



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**

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Thème

**Activité biologique d'huile essentielle de  
*Ruta Montana et Ruta graveolens* sur le  
développement a l'égard d'une espèce de moustique  
*Culiseta longiareolata***

**Elaboré par:**

MEBARKIA INES

BOULAARES LAMIA

**Devant le jury :**

Bouabida Hayette Pr  
Dris Djemaa MCA  
Hamiri Manel MAA

Université de Tébessa  
Université de Tébessa  
Université de Tébessa

Promotrice  
Président  
Examinatrice

Date de soutenance : 05\06\2023

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**

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biologie Moléculaire et Cellulaire

Thème:

**Activité biologique d'huile essentielle de *Ruta Montana* et  
*Ruta graveolens* sur le développement a l'égard d'une  
espèce de moustique *Culiseta longiareolata***

Elaboré par:

MEBARKIA INES

BOULAARES LAMIA

Devant le jury :

Bouabida Hayette Pr  
Dris Djemaa MCA  
Hamiri Manel MAA

Université de Tébessa  
Université de Tébessa  
Université de Tébessa

Promotrice  
Président  
Examinatrice

Date de soutenance : 05\06\2023

Note

Mention

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا

الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ"

سورة المجادلة - الآية 11

# Remercîment

Au terme de ce travail, nous voudrions remercier Dieu, louange à Lui seul, pour l'achèvement de ce voyage scientifique, y compris cet humble travail.

Nous tenons à remercier profondément tous ceux qui ont participé ou de Loin à la réalisation de ce travail et particulièrement:

Nous avons tellement de gratitude et d'admiration à témoigner à notre chère encadrante,

Mme Bouabida Hayette, professeur à l'Université de Tébessa, notre modèle professionnel, pour la confiance que vous nous avez accordée en acceptant de diriger cet ouvrage, et pour toutes les heures que vous avez consacrées à la réalisation de cette recherche. Et pour nous guider et partager ses connaissances de l'étape expérimentale à l'étape d'édition.

Mme Dries djemaa, c'est un honneur pour nous d'être la présidente du jury, et nous lui exprimons notre plus profonde gratitude pour

Elle a accepté de présider ce jury.

Mme Hamiri Manel, ayant accepté d'examiner et juger notre travail.

Nos remerciements à la doctorante Rania bendjazia qui nous a guidées dans la réalisation de ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à tous les enseignants pour ce qu'ils nous ont apporté tout au long de notre parcours académique. Jusqu'à ce que nous arrivions ici. Sans oublier de remercier toute l'équipe du laboratoire de l'université pour leurs aides.

En fin nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à Différent degrés à la réalisation de cet humble mémoire de fin d'études.

**INES ET LAMIA**

# Dédicace



*Toujours et tout d'abord, Je vous remercie dieu de m'avoir donnée la force le courage et la volonté.*

*Je dédier ce modeste travail :*

*A mes chers parents,*

*Mebarakia Halim et Bouzid Malika, Tout est grâce à vous deux pour tout ce que vous avez accompli, et je les remercie pour leur amour et leur sacrifice, Et leur soutien et m'aident tout au long de ma vie et dans mes études pour réaliser mon rêve, j'espère que Dieu fera de tes sacrifices une clé du paradis.*

*A mes chères soeurs et chers frères*

*Lamis et Akram Merci pour votre aide et vos encouragements à mon égard, et je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de réussite dans vos études, que Dieu vous protège.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé, encouragé, et toujours à mes cotés durant des études et des recherches,*

*Mes aimables amis, Ahlem, Zaineb, Lamia, Amani, Radia, Abla, Adel. Je vous dis merci*

*A toute ma famille et à toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à réaliser ce modeste document.*

**INES**



## Dédicace

*Avec un énorme bonheur et une extrême joie*

*Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui j'aime et que j'apprécie*

*Énormément leur aide et leur soutien durant ma vie*

*A*

A ma chère papa BOUHAARES DJAMEL (رحمة الله) la première personne qui a attendu ces moments pour être fière de moi, à mon supporter qui est parti et n'a pas vu son effort fatigué  
A ma chère maman SEGRES SAIDA pour tout leur sacrifice, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leur prière tout au long de mes études,

A mes chères sœurs Hadil Salsabil Malek et Aberar pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,

A mes chers amis Mebarhia Lamis et Zarifia salma pour leur appui et leur encouragement,  
A mon binome Mebarhia ines  
A toute ma famille Bouhaares.

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,

Merci d'être toujours là pour moi

LAMA



**Sommaire**

---

**Sommaire**

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Abstract	
ملخص	
Résumé	
Introduction	
Matériels et méthodes	
Chapitre I : Présentation de l'espèce animale.....	3
1. Généralité sur les Moustiques.....	4
1.1 Présentation du <i>Culisetae</i> .....	5
1.1.1. Systématique générale des Culicidés présents en Algérie.....	5
1.1.2. Répartition des moustiques dans L'Algérie.....	6
1.1.3 Caractéristiques des Culicidés.....	8
1.2 <i>Culiseta longiareolata</i> .....	8
1.2.1 Présentation de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	8
1.2.2 Position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	9
1.2.3. Répartition de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	10
1.2.4. Habitat de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	10
1.2.5. Distribution de l'abondance larvaire dans les différents gîtes.....	11
1.2.6. Caractéristiques de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	12
1.2.7. Cycle de développement.....	13
1.2.8. Morphologie de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	15
1.2.8.1. Stade Œufs.....	16
1.2.8.2. Stade larvaire.....	16
1.2.8.3. Stade pupal.....	17
1.2.8.4. Stade adulte.....	18
1.3. Nuisances.....	20
1.3.1. Piqures.....	20
2. L'intérêt médical de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	20
2.1. Les maladies vectorielles transmises par les moustiques.....	20
2.1.1 Les paludismes.....	21
2.1.2. Les filarioses.....	21
2.1.3. La fièvre jaune.....	22
2.1.4. La dengue.....	22
2.1.5. Zika.....	23
2.1.6. Chikungunya.....	24
2.1.7. Fièvre West Nile.....	24
2.1.8. La fièvre de la vallée du Rift.....	25
3. Les insecticides.....	25
3.1. Les insecticides les plus utilisés dans le monde.....	26
3.1.1. Les organophosphorés.....	26



---

3.1.2. Les carbamates.....	27
3.1.3. Les Pyréthrinoïdes.....	28
3.1.4. Les organochlorés.....	28
3.2. Les insecticides commercialisés et utilisés en Algérie.....	29
3.2.1. Le Malathion.....	29
3.2.2. La deltaméthrine.....	29
3.2.3. DDT (Dichloro-diphenyl- trichloroethane) .....	30
3.2.4. Le bendiocarbe.....	30
3.3. Effet des insecticides sur la santé .....	30
3.4. Effets sur l'environnement .....	31
3.5. Effets sur la biodiversité.....	31
3.6. Résistances aux insecticides.....	31
3.6.1. La résistance comportementale.....	32
3.6.2. La résistance physiologique .....	32
3.6.3. La résistance biochimique .....	32
4. Les moyens de lutte contre les moustiques.....	32
4.1. La lutte chimique.....	32
4.2. La lutte physique.....	32
4.3. La lutte biologique.....	32
4.4. La lutte génétique.....	33
4.5. La lutte microbiologique.....	33
4.6. Lutte anti-larvaire par les HEs.....	33
<b>Chapitre II : Présentation Botanique.....</b>	<b>35</b>
1. Présentation de la famille des rutacées.....	35
1.1. Généralité.....	35
1.2. Position systématique des <i>Rutacées</i> .....	35
1.3. Le genre <i>Ruta</i> .....	36
1.3.1. <i>Nomenclature de la plante</i> .....	36
1.4. Distribution géographique et habitat.....	37
1.5. Composition chimique .....	37
2. Présentation de l'espèce <i>Ruta graveolens</i> .....	38
2.1. Dénomination.....	38
2.2. Description botanique de <i>Ruta graveolens</i> .....	38
2.3. Position systématique de <i>Ruta graveolens</i> .....	39
3. Présentation de l'espèce <i>Ruta Montana</i> .....	40
3.1. Dénomination.....	40
3.2. Description botanique.....	40
3.3. Position systématique de <i>Ruta Montana</i> .....	42
4. Intérêt thérapeutique de <i>Ruta</i> .....	42
4.1. Utilisation du genre <i>Ruta</i> en médecine traditionnelle.....	42
<b>Chapitre III : Phytothérapie.....</b>	<b>45</b>
1. Définition .....	45
2. Définition d'une plante médicinale.....	45
3. Composantes et principes actifs des plantes médicinales.....	45
3.1. Définition de principe actif.....	45
3.2. Types de principes actifs des plantes médicinales.....	45

---

4. Les huiles essentielles.....	46
4.1 .Définition des huiles essentielles.....	46
4.2. Répartition et localisation des huiles essentielles .....	46
4.3. Propriétés physicochimiques des huiles essentielles .....	47
4.4. Composition chimiques.....	47
4.4.1. Composés terpéniques.....	48
4.4.1.1. Les monoterpènes.....	48
4.4.1.2. Les sesquiterpènes .....	49
4.4.2. Composés aromatiques .....	50
4.4.3. Les composés divers .....	50
5. Les facteurs influençant la composition des huiles essentielles.....	50
6. Techniques d'extraction des huiles essentielles.....	51
6.1. Distillation .....	51
6.1.1. L'hydrodistillation.....	51
7 .Conservation.....	53
8-Le rôle des huiles essentielles.....	53
9-Activités biologiques des huiles essentielles .....	53
9-1- Activité antibactérienne.....	53
9-2-Activité antifongique.....	53
9-2-Activité antifongique.....	53
9-3-Activité antivirale .....	53
9-4-Activité anti-inflammatoire.....	54
9-5-Activité antioxydante.....	54
Chapitre IV : Procédure expérimentale.....	55
1. Les principaux objectifs .....	55
2. Lieu et période de travail .....	55
3. Présentation de la région d'étude.....	55
4. Matériel d'espèce animal.....	55
4.1. Technique d'élevage.....	55
4.2. Technique d'élevage en laboratoire .....	56
5. Matériel végétal.....	56
5.1. Préparation de matériel végétale .....	57
5.2. Technique d'extraction des huiles essentielles <i>Ruta Montana</i> et <i>Ruta graveolens</i> .....	57
5.3. Détermination du rendement d'extraction.....	59
6. Teste de toxicité.....	60
Résultats .....	
1. Rendement en huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> et <i>Ruta graveolens</i> .....	01
2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta Montana</i> sur les larves et les pupes de <i>Culiesta longiareolata</i> ...01	
2.1. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta Montana</i> sur les larves de <i>Culiesta longiareolata</i> .....	01
2.2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta Montana</i> sur les pupes de <i>Culiesta longiareolata</i> .....	03
3. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta Graveolens</i> sur les larves et les pupes de <i>Culiesta longiareolata</i> .....	05

---

3.1. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta Graveolens</i> sur les larves de <i>Culiesta longiaroelota</i> .....	05
3.2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta Graveolens</i> sur les pupes de <i>Culiesta longiaroelota</i> .....	07
4. Anomalies morphologiques de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	08
<b>Discussion</b>	
1. Rendement en huile essentielle .....	01
2. Teste toxicologie .....	01
2.1. L'effet larvicide des huiles essentielles de <i>Ruta Montana et Ruta graveolens</i> sur <i>Culiseta Longiareota</i> .....	02
2.2. L'effet pupicide des huiles essentielles de <i>Ruta Montana et Ruta graveolens</i> sur <i>Culiseta Longiareolata</i> .....	03
3. Anomalies morphologiques de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	03
<b>Conclusion et perspectif</b>	

## Liste des tableaux :

<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1 :</b> Position systématique des Culicidés	<b>05</b>
<b>Tableau 2:</b> position systématique de <i>culiseta longiareolata</i>	<b>09</b>
<b>Tableau 3:</b> Développement des insecticides durant le XXème siècle (D'après El Mrabet, 2008)	<b>26</b>
<b>Tableau 4 :</b> La position systématique de la plante <i>Ruta graveolens</i> (Bonnier, 1999)	<b>39</b>
<b>Tableau 5 :</b> La position systématique de la plante <i>Montana</i> (Bahar et Bendjidjel, 2019)	<b>42</b>
<b>Tableau 6:</b> Quelques usages traditionnels du <i>Ruta GRAVEOLENS</i> (Rodolphe . <i>et al.</i> , 2000).	<b>43</b>
<b>Tableau 7:</b> Quelques usages traditionnels du <i>Ruta Montana</i> (Frontquer, 1962).	<b>44</b>
<b>Tableau 8:</b> Quelques dérivés de monoterpène (Kaloustian <i>et al.</i> ,2012)	<b>49</b>
<b>Tableau 9:</b> montre le lieu et la période de récolte de chaque plante	<b>56</b>
<b>Tableau 10 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) appliquées sur les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée % ( $m \pm \text{SD}$ , $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	<b>01</b>
<b>Tableau 11 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).	<b>02</b>
<b>Tableau 12:</b> L'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> a été appliquée sur des larves à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).	<b>02</b>
<b>Tableau 13 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) appliquées sur les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée % ( $m \pm \text{SD}$ , $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	<b>03</b>
<b>Tableau 14 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).	<b>04</b>
<b>Tableau 15:</b> L'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> a été appliquée sur des larves à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).	<b>04</b>
<b>Tableau 16 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta graveolens</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) appliquées sur les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée % ( $m \pm \text{SD}$ , $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	<b>05</b>
<b>Tableau 17 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta Graveolens</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les larves de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).	<b>06</b>
<b>Tableau 18:</b> L'huile essentielle de <i>Ruta graveolens</i> a été appliquée sur des larves à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).	<b>07</b>
<b>Tableau 19 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta graveolens</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) appliquées sur les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> : Mortalité corrigée % ( $m \pm \text{SD}$ , $n = 3$ répétitions comportant chacune 10 individus).	<b>07</b>
<b>Tableau 20 :</b> Effet d'huile essentielle de <i>Ruta graveolens</i> ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i> . Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).	<b>08</b>
<b>Tableau 21:</b> L'huile essentielle de <i>Ruta graveolens</i> a été appliquée sur des pupes à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).	<b>08</b>

## Liste des abréviations

**Cm** : Centimètre

**g/l** : Gramme/litre

**HE** : Huile essentielle

**HEs** : Huiles essentielles

**±** : Plus ou moins

**CL** : Concentration létale

**µL** : microlitre

**CL50** : Concentration létale de 50% de la population

**Cs** : Culiseta

**Cx** : Culex

**H** : Heure

**n**: Nombre de répétition

**Pb**: Masse en gramme d'huile essentielle

**Pa** : Masse en gramme de la matière végétale sèche

**Ppm**: partie par million

**R** : rendement en huile essentielle exprimé en pourcentage : Ecart type

**%** : Pourcentage

**A** : Le seuil de signification du test statistique

**L1**: larve de premier stade

**L2** : larve de deuxième stade

**L3** : larve de troisième stade

**L4** : larve de quatrième stade

**Mm** : millimètre

## Liste des figures

Titre des figures	Page
<b>Figure 1</b> : Systématique générale des Culicidae (Amara Korba, 2016).	<b>07</b>
<b>Figure 2</b> : Les genres des Culicidés représentés en Algérie (Berchi, 2000)	<b>07</b>
<b>Figure 3</b> : Femelle de <i>Cs. Longiareolata</i>	<b>09</b>
<b>Figure 4</b> : Male de <i>Cs. Longiareolata</i>	<b>09</b>
<b>Figure 5</b> : Les gîtes larvaires artificiels	<b>11</b>
<b>Figure 06</b> : Les gîtes larvaire naturels	<b>11</b>
<b>Figure 07</b> : Abondance relative des culicidés dans les gîtes naturels et artificiels	<b>12</b>
<b>Figure 08</b> : Dents du peigne siphonal sur (flèche) de C.L (gr X40) (Bouabida, 2014)	<b>12</b>
<b>Figure 09</b> : Taches d'écailles sombres de C.L (gr X40) (Bouabida, 2014)	<b>12</b>
<b>Figure 10</b> : <i>Cs longiareolata</i> (Flèche) de <i>cs Longiareolata</i> (Gr : X40) (Bouabida, 2014)	<b>13</b>
<b>Figure 11</b> : Trois bandes blanches Longitudinales (-A- l'antenne, -B-siphon.), (Aissaoui, 2014)	<b>13</b>
<b>Figure 12</b> : Forme générale du siphon de <i>Culiseta longiareolata</i> (Brunhes <i>et al</i> , 1999)	<b>13</b>
<b>Figure 13</b> : Cycle biologique des moustiques (la charente maritime 2020)	<b>14</b>
<b>Figure 14</b> : Cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>15</b>
<b>Figure 15</b> : Nacelle d'œufs de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>16</b>
<b>Figure 16</b> : Nacelle d'œufs (Photo personnelle)	<b>16</b>
<b>Figure 17</b> : larves de <i>Culiseta longiareolata</i> (photo personnelle)	<b>17</b>
<b>Figure 18</b> : morphologie des larves	<b>17</b>
<b>Figure 19</b> : Nymphe de <i>culiseta longiareolata</i> (photo personnelle)	<b>18</b>
<b>Figure 20</b> : Aspect générale de la nymphe des Culicidae (Source : alamyimages.fr).	<b>18</b>
<b>Figure 21</b> : L'adulte de <i>Cs longiareolata</i> de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>19</b>
<b>Figure 22</b> : Morphologie générale d'un Adulte observé par la loupe binoculaire (Bouskaya et Degachi, 2019).	<b>19</b>
<b>Figure 23</b> : Aspect générale d'un Culicinae adulte (Source : Wikipédia.org)	<b>19</b>
<b>Figure 24</b> : Les différents modes de transmission, vectorielle et non vectorielle : du Zika (d'après Boyer <i>et al.</i> , 2018).	<b>23</b>
<b>Figure 25</b> : Structure chimique générale des organophosphorés. R1 et R2 = radicaux alkyles. X = substituant - très grande variété de structure - sur lequel va porter l'hydrolyse : halogène, carboxylate, phénoxy, etc.	<b>27</b>
<b>Figure 26</b> : Structure générale d'un carbamate (Ecobichon, 2001).	<b>28</b>
<b>Figure 27</b> : Les insecticides de la classe des pyréthrinoïdes (Endris <i>et al.</i> , 2000).	<b>28</b>
<b>Figure 28</b> : Structure chimique d'un organochloré (Porta <i>et al.</i> , 2002).	<b>29</b>
<b>Figure 29</b> : Systématique des Rutacées	<b>35</b>
<b>Figure 30</b> : Site de répartition du <i>Ruta Montana</i> en Algérie (Djallabi & Sedairia, 2020).	<b>36</b>
<b>Figure 31</b> : <i>Ruta graveolens</i>	<b>38</b>
<b>Figure 32</b> : <i>Ruta graveolens</i> (Rue).	<b>39</b>
<b>Figure 33</b> : les feuilles du <i>R. graveolens</i>	<b>39</b>
<b>Figure 34</b> : fleur du <i>R. graveolens</i>	<b>39</b>
<b>Figure 35</b> : <i>Ruta Montana</i> (Choucha <i>et al.</i> , 2017)	<b>41</b>
<b>Figure 36</b> : La flore de <i>Ruta Montana</i> (Allouni, 2018)	<b>41</b>
<b>Figure 37</b> : Tige de <i>Ruta Montana L</i> (Photos prises par Najem en mai 2017 dans la région d'Azrou)	<b>41</b>

<b>Figure 38</b> : Fleur de <i>Ruta Montana</i>	<b>41</b>
<b>Figure 39</b> : Les composés chimiques présents dans diverses huiles essentielles (Mukhopadyay, 2009).	<b>48</b>
<b>Figure 40</b> : Structure chimique de quelques monoterpènes extraits des H.E	<b>49</b>
<b>Figure 41</b> : Structure chimique de quelques sesquiterpènes extraits des HE.	<b>50</b>
<b>Figure 42</b> : Structure chimique de quelques composés aromatiques extraits des HE.	<b>50</b>
<b>Figure 43</b> : méthodes d'extraction par hydro distillation (zinezine, 2016)	<b>52</b>
<b>Figure 44</b> : Appareil d'hydrodistillation Clevenger (photo personnelle)	<b>52</b>
<b>Figure 45</b> : La zone industrielle Tébéssa (Photo personnelle)	<b>55</b>
<b>Figure 46</b> : Route 1 <sup>er</sup> nov Tébéssa (Photo personnelle)	<b>55</b>
<b>Figure 47</b> : Hammamet Tébéssa (photo personnelle)	<b>55</b>
<b>Figure 48</b> : Elevage au laboratoire (photo personnelle)	<b>56</b>
<b>Figure 49</b> : les étapes de technique d'hydrodistillation (photos personnelle)	<b>58</b>
<b>Figure 50</b> : Flacon sans huile - Flacon avec huile (photos personnelle)	<b>59</b>
<b>Figure 51</b> : Rendement d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> (photo personnelle).	<b>59</b>
<b>Figure 52</b> : Application de teste de toxicité photos personnelles	<b>60</b>
<b>Figure 53</b> : Application de teste de toxicité photos personnelles	<b>61</b>
<b>Figure 54</b> : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des Larves de <i>Cs longiareolata</i> nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i>	<b>02</b>
<b>Figure 55</b> : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de <i>Cs longiareolata</i> nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Ruta Montana</i>	<b>05</b>
<b>Figure 56</b> : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des larves de <i>Cs longiareolata</i> nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Ruta Graveolens</i>	<b>06</b>
<b>Figure 57</b> : Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de <i>Cs longiareolata</i> nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Ruta graveolens</i> .	<b>08</b>
<b>Figure 58</b> : Echec de la mue chez <i>Culiseta longiareolata</i> (photo personnelle)	<b>09</b>
<b>Figure 59</b> : Métamorphose incomplète (pupe -adulte) chez <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>09</b>

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير الزيت الأساسي المستخرج من *Ruta montana* و *Ruta graveolens* على نوع من البعوض *Culiseta longiareolata* الأكثر وفرة في منطقة تبسة تم الحصول على الزيت الأساسي عن طريق التقطير باستخدام جهاز من نوع Clevenger أظهر تقطير *Ruta montana* و *Ruta graveolens* عائدا قدره  $0.48 \pm 0.05\%$  et  $0.53 \pm 0.05\%$  من المادة الجافة على التوالي. تم اختبار الزيوت الأساسية لنبات *Ruta montana* و *Ruta graveolens* بتركيزات مختلفة على اليرقات الخارجة من اليرقات والعذارى من *Culiseta longiareolata* في ظروف معملية وفقا لتوصيات منظمة الصحة العالمية. تظهر الاختبارات السمية ل *Ruta graveolens* نشاط مبيد لليرقات ومبيد الجراثيم لهذه الزيوت الأساسية مع علاقة بين الجرعة و الاستجابة. التركيزات شبه المميتة والقاتلة لليرقات  $CL_{25}=2.81 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{50}=5.57 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{90}=10.88 \mu\text{L/mL}$  و  $Slop=3.9$  و الشرائق  $CL_{25}=3.81 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{50}=5.57 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{90}=8.88 \mu\text{L/mL}$  و  $Slop=3.81$ . تظهر الاختبارات السمية ل *Ruta montana* نشاط مبيد لليرقات ومبيد الجراثيم لهذه الزيوت الأساسية مع علاقة بين الجرعة و الاستجابة. التركيزات شبه المميتة والقاتلة لليرقات  $CL_{25}=5.21 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{50}=7.57 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{90}=11.88 \mu\text{L/mL}$  و  $Slop=2.61$  و للشرائق  $CL_{25}=0.81 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{50}=4.57 \mu\text{L/mL}$  و  $CL_{90}=8.88 \mu\text{L/mL}$  و  $Slop=2.9$

**الكلمات المفتاحية :** *Ruta montana* - *Ruta graveolens* - *Culiseta longiareolata* - الزيت الأساسي - اليرقات - الاختبارات السمية - البعوض - التركيزات شبه المميتة - التركيزات القاتلة.



## Résumé

Cette étude vise à tester l'effet d'huile essentielle extraite de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* contre une espèce de moustique, *Culiseta longiareolata* (Diptera : *Culicidae*), la plus abondante dans la région de Tébessa. L'huile essentielle ont été obtenues par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger. La distillation du *Ruta montana* et *Ruta graveolens* ont montrés un rendement de  $0,48 \pm 0,05\%$  et  $0,53 \pm 0,05\%$  de la matière sèche en ordre. Les huiles essentielles de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* ont été testées à différentes concentrations sur les larves et les pupes exuviées de *Culiseta longiareolata* dans les conditions du laboratoire selon les recommandations de l'organisation mondiale de la santé. Les tests toxicologiques de *Ruta graveolens* montrent une activité larvicide et pupicide de ces huiles essentielles avec une relation concentration-réponse. Les concentrations sub létale et létale pour les larves CL 25 =  $2.81 \mu\text{L}/\text{mL}$  et CL50= $5.57 \mu\text{L}/\text{mL}$  ; et CL 90= $10.88 \mu\text{L}/\text{mL}$  , avec un Slope de 3.9 et pour les pupes CL 25 =  $3.81 \mu\text{L}/\text{mL}$  et CL50 =  $5.57 \mu\text{L}/\text{mL}$  ; et CL 90 =  $8.88 \mu\text{L}/\text{mL}$  , avec un Slope de 3.81. Les tests toxicologiques de *Ruta montana* montrent une activité larvicide et pupicide de ces huiles essentielles avec une relation concentration-réponse. Les concentrations sub létale et létale pour les larves (CL 25 =  $5.21 \mu\text{L}/\text{mL}$  et CL50= $7.57 \mu\text{L}/\text{mL}$  ; et CL 90= $11.88 \mu\text{L}/\text{mL}$  , avec un Slope de 2.61) et pour les pupes CL 25 =  $0.81 \mu\text{L}/\text{mL}$  et CL50 =  $4.57 \mu\text{L}/\text{mL}$  ; et CL 90 =  $8.88 \mu\text{L}/\text{mL}$  , avec un Slope de 2.9

**Mots clés :** *Culiseta longiareolata*, *Ruta graveolens*, *Ruta montana*, huile essentielle.

**Abstract**

This study aims to test the effect of essential oil extracted from *Ruta montana* and *Ruta graveolens* against a species of mosquito, *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae), the most abundant in the Tébessa region. The essential oil was obtained by hydrodistillation using a Clevenger type apparatus. The distillation of *Ruta montana* and *Ruta graveolens* showed a yield of  $0.48 \pm 0.05\%$  and  $0.53 \pm 0.05\%$  of the dry matter in order. The essential oils of *Ruta montana* and *Ruta graveolens* were tested at different concentrations on exuviated larvae and pupae of *Culiseta longiareolata* under laboratory conditions according to the recommendations of the World Health Organization. Toxicological tests of *Ruta graveolens* show larvicidal and pupicidal activity of these essential oils with a dose-response relationship. The sublethal and lethal concentrations for the larvae CL 25 =  $2.81 \mu\text{L}/\text{mL}$  and CL50= $5.57 \mu\text{L}/\text{mL}$ ; and CL 90= $10.88 \mu\text{L}/\text{mL}$ , with a Slope of 3.9) and for the pupae CL 25 =  $3.81 \mu\text{L}/\text{mL}$  and EC50 =  $5.57 \mu\text{L}/\text{mL}$ , and CL 90 =  $8.88 \mu\text{L}/\text{mL}$ , with a Slope of 3.81. The toxicological tests of *Ruta montana* show larvicidal and pupicidal activity of these essential oils with a dose-response relationship. sublethal and lethal for larvae CL 25 =  $5.21 \mu\text{L}/\text{mL}$  and CL50= $7.57 \mu\text{L}/\text{mL}$ ; and CL 90= $11.88 \mu\text{L}/\text{mL}$ , with a Slope of 2.61 and for pupae CL 25 =  $0.81 \mu\text{L}/\text{mL}$  and CL50 =  $4.57 \mu\text{L}/\text{mL}$  and CL 90 =  $8.88 \mu\text{L}/\text{mL}$ , with a Slope of 2.9

**Keywords:** *Culiseta longiareolata*, *Ruta graveolens*, *Ruta montana*, essential oil.



# **Introduction**

## **Introduction:**

La biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue et par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps (Blondel, 1975). 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).

Les insectes sont des arthropodes constituent un embranchement prédominant et bien réussi du règne animal qui est évolué et diversifié dans des millions d'espèces regroupées en quatre sous -phyla, à savoir Chelicerata (arachnides), Crustacea, Myriapoda (mille-pattes) et Hexapoda (insectes), (Gandhi & Katsuhiko, 2020). Cels-ci sont l'un des groupes animaux aux interactions diverses avec les humains, qu'elles soient positives ou négatives (Rahbé, 2019). Les insectes sont des donneurs de sang obligatoires, peuvent avoir un impact majeur sur la santé humaine et animale (André, 2016). La majorité des insectes sont des parasitoïdes, (Marylène, 2019). Parmi les nombreux groupes d'insectes hématophages, les Culicidés sont, sans doute, les plus connus et les plus redoutés pour différentes raisons: la transmission de maladies d'importance médicale ou vétérinaire (Anonyme, 2005; Rueda, 2008) par la transmission d'agent infectieux (virus, bactérie, protozoaire ou helminthe) d'un individu infecté à un individu sain, provoquant ainsi bon nombre de maladies vectorielles (Rodhain & Perez, 1985).

