



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 des êtres vivants.

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science de la nature et de la vie.

Option : Ecophysiologie Animale

Filière : Sciences Biologiques

**Thème :**

**Evaluation d'une plante médicinale *Ruta Montana* chez une espèce de moustique *Culiseta longiareolata***

Présentées par :

**M<sup>elle</sup>** hamaidia imen

**M<sup>elle</sup>** sid chaima

**Membre de jury**

Dr. DRIS Djemaa

MCA Université de Tébessa

Présidente

Dr. BOUABIDA Hayette

MCA Université de Tébessa

Rapporteuse

M. SEGHIR Hanene

MAA Université de Tébessa

Examinatrice



## REMERCIEMENTS

*Nous remercions le Dieu tout puissant qui nous a donné le courage et la patience nécessaire à l'aboutissement de ce travail.*

*Des remerciements chaleureux à **Dr. BOUABIDA Hayette**,  
Maitre de Conférences classe A à l'université de Larbi Tébessi  
pour toute l'aide, l'écoute et le savoir apporté pendant  
l'encadrement et avant cela pendant ces trois années  
d'enseignement.*

*Nous remercions également les membre de jury pour l'honneur  
qu'ils nous font en acceptant de présider, d'examiner et de juger  
ce modeste travail.*

*Sans oublier tous les enseignants(es) de l'université de Larbi  
Tébessi de la faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la  
Nature et de la vie pour leurs aides.*



# Dédicaces



*Je dédie ce mémoire*

*A mon cher père*

*Tu as toujours été un père tendre et attentionné, tu t'es tenu à mes côtés et tu as travaillé dur pour ma réussite.*

*Tu me n'as jamais quitté pour te voir il suffit juste de fermer mes yeux, Tu étais et tu seras toujours dans mon cœur, merci d'être un père merveilleux, merci de m'avoir donné l'honneur d'être ta fille.*



*Je t'aime papa.*



*A ma chère mère*

*Tu es une source d'énergie et de motivation, merci pour ton amour, tes prières tes sacrifices et tes efforts, je t'aime maman*

*A mes chers frère **Hachem** et **Khairi** et mes chers sœurs **Meriem** et **Hassna** avec ses petites enfants **Rassil** et **Reslen***

*Puisse dieu vous donne santé, bonheur et réussite.*

*Je dédie spécialement **Mr. BENJEDDAH Djamel** pour leur compréhension et leur gentillesse.*



*A mes belles cousines*

***Chaima, Boutheina, et Noucha** pour leur soutien et encouragement.*



*A ma chère amie **Chaima** pour sa gentillesse, son amour et ses efforts.*



**Imen**



# *Dédicaces*



*Je dédie ce mémoire de fin d'étude,  
A ma mère et mon père*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être*



*A mes chères sœur et mes frères*

*Rèbh, Chahba, Chadia, et  
mes frères Rachide, Hamza, Miloud, et Youcef*



*A tous les moments d'enfance passés avec vous, en gage de ma profonde estime pour l'aide que vous m'avez apporté. Vous m'avez soutenu, réconforté et encouragé. Puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.  
Je dédie spécialement ma belle tante j'espère que le dieu vous protège*



*Enfin à nos petites enfants*

*Douaa, Yasser, Salah, Malak, Raouf, Amouna, et la princesse Nina*

*A ma chère amie Imen pour sa gentillesse, son amour et ses efforts.*



*Chaima*

## SOMMAIRE

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction ..... 1

### Matériels et méthodes

1. Présentation de <i>Culiseta longiareolata</i> .....	3
2. Caractéristiques .....	3
3. Position systématique .....	4
4. Cycle de développement.....	4
5. Technique d'élevage.....	6
6. Etude éthologique des Culicidés.....	7
6.1. Rôle écologique .....	7
6.2. Rôle pathogène .....	8
7. Présentation de la plante <i>Ruta Montana</i> .....	9
7.1. Définition.....	9
7.2. Classification .....	9
7.3. Description .....	10
7.4. Utilisation de la plante.....	11
6.3.1. Médicales.....	11
7.4.2 Toxicité de la plante .....	11
7.5. Huile essentielle.....	12
7.5.1 Définition.....	12
7.5.2 Utilisation des huiles essentielles .....	13
7.4.3 Toxicité des huiles essentielles.....	13
7.4.4. Méthodes d'extractions.....	14
7.4.6. Composition chimique des huiles essentielles .....	16
8. Rendement des huiles essentielles.....	16
9. Test de toxicité .....	17

### Résultats 18

1. Rendement en huile essentielle de <i>Ruta Montana</i> .....	15
2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta Montana</i> sur les larves de <i>Culiseta longiaroelata</i> .....	15

**Discussion**

1. Rendement des huiles essentielles .....	20
2. Effet toxique de <i>Ruta Montana</i> sur es larve L4 de <i>Culiseta longiareolata</i> :.....	20
Conclusion .....	21
Références bibliographiques.....	22

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> La position systématique de <i>Cs longiareolata</i> comme suit ( <b>Aitken, 1954</b> ) .....	4
<b>Tableau 2 :</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 % ( $m \pm \text{SD}$ , $n = 4$ répétitions comportant chacune 15 individus).....	15
<b>Tableau 3 :</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 (%). .....	16

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Culiseta longiareolata.....	3
<b>Figure 2</b> : caractