède de nombreuses propriétés biologiques, parmi les quelles on cite les plus importantes.

### VI.1. Activité antioxydante

La partie aérienne d'*Artemisia campestris* possède des activités antioxydantes significatives. En effet cette plante est riche en composés doués d'activité antioxydante tels que: les flavonoïdes, les polyphénols et les tanins, ces différents constituants exercent ses actions antioxydantes en inhibant la production de l'anion superoxyde, l'hydroxyle, comme ils inhibent la peroxydation lipidique au niveau des microsomes (**Bruneton, 1999**). Une étude montre que l'activité anti oxydante des extraits aqueux et organiques est élevée tandis que celle est faible dans l'huile essentielle (**Akrout et al., 2011; Ghliissi et al., 2016**).

### VI.2. Activité antibactérienne

*Artemisia campestris* est une plante medicinal utilisée dans le traitement de nombreuses infections telles que les infections urinaire. **Naili et al., (2010)** ont testé l'activité antibactérienne de l'extrait méthanolique des feuilles d'*Artemisia campestris*. Ils ont trouvé que l'activité de cet extrait a été plus efficace contre les bactéries gram positif (*Staphylococcus aureus*) que les bactéries Gram negative (*Escherichia coli*).

**Ben Sassi et al., (2007)** ont étudié l'activité antibactérienne de quatre extraits organiques (méthanol, acétate éthyle, acétone, chloroforme) de 23 plantes médicinales, dont *Artemisia campestris*, contre 14 bactéries Gram positif et Gram négatif. Les resultants ont montré que l'extrait d'acétone est le seul qui montre une action inhibitrice contre trois types de bactéries *S.epidermidis*, *S. saprophiticus* et *S. aureus*.

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle d'*Artemisia compestris L.* a été testée contre *Escherichia coli* ATCC 25922, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, *Pseudomonas aeruginosa* 27853, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 et *Staphylococcus aureus*. La meilleure activité antibactérienne a été observée obtenus avec *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 et *Escherichia coli* avec des zones d'inhibition de 23 mm et 20 mm respectivement (**Djidel, S & Khennouf, S, 2009**).

**VI. 3. Activités antifongique**

L'*Artemisia campestris* possède des propriétés antifongiques ont étudié l'effet antifongique de l'extrait aqueux des racines d'*Artemisia campestris* sur des champignons de mycorhize. Les résultats obtenus montrent que l'extrait aqueux possède un potentiel antifongique (Kyeong *et al.*, 2007). Les plantes du genre *Artemisia* contiennent un sesquiterpène lactone appelé Artemisinine. Ce composant constitue le métabolite secondaire le plus important chez toutes les espèces *Artemisia*. Il est considéré comme une drogue antimalariale très efficace contre le parasite qui cause la malaria, le *Plasmodium falciparum* (Donrop & Day, 2007). L'artemesinine possède également plusieurs activités, il est efficace contre les maladies infectieuses telle que l'hépatite B (Romero *et al.*, 2005).

**VI.4. Activités hypoglycémiant**

Sefi *et al.*, (2010) ont trouvé que l'extrait aqueux des feuilles d'*Artemisia campestris*, diminue le taux de glucose dans le plasma des rats chez les quels le diabète est induit par l'alloxane monohydrate. Ils ont trouvé également que la diminution de la concentration de GLU s'accompagne, d'une part, d'une diminution des taux de triglycerides et des lipoproteins de faible densité (LDL) et, d'autre part, d'une augmentation du niveau de l'insuline, ce qui peut prévenir les complications du diabète.

**VI. 5. Activités antipoison**

Les extraits d'acétate déthyle, éthanol, méthanol et de dichlorométhane, des feuilles d'*Artemisia campestris* ont été testés pour leurs capacités de neutralisation de venin de scorpion et de vipère, les résultats obtenus ont montré que l'extrait éthanolique, inhibe l'activité de dégradation des globules rouges contre le venin du scorpion *Androctonus australis garzonii*. Des résultats similaires ont été obtenus pour l'extrait de dichlorométhane pour la neutralisation de venin de la vipère *Macrovipera lebetina* (Memmi *et al.*, 2007).

**VI. 6. Activité antitumorale**

Les huiles essentielles, extraits éthanol-eau et l'extrait hexane et eau de cette plante, sont étudiés pour un pouvoir antioxydant et pour l'inhibition de la croissance antitumorale des cellules du cancer du côlon humain HT-29 en utilisant les activités de test MTT. L'huile essentielle et d'autres extraits d'*A campestris* ont montré une activité cytotoxique contre les

cellules HT-29 allant de 19,5 % pour l'huile essentielle à 64,4 % pour l'extrait d'infusion (Al-Snafi, 2015).

### **VI. 7. Activité antimutagène**

L'huile essentielle de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* possède une activité antimutagène sur deux souches de la bactérie *Salmonella typhimurium*, après une induction de la mutagenicité suite à leur incorporation par la substance carcinogène benzo [a] pyrène. L'huile essentielle induit des pourcentages d'inhibition de 87, 3% et de 73, 2% respectivement, en présence de *S.typhimurium* TA97 et de *S.typhimurium* TA98 (Dib, 2017).

### **VI. 8 Activité anti inflammatoire**

L'activité anti inflammatoire d'*Artemisia campestris* a été testée sur des souris injectées, sur la patte droite par un venin appelé lophidien céraste. Un traitement par l'administration d'huile essentielle d'*Artemisia campestris*, neutralise l'effet inflammatoire dû à l'envenimation et, donc, la réduction de l'effet œdémateux sur la patte. Cette action antiinflammatoire a été exprimée en réduisant le volume de l'œdème, diminuant le nombre de cellules inflammatoires et la restauration des tissus endommagés par l'œdème (Dib et al., 2019).

### **VI. 9. Activité gastro-esophagusprotectrice**

L'extrait aqueux d'*Artemisia* a donné un effet protecteur considérable sur les rats souffrant de lésions gastriques induites par l'aspirine. Cet extrait possède, aussi un, effet réventif contre l'installation de l'ulcère gastrique. D'autre part, la fraction pectique purifiée de la partie aérienne d'*A campestris* est composée de 60% homogalacturonan (HG) et 29% rhamnogalacturonan-I (RG-I), possède une gastroprotection importante. De plus, l'extrait aqueux des feuilles d'*A campestris*, a révélé une propriété protectrice de l'épithélium œsophagien qui a été endommagé par l'œsophagite induite par reflux gastro-œsophagien (Dib et al., 2019).

### **VI. 10. Activité anti-hyperlipidémie**

L'effet antihyperlipidémique d'*A campestris* a été exploré dans plusieurs modèles expérimentaux, par exemple, l'hyperlipidémie induite par l'alloxan chez les rats. Le traitement avec l'extrait aqueux, réduit les niveaux de cholestérol total et de triglycérides vec,

diminution du taux sérique de faible densité de lipoprotéines-cholestérol (LDL) (**Dib et al., 2019**).

#### **VI. 11. Activité anti-leishmaniose**

L'huile essentielle extraite de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* à un effet anti-leishmaniose fort, dû à l'inhibition de la croissance de deux formes de promastigotes dérivés de *Leishmania infantum* et *Leishmania major* (**Dib et al., 2019**). D'autres études ont montré que l'huile essentielle d'*Artemisia campestris*, inhibe la croissance de la souche LV49 de *Leishmania infantum* et de l'activité métabolique des promastigotes de façon dose-dépendante après 24 d'exposition à l'huile essentielle de cette plante (**Dib, 2017**).

#### **VI. 12 Activité allélopathiques**

Les plantes du genre *Artemisia* possèdent des propriétés allélopathiques par inhibition de la croissance et la germination de certaines plantes de lentourage, Ces propriétés sont dues probablement à la présence d'acide phénolique, et d'autres composants polaires (**Kyeong et al., 2007**).

#### **VI. 13. Activité antiparasitaire**

L'*Artemisia campestris* a un effet antiparasitaire contre les insectes et spécialement contre *Culex linnaeu* (**Al-snafi., 2016**)

#### **VI. 14. Activité insecticide**

Une étude récente a été réalisée par **Pavela (2009)**, où l'extrait méthanoïque de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* a été testé pour son activité répulsive contre les femelles adultes d'une espèce de moustique *Culex quinquefasciatus*. Cet extrait a montré un degré de répulsion très intéressant contre ces parasites vecteurs de plusieurs maladies comme la malaria (**Boudjouref, 2011**).

## **II. Généralités sur l'huile essentielle**

Parmi les espèces végétales 800.000 à 1.500.000 selon les botanistes, 10 % seulement sont dites aromatiques. Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs, elles sont presque exclusivement de l'embranchement des Spermaphytes, les genres qui sont capables de les élaborer sont rassemblés dans un nombre restreint de familles comme les : *Lamiaceae*, *Lauraceae*, *Asteraceae*, *Rutaceae*, *Myrtaceae*, *Poaceae*, *Cupressaceae*, *Piperaceae* (**Bruneton, 1999**).

Les huiles essentielles des plantes ont trouvé leur place en aromathérapie, en pharmacie, en parfumerie, en cosmétique et dans la conservation des aliments. Leur utilisation est liée à leurs larges spectres d'activités biologiques reconnues (**Amarti et al., 2007**).

Le terme "essentiel" dérive de "l'essence", qui signifie l'odeur ou le goût. La flaveur et l'odeur spécifique de beaucoup de plantes sont reliées aux propriétés de ces substances (**Calsamiglia et al., 2007**).

Les huiles essentielles (essences: huiles volatiles) sont des produits de composition généralement assez complexe renfermant les principes volatils contenus dans les végétaux et plus ou moins modifiés au cours de la préparation (**Brunton, 1993**). et qui sont synthétisés par des plantes aromatiques en tant que métabolites secondaires (**Bakkali et al., 2008**).

### **II.1. Définition des Huiles essentielles**

Selon (**Smallfield, 2001**) les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques des plantes, qui sont extraites par distillation par la vapeur ou des solvants. Selon (**Parini & Lucheron, 1996**) les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois, elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal. Elles sont odorantes et très volatiles (**Brunton, 1993**).

### II.2. Répartition et localisation des huiles essentielles

Dans une plante, les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes (**Ghrib, 2009**): racine (Vétiver), feuille (citronnelle, Eucalyptus.), écorces (Cannelle) rhizomes (Gingembre), fleurs (Rose, lavande) et graines (Muscade, Anis). La synthèse et l'accumulation d'une huile essentielle dans les végétaux est généralement liée à l'existence de structures histologiques spécialisées, localisées dans certains points des tissus, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface de la plante (**Khebri, 2011**).

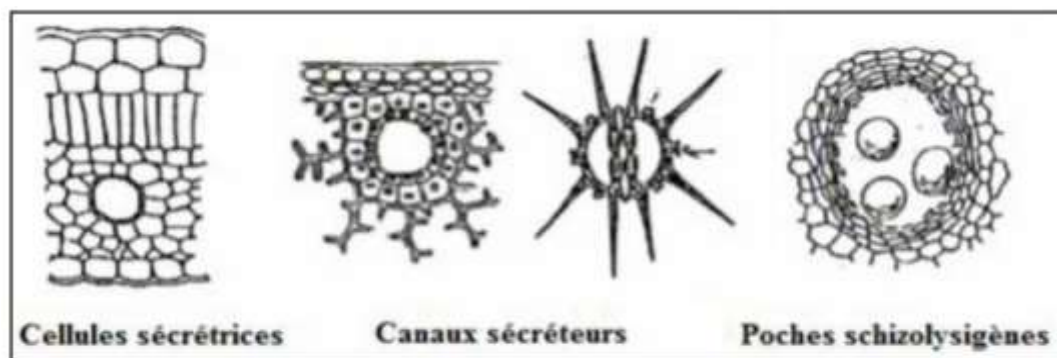
Elles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent sur presque toutes les parties de la plante. Elles sont sécrétées au sein du cytoplasme de certaines cellules ou se rassemblent sous formes de petites gouttelettes comme la plupart des substances lipophiles (**Bouamer et al., 2004**).

La synthèse et l'accumulation d'une huile essentielle sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface du végétal (**Bruneton, 1987**). Il existe en fait quatre structures sécrétrices:

- Les cellules sécrétrices: Chez les Lauracées et les Zingibéracées.
- Les poils glandulaires épidermiques: Chez les Lamiacées, Géraniacées, etc.
- Les poches sphériques schizogènes : Les glandes de type poche se rencontrent chez les familles des : Astéracées, Rosacées, Rutacées, Myrtacées, etc.
- Les canaux glandulaires lysigènes: On les retrouve chez les Conifères, Ombellifères, etc.

Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes (**Bruneton, 1993**).

Les teneurs en huiles essentielles sont généralement très faibles, il faut parfois plusieurs tonnes de plantes pour obtenir un litre d'huile essentielle. A l'exception de celle du bouton florale du giroflier où le rendement en huile essentielle atteint largement les 15 % (**Makhlouf, 2002**).



**Figure 21:** Quelques organes sécréteurs d'huiles essentielles (Tayoub, 2006)

### II.3 Les caractéristiques physico-chimiques des huiles essentielles

Liquides à température ambiante, les huiles essentielles sont volatiles, ce qui les différencie des huiles fixes. Elles ne sont que très rarement colorées. Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau (les huiles essentielles de girofle ou de cannelle constituent des exceptions). Elles ont un indice de réfraction élevé et la plupart dévient la lumière polarisée. Les huiles essentielles sont solubles dans les alcools, dans les huiles fixes et dans la plupart des solvants organiques (Baser & Buchbauer, 2010). Très altérables, sensibles à l'oxydation et ont tendance à se polymériser donnant lieu à la formation de produits résineux, il convient alors de les conserver à l'abri de la lumière et de l'humidité (Zabeirou & Hachimou, 2005).

### II.4 Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques du phénylpropane (Kurkin, 2003).

#### II.4.1. Les monoterpènes

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène ( $C_5H_8$ ), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales (Padua, 1999).



### II.4.2. Les sesquiterpènes

Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en C<sub>15</sub>H<sub>22</sub> (assemblage de trois unités isoprènes). Il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature (**Padua, 1999**).

### II.4.3. Les composés aromatiques

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (**Kurkin, 2003**). Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole et bien d'autres. Ils sont d'avantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic, de l'estragon, etc. (**Bruneeton, 1993**).

### II.4.4. Composés d'origine diverse

Les huiles essentielles peuvent contenir d'autres produits résultant de la dégradation d'acides gras comme: le (3Z)-hexen-1-ol et d'autres composés issus de la dégradation des terpènes comme les ionones. En outre, on peut rencontrer les composés azotés et soufrés, mais ils sont souvent rares dans les huiles essentielles (**Selles, 2012**).

### II.4.5. Biosynthèse des terpènes

Biogénétiquement, le précurseur universel de tous les terpènes est l'acide mévalonique, obtenu après condensation enzymatique de trois molécules d'acides acétiques. Sa phosphorylation suivie d'une décarboxylation aboutit à l'unité isoprénique de base: le pyrophosphate d'isopentène-3-yle (PPI-3) qui en s'isomérisant donne pyrophosphate d'isopentène-2-yle (PPI-2). Sa propriété d'être un agent d'alkylation électrophile lui permet de fixer des unités (PPI-3) donnant une combinaison qu'est à l'origine selon le nombre d'unités isopréniques fixées des intermédiaires biosynthétiques suivant (**Eggerer & Lynen, 1960; Gerhard, 1993**).

- Géranylpyrophosphate (C-10): donne naissance aux monoterpènes
- Farnésylpyrophosphate (C-15): aboutit aux sesquiterpènes

- Géranylgéranylpyrophosphate (C-20): conduit aux diterpènes

### II.6 Rôle physiologique

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

Certains auteurs pensent que la plante utilise l'huile pour repousser ou attirer les insectes, dans ce dernier cas, pour favoriser la pollinisation. D'autres considèrent l'huile comme source énergétique, facilitant certaines réactions chimiques, conservent l'humidité des plantes dans les climats désertiques (**Belaiche, 1979**).

Certaines huiles essentielles servent à la défense des plantes contre les herbivores, insectes et micro-organismes (**Capo et al., 1990**).