Ces insectes vecteurs sont principalement des moustiques, des phlébotomes, des moucheron (Culicoïdes) et des poux (Aouati, 2016), la plupart de ces maladies à transmission vectorielle sont des zoonoses (touchent les animaux) où l'homme est le plus souvent un hôte accidentel (Amraoui *et al.*, 2012), mais néanmoins fortement affecté. Parmi les plus redoutables insectes vecteurs au monde, les moustiques se taillent une place de choix, ils sont affiliés à l'ordre des diptères et à la famille des Culicidés. Ils sont cosmopolites et sont groupés en deux sous-familles ; Culicinae et Anophelinae répartis à travers le monde en 1400 espèces. (Edwards, 1932).

Les moustiques affichent une distribution mondiale allant de tout le tropique ainsi que des régions tempérées, (Muhammad, 2017). En effet ces 30 dernières années ont vu l'apparition dramatique de maladies infectieuses, particulièrement celles à transmission vectorielle (Gubler, 2004) ; l'émergence, la réémergence ou la recrudescence inattendue de certaines maladies vectorielles comme la fièvre de la vallée du Rift, le West Nile, le paludisme, la leishmaniose, l'encéphalite japonaise, la fièvre jaune ou la dengue), les moustiques

représentent une menace sérieuse dans le monde en termes de santé, (Zayed *et al.*, 2019). Il est bien connu qu'environ 200 millions de personnes seront infectées, avec le paludisme chaque année et tuent au moins 500 000 personnes suite aux piqûres de moustiques femelles anophèles (Jinlei *et al.*, 2020).

Les méthodes utilisées pour réduire les populations de moustiques et perturber la transmission des agents pathogènes sont assez diverses, notamment le traitement médicamenteux, la modification de l'habitat, les moustiquaires, les insecticides, les prédateurs et les agents pathogènes, la libération stérile (Woodbridge, 2019). et des méthodes faisant appel à des analogues synthétiques d'hormones d'insectes (hormone juvénile, ecdysone) qui perturbent l'éclosion des œufs, méthodes génétiques dont la plus connue est la stérilisation des mâles, les méthodes écologiques consistent à rendre le milieu défavorable au développement de l'insecte. Les insecticides sont la stratégie la plus couramment utilisée pour lutter contre les moustiques, (Zayed *et al.*, 2019 )

Les insecticides chimiques organiques synthétiques ont fonctionné pour le contrôle des vecteurs de maladies pendant de nombreuses années. Cependant, ils ont entraîné un problème de résistance aux insectes. De plus, l'utilisation continue d'insecticides chimiques a souvent conduit à la pollution de l'environnement et à de graves dommages à la santé et à l'écosystème, comme l'empoisonnement, les dommages génétiques, le cancer et la mortalité. Ces restrictions créent une opportunité de marché importante pour les agents alternatifs de lutte biologique. Des efforts sont faits pour séparer, filtrer et améliorer les phytochimiques (insecticides botaniques) qui possèdent une activité insecticide, ces derniers sont biodégradables, non toxiques et ne déclenchent pas la contamination des aliments, du sol ou de l'eau et sont facilement disponibles dans le monde entier. (Dalia, 2019)

Famille des *Rutacées* dans l'ordre des Sapindales qui contient environ 160 genres et plus de 1600 espèces (Asgarpanah, 2012). *Rutaceae* généralement arbres ou arbustes, parfois à épines ou aiguillons ; à composés amers triterpéniques, à alcaloïdes, et composés phénoliques ; à lacunes sécrétrices disséminées (points translucides) contenant des huiles essentielles aromatiques (Attou, 2011). Le genre *Ruta* appartient à la famille des *Rutaceae*. Ce genre comprend plusieurs espèces à reta, représenté en Algérie par 4 espèces parmi lesquelles : *Ruta graveolens* L. et *Ruta montana* L.

*Ruta graveolens* L. (Famille: *Rutacées*), communément appelée rue ou sadab, est un plante médicinale ancienne et actuellement utilisée pour le traitement de troubles multiples (Mahmoud *et al.*, 2015).

*Ruta montana* (*Rutaceae*) est une plante médicinale méditerranéenne ; Elle est connue sous le nom vernaculaire « Fidjela el djebeli », appartient à les espèces de *Rutaceae* qui attiré

beaucoup d'attention en raison de leurs activités biologiques induites par les métabolites secondaires, et leur utilisation de sont extraits comme insecticides contre les piqûres d'insectes vectorielles pour lutter contre les moustiques vectorielles (Gonzalez-Trujano *et al.*, 2006).

Dans ce contexte, notre étude a été consacrée à l'extraction des huiles essentielle de deux espèces de même genre, *Ruta montana* et *Ruta graveolens* et de déterminer l'effet larvicide et l'effet pupicide de cet extraits à l'égard de *Culiseta longiareolata* et L'activité insecticide a permis de déterminer le paramètres de létalité (CL50) et sub létalité (CL25) et l'impact de ces extraits sur les réserves énergétique sur les larves L4 de *Culiseta longiareolata* et la durée de développement et les anomalies morphologiques.



**Matériels et  
méthodes**

## **Chapitre I : Présentation de l'espèce animale**





## Matériels et méthodes

### 1. Généralité sur les Moustiques

Les moustiques sont des insectes à métamorphose complète (insectes holométaboles); qui appartiennent à la famille des *Culicidés*. Point commun : ils ont besoin d'eau pour effectuer leur cycle de vie. Plus de 3 500 espèces de moustiques à travers le monde. (Laëtitia, 2017 ; Philippe *et al.*, 2018) ,groupés dans 44 genres et 145 sous-genres sont inventoriés à l'échelle mondiale, mais un bien moins grand nombre pique l'homme (Harbach, 2007). 105 en Europe, 67 en France et une 40 d'espèces inventoriées sur la façade Atlantique, Ces espèces sont toutes très différentes : certains moustiques se développent dans les marais salés, d'autres dans les eaux douces.

la famille des *Culicidae* qui est caractérisée par des individus aux antenne longues et fines avec plusieurs articles et par des femelles possédant de longues pièces buccales en forme de trompe rigide de type piqueur-suceur. Certains anthropophiles (ils piquent l'homme), d'autres ne piquent que les oiseaux ou les batraciens. Certains ne piquent que la nuit à l'intérieur des maisons, d'autres pendant la journée (notamment le moustique tigre ou *Aedes albopictus*) ou au crépuscule à l'extérieur. Certains se déplacent très peu, d'autres sont capables de parcourir de longues distances. Certains ne produisent qu'une génération chaque année, d'autres plus de dix ! (Alireza *et al.*, 2018,OPIU Alaoui et al., 1999).

À savoir quatre stades distincts :(l'œuf, larve, et la nymphe, adulte) ; la larve et la nymphe ont des morphologies très différentes, adaptées à leurs modes de vie, aquatique pour les stades pré imaginaires et aérien pour le stade adulte ou imaginal. (Seguy, 1951)

La place importante qu'occupent les moustiques dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique d'une part, Les moustiques sont parfois simplement nuisants, mais, surtout en zone intertropicale, ils sont vecteurs de parasitoses ou d'arboviroses. Leur impact sur la Santé publique humaine est considérable (Tari, 2002).

Les maladies à transmission vectorielle sont responsables de plus de 17% des maladies infectieuses (Soltani ,2015), et provoquent plus d'un million de décès chaque année, la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces arthropodes un matériel d'étude important pour les biologistes. Au cours des neuf ou dix dernières décennies, la faune *Culicidienne* a fait l'objet d'un grand nombre de publications dont certaines sont des monographies et révisions. (Jourdain& Paty, 2019).

## 1.1 Présentation du *Culisedae*

Les *Culicidés* appelés communément moustiques, (Schafner, 2004) ; représentées par des caractères morphologiques généralement permettant facilement d'identifier la famille et d'en donner une bonne description. En revanche, leur regroupement en sous-familles et en genres et en sous genres est beaucoup plus délicat. Au cours des vingt dernières années.

Ils sont caractérisés par des antennes longues, fines et à multiples articles. Celles-ci sont plus développées chez le mâle que la femelle. Les femelles possèdent de longues pièces buccales rigides en forme de trompe, de type piqueur-suceur (Matille, 1993). Les *Culicidés* possèdent trois paires de pattes et un corps divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen (Benmalek, 2010). Les adultes possèdent une seule paire d'ailes pourvues d'écailles, la deuxième est transformée en haltères (ou balanciers), celle-ci sert d'organe de stabilisation pendant le vol.

### 1.1.1. Systématique générale des *Culicidés* présents en Algérie

**Tableau 1** : Position systématique des *Culicidés*

<b>Règne :</b>	<b>Animal</b>
<b>Sous. Règne :</b>	<b><i>Métazoaires</i></b>
<b>Embranchement :</b>	<b><i>Arthropodes</i></b>
<b>Sous Embranchement :</b>	<b><i>Antennates</i></b>
<b>Classe :</b>	<b><i>Insectes</i></b>
<b>Sous. Classe :</b>	<b><i>Ptérygotes</i></b>
<b>Ordre :</b>	<b><i>Diptères (Linne, 1758)</i></b>
<b>Sous. Ordre :</b>	<b><i>Nématocères (Latreille, 1825)</i></b>
<b>Infra. Ordre:</b>	<b><i>Culicomorpha (Wood et Borkent, 1989)</i></b>
<b>Super. Famille:</b>	<b><i>Culicoidae (Wood et Borkent, 1989)</i></b>
<b>Famille:</b>	<b><i>Culicidae (Latreille, 1907)</i></b>

### 1.1.2. Répartition des moustiques dans L'Algérie

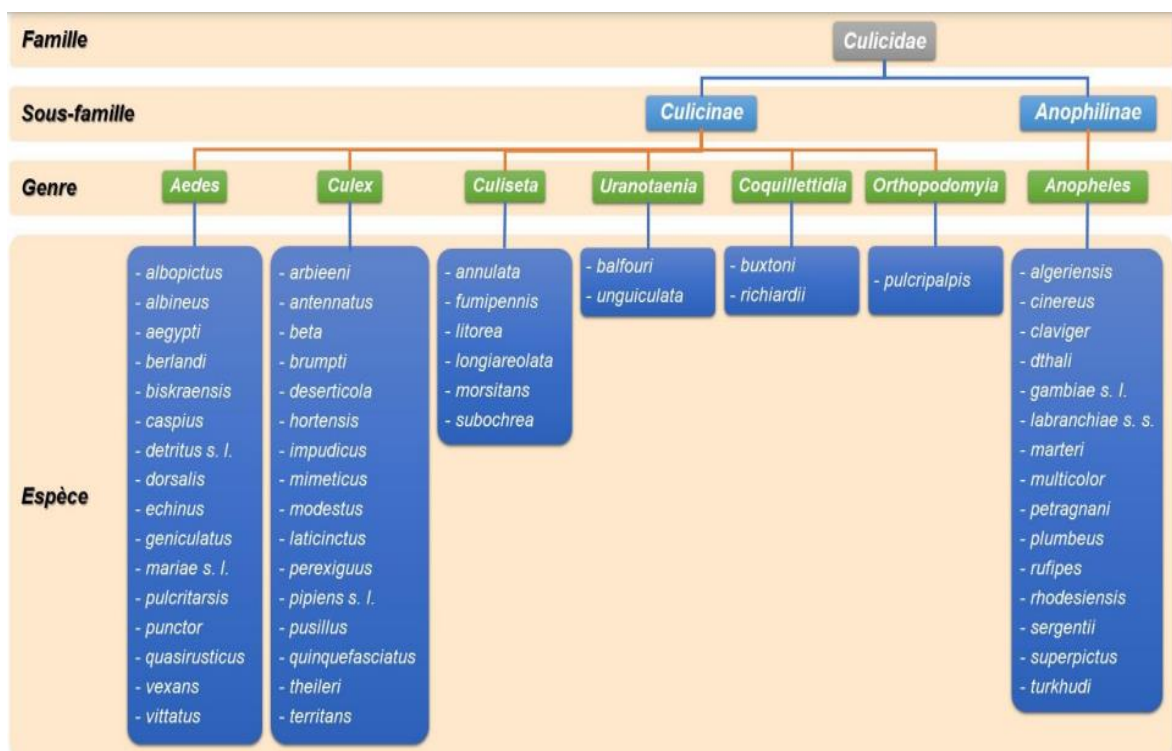
Les moustiques (*Culicidae*) comprennent 3559 espèces décrites et distribués au sein de deux sous-familles, les *Anophelinae* et les *Culicinae* (Harbach, 2018 in [mosquitocatalog.org](http://mosquitocatalog.org)). Les espèces Culicidienne connues actuellement en Algérie, sont au nombre de 56 espèces appartenant aux deux sous-familles (Figure 1) : *Anophelinae* et *Culicinae* sont représentés avec 1 et 6 genres respectivement (Amara Korba, 2016).

(Figure 2) :

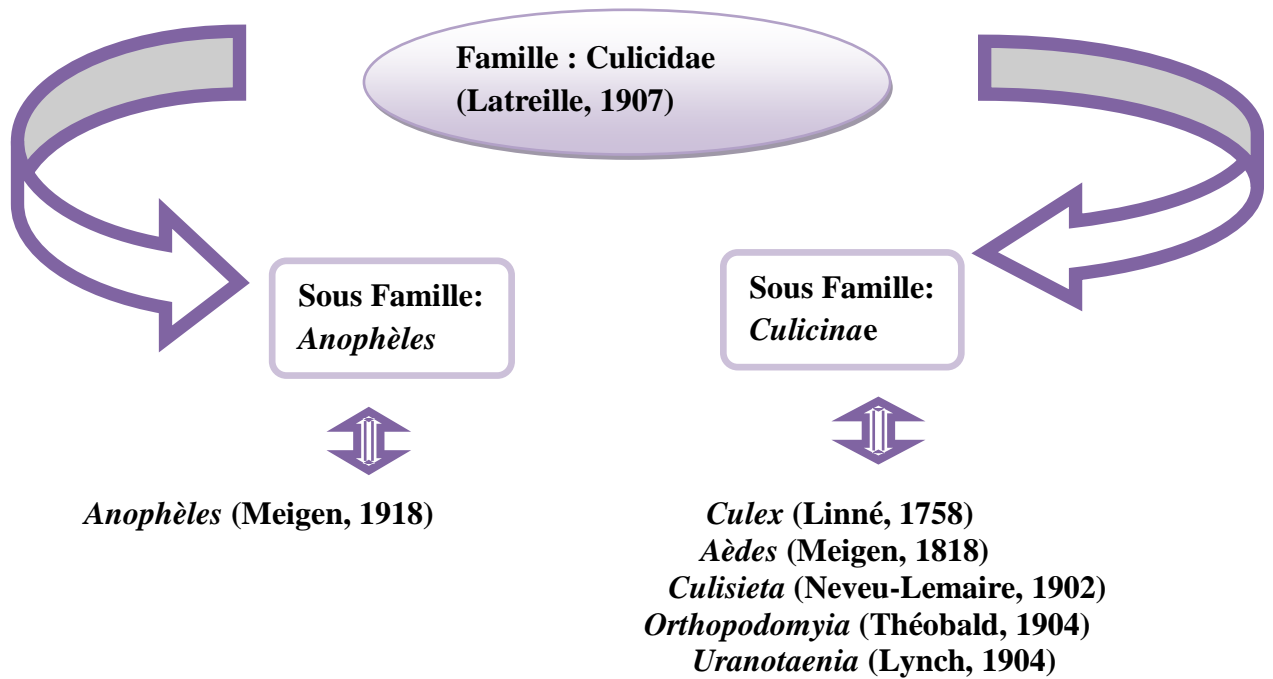
-Dans la sous famille d'*Anophelinae* comprend un seul genre uniquement qui est le genre *Anophèles*

- Dans La sous famille du *Culicinae*, on compte six genres : *Culex* (Linne, 1758), *Aedes* (Meigen, 1818), *Culiseta* (Neveu, 1902), *Orthopodomyia* (Théobald, 1904) et *Uranotaenia*, *Coquillettida* (Lynch, 1904).

-Les *Taxorhynchitinae* est formée d'un seul genre n'est pas représentée en Europe occidentale (Matille, 1993) ni en Afrique Méditerranéenne (Brunhes et al. 1999).



**Figure 1** : Systématique générale des Culicidae (Amara Korba, 2016)



**Figure 2:** Les genres des Culicidés représentés en Algérie (Berchi, 2000)

(Larfi *et al.*, 2014) a recensé lors d'un inventaire des moustiques effectués dans 28 régions d'Algérie (Tipaza, Boumerdes, Tindouf, Oran, Msila, Tlemcen... etc.), 17 espèces appartenant aux genres : *Culex*, *Culiseta*, *Aedes* et *Uranotaenia*. (Lounaci, 2003) a capturé dans la partie orientale de l'Algérois, aux abords de marais de Reghaia et dans la région de Sébaou près de Tizi-Ouzou, 13 espèces de *Culicidae* réparties entre deux sous familles *Anophelinae* et *Culicinae*. Dans la région Ouest d'Algérie (Tlemcen), (Hassain, 2002) a noté la présence de 20 espèces. Par contre dans les zones arides de Biskra, (Benhissen *et al.*, 2018) a révélé la présence de 11 espèces appartenant à quatre genres différents. Le genre *Anophèles* est représenté par une seule espèce *Anophèles multicolor*. Le genre *Aedes* est représenté par trois espèces: *Aedes caspius*, *Aedes dorsalis* et *Aedes detritus*. Le genre *Culex* compte 6 espèces et le genre *Culiseta*, une seule espèce qui est *Culiseta longiareolata*. Dans la région Est, plus précisément à Mila, (Massai *et al.*, 2010) a inventorié 12 espèces appartenant à 4 genres, c'est le cas de *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, *Anophèles labbranchiae*, *Culex theileri*, *Culex impudicus*, *Culex hortensis*, *Culex deserticola*, *Culex modestus*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex antennatus*, *Culex laticinctus*, *Anophèles pharoensis*).

Selon (Bouabida *et al.*, 2012), il existe 9 espèces de *Culicidae* dans la région de Tébessa qui sont: *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata*, *Culex theileri*, *Culex hortensis*, *Aedes caspius*, *Culex perexiguus*, *Culex laticinctus*, *Culiseta annulata*, *Culiseta subochrea*. Dans les zones humides de la région de Souk-Ahras, un inventaire effectué par (Benmalek *et al.*, 2017) a

révélé la présence de 18 espèces : 12 espèces appartenant au genre *Culex*, trois espèces du genre *Culiseta* (*Culiseta morsitans*, *Culiseta subochrea*, *Culiseta annulata*), deux espèces du genre *Anophèles* (*Anophèles coustani*, *Anophèles hyrcanus*), et une seule espèce appartenant au genre *Aedes* (*Aedes pilatus*).

### 1.1.3 Caractéristiques des Culicidés

Selon Séguy (1951), les culicidés appartiennent à l'embranchement des Arthropodes du règne Animal qui inclut araignées, cafards, tiques, papillons, mouches domestiques...ils peuvent être reconnus aux caractéristiques suivantes : Corps

- ✓ composé de segments dont certains peuvent être articulés.
- ✓ recouvert d'une carapace épaisse appelée exosquelette.
- ✓ garni de pattes et d'antennes articulées en paires.

Les arthropodes sont représentés par de nombreuses classes, parmi lesquelles, la classe des Insectes dont les culicidés font partie.

Les caractéristiques morphologiques de la classe des insectes sont : Corps divisé en trois segments :

- ✓ Tête portant une paire d'antennes et une paire d'yeux composés.
- ✓ Thorax portant trois paires de pattes.
- ✓ Abdomen.

Les culicidés appartiennent à l'ordre des Diptères, les insectes de ce groupe présentent les caractéristiques suivantes :

- ✓ Une paire d'ailes visibles.
- ✓ Des ailes postérieures vestigiales, ce sont de fins filaments mobiles connus sous le nom d'haltères ou balanciers, utilisées surtout pour maintenir l'équilibre en vol.

## 1.2 *Culiseta longiareolata*

### 1.2.1 Présentation de *Culiseta longiareolata*

Est un insecte nuisible à métamorphose complète, plus abondant dans les régions chaudes. Il fait partie des *Diptères*, famille des *Culicidés*. Ce moustique a une taille qui varie de 3 à 5mm, Il possède un corps mince et des pattes longues et fines avec des ailes membraneuses, longues et étroites (villeneuve & Desire, 1965), des moustiques multivoltines pond rarement dans le laboratoire; elle pond seulement la nuit (Van Pletzen & Van der linde,

1981). La plupart des femelles *Culiseta longiareolata* (Diptera : *Culicidae*) évitent de pondre dans les bassins qui contiennent le rétronageur prédateur *Notonecta maculata*.

Les femelles piquent surtout les oiseaux, très rarement l'homme; elles pénètrent occasionnellement dans les maisons. L'espèce est considérée comme un vecteur de plasmodium d'oiseau (Schafner *et al.*, 2001).



Figure 3: Femelle de *Cs. Longiareolata*



Figure 4: Male de *Cs. Longiareolata*

### 1.2.2 Position systématique de *Culiseta longiareolata*

La position systématique de *Culiseta Longiareolata* a été proposée par (Aitken, 1954), comme suit:

Tableau 2: position systématique de *Culiseta longiareolata*

Règne : Animalia

Sous-règne : Metazoa

Embranchement: Arthropoda

Sous-embranchement: Hexapoda

Super-classe : Protostomia

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Infra-classe: Neoptera

Super-ordre: Endopterygota

Ordre : Diptera

Sous- ordre : Nematocera

---

**Infra-ordre: Culicomorpha**

**Famille : Culicidae**

**Sous-famille : Culicinae**

**Genre : Culiseta**

**Espèce : Culiseta longiareolata**

---

### 1.2.3. Réparation de *Culiseta longiareolata*

*Culiseta longiareolata* est une espèce à large répartition qui est présente dans le sud de la région paléarctique dans les régions orientale et afro-tropicale. Elle est très commune dans tout l'Afrique méditerranéenne (Brunhes *et al.*, 1999). En Algérie, elle représente l'espèce la plus abondante 62.10% selon (Bouabida *et al.*, 2012).

### 1.2.4. Habitat de *Culiseta longiareolata*

Tous les moustiques pondent à la surface de l'eau ou à proximité de l'eau, leurs larves sont aquatiques. Ainsi, le moustique colonise de nombreux habitats naturels et aussi artificiels. Ces points humides, d'eau douce ou salée, temporaires ou permanents, constituent des gîtes adaptés suivant chaque espèce.

Les larves des moustiques vivent dans les eaux stagnantes peu profondes, on les trouve dans divers milieux. Bates en 1949 a distingué quatre principaux types d'habitat (Sinegre, 1974)

- ✓ Les eaux stagnantes permanentes ou semi permanentes, comportent deux types de milieux :

- Les eaux douces : englobent marais ouverts et zones marécageuses des bords des lacs, petites mares ou surfaces marécageuses découvertes, étendues d'eau ou zones inondées riches en plantes, des tourbières, les marais couverts, mares de forêts (Benhamed, 2016).

- Les eaux saumâtres : correspondent aux marais saumâtres ouverts.

- ✓ Les eaux courantes : ce sont les bords des cours d'eaux là où la vitesse de l'eau est faible voire nulle.
- ✓ Les eaux temporaires : les points d'eau découverts qui apparaissent suite à d'importances averses et disparaissent plus ou moins rapidement (Appl *et al.*, 2016).
- ✓ les habitats réduits : sont représentés par les creux de rochers, les creux d'arbres, les trous dans la terre et les empruntes de pas.

D'autre type des gîtes larvaires sont distingués par (Larivières et Abonnec, 1958), dits les gîtes permanents, ces gîte comprennent :

- ✓ Les gîtes artificiels : Réservoir, Abreuvoir, Citerne, fosses septiques, déchets en tout genre (pneus, bidons, etc).
- ✓ Les gîtes naturels : Retenue, Mare, lagunes, prés salés, sous-bois humides.

Cs.est capable de se développer dans 18 gîtes différents. Cette espèce présente une grande aptitude à coloniser des biotopes naturels ainsi que les gîtes artificiels, différents par leurs caractéristiques physiques (Hassaine, 2002).



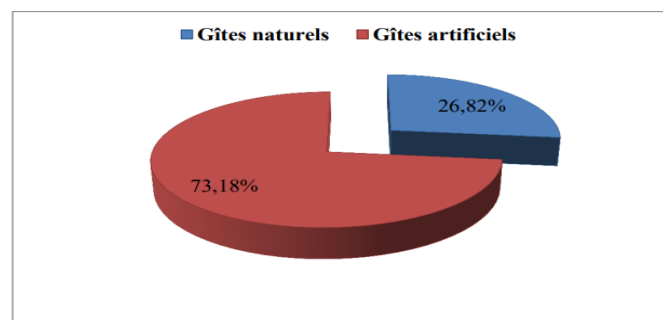
**Figure 5 :** Les gîtes larvaires artificiels



**Figure 06:** Les gîtes larvaire naturels

### 1.2.5. Distribution de l'abondance larvaire dans les différents gîtes

Sur l'ensemble de la faune récoltée, près des trois quart des individus pullulent dans les gîtes artificiels qui représentent 70% des habitats rencontrés, le reste des individus culicidiens abandonnent dans 30% des gîtes qui sont naturels.





**Figure 07:** Abondance relative des culicidés dans les gîtes naturels et artificiels

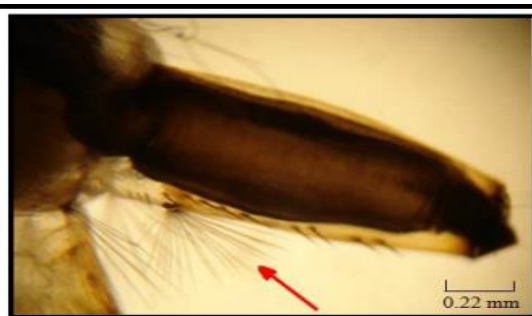
### 1.2.6. Caractéristiques de *Culiseta longiareolata*

L'accouplement a lieu tôt, une seule fois durant la vie d'une femelle. Durant celui-ci, le mâle transfère à la femelle, en plus du sperme, la phéromone matrone. Produite par les glandes accessoires du mâle, elle rend la femelle réfractaire à d'autres accouplements. (Craig, 1967).

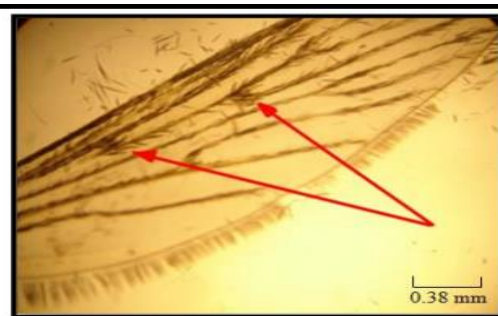
-Quarante-huit heures après la prise du repas de sang, les femelles fécondées déposent leurs œufs, selon les espèces. Certaines espèces pondent des œufs capables de résister à une sécheresse de plusieurs mois. Ces œufs sont pondus soit isolément (*Toxorhynchites*, *Aedes*, *Anophèles*), soit en amas (*Culex*, *Culiseta*, *Coquillettidia*, *Uranotaenia*) ou bien fixés à un support végétal immergé (*Mansonia*, *Coquillettidia*) (Doby, 1960)

*Cs. longiareolata* est une espèce multivoltine, avec un taux de croissance régulier dans les zones chaudes et largement distribuées (Merabti *et al.*, 2020). à des fonctionnalités adaptatives et de survie uniques (Nabti et Bounechada, 2019). Les premier et deuxième stades de *Cs. longiareolata* se trouvent dans les parties les moins profondes de l'océan, tandis que les derniers stades (larves des troisième et quatrième stades) se trouvent au-dessus des parties plus profondes des mares (Cetin *et al.*, 2012)

-Les larves descendent rarement au fond du gîte. Elles se caractérisent par une touffe basale et un peigne d'ont ses dents sont implantées irrégulièrement (Fig. 08). Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écaille sombre sur l'aile (Fig. 09). le thorax avec trois bandes blanches longitudinales (Fig. 10). (Dris ,2018).



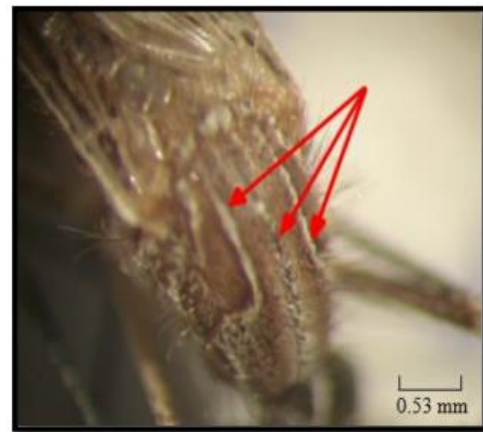
**Figure 08:** Dents du peigne siphonal  
De C.L (grX40) (Bouabida, 2014)



**Figure 09:** Taches d'écailles sombres de  
C.L (gr X40) (Bouabida, 2014)



**Figure 10:** *Cs longiareolata* (-A- l'antenne, -B-siphon.), (Aissaoui, 2014).



**Figure 11 :** Trois bandes blanches Longitudinales (Flèche) de *Cs Longiareolata*



(Gr :  
X40)  
(Bouabi  
da,  
2014).

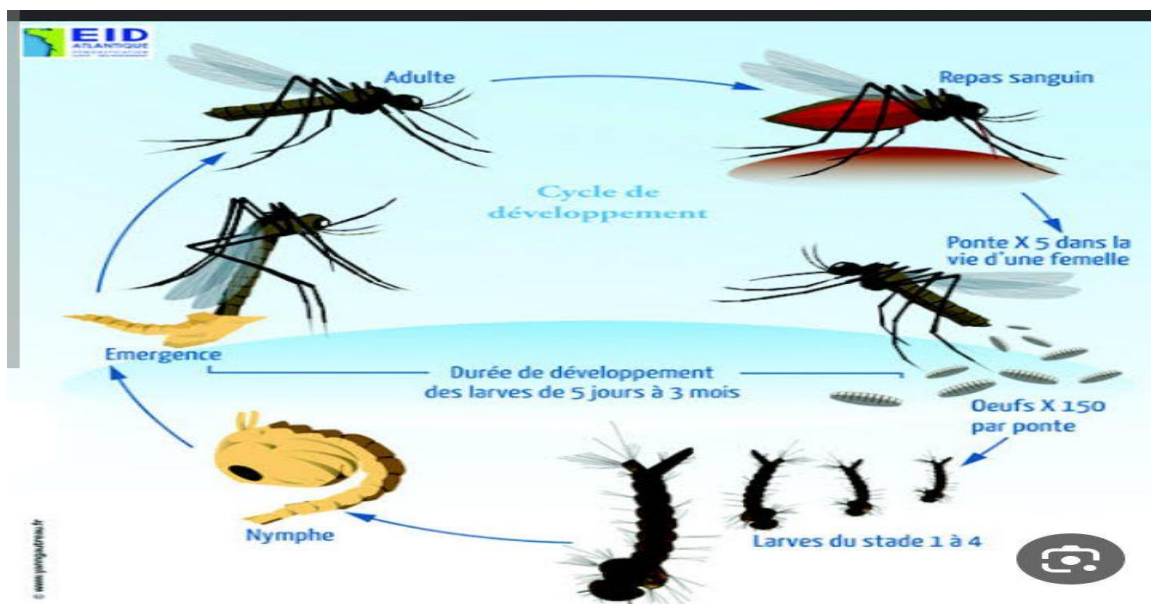
**Figure 12 :** Forme générale du siphon de *Culiseta longiareolata* (Brunhes *et al*, 1999)

### 1.2.7. Cycle de développement

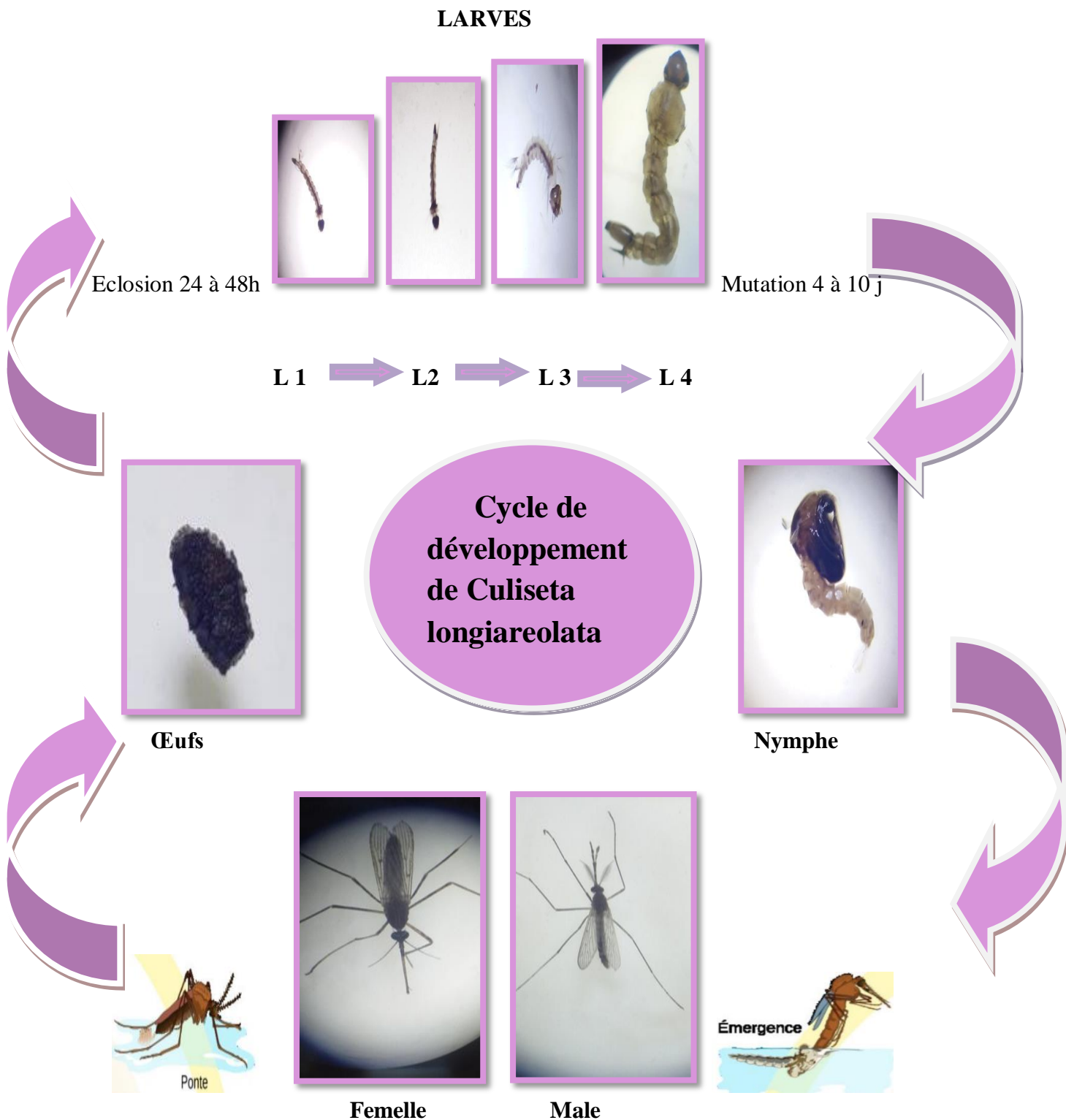
Le cycle biologique des anophèles comprend deux phases (fig.13) :

**Une phase aquatique :** pour les stades pré imaginaires ou immatures, œuf, larves (avec 4 stades larvaires) et nymphe ; les stades larvaires concernent une période de croissance avec une augmentation notable de taille qui peut être de l'ordre de 10 fois, du stade I au stade IV ; ce phénomène d'accroissement ne se retrouvera plus dans la phase ultérieure.

**Une phase aérienne :** pour le stade adulte ou imaginal, avec des mâles et des femelles. C'est la période de reproduction et de dispersion. Le mâle se nourrit exclusivement de jus sucrés, tandis que la femelle s'alimente non seulement de jus sucrés (qui procurent l'énergie nécessaire pour le vol) mais aussi de sang humain et (ou) animal qui permet le développement des ovaires. Chez les anophèles, seule la femelle est hémaphage, et c'est au cours d'un repas de sang qu'elle peut ingérer et (ou) transmettre le parasite.



**Figure 1 3:** Cycle biologique des moustiques (**Eid Atlantique, 2014**)



**Figure 14** : Cycle de développement de *Culiseta longiareolata*

### 1.2.8. Morphologie de *Culiseta longiareolata*

Morphologiquement les *Culicidae* sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles, des ailes pourvues d'écailles, dont les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-suceur. Les *Culicidae*, sont

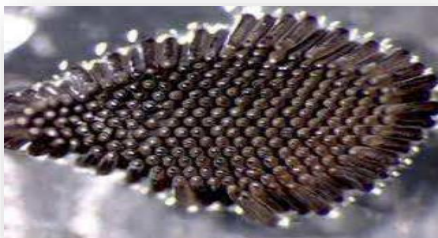
des insectes à métamorphose complète (Holométaboles) de sorte que les trois stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes, adaptées à leurs modes de vie : aquatique pour les stades pré-imaginaux, et aérien pour le stade imaginal (Carnevale & Robert, 2009)

#### 1.2.8.1. Stade Œufs

Selon l'espèce, la ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs. Le stade ovulaire dure deux (2) à trois (3) jours dans les conditions de : température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. Les œufs de la plupart des moustiques sont allongés, ovoïdes ou en forme de fuseau; d'autres sont sphériques ou rhomboïdes. La couche la plus externe de la coquille d'œuf, ou chorion a souvent des structures de surface et des motifs de diagnostic complexes (Foster et Walker, 2019).

L'œuf est généralement fusiforme et mesure environ 0,5 mm à 1mm. A maturité, les œufs éclosent et donnent naissance à des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) ; Au moment de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement une couleur marron ou noire (Peterson, 1980)

Les œufs de *Culiseta longiareolata* sont solidarités au moment de la ponte, ils forment ainsi une nacelle (fig.15). En Algérie, elles sont présentes de l'automne au printemps et le développement larvaire dur entre 2 et 8 semaines selon la température. Les adultes sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne.



**Figure 15:** Nacelle d'œufs de *Culiseta longiareolata*



**Figure16:** Nacelle d'œufs  
(Photo personnelle)

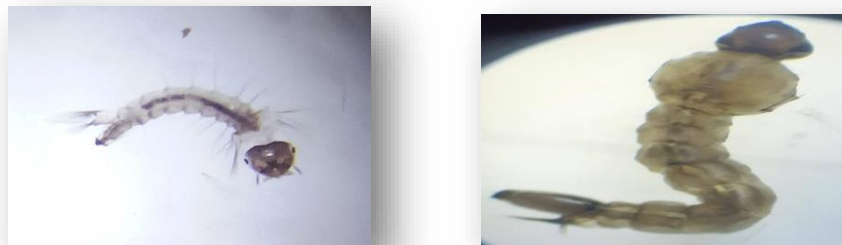
#### 1.2.8.2. Stade larvaire

Le développement des larves à ce stade est exclusivement aquatique, La rapidité du développement dépend de la quantité de nourriture contenue dans l'eau du gîte (Peterson, 1980), les larves de ces moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. Leur déplacement est assuré par des mouvements

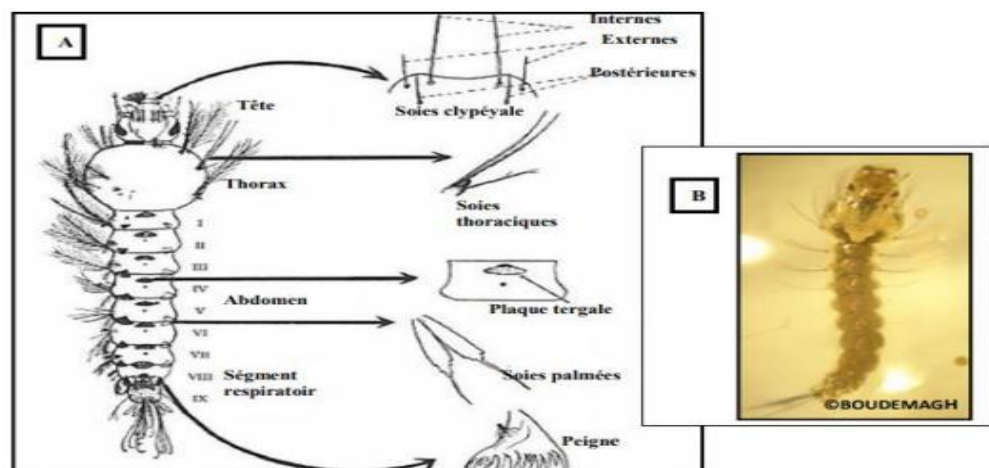
frétillements caractéristiques. Les larves vivent environ 10 jours, de taille variant de 2mm à 12mm (Bouleknafet, 2006).

Les larves de *Culiseta* se différencient des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes. On distingue quatre stades larvaires notés généralement L1, L2, L3, L4 ; dont les trois premiers stades ne présentent pas des caractères taxonomiques précis, seule la larve du 4ème stade rend la dichotomie facile et bien visible à l'œil nu par sa taille ; sont caractérisées par diverses caractéristiques chétotaxiques qui permettent l'identification des espèces. Ces larves sont clairement constituées de trois parties (Dahl, 2000).

La tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax plus large que la tête, l'abdomen. Au bout de six (6) à dix (10) jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe (Maryse, 2008).



**Figure 17 :** larves de *Culiseta longiareolata* (photo personnelle)



**Figure 18 :** morphologie des larves (HOLSTEIN, 1949)

### 1.2.8.3. Stade pupal

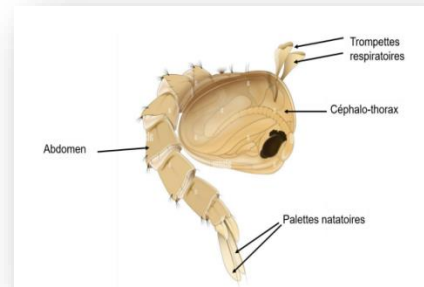
La nymphe ou pupa, Son corps est constitué une tête fusionnée avec le thorax pour former un ensemble très développé appelé céphalothorax globuleux et d'un abdomen recourbé qui ressemble à une virgule ou à un point d'interrogation (Boulkenafet, 2006). L'abdomen est constitué de dix segments dont huit sont visibles. Le huitième segment porte deux palettes

natatoires (Rodhain et Perez., 1985). Pouvant elles-mêmes s'orner de denticules ou de soies. Il existe également de nombreuses soies sur les segments abdominaux (Hassaine, 2002).

La nymphe, également aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), ne se nourrit pas, mais durant cette étape, la nymphe subit d'importants changements morphologiques et physiologiques, la préparant à l'âge adulte. (Berkane et Boudiar, 2018).



**Figure 19 :** Nymphe de *Culiseta longiareolata* (photo personnelle)



**Figure 20 :** Aspect générale de la nymphe des Culicidae (Source : alamyimages.fr).

#### 1.2.8.4. Stade adulte

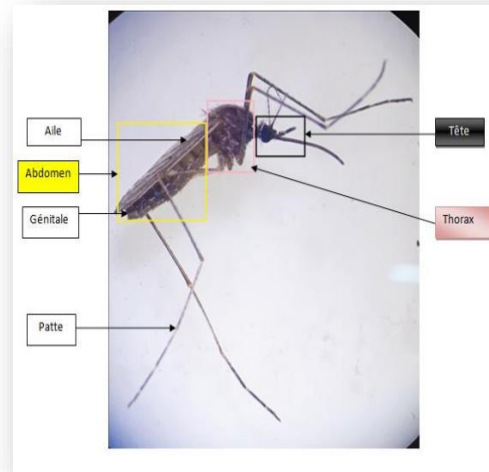
En général, et selon les conditions de température et d'humidité, la durée du cycle biologique des moustiques adultes varie d'une semaine à plus d'une trentaine de jours. Certains individus ont vécu deux mois en élevage, les femelle vivent plus longtemps que les mâles qui meurent peu après l'accouplement. L'adulte présente une taille de 5 à 20 mm de long (Oudainia, 2015). Globalement brun clair, avec des bandes antérieures claires sur les tergites abdominaux, Pendant l'émergence une déchirure ouvre la face dorsale de la nymphe et l'adulte se dégage lentement. L'adulte nouvellement émergé est généralement assez mou et reste à la surface de l'eau jusqu'à ce que les ailes et le corps se dessèchent et durcissent avant de s'envoler (Boulkenafet, 2006). il y a au moins une écaille foncée sur les ailes (Fig. 08) et trois bandes blanches longitudinales sur le thorax (Fig. 09) (Tine-Djebbar et al., 2016).

L'exosquelette est constitué de plaques rigides (plaques osseuses) reliées entre elles par des membranes chitineuses. Chaque segment (métamère) du corps est un anneau composé de l'os dorsal (dorsal), de l'os sternal (ventral) et de l'os pleural (latéral). Le corps est composé de 3 parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Brahmi et Snoussi, 2021).

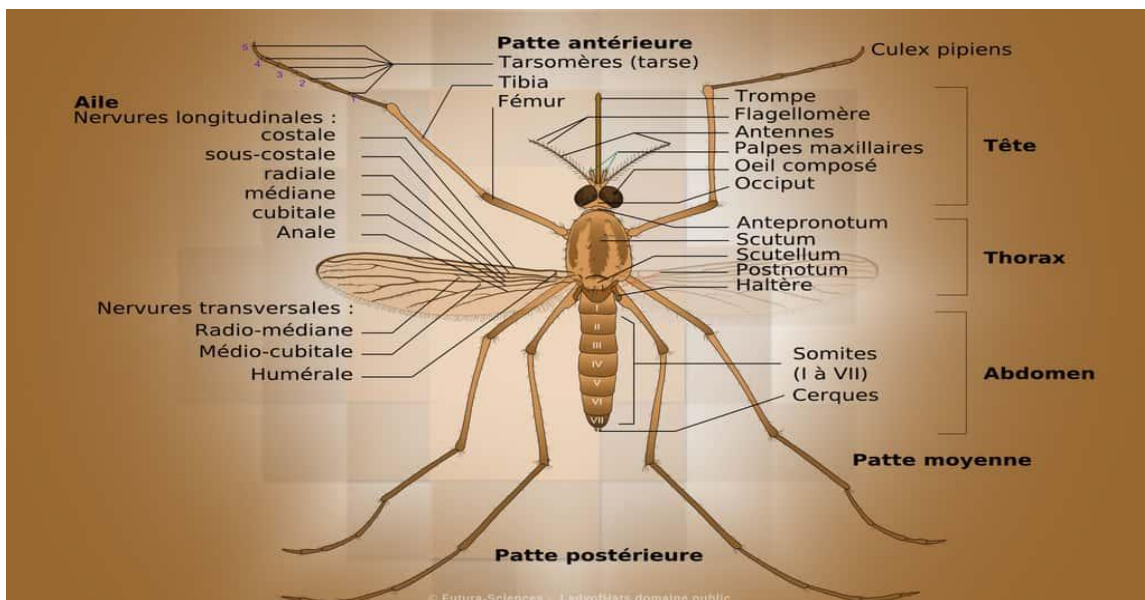
Tout au long de l'année, les densités d'adultes sont maximales en automne et au printemps (Tine-Djebbar et al., 2016).



**Figure 21 :** L'adulte de *Cs longiareolata* (Bouskaya et Degachi, 2019).



**Figure 22:** Morphologie générale d'un Adulte observé par la loupe binoculaire de *Culiseta longiareolata*.



**Figure 23 :** Aspect générale d'un Culicinae adulte (Source : Wikipédia.org)

**La tête :** La tête est l'un des éléments qui distinguent les mâles des femelles et le genre des espèces. Il comprend deux yeux composés et de nombreuses ommatidies s'étendent latéralement, mais aussi sur la plupart des surfaces dorsale et ventrale. Deux antennes sont insérées entre les yeux. Chez les mâles, ils portent de longues soies multitournées (antennes en forme de plumes). Les femelles ont des soies plus courtes et moins nombreuses (antennes sans poils) (Aissaoui et Moukher, 2020).



**Le thorax** : Foncé à noir, c'est la partie centrale du corps, à laquelle les ailes et les pattes sont attachées, et se compose de trois parties fusionnées : Le prothorax a la première paire de pattes, le milieu du thorax, qui occupe plus de la moitié de la thorax, a la deuxième paire de pattes et les deux thorax ailés correspondant à l'arrière de la poitrine et portant la troisième paire de pattes et les deux pendules. Les ailes des Culicidés, comme celles de tous les Diptères, présentent des nervures costales panachées, des écailles sombres et claires. Les côtes et le pendule sont liés à la capacité de vol du moustique, La patte du Culicidé est composée de cinq parties : la hanche ou os de la hanche, le trochanter distinct, le fémur, le tibia et l'os du tarse divisé en cinq parties, la première appelée le tarse antérieur et la cinquième appelée le tarse, qui a deux pattes (Séguy, 1950).

**L'abdomen** : Chez les deux sexes, l'abdomen a dix (10) segments, dont huit sont visibles de l'extérieur. Ils ont chacun une partie dorsale (l'os dorsal) et une partie ventrale (l'os ventral), reliées par une membrane flexible latéralement ; décorées de soies et d'écailles de couleurs et d'arrangements variés (la sous-famille des anophèles n'a pas d'écailles). Le dernier segment abdominal, qui constitue les appendices génitaux (*genitalia*), a une morphologie très complexe, surtout chez les mâles (Rhodain & Perez, 1985).

### 1.3 .Nuisances

#### 1.3.1. Piqures

La piqure de femelles provoque des lésions érythémateuses circulaires dont le diamètre varie de quelques millimètres à 2 centimètres chez l'homme et l'animal. Il convient de noter que la morsure ne provoque pas de douleur immédiate en raison de l'anesthésie locale dans la salive. Les lésions provoquent souvent des réactions allergiques dues à la présence d'allergènes dans la salive, qui est injectée lors du repas de sang. (Muriel et Gabrielle, 2005).

## 2. L'intérêt médical de *Culiseta longiareolata*:

### 2.1. Les maladies vectorielles transmises par les moustiques

Les Culicidés ont un rôle majeur dans la transmission des maladies, il s'agit des microparasites (virus, parasites, bactéries).(Benyoub, 2007)

Les maladies à transmission vectorielle sont transmises l'agent pathogène d'un individu infecté à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode hématophage (insecte, tique –les tiques ne sont pas des insectes mais des arachnides).

*Culiseta longiareolata* est un vecteur de la brucellose, de la grippe aviaire et de l'encéphalite. Les femelles de *Cs. Longiareolata* piquent rarement et semblent être des insectes ornithophiles. L'infection peut affecter presque toutes les espèces d'oiseaux, sauvages ou

domestiques, et est considérée comme un vecteur de parasites sanguins aviaires (vecteurs *Plasmodium aviaires*) (Becker *et al.*, 2010). Elle est généralement asymptomatique chez les oiseaux sauvages mais peut devenir très contagieuse et entraîner une mortalité extrêmement élevée dans les élevages industriels de poulets et de dindes, d'où le nom de "peste aviaire" ou "poulet Ebola". Les virus de l'influenza aviaire infectent parfois d'autres espèces animales, comme les porcs et d'autres mammifères, y compris l'homme (Besbas & Hariken, 2018) ; cependant, On ne peut pas oublier leur rôle comme vecteurs de maladies parasitaires chez l'homme (Brunhes *et al.* 1999).

### **2.1.1. Le paludisme**

Le paludisme est la maladie parasitaire la plus répandue et la maladie à transmission vectorielle la plus meurtrière au monde, avec 2 milliards d'infections, 241 millions de cas et 627 000 décès en 2021. Selon l'Organisation mondiale de la santé, en 2020, la grande majorité de ces cas concernait l'Afrique subsaharienne (95%), suivie de l'Asie du Sud-est (2%) et enfin de la région de la Méditerranée orientale (2,4%).

Là où il y a le paludisme, il y a le *Plasmodium*. Il existe actuellement plus de 200 espèces de ces protozoaires parasites à travers le monde, et ils peuvent infecter une variété d'hôtes vertébrés. Actuellement, cinq espèces de *Plasmodium* infectent les humains : *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium knowlesi* et *Plasmodium falciparum*. Le parasite responsable de la plupart des décès humains (90% des cas) est *Plasmodium falciparum*. Une douzaine d'espèces de moustiques anophèles sont responsables de plus de 99 % de la transmission mondiale du paludisme

Depuis longtemps, des dizaines de vaccins pour stopper le développement du parasite du moustique sont en développement. Le vaccin RTS S/AS01E permet l'immunisation contre *Plasmodium falciparum* en utilisant la protéine recombinante antigénique du parasite et a été lancé en 2015, offrant des niveaux de protection modérés mais limitant l'impact clinique du paludisme dans les zones fortement infectées (Lecollinet *et al.*, 2022).

### **2.1.2. La filariose**

La filariose lymphatique est un important problème de santé publique dans les régions tropicales du monde. Selon l'Organisation mondiale de la santé, plus de 1,2 milliard de personnes vivaient dans des zones endémiques en 2014, dont 98 % en Afrique subsaharienne et en Asie du Sud-est.

Pour lutter contre la filariose, on note l'administration de microfilaricides : la diéthylcarbamazine (DEC), ou Notézine, et l'Ivermectine. L'Albendazole a des propriétés

macrofilaricides. Plus de 4,9 milliards de traitements ont été réalisés depuis 2000, à travers le Programme mondial d'élimination de la filariose lymphatique (GPELF), et le nombre de sujets parasités diminue d'année en année (Campillo, 2021).

### 2.1.3. La fièvre jaune

La fièvre jaune est principalement distribuée en Afrique et en Amérique du Sud, menaçant respectivement 32 et 15 pays et plus de 600 millions de personnes. Ses origines africaines remontent à environ 1500 ans. Dans les Amériques, les premières épidémies de fièvre jaune ont été observées au XVIIe siècle. L'une des dates les plus impressionnantes est 1802.

Cliniquement, la fièvre jaune débute par une fièvre, des douleurs musculaires, des maux de tête suivis par une rémission transitoire. Les symptômes peuvent alors évoluer vers des formes graves, avec survenue d'un syndrome hémorragique avec vomissement de sang et développement d'un ictère et de troubles rénaux. La mort survient dans 50 % à 80 % des cas de syndrome hémorragique.

Le vaccin 17D, seul vaccin commercialisé contre la fièvre jaune, est un vaccin vivant atténué modifié. La présence de ce vaccin très efficace a considérablement réduit le nombre de cas et de décès pourtant, environ 70 000 cas mortels sont encore recensés annuellement (Charles, 2015).

### 2.1.4. La dengue

La dengue est l'un des arbovirus les plus importants affectant la santé publique, et son incidence a augmenté de façon spectaculaire en 50 ans, environ 30 fois. Aujourd'hui, 390 millions de personnes sont infectées chaque année, dont 7 à 140 millions développeront des manifestations cliniques, et le nombre de décès pourrait atteindre 36 000. Les vecteurs connus du virus de la dengue sont des moustiques appartenant au genre *Aedes*, le plus souvent au sous-genre *Aedes*. A côté du vecteur principal *Ae. Aedes aegypti*

Les tableaux cliniques liés à la dengue sont variables : forme asymptomatique, forme classique (DF pour dengue fever) se manifestant après 5-8 jours d'incubation par une forte fièvre, des céphalées, des myalgies, qui peut aboutir au bout de 3-4 jours à une rémission transitoire suivie d'une immunité spécifique envers le sérotype viral en cause, et enfin dengue hémorragique (DHF pour dengue hémorragique Fever), se décrivant comme une infection aiguë fébrile, parfois accompagnée d'un syndrome de choc hypovolémique pouvant conduire au décès du malade.

À ce jour, seul un vaccin ciblant les quatre sérotypes du virus de la dengue est commercialisé : Dengvaxia est dérivé du vaccin vivant atténué de la fièvre jaune, de sorte

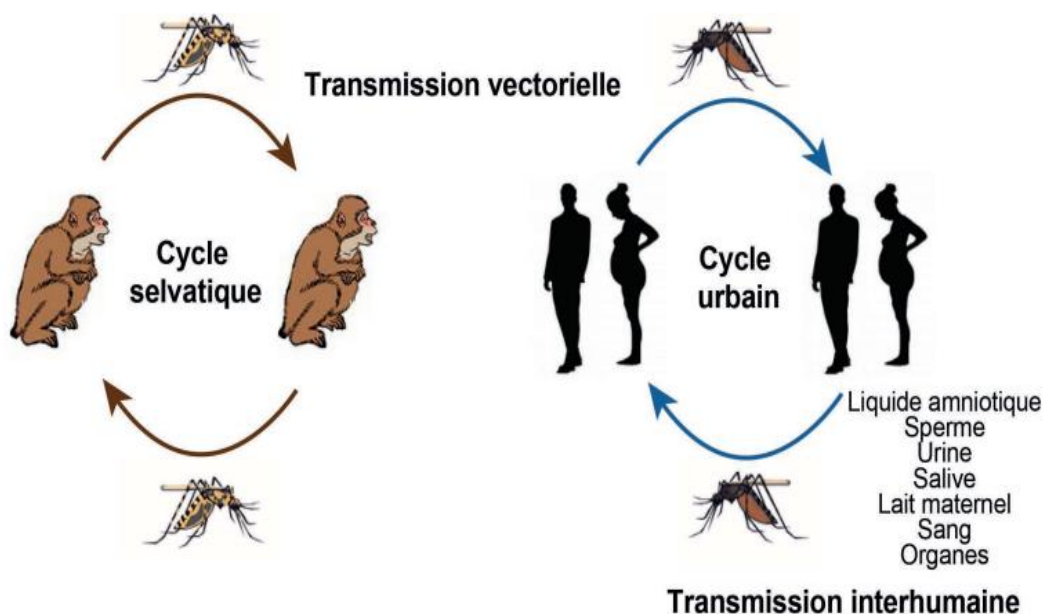
qu'il permet la production chez l'individu vacciné des protéines immunogènes (Failloux, & Lecollinet 2022)..