### II.7 Facteurs de variabilité des huiles essentielles

#### II.7.1. Origine botanique

La composition d'une huile essentielle varie selon l'espèce productrice (**Padrini & Lucheroni, 1996**). Ainsi, il semble utile de souligner l'importance qu'il convient d'accorder à la nomenclature (**Bruneton, 1999**).

#### II.7.2. Cycle végétatif

Pour une donnée, la proportion des constituants d'une huile essentielle peut varier tout au long du développement. Des variations parfois très importantes sont couramment observées dans certaines espèces, par exemple, pour la coriandre, la teneur en linalol est 50% plus élevée chez le fruit mur que le fruit vert. De ce fait, le choix d'une date de récolte s'impose (**Bruneton, 1999**).

### II.8. Intérêt thérapeutique, écologique et économique

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanalisales 5 ou au niveau de la microflore vaginale (**Viollon et al., 1993**).

Et d'origine fongique contre les dermatophytes (**Chaumont & Leger, 1989**). Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques, qui les rapprochent donc des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre (**Sivropoulou, 1996**).

Dans les domaines phytosanitaires et agroalimentaires, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes (**Zambonelli, 2004**). Et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires (**Mangena et al., 1999**).

Les huiles essentielles jouent un rôle écologique dans les interactions végétales, végétale-animales et pourraient même constituer des supports de communication par des transferts de messages biologiques sélectifs (**Rbert et al., 1993**). En effet, elles contribuent à l'équilibre des écosystèmes, attirent les abeilles et des insectes responsables de la pollinisation, protègent les végétaux contre les herbivores et les rongeurs, possèdent des propriétés antifongiques, antibactériennes, allopathiques dans les régions arides et peuvent servir de solvants bioactifs des composés lipophiles (**Kurt torsell, 1983 ; Croteau, 1987**).

Traditionnellement, les huiles essentielles sont présentes dans le processus de fabrication de nombreux produits finis destinés aux consommateurs. Ainsi, elles sont utilisées dans l'agroalimentaire (gâteaux, biscuits, soupe, sauce, chocolats, bonbons...), pour aromatiser la nourriture. Elles sont également utilisées dans l'industrie de la parfumerie, de la cosmétique et de la savonnerie. On les utilise aussi dans la fabrication des adhésifs (colle, scotch ...), et celle de la nourriture pour animaux, dans l'industrie automobile, dans la préparation des sprays insecticides. L'homéopathie et l'aromathérapie sont des exemples courants d'usage d'huiles essentielles en médecine douce, et leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années (**Bakkali, 2007**).

### **II.9. Qualité et rendement des huiles essentielles**

La qualité des huiles essentielles dépend de plusieurs facteurs dont le procédé d'obtention l'état de maturation, l'état de conservation et provenance. En effet, pour être pleinement efficaces, les plantes doivent provenir de lieux de culture favorables et avoir été cueillies, préparées et conservées avec soin, tel n'est pourtant pas toujours le cas et l'on trouve donc souvent, dans le commerce, des huiles essentielles qui n'ont d'essentiel que le nom (**Padrini & Lucheroni, 1996**). Le teneur en huiles essentielles est généralement très faible.

Ainsi, le rendement peut varier de 1 à 10 % c'est -à-dire que la quantité des huiles essentielles comme en toutes choses, doit obligatoirement se payer (**Valnet, 1984**).

En effet, pour obtenir quelques grammes d'essence, il faut une grande quantité de matière végétale, Par exemple, pour 100kgde plantes, l'on obtient:

- Eucalyptus: 3kg d'essence
- Genièvre: de 0.500 à 1.2kg.
- Hysope: 400g
- Ylang-ylang: 1.5kg

Pour des essences plus prisées, telles que celles de rose, de jasmin, ou de fleur d'orange, le rendement est encore plus faible. Il faut au moins trente roses pour extraire une seule goutte d'essence et mille kilogrammes de fleurs de jasmin pour en obtenir un litre (**Padrini & Lucheroni, 1996**).

### II.10. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances très délicates et s'altèrent facilement, ce qui rend leur conservation difficile .Les risque de dégradation sont multiples: photoisomérisation, photocyclisation, coupure oxydative de propénylphénols, peroxydation des carbures et décomposition en cétones et alcools (limonène) (**Bruneton, 1999**). Ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons propres et secs en aluminium, en acier inoxydable ou en verre teinté, à l'abri de la lumière et de la chaleur (**Bruneton, 1999 ; Valnet, 1984**).

### II.11. Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque, comme tous les produits naturels:" ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme". Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation, de plus en plus populaire, tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie (**Smith et al., 2000**). Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde (**Smith et al., 2000**). Ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines (**Naganuma et al., 1985**).

Les huiles essentielles contenant surtout des phénols et des aldéhydes peuvent irriter la peau, les yeux et les muqueuses. Ce sont: Cannelle de Ceylan, Basilic exotique, Menthe, Clou de girofle, Niaouli, Thym à thymol, Marjolaine, Sarriette, Lemon-grass. Les inflammations cutanées siègent de manière privilégiée sur les paupières, les aisselles et le périnée. De plus, certaines huiles essentielles peuvent provoquer des réactions cutanées allergiques. Les réactions de la maladie sont variées et peuvent apparaître jusqu'à 3 jours après le contact du produit avec la peau. Ils vont du simple prurit (démangeaison) à l'eczéma allergique en passant par des plaques, un aspect psoriasique, voire des pigmentations ou dépigmentations locales (**Meynadier & Raisonpeyron, 1997**).

Les cétones comme l'*α*-thujone sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux (**Franchomme *et al.*, 1990**). Il existe aussi quelques huiles essentielles dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancers (**Homburger *et al.*, 1968**). Ainsi, l'administration de 2 gr de menthol (extrait d'huile essentielle Menthe) est mortel et 10 gr de eucalyptol peut également entraîner la mort. Il est donc indispensable que les huiles essentielles et en tout cas, on ne devrait plus délivrer en vente libre que des huiles essentielles particulièrement diluées pour éviter tout accident (**Vassart, 2009**).

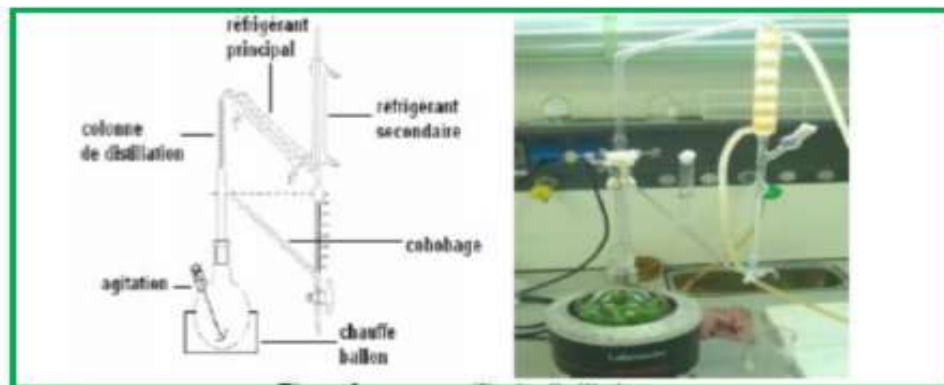
### II.12. Procédés d'extraction

La majorité des huiles essentielles sont obtenues par distillation par entraînement à la vapeur d'eau sous basse pression. Le procédé consiste à faire traverser par de la vapeur d'eau une cuve remplie de plantes aromatiques. A la sortie de la cuve de distillation et sous pression contrôlée, la vapeur d'eau enrichie d'huile essentielle traverse un serpentin où elle se condense. A la sortie, un essencier (appelé autrefois vase florentin) recueille l'eau et l'huile essentielle. La différence de densité entre les deux liquides permet une séparation aisée de l'huile essentielle recueillie par débordement. Les autres procédés d'extraction (par enfleurage, par solvant) ne seront pas détaillés ici car ils ne peuvent être utilisés pour une médication par les huiles essentielles dignes de ce nom (**Zhiri & Baudoux, 2005**).

#### II.12.1. Hydrodistillation

Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée. Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques (loi de Dalton et loi de Raoult). Le procédé consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou

dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau, un mélange azéotropique. Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité (**Pavida et al., 1976**). Au laboratoire, le système équipé d'une cohobe généralement utilisé pour l'extraction des huiles essentielles est le Clevenger (**Figure 22**).



**Figure 22:** Montage d'hydrodistillation (**Pavida et al., 1976**)

Les eaux aromatiques ainsi prélevées sont ensuite recyclées dans l'hydrodistillateur afin de maintenir le rapport plante/eau à son niveau initial. La durée d'une hydrodistillation peut considérablement varier, pouvant atteindre plusieurs heures selon le matériel utilisé et la matière végétale à traiter. La durée de la distillation influe non seulement sur le rendement mais également sur la composition de l'extrait (**Pavida et al., 1976**).

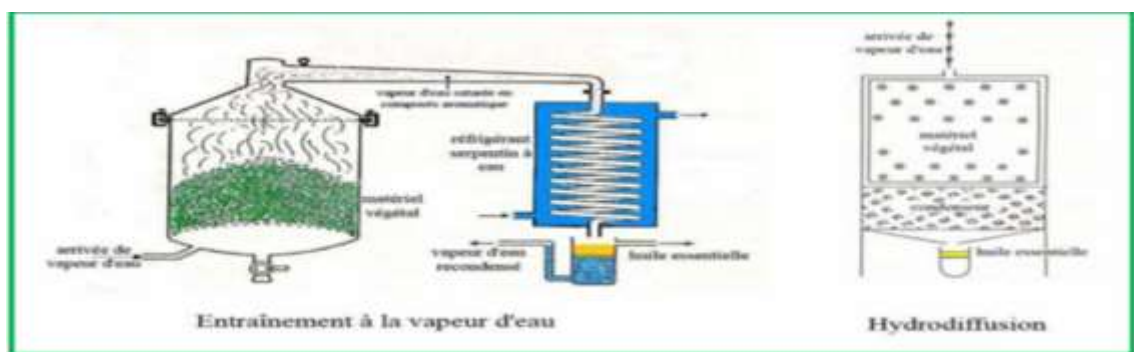
### II.12.2. Entraînement à la vapeur d'eau

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.12.3. L'hydrodiffusion

Est une variante de l'entraînement à la vapeur (Figure 23). Dans le cas de l'hydrodiffusion, le flux de vapeur n'est pas ascendant mais descendant. Cette technique exploite ainsi l'action osmotique de la vapeur d'eau. Le principe de cette méthode réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « Vapeur deau + huile essentielle » dispersé dans la matière végétale. Comme pour l'entraînement à l'avapeur d'eau,



**Figure 23:** Entraînement à la vapeur deau ascendante et descendante (Marie, 2005)

L'hydrodiffusion présente l'avantage de ne pas mettre en contact le matériel végétal et l'eau. De plus, l'hydrodiffusion permet une économie d'énergie due à la réduction de la durée de la distillation et donc à la réduction de la consommation de vapeur (Marie, 2005).

### II.12.4 Analyse chromatographique et identification des constituants dans un mélange

La séparation des composés seffectue en général par CPG notamment pour les composés volatils (mono-et sesquiterpènes) et par HPLC pour les composés pas ou peu volatiles. Les colonnes utilisées sont souvent apolaires exemple HP-5 et DB-5 du fait des caractéristiques apolaires de la majorité des composés mono-et sesquiterpènes. La méthode couramment utilisée pour l'identification des huiles essentielles est le couplage CPG/SM. Il permet de connaître, dans la grande majorité des cas, la masse moléculaire d'un composé et d'obtenir des informations structurales relatives à une molécule à partir de sa fragmentation (Longevialle, 1981; Evans *et al.*, 1989).

En parallèle, une expression mathématique générale qui donne une meilleure approximation des indices de Kovats, recommandée par la firme "Chromatographic Society" est la suivante (**Evans et al., 1989**). Les indices de Kovats sont les temps de rétention relatifs des substances analysées par rapport à celles des alcanes. La formule ci-dessous décrit le calcul des indices de Kovats à partir des temps de rétentions des composés cibles et ceux des alcanes:

$$I = 100 \left[ \frac{t_{Ri} - t_{Rz}}{t_{R(z+1)} - t_{Rz}} + Z \right]$$

Où

- I : indice de Kovats d'une substance A
- z = nombre d'atomes de carbone de l'alcane qui sort avant le composé inconnu
- t R = temps de rétention,
- i = molécule inconnue,
- z = nombre d'atomes de carbone de l'alcane qui sort avant le composé inconnu
- (z +1) = nombre d'atomes de carbone de l'alcane qui a été élué après le composé inconnu (**Constantin, 1996**).





**Chapitre III:**  
***Lutte biologique***  
***contre les insectes***

**I. Généralité**

En dernières décennies, la protection de l'environnement s'impose de plus en plus comme une préoccupation mondiale majeure. Dans le domaine de l'agriculture, il est indéniable que l'expansion et la productivité agricole doivent dorénavant passer par une gestion optimale des insectes nuisibles et des mauvaises herbes en minimisant les effets sur l'environnement. La méthode classique de lutte chimique contre les insectes ravageurs des récoltes et des mauvaises herbes, jadis considérée comme panacée, fait de plus en plus place à la lutte intégrée et à la lutte biologique par utilisation de micro-organismes, de prédateurs, de parasitoïdes et de méthodes dites physiques. Il est admis maintenant par tous que la lutte chimique a des conséquences néfastes sur l'environnement; entre autres, par la toxicité dans la chaîne trophique, la pollution des eaux de surface et souterraine, sur la santé humaine par les résidus de pesticides sur les aliments et les intoxications par inhalation (**mathias, 2001**).

**II. Définition**

Il existe de nombreuses définitions de la lutte biologique mais nous en tiendrons à une définition générale telle que celle proposée par van **Driesche & Bellows (1996)**: Bellows (1996): « La lutte biologique est un processus agissant au niveau des populations et par lequel la densité de population d'une espèce est abaissée par l'effet d'une autre espèce qui agit par prédation, parasitisme, pathogénéicité ou compétition ». La lutte biologique est donc l'utilisation d'organismes vivants dans le but de limiter la pullulation et/ou la nocivité des divers ennemis « rongeurs, insectes, nématodes, maladies des plantes et mauvaises herbes » (**Altieri et al., 2005; Dib, 2010**). Cela implique que nous avons affaire à des systèmes biologiques complexes qui varient dans le temps et dans l'espace (**Fimab, 2004**).

La lutte biologique se base sur la régulation préventive et durable d'importants ravageurs par leurs ennemis naturels. Cette interaction se base alors sur trois éléments: le ravageur, l'auxiliaire et son habitat (**Boller et al., 2004**).

**III. Les types de la lutte biologique**

La lutte biologique peut être divisée en trois catégories bien distinctes: classique, par augmentation et par protection:

**III.1. La lutte biologique classique**

Est l'introduction intentionnelle d'un ennemi naturel exotique afin qu'il s'établisse et régule de manière durable dans le temps l'abondance d'un ravageur. Elle fut développée dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle pour lutter contre des ravageurs. Exotiques. Au fil du temps, le champ d'application de la lutte biologique classique s'est élargi car elle est encore mise en œuvre contre des ravageurs indigènes, créant ainsi de nouvelles associations proies-prédateurs (**Hajek, 2004**). La lutte biologique classique fut utilisée en Algérie dans les années 1920 lorsque la coccinelle australienne *Rodolia (Novius) cardinalis* (Mulsant) fut introduite pour lutter contre la cochenille exotique *Icerya purchasi* Maskell. Ce ravageur détruisait à l'époque la presque totalité des vergers d'agrumes du pays. (**Sahraoui, 2017**).

**III.2. La lutte par augmentation**

Le but est de contrôler un ravageur indigène en augmentant l'occurrence de son ou ses ennemis naturels, naturellement présents mais en quantité insuffisante (**Cloutier & Cloutier, 1992**) ou d'introduire à répétition un ennemi qui ne survivrait pas, par exemple, aux conditions hivernales (U.S Congress, Office of Technology Assessment, 1995). De grandes quantités d'antagonistes sont libérées, le plus souvent à plusieurs reprises, pour contrôler les ravageurs. Un exemple de lutte biologique par augmentation serait la libération de grandes quantités d'un champignon parasite naturellement présent dans les sols, *Beauveria bassiana*, contre la punaise terne, *Lygus lineolaris* Palisot de Beauvois (**Jamal, 2008**).

**III.3. La lutte par conservation**

La lutte biologique par conservation est un mode de protection des cultures contre les ravageurs. Elle consiste à gérer ces derniers en protégeant et favorisant les auxiliaires naturellement présents dans le milieu, par le maintien ou le développement de leurs habitats « ressources ». Ce mode de lutte s'insère dans une démarche de protection intégrée, en tant que déclinaison agroécologique par excellence du biocontrôle, portant sur des modifications de l'environnement et/ou des pratiques.

Une culture peut jouer le rôle d'habitat pour une partie du cycle des espèces auxiliaires (source de nourriture et lieu de ponte). Cependant, pour effectuer l'ensemble de leur cycle biologique, ces organismes nécessitent des habitats offrant

des ressources supplémentaires (de même nature) et complémentaires (de nature différente) à celles apportées par les cultures.

La lutte biologique par conservation consiste donc à favoriser ces auxiliaires naturels en conservant et créant, autour des parcelles à protéger, les éléments (haies, fossés, jachères, bandes fleuries...) apportant les ressources (pollen, nectar, proies et hôtes de substitution, micro-habitats refuges...) nécessaires à l'ensemble de leur cycle biologique. Ainsi, en cas d'attaque sur la culture, les auxiliaires déjà présents dans le milieu sont en mesure d'utiliser rapidement la population de ravageurs émergente comme ressource. Par exemple, les adultes d'*Episyrphus balteatus* (Diptère, Syrphidé) sont floricoles et se nourrissent de pollen et de nectar, alors que les larves sont prédatrices de pucerons. Ainsi, toute végétation spontanée ou volontairement installée apportant ces ressources, favorisera leur présence autour comme au sein des parcelles, où les pullulations de pucerons seront alors plus facilement contrôlées.

En nécessitant la conservation ou restauration des habitats naturels des auxiliaires, ce mode de lutte favorise une agriculture plus respectueuse de l'environnement et plus durable. (Alissia *et al*, 2018).

#### **IV. Méthodes de lutte biologique**

Il existe de nombreuses méthodes que nous utilisons dans le contrôle biologique des insectes:

##### **IV.1. La lutte biologique par utilisation de prédateur**

Les principaux prédateurs sont les insectes tels que les coccinelles (**figure 24**), les mantes, les chrysopes ou encore les libellules. mais on comptabilise aussi bien de oiseaux qui jouent le même rôle ainsi que des petits mammifères tels que musaraignes! Chaque prédateur se nourrit de centaines, voire de milliers d'insectes au cours de sa vie et ne causent aucun dommage aux cultures (Consoglobe, 2020).



Figure 24: Coccinelle proie sur le pucerons (Farmforage, 2020)

#### IV.2. La lutte biologique par utilisation de parasitoïdes

Les parasitoïde représentent une classe d'auxiliaires qui se développent ou dans un autre organisme « hôte » dont ils tirent leur moyen de subsistance et le tuent comme résultat direct ou indirect de leur développement (Altieri *et al.*, 2005). Quand l'insecte parasitoïde émerge de sa chrysalide en tant qu'adulte, il se nourrit habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen bien que quelques adultes se nourrissent des fluides du corps des hôtes et que d'autres exigent de l'eau additionnelle (Altieri *et al.*, 2005). Normalement, les parasitoïdes sont plus petits de leurs proies et s'attaquent à un stade particulier de développement de la proie. Les parasitoïdes laissent souvent des traces de leur activité par exemple, les momies des pucerons (Dib, 2010).

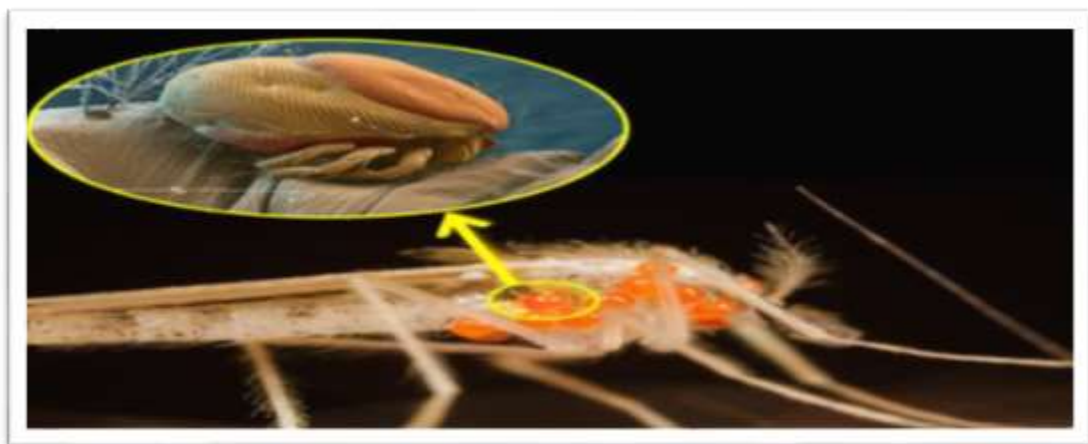
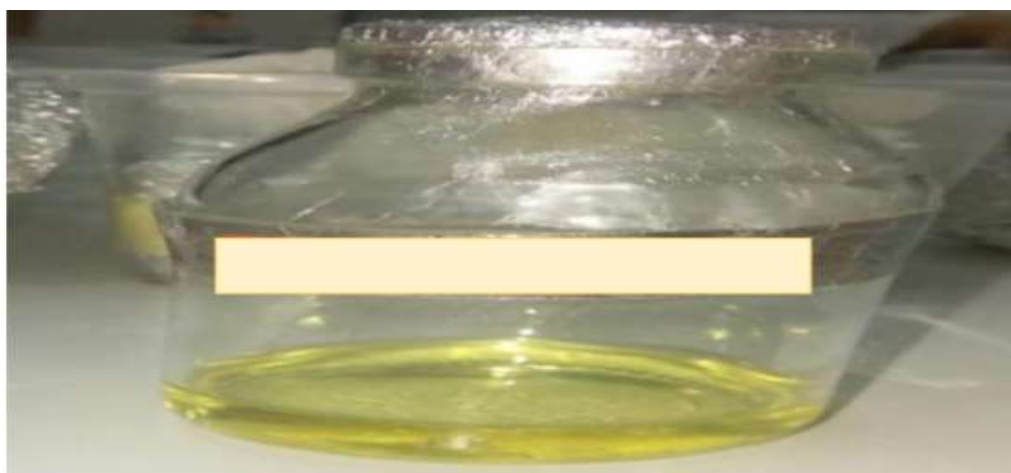


Figure 25: Bug sur le dos du moustique (Kaheel7, 2020)

### IV.3. La lutte biologique par utilisation d'insecticide botanique

Elle est présentée par l'utilisation des biopesticides botaniques tels que le *Spinoza* et *Azadirachtin*, les huiles essentielles (**figure 26**) et des extraits végétaux (**Berrah & Ahcene, 2016**).

Les extraits de plantes agissent de deux façons possibles ; une action larvicide pouvant causer une mortalité appréciable des larves en 1 à 12 jours, ou une action juvenoïde mimétique de l'hormone juvénile (**Aouati, 2015**).



**Figure 26:** L'huile essentielle d'*Artemisia campestris* (**Azizi & Helimi, 2019**)

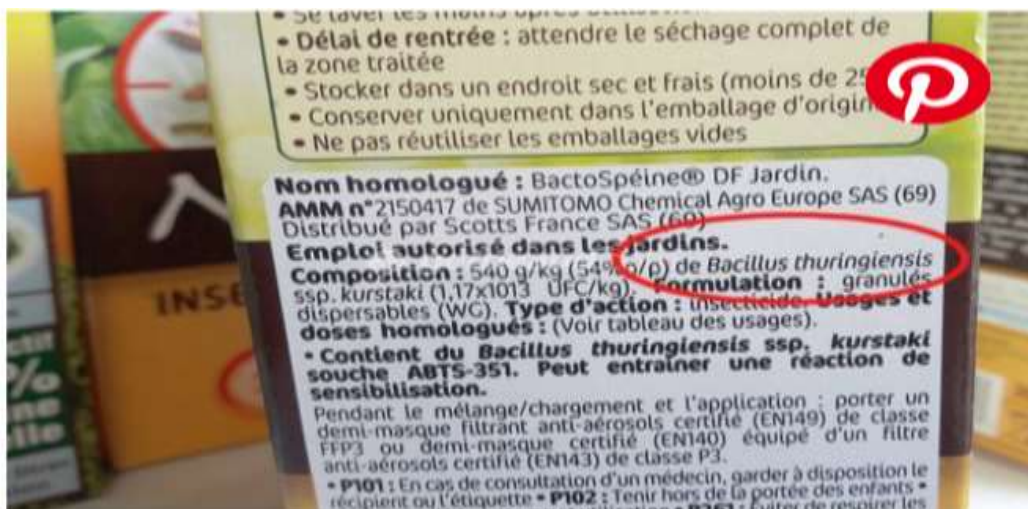
### IV.4. La lutte biologique par utilisation de micro-organismes

La lutte biologique, précisément par utilisation de micro-organismes entomopathogènes est une alternative très prometteuse pour assurer une protection phytosanitaire performante de par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leur grande variété, leur dissémination facile, leur spécificité d'action et aussi leur persistance dans l'environnement. Les micro-organismes utilisés en lutte microbiologique appartiennent à plusieurs taxons à savoir les virus, les bactéries, les micro-champignons, les nématodes et les protozoaires. À ce jour, plusieurs milliers de micro-organismes entomopathogènes et pathogènes des mauvaises herbes ont été décrits et plus d'une centaine d'espèces sont utilisées en champs. Les formulations de biocides à base de micro-organismes deviennent de plus en plus performantes avec des prix compétitifs (**Ahmed et al., 1994; Starnes et al., 1993**). Selon **Ahmed, (1994)**, l'utilisation des insecticides microbiens augmente rapidement, de 10 à 25 % par année. La lutte biologique par utilisation de micro-

organismes offre une diversité d'agents de lutte microbiologique. Ces micro-organismes appartiennent à plusieurs taxons à savoir:

- **Bactéries**

Les bactéries utilisées pour la lutte biologique infectent les insectes par leur tube digestif, ce qui rend difficile leur utilisation pour le contrôle des insectes "suceurs" comme les pucerons et les cochenilles. *Bacillus thuringiensis* est l'espèce bactérienne la plus largement utilisée pour la lutte biologique, avec au moins quatre sous-espèces utilisées pour contrôler les insectes nuisibles tels que les lépidoptères, les coléoptères, et les diptères. La bactérie est disponible en sachets de spores séchées qui sont mélangées avec de l'eau et pulvérisées sur les plantes vulnérables, tels que les Brassica et les arbres fruitiers. *Bacillus thuringiensis* est également intégrée dans certaines cultures génétiquement modifiées (**figure 27**), dans le but de les rendre résistantes aux ravageurs ciblés. (Wikipédia, 2020).



**Figure 27:** insecticide biologique à base de *bacillus thuringiensis* (Gerbeaud, 2020)

- **Virus**

Les virus d'insectes sont des organismes pathogènes obligatoires qui se reproduisent uniquement dans un insecte hôte. Ils peuvent fournir un moyen de lutte efficace et durable d'une espèce d'insectes nuisibles. Certains virus sont disponibles dans le commerce, mais beaucoup d'autres sont naturellement présent dans les systèmes agricoles et forestiers, et peuvent déclencher des épidémies de leur insecte hôte sans intervention humaine (Wikipedia, 2020).

Les baculovirus sont spécifiques à certaines espèces d'insectes hôtes et se sont révélés être utiles dans la lutte biologique. Par exemple, le virus spécifique à la spongieuse (*Lymantria dispar*) (**Rohrmann, 2013**) (en anglais: *Lymantria dispar multicapsid nuclear polyhedrosis*, LdMNPV) peut agir comme régulateur naturel des populations de ce ravageur des forêts de feuillus et a été utilisé pour traiter de grandes zones forestières en Amérique du Nord sévèrement attaquées (**Fabl, 2000**) Les larves sont tuées par le virus ingéré, et laissent des particules virales sur le feuillage qui infectera d'autres larves.

- **Les champignons**

Parmi les micro-organismes entomopathogènes ayant un potentiel d'agent de lutte biologique contre les insectes nuisibles, plus de 500 espèces de champignons sont susceptibles d'infecter des insectes (**Starnes et al., 1993**). *Metarhizium anisopliae* était le premier pathogène utilisé délibérément pour le contrôle d'insecte ravageur par le Russe **Eli Metchnikoff (1880)** (le père de la lutte microbiologique) dans les années 1880. *B. bassiana* (Hyphomycète) est un microchampignon pathogène pour de nombreux insectes. Sa pathogénicité a été démontrée pour la première fois par **Agostino Bassi de Lodi (1835)**, le précurseur des études des maladies infectieuses, en démontrant pour la première fois qu'un micro-organisme pouvait être responsable de maladie infectieuse chez l'animal. (**Mathias, 2001**).

#### **IV.5. La lutte biologique par utilisation de la résistance variétale**

La résistance variétale est la capacité pour une variété de plante d'obtenir une bonne productivité malgré la présence de ravageurs. Deux mécanismes sous-tendent à ce concept: l'antixénose, quand la plante par sa physiologie, sa morphologie ou sa phénologie (structures des organes, goût, odeur, couleur, longueur de son cycle de développement) repousse ou amoindrit les dommages causés par les ravageurs et l'antibiose, quand la plante est capable de produire une substance pouvant empêcher le développement du ravageur (**Mathias, 2001**).

#### **V. Caractéristiques utiles**

Pour être pleinement efficace, un agent de lutte biologique doit présenter certaines caractéristiques biologiques (**anonyme, 2015**)

- Une gamme d'hôte étroite: des prédateurs trop généralistes peuvent être détournés de la cible par la présence d'autres proies.



- Une capacité d'adaptation aux conditions climatiques: les agents de lutte biologiques doivent être capables de résister aux conditions extrêmes de température et d'humidité et de s'établir dans leur nouvel habitat.
- Un synchronisme de son cycle biologique avec celui de la cible (hôte ou proie). Le prédateur, ou le parasite, devrait être présent dès l'apparition du ravageur.
- UN potentiel de reproduction élevé: un agent de lutte biologique efficace doit être capable de produire une descendance abondante, et dans l'idéal un parasite doit accomplir plus d'une génération à chaque génération nouvelle de l'organisme nuisible ciblé.
- Une capacité de recherche efficace de la cible: les ennemis naturels efficaces doivent être capables de repérer leurs hôtes ou leurs proies, même quand ceux-ci se font rares. En général, une meilleure capacité de recherche permet d'obtenir une plus faible densité de populations des ravageurs.
- Une rapidité de réaction. Les ennemis naturels qui consomment leurs proies ou pondent leurs œufs plus rapidement ont plus de temps pour repérer et attaquer d'autres ravageurs appartenant à la population ciblée. Une petite population d'ennemis naturels efficaces peut se montrer plus efficace qu'une population importante d'une espèce moins réactive.
- Une capacité de survie en présence d'une faible densité de la cible. Si un ennemi naturel est trop efficace, il peut éliminer sa propre source de nourriture et disparaître. Les agents de lutte biologique les plus efficaces sont capables de réduire une population de parasites au-dessous de son seuil économique et de la maintenir à ce niveau d'équilibre.

### **VI. Les avantages et les inconvénients de la lutte biologique**

#### **VI.1. Avantages de la lutte biologique**

Selon **lefort (2010)** :

- Efficace
- Permet de restreindre ou d'éliminer l'utilisation de pesticides chimiques
- Moins toxique que les pesticides chimiques
- Elle est utilisable en serre
- Permet de diminuer les risques d'apparition de résistances aux produits Chimiques

- Plus grande spécificité d'action
- Faible coût de développement
- Innocuité pour la santé humaine, l'environnement ou les espèces non Cibles
- Par conséquent:
  - Amélioration de la qualité de vie et de la santé des travailleurs agricoles
  - Pas de délai de traitement avant la récolte
  - Non contamination des produits (pas de résidus chimiques)
  - Maintien de la biodiversité des biotopes.
  - Compatibilité avec les programmes de lutte intégrée
  - Dégradation rapide des biopesticides, diminuant les risques de Pollution

### VI.2. Les inconvénients

- Il y a initialement une dépense en temps, efforts humains et financière importante (coût et durée parfois élevés du programme de recherche).
- Dans le cas où des résultats rapides sont exigés, la lutte biologique agit trop lentement.
- Les effets varient selon les conditions du milieu et ne sont pas garantis.
- Il existe un nombre limité d'ennemis naturels pour chaque espèce-cible.
- Les agents se disséminent le plus souvent seul et le contrôle ne peut pas être localisé.
- C'est une méthode irréversible (Meyer, 2002).