### 2.1.5. Zika

Le Zika est dû au virus Zika (ZIKV), qui est un flavivirus transmis par les moustiques du genre *Aedes*, dont *Ae. Aegypti* et *Ae. Albopictus*, tout comme les virus de la dengue ou du chikungunya. Le virus Zika a été isolé pour la première fois en 1947 d'un singe rhésus de la forêt Zika, en Ouganda. Il est décrit dans les régions tropicales d'Asie du Sud-Est, d'Afrique et du Pacifique.

Quatre-vingts pour cent des cas sont asymptomatiques. L'infection, quand elle est symptomatique, peut se caractériser par une fièvre, des éruptions maculo-papuleuses, des myalgies et des arthralgies. Toutes les manifestations disparaissent en une semaine au maximum.

Aucun vaccin ni traitement spécifique de Zika n'existe à ce jour. Le traitement est symptomatique, avec notamment la prise d'antalgiques pour traiter la douleur ou d'antipyrétiques pour traiter la fièvre (Nhan, & Musso, 2014).



**Figure 24 :** Les différents modes de transmission, vectorielle et non vectorielle : du Zika (d'après Boyer *et al.*, 2018)

Les cycles à transmission vectorielle comprennent un cycle selvatique et un cycle urbain. Le mode de transmission non vectorielle implique un transfert direct d'homme à homme par contact.

### **2.1.6. Chikungunya**

Le virus du chikungunya (CHIKV) a été isolé pour la première fois du sérum d'un patient infecté lors de l'épidémie de Tanzanie en 1952. Le nom de chikungunya dérive de la langue Makondé et signifie « qui se recourbe », faisant référence aux signes cliniques des patients infectés. Une transmission interhumaine assurée par des moustiques anthropophiles du genre *Aedes*. Le virus du chikungunya appartient à la famille des *Togaviridae* et au genre *Alphavirus*.

Après l'inoculation du virus par un moustique infecté, la durée d'incubation du virus du chikungunya chez l'homme est de 2 à 4 jours. Les principaux symptômes sont : fièvre, arthralgies et éruptions cutanées. D'autres symptômes tels que des troubles digestifs, des céphalées, des douleurs rétro-orbitales, une photophobie, des myalgies, des nausées et une asthénie peuvent également être associés à l'infection. Les formes graves de la maladie, touchant surtout des sujets immunodéprimés, ont été exceptionnellement décrites lors de l'épidémie de la Réunion. Actuellement, il n'existe aucune molécule antivirale efficace contre le virus du chikungunya. Le traitement contre la maladie reste, à ce jour, symptomatique, avec l'utilisation d'analgésiques et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens. Différents vaccins sont encore en cours de développement : vaccins atténués, vaccins viraux recombinants (adénovirus, morbillivirus de la rougeole), vaccins chimériques contenant les gènes des protéines structurales du virus du chikungunya insérées dans le génome d'un autre Alpha virus, vaccins à ADN, à ARNm (Failloux, & Lecollinet, 2022).

### **2.1.7. Fièvre West Nile**

Le virus West Nile (WNV), ou virus du Nil occidental, a été isolé pour la première fois en 1937 dans le district West Nile en Ouganda. Aujourd'hui, le virus est présent sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique, ce qui en fait le plus répandu dans le monde. L'infection chez l'homme est souvent asymptomatique. La période d'incubation chez l'homme varie entre 2 et 14 jours. Les symptômes peuvent être de la fièvre, des céphalées, des myalgies, des arthralgies, de l'asthénie, une éruption cutanée, une pharyngite, des manifestations digestives (nausées, vomissements, diarrhée, douleurs abdominales). Près de 1 % des personnes développant des signes cliniques évoluent vers des formes neuro-invasives graves avec des troubles neurologiques de types méningites, encéphalites ou paralysies flasques aiguës. Chez les équidés, l'infection varie d'un simple syndrome pseudo-grippal à une méningo-encéphalite mortelle.

Le traitement des infections est principalement symptomatique et aucun traitement spécifique n'est actuellement disponible. Il n'existe pas de vaccin humain. Par contre, plusieurs types de vaccins, inactivé, ADN, vaccin chimérique reconstitué à partir du vaccin de la fièvre jaune et vaccin canarypoxvirus recombinant, sont disponibles en Amérique et/ou en Europe pour prévenir l'infection chez le cheval (Berchi, & Aouati, 2017).

#### **2.1.8. La fièvre de la vallée du Rift**

Le virus de la fièvre de la vallée du Rift (RVFV) a été isolé en 1930 lors d'une épizootie au Kenya. Il affecte principalement les ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins, buffles) et provoque de fortes mortalités chez les jeunes animaux. L'homme n'est infecté qu'occasionnellement. Ce n'est qu'en 1975, à l'occasion d'une épizootie-épidémie de fièvre de la vallée du Rift en Afrique du Sud, que des symptômes de fièvre hémorragique et d'encéphalite sont décrits chez l'homme.

Chez l'homme, le virus se réplique dans le foie, la rate et souvent le cerveau. Suite à une période d'incubation de 3 à 7 jours, l'homme développe une forme bénigne pseudo-grippale avec fièvre, céphalées, myalgies et nausées ; 3 % à 20 % des personnes infectées développent des complications : une atteinte oculaire, une méningo-encéphalite ou une hépatite associée à un syndrome hémorragique. Il n'existe aucun traitement spécifique contre ce virus. Alors qu'aucun vaccin n'est encore commercialisé chez l'homme, plusieurs vaccins ont été développés chez l'animal (Pépin. 2011).

### **3. Les insecticides**

Les insecticides sont des biocides destinés à détruire les insectes : largement utilisés en agriculture pour éliminer les ravageurs et en santé communautaire (lutte anti vectorielle), ils sont également présents dans l'environnement domestique sous forme de spécialités contre les poux, de médicaments vétérinaires, d'insecticides ménagers, de produits de jardinage ou encore de xyloprotecteurs. Les insecticides sont – et de loin – la famille de produits phytosanitaires la plus souvent responsable d'effets sur la santé. . Les insecticides ont aussi d'importantes applications en santé publique : depuis les années 1950, ils participent largement à la prévention des nombreuses maladies transmises par les insectes dans les pays tropicaux (paludisme, fièvre jaune, trypanosomiasis, filarioses, dengue, maladie de Chagas, etc.)

**Tableau 3:** Développement des insecticides durant le XXème siècle  
(D'après El Mrabet, 2008)

LE DEVELOPEMENT	LES INSECTICIDES
Avant 1900	Nicotine
1900 _ 1920	Sels d'arsenic
1920 _ 1940	
1940 _ 1950	Les organochlorés, Les organophosphorés
1950 _ 1960	Carbamates
1960 _ 1970	
1970 _ 1980	Les Pyréthrinoïdes
1980 _ 1990	
1990 _ 2000	

### 3.1. Les insecticides les plus utilisés dans le monde

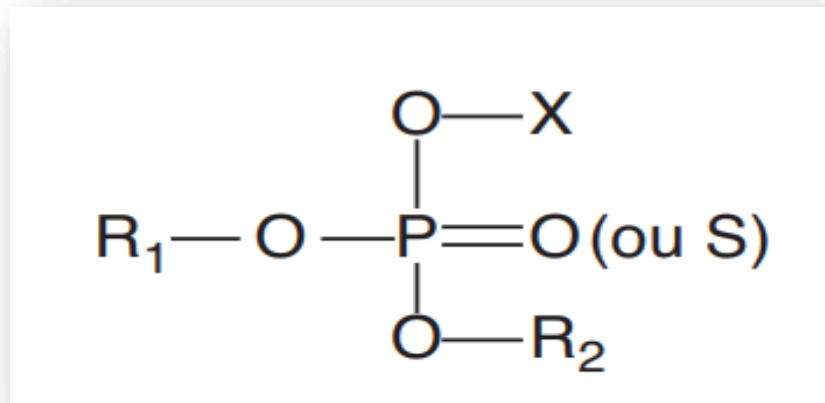
Les organochlorés (6%), organophosphorés (43%), carbamates (32%) et pyrethroides (6%) représentent la majorité des insecticides organiques utilisés actuellement (CPP, MEDD, 2002).

#### 3.1.1. Les organophosphorés

Les insecticides organophosphorés (OP) sont des amides ou des esters des acides phosphoriques, phosphonique, thiophosphorique, dont la structure générale est schématisée dans la (Figure 25). Le tétraéthyl-pyrophosphate, premier OP synthétisé en Allemagne dans les années 1930, s'est rapidement avéré trop toxique pour les mammifères et trop instable pour une utilisation phytosanitaire à grande échelle. Les intoxications mortelles par les OP sont encore évaluées à plus de 100 000 par an dans le monde, L'apparition d'une résistance des vecteurs aux organophosphorées a conduit à leur substitution progressive, du moins dans les pays développés, par des carbamates et organochlorés et surtout par les Pyréthrinoïdes de synthèse. Toutefois, ces produits sont plus coûteux, généralement toxiques pour l'homme, et ils ont fréquemment un effet rémanent plus court que celui des organochlorés utilisés en santé publique. En France, les évolutions réglementaires évoquées ci-dessus ont fait passer le nombre d'OP autorisés en agriculture de près de 50 en 1999 à 20 en 2005 ; Parmi quelques centaines de composés organophosphorés, le malathion est l'insecticide le plus utilisé dans les programmes de lutte antipaludique ; le parathion, un des OP les plus toxiques, est interdit depuis 2003.

La pénétration dans l'organisme des OP est possible par toutes les voies : digestive, respiratoire, conjonctivale et percutanée .Chez l'insecte comme chez l'homme. Les

organophosphorés provoquent chez le moustique une excitabilité suivie de tremblement des extrémités et une paralysie entraînant la mort (Callek *et al.*, 1985). Les OPs sont des insecticides qui agissent sur le système nerveux ils inhibent la synthèse de l'acétylcholinestérase l'AChE, (enzyme assurant l'hydrolyse de l'acétylcholine (ACh), neurotransmetteur du système nerveux central, et d'une partie du système sympathique), qui est bloquée sous une forme inactive, empêchant la transmission de l'influx nerveux chez les insectes entraînant ainsi leur mort (Floesser, 2001)



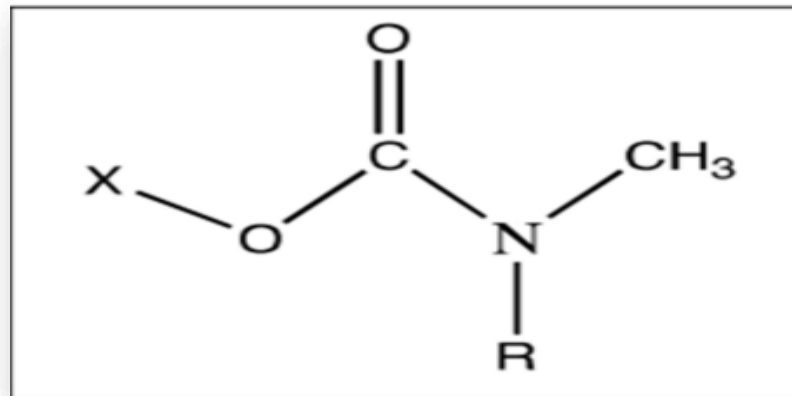
**Figure 25** : Structure chimique générale des organophosphorés. R1 et R2 = radicaux alkyles. X = substituant - très grande variété de structure - sur lequel va porter l'hydrolyse : halogène, carboxylate, phénoxy, etc.

### 3.1.2. Les carbamates

Les carbamates agissent sur un très grand nombre d'insectes, pucerons et acariens, ainsi que sur les nématodes. Mis au point au cours des années 1950, Du point de vue chimique, il s'agit d'esters de l'acide méthylcarbamique de formule générale : R-O-CO-NH-CH<sub>3</sub>

Le groupe des carbamates est composé d'un grand nombre de molécules, parmi lesquelles les plus connues et les plus utilisées en santé publique sont le propoxur, le carbonyl, le bendiocarb et le carbosulfan. Le propoxur par exemple, est très efficace contre les insectes domestiques, C'est un bon insecticide en traitement spatial extérieur contre les anophèles. Il est disponible sous forme de poudre mouillable et de concentré pour émulsion.ils partagent le mode, Tout comme les organophosphorés, les carbamates sont des inhibiteurs des différentes cholinestérases de l'organisme : l'AChE, la BuChE, et les cholinestérases (Callek *et al.*, 1985 Les carbamates ne sont pas génotoxiques ni reprotoxiques expérimentalement.

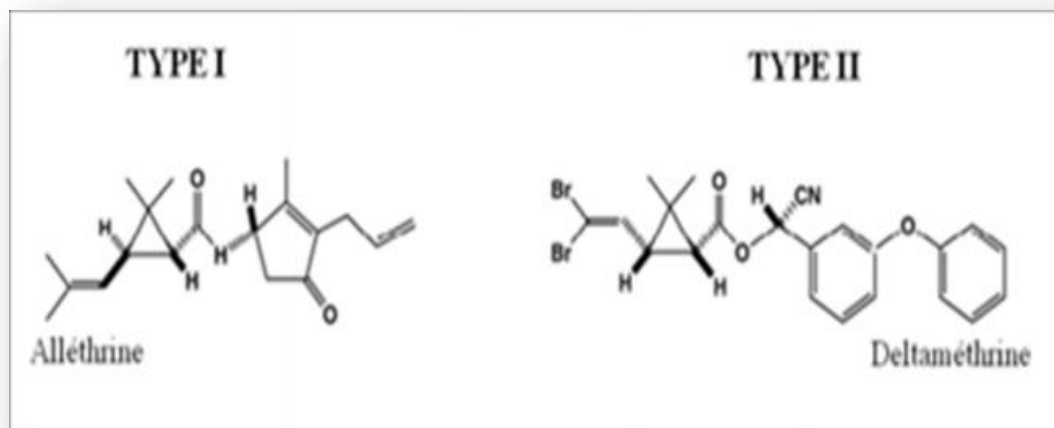




**Figure 26 :** Structure générale d'un carbamate (Ecobichon, 2001).

### 3.1.3. Les Pyréthrinoïdes

C'est un insecticide chimique de synthèse. Leur structure chimique correspond à celle des pyréthrines. Ce sont des insecticides végétaux naturels produits par les chrysanthèmes (*chrysanthemum cinerariaefolium* et *chrysanthemum cineum* : espèces principalement présentes en Afrique et en Australie). Ce sont des dérivés de la molécule de pyréthrine, présente dans les fleurs de pyrèthre, dont l'activité insecticide est connue depuis l'époque perse. Les molécules synthétiques telles que la perméthrine, la cyperméthrine et la deltaméthrine sont des inhibiteurs des estérases et des canaux sodiques dans les membranes des neurones des insectes. Ces insecticides sont très efficaces (Frery *et al.*, 2013), peu résistants et moins stables dans l'environnement (Aligon *et al.*, 2010).



**Figure 27:** Les insecticides de la classe des pyréthrinoïdes (Endris *et al.*, 2000).

### 3.1.4. Les organochlorés

Les organochlorés (OC) sont des pesticides qui contiennent des atomes de carbone, d'hydrogène et de chlore. Ce sont les insecticides les plus anciens, même si seules quelques substances actives sont encore homologuées (Alain *et al.*, 2004). Il s'agit notamment de :

- Dérivés de biphényle, dont le DDT (DDT a été le premier insecticide développé au début de la seconde guerre mondiale a été accordé en 1942 mais sa production n'a débuté qu'en 1944), le dicofol, le rhodane, le chlorfenuron, le méthoxychlore.
- Cyclo-diènes, tels que l'aldrine et la dieldrine en 1949, l'endrine et l'heptachlore en 1952 et l'endosulfan en 1960. Sont couramment utilisés pour la santé et la protection des cultures, en particulier pour lutter contre les ravageurs du sol (Hildebrant, 2008).
- l'hexachlorure de cyclohexane aussi appelé HCH et son isomère (lindane) est un insecticide polyvalent très utile. (Kumar, 1991).

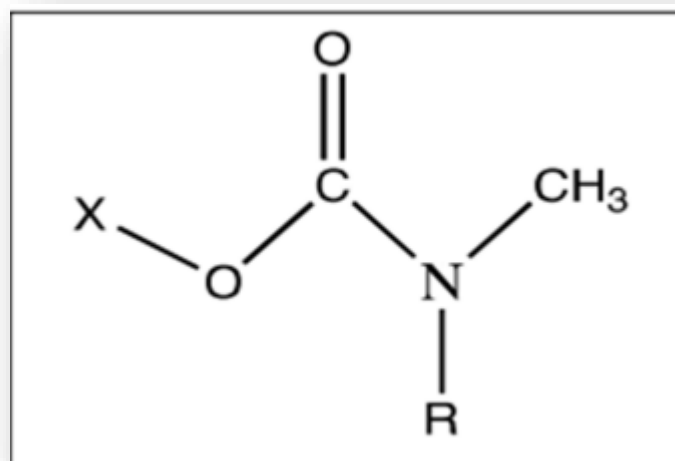


Figure 28: Structure chimique d'un organochloré (Porta et *al.*, 2002).

## 3.2. Les insecticides commercialisés et utilisés en Algérie

### 3.2.1. Le Malathion

Ce composé appartient au groupe chimique des organophosphorés qui inhibent l'acétylcholinestérase, (Aldridg, 1950). Il est le plus utilisé dans la lutte contre les moustiques. Le malathion est le moins cher de tous les organophosphorés et ne présente que peu de danger pour l'homme s'il est appliqué suivant les recommandations de l'OMS. Le malathion possède d'avantage de se dégrader rapidement dans l'environnement, ce qui limite dans le temps son impact sur l'environnement.

### 3.2.2. La deltaméthrine

Cet insecticide appartenant à la famille chimique des Pyréthriinoïdes agit en perturbant la cinétique d'activation et de désactivation des canaux sodiques, provoquant la paralysie puis la mort de l'insecte (Lund & Narahachi, 1983). La deltaméthrine est recommandée depuis plus de 20 ans pour contrôler les stades adultes des moustiques. Comme pour la perméthrine (Darreit et *al.*, 1984), la deltaméthrine a été l'un des premiers pyréthroïdes évalués en

imprégnation de moustiquaire (Ranque et *al.*, 1984). L'effet stimulant-répulsif de ce composé a permis de limiter significativement les contacts entre l'homme et les moustiques, notamment pour *Anophèles gambiae*, principal vecteur du paludisme en Afrique. Aujourd'hui, la deltaméthrine est l'insecticide imprégné de moustiquaire le plus utilisé car il est très efficace contre les moustiques à très faible dose (25 mg/m<sup>2</sup>).

### **3.2.3. DDT (Dichloro-diphényl- trichloroéthane)**

Le DDT appartient à la famille des organochlorés et agit sur les systèmes nerveux central et périphérique en modifiant la cinétique d'inactivation des canaux sodiques, il est d'action rapide (knockdown) et irritant (Toure, 1979). Le DDT a été et demeure le pilier de la prévention du paludisme dans certains pays (OMS, 1995). Corrélée négativement à la température, plus la température ambiante est basse, plus le produit est toxique (Carpenter et *al.*, 2004)

### **3.2.4. Le bendiocarbe**

Le bendiocarbe est une substance active, qui entre dans la composition des préparations phytopharmaceutiques, présentant un effet insecticide. Il appartient à la famille chimique des carbamates. Le bendiocarbe a été inventé en 1971 par Fisons Ltd auparavant et mise en marché sous forme de poudre mouillable. Aujourd'hui il est distribué par diverses firmes : Bayer, CropScience et Kuo Ching sous plusieurs noms : Ficam, Dycarb, Turcam, Tattoo, Seedox, Niomil, Garvox.

## **3.3. Effet des insecticides sur la santé**

En général, l'Homme absorbe les pesticides et leurs produits dérivés via la nourriture, l'eau, l'air respiré ou par contact avec la peau (Scheyer, 2004). Les agriculteurs et les ouvriers qui préparent les mélanges et réalisent les traitements ont plus de risque que le reste de la population d'être atteints par contact de la peau ou par inhalation. Chez les agriculteurs, une espérance de vie plutôt supérieure à la moyenne du fait d'une sous mortalité par maladies cardiovasculaires et par cancers en général (Viel et *al.*, 1998).

La toxicité chez l'Homme se manifeste par deux modalités :

**Toxicité aiguë** : La toxicité aiguë de ces pesticides résulte d'une mauvaise utilisation, d'une application accidentelle du pesticide ou d'un empoisonnement volontaire et est généralement grave. Les insecticides organophosphorés et les carbamates sont les cas les plus courants d'empoisonnement aux pesticides. L'exposition se fait principalement par voie cutanée et respiratoire, et la voie d'exposition orale de la population générale due à l'ingestion accidentelle ou intentionnelle d'insecticides est plus préoccupante. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), il y a 1 million d'incidents graves d'empoisonnement aux

pesticides dans le monde chaque année, entraînant environ 220 000 décès par an (Cherin et al., 2012).

**La toxicité chronique** : Les effets chroniques des produits phytopharmaceutiques concernent des pathologies variées et les effets surviennent, pour la plupart, plusieurs années après l'exposition. Parmi ces pathologies chroniques il y a la Cancérogenèse (Capkin et al., 2006), effet sur la reproduction (Baldi et al, 2013)., les perturbation du système endocrinien (Pelletier et al.,2004), effet sur le système immunitaire (Cuppen et al.,2000) et effet neurologique (Cocco et al., 1999).

### **3.4. Effets sur l'environnement**

Depuis près de cinquante ans, les pesticides ont été mis en évidence dans tous les milieux : dans les eaux des rivières et des nappes phréatiques, dans l'air, dans les eaux de pluie et dans les sols. A cet effet, les pesticides présents dans l'environnement peuvent avoir des impacts sur la santé humaine, ils en ont aussi sur les écosystèmes (Pflieger, 2009).

### **3.5. Effets sur la biodiversité**

Les insecticides à large spectre comme les carbamates, les organophosphorés et les Pyréthriinoïdes peuvent provoquer le déclin de population d'insectes bénéfiques tels que les abeilles, les araignées et les coléoptères. Beaucoup de ces espèces jouent un rôle important dans le réseau alimentaire ou comme ennemis naturels des insectes nuisibles (Arbach, 2012).

### **3.6. Résistances aux insecticides**

Autrefois, les populations d'insectes résistants aux insecticides étaient contrôlées en augmentant l'utilisation des produits ou en utilisant de nouveaux ingrédients actifs. Les deux stratégies sont maintenant terminées. L'utilisation croissante de pesticides est une menace environnementale et coûte très cher ; de plus, la découverte et le développement de nouveaux pesticides ont considérablement diminué. Par conséquent, il existe peu d'alternatives pour lutter contre les insectes résistants aux insecticides, qu'ils soient organophosphorés, carbamates ou pyréthroïdes. Toutes ces considérations conduisent à des mesures urgentes basées sur le développement de stratégies appropriées d'utilisation des pesticides. Des données intrinsèques sur les insecticides.

On distingue trois types de mécanisme de résistance qui se traduisent par des modifications comportementales, physiologiques et biochimiques (Bentounsi, et al., 2020) :

### **3.6.1. La résistance comportementale**

S'observe au niveau de l'insecte qui présente un comportement différent, empêchant le toxique d'agir (Megbemado, & Chougourou 2017).

### **3.6.2. La résistance physiologique**

S'exprime au niveau des tissus et organes ; elle est caractérisée par une diminution de la pénétration ou par une augmentation de l'excrétion des insecticides (Lassoued, 2019).

### **3.6.3. La résistance biochimique**

Se situe au niveau cellulaire ; elle consiste d'une part, en une augmentation de l'activité enzymatique des systèmes de détoxification et d'autre part, en une diminution de l'affinité des sites d'action vis-à-vis des insecticides.

Ces mécanismes sont très divers, bien que tous aient pour résultat ultime de diminuer l'action toxique de l'insecticide considéré (PCR) (Francis et al., 1998).

## **4. Les moyens de lutte contre les moustiques**

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure dans la lutte contre les infestations d'insectes suceurs de sang; ils ont donc classé un certain nombre de méthodes de lutte anti vectorielle différentes (Bawin *et al.*, 2015)

### **4.1. La lutte chimique**

La lutte chimique implique l'utilisation de produits chimiques synthétiques pour contrôler les larves et les adultes de moustiques. Les ingrédients utilisés à l'origine pour lutter contre les ravageurs étaient des insecticides de première génération relativement simples. Ces insecticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée vis-à-vis des organismes non ciblés et surtout leur persistance dans l'environnement voire leur lente décomposition ; ont suivi les composés dits de synthèse de seconde génération. (Philogène, 1991).

### **4.2. La lutte physique**

La lutte physique ou « environnementale » regroupe toutes les actions menées sur l'environnement pour le rendre hostile au développement des moustiques. Elle consiste notamment à éliminer les gîtes larvaires de l'espèce cible par drainage, comblement ou recouvrement, ou par modification des conditions physico-chimiques ou microbiologiques de l'eau. (Lecollinet *et al.*,)

### **4.3. La lutte biologique**

La lutte biologique peut être définie comme « la réduction d'une population par l'utilisation de compétiteurs, prédateurs, parasites, pathogènes ou de toxines dérivées de ceux-ci » (Woodring et Davidson, 1996). Il s'agit ainsi de maintenir une population sous un seuil

acceptable en termes de nuisance et de risque épidémique (dans le cas de la lutte antivectorielle) par l'intermédiaire d'un organisme (dit auxiliaire) ou de substances d'origine naturelle tout en évitant des effets délétères à l'écosystème. Ce concept est ancien : il remonterait à l'Égypte antique lors de la domestication du chat pour protéger les denrées alimentaires des rongeurs. L'appellation de « lutte biologique » en tant que telle ne fût néanmoins employée pour la première fois qu'au début du 20<sup>e</sup> siècle (Regnault, 2005).

#### **4.4. La lutte génétique**

Il s'agit de manipuler la génétique des moustiques pour obtenir des individus génétiquement modifiés, stériles ou résistants aux parasites qu'ils transmettent normalement. Selon deux stratégies. Elle implique le lâcher de mâles stériles (les femelles hématophages ne sont pas fécondées) et la manipulation génétique des femelles (insertion de fragments d'ADN) pour rendre les moustiques inaptes à la transmission de la maladie (Alphey *et al.* 2002).

#### **4.5. La lutte microbiologique**

La plupart des micro-organismes ont une gamme d'hôtes étroite pour leur mode d'action spécifique, ce qui permet de limiter l'impact sur les organismes non cibles : c'est leur avantage commun. Le choix de l'agent de contrôle microbien dépend de l'espèce d'insecte cible et va au-delà des possibilités de conditionnement et d'application de l'agent lui-même. Il existe différentes stratégies d'application de ces micro-organismes (Regnault, 2005). Il peut s'agir de favoriser des micro-organismes déjà présents dans l'environnement de l'insecte cible (augmentation), ou de les y introduire et de les acclimater durablement (inoculation). Mais montre plus précisément l'application de micro-organismes sous forme de biopesticides (anthelminthiques) pour un contrôle rapide des populations d'insectes.

#### **4.6. Lutte anti-larvaire par les HE**

Comme son nom l'indique, le larvicide vise à détruire les moustiques au stade larvaire grâce à l'utilisation d'huiles essentielles ; cette méthode réduit le nombre maximal de moustiques immatures avec la quantité minimale d'insecticide, où l'HE détruit la fécondité et la fertilité des moustiques femelles en réduisant l'éclosion et le frai. De plus, le passage du stade larvaire au stade adulte est un point clé pour établir la densité de population de moustiques capables de véhiculer des agents pathogènes dans une zone spécifique. Cette transformation peut être interrompue ou empêchée par l'application de produits à base d'HE qui modifient les processus physiologiques impliqués dans la métamorphose conduisant à la stérilité, la difformité et la mort. (Benelli et Melhorn, 2018).

## Chapitre II : Présentation botanique



## II. Présentation botanique

### 1- Présentation de la famille des Rutacées

#### 1.1 .Généralité

Les *Rutaceae* (Rutacées) forment une famille de plantes appartenant à l'ordre des Sapindales (Watson et Dallwitz, 1992), elle comprend 1600 espèces réparties en 160 genres.

Cette famille est plus ou moins cosmopolite, avec une forte concentration dans la zone intertropicale et dans les régions tempérées de l'hémisphère Sud, notamment, l'Australie et l'Afrique du Sud (Alloun, 2013). Pratiquement 25 genres et plus de 80 espèces de cette famille ont été jusqu'ici rapportés d'Inde (Sharma, 1993).

Les *Rutacées* sont des plantes dicotylédones, ce sont des arbres, des arbustes ou des herbes rares des régions tempérées à tropicales qui sont producteurs d'huiles essentielles aromatique. (Engonga, 2009).