### VII. Exemples des luttés biologiques

- **Coccinelles** : larves et adultes dévorent les pucerons
- **Syrphes** : les larves sont également prédatrices des pucerons

- **Chrysope** : les larves de **larves de chrysopes** se nourrissent de pucerons, cochenilles, acariens, aleurodes, oeufs de papillon, thrips...
- **Perce-oreille** : l'adulte mange les pucerons et d'autres insectes, ainsi que les acariens
- **Carabes Araignées** : elles sont des prédateurs pour de nombreux insectes

les adultes mettent à leur menu limaces, escargots, insectes et diverses larves.

- **Staphylins** : adultes et larves se nourrissent de nombreux insectes et de limaces
- **Libellules** : elles sont prédatrices de différents insectes, notamment chenilles et papillons (elles sont attirées par les pièces d'eau)
- **Bombyle** : cet insecte qui ressemble à une mouche mange les pucerons
- **Guêpes** : prédateurs ou parasites de nombreux insectes
- **Hérisson** : il consomme araignées, escargots, larves d'insectes...
- **Oiseaux** : ceux qui sont insectivores se nourrissent des adultes volants et des larves parasitant les plantes (chenilles par exemple)
- **Lézards** : ils mangent de nombreux insectes
- **Crapauds et grenouilles** : ils se nourrissent, entre autres, de limaces (lire : Elever des têtards de grenouille)
- **Chauve-souris** : grande prédatrice d'insectes volants nocturnes. (**Gerbeaud, 2020**)

- **Bacillus thuringiensis** var. kurstaki contre:

– Piéride (*Pieris spp.*), Teignes des crucifères (*Plutella xylostella*), Noctuelles du chou (*Mamestra brassicae*), Vers de la grappe (*Eupoecilia ambiguella*), Cheimatobies (*Operophtera brumata*), Petite hyponomeute (**Lefort, 2010**).

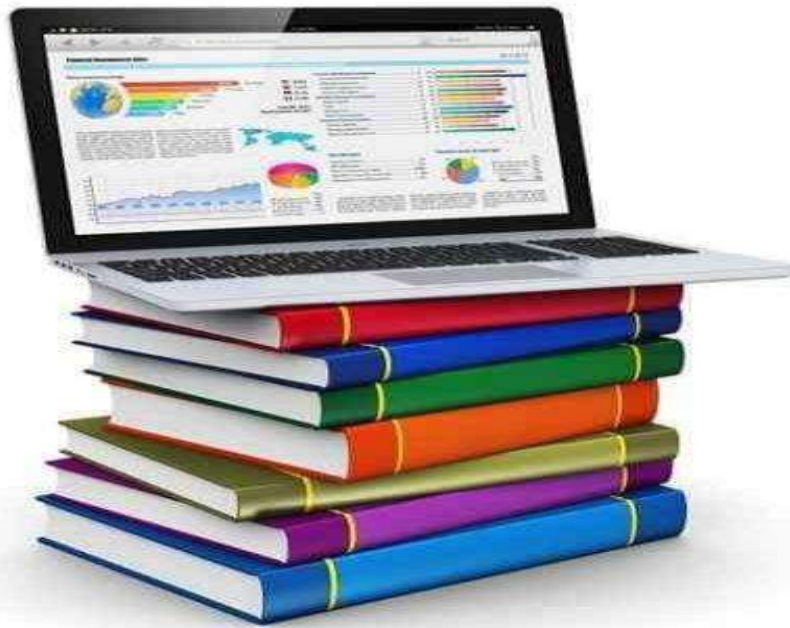
- **Virus de la granuloze** contre:

- Le carpocapse des pommes et des poires (*Cydia pomonella*)
- Les tordeuses de la pelure (*Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana*, *Archips podanus*) Cheimatobies (*Operophtera brumata*), Petite hyponomeute (**Lefort, 2010**).

**VIII. La lutte biologique contre le moustique**

La lutte biologique est un moyen de lutte contre les moustiques, qui consiste à la perturbation du développement et de la reproduction, par la fabrication des insecticides plus efficaces comprenant notamment les insecticides biologiques (**Tabti, 2016**).

L'action contre les larves de moustiques par des agents naturels consiste à détruire les larves ou à empêcher leur développement par l'utilisation des forces naturelles (**Gariépy, 2011**). La lutte biologique consiste à introduire, dans le biotope des moustiques, des espèces qui sont leurs ennemis, tels que micro-organismes ou prédateurs naturels des larves de moustiques. Les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques, les *poissons* larvivores, les extraits des plantes médicinales et les bactéries comme le *Bacillus thuringiensis* (**Carnevale & Robert, 2009**).



Chapitre IV :  
*L'effet larvicide de l'huile  
essentielle d'Artemisia campestris à  
l'égard de Culex pipiens : Aspect  
toxicologique.*

## **I. Généralité**

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante dans la vie de ces derniers, ainsi l'étude des activités biologiques et biotechnologique des extraits de plantes n'a jamais cessé de s'accroître **(Aouati, 2016)**.

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 bio-insecticides, pour remplacer les insecticides chimiques qui ont un effet nocif sur l'environnement et la santé des êtres vivants. **(Brakni & douib, 2019)**

## **II. l'activité insecticide**

Le contrôle des moustiques courant est l'utilisation d'insecticides chimiques de synthèse, comme le chlorpirifos, dichlorvos, Cypermethrine, d'où une forte toxicité pour la santé publique, ainsi que pour l'environnement. Les méthodes alternatives ont été développées; notamment la lutte biologique qui est actuellement la plus favorable, parce qu'elle agit sur le vecteur et ne produit pas de dangereux déséquilibres faunistiques ni de graves problèmes environnementaux. D'où l'intérêt mondiale de produire et de développer des composés naturels qui remplacent les insecticides de synthèse. Ou même des biopesticides botaniques tels que le Spinozad, Azadirachtin, les huiles essentielles et les extraits végétaux **(Dahchar, 2017)**.

En Algérie, l'utilisation des produits naturels, spécifiquement les extraits des plantes, comme type de lutte contre les insectes a commencé de se développer, à travers une multitude des travaux récentes **(Gaidi & Goucem, 2017)**.

**II.1. La lutte anti larvaire**

La lutte anti-larvaire a été très utilisée avant l'arrivée massive des adulticides. Cette lutte empêche le développement des larves en stade mature par la destruction des gîtes larvaires ou par l'emploi de méthodes aboutissant au blocage du développement des larves (Alaoui, 2009).

**III. Activité insecticide des extraits de plantes**

D'après Ragueau & Delaveau (1980), les extraits de plantes agissent de deux façons possibles ; une action larvicide pouvant causer une mortalité appréciable des larves en 1 à 12 jours, ou une action juvénile mimétique de l'hormone juvénile, avec allongement de la durée de la vie larvaire pouvant inhiber la nymphose.

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticide est connu depuis longtemps. En effet, le pyrèthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (Crosby *et al.*, 1966). D'après Jacobson (1989), plus de 2000 espèces végétales possédant une activité insecticide sont déjà identifiées. Récemment, la litière de l'aulne, plante riche en polyphénols s'est révélée être douée de propriétés toxiques importantes vis-à-vis des larves de moustique *Cx pipiens* (David *et al.*, 2000). Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été démontrées sur les larves d'insectes. Les travaux de Jang *et al.*, (2002) sur *A. aegypti* *Cx. pipiens* testant l'activité larvicide de certaines légumineuses et ceux d'Alaoui Slimani (2002) avec la toxicité *Mentha pulegium* (Labiée) et de Jang *et al.*, (2002) avec les extraits de plantes médicinales aromatiques ont confirmé l'efficacité insecticide des extraits de ces plantes sur des larves de culicidés. Par ailleurs, la protection des cultures contre les ravageurs par des extraits végétaux a été étudiée aussi bien sur les larves de lépidoptères (Lee *et al.*, 2002) que sur des larves d'acridiens (Barbouche *et al.*, 2001).

**III.1. Activité insecticide des huiles essentielles**

En tant que biopesticides L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a mené à beaucoup de conséquences négatives (la résistance des insecticide, la toxicité sur la faune auxiliaire, les problèmes de résidu et la pollution environnemental) ayant pour résultat l'attention croissante étant donnée aux produits naturels (**Isman & Machial, 2006**). Les plantes peuvent fournir des solutions de rechange potentielles aux agents actuellement utilisés contre les insectes parce qu'elles constituent une source riche en produits chimiques bioactifs. Beaucoup d'effort a été donc concentré sur les matériaux dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes (**Kim et al., 2000**).

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

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (**Isman, 2000**). L'objectif est d'améliorer les techniques traditionnelles basées sur l'utilisation des ressources végétales renouvelables pour une meilleure gestion des déprédateurs dans les stocks de niébé 'autres résultats indiquent que les huiles essentielles extraites de plantes odorantes ont une activité insecticide indéniable vis-à-vis de *Callosobruchus maculatus*).

Ces huiles essentielles agissent par diffusion. C'est ce qui leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent donc être utilisées en fumigation et leur emploi est facile. Selon (**Koumaglou, 1992**) la technologie de leur extraction est simple et accessible à tous les niveaux. Les huiles essentielles des plantes appartenant aux genres *Chenopodium*, *Eucalyptus* ont témoigné de leur efficacité insecticide, la poudre de *Chenopodium ambrosioides* des était testée sur six ravageurs de denrées stockées *Callosobruchus maculatus*, *C. chinensis*, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius*, *S. zeamais* et *Prostephanus truncatus*, une concentration de 0,4 % provoqua la mortalité de plus de 60 % des bruches après deux jours de traitements (**Tapondjou et al., 2002**). En (**Tapondjou et al., 2002**) montrèrent l'efficacité de l'huile essentielle de la même plante, en plus de celle d'*Eucalyptus salignus* sur *Callosobruchus maculatus*, et *C. ambrosioides*. Ces deux huiles exercent également un effet répulsif sur le bruche de niébé.



#### IV. l'effet larvicide d'*artemisia campestris* à l'égard de *culex pipiens*

##### IV.1. Toxicologie des huiles essentielles

La toxicologie s'intéresse à la composition chimique et aux effets de toutes les substances toxiques connues, ainsi qu'à leurs effets post mortem. Les tests toxicologiques sont pour intérêt de caractériser le pouvoir insecticide d'une matière active à l'égard d'un insecte donné, ils sont nécessaires d'évaluer les doses létales (DL50 et DL90). Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages. Ces extraits contiennent en moyenne 20 à 60 composés qui sont pour la plupart des molécules peu complexes, leur mécanisme d'action est méconnu et relativement peu d'études ont été réalisées à ce sujet (**Isman, 2000**). On considère que ces mécanismes sont uniques et que les biopesticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces biopesticides peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les insectes (**Csek & Kaufman, 1999**). Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger la durée de vie de ces derniers. La toxicité est évaluée à partir du taux de mortalité enregistrés après traitement et qui dépend des doses administrées.

L'activité biologique d'une huile essentielle est liée à sa composition chimique qui détermine son niveau de toxicité (**Akono et al., 2012**).

L'efficacité des composés chimiques d'origine végétale contre les larves de moustiques peut varier considérablement en fonction de l'espèce végétale, de la partie de la plante utilisée, de l'âge de ses parties (jeune, mature ou sénescant), le solvant utilisé lors de l'extraction ainsi que l'espèce cible (**Kouider & Attia, 2016**).

##### IV.2. Les travaux concernant à la toxicité d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* à l'égard de *culex pipiens*

- Dans une étude faite par (**Azizi & Helimi, 2019**) :

- des parties aériennes de la plante collectée dans la région de TEBESSA. montrent que le rendement en huile essentielle d'*Artemisia campestris* extraite à partir de la partie aérienne, par hydrodistillation.

-Le rendement d'extraction désigne le rapport entre le poids de l'huile essentielle obtenue et le poids de la plante, il est calculé selon la formule suivante :

$$R\% = \frac{\text{poids de l'HE} \times 100}{\text{poids de la plante}}$$

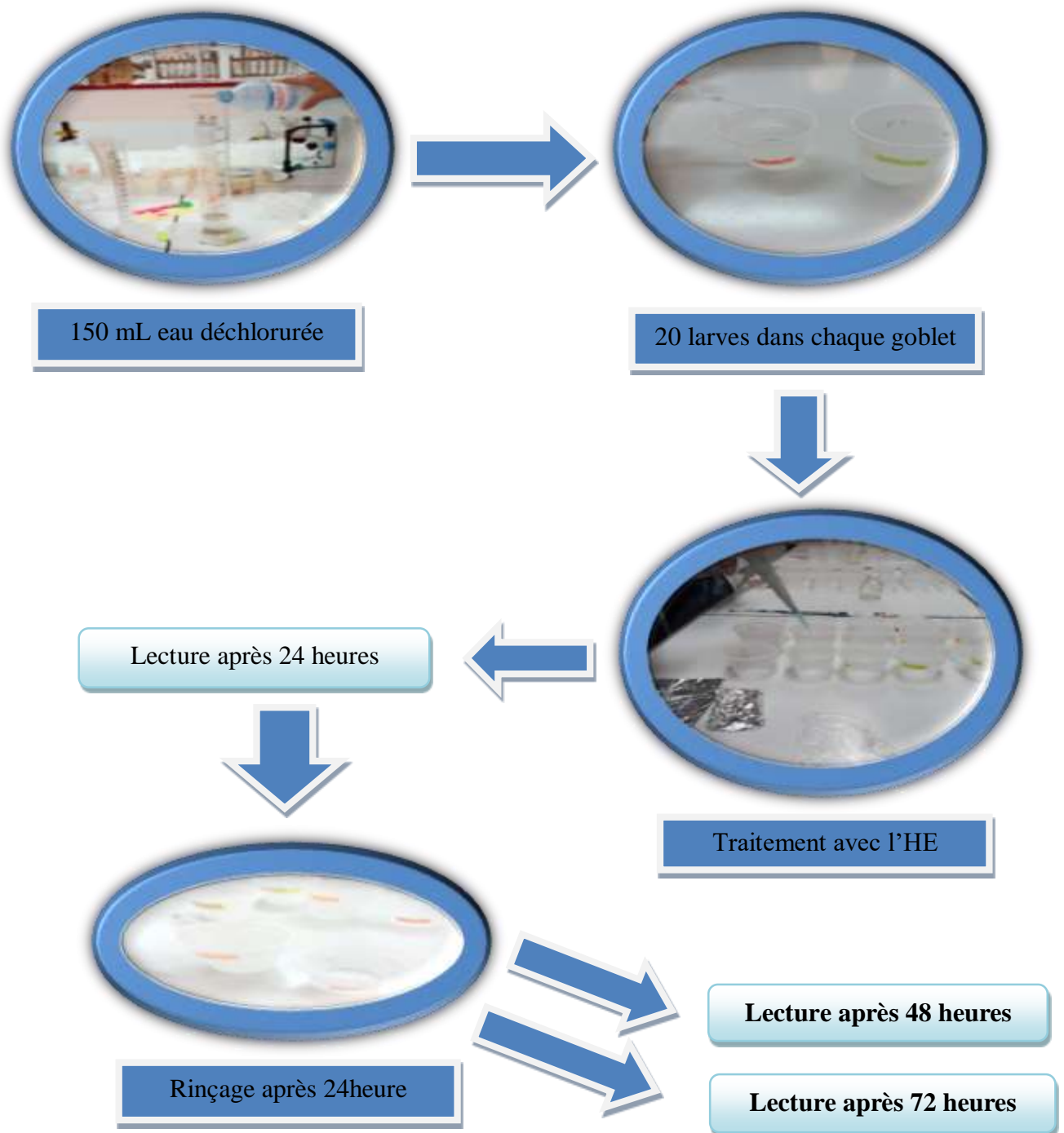
-les larves de Culex du stade quatre nouvellement exuviées. Les œufs et les larves de culex pipiens sont collectés à partir de la région le Hammamet, Wilaya de Tébessa.

-en suite en appliquée le test de toxicité sont réalisés à l'égard du quatrième stade larvaire de Culex pipiens. 150 mL d'eau déchlorurée sont déposés dans des gobelets en plastique auquel sont rajoutés 20 larves et un millilitre de l'huile essentielle d'Atremisia campestris (Figure 20). L'expérience a été menée avec 11 à 12 répétitions pour chaque concentration, ainsi que deux groupes témoins :

- Témoin positif : comporte 1mL de l'éthanol absolu.
- Témoin négatif : comporte les L4 seules.

Le nombre de larves mortes ont été compté esaprès 24, 48 et 72 heures d'exposition. Les larves sont rincés après 24 h de traitement puis déplacées dans de nouveaux gobelets qui contiennent 150 mL d'eau déchlorurée. Elles sont nourries lors de la période de traitement.

La figure ci-après, représente un schéma récapitulatif des différentes étapes du test de toxicité.



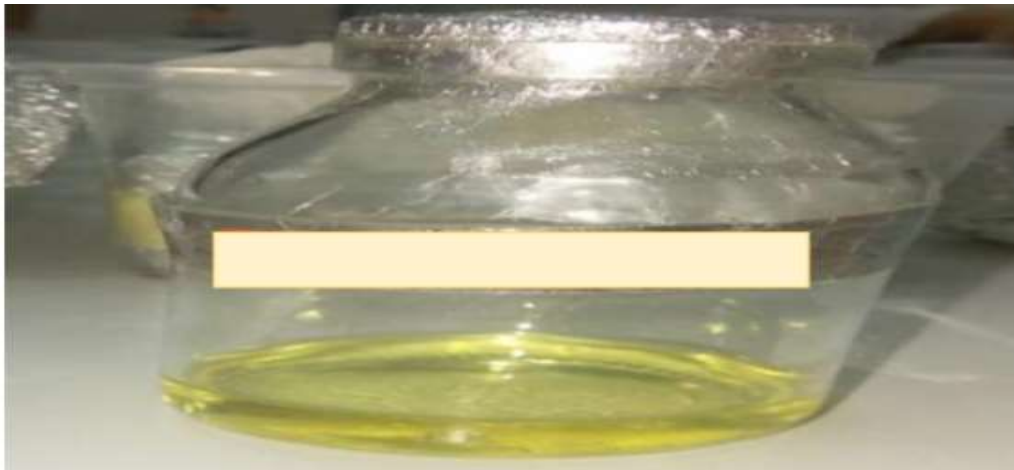
**Figure 28** : Schéma recapitulatif des différentes étapes du test de toxicité

- **Les résultats obtenus par (Azizi et Helimi, 2019) :**

Le but de cette étude évaluer le potentiel larvicide de l'huile essentielle *d'Artemisia campestris* à différentes concentrations à l'égard des larves du stade 4 nouvellement exuviées de *Culex pipiens* et ceci après 24, 48 et 72 heures de traitement.

➤ **Aspect et rendement de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris***

L'hydro distillation de la matière sèche des parties aériennes de la plante *Artemisia campestris*, a permis d'obtenir l'huile essentielle de couleur jaune et d'odeur très forte (**Figure 29**). Le rendement de l'huile essentielle obtenue par rapport au poids total de la plante sèche est 0,28%.

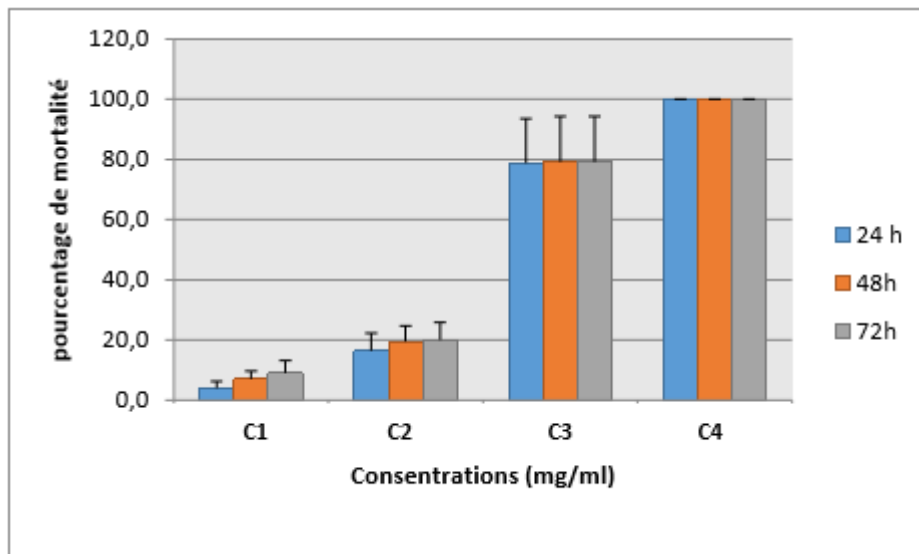


**Figure 29** : Aspect de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* (Photo personnelle).

Les résultats des études précédentes montrent que la différence des teneurs en huile essentielle de la même espèce de plante, est étroitement liée à la région ainsi la saison de récolte même si elles sont de la même région.

➤ **Evaluation de l'effet larvicide de chaque concentration –test de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* dans les trois périodes d'expositions (24,48 et 72 h) (Etude horizontale).**

Après plusieurs essais préliminaires, l'application des différentes concentrations test choisies de l'huile essentielle extraite d'*Artemisia campestris* sur les larves L4 de *Culex pipiens* nouvellement exuviées, a permis d'évaluer l'activité larvicide de cette huile. Les études toxicologiques sont évaluées à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles pour chaque concentration pendant 24, 48 et 72 heures. Les résultats obtenus sont exprimés par la moyenne plus ou moins l'écart type et ils sont présentés dans les diagrammes ci-dessous (**Figures 30 et 31**).



**Figure 30** : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalité des larves L4 nouvellement exuviées traités par l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* en fonction des différentes concentrations

- **HE-AC C 1 mg/mL**

Les résultats obtenus montrent que les pourcentages de mortalité des larves L4 nouvellement exuviées de *Culex pipiens* traitées par C1 mg/mL de l'HE-AC, sont de l'ordre de ( $4 \pm 2.2\%$ ), ( $7 \pm 2.7\%$ ) et ( $9 \pm 4.2\%$ ) après un temps de contact de 24,48 et 72h, respectivement.

- **HE-AC C 2 mg/mL**

Les pourcentages de mortalité des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Culex pipiens* traitées par la concentration C2 mg/mL sont de l'ordre de ( $16.4 \pm 6\%$ ), ( $19.5 \pm 5.2\%$ ) et ( $20 \pm 5.9\%$ ) après un temps de contact de 24,48 et 72h, respectivement.

- **HE-AC C 3 mg/mL**

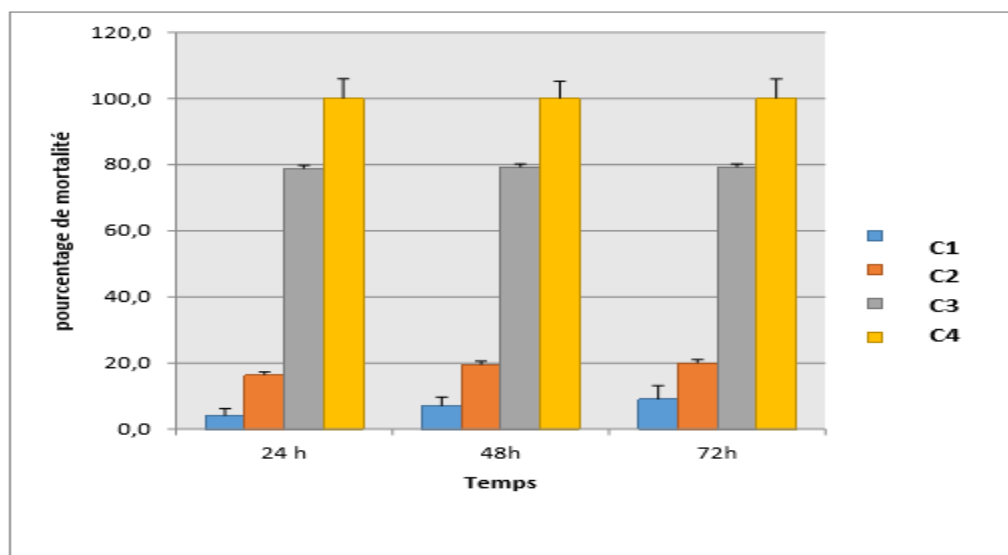
Les résultats obtenus montrent que le pourcentage de mortalité des larves L4 nouvellement exuviées de *Culex pipiens* traitées par C3 mg/mL de l'HE-AC, est de l'ordre ( $78.8 \pm 14.8\%$ ), ( $79.2 \pm 15.1\%$ ) et ( $79.2 \pm 15.1\%$ ) après 24,48 et 72h d'exposition.

- **HE-AC C4 mg/mL**

Les pourcentages de mortalité des larves L4 nouvellement exuviées de *Culex pipiens* traitées par C4 mg/mL sont de l'ordre  $100 \pm 0\%$  après 24,48 et 72h d'exposition.

- **Evaluation de l'effet larvicide de l'ensemble des concentrations-test dans chaque période d'exposition (24,48 et 72h) (étude verticale).**

Les résultats montrent que le taux de mortalité larvaire est proportionnel à la concentration de l'HE-AC, durant cette période d'exposition.



**Figure 31 :** Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalité des larves L4 nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* en fonction du temps (24,48 et 72) heures.

- **Période de 24 heures**

Durant cette période d'exposition, le pourcentage de mortalité le plus élevé des larves L4 nouvellement exuviées de *Cx pipiens* est obtenu avec la concentration de C4 mg/mL de l'HE-AC.

- **Période de 48 heures**

Durant la période d'exposition de 48 heures, le pourcentage de mortalité le plus élevé des larves L4 nouvellement exuviées de *Cx pipiens* est donné par la concentration-test de C4 mg/mL de l'HE-AC par la suite le taux de mortalité larvaire diminue avec les concentrations-test de plus en plus faible. Ainsi, nous notons également une proportionnalité entre les concentrations-test et les taux de mortalité des larves L4 de *Cx pipiens* exposées pendant 48 h avec l'HE-AC.

- **Période de 72 heures**

Durant la période d'exposition de 72 heures, le pourcentage de mortalité le plus élevé des larves L4 nouvellement exuvies de *Cx pipiens* est donné par la concentration-test de C4 mg/mL de l'HE-AC par la suite le taux de mortalité larvaire diminue avec les concentrations-test de plus en plus faible. Ainsi, nous notons également une proportionnalité entre les concentrations-test et les taux de mortalité des larves L4 de *Cx pipiens* exposées pendant 72 h avec l'HE-AC.

Votre résultats montrent que l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* possède une action larvicide sur les larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Culex pipiens*.

- **Divers chercheurs se sont intéressés à l'étude de l'aspect et rendement de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* et de l'activité larvicide des entomopathogènes vis-à-vis de divers ordre d'insectes et dont les résultats sont assez comparables aux votre:**

- **l'aspect et rendement de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris***

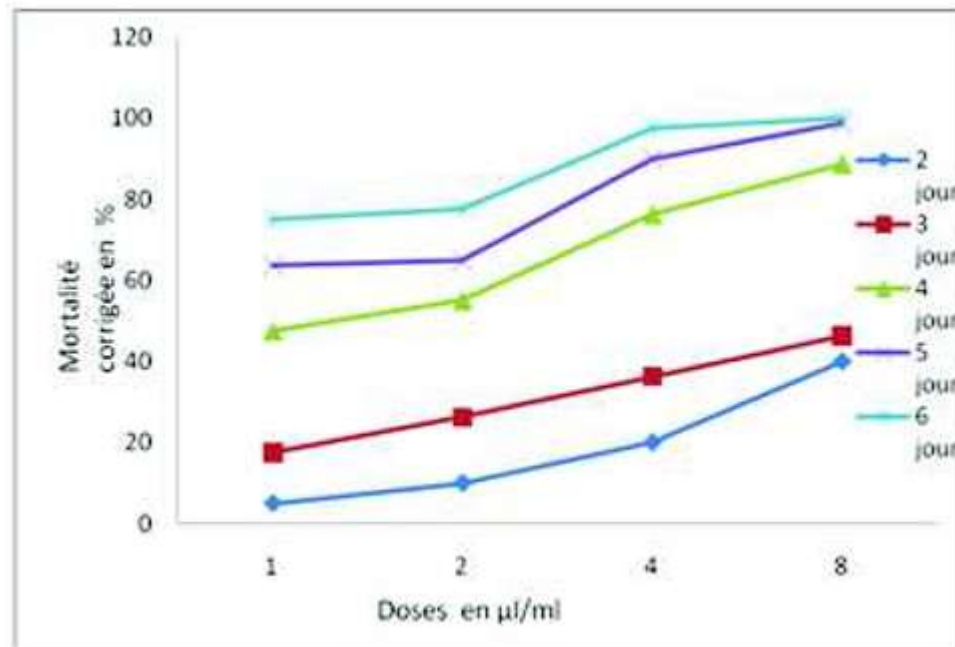
Selon les references (Azizi & Helimi, 2019) les résultats obtenus montrent que le rendement en huile essentielle d'*Artemisia campestris* extraite à partir de la partie aérienne, par hydro distillation, est faible (0,28 %). Par comparaison aux travaux antérieurs, l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* de la région de Djelfa présente un rendement de 0.1% (Dob et al, 2005) alors que celle de la région de Boussaâda est de 0.6% (Belhattab et al., 2011).

Dans les régions du sud tunisien (Bengardane, Benbenikhdache, Jerba et Tataouine).les rendement de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* collectée aux mois d'Aout et Novembre sont respectivement, 1.2% et 0.65% (Akrouit et al., 2003).

Les résultats des études précédentes montrent que la différence des teneurs en huile essentielle de la même espèce de plante, est étroitement liée à la région ainsi la saison de récolte même si elles sont de la même région.

➤ l'activité larvicide des entomopathogènes vis-à-vis de divers ordre d'insectes

L'étude d' **Heffaf (2013)**, faites sur un autre type d'insecte *Sitiphilus oryzae* contre lequel l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* montre une forte toxicité.



**Figure32** : variation de la mortalité corrigée par contact des différentes doses de l'huile essentielle de l'armoise rouge sur *Sitiphilus oryzae* (**Derradji, 2013**)

D'autre étude **Dib et al., (2016)** selon la références (**Amroune & Botoura, 2019**) mentionnée le traitement à l'huile essentielle de l'*Artemisia campestris* donne une réponse d'inhibition de moyenne de 50% des insectes *Spodoptera littoralis* et *Bruchus*, l'extrait d'hexane et d'acétone de la partie aérienne de cette plante représente principalement un l'effet répulsif sur les larves de *Tribolium castaneum* après 2-24h d'exposition.

Dans l'étude de **Boutaba et al., (2019)** sur l'activité larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* contre *Culex pipiens* montre une relation efficace et proportionnelle entre la concentration et la mortalité pour chaque temps d'expositions.

D'autre étude de **Houam & Achouri (2019)** évaluer l'activité larvicide de l'huiles essentielles de la plante médicinale *Rosmarinus officinalis*, à l'égard d'une espèce de moustique la plus répandue dans la région de Tébessa *Culex pipiens* montre est, d'une part,



temps-dépendante du fait qu'il y'a une augmentation de mortalité en avançant dans le temps et, d'autre part, dose- dépendante du fait qu'il y'a une augmentation de mortalité avec l'augmentation des concentrations- tests dont la concentration la plus élevée a entraîné le plus grand pourcentage de mortalité après 24h de traitement (97,91%).