Les *Rutacées* sont caractérisées par des poches sécrétoires d'un type qu'on ne retrouve dans aucune autre famille dite schizolysigènes (Ozenda, 2000). Ces poches, qui prennent naissance dans l'épiderme, sont toujours en surface et libèrent leur contenu, une huile essentielle, à la moindre pression. De nombreuses plantes Rutacées sont utilisées dans les industries pharmaceutiques et alimentaires, comme diverses plantes du genre *Citrus*. Leurs flavonoïdes sont principalement utilisés pour améliorer l'insuffisance lymphatique veineuse et leurs huiles essentielles sont utilisées en parfumerie (Goskowicy *et al.* ; 1994).

Les *Rutacées* sont riches en alcaloïdes (Ulubelen, 1985), en triterpènes (Gray, 1983), en coumarines (Gonzalez., Rodrigue., 1971), en lignanes et en huiles essentielles, notamment chez *R. chalepensis* (*R. angustifolia*) et *R. graveolens* (Petit-Play *et al.* , 1984)

#### 1.2. Position systématique des Rutacées

Règne	Végétale
S/Embranchement	Angiosperm
Classe	Dicotylédone
S/classe	Dialypétales Rutales
Ordre	



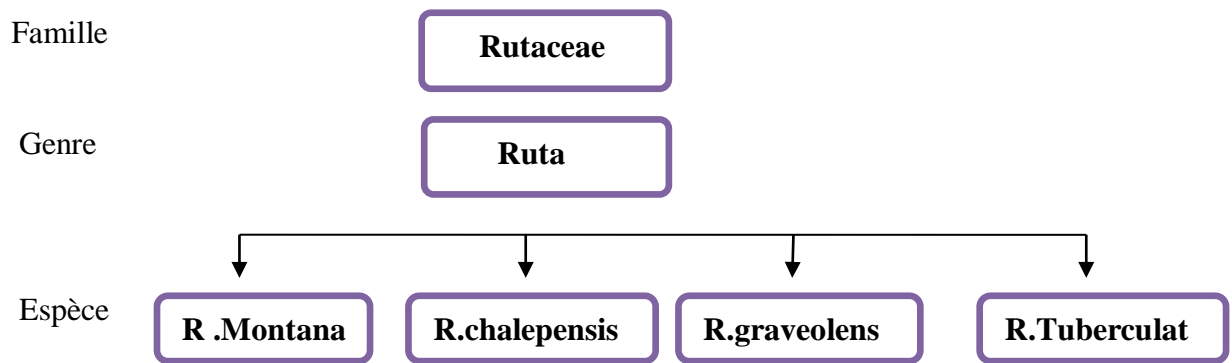


Figure 29: Systématique des Rutacées

### 1.3 Le genre *Ruta*

#### 1.3.1. Nomenclature de la plante

En français : Rue

En allemand : Raute

En italien : Ruta

En anglais : Rue (Bonnier, 1999).

En espagnol : Ruda (Duke *et al.*, 2008).

Le genre *Ruta* appartient à la famille des *Rutaceae*. Ce genre a été découvert par C.von Linné. Le *Ruta* est aussi connu par son nom français rue ou grec «rhyté» dont la signification fait allusion à ses vertus emménagogues (Doerper, 2008).

Le genre *Ruta* possède :

- Un aspect chimique, en raison de la présence, dans ce groupe, de nombreux alcaloïdes (Weterma, Grundon, 1983).
- Un aspect thérapeutique : en raison de l'utilisation des différentes espèces en médecine traditionnelle (Afrique, Asie et Amérique du Sud). (Rodolphe *et al* 2000).

Ce genre comprend 8 espèces d'arbustes, sous-arbres et plantes vivaces, avec des échelles ou du bois long, Il existe plusieurs espèces à *reta*, parmi lesquelles on note :

- ✓ *Ruta graveolens* : rue officinale, rue domestique, rue des jardins, herbe de grâce.
- ✓ *Ruta chalpensis*: rue d'Alep.
- ✓ *Ruta bracteosa* rue d'hiver.
- ✓ *Ruta Montana* : rue des montagnes.
- ✓ *Ruta latifolia* : (Alloun, 2013).

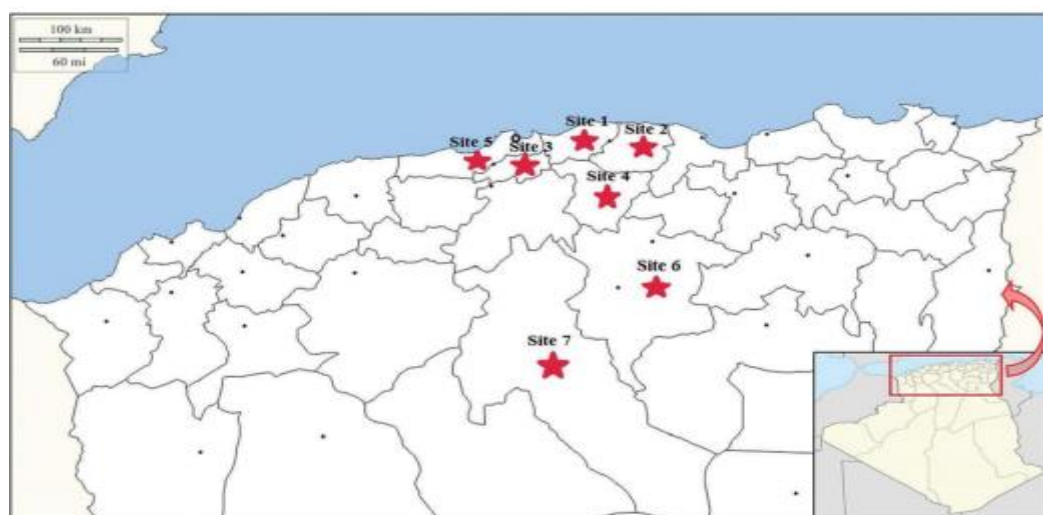
En Algérie. Il existe 4 espèces du genre *Ruta*, ces espèces diffèrent entre elles par l'allure des feuilles, de la grappe fructifère, des bractées et des sépales. (Bossard et Cuisance, 1981).

Notamment : *Ruta Montana*, *Ruta angustifolia* (*R. graveolens*), *Ruta chalpensis* et *Ruta latifolia*. (Attou, 2011).

#### 1.4. Distribution géographique et habitat

La rue est une plante originaire du sud-est de l'Europe. Largement répandue dans le monde, elle est largement cultivée dans le monde pour ses propriétés ornementales et médicinales, et dans les jardins pour ses qualités décoratives colorées et variées (Bezanger *et al.*, 1986). Il a été introduit en Angleterre, en Espagne, en Italie et en Yougoslavie. L'Espagne est le principal producteur d'huile essentielle de rue. Il a été introduit dans la médecine chinoise il y a près de deux siècles et est bien connu (Rubin, 1988).

La rue pousse naturellement sur les rochers, les endroits secs, les anciens murs, les collines sèches et elle est riche en sols calcaires et exposée au soleil dans certaines régions méditerranéennes (Doerper, 2008), mais la rue sauvage pousse dans les endroits durs, rocheux et montagneux de tous les pays chauds (Lemery, 1732).



**Figure30** : Site de répartition du *Ruta Montana* en Algérie (Djallabi & Sedairia, 2020).

#### 1.5. Composition chimique

De nombreux travaux ont été réalisés sur le genre *R*, aboutissant à l'identification de la structure d'un nombre considérable de métabolites secondaires, appartenant à des séries chimiques extrêmement variées. En effet, pratiquement tous les types de composés caractéristiques de la famille des *Rutaceae* ont pu être mis en évidence dans le genre *Ruta L*, à l'exception notable des substances amères de type tétranotriterpénoïde. La diversité des voies du métabolisme secondaire des *Rutaceae* se reflète donc dans la chimie des espèces du genre

R. A partir desquelles ont été isolés notamment des huiles essentielles (EH), des alcaloïdes, des amides, des coumarines, des lignanes, des flavonoïdes et des triterpénoïdes.

## 2\_ Présentation de l'espèce *Ruta graveolens*

### 2.1. Dénomination

Nom français : Rue-puante, Rue fétide, Rue des jardins, Herbe à la belle-fille, Rue des murailles

Nom latin : *Ruta graveolens*. Rue officinale (Bonnier, 1999)

Nom populaire : Fidjien (Abdelbasset et Abd tawab, 2008).

Arabe: السذاب الاذفر



Figure 31 : *Ruta graveolens*

### 2.2. Description botanique de *Ruta graveolens*

Graveolens vient du latin « gravis » qui signifie fort et du verbe « olere » qui veut dire sentir, donc odeur forte et désagréable (Doerper, 2008).

*Ruta graveolens* L. communément connu sous le nom de Rue est une plante herbacée vivace, à l'origine originaire de la région méditerranéenne. Il est maintenant cultivé dans de nombreuses régions du monde (Miguel, 2003). Il appartient à Famille des Rutacées dans l'ordre des Sapindales.

R. *graveolens* est un petit sous-arbuste à feuilles persistantes ou une plante vivace semi ligneuse 0,6 à 0,9 m de haut et presque aussi large. Les tiges deviennent boisé près de la base, mais reste herbacé plus près du conseil (Figure 32).

Les feuilles de 7,6 à 12,7 cm de long sont disséqué penné en oblong ou en forme de cuillère segments. Ils sont une peu charnue et généralement couverte d'une pruine poudreuse (Figure 33). Le vert de la mer le feuillage a une odeur forte, piquante, plutôt désagréable lorsqu'il est meurtri. Les grappes paniculées de petits jaunes les fleurs apparaissent au milieu de l'été, tenues bien au-dessus du feuillage et couvrant souvent la majeure partie de la plante. Chaque

fleur représente environ 1,3 cm de diamètre avec quatre pétales concaves entaillés (Figure 34) (Zargari, 1988).

En Algérie, *Ruta graveolens* est largement distribuée à travers tout le nord du pays (Tlemcen, Annaba, Tébessa, Oran, Setif...), elle est connue sous le nom de ..... El fidjel / الفيجل



**Figure 32 :** *Ruta graveolens* (Rue).



**Figure 33:** les feuilles du *R. graveolens*.

**Figure 34:** fleur du *R. graveolens*.

### 2.3. Position systématique de la plante (*Ruta graveolens*)

**Tableau 4 :** La position systématique de la plante *Ruta graveolens* (Bonnier, 1999).

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Super division</b>	Spermatophyta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Sous division</b>	Angiospermae
<b>Classe</b>	Magnoliopsida

<b>Sous-classe</b>	Rosidae
<b>Super-ordre</b>	Rutanae
<b>Ordre</b>	Sapindales
<b>Famille</b>	Rutaceae
<b>Genre</b>	Ruta
<b>Espèce</b>	Ruta graveolens (Takhtajan, 2009)



### 3. Présentation de l'espèce *Ruta montana*

#### 3.1. Dénomination

Nom français : Rue de montagne.

Nom latin : Ruta Montana.

Nom populaire : Fidjl el djbel

En anglais : mountain rue.

En arabe : fidjel, fidjel el jabel ou fidjela (Hazzit *et al.*, 2015).

En berbère : Awernii (Daoudi *et al.*, 2016).

#### 3.2. Description botanique

*Ruta montana* (*Rutaceae*) est une plante aromatique médicinale méditerranéenne semi arbustive, de 30 à 60 cm de hauteur (Benkiki, 2006). Très ramifiée et ligneuse à la base (Allouni, 2018). Pousse à l'état spontané dans les rocailles et les pâturages du Tell.

C'est une espèce commune dans les zones montagneuses jusque sur l'Atlas saharien. Elle est connue sous le nom vernaculaire « Fidjel el djebeli », appartient à les espèces de Rutacées qui attiré beaucoup d'attention en raison de leurs activités biologiques.

##### La Partie souterraine

-Racines : Blanches, fibreuses et à nombreuses radicules.

##### La partie aérienne

-Tiges : Droites, cylindriques, très rameuses, glabres et glauques de 2 à 5 pieds de hauteurs. (figure37).

-Feuilles : Pétiolées, alternes, éparses, composées, d'un vert glauque, à folioles ovales obtuses, épaisses, légèrement dentées sur les bords ou entières.

- Le fruit: une capsule globuleuse portée par un pédoncule court, ne dépasse pas 4 mm et se termine par 4 ou 5 lobes arrondis, apparents, libérant à maturité de petites graines noirâtres (Hammiche *et al.*, 2013). (Figure 36).

-Fleurs : Jaunes, à cinq pétales concaves qui renferment dix étamines bien plus longues que les pétales et terminées par des anthères presque ronds, pédonculées en corymbe terminal (Miller, 1785 ; Villars, 1789). (Figure 38).

- Semences : Réniformes, à embryon renfermé dans un albumen charnu (Thielens, 1862).

-Odeur : nauséabonde et saveur chaude et amère.



**Figure 35 :** *Ruta Montana* (Choucha et al., 2017)



**Figure 36 :** La flore de *Ruta Montana* (Allouni, 2018)



**Figure 37:** Tige de *Ruta Montana L*



**Figure 38 :** Fleur de *Ruta Montana*

(Photos prises par Najem en mai 2017 dans la région d'Azrou)

### 3.3. Position systématique de *Ruta Montana*

**Tableau 5 :** La position systématique de la plante Montana (Bahar et Bendjlidjel, 2019)

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta (plantes vasculaires)
<b>Super division</b>	Spermatophyta (plantes à graine)
<b>Division</b>	Magnoliophyta (plantes à fleurs)
<b>Sous division</b>	Angiospermae
<b>Classe</b>	Magnoliopsida (dicotylédons)
<b>Sous-classe</b>	Rosidae
<b>Super-ordre</b>	Rutanae
<b>Ordre</b>	Sapindales
<b>Famille</b>	Rutaceae
<b>Genre</b>	Ruta
<b>Espèce</b>	Ruta montana (Bonnier, 1999)



### 4. Intérêt thérapeutique de *Ruta*

La *Ruta* est une plante très importante pour les pays du monde entier, tant comme potagère que comme plante médicinale, et en tant que plante entière, on peut trouver ses feuilles dans tous les souks du pays, des branches, des fleurs, des racines et aussi ses fruits secs.

#### 4.1. Utilisation du genre *Ruta* en médecine traditionnelle

Les plantes de genre *Ruta* sont utilisées pour favoriser la menstruation ; comme contraceptif, antihypertenseur, pour traiter l'hystérie, pour soulager les symptômes de la Hangover contre les maux d'oreille et des maux de tête, comme antiseptique cutané et comme répulsif contre les moustiques, et comme onguent topique pour les rhumatismes.

La rutine, un composé isolé de la rue, est un flavonoïde dont on pense qu'il a des propriétés antioxydantes et qu'il réduit les niveaux de triglycérides.

Les plantes de ce genre ont également des propriétés antifongiques et insecticides et contiennent des flavonoïdes ayant une activité antibactérienne et des effets cytotoxiques.

Différentes variétés de *Ruta*, en Afrique et dans d'autres continents, entrent dans la composition de plusieurs préparations médicamenteuses utilisées en médecine traditionnelle. En règle générale, les différentes parties de la plante sont utilisées fréquemment comme abortif, emménagogue, antirhumatismal, antispasmodique, antiparasitaire et antalgique (Armando, 2005).

Pendant longtemps, *R. graveolens* a été utilisé comme médecine folklorique pour le traitement de diverses affections telles que des problèmes oculaires, des rhumatismes, luxations, foulures des tendons, varices et peau conditions telles que le psoriasis et l'eczéma. Des dermatites, des douleurs et bien d'autres maladies inflammatoires (Ratheesh et Helen, 2007).

*R. graveolens* est riche en rutine qui agit comme protecteur veinotonique et capillaire. La rutine aide augmente la netteté visuelle et profite à d'autres visuels problèmes, et il a été utilisé contre l'œdème, la thrombosegenèse, inflammation, spasmes et hypertension (Miguel, 2003). L'huile essentielle est spasmolytique, anti inflammatoire et antihistaminique et vermifuge (Mansour *et al.*, 1989).

Il agit comme emménagogue par l'effet de la rutine et stimule la fibre basale utérine (Miguel, 2003). C'était déconseillé aux femmes enceintes ou allaitantes car à fortes concentrations il peut provoquer hyperémie dans l'utérus et grande mobilité (ocytocique action) qui peut provoquer un avortement, il peut entraîner la mort d'une femme enceinte.

*Ruta montana* est une plante d'usage thérapeutique remarquable, est utilisé en Algérie comme un remède pour emménagogue, antispasmodique rubéfiant, poudre echaroutic Forment Et Roques ,1941 contre certain fièvre de l'enfant et comme une drogue avortée (kabouch *et al.*, 2003).

Les parties les plus couramment utilisées sont les feuilles et les racines. Cette plante est utilisée dans différentes préparations, à savoir décoctions, infusions et infusions ; de plus, son huile essentielle possède des vertus médicinales. Une semaine de pincée est la dose la plus recommandée pour éviter une éventuelle intoxication (Douadi *et al.*, 2015).

En usage externe on l'utilise comme antirhumatismale et comme antiseptique sur les païel et les ulcérations et pour soigner les affections gingivales (Hazzit, *et al.*, 2015). Sa tisane est consommée pour soulager les coliques le mal au ventre la fièvre, les problèmes cardiaque, les maux d'oreilles. Le jus des feuilles de cette plantes il sert comme antidote contre les morsures de serpent et la piqure d'insectes (Benziane, 2007).



**Tableau 6:** Quelques usages traditionnels du *Ruta Graveolens* (Rodolphe .et al., 2000) .

Espèce	Pays	Partie utilisée	Voie	Usages
<i>R. graveolens</i>	France	Feuilles, plante entière	Inhalation	Digestive, sédative, abortive, emménagogue, anti-rhumatismale, antivirale Antihelminthique
	Grande Bretagne, Europe du sud	Plante entière	Orale	Emménagogue, Antispasmodique
	Chine, Canada	Feuilles		Phlébites, varices, épilepsie, problèmes nerveux, maladies de l'utérus

**Tableau 7:** Quelques usages traditionnels du *Ruta Montana* (Frontquer, 1962).

Espèce	Pays	Partie utilisée	Voie	Usages
<i>R. montana</i>	Espagne	Plante entière	Orale	Fièvre emménagogue abortive, antispasmodique contre les vers intestinaux
	Algérie	Parties aériennes		Emménagogue Antispasmodique Rubéfiant, poudre écharrotique

### III : Phytothérapie

#### 1. Définition

D'un point de vue étymologique, le terme « phytothérapie » dérive de deux mots grecs : phyton (plante) et therapein (guérison), qui désigne ainsi l'art de guérir avec les plantes, mais pas seulement avec les plantes aromatiques et médicinales. Il repose en partie sur des pratiques traditionnelles basées sur les ancêtres et l'utilisation locale des plantes. La phytothérapie est l'une des plus anciennes médecines utilisées par toutes les ethnies du monde. L'OMS estime que 70% la population mondiale utilise des plantes médicinales (Eisenberg *et al.*, 1998)

#### 2. Définition d'une plante médicinale

On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies (Schauenberg & Paris, 1977).

D'après Danton et Baffray (1995), une plante médicinale est un végétal dont un des organes, par exemple la feuille ou l'écorce, possède des vertus curatives lorsqu'il est utilisé à un certain dosage et d'une manière précise.

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Sanago, 2006). La plante médicinale porte sur deux origines. Les plantes spontanées dites "sauvages" et les plantes cultivées (Bezanger *et al.*, 1986).

#### 3. Composantes et principes actifs des plantes médicinales

##### 3.1. Définition de principe actif

C'est une molécule présentant un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal. Le principe actif est contenu dans une drogue végétale ou une préparation à base de drogue végétale (Pelt, 1980).

##### 3.2. Types de principes actifs des plantes médicinales

TYPES DE PRINCIPES ACTIF
Les huiles essentielles
Les mucilages
L'amidon
Les phénols

Les résins
Glucosides
Tanins
Substances amères
Les flavonoïdes
Les alcaloïdes

#### 4. Les huiles essentielles

##### 4.1 .Définition des huiles essentielles

Selon les normes de l'International Standards Organization on Essential Oils, ISO 9235 et celle de l'Association de Normalisation Française, Afnor 75-006 (octobre 1987), une huile essentielle est définie comme: «Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicerpe des Citrus, soit par distillation à sec».

Les huiles essentielles sont des mélanges naturels complexes de métabolites secondaires volatils, Les huiles sont élaborées par des glandes sécrétrices qui se trouvent dans toutes les parties de la plante et se forment dans le cytoplasme de cellules spécialisées. Les cellules sécrétrices sont souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante, ce qui facilite leur émission. Elles peuvent exister dans différents organes de la plante et la composition chimique pouvant varier d'un organe à un autre. Elles sont obtenues en utilisant différentes méthodes, le choix de la technique dépend de la localisation de l'essence dans le végétal (Benziane, 2007).

##### 4.2. Répartition et localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. ils sont réparties dans une cinquantaine de familles dont beaucoup sont des *Lamiaceae*, des *Myrtaceae*, des *Rutaceae*, des *Asteraceae*, mais aussi des *Apiaceae* (Yadegarinia *et al.*, 2006) Chez les plantes, les huiles essentielles peuvent être stockées dans divers organes (Ghrib, 2009) : racines (vétiver), feuilles (citronnelle, eucalyptus, etc.), écorces (cannelle), rhizomes (gingembre), fleurs (rose, lavande) et graines (muscade, fenouil). La synthèse et l'accumulation d'huiles essentielles dans les plantes sont souvent associées à la présence de structures histologiques spécifiques localisées à certains points du tissu, le plus souvent à ou près de la surface de la plante (Khebri, 2011).

### 4.3. Propriétés physicochimiques des huiles essentielles

Ce sont des liquides d'odeur et de saveur généralement forte. Elles sont peu miscibles à l'eau, voire non miscibles (Véronique, 2001).

Concernant les propriétés physico-chimiques, les huiles essentielles forment des groupes très homogènes avec des attributs communs représentés par des points. Ce qui suit :

- Les HE sont généralement liquides et volatils à température ambiante, ce qui les rend
- Contrairement aux huiles dites fixes. Ils sont généralement moins denses que l'eau.
- Leur indice de réfraction élevé et dévie la lumière la plus polarisée.
- Ils sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques courants ainsi que dans les éthers d'alcool, le chloroforme peut être entraîné par la vapeur d'eau mais rarement soluble dans l'eau.
- Leurs points d'ébullition varient entre 160°C et 240°C.
- La plupart d'entre eux sont colorés : par exemple : l'huile de cannelle est rouge, alors que
- Variété de thym, jaune pâle pour les huiles médicinales de sauge sclérée et de romarin.
- Ils sont variables, sensibles à l'oxydation et sujets à la polymérisation
- Provoque la formation de produits résineux puis préconise leur conservation  
Protection contre la lumière et l'air (Abdelwahid et Bekhechi, 2010).

### 4.4. Composition chimiques

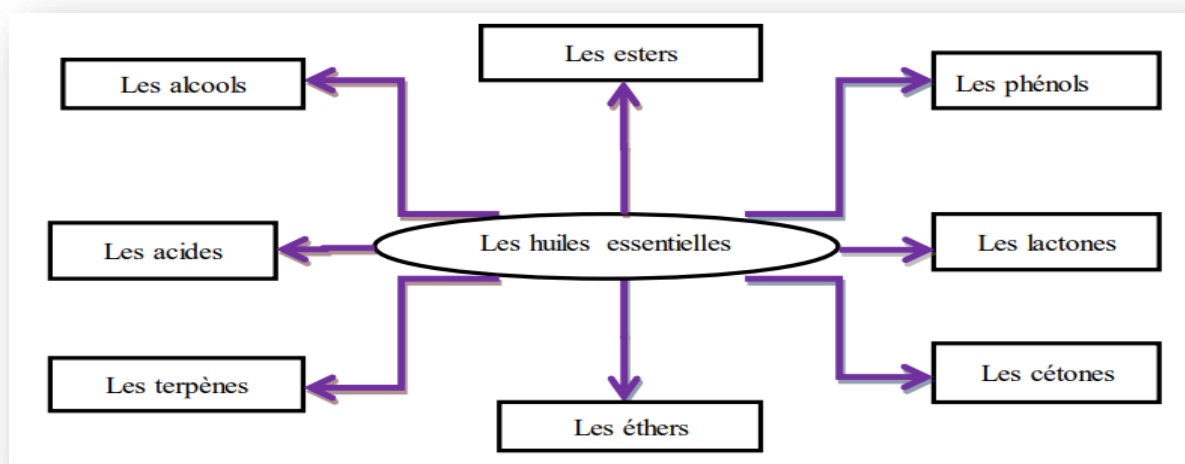
La composition chimique d'une huile essentielle est très complexe et soumise à de très nombreuses variables. (Elles varient en fonction de différents facteurs, incluant le stade de développement des plantes, les organes prélevés, la période et la zone géographique de récolte (Toure, 2015).

Les huiles essentielles contiennent plusieurs centaines de composants, connaître avec exactitude les constituants d'une huile essentielle est fondamental, à la fois pour vérifier sa qualité, expliquer ses propriétés et prévoir sa toxicité potentielle.

Cependant on peut les regrouper en familles de substances chimiques. Ce sont des molécules connues et chimiquement définies qui confèrent aux huiles essentielles leurs propriétés thérapeutiques.

(Bekhachi, *et al.*, 2010).

La composition des huiles essentielles est déterminée par chromatographie gazeuse (GC) et spectrométrie de masse (SM). Elles sont composées de trois types de composants : les terpènes, les composés aromatiques et les composés d'origines diverses (Véronique, 2001).



**Figure 39:** Les composés chimiques présents dans diverses huiles essentielles (Mukhopadyay, 2009).

#### 4.4.1. Composés terpéniques

Les terpènes de formules  $(C_5H_8)_n$  : il s'agit des terpènes les plus volatils et divisé en monoterpènes et sesquiterpènes (Véronique, 2001).

##### 4.4.1.1. Les monoterpènes

Selon Kaloustian *et al.* (2012) sont des hydrocarbures aliphatiques, saturés ou insaturés. Ils peuvent être non cycliques (myrcène, ocimène) ou cycliques (pinènes, camphène) et même aromatiques (p-cymène).

Les monoterpènes sont formés de l'accouplement de deux unités d'isoprène ( $C_{10}$ ). Ils sont les molécules les plus représentatives constituant 90 % des huiles essentielles et permettent une grande variété de structures.

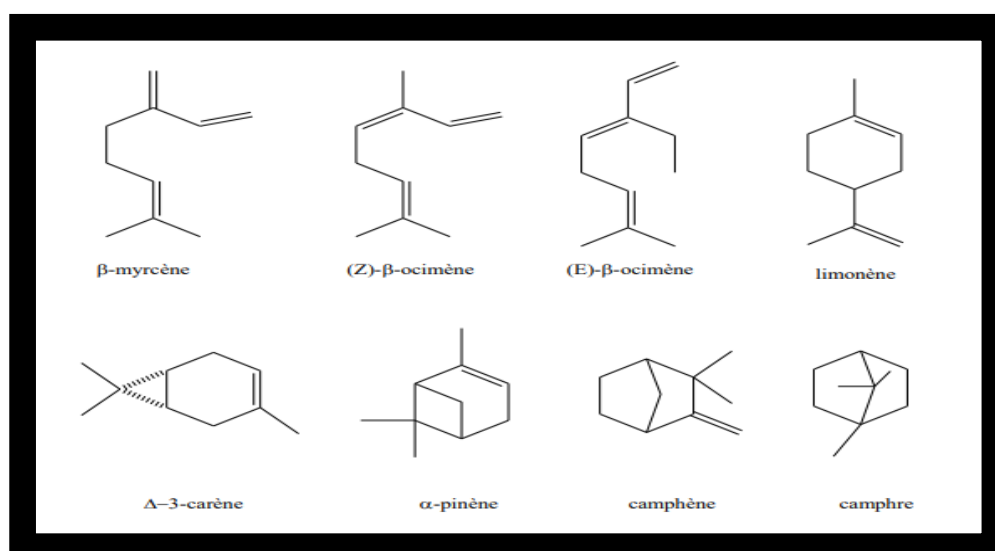
Seuls les monoterpènes et les sesquiterpènes peuvent être extraits par distillation, les autres terpènes (diterpènes et triterpènes) n'étant pas entraînés par la vapeur d'eau. Ils sont classés selon :

- leurs fonctions: alcools, esters, aldéhydes, cétones, éthers-oxydes.
- leur structure: linéaire, monocyclique, bicyclique.