Par comparaison de même plante sur des extraits différents selon les références (**Amroune & Botoura, 2019**), l'étude de (**Dib, 2017**) elle a été démontrée que l'extrait éthanol de l'*Artemisia campestris*, donne une mortalité larvaire plus faible et induit un pourcentage de mortalité de 33.6% de larves de 4ème stade nouvellement exuviées de *Culex pipiens*.

Selon les références (**Amroune & Botoura, 2019**), d'autres études selon (**Al-Snafi, 2015**) ont été mentionnées selon leur référence que l'extrait éthanolique d'*Artemisia campestris var glutinosa* (*Astraceae*) a montré une faible activité larvicide contre les moustiques (*Culicidae*).

Selon les références (**Amroune & Botoura, 2019**), par comparaison de même plante sur des extraits différents, l'extrait méthanolique de la partie aérienne de l'*Artemisia campestris* affichait la plus forte activité larvicide, avec 100% de mortalité de *Culex quinquefasciatus* (larve de moustique). Toutefois, la mortalité provoquée par l'extrait éthanolique était assez légère et n'a tué que 33,6% des *Culex pipiens* (**Dib et al., 2016**).

Conclusion

A magnifying glass with a black handle and a silver frame is positioned over the word "Conclusion". The lens of the magnifying glass is centered over the word "Conclusion", making it appear larger and more prominent. The background is plain white.

## Conclusion

Enfin, après avoir détaillé l'étude, nous constatons que les moustiques sont une nuisance pour les gens dans le monde, car de nombreuses maladies transmettent, les moustiques *Culex pipiens* de l'espèce répandue en Algérie. Ce type transmet de nombreuses maladies comme le virus de la fièvre du Nil occidental et la fièvre jaune. Par conséquent le gouvernement soutient la lutte contre les moustiques.

Malgré l'efficacité des insecticides chimiques dans le passé, les moustiques y ont développé une résistance et ces pesticides provoquent également une grave pollution de l'environnement. C'est pourquoi plusieurs chercheurs étudient et développent un contrôle biologique contre les insectes et trouvent des méthodes nouvelles et efficaces pour eux, et c'est ce que nous avons adopté dans cette étude.

Dans cette étude, nous avons étudié l'effet de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* sur l'insecte des moustiques *Culex pipiens* trouvés dans la région de Tébessa en termes de toxicité, où nous avons constaté que l'effet toxique de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris* a une activité fatale sur les larves de quatrième stade et cela dépend de la dose et de la concentration en temps. Elle pourrait être utilisée comme bioinsecticide malgré son très faible rendement. D'autres études plus poussées sont nécessaires, pour évaluer le potentiel larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia campestris*.

L'huile essentielle a donc des propriétés pesticides et peut également être utilisée comme pesticide biologique, malgré son manque de production, mais elle est respectueuse de l'environnement. Les études doivent également se poursuivre sur les huiles essentielles de plantes et les soutenir et élaborer des plans futurs pour en faire des pesticides biologique dans le monde et se passer de pesticides chimiques.



© Références bibliographiques

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

-A-

**Abdel-Hamid Y, M., Soliman M, I., & Allam K, M. (2009).** *Spatial distribution and abundance of culicine mosquitoes in relation to the risk of filariasis transmission in El Sharqiya Governorate.* Egypt. Egypt Acad J Biolog Sci 1: 3948p.

**Abdel-Hamid Y.M., Soliman M.I., & Kenawy M.A. (2011).** *Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in relation to the risk of disease transmission in El Ismailia governorate.* Egypt. J Egypt Soc Parasitol 41: 109-118p.

**Ahmed S, I., & S, R Leather. (1994).** *Suitability and potential of entomopathogenic microorganisms for forest pest management - some points for consideration.* Intern. J. Pest Management 40: 287-292. Afrikjan, E. G., V. A. Tchilingirln et L. A. Tchil-Akopln. 1969. Bakterialnii incekticidnii preparat BIP-805. Biol. j. Armenii, t. 22, 3-7p.

**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.

**Akono Ntonga, P., Belong, P., Tchoumboungang, F., Bakwo Fils E, M., & Fankem, H. (2012).** *Effets insecticides des huiles essentielles des feuilles Ocimum spp. sur les adultes d'Anopheles funestus ss vecteur du paludisme au Cameroun.* J. App. Biosc., 59: 4340– 4348 p.

**Amankar, S.V., Rao, A.S., & Narayaman, N. (1988).** *Application of Bacillus sphaericus in the.*

**Akrout, A., Gonzalez, L., El Jani, H. & Madrid P. (2011):** *Antioxidant and antitumor activities of Artemisia campestris and Thymelaea hirsuta from southern Tunisia.* Food and Chemical Toxicology. Vol. 49, p: 342–347.

**Akrout, A., Chemli R.C., Chrief., & Hammami M. (2001).** *Analysis of the essential oil of Artemisia campestris L.* J. Flavour and Fragrance journal 16, 337-339 p.

**Alaoui Slimani, N., Joud, N., Benhoussa, A., & Hajji K. (1999).** *Typologie des habitats d'Anopheles dans une zone urbaine (Diptera Culicidae).* Entomologiste ; 55 ; 5 ; 181-190 p.

**Alaoui, B M. (2009).** *Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires.* (Memoire de master. Faculté des sciences et techniques Fès - Master sciences et techniques). Tiré de [https://www.memoireonline.com/04/12/5696/m\\_Activites-larvicides-des-extraits-de-plantes-sur-les-larves-de-moustiques-vecteurs-de-maladies-para6.html](https://www.memoireonline.com/04/12/5696/m_Activites-larvicides-des-extraits-de-plantes-sur-les-larves-de-moustiques-vecteurs-de-maladies-para6.html)

**Ali Esmail Al-Snafi. (2015).** *The Pharmacological importance of Artemisia campestris a review.* 2, 88-92p.

**Alissia, R et al. (2018).** *Lutte biologique par conservation.* Dictionnaire d'agroécologies, 6 fevrier 2018

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Al-Snafi, I. A. (2016).** *Antiparasitic effects of medicinal plants (part 1): a review. IOSR journal of pharmacy.* 6. 51-66p.

**Altieri, M.A., Nicholls, C.I., & Fritz, M.A. (2005).** *Manage insects on your farm: a guide to ecological strategies.* Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD. Dib, H. *Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, Dysaphis plantaginea Passerini (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers.* Thèse de Doctorat, Avignon, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.

**Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Farah, A., Aafi, A., Aarab, L., El Ajjouri, M., & Chaouch, A. (2010).** *Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de Thymus algeriensis Boiss. & Reut. et Thymus ciliatus (Desf.) Benth. du Maroc,* Phytothérapie, V.14, n°1, p : 342-347.

**Amraoui F., Krida G., Bouattour A., Rhim A., Daaboub J., Harrat Z., Boubidi S.C., Tijane M., Sarih M., & Failloux A.B. (2012).** *Culex pipiens, an Experimental Efficient Vector of West Nile and Rift Valley Fever Viruses in the Maghreb Region. PLoS One.* 2012;7(5): e36757. Epub.

**Amroune, A., & Botoura, Y. (2019).** *Evaluation du potentiel larvicide de l'extrait hydroalcoolique d'Artemisia campestris à l'égard de Culex pipiens.* (Mémoire de master, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie Université de Larbi Tébessi, Tébessa). 45p.

**Andreo, S. (2003).** *L'effet anti-gorgement sur un chien d'un shampoing à 0,07% de Deltaméthrine sur un moustique du Complexe Culex pipiens.* (Thèse de Médecine Vétérinaire, Toulouse). 63,70p.

**Anonyme, « Biological Control »,** *College of Agriculture and Life Science, université de Caroline du Nord* (consulté le 20 mars 2015).

**Aouati A, (2016),** *Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de culex pipiens (Diptera, Culicidae).* (Thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri Faculté des sciences de la nature et de la vie Constantine). p 11, 14, 92.

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

**Atefeibu, E.S.I. (2002).** *Contribution à l'étude des tanins et de l'activité antibactérienne d'Acacia Nilotica Var Andesonii.* (Mémoire de Doctorat en pharmacie, Université cheikh Anta Diop, Dakar). Cité par Boudjellal, K.H. (2009).

**Ayitchedji A.M. (1990).** *Bioécologie des Anopheles melas et des Anopheles gambiae s.s. Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire, République du Bénin.* (Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPU-UNB, Cotonou). 76p. Institut National de la Recherche Agronomique, (2010), p 28.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Azizi, R., & Helimi, M. (2019).** Evaluation du Potentiel larvicide d'huile essentielle d'*Artemisia campestris* à l'égard de *Culex*, MEMOIRE DE MASTER, Université Larbi-Tébessi TEBESSA, p 4.

-B-

**Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., & Idaomar, M. (2008).** *Biological effects of essential oils – A review.* Food and Chemical Toxicology. 46: 446–475p.

**Bakkali, F. (2007).** *Biological effects of essential oils – A review,* Food. Chem., Toxicol Islands. A review. Journal of Ethnopharmacology 46, 73-93p.

**Baser, Khc., & Buchbauer, G. (2010).** *Handbook of essential oil: Science, Technology, and Applications.* Ed. Taylor and Francis, USA.

**Belaiche, P. (1979).** *Traité de Phytothérapie et d'Aromathérapie.* Tome I. Ed. Maloine S.A.Paris.

**Benmechta, I. (2017).** *Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptère Culicides de la région de Bensekrane (Tlemcen), extrême ouest algérien.* (Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme de Master, Université Abou Bekr Belkaïd –Tlemcen). p 5.

**Ben Sassi A., Harzallah-Skhiri F., & Aouni M. (2007).** *Investigation of some medicinal plants from Tunisia for antimicrobial activities.*J. Pharmaceutical Biology. vol.45, n 5, p: 421–428.

**Berchi S., (2000).** *Bioécologie de Culex pipiens. (Diptera, culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte.* (Thèse Doc. Es-science. Université de Constantine. Algérie). 133p.

**Berge, T. (1975).** *International Catalogue of Arboviruses, including certain other viruses of Vertebrated.*US Depart. HLth. Educ; And Welfare .Public .N°75-8301,2 Edit.4

**Berrah, F., & Ahcene, H. (2016).** *Etude préliminaire de l'effet larvicide d'une plante du genre Rosmarinus à l'égard de Culex pipiens.* (Mémoire de master, Université de Tébessa). 1, 6, 7 p.

**Berrouane N, (2014).** *Etude de l'effet protecteur de l'extrait d'Artemesia camestris sur le stress oxydant nduit chez le rat par le tétrachlorure de carbone (CCl4).* (Thèse de Magistère en Agronomiques. Ecole Nationale supérieure Agronomiques. El – Harrach – Alger).

**Bezzaoui, O. (2013).** *Comparaison de l'efficacité des extraits aqueux et des huiles essentielles de Rosmarinus officinalis (le Romarin) et de Salvia officinalis (la Sauge) avec un insecticidechimique la Cyperméthrine sur les larves de Culex pipiens en conditions contrôlées.* (En vue d'obtention du diplôme de Master, Université Saad Dahleb Blida). 5p.

**Bhat, S.V., & Nagasampagi, B.A. (2005).** *Sivakumar, M. Chemistry of Natural Products.* Narosa, New Delhi, India. 4, 237p.

**Boizot, N. & Charpentier, JP. (2006):** Méthode rapide d'évaluation du contenu en

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

composés phénoliques des organes d'un arbre foustier. Le cahier des techniques de l'Inra. pp 79-82. (Cited in Djemai Zoueglache S, 2008).

**Boller & al (2004)** : Boller, e.f, hani, f., poehling ,h.m 2004.*ecological infrastuctures : ideabook on functional biodiversity at the level , temperate zones of europe.*

**Bouamer, A., Bellaghit, M., & Mollay Amera. (2004).** *Etude comparative entre l'huile essentielle de la menthe verte et la menthe poivrée de la région de Ouargla ;* (Mémoire DES Unive. Ouargla). p 2-5 ; 10 ; 19 ; 21-22.

**Boudjelal, A. (2013).** *Extraction, identification et détermination des activités biologiques de quelques extraits actifs de plantes spontanées (Ajuga iva, Artemisia herba alba et Marrubium vulgare) de la région de M'Sila, Algérie.* (Thèse doctorat: biochimie appliquée. Université Badji Mokhtar Annaba). 30 p.

**Bouderhem, A. (2015).** *Effet des huiles essentielles de la plante Laurus nobilis sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (Culex pipiens et Culiseta longiareolata).* (Diplôme de Master Académique, Université Echahid hamma elakhder d'el-oued).

**Boudjouraf, M. (2011).** *Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L.* (Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif, 2011). p79.

**Bouzeroune F., (2003).** *Etude phytochimique de la plante Helianthemum Kahiricum.* (Thèse de magister, Université Hadj lakhdar-Batna).

**Bregues J., Brunhes J., & Hervy J, P. (1979).** *La filariose de Bancroft en Afrique, à Madagascar et dans les îles voisines.* éd. et publ. des pères jésuites le Caire. 85p

**Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie, Phytochimie-Plantes médicinales* (3è éd). Paris: Techniques et documentations.

**Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales – 3ème Ed* Techniques et documentations. Paris. pp: 227-310-312-313-314.494. Boudjouraf M. (2011). « *Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L* » (Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif, 2011).

**Bruneton, J. (1999).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales,* 3ème éd. Lavoisier, Paris. 1120 p.

**Bruneton, J. (2009).** *Pharmacognosie, Phytochimie- Plantes médicinales.* (4è éd). Paris: Techniques et documentations.

**Bruneton, J. (1993).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales.* Paris, Lavoisier. 623, 915p.

**Bruneton, J.(1987).** *Elément de Phytochimie et Pharmacognosie.* Ed. Tech. Et Doc. Ed Lavoisier, Paris.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### -C-

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

**Calsamiglia, S. Busquet, M. Cardozo, P. W. Castillejos, L. & Ferret.A. (2007).** *Invited Review : Essential Oils as Modifiers of Rumens Microbial Fermentation. Journal of Dairy Science.* 90 (6): 2580–2595p.

**Capom., Courilleeau, V., & Valette, C. (1990).** *Chimie des couleurs et des odeurs. Culture et techniques,* 204 p.

**Carnevale, P & Robert, V. (2009).** *Les anophèles. Biologie, transmission du plasmodium et lutte antivectorielle.* Ed. I.R.D. Marseille. 389p.

**Chehema, A. (2006).** *Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien.* Ed. Dar Elhouda Ain M'lila. ISBN : 9947-0-1312-X. P : 14 – 20 – 109.

**Cloutier, C., & Cloutier, C. (1992).** *Les solutions biologiques de lutte pour la répression des insectes et acariens ravageurs des cultures.* In Vincent, C. et Coderre, D. (éd.), *La lutte biologique* (chap. 2, p. 19-88). Boucherville (Québec), Gaëtan Morin Éditeur.

**Collin, S., & Creast, G. (2011).** *Polyphynol et procédé.* 1ère Ed, Lavoisier: paris.

**Consoglobe. (27 février 2020).** *Lutte biologique : les insectes au service de la planète.*

**Constantin, E. (1996)** *.Spectrométrie de masse.* Lavoisier Tec & Doc, Paris. 1-14p.

**Croteau, R. (1987)** *.biosynthesis and catabolism of monoterpenoids.* Chem.Rev 87: 929-980 p.

**Cseke, L.J., Kaufman, P.B., Warber, S., Duke, J.A., & Brielmann, H.L. (1999).** *Natural products from plants.* CRC Press LLC, Boca Raton, USA.

**Cuendet, M. (1999).** *Recherche de nouveaux composés capteurs de radicaux libres et antioxydants à partir d'une plante d'Indonésie : Fagraeablumel (Lloganiaceae) et de trois plantes d'altitude : Bartsiaalpinia (Scorophlariaceae), Loiseleuria procumbens (Ericaceae) et Campanula barbata (Campanulaceae).* (Thèse de doctorat. Faculté des sciences de l'Université de Lausanne). p. 24.

### -D-

**Dahchar, Z. (2017).** *Inventaire des Culicidae de la région Ouest de la ville d'Annaba. Etude bioécologique, systématique des espèces les plus abondantes. Lutte biologique anti larvaire par les extraits aqueux de quelques plantes (Médicinales et toxiques) et le Bacillus thuringiensis israelensis H14.* (Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba).182p.