Il existe de nombreux dérivés possédant une ou plusieurs fonctions. Ils sont considérés comme des composés terpéniques ou terpénoïdes (Véronique, 2001) :

**Tableau 8:** Quelques dérivés de monoterpène (Kaloustian *et al.*, 2012)

Dérivés		Exemples
Alcools	acycliques	Linalool
	monocycliques	Bornéol
	bicycliques	Menthol
Peroxydes		Ascaridole
Aldéhydes		Citral, citronellal
Cétones		Menthone, Camphre
Esters		Acétate de linalyle
Ethers ou oxides		Cinéole
Phénol		Thymol, carvacrol

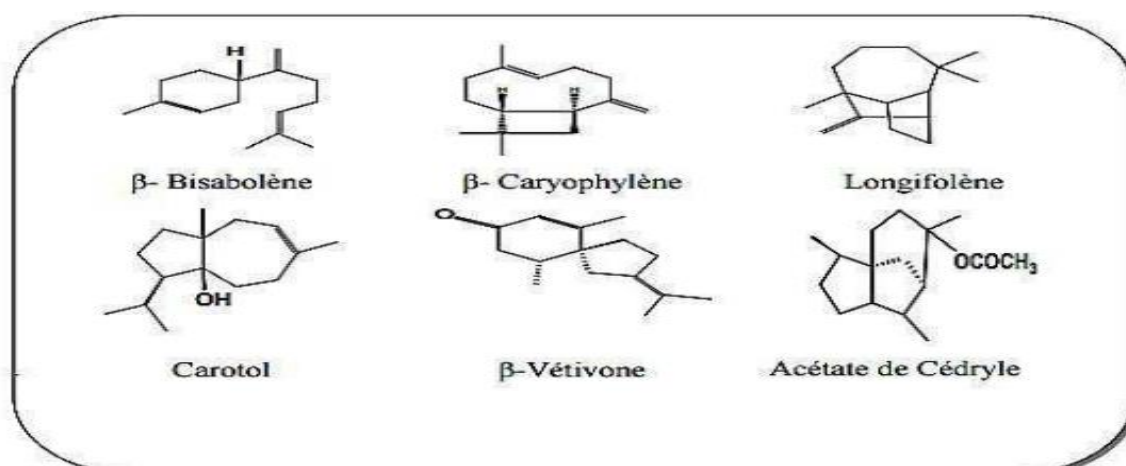
**Figure 40:** Structure chimique de quelques monoterpènes extraits des H.E

#### 4.4.1.2. Les sesquiterpènes

Les sesquiterpènes le deuxième groupe le plus fréquent dans les huiles essentielles, après les monoterpènes. Sont formés de l'assemblée de trois unités d'isoprène (C<sub>15</sub>) (Véronique, 2001), en leur donnant la formule moléculaire C<sub>15</sub>H<sub>24</sub> (Bertella, 2020).

L'extension de la chaîne augmente le nombre de cyclisations qui permet une grande variété de structures. La structure et la fonction du sesquiterpènes sont semblables à ceux des monoterpènes. (Véronique, 2001).

Les sesquiterpènes peuvent être linéaires, ramifiés ou cycliques (Bertella, 2020).



**Figure 41** : Structure chimique de quelques sesquiterpènes extraits des HE.

#### 4.4.2. Composés aromatiques

Les composés aromatiques Les composés aromatiques dérivent du phénylpropane (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>).ils sont moins fréquents que les terpènes. Cette classe comprend des composés odorants comme la vanilline, l'eugénol, l'anéthole, l'estragole. Ils sont fréquemment rencontrés dans les huiles essentielles d'Apiaceae (anis, fenouil, persil, etc.), Et sont caractéristiques de celles de la vanille, de l'estragon, du basilic, du clou de girofle (Ouïs, 2015).



**Figure 42** : Structure chimique de quelques composés aromatiques extraits des H.E.

#### 4.4.3. Les composés divers

Lors de la distillation, certain composés aliphatiques (carbures, acides, alcools, aldéhydes, esters) sont entraînés.

Des composés non souhaitables, pesticides, ou autres ayant été utilisés lors de la culture, peuvent également se trouver dans l'huile essentielle (Véronique, 2001).

## **5. Les facteurs influençant la composition des huiles essentielles**

L'huile essentielle est constituée de plusieurs molécules chimiques de synthèse naturelle. Ces molécules sont différentes selon la nature de la plante et le sol, le temps de récolte, la partie de la plante, la préparation de l'échantillon, la méthode d'extraction ainsi que l'origine de la plante (sauvage ou cultivé) (Véronique, 2001).

## **6. Techniques d'extraction des huiles essentielles**

### **6-1- Distillation**

La distillation est un procédé qui utilise la nature volatile des composants aromatiques pour les séparer du reste de la plante (Piochon, 2008). Il existe trois différents procédés utilisant le principe de la distillation : l'hydrodistillation, l'hydrodiffusion et l'entraînement à la vapeur d'eau.

#### **6.1-1. L'hydrodistillation**

L'obtention des huiles essentielles a été effectuée par hydrodistillation dans un appareil de type Clevenger (figure 44). Il s'agit de la méthode la plus simple et de ce fait la plus anciennement utilisée.

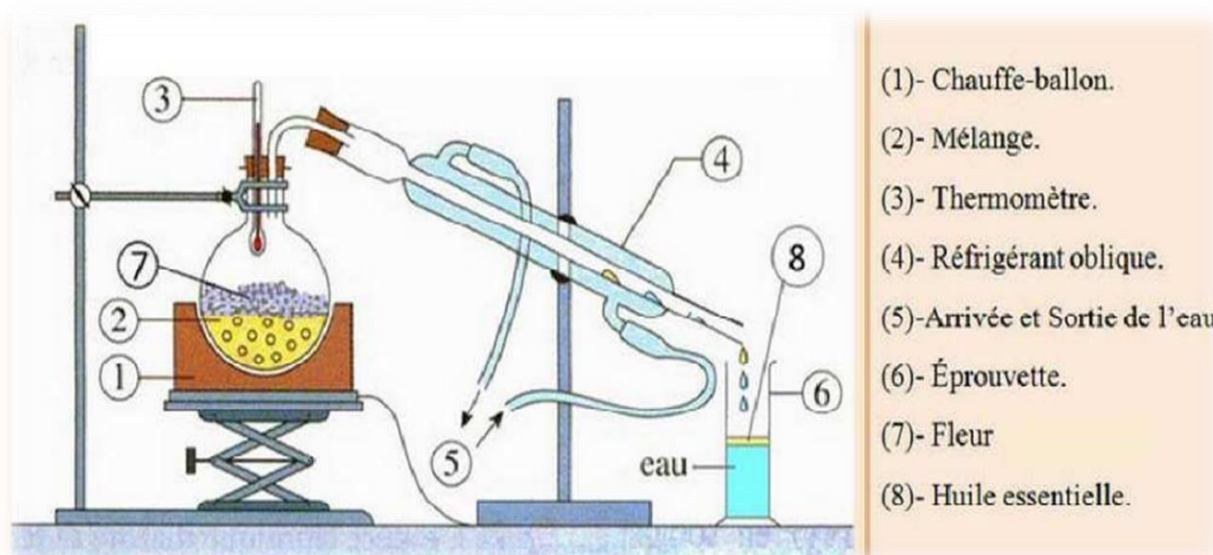
Le principe de l'hydrodistillation correspond à une distillation hétérogène elle consiste à immerger la matière première végétale dans un ballon lors d'une extraction au laboratoire ou dans un alambic industriel rempli d'eau placé sur une source de chaleur. Le tout est ensuite porté à l'ébullition. La 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.

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).





- (1)- Chauffe-ballon.
- (2)- Mélange.
- (3)- Thermomètre.
- (4)- Réfrigérant oblique.
- (5)-Arrivée et Sortie de l'eau.
- (6)- Éprouvette.
- (7)- Fleur
- (8)- Huile essentielle.

Figure 43: méthodes d'extraction par hydro distillation (zinezine, 2016)

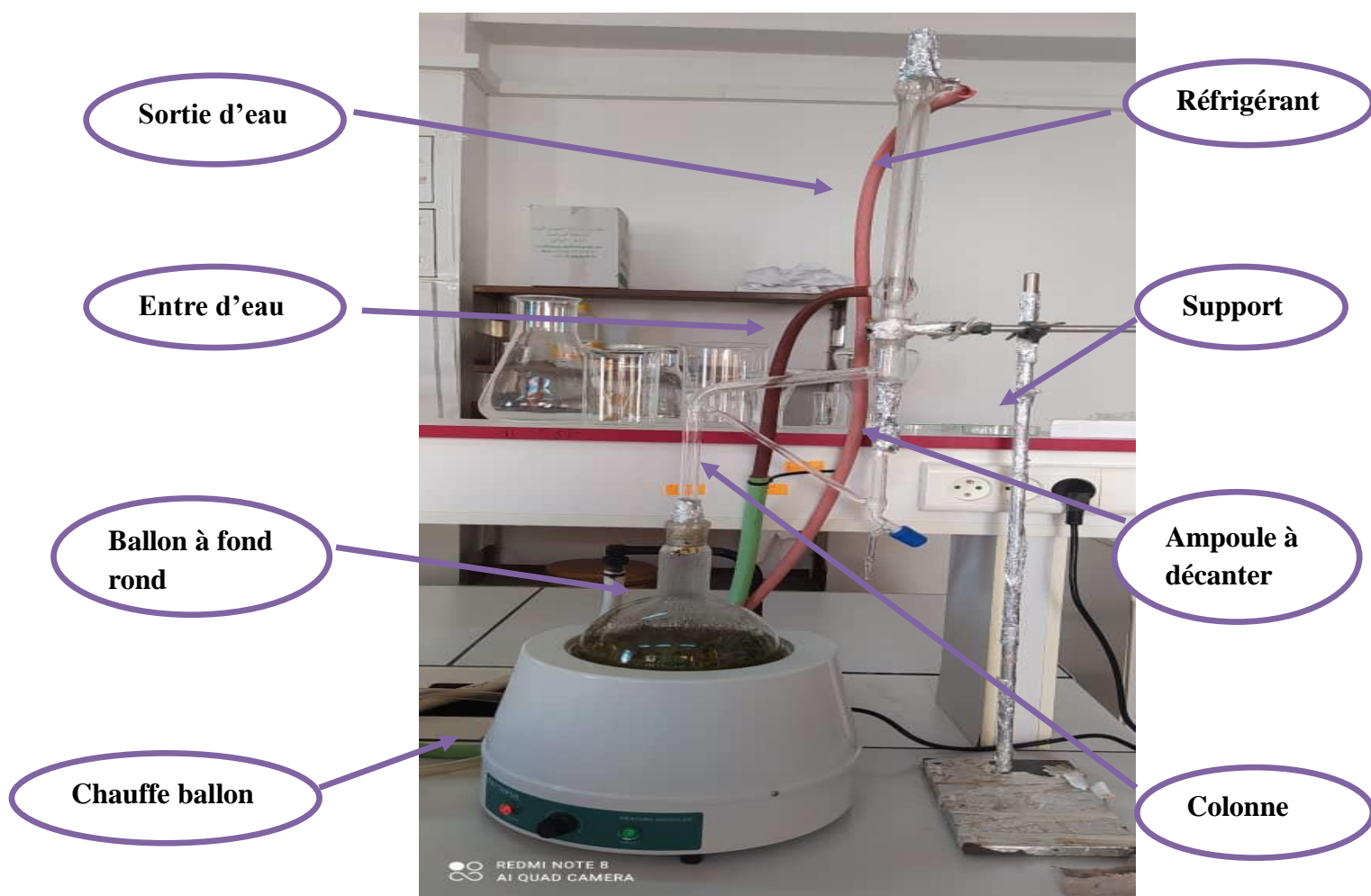


Figure 44 : Appareil d'hydrodistillation Clevenger photo personnelle

## **7- Conservation des huiles essentielles:**

Les huiles essentielles se conservent bien à condition de la lumière, il est donc conseillé de les stocker dans des flacons en aluminium ou en verre à température ambiante jusqu'à 25°C ; le stockage doit être vertical car il y a un risque de corrosion du bouchon par l'huile (huiles essentielles ont une action corrosive sur le plastique) ; tenir à l'écart des sources de chaleur et le flacon doit être refermé après utilisation, car les huiles essentielles sont volatiles et perdent progressivement leurs propriétés et leur arôme, Si les bonnes conditions de stockage sont respectées, la durée de conservation du HS est d'environ 3 ans à une température maximale de 25°C (Echchaou, 2018).

## **8-Le rôle des huiles essentielles**

Les huiles essentielles ont un rôle écologique dans les interactions végétales telles que Agents allélopathiques, c'est-à-dire inhibiteurs de germination, mais pendant l'interaction Végétal-animal, c'est aussi un protecteur contre les ennemis naturels tels que insecte. Ils sont également attirés par leur odeur caractéristique pollinisatrice. Prouvées par la recherche scientifique moderne, les huiles essentielles (HE) A une variété de propriétés médicinales. Ils sont dans presque tous domaines de la santé et de la maladie. d'autres croient que le pétrole est la source Énergétique, favorise certaines réactions chimiques, maintient l'humidité dans les plantes Climats désertiques (Jamal Eddine, 2010).

## **9-Activités biologiques des huiles essentielles**

### **9-1- Activité antibactérienne**

Les huiles essentielles et leurs composants sont très efficaces pour contrôler la propagation des agents bactériens, en inhibant leur croissance et leur reproduction. Certaines de ces huiles empêchent la croissance de bactéries résistantes et multi résistant aux antibiotiques (Guinoiseau, 2010).

### **9-2-Activité antifongique**

Les huiles essentielles et leurs composants ont un effet protecteur contre les champignons. Grace à une étude en laboratoire portant sur plusieurs agents fongiques pathogènes pour l'humain, animal et agricole. Il a été découvert qu'ils ont une grande sensibilité aux huiles essentielles (Bertella, 2020).

### **9-3-Activité antivirale**

Les virus sont des particules examinées au microscope. Qui infectent les cellules vivantes et ont la capacité de se reproduire spontanément, en infectant une cellule hôte, qui à son tour n'a plus la capacité de se reproduire par elle-même. (Baser, *et al.*, 2010)

#### **9-4-Activité anti-inflammatoire**

L'inflammation est une réponse biologique complexe des tissus vasculaires contre des agents agressifs tels que pathogène, irritants ou cellules endommagées (De Cassia da Silveira E Sa, *et al.*, 2014)

#### **9-5-Activité antioxydante**

L'activité antioxydante des huiles essentielles est une autre propriété biologique de grand intérêt car elles peuvent préserver les aliments des effets toxiques des oxydants. De plus, les huiles essentielles pouvant également piéger les radicaux libres et peuvent jouer un rôle important dans la prévention de certaines maladies, Telles que: auto-immunes; neurodégénératives; cardiaque; diabète et certains cancers (Mohammad, *et al.*, 2017)

## VI. Procédure expérimentale

Cette étude est menée sur l'huile essentielle de deux plantes *Ruta montana*, *Ruta graveolens* à l'égard d'espèce de moustique « *Culesita longiareolata* ».

### 1. Les principaux objectifs

- Extraction et récupération de l'huile essentielle
- Détermination de rendement
- Étude la toxicité de l'huile essentielle de *Ruta montana* à l'égard de l'espèce « *Culesita longiareolata* »
- Étude la toxicité de l'huile essentielle de *Ruta graveolens* à l'égard de l'espèce « *Culesita longiareolata* »

### 2. Lieu et période de travail

Notre travail a été réalisé au niveau du laboratoire de biologie appliqué de l'Université de sciences exactes et sciences de la nature et la vie de Tébessa du 10/04/2023 jusqu'à 28/05/2023

### 3. Présentation de la région d'étude

La wilaya de Tébessa se situe à l'Est de l'Algérie (35°20' N, 8°6' E, Altitude: 960 m). Sa superficie est de l'ordre de 13878 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par la wilaya de Souk Ahras, au Sud par la wilaya d'El Oued, à l'Ouest par la wilaya d'Oum El Bouaghi et Khenchla, et à l'Est par la frontière algéro-tunisienne (Figure 1). Elle est divisée en 28 communes; notre étude couvre différentes régions, appartenant à un même étage bioclimatique, le semi aride (Bouabida *et al.*, 2012).

### 4-Matériel d'espèce animal

#### 4.1. Technique d'élevage

Un élevage de masse est réalisé en laboratoire à partir des œufs de *Culiseta longiareolata* récoltés dans des fosses d'accumulation des eaux usées à Tébessa de février à mai 2023. Elle a porté sur un échantillon choisis selon différents critères : la présence des larves de Culicidés dans le lot de gîte, L'échantillonnage se fait en utilisant la méthode de coup de louche d'une capacité de 500 millilitres. Cette technique consiste à plonger la louche dans l'eau puis la déplacer avec un mouvement uniforme en évitant les remous (Badani et Mallouk, 2014). L'élevage des larves est conditionné par différents facteurs, ce sont, principalement : la lumière, la température, la qualité de la nourriture, ainsi que la densité des larves par unité de surface ou de volume d'eaux.



**Figure 45** : La zone industrielle Tébessa  
(Photo personnelle)



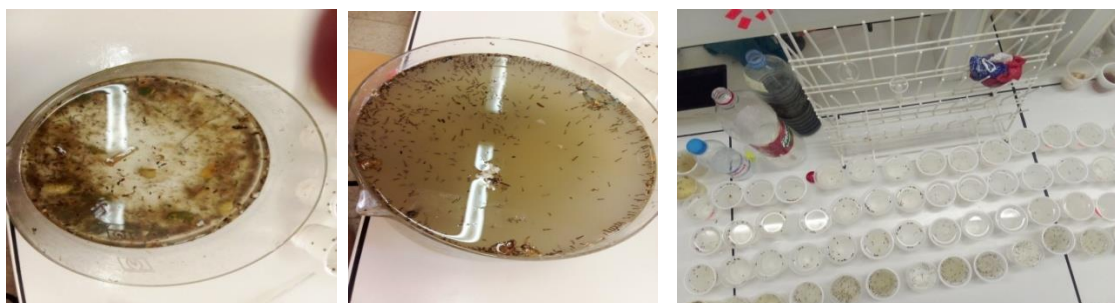
**figure 46** : Route 1<sup>er</sup> nov Tébessa



**Figure 47** : Hammamet Tébessa (photo personnelle)

#### 4.2. Technique d'élevage au laboratoire

Après éclosion, les larves sont élevées dans des récipients contenant 200 mL d'eau déchlorurée et nourries avec 0,04g composée d'un mélange de biscuit (75%) et de levure sèche (25%), et maintenue à une température de 25°C et une photopériode de 14h de lumière. est fournie quotidiennement. Le régime alimentaire joue un grand rôle dans la fécondité, car les protéines permettent à la femelle de pondre plus d'œufs par rapport aux femelles nourries de sucre seulement .Le changement d'eau et l'ajout de la nourriture ont été effectués chaque 2 à 3 jour.



**Figure 48** : Elevage au laboratoire (photo personnelle)

#### 5. Matériel végétal

Dans notre travail nous avons utilisé la partie aérienne de 2 plantes aromatiques, ces dernières ont été récoltées dans la wilaya de Tébessa.

**Tableau 9:** montre le lieu et la période de récolte de chaque plante

L'espece	Lieu et période de récolte	Photos des plantes
<i>Ruta graveolens</i>	Qui a été collecté au début d'année 2021 dans la région d'Ain Zarga	
<i>Ruta montana</i>	qui a été collecté à la fin d'année 2021 dans la région d'Ain Zarga	

### 5.1. Préparation de matériel végétale

Les plantes qui ont été débarrassées des débris, lavées avec l'eau et ensuite séchées à l'air libre à l'abri de la lumière.

### 5.2. Technique d'extraction des huiles essentielles *Ruta montana* et *Ruta graveolens*

#### Matériel utilisé

- Eau distillée.
- Pissette contenant de l'eau distillée
- Hydrodistillateur de type Clevenger relié à un chauffe-ballon et à un bac de glace
- Balance de précision
- Flacons de 5-10 ml, en verre fumé lavés et séchés
- Ballon en verre de 2 litres
- Matière végétale sèche (100 g /distillation), finement broyée
- Papier aluminium.

**L'extraction des huiles essentielles de deux plantes a été effectuée par hydro distillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger.**

L'opération consiste à introduire 100g de matériel végétale dans un ballon, on y ajoute 1000 ml d'eau distillée. Le mélange est porté à ébullition, les vapeurs chargées d'huile essentielles passent à travers le tube vertical puis dans un réfrigérant où aura lieu la condensation des

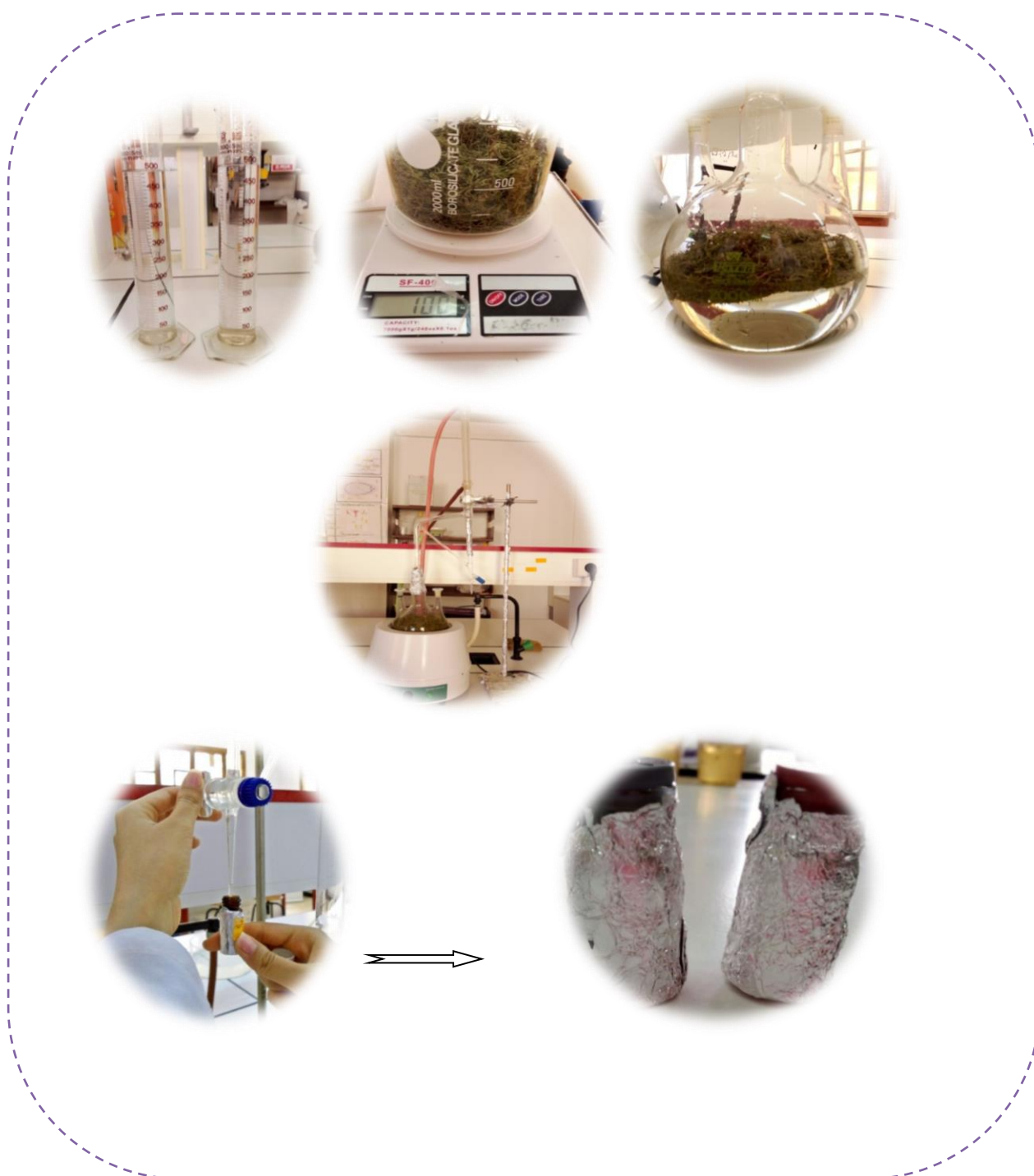
gouttelettes d'huile qui s'accumulent dans le tube rempli au paravant d'eau distillée.  
L'opération d'extraction dure deux heures à partir du début d'ébullition.

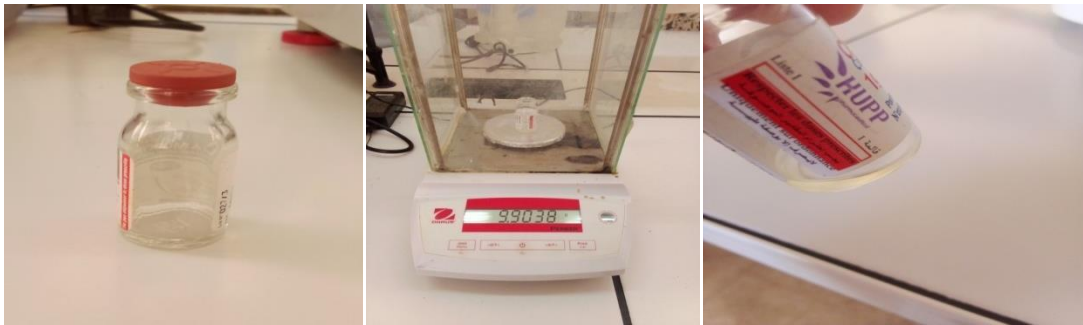
Deux phases liquides :

Une phase aqueuse (eau aromatique)

Une phase organique constituée par l'huile essentielle

L'huile ainsi obtenue est récupérée dans des flacons bien scellés et conservée au réfrigérateur à une température basse (4 °C) Lors de tous montages les verreries doit être graissée par une vaseline sur les parties rodées pour faciliter leur séparation.



**Figure 49:** les étapes de technique d'hydrodistillation (photos personnelle)**Figure 50 :**

Flacon sans huile

Flacon avec huile

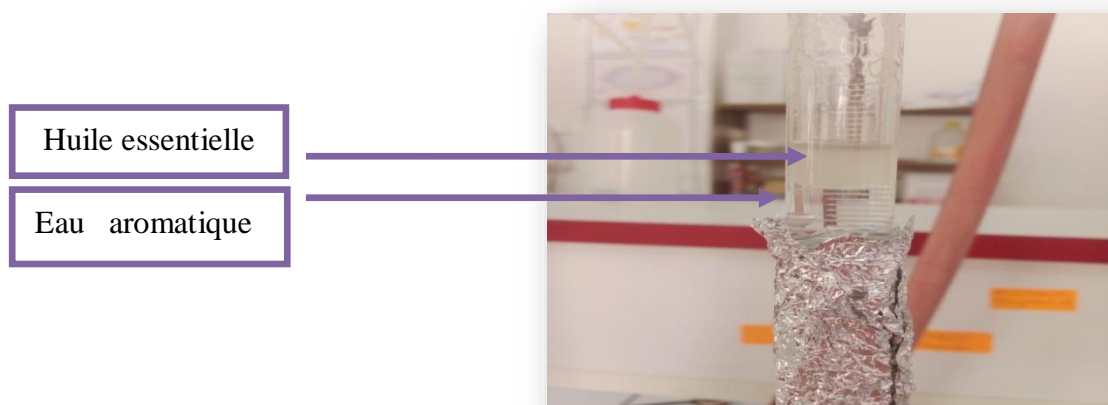
### 5.3. Détermination du rendement d'extraction

Les huiles essentielles extraites ont été pesées afin de calculer leur rendement, le rendement en huile essentielle (RHE) est défini par le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après l'extraction ( $M'$ ) et la masse de la matière végétale utilisée ( $M$ ). Le rendement est exprimé en pourcentage, il est donné par la formule suivante décrite par (Berbouchi *et al.*, 2021).

$$\text{RHE (\%)} = \frac{M'}{M} \times 100$$

Où :

- **RHE** : Rendement en huile essentielle en %.
- **M'** : Masse d'huile essentielle en gramme.
- **M** : Masse de la matière végétale sèche utilisée en gramme.

**Figure 51:** Rendement d'huile essentielle de Ruta montana (photo personnelle).





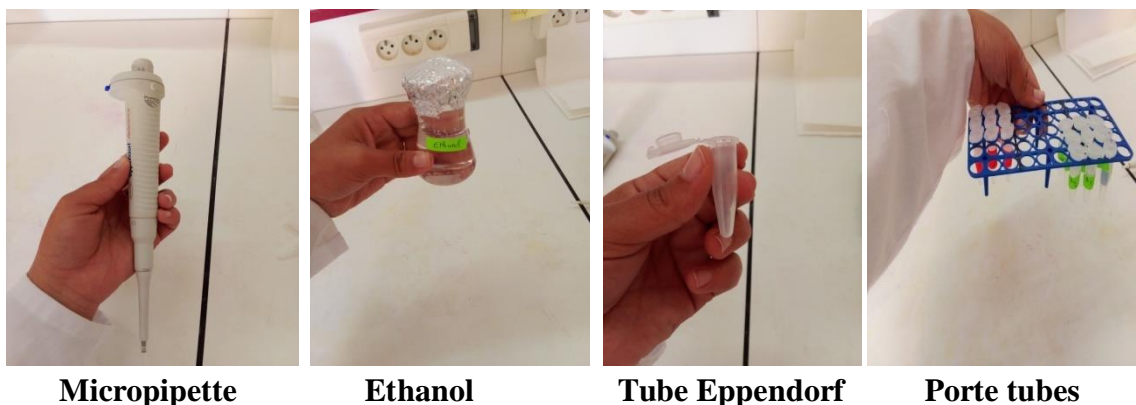
**Figure 52:** Rendement d'huile essentielle de *Ruta graveolens* (Photo personnelle).

## 6. Test de toxicité

Nous avons préparé des concentrations de l'huile essentielle de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* seront utilisées dans les essais toxicologiques à l'égard des différents stades larvaire et nymphale de *Culiseta longiareolata*.

Des gobelets contenant 150 ml d'eau déchlorurée en contact avec 20 larve L4 et les autres avec 20 pupes de *Culiseta longiareolata* séparément, ainsi préparées des solutions dans des tubes éppendorf contenant 1 ml d'éthanol diluée pour chaque concentration donné trois répétitions a chaque concentration de chaque stade ; ont été réalisées pour chaque dilution ainsi utilisée et le nombre des pupes et larve mortes ont été comptées après 24h heures et 48 heures et 72 heures d'exposition.

Le calcul des concentrations létales et sublétal à l'aide d'un logiciel PAD GRAPH PRISM 7



**Micropipette**

**Ethanol**

**Tube Eppendorf**

**Porte tubes**



**Avant traitement**

**Après traitement**

**Figure 53 :** Application de teste de toxicité photos personnelles

# Résultats

## Résultats

### 1. Rendement en huile essentielle de *Ruta montana* et *Ruta graveolens*

L'huile essentielle de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* obtenue par un hydrodistillateur de type Clevenger sont des couleurs jaunes, claires avec des odeurs agréables et avec des rendements *Ruta montana*=0,48 ±0,05% et *Ruta graveolens*= 0,53±0,05% de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

### 2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de *Ruta montana* sur les larves et les pupes de *Culiesta longiareolata*

#### 2.1 Essais d'insecticide des huiles essentielles de *Ruta montana* sur les larves de *Culiesta longiareolata*

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité d'huiles essentielle de *Ruta montana* sur les larves de *Culiesta longiareolata* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet direct.

Les tests de toxicité sont appliqués sur des larves nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles de *Ruta montana* : 2, 4, 8, 10, 12 (µL/mL). La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (Tableau 09) avec des taux variant de 6,67% (2 µL/mL) à 91,67 % (12 µL/mL) avec une relation concentrations – réponse (figure53). Après une transformation angulaire des pourcentages de mortalités, Les données ont fait l'objet d'une analyse de la variance à un critère de classification (Tableau10) qui révèle un effet- concentrations très hautement significatif ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 09** : Effet d'huile essentielle de *Ruta montana* (µL/mL) appliquées sur les larves de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée % ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 20 individus).

Concentration (µL/mL)	2	4	8	10	12
R1	10	15	45	80	100
R2	5	20	75	85	100
R3	5	35	60	85	75
<b>m±SD</b>	6,67±2,89	23,33 ±10,41	60± 15,00	83,33± 2,89	91,67± 14,43

**Tableau 10 :** Effet d'huile essentielle de *Ruta montana* ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les larves de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P****
Traitement	16473	4	4118	36.88	0.000
Erreur résiduelle	1117	10	112		
Total	17590	14			

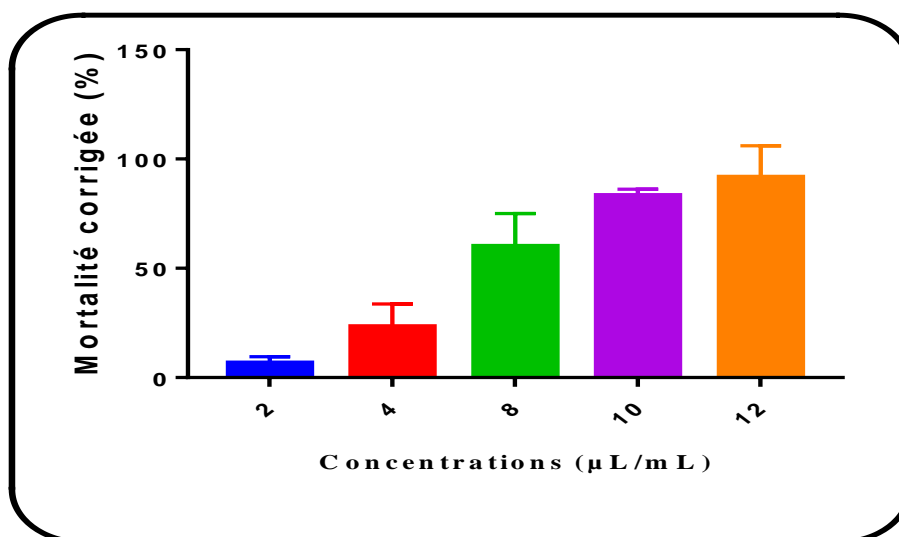
\*\*\* différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) SCE : Somme des carrés

Des écarts; Ddl: degré de liberté, CM: carré moyen; F obs: F observée; p: niveau de Significative.

L'huile essentielle de *Ruta Montana* a été appliquée sur les larves à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée). Les concentrations CL25, CL50 et CL90 déterminées sont respectivement CL 25 = 5.21 CL 50 = 7.57 ; CL 90 = 11.88 Slope de 2.61 (Tableau11).

**Tableau 11:** L'huile essentielle de *Ruta montana* a été appliquée sur des larves à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).

Stade	Hill Slope	CL25 (95%IC)	CL50 (95%IC)	CL90 (95%IC)	R <sup>2</sup>
Larves	2,61	5,21 [3,88-6,1]	7,57 [6,73-8,79]	11,88 [9.94- 13]	97 %



**Figure 54 :** Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des Larves de *Cs longiareolata* nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d’huile essentielle de *Ruta montana*

**2.2. Essais d’insecticide des huiles essentielles de *Ruta montana* sur les pupes de *Culiseta longiareolata***

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l’efficacité d’huiles essentielle de *Ruta Montana* sur les pupes de *Culiseta longiareolata* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet direct.

Les tests de toxicité sont appliqués sur des pupes nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles de *Ruta montana* : 0.5, 1, 3, 10,12 (μL/mL).La mortalité observée est corrigée à partir d’une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (Tableau 12) avec des taux variant de (8.33% 0.5 μL/mL) à 100 % (12 μL/mL) avec une relation concentrations – réponse (figure54D). Après une transformation angulaire des pourcentages de mortalités, Les données ont fait l’objet d’une analyse de la variance à un critère de classification (Tableau13) qui révèle un effet-concentrations très hautement significatif ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 12 :** Effet d’huile essentielle de *Ruta montana* (μL/mL) appliquées sur les pupes de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée % (m ± SD, n = 3 répétitions comportant chacune 20 individus).

Concentration (μL/mL)	0,5	1	3	10	12

<b>R1</b>	10	20	30	100	100
<b>R2</b>	10	30	50	90	100
<b>R3</b>	5	35	65	95	100
<b>m±SD</b>	8,33 ±2,89	28,33 ± 7,64	48,30± 17,60	95± 5,00	100±00

**Tableau 13 :** Effet d'huile essentielle de *Ruta montana* ( $\mu\text{L/mL}$ ) chez les pupes de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P***
Traitement	19660.0	4	4915.0	61.44	0.000
Erreur résiduelle	800.0	10	80.0		
Total	20460.0	14			

\*\*\* différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) SCE : Somme des carrés

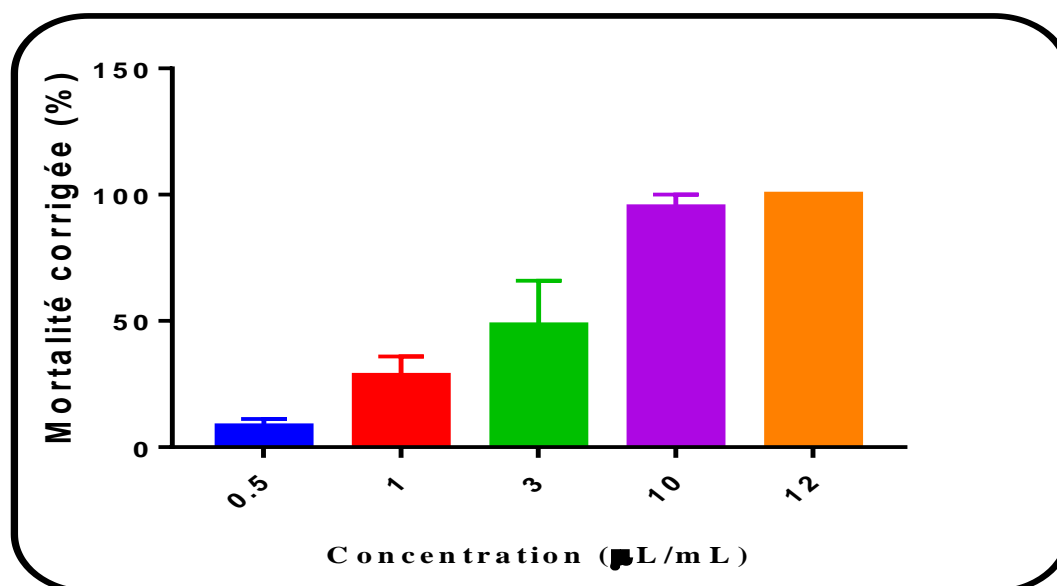
Des écarts; Ddl: degré de liberté, CM: carré moyen; F obs: F observée; p: niveau de Significative.

L'huile essentielle de *Ruta montana* a été appliquée sur les pupes à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée). Les concentrations CL25, CL50 et CL90 déterminées sont respectivement CL 25 = 0.81 CL 50 = 4.57 ; CL 90 = 8.88 Slope de 2.9 (Tableau 14).

**Tableau 14:** L'huile essentielle de *Ruta montana* a été appliquée sur des pupes à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).

Stade	Hill Slope	CL25 (95%IC)	CL50 (95%IC)	CL90 (95%IC)	R <sup>2</sup>
-------	------------	--------------	--------------	--------------	----------------

<b>Pupes</b>	2, 9	0,81 [0,58-2,1]	4,57 [3,73-6,79]	8,88 [7.94- 9,3]	97 %
--------------	------	--------------------	---------------------	---------------------	------



**Figure 55 :** Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de *Cs longiareolata* nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d’huile essentielle de *Ruta montana*

### 3. Essais d’insecticide des huiles essentielles de *Ruta graveolens* sur les larves et pupes de *Culiesta longiaroelota*

#### 3.1. Essais d’insecticide des huiles essentielles de *Ruta graveolens* sur les larves de *Culiesta longiaroelota*

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l’efficacité d’huiles essentielle de *Ruta Montana* sur les larves de *Culiesta longiaroelota* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet direct.

Les tests de toxicité sont appliqués sur des larves nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles de *Ruta graveolens* : 0.5, 3 ,6 ,9 ,12 (µL/mL).La mortalité observée est corrigée à partir d’une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (Tableau 15) avec des taux variant de (10% 0.5 µL/mL) à (98.33 % 12µL/mL) avec une relation concentrations – réponse (figure55D). Après une transformation angulaire des pourcentages de mortalités, Les données ont fait l’objet d’une



analyse de la variance à un critère de classification (Tableau16) qui révèle un effet-concentrations très hautement significatif ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 15** : Effet d'huile essentielle de *Ruta graveolens* ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) appliquées sur les larves de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée % ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 20 individus).

Concentration ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ )	0.5	3	6	9	12
R1	10	40	55	75	100
R2	10	35	55	85	100
R3	10	40	55	80	95
<b>m<math>\pm</math>SD</b>	10 $\pm$ 00	38,33 $\pm$ 2,89	55 $\pm$ 00	80 $\pm$ 5,00	98,33 $\pm$ 2,89

**Tableau 16** : Effet d'huile essentielle de *Ruta Graveolens* ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les larves de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P****
Traitement	14390.00	4	3597.50	431.70	0.000
Erreur résiduelle	83.33	10	8.33		
Total	14473.33	14			

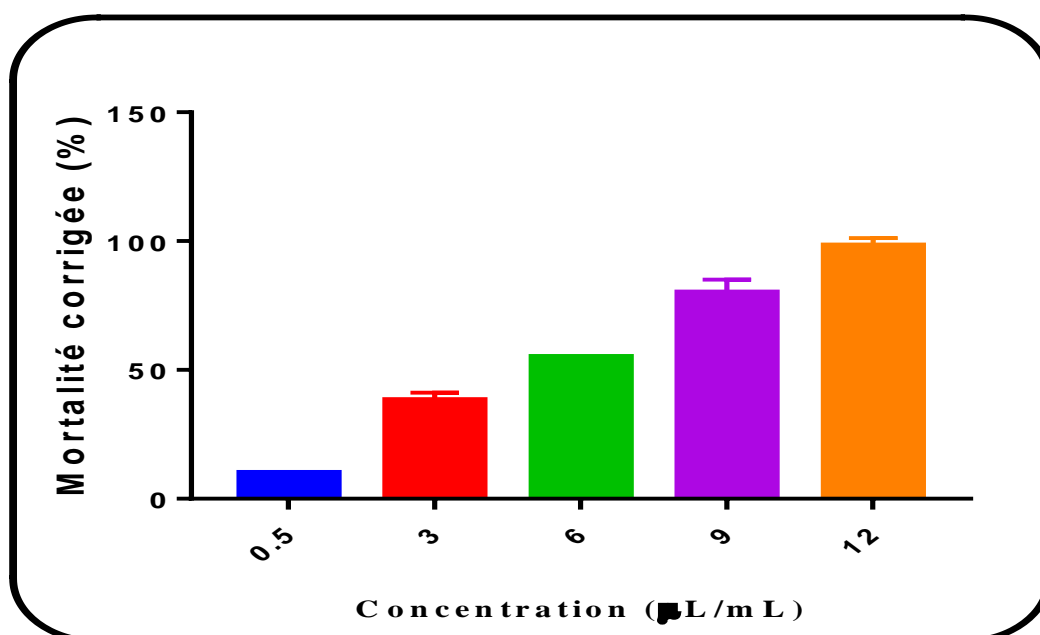
\*\*\* différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) SCE : Somme des carrés

Des écarts; Ddl: degré de liberté, CM: carré moyen; F obs: F observée; p: niveau de Significative.

L'huile essentielle de *Ruta graveolens* a été appliquée sur les larves à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée). Les concentrations CL25, CL50 et CL90 déterminées sont respectivement CL 25 = 2.81 CL 50 = 5.57 ; CL 90 = 10.88 Slope de 3.9 (Tableau 17).

**Tableau 17:** L'huile essentielle de *Ruta graveolens* a été appliquée sur des larves à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).

Stade	Hill Slope	CL25 (95%IC)	CL50 (95%IC)	CL90 (95%IC)	R <sup>2</sup>
Pupes	3, 9	2,81 [1,88-3,1]	5,57 [4,73-7,79]	10,88 [9.94- 12,93]	97 %



**Figure 56 :** Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des larves de *Cs longiareolata* nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de *Ruta graveolens*

### 3.2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de *Ruta graveolens* sur les pupes de *Culiesta longiaroelota*

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité d'huiles essentielle de *Ruta graveolens* sur les pupes de *Culiesta longiaroelota* évaluée à partir de la mortalité enregistrée chez les individus cibles avec un effet direct.

Les tests de toxicité sont appliqués sur des pupes nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles de *Ruta graveolens* : 2, 4, 6, 9 (µL/mL).La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle

est mentionnée dans le (Tableau 18) avec des taux variant de (18.33% 0.5 µL/mL) à 96.67 % (9 µL/mL) avec une relation concentrations – réponse (figure56D). Après une transformation angulaire des pourcentages de mortalités, Les données ont fait l’objet d’une analyse de la variance à un critère de classification (Tableau 19) qui révèle un effet- concentrations très hautement significatif ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 18** : Effet d’huile essentielle de *Ruta graveolens* (µL/mL) appliquées sur les pupes de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée % ( $m \pm SD$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 20 individus).

Concentration (µL/mL)	2	4	6	9
R1	20	35	50	100
R2	15	25	75	95
R3	20	40	75	95
<b>m±SD</b>	18,33± 2,89	33,33±7,64	66,67± 14,43	96,67±2,89

**Tableau 19** : Effet d’huile essentielle de *Ruta graveolens* (µL/mL) chez les pupes de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).

Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P****
Traitement	11039.6	3	3679.9	51.95	0.000
Erreur résiduelle	566.7	8	70.8		
Total	11606.3	11			

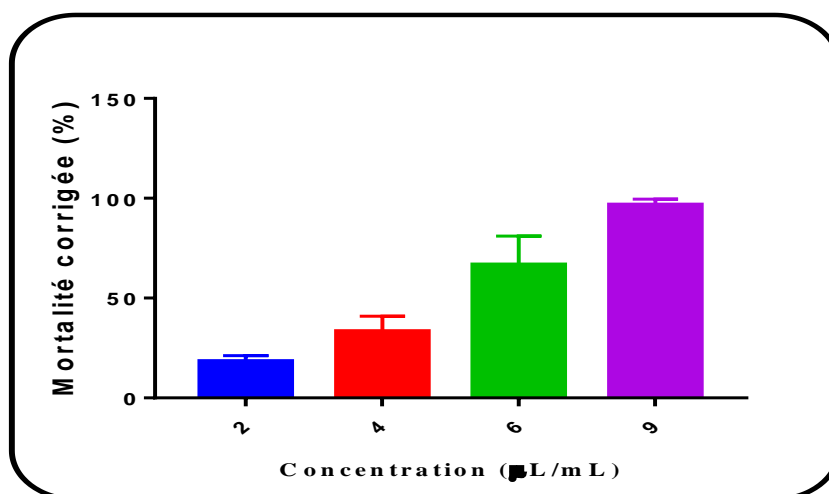
\*\*\* différence très hautement significative ( $p < 0.001$ ) SCE : Somme des carrés

Des écarts; Ddl: degré de liberté, CM: carré moyen; F obs: F observée; p: niveau de Significative.

L'huile essentielle de *Ruta graveolens* a été appliquée sur les pupes à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée). Les concentrations CL25, CL50 et CL90 déterminées sont respectivement CL 25 = 3.81 CL 50 =5.57 ; CL 90 = 8.88 Slope de 4.4 (Tableau 20).

**Tableau 20:** L'huile essentielle de *Ruta graveolens* a été appliquée sur des pupes à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 (qui provoque la mortalité de 25%, 50 %, et 90 % de population ciblée).

Stade	Hill Slope	CL25 (95%IC)	CL50 (95%IC)	CL90 (95%IC)	R <sup>2</sup>
Pupes	4,4	3,81 [2,88-4,1]	5,57 [4,73-7,79]	8,88 [7.94- 9,3]	97 %



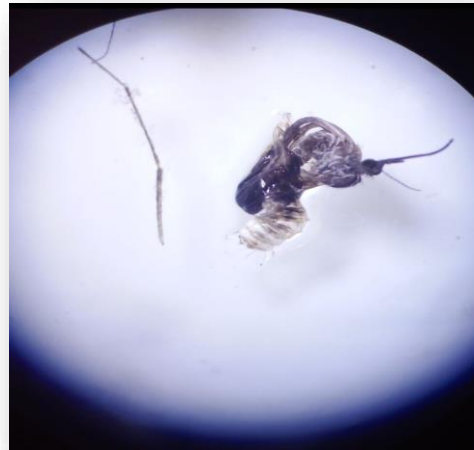
**Figure 57 :** Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de *Cs longiareolata* nouvellement exuviées traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de *Ruta graveolens*.

#### 4. Anomalies morphologiques de *Culiseta longiareolata*

L'huile essentielle de *Ruta graveolens* appliqué avec les concentrations sub létales et létales sur les pupes du nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* affecte la croissance des individus et provoque des anomalies morphologiques.

L'examen des individus après traitement montre des aberrations morphologiques variées chez *Culiseta longiareolata*. On note un blocage de l'exuviation nymphale et imaginale qui se manifeste par une incapacité totale ou partielle des nymphes et des adultes à se dégager correctement des exuvies. De plus, d'autres malformations se manifestent, telles que la perte

de l'un des deux ailes ainsi que la réduction de leur taille, la perte des pattes et la réduction de la taille des pupes.



**Figure 58 :** Echec de la mue chez *Culiseta longiareolata* (photo personnelle)



**Figure 59 :** Métamorphose incomplète (pupe -adulte) chez *Culiseta longiareolata*



# **Discussion**

---

**Discussion :****1. Rendement en huile essentielle**

L'extraction de l'huile essentielle à partir des parties aériennes de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* a été réalisée par hydrodistillation en utilisant un appareil type Clevenger. Sont couleur jaunes, claires avec une odeur agréable.

Nous rappelons que le rendement d'extraction en huiles essentielles de *Ruta montana*=0,48 ±0,05% et *Ruta graveolens*= 0,53±0,05% de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

De qui concerne *Ruta graveolens*, et par rapport à la plante sèche. (Bouabida & dris 2020) et (Mannes & khediri 2018) obtiennent des teneurs en huile essentielle plus importante que celle obtenue au cours de ce travail 1,78±0,07% et 1.18±0.055% respectivement.

Quant à *Ruta montana* ; En comparaison nos résultats avec d'autre travaux sur la même espèce et qui ont utilisé la même méthode d'extraction, notre rendement est inférieure a rendement celle trouvée de Oum el bougi (4,5%), et rendement de Oran (1,6%), et supérieure à rendement celle trouvée de Mila (1,0%), (Kambouche *et al.* , 2008), et supérieure à rendement qui trouvée en Tunisie en binzert (0,66%) (Ayda Khadhri *et al.*, 2014).

En générale, Les résultats obtenus illustrent que nos rendement en huiles essentielles de deux plantes est variable. , les différences rendements obtenu peut être lié à la méthode et les conditions d'extraction au laboratoire et sont dues à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétal elle-même, l'organe végétal, le stade de la croissance, la période de Récolte, de la plante utilisé ; la conservation du matériel végétal et la méthode d'extraction (Lagseier & Nadir ,2020) ;et aux étapes de la récupération à partir de l'hydrolysate, ce dernier contient toujours des gouttelettes que nous n'avons pas pu les récupérer ce qui fausserait le rendement. (Bouguerra, 2012), le temps, la température de séchage; la durée de séchage (Ghasemian, 2019). Sont des facteurs parmi d'autres qui peuvent aussi avoir un impact direct sur les rendements en huile essentielle (Fadil, 2015)

**2. Teste toxicologie :**

Les huiles essentielles extraites de : *Ruta montana* et *Ruta graveolens* ont été testées contre les pupes et les larves des 4ème stades de *Culiseta longiareolata*. Les larves et les pupes ont été exposées à une série de concentrations des huiles essentielles testées pendant 24h et 48h et 72h. Les concentrations qui ont causé entre 10% et 90% de mortalité, et l'ensemble du test ont

été répété trois fois. Les données collectées ont été utilisées pour déterminer les valeurs CL50 et CL90 (Nabti & Bounechada, 2019).

La méthodologie de nos tests a été inspirée de la technique des tests de sensibilité normalisés par l'Organisation Mondiale de la santé, adoptée pour tester la sensibilité des larves, vis-à-vis des insecticides utilisés en campagnes de lutte (OMS, 1954).

### **2.1. L'effet larvicide des huiles essentielles de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* sur *Culiseta Longiareolata* :**

La toxicité est évaluée à partir du taux de mortalité enregistré après traitement et qui dépend des doses administrées.

Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites *Ruta montana* et *Ruta graveolens* à l'égard des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata*, dont les résultats montrent une activité larvicide avec une relation dose – réponse.

Pour *Ruta montana*, On détermine les concentrations létales CL25, CL50, et la CL90 qui sont respectivement 5.21 ppm de l'intervalle (3.88 -6.1) et 7.57 ppm de l'intervalle (6.73-8.79) ; et 11.88 ppm de l'intervalle (9.94 -13).

Pour le *Ruta graveolens*, On détermine les concentrations létales CL25, CL50, et la CL90 qui sont respectivement 2.81 ppm de l'intervalle (1.88 -3.1) et 5.57 de l'intervalle (4.73-7.79) ; et 10.88 ppm de l'intervalle (9.94 -12.93).

Cependant, les résultats obtenus et par rapport d'autre travail (Chetat, 2013) sur la *Mentha piperita* les doses létales des huiles essentielles extraites est égale 12.02ppm (CL50) et les travaux de Gouasmia et Bouchagoura, 2013 sur la même espèce *Culiseta longiareolata* par rapport *Lavandula dentata* CL50= 113,38 mg/l et CL90= 150,38mg/l. Plusieurs travaux ont montré les propriétés larvicides de certaines huiles essentielles l'étude de (Bouabida & Dris, 2020) montre que le l'huile essentielle de *Ruta graveolens* avait une DL50 de 10.11ppm (8.64-11.72) ppm et une DL25 de 6.96 ppm (5.33-8.54) ppm un effet toxique contre larves de *Culiseta longiareolata*. Dris *et al.*, 2017 montres que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* L. (Lamiaceae) a un effet larvicide sur les larves de moustiques les valeurs de CL50 et CL90 par rapport aux larves du quatrième stade étaient de 77.09 ppm et 104.45ppm pour *Cs. longiareolata* et 113,38 et 150,38 ppm pour *Cx. pipiens*.

Par la comparaison de nos résultats aux autres études menées pour les mêmes plantes et la même espèce de moustique (*Culiseta longiareolata*), nous trouvons que les huiles essentielles de la partie aérienne de *Ruta graveolens* et *Ruta Montana* affichaient la plus forte activité larvicide (efficacité larvicide), avec 100% de mortalité de *Culiseta longiareolata* (L4). Nos



résultats montrent aussi une toxicité larvicide importante d'huile essentielle de *Ruta graveolens* à CL50 = 5,57 ppm que *Ruta montana* à CL50 = 7,57 ppm.

Cependant, les concentrations létales et sous-létales des huiles essentielles extraites de *Ruta montana* affichent des valeurs variables en fonction du temps : CL25 (5.21 ppm) et CL50 (7,57 ppm) sur les larves du quatrième stade. Et de CL25 (0.81 ppm) et CL50 (4.57 ppm) sur les pupes. Les résultats obtenus par notre travail confirment la résistance de *Culiseta longiareolata* de stade larvaire à l'huile essentielle de *Ruta montana*.

## 2.2. L'effet pupicide des huiles essentielles de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* sur *Culiseta Longiareolata* :

La toxicité évaluée à partir du taux de mortalité enregistrée après traitement, dépend des doses administrées. Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de *Ruta graveolens* et *Ruta montana* à l'égard des pupes de *Cs. longiareolata*, dont les résultats montrent une activité pupicide des HEs appliquées avec une relation dose-réponse, L'activité pupicide de deux plantes 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.

Pour le *Ruta montana*, On détermine les concentrations létales CL25, CL50, et la CL90 qui sont respectivement 0.81 ppm de l'intervalle (0.58 -2.1) et 4.57 ppm de l'intervalle (3.73-6.79) ; et 8.88 ppm de l'intervalle (7.94 -9.3).

Pour le *Ruta graveolens*, On détermine les concentrations létales CL25, CL50, et la CL90 qui sont respectivement 3.81 ppm de l'intervalle (2.88 -4.1) et 5.57 ppm de l'intervalle (4.73-7.79) ; et 8.88 ppm de l'intervalle (7.94 -9.3).

Cependant, les résultats obtenus par d'autres travaux, En 2020, Dris montrent que toxicité d'huile essentielle de *Ruta graveolens* appliquée sur les différents stades de *Cs. longiareolata* et *Culex pipiens* avec une CL25 et à la CL50 égale 1,49ppm et 10,11ppm. Brahmi et Snoussi en 2021, L'huile essentielle de *Lavandula dentata* a été appliquée sur des pupes de *Culiseta longiareolata* à concentration létales, CL25, CL50, et la CL90 ont respectivement 59.99 ppm de l'intervalle (39.24-77.72) et 81.7 ppm de l'intervalle (65.42-97.67) ; et 151.5 ppm de l'intervalle (111- 256.1), avec un Slope de 3.557.

Après la comparaison de ces résultats avec nos résultats des huiles essentielles de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* sur les pupes de *Culiseta longiareolata*, on remarque que les huiles à une efficacité pupicide, avec 100% de mortalité de *Culiseta longiareolata*. Nos résultats montrent que la toxicité pupicide d'huile essentielle de *Ruta montana* à CL50

=4,57 ppm et important que de *Ruta graveolens* a CL50 =5,57 ppm. *Ruta montana* plus toxique que *Ruta graveolens* sur les pupes.

### **3. Anomalies morphologiques**

L'examen des individus après traitement montre des aberrations morphologiques variées chez *Culiseta longiareolata*. On note un blocage de l'exuviation nymphale et imaginale qui se manifeste par une incapacité totale ou partielle des nymphes et des adultes à se dégager correctement des exuvies. De plus, d'autres malformations se manifestent, telles que la réduction de leur taille. Les mêmes résultats signalés chez les larves de *Cx. pipiens* dans les travaux de (Bouguerra & Boukoucha, 2021)



# **Conclusion**

## Conclusion et perspectif

En raison des problèmes liés à l'utilisation des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, le recours à des alternatives naturels remplissant le même rôle que celui des insecticides de synthèse et présentant des avantages écologiques économiques.

- ✓ Le but principal de notre travail est de montrer la toxicité des huiles essentielles de *Ruta graveolens* et *Ruta montana* à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*, la plus répandue dans la région de Tébessa.

L'huile essentielle de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* est un rendement obtenu à partir des extractions de la matière sèche des plantes.