**David, JP., Rey D., Pautou, MP., & Meyran, JC. (2000).** *Differential toxicity of leaf litter to dipteran larvae of mosquito developmental sites.* J. Invertebr. Patho 2000. 75; 9-18.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Delille A, L. (2010).** Les plantes medicinales d'Algerie. 2eme edition .Berti edition.p239 Doc., Paris, p 488, 489, 490, 491, 510, 533, 536, 537, 538.

**Derradji-Heffaf, F. (2013).** *Composition chimique et activité de trois extraits végétaux à l'égard de sitophilus oryzae (L) (coleoptera : curculionidae).* (Thèse de Magister, Ecole Nationale supérieure Agronomique- Elharrach). p 19.

**Dewick, P. M. (2001).** Medicinal Natural Products. Wiley., Ch. 6, 291p.

**Dib, I ., Mihamou, A ., Berrabah, M ., Mekhfi, H ., Aziz, M ., Legssyer, A ., Bnouham, M & Ziyat A. (2016).** *Identification of Artemisia campestris L. subsp. glutinosa (Besser) Batt. From Oriental Morocco based on its morphological traits and essential oil profile.* Journal of Materials and Environmental Science 8 p:180-187.

**Dib, I., Mihamou, A., & Ziyat, A. (2016).** *Artemisia campestris L: Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological review .*1-46 p.

**Dib, I. (2017).** *Effets vasorelaxants et antihypertenseurs et analyse phytochimique de Artemisia campestris L du Maroc Oriental.* (Thèse de doctorat, Université Mohamed Premier Faculté des Sciences Oujda).

**Dib, I., & El Alaoui-Faris, F. (2019).** *Artemisia campestris L.: review on taxonomical aspects, cytogeography, biological activities and bioactive compound.* 109, 1884-1906.

**Djahra, A.B. (2015).** *Cours phytochimie II 2eme Année master.* Université Echahid Hamma Lakhdar El-oued. 33p.

**Djidel, S., Khennouf, S., Baghiani, A., et al. (2009).** *Medicinal plants used traditionally in the Algerian folk medicine for gastrointestinal disorders and hypertension: total polyphenols, flavonoids and antioxidant activity.* In : XIII International Conference on Medicinal and Aromatic Plants 854. p. 59-65.

**Dob, T., Dahmane, D., Berramdane, T., et al. (2005).** *Chemical composition of the essential oil of Artemisia campestris L from Algeria.* Pharmaceutical biology, 2005, vol. 43, no 6, p. 512-514

**Donrop, A. & Day, N. (2007).** *The treatment of severe malaria.* Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg .101: 633-634.

-E-

**Eggerer H., Lynen F. (1960).** Ann. Chem., 830, p58.

**El-Bokl, M. (2016).** *Toxicity and bioefficacy of selected plant extracts against the mosquito vector Culex pipiens L. (Diptera: Culicidae).* Journal of Entomology and Zoology Studies. 4(2). 483-488.

**Eldridge, BF & Edman, JD. (2000).** Medical Entomology. Kluwer Academic Publisher.

**ElKolli, M. (2017).** *Structure et activite des substances naturelles : principes et applications.*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

Cours.Univ Ferhat Abbas.Sétif.

**Emerenciano, V.P., Barbosa, K.O., Scotti M. T., & Ferrero, M.J.P. (2007).** *Self organising maps in chemotaxonomic studies of Asteraceae: a classification of tribes using flavonoid data.* *Journal of brazilian chemical society*, 18(5), 891-899.

**Epifano F., Genovese S., Menghini L., & Curini M. (2007).** *Chemistry and pharmacology of oxyprenylated secondary plant metabolites*, Review. *Phytochemistry* 68, 939- 953.

**Euzeby, J. (2008).** *Grand dictionnaire illustré de parasitologie médicale et vétérinaire.* Paris : Editions Tec&Doc. 818 pp

**Evans, M.B., & Haken, J.K. (1989).** *Recent Developments in the Gas Chromatographic Retention Index Scheme.* *J. Chrom.* 472 93-127. *Experimentia*, 46: 660-670.

### -F-

**Fabel, S. (2000).** *Effects of Lymantria dispar, the Gypsy moth, on broadleaved forests In Eastern North America*, Restoration and Reclamation review, no 6 (6).

**Faraj, C., Elkhohli, M., & Lyagoubi, M. (2006).** *Cycle gonotrophique de Culex pipiens (Diptera, Culicidae), vecteur potentiel du virus West Nile, au Maroc : estimation de la durée en laboratoire.* *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 2006, 99, 119-121.

**Ferchichi,A. (2006)-** workshop International « *Diversité des Fabaceae Fourragères et de leurs Symbiotes* » -Alger- Academic Publ.39 :51-75.

**Faraj, C., Elkhohli, M., & Lyagoubi, M. (2006).** *Cycle gonotrophique de Culex pipiens (Diptera: Culicidae), vecteur potentiel du virus West Nile, au Maroc : estimation de la durée en laboratoire.* *Bull Soc Pathol Exot* 99(2): 119-121.

**FIMAB (Fédération Internationale des Mouvements d'Agriculture Biologique). (2004).** *Manuel de formation de l'IFOAM sur l'agriculture biologique dans les pays tropicaux.* FIBL, Institut de recherche de l'agriculture biologique, Frick, Suisse.

**Franchomme, P., & Pénéol D. (1990).** *L'aromathérapie exactement. Encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles.* Roger Jollois éditeur. Limoges. 445 p. Francis. CRC Press .pp.73-77.2007.

### -G-

**Gaidi, I., et Goucem, C. (2017).** *Étude de l'activité larvicide des huiles essentielles de Ruta graveolens à l'égard d'une espèce de moustique Culex pipiens.* (Memoire de master, Université Larbi-Tébessi TEBESSA). p21.

**Gerhard, R. (1993).** *Press polytechnique et universitaire romandes, Diffusion, Tec et Doc*, France, 291p.

**Gherib M. (2009).** *Etude des activités antimicrobienne et antioxydante des huiles essentielle et des flavonoides d'Artemisia herba alba Asso; Artemisia judaica .L. ssp. sahariensis;*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

*Artemisia campestris L; Herniaria mauritanica Murb et Warionia saharae Benth. et Cou.*  
Thèse de Magister de l'université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. p 1-7,109 P.

**Ghestem, A., Segun, E., Paris, M., & Orecchioni, A.M. (2001).** *Le préparateur en pharmacie: Botanique-Pharmacognosie Phytothérapie-Homéopathie.* Ed, Lavoisier Tec et Doc: Paris. .

**Ghissi, Zohra., Sayari, Nadhim., Kallel, Rim., et al. (2016).** *Antioxydant, antibactérien, anti-inflammatoire et effets de guérison de la plaie de l'extract aqueux d'Artemisia campestris L. en rat.* *Biomedicine & Pharmacotherapy*, vol. 84, p. 115-122.

**Ghouar, M & Sabeg (2018).** *Étude des activités biologiques de la plante Artemisia campestris*, (memoire de master, Université L'arbi ben Mhidi Oum El bouaghi). p2-4.

**Guarrera P, M., (1999).** *J. Ethnopharmacology*, 68, 183.

**Guillaumot, L. (2003).** *Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie.*  
Article , Site: Institut Pasteur, Date de consultation : octobre,2008, 16 p.

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

### -H-

**Hajek, A. E. (2004).** *Natural enemies. An introduction to biological control. Cambridge University Press, Cambridge (U. K.).* Sahraoui, L. *Les coccinelles algériennes (Coleoptera, Coccinellidae): analyse faunistique et structure des communautés.* (thèse doctorat, l'Université Toulouse III - Paul Sabatier, 2017).11p.

**Harb M., Faris R., Gad A.M., Hafez O.N., Ramzi R., & Buck, A. (1993).** *The resurgence of lymphatic filariasis in the Nile Delta.* Bull WHO 71: 49-54. Harb M., Faris R., Gad A.M., Hafez O.N., Ramzi R., Buck A.A., 1993 - *The resurgence of lymphatic filariasis in the Nile Delta.* Bull WHO 71: 49-54.

**Hassain, K. (2002).** *Biogéographie et biotypologie des Culicides (Diptères Nématocera), de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (Aedes Caspius, Aedes détritius, Aedes mariae et Culex pipiens) de la région occidentale Algérienne.* (Thèse doc D'état. Univ Tlemcen).203 p.

**HECHIFA, D., & MERAD, K . (2016).** *Caractérisation phénolique et mesure des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes médicinales dans le Sahara Septentrional Algérien* *Caractérisation phénolique et mesure des activités antioxydante et antibactérienne de quelques plantes médicinales dans le Sahara Septentrional Algérien*, (MEMOIRE DE MASTER, Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED). p20.

**Harborne, J. B., & Herbert B. (1995).** *Phytochemical Dictionary: A Handbook of Bioactive Compounds from Plants.* Bristol: Taylor & Francis.

**Hartmann, T. (2007).** *From waste products to ecochemicals : Fifty years research of plant*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

*secondary metabolism. Phytochemistry.* 68 :2831-2846.

**Homburger, F., & Boger, E. (1968)** - *The carcinogenicity of essential oils, flavors and spices: A review.* *Cancer Res.* 28, 2372-2374.

**Hoogstraal H., Meegan J.M., Khalil G.M., Adham F.K., 1979** - *The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-78. 2. Ecological and entomological studies.* *Trans R Soc Trop Med Hyg* 73: 624-629.

**Himmi, O., Dakki, M., Bouchra, T., & El Agbani M, A. (1995).** *Les Culicidae du Maroc : Clés d'identification, avec données biologiques et écologiques, Travaux de l'Institut Scientifique .série Zoologie N°44, Rab.50p.*

**Hopkins, W.G. (2003).** *Assimilation du carbone et productivité, (2é èd).* (R, Sarge, Trad.). Ed: de boeck université.

**Houam, A et Achouri, K. (2019).** *Evaluation du potentiel larvicide d'huile essentielle de Rosmarinus officinalis à l'égard de Culex pipiens.* (Memoire de master, Université Larbi-Tébessi TEBESSA), 38, 40p.

### -I-

**Isman, M.B. (2000).** *Plant essential oils for pest and disease management.* *CropProtection.* , N° 19. pp 603-608.

**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.),

### -J-

**Jacques Macheix, J., Fleuriet, A., & Allemand, C.J. (2005).** *Les composés phénolique des végétaux (un exemple de métabolite secondaires d'importance économique).* Ed, Presse polytechniques et universitaires romandes: Italie.

**Jamal, Z. (2008).** *Application de Beauveria bassiana contre la punaise terne Lygus lineolaris (palisot de beauvois) (hémiptères: miridés) dans les vignobles.* Université du Québec à Montréal, Montréal, Québec, 101 p.

**Jang, YS., Baek, BR., Yang, YC., Kim, MK., & Lee, HS. (2002).** *Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against Aedes aegypti and Culex pipiens pallens.* *J. Am. Mosq. Control. Assoc* 2002 ; 18 ; 3 ; 210-213.

**Jerkovic, J., Mastelic, M. Milos., Juteau, F., Masotti, V & Viano, J. (2003).** *Chemical variability of Artemisia vulgaris L. essential oils originated from the Mediterranean area of France and Croatia Flavour. Fragr. J.* (18): 436-440 .Boudjouraf M. (2011). « *Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'Artemisia campestris L* » (Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif, 2011).

**Joa, O.M., Vasconcelos., Artur M.S.S & Jose A.S.C. (1998).** *Chromones and flavones from Artemisia campestris Subsp Maritima.* *Phytochemistry.* 49 (5): 1421-1424, in boudjourf

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

Mourad, « *Etude de l'activité antioxydante et antilicrobienne d'extraits d'Artemisiacampestris L* », (Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif, 2011).

**Jolive, T. (1980).** *Les insectes et l'homme*. PUF, collect. Que sais-je, 128 p.

**Juteau F., Masotti V., Bessière J-M., & Viano J. (2002).** *Compositional characteristics of the essential oil of Artemisia campestris var. glutinosa*. *Bioch. Syst. Ecol.* (30): 1065-1070. 1424 ,in boudjourf Mourad, « *Etude de l'activité antioxydante et antilicrobienne d'extraits d'Artemisiacampestris L* », (Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif, 2011).

### -K-

**Krida G., Bouattour A., Rodhain F., & Failoux AB. (1998).** *Variability among Tunisian populations of Culex pipiens: genetic structure and susceptibility to a filarial parasite, Brugia pahangi*.

**Khebri S. (2011).** *Etude chimique et biologique des huiles essentielles de trois Artemisia*. Thèse de Magister de l'université El-hadj Lakhdar RBatna. 103p.

**Kim KS., Chung BJ., & Kim, HK. (2000).** DBI-3204: *A new benzoylphenyl urea insecticide with particular activity against whitefly*. *Proceedings of the British Crop Protection Council Conference, Pests and Diseases*, (1): 41-46

**King, A., & Young G. (1999).** *Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. Jof the American dietetic association*, 99, 213-218.

**Kouider & Attia, (2016).** *Etude de l'effet des huiles essentielles d'une plante larvicide, Laurus nobilis sur une espèce de moustique, Culex pipiens: Toxicité, morphométrie, biochimie et biomarqueurs*. (Memoire de master, Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie, Université Larbi Tébessi, Tébessa).

**Koumagalou, B. (1992).** *Le stockage des produits agricoles et tropicaux*. 4<sup>eme</sup>ED. Fondation A gromisa, Wageningen. PP 8-18.

**Kosone, K., Mayumi, I., Kimio, K. & Akihiro, K. (2008).** *Distribution of Culex pipiens (Diptera: Culicidae) complex in Yokohama Japan*. *Proceeding of the sixth international conference on urban pests*. 497pp.

**Kourdes, H., & Melkia, E. (2017).** *Evaluation de l'effet larvicide des extraits d'Artemisia campestris à l'égard de Culex pipiens*. (Memoire de master, Université Larbi-Tébessi TEBESSA). p9.

**Krief, S. (2004).** *Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (Pan troglodytes schweinfurthii) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées*. (Mémoire de doctorat en écologie et chimie Des Substances Naturelles, Université De Muséum National).

**Kundan, S., & Anupam, S. (2010).** *The Genus Artemisia: A Comprehensive Review*. J.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

*Pharm. Biol.* pp:1-9.

**Kurkin, V. A. (2003).** *Chem. Nat. Compd.*, 39:123.

**Kurt Torssell, B.G. (1983).** *Natural Products Chemistry. John Willy & Sons Limited.*, 401 p.

**Kyeong, W.Y., & Anwar, M., & Jong, H.K. (2007):** *Effects of the Aqueous Extract from Artemisia campestris ssp. Caudate on Mycorrhizal Fungi Colonization and Growth of Sand Dune Grasses.* *J. Plant. Biology.* Vol 50, n°3, p-p 358-361.

**Kyeong, W.Y., Anwar, M., & Jong, H.K. (2007).** *Effects of the Aqueous Extract from Artemisia campestris s sp.caudata on Mycorrhizal Fungi Colonization and Growth of Sand Dune Grasses.* *J. Plant. Biology.* 50 (3): 358-361.

### -L-

**Le Floc'h, E. (1983).** *Contribution à une étude ethnobotanique de la flore tunisienne.* Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.

**Lobo, J.M., Lumaret, J.P. & Jay Robert, P. (1997).** *Les atlas faunistiques comme outils d'analyse spatiale de la biodiversité.* *Ann Soc Entomol fr. (N.S)* 1997, 33(2) :129-138.

**Longevialle, P. (1981) -** *Spectrométrie de masse des substances organiques, Massone.*

### -M-

**Makhlouf H. 2002 -** *Les huiles essentielles de romarin et de clou de girofle : approche analytique et activité antioxydante sur une huile alimentaire.* (Mémoire ingénieur, I.N.A., Alger).82p.

**Malešev, D., & Kuntić, V. (2007).** *Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions.* *Journal of the Serbian chemical society*, 72(10), 921-939.

**Mamy. (2008).** *Plant medicinal. tout sur l'armoise. Evaluation du Potentiel larvicide des extraits organiques d'Artemisia campestris à l'égard de Culex,* (Memoire de master, Université Larbi-Tébessi TEBESSA). 2019, p8.

**Mangena, T., & Muyima, N.Y.O. (1999).** *Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of Artemisia afra, Pteronia incana and Rosmarinus officinalis on selected bacteria and yeast strains.* *Lett Appl Microbiol*, 28 :291-296.

**Marti, S. (2009).** *Moustique : attention, il pique encore sur la dépêche.a (consulté le 13 septembre 2010).*

**Marie Elisabeth Lucc. (2005).** (Thèse sur : *Extraction sans solvant assistée par Microondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles,* université de la Réunion, France).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Mathiase, D.** *Les possibilités de la lutte microbiologique, Emphase sur le champignon entomopathogène B. bassiana* .Publicado em VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 2 Numéro 2 | octobre 2001

**Mauro Neves, M. (2006).** *Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs: la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. (Mémoire de doctorat en chimie, Université Joseph FourierGrenobleI).*

**Meegan J.M., Khalil G.M., Hoogstraal H., & Adham F.K. (1980).** *Experimental transmission and field isolation studies implicating Culex pipiens as a vector of Rift Valley fever virus in Egypt.* Am J Trop Med Hyg 29: 1405-1410.

**Memmi A., Sansa G., Rjeibi I., El ayeb M., Srairi-Abid N., BellasferZ., &Fekhih A. (2007).** *Use of medicinal plants against scorpionic and ophidianvenoms.*Arch. Inst. Pasteur.Tunis. 84 (1-4): 49-55.

**Merghem, R. (2009).** *Eléments de biochimie végétale (16). Ed, Bahaeddine.* Algérie.

**Meyer, J, Y. (2002).** *La lutte biologique contre les especes introduites envahissantes : solution miracleqq ou methode risquee ?,* Fiche technique, Délégation à la Recherche.

**Meynadier J.M., & Raison-Peyron N. (1997).** *Allergie aux parfums.* Rev Fr. Allergol, 37 (5), 641-650.

**Mondet B. (1993).** *Application de la méthode de Polovodova à la détermination de l'âge physiologique des Aedes (diptera : Culicidae) vecteurs de la fièvre jaune.* Ann Soc Entomol Fr 29, 61-76.

**Mouchet J. & Carnevale, P. (1991).** *Les vecteurs et la transmission.* In Paludisme. Ellipses. Paris, 240p.

**Mucciarelli.M., Caramiello.R., Maffei.M. (1995).** « *Essential oils from some Artemisia Species Growing Spontaneously in North-West Italy*». Flavour and Frangrance journal.Vol.10, 25-32. (2017).

**Mylèn Weill et al.** *La résistance du moustique Culex pipiens aux insecticides.* Article. Paris.medecinesciences, Volume 19 / No 12 (Décembre 2003)

-N-

**Naganuma M., Hirose S., Nakayama, Y., Nakajima, K., & Someya T. (1985)** -*A study of the phototoxicity of lemon oil.* Arch. Dermatol. Res. 278, 31-36.

**Naili M.B., Alghazeer O.A., Saleh N.A., & Al-Najjar A.Y. (2010).** *Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of Artemisia campestris (Astraceae) and Ziziphus lotus (Rhamnacea).* Arab. J. Chem. 3: 79–84. , in boudjourf Mourad, « *Etude de l'activité antioxydante et antilicobienne d'extraits d'Artemisiacampestris L* », (Mémoire pour l'obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif, 2011).

**Naili M.B., Alghazeer O.A., Saleh N.A., Al-Najjar A.Y. (2010).** *Evaluation of antibacterial and antioxidant activities of Artemisia campestris (Astraceae) and Ziziphus lotus*



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

(*Rhamnaceae*). Arab. J. Chem. 3: 79–84 p.

**Narayana, K.R., Reddy, M.S., Chaluvadi M.R., & Krishna D.R. (2001).** *Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential*. Indian journal of pharmacology, 33, 2-16 p.

-O-

-P-

**Padrini, F & Lucheroni, M.T. (1996).** *le grande livre des huiles essentielles*. Ed de Vecchi. P 115.

**Padua L.S., Bunyaphatsara N., & R.H.M.J. Lemmens. (1999).** *Plant Ressources of South-East Asia No.12*.

**Pavan M., (1986).** *Una revolutione. Cultural. Europea. La “carta sugli invertebrate” delonsiglio d’europa. Pubblicazioni dell’ Institute entonologico, Universita di Pavia, 33 :1-51.*

**Pavela, R. (2009).** *Larvicidal effects of some Euro-Asiatic plants against CulexquinquefasciatusSay larvae (Diptera: Culicidae)*. J. Parasitol Res.105: 887–892. « *Etude de l’activité antioxydante et antimicrobienne d’extraits d’Artemisia campestris L* » (Mémoire pour l’obtention du diplôme de magister, Université Ferhat Abbes, Sétif, 2011).

**Pavida D.L, Lampman G.M et Kriz G.S. (1976).** *Introduction to organic laboratory techniques. W.B. Saunders Co. Philadelphia, USA. 567-573.*

**Petit S., Gogny M., Martel J-L., Pellerin J-L., Pinault L., Pouliquen, H., Puyt J-D., & Vandaele E. (2009).** *Dictionnaire des Médicaments Vétérinaires 2009*. 15ème édition. Rueil-Malmaison : Editions du Point Vétérinaire. 1808 pp.

**Poupardin, R. (2011) - Interactions gènes –environnements chez les moustiques et leur impact sur la résistance aux insecticides.** (Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l’université de Grenoble, Spécialité : Biodiversité, Ecologie et Environnement). P:275. *professionnels de la santé et de la médecine sous la direction du docteur pierrick horde*, p:1

**Pottier G. (1981).** *Artemisia herba-alba. Flore de la Tunisie: angiospermes–dicotylédones–gamopétales. Etude de l’extraction et l’activité biologique des huiles essentielles d’Artemisia «Chih» en Algérie.* (Mémoire pour l’obtention du diplôme de Master, Université Djilali bounaama khmise miliana, Ain Dafla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Département des Sciences Biologiques, Spécialité : Microbiologie Appliquée). 2018.

-Q-

**Quezel, P. & Santa, S. (1963) :** *Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales*. Tome II. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris. p,788789. Et p, 360-361.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Qzanda. (1977).** «*Flore du sahara*». Edition du centre national de la recherche scientifique. Paris.

### -R-

**Rageau, J., & Delaveau, P., (1980).** *effets toxiques d'extraits de végétaux sur les larves de moustiques*. Bulletin de la société de pathologie exotique. (72): 168-171.

**Rai M. K., Acharya D. & Wadegaonkar P. (2003)** - Plant derived antimycotics: Potential of Asteraceous plants, in: *Plant-derived antimycotics: Current Trends and Future prospects*. Haworth press, N-York, London, Oxford, pp: 165-185.

**Raven, H., Evert, R.F., & Eichhorn S.E. (2000).** *Biologie végétale* (6<sup>é</sup> éd). (B. Jules., et M. Charles, Trad.). Paris.

**Rehimi N., (1993).** *Activité biologique de trois molécules dérivées de la benzoylurée (Dart, Andalin, Alsysin) à l'égard de Culex pipiens pipiens L.* (Thèse de Magistère en biologie et physiologie des invertébrés, option Arthropodologie. ISN. Université d'Annaba).

**Rehimi N. & Soltani N., (1999).** *Laboratory evaluation of Alsysin, a chitin Synthesis inhibitor, against Culex pipiens L. (Diptera: Culicidae): effect on development and cuticle secretion*. J. Appl. Entomol. 123 : 437-441.

**Rebbas, K. & R. Bounar. (2014).** *Études floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la région de M'Sila (Algérie)*, Vol12, Issue 5, pp 284-291.

**Ripert C.** *Epidémiologie des maladies parasitaires, tome 4, affections provoquées ou transmises par les arthropodes*. Cachan : EM inter, 2007. 581 pp.

**Robert H., Waterman K.M., & Peter G. (1993)** - *Longman Scientific and Technical, U.K.*

**Rohrmann G.F.,** *Baculovirus Molecular Biology*, [Internet], 3rd edition. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information, 2013 , p.

**Romero, M.R., Efferth, T., Serrano, M.A., Castano, B., Macias, R.I., Briz, O., & Marin, J., (2005)** : *Effect of artemisinin as inhibitors of hepatitis B virus production in an "in vitro" system*. *Antivir Res.* vol 68, p-p75-83.

**Rsseguier, P. (2011).** *Contribution à l'étude du repas sanguin de culex pipiens*. these.université de toulouse.france, p : 17

### -S-

**Sahraoui, L. (2017).** *Les coccinelles algériennes (Coleoptera, Coccinellidae): analyse faunistique et structure des communautés*. (thèse doctorat, l'Université Toulouse III - Paul Sabatier). 11p.

**Schaffner E., Angel Guy., Geoffroy Bernard, Hervy Jean-Paul, Rhaiem A., & Brunhes Jacques., (2001).** *Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement Paris (FRA)* ; Montpellier : IRD ; EID, 2001, 1 CD ROM (Didactiques). ISBN 2-7099-1485-9.

**Sefi M., Fetoui H., Makni M., & NajibaZeghal N. (2010).** *Mitigating effects of antioxidant*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

*properties of Artemisia campestris leaf extract on hyperlipidemia, advanced glycation end products and oxidative stress in alloxan-induced diabetic rats.* J. Food. Chem.Toxicol.48: 1986–1993.

**Selles C. (2012)** - *Valorisation d'une plante médicinale à activité antidiabétique de la région de Tlemcen : Anacyclus pyrethrum L.*

**Seyoum, A., Asres, K., & El-Fiky, F.K. (2006).** *Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids.* Phytochemistry, 67, 2058-2070. .

**Simon, C. (2003).** *Structure et dynamique de protéines de la salive humaine en interaction avec les tanins du vin de bordeaux.* Mémoire de doctorat en chimie-physiquement en chimie analytique, Université Bordeaux1. .

**Singh S., Kumar S., Sunil K. & Ram P., 2007.** *Toxicological and Biochemical Alterations of Cypermethrin (Synthetic Pyrethroids) Against Fresh water Teleost Fish Colisa fasciatus at different season.* Yadav. W. J. Zool., 5 (1) : 25- 32.

**Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., Kokkini, S., Lanaras, T. y., & Arsenakis, M. (1996).** *Antimicrobial and cytotoxic activities of Origanum essential oils.* J. Agric. Food Chem. 44: 1202-1205.

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

**Smith, C.K.; Moore, C.A.; Elahi, E.N.; Smart, Â.T.; & Hotchkiss, S.A. (2000).** *Human skin absorption and metabolism of the contact allergens, cinnamic aldehyde and cinnamic alcohol.* Toxicol. Appl. Pharmacol. 168,189-199.

**Starnes, R. L., C. L. Liu & P. G. Marone. (1993).** *History, use and future of microbial insecticides.* Amer. Entomol. 39:83-91.

-T-

**Tabti, N. (2016).** *Etude comparée de l'effet de Bacillus thuringiensis sur les populations purifiées et des populations des gites artificiels de culex pipiens (Diptira-Culicidae).*p28.

**Tahraoui, Chahrazed. (2012).** *Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala. Identification et lutte.* universite badji mokhtar. annaba,p 21.

**Tapondjou L A., Aler C., Bouda H., &Fontem D A. (2002).** *Efficacy power and essential oil from chenopodiumambrosiodes leaves as post-harvest grain protectants against six-storect product beetls.* Journal of stored products research 38, pp 395-402.

**Tayoub G., Schowb I., Masotti V., Rabier J., Ruzzier M., & Viano J. (2006).** *Contribution de la microscopie électronique à balayage et photonique à la connaissance de l'anatomie et de la morphologie de Styx officinalis L. C. R. Biologies., 329: p. 712-718. Technology, and Applications.* Ed. Taylor and Francis Group, LLC. United States of Tunis. pp. 23-181.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**Toral y caro, M.2005.** *Evaluation in vitro de l'efficacité du fipronil sur Culex pipiens pipiens.* Th.: Med.Vet. : Toulouse, p :14,16,25.

**Triki Ch et Sehalia A. (2016).** *Contribution à l'étude du potentiel biologique d'une plante médicinale du genre Artemisia.* (Mémoire de master, Université Chikh Larbi Tebessi, Tebessa). p 6-7.

-U-

**Urquhart G.M., Armour J., & Duncan J.L. (1996).** *Veterinary Parasitology*, 2° Edition Oxford : Blackwell sciences, 307 p.

-V-

**Valant-Vetschera, K.M., Fischer R., & Wollenweber, E., (2003).** *Exudate flavonoids in species of Artemisia (Asteraceae-Anthemideae): new results and chemosystematic interpretation.* *Biochem. Syst. Ecol.* 31: 487-498.

**Valnet J. (1984).** *Aromathérapie –Traitement des maladies par les essences de plantes.* Ed. Maloine S. A. n° 10. Paris p 544.

**Vassart S. (2009).** *Les huiles Essentielles* .Ed. I.P.I, Besancon .92p.

**Vermerris, W., & Nicholson, R. (2006).** *Phenolic compound biochemistry.* Springer: U.S.A. Dordrecht. ISBN: 1001-4020-5163-8.

**Viollon C., Chaumont J.P., & Leger D. (1993).** *Activités antagonistes in vitro de certains composés volatils naturels vis-à-vis de germes de la flore vaginale.* *Plant Méd Phytothér*, 26: 17-22.

-W-

**Wall R., Shearer D.** *Veterinary entomology.* London: Chapman & Hall, 1997. 439 pp

-X-

-Y-

-Z-

**Zabeirou., Hachimou. (2005).** *Étude comparative entre les Huiles essentielles de la Menthe Verte (Mentha Spicata L.) et de la Poivree (Mentha Piperita L.) dans la région d' Ouargla* .(Mémoire de DES Biochimie ,Université de Kasdi Merbbah \_Ouargla). p 16.

**Zambonelli A., D'Aurelio A.Z., Severi A., Benvenuti E., Maggi L., & Bianchi A. (2004).** *Chemical composition and fungicidal activity of commercial essential oils of Thymus vulgaris L.* *J. Essent. Oil Res.* 16(1) ,69-74.

**Zhang C., Runqiang L., He J., Zhiqing M., & Zhang X., 2016.** *Chemical compositions of Ligusticumchuanxiong oil and Lemongrass oil and their Joint Action against Aphiscitricola van*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

*der Goot (Hemiptera:Aphididae)*. Molecules., 21: 1359.

**Zhiri A., & Baudoux D. (2005)** - *Huiles Essentielles chémotypées et leurs synergies: a r o m a t h é r a p i e s c i e n t i f i q u e* Edition Inspir Development - ISBN : 2-919905-27-9. 88pages.

### Webographie

<https://books.openedition.org/irdeditions/9282> accessed : 12\mars\2020. at 12 :46

<https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/faq/34312-culex-pipiens-definition> accessed : 10\avril \2020. at 12 :05

<https://www.scienceworld.ca/stories/what-most-deadly-animal-world>. accessed :10\avril\ 2020. at 14:09

<https://www.insectecran.com/lutter-contre/moustique-culex> accessed : 13\ avril\2020.at 22 :51

<https://www.insecte.org/forum/viewtopic.php?t=128156> accessed : 15\ avril\2020.at 20 :19

<https://www.eid-rhonealpes.com/moustiques/la-vie-du-moustique-son-cycle-ses-lieux-de-predilection-et-ses-periodes-d-apparition> accessed : 7\mai\2020.at 13 :22

<https://www.eidatlantique.eu/page.php?P=144> accessed : 8\mai\2020.at 22 :53  
<http://www.cchst.ca/oshanswers/diseases/westnile.html> at 13:58 .9 mai 2020

[https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Lutte\\_biologique](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Lutte_biologique) at 1:02 Am 29 may 2020 Virus

<http://www.kaheel7.com/ar/index.php/2010-02-02-22-33-29/1540--3> ,3join 2020/14:21

[https://www.gerbeaud.com/jardin/jardinage\\_naturel/lutte-biologique,1946.html](https://www.gerbeaud.com/jardin/jardinage_naturel/lutte-biologique,1946.html) at 21:29 mai 2020

Lutte biologique : les insectes au service de la planète.Consoglobe.27 février 2020  
<https://www.consoglobe.com/lutte-biologique-insectes-service-planete-3291-cg>