Le traitement par l'HE de la plante chez les larves et les pupes de *Culiseta longiareolata* a permis d'établir les concentrations létales et sublétales : CL25, CL50, CL90 et provoque des anomalies morphologiques. Cette huile montre des effets doses significatifs et manifestent une toxicité avec une relation dose-réponse.

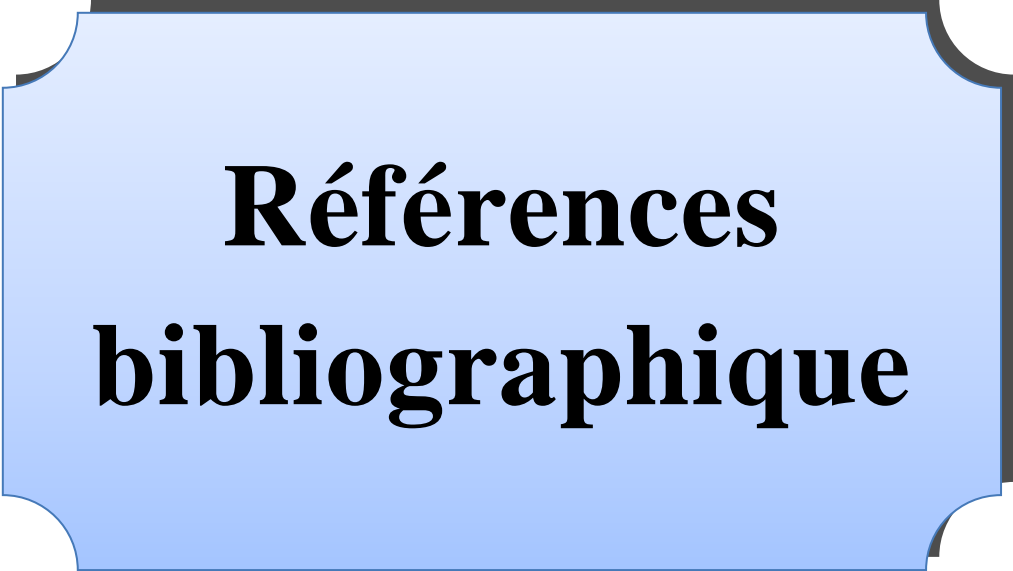
Les concentrations létales indiquent que les huiles essentielles de *Ruta montana* et *Ruta graveolens* exercent une activité toxique chez les larves et les nymphes de *Culiseta longiareolata* traduits par le nombre de mortalité observés.

- ✓ En fin on peut dire que *Ruta graveolens* plus toxique que *Ruta Montana*. L'effet larvicide d'huile essentielle de *Ruta graveolens* plus toxique que *montana*, par contre que l'effet pupicide d'huile essentielle de *Ruta montana* plus toxique que *Ruta graveolens*.

En perspectives, il serait intéressant de poursuivre ce travail en évaluant :

- L'effet insecticide de ces HE à l'égard des adultes mâles et femelles des espèces testées.
- Faire une étude des activités biologiques de ces huiles essentielles sur d'autres vecteurs des maladies.
- Étude de cause de la différenciation de toxicité entre les plantes.





**Références  
bibliographiques**

## Références bibliographique

### A

- ✓ Abdalbasset, M.E.S. et Abde Tawab, A.H. 2008. Médicinal Herbal Guide, Ed. ALFA – Publishing, p 428 – 429.
- ✓ Aissaoui, Y., Moukher, N (2020). Activité biologique et screening phytochimique de deux plante médicinale *Artemisia absinthium* et *Ruta montana* activité biologique sur *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master, université Tébessa. 60P.
- ✓ Aitken, T. H. G. (1954) - The culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). Bull. Ent. Res., 45 (3): 437-494.
- ✓ Aldo P. 1982-1988, Fleurs Et Plantes Médicinales, Ed. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Suisse.
- ✓ Alloun, k. (2013). Composition chimique et activités antioxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de (*l'anethum graveolens L.*). de la sauge (*salvia officinalis L.*). et de la rue des montagnes (*Ruta montana L.*). Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El-Harrach-Alger. P- 75; 84; 87
- ✓ Alphey, L., Beard, C.B., Bittingsley, P., Coetzee, M., Crisanti, A., Curtis, C., et al. 2002. Malaria control with genetically manip.
- ✓ Andrew K. Githeko, Steve W. Lindsay, Ulisses E. Confalonieri et Jonathan A. Patz , 2000  
Changement climatique et maladies à transmission vectorielle : une analyse regionale, 78 (9) : 1136-1147.
- ✓ Appl.J. Biosci. 2016 Étude du niveau de production larvaire d'Anopheles gambiae s.l. dans différents types de gîtes à Oussou-yaokro au Centre-Ouest et à Korhogo Côte d'Ivoire Journal of Applied Biosciences 105:10170 –10182.
- ✓ Appel, Z. et Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: Metabolism, oxidative stress, and signal transduction. Annual Review of Plant Biology 55: 373; 399.

### B

- ✓ Badani Sihem., Mellouk Nassira. 2014. Etude de l'activité larvicide des huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* sur une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Université Cheikh Larbi Tebessi-Tebessa, 50.
- ✓ Bawin, T., Seye, F., Boukraa, S., Zimmer, J. Y., Delvigne, F., & Francis, F. (2015). La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique. The Canadian Entomologist, 147(4), 476-500.

- ✓ Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Dahl, C., Boase, C., Lane, J., et Kaiser, A. 2010. • Mosquitoes and their control. Springer-Verlag, Heidelberg, Allemagne
- ✓ Benhamed D, (2016). Etude de la reproduction et du développement d'*Anopheles maculipennis* (Diptera ; Culicidae), Effets toxiques de quelques extraits aqueux de plantes médicinales. Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar. Annaba.
- ✓ Benkiki., N., Etude phytochimique Des plantes médicinales Algériennes : *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. Thèse de doctorat d'état. P 12. 2006.
- ✓ Ben malek L., 2010 – Etude bioécologique des Culicidae des zones urbaines et Rurales de l'extrême Nord-Est Algérien. Lutte bactériologique par le *Bacillus Thuringiensis israelensis* sérotype H14 à l'égard des adultes femelles et des larves Néonates d'*Anopheles maculipennis labranchiae*. Thèse, Magister, Fac. Sci. Badji Mokhtar, Uni. Annaba, 135p.
- ✓ Ben malek H., Berna F. et D'Argembeau A. (2017). Reconstructing the times of past and future personal events. *Memory*, 25(10): 1402-1411
- ✓ Bentounsi, H. E., Boukhalifa, O., & Bensalma, O. (2020). Criblage de l'activité insecticide de quelques souches de mycètes et d'actinomycètes contre un insecte ravageur de plantes.
- ✓ Benziane, M. M. (2007). Screening photochimique de la plante *Ruta montana* extraction de l'huile essentielles de la rutine, Activité antioxydant de la plante. Thèse de magister, univ d'oran ES-Sénia.
- ✓ Berchi. S. 2000. Bio écologie de *Culex pipiens L.* (Diptera, culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doctorat Univ. Mentouri, Constantine, 133p.
- ✓ Berchi .S. 2000. Bioécologie de *Culex pipiens L.* (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés. Thèse doc. Es – science, Université de Constantine , Algérie : 133p.
- ✓ Berchi .S.2000. Résistance de certaines populations de *Culex pipiens L* au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae). *Bull. Soc. Ent. France*. 105(2) :125-129.
- ✓ Berchi, S., & Aouati, A. (2017). Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *culex pipiens* (Diptera, Culicidae).
- ✓ Berkane, Z ; Boudiar, N. 2018. Evaluation de l'effet larvicide des extraits apolaires et de l'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* à l'égard de *Culex pipiens*. MEMOIRE DE MASTER. Option: Biochimie Appliquée. Université de Larbi Tébessi –Tébessa-Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie. 13-14-15-16-17p.
- ✓ Besbas D et Hariken Chikh H,2018 .Biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera), Phénologie de *Culex pipiens* vecteur de West Nil et *Culiseta longiareolata* vecteur de la brucellose Dans la région de Reghaia mémoire de master .Biologie et contrôle des population d'insectes .université de TIZI-OUZOU.page 38



- ✓ Bezanger, B. L., Pinkas, M., Torck, M. 1986. Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2eme Ed
- ✓ Bouabida Hayette., Dris Djemaa,(2020). Effect of rue (*Ruta graveolens*) essential oil on mortality, development, biochemical and biomarkers of *Culiseta longiareolata*. South African Journal of Botany 133: 139 143.
- ✓ Bouabida, H., Tine-Djebbar, F., Tine, S. & Soltani, N. (2017a). Activity of spiromesifen on Growth and development of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae): Toxicological, Biometrical and biochemical aspects. Journal of Entomology and Zoology Studies 5(1): 572-577.
- ✓ Bouabida H., Djebbar F., et Soltani N. (2012). Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). Faun. Entomol. 65: 99- 103.
- ✓ Bouguerra Nadia & Boukoucha Mourad,(2021). GC–MS and GC-FID analyses, antimicrobial and insecticidal activities of *Origanum glandulosum* essential oil and their effect on biochemical content of *Cx pipiens* larvae. International Journal of Tropical Insect Science.
- ✓ Bouguerra, (2012). Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Lavandula officinalis* cultivées dans la région de Skikda- Algérien Bulletin de la Société Royale des Science de Liège p 86-88-95.
- ✓ Boukhatem, M.N. Hamaidi, M.S. Saidi, F. et Hakim, Y. (2010). Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du *Géranium rosat*. (Pelargonium graveolens L.) Cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). Revue Nature et Technologie. 3: 37- 45.
- ✓ Boulkenafet F. (2006) - Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda. Présentation pour l'obtention du Diplôme de Magister en entomologie (option ; application agronomique et médicale). 191p.
- ✓ Bonnenc, E., & Lariviere, M. (1958). [Phlebotomus duboscqi NeveuLemaire, 1906 (Diptera, Psychodidae); morphology of the egg and larval forms.]. Archives de l'Institut Pasteur d'Algerie Institut Pasteur d'Algerie, 36(2), 259-265.
- ✓ Bouskaya Z. et Deghachi I. (2019). Etude bioécologique et systématique de la population Culicidienne dans la région l'oued. Mémoire de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar - El Oued. 117p.
- ✓ Brahmi, G., Snoussi, A. (2021). Effet pupicide de l'huile essentielle de *Lavandula dentata* chez *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master, université de Tébessa. 82P.

- ✓ Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. et Hervy J.P, 1999 – Les Culicidae D’Afrique méditerranéenne. Logiciel de l’Institut de Recherche pour le Développement (I.R.D.), Montpellier, ISBN 2-7099-1446-8. C
- ✓ Campillo, J. (2021). Développement de stratégies alternatives pour l’élimination des filarioses en Afrique centrale (Doctoral dissertation, Université Montpellier).
- ✓ Carnevale P. et Robert V. (2009). Les anophèles . Biologie , transmission du Plasmodium et lutte ant ivectorielle. Edition. I.R.D., Marseille, 389p.
- ✓ Cetin, H., Tufan-Cetin, O., Turk, A.O., Tay, T., Candan, M., Yanikoglu, A. & Sumbul, H. (2012). Larvicidal activity of some secondary lichen metabolites against the mosquito *Culiseta longiareolata* Macquart (Diptera: Culicidae), Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters [En ligne]. 26:4, 350-355.   
<http://dx.doi.org/10.1080/14786411003774296>
- ✓ -Charles, F. (2015). La question coréenne et le problème de la réunification (Doctoral dissertation, Université Nice Sophia Antipolis).
- ✓ Charnot, 1945, La toxicologie Au Maroc, mémoire de la Science Naturelle du Maroc Robot. N° :XLVII 826
- ✓ Choucha, H., & Kahoul, S. (2017). Etude du pouvoir allélopathique d’huile essentielle de *Ruta montana* (clus.) L. et de *Satureja montana* L. sur la germination des céréales et des quelques mauvaises herbes. Mémoire de Master, Université Mohamed Boudiaf, Msila. P : 51.
- ✓ Craig G. B., 1967 - Mosquitoes: female monogamy induced by male accessory gland substance. Science, 156, 1499-1501.

## D

- ✓ Dahl C. (2000). Feeding in nematoceran larvae: ecology, behavior, mechanisms and principles. Proc 13th Europ Sove Meeting, Ankara. Soci Vector Ecol, 21–27p
- ✓ Daoudi, A. Najem, M. Bachir, L. Ibjibjen, J. Et Nassiri, L. (2015). Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim. Plant Sci. ISSN 2071-7024).40(3). P- 6712, 6 730.   
<https://doi.org/10.35759/janmplsci.v40-3.4.P6717>.
- ✓ Danton P. et Baffray M., 1995, inventaire des plantes protégées, Ed Nathan, ISBN 2092784860.
- ✓ Doby J.M. & Dopy –Dubois M., 1960. - Les Culicides des Pyrénées – Orientales. II.- Observations sur A.- L’écologie de stades larvaires des espèces les plus fréquemment rencontrées ; B.- les heures d’activité de leurs stades adultes. Vie et Milieu :383-392.

- ✓ Doerper, S. 2008. Modification de la synthèse des furo-Coumarines chez *Ruta graveolens* L. par une approche de génie métabolique , Thèse de Nancy – Université. INRA , p 12 – 34.
- ✓ Dris, (2018). Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes : *Mentha piperita*, *Lavandula dentata* et *Ocimum basilicum* sur les larves de deux espèces de moustiques *Culex Pipiens* (Linné) et *Culiseta longiareolata* (Aitken). Thèse du Doctorat en sciences. Université Badji Mokhtar – Annaba.
- ✓ -DRIS.2020.evaluation de l'effet d'une plante médicinale d'une région semi-aride *Ruta graveolens* sur la mortalité et la physiologie chez deux espèces de moustiques *culiseta longiareolata* et *culex pipiens*.
- ✓ Duchauffour. P. 1976. Atlas écologique des sols do monde. Ed. Masson, Paris, 178p.
- ✓ - Duke, A .J., Duke, P.A.K., Duceille, J.L. 2008. DUKE'S HANDBOOK of Medicinal Plants of the Bible. CRC PRESS. 528p.

## E

- ✓ Engonga, O.L. (2009) .Etude photochimique, activités antimicrobiennes et antioxydants de quelques plantes aromatiques et médicinales africaines. Thèse de doctorat unique en sciences biologiques appliquées, université de Ouagadougou, unité de formation et de recherche sciences de la vie et de la terre (UFR-SVT) : p 7-16.

## F

- ✓ Failloux, A. B., & Lecollinet, S. (2022). Les moustiques, seulement des nuisibles?
- ✓ Fatiha Amarti , Badr Satrani , Mohamed Ghanmi , Abderrahman Aafi , Abdellah Farah , Lotfi Aarab , Mustapha El Ajjouri , Abdelhamid Guedira & Abdelaziz Chaouch 2013 Activité antioxydante et composition chimique des huiles essentielles de quatre espèces de thym du Maroc.
- ✓ Forment, M., Roques, H. (1941). Répertoire des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie.Ed. OFALAC, p : 59
- ✓ Foster W.A., and Walker E.D. (2019). Mosquitoes (Culicidae). Medical and Veterinary Entomology. doi.org/10.1016/B978-0-12-814043-7.00015-7.
- ✓ Francis, F., Haubruge, E., & Gaspar, C. (1998). Les pucerons sont-ils résistants aux insecticides en Belgique. *Parasitica*, 54(4).
- ✓ FrontQuer P., 1962, Plantes Médicales El Discorides Renovado, Ed Hebon S.A Barcelona, 426
- ✓ Fuchs M.S., Craig G. B. & Despommier D.D., 1969 - The protein nature of the substance inducing female momgamy in *Aedes aegypti*. J. Insect. Physiol. 15, 701-709.

## G

- ✓ Ghasemian A, Eslami M, Hasanvand et al. (2019). *Eucalyptus camaldulensis* properties for use in the eradication of infections.
- ✓ Ghazanfar S.A, 1994, Handbook of Arabian Medicinal Plants, CRC, Press : Boca, Raton, France 190
- ✓ Gonzalez G.A., Rodriguez F.L., 1971, Herba. Hung., 10(2-3), 95
- ✓ Goskowicy M.O., Friedlander M.O. Eichenfield L.F., 1994, Endemic « lime » disease : phytodermatitis in San Diego Country, V. 93, 830.
- ✓ Gray A.I, 1983, in: Chemistry, Chemical Taxonomy of The Rutales, 146, Academic Press.
- ✓ -Guy D., 1967, Organisation Et Classification Des Plantes Vasculaires, Société d'édition d'enseignement supérieur, Paris 5.

## H

- ✓ Hammiche v., Azzouz M,(2013). Les rues : ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité. *Phytothérapie* 11:22-30
- ✓ Hammiche V., Merad R., Azzouz M. (2013). Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen. Paris (France), Springer-Verlag. 409 p. ISBN 978-2-8178-0374-6
- ✓ Harbach R. E., Harrison B. A., Gad A. M., Kenawy M. A. & El said S., 1988- Records and notes on mosquitoes (Diptera : Culicidae) collected in Egypt. *J. Mosq. Syst.* 20 (30) : 317-341.
- ✓ Hassain K., 2002 - Les culicides (Diptera- Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie d'*Aedes caspius* et d'*Aedes detritus* des marais salés, d'*Aedes mariaae* des rock Pools littoraux et de *Culex pipiens* des zones urbaines de la région occidentale algérienne. Thèses Doc.d'état. Univ. Tlemcen : 203p.

## I

- ✓ -Iserin, P., Masson, M., Restellini, J. P., Ybert, E., De Laage De Meux, A., Moulard, F., Zha, E., De La Roque, R., De La Roque, O., & Vican, P. (2001). Larousse des plantes médicinales, identification. Préparation.

## J

- ✓ J. Macquart, Diptères exotiques nouveaux ou peu connus. Mémoires de la société des sciences de l'agriculture et des arts de Lille., Vol. 2: 9-225.
- ✓ - Jourdain, F., & Paty, M. C. (2019). Impact des changements climatiques sur les vecteurs et les maladies à transmission vectorielle en France. *Les Tribunes de la sante*, 61(3), 41-51.
- ✓ Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A. et Stevens, P. 2002. Botanique Systématique: une perspective phylogénétique, Ed 1. DEBOECK. p 84-336.

## K

Kabouche, Z., Benkiki, N., Seguin, E., Bruneau, C. (2003). A new dicoumarinyl ether and two rare furocoumarins from *Ruta montana*. *Fitoterapia*, 74: 194–196

- ✓ -Kambouche N., Merah B., Bellahouel S., Bouayda J., Disko A., Derdour A., Younos C., Soulimani R., Chemical composition and antioxidant potential of *Ruta montana* L. essential oil from Algeria. *Journal of Medicinal Food*.

## L

- ✓ -Lafri M., Ferrouk M., Harkat S., Routel A., Medkhouk M. et Dasilva A. (2014). Caractérisation génétique des races ovines algériennes. Chentouf M., Lopez-Francos A., Bengoumi M., Gabina D. (éds.). *Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations. Options méditerranéennes (CIHEAM), série A. (108): 293-298.*
- ✓ Lagsier O et Nadir N, 2020. Evaluation du potentiel aphicide de "*Rosmarinus officinalis*" sur les pu-ceron des céréales *Rhopalosiphum maidis* (en ligne) mémoire de Master : Biodiversité et Environnement. EL-OUED : Université Echahid Hamma Lakhdar 90p.
- ✓ Lassoued, F. (2019). Effet de l'extrait méthanolique de *Ruta graveolens* sur les biomarqueurs à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* (Doctoral dissertation, Université Larbi Tebessi Tebessa).
- ✓ Leclerc H, 1966, Précis Phytothérapie, 5th Ed., Masson, Cie, Paris, France.
- ✓ Lecollinet, S., Fontenille, D., & Failloux, A. B. (2022). Le moustique, ennemi public n° 1?
- ✓ Lecollinet S., D. Fontenille, N. Pages, A.-B. Failloux. (2023). LE MOUSTIQUE. *tebessa, algeria. 12(1200) : 12-18.*
- ✓ - Lemery, N. 1732. *Traité universel de drogues simples, mise en ordre alphabétique, 4ème édition*, p : 734-735
- ✓ Linne C. (1758). *Systema naturae per regna tria naturae*. Edition 10. Holmia, (1): 82p.

## M

- ✓ Maifi, R., & Salmi, M. (2017). Etude de l'activité larvicide d'extrait aqueux de *Ruta graveolens* à l'égard d'une espèce de moustique *Culesita longiareoleta* (Doctoral dissertation).
- ✓ Megbemado, C. C. F., & Chougourou, D. C. (2017). EVALUATION DE L'EFFET DU BAUME DE CAJOU (CNSL) EXTRAIT À FROID POUR LE CONTRÔLE DE *Anopheles gambiae* (SL) RESISTANT AUX PYRETHRINOÏDES. EPAC/UAC

- ✓ Mansour S, Al-Said M, Tarique MA, Al-Yahya S, Rafatullah O, Ginnawi T, Ageel AM (1989). Studies on *Ruta chalepensis*, an ancient medicinal herb still used in traditional medicine. J. Ethnopharmacol., 28: 305-312
- ✓ Matille. L. 1993. Les diptères d'Europe occidentale. Introduction, technique d'étude et morphologie. Nématocères, Brachycères, Orthoraphes et Aschizes. Ed. Boubée, T1, Paris : 439p.
- ✓ Merabti, B., Boumaaza, M., Lebbouz, I., Ouakid, M. I. (2020). First record of the avian malaria vector *Cs. longiareolata* (Diptera: Culicidae) for the Southeast of Algeria. J. Appl. Biosci [En ligne]. 154: 15842 - 15861. <https://doi.org/10.35759/JABs.154.2>
- ✓ Messai ; Berchi ; Boulknafed et Louadi. 2010. Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). Entomologie faunistique .63(3), pp. 203-206.
- ✓ Miguel ES (2003). Rue in traditional Spain: frequency and distribution of its medicinal and symbolic applications. Econ. Bot., 57(2): 231-244.
- ✓ Miller, P. 1785. Dictionnaire des jardiniers, ouvrage traduit de l'Anglais sur la huitième édition, p 410-411.
- ✓ -Muriel, (2005) Évaluation in vitro de l'efficacité du fipronil sur *Culex pipiens*. Thèse université paul-sabatier. Toulouse. MEMOIRE DE MASTER, (2019 ) Université Larbi Tébessi TEBESSA

## N

- ✓ Nabti, I. & Bounechada, M. (2019). Larvicidal Activities of Essential Oils Extracted from Five Algerian Medicinal Plants against *Culiseta longiareolata* Macquart. Larvae (Diptera: Culicidae). Eur J Biol [En ligne]. 78(2). DOI: 10.26650/EurJBiol.2019.0015.
- ✓ Nadji ,H.(2011) - Contribution a l'étude des moustiques de la region de biskra : aspects systematique, ecologique, biochimique et energetique , Mémoire de Magistère en Biologie Animale. Spécialité : Biologie Animale, Université de mohamed kheider –biskra .
- ✓ Najem M., Belaidi R., Harouak H., Bouiamrine E. H., Ibijbijen J., Nassiri L. (2018). Occurrence de plantes toxiques en phytothérapie traditionnelle dans la région du Moyen Atlas central Maroc. Journal of Animal & Plant Sciences, 35(2), 5651- 5673.
- ✓ Nhan, T. X., Cao-Lormeau, V. M., & Musso, D. (2014). Les infections à virus Zika. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2014(467), 45-52

## O

- ✓ Oudainia w., 2015. Etude bioécologique et systématique des culicidae de la région d'Oum El bouaghi .Effet de la température sur l'agressivité et la biologie de *Culex pipiens*. Option biologie des populations. Faculté des sciences. Département de biologie. 15p.
- ✓ of South-East Asia.12 PAUL R. (2009) - Généralités sur les moustiques du littoral méditerranéen français .EID méditerranée .p: (1-11).
- ✓ OMS. (2002). Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. Genève. 78p.
- ✓ Ozenda P. 2000. Les Végétaux : Organisation et diversité biologique, Ed. Dunod, p 425.

## P

- ✓ Pages infini. Net/belber/annehtm/Ruta.htm-6k.
- ✓ Pelt J M., 1980, Les drogues, Leur histoire, leurs effets, Ed, Doin.  
Peterson E.L. (1980). Alimit cycle interprétation of a mosquito circadian oscillator .J. theor. Biol. 84 : (281-310).
- ✓ Petit-Play G., Rideau M., Chenieux J.C., 1982, Etude de Quelques Rutacées à Alcaloïdes-*Ruta graveolens* : Revue Botanique, Chimique et Pharmacologique (Etude particulière des alcaloïdes quaternaires quinoléïques). Plantes médicinales et phytothérapie. Tome XVI (1), 72.
- ✓ Pépin, M. (2011). Fièvre de la vallée du Rift. Médecine et maladies infectieuses, 41(6), 322-329.

## R

- ✓ Regnault-Roger, C. 2005. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Tec & Doc – Lavoisier, Paris, France.
- ✓ Rehim. N. et Soltani. N. 1999. Évaluation en laboratoire d'Alsystin, un inhibiteur de la synthèse de la chitine, contre *Culex pipiens* (DipteraCulicidae) : effets sur le développement et la sécrétion de la cuticule. Appl Entomol, vol (123).437-441.
- ✓ Resnik, D.B. 2012. Ethical issues in field trials of genetically modified disease-resistant mosquitoes [en ligne]. Developing World Bioethics. doi: 10.1111/dewb.12011
- ✓ Rodhain. F et Perez. C. 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire – Notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs. Paris. 458-114 p.
- ✓ Rodolphe E.S., Savolainen V.V., Figeat M., 2000, Botanique Systématique Des Plantes à Fleurs, Presses polytechniques et universitaires, Ed Romandes
- ✓ Rubin, M. 1988. Que Sais-Je ? Phytothérapie, 1ere Ed., Presses universitaires de France.

## S

- ✓ Sallal AJ, Alkofahi A (1996). Inhibition of the hemolytic activities of snake and scorpion venoms in Vitro with plant extracts. *Biomed. Lett.*, 53: 211-215.
- ✓ Sanago R., 2006, Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle
- ✓ Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaiem A. & Brnhes J., 2001 - Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification
- ✓ Schauenberg, P., & Paris, F. (1977). Guide to medicinal plants. Guildford, Lutterworth Press (p. 349).
- ✓ Schulz H., 1956, Vorlesunger Uber Wukung Und anwendung Des Deutchem Argnerpfezen, vol 4 Kailf, Haug, Ulm Donau.
- ✓ Seguy., 1951 Ó Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): 449-744 in Grasse P-P., 1951 Ó Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes. Tome X, fasc., 975 p.
- ✓ Seguy., 1951 – Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): 449-744 in Grasse P-P., 1951 – Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroï des. Tome X, fasc., 975 p
- ✓ Sharma, O.P. (1993). Plant taxonomy. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi. P- 482.
- ✓ Siengre G. ,1974– Contribution à l'étude physiologique d'Aedes (Ochlerotatus) caspius (pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae).Ecllosion, dormance, développement, fertilité, thèse d'état science. Univ du languedoc, 285p.
- ✓ Soltani N,(2015). LES MOUSTIQUES: RISQUES SANITAIRES, BIOESSAIS ET STRATEGIES DE CONTROLE1er Séminaire National sur l'Entomologie Médicale et la Lutte Biologique vol.23000.fasc.1/2:1-13.
- ✓ Spichiger, R.E., Savolainen, V. V. et al. 2004. Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérés et tropicales. 3eme édition, Presse polytechnique et universitaire romande. Lossane, 413p

## T

- ✓ Thielens, A. 1862. Flore medicale Belge, p 255-256
- ✓ Tine-Djebbar, F., Bouabida, H., & Soltani, N. (2016). Répartition spatio-temporelle des Culicidés dans la région de Tébessa.107P.
- ✓ Touati, Z. (2019). Biodiversité des Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de TiziOuzou. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 97P.
- ✓ Trari Bouchra , Mohamed Dakki, Oumnia Himmi, 2002, Mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Morocco. Bibliographic review (1916-2001) and inventory of the species.



## U

- ✓ Ulubelen A., 1985, *Phytochemistry*. 24(2), 372.

## V

- ✓ Villeneuve. F. et Desire. CH. 1965. *Zoologie*. Bordas. 1ere édition. 323p.

## W

- ✓ Weterman P.G., Grundon M.F., 1983, *Chemistry, Chemical Taxonomy Of The Rutales*, Academic Press London–New York
- ✓ Wiart, C. 2006. *Medicinal Plants of the Asia – Pacific: Drugs for the future?*, Ed. WORLDSCIENTIFIC, p 401 – 416.
- ✓ Woodring, J. et Davidson, E.W. 1996. *Biological control of mosquitoes*. Dans *The biology of disease vectors*. Sous la direction de B.J. Beaty et W.C. Marquardt. University Press of Colorado, Boulder, Colorado, Les États-Unis d'Amérique. Pp. 530–548.

## X

- ✓ - Xiang, KIE. Y., Dianxiang, Z .et al . 2004. *Rutaceae*. *Bot. Garden South China*. Vol. 11: 51-97.

## Z

- ✓ - Zargari A (1988). *Medicinal plants*. Vol 2. Tehran University Press, Iran, p. 42.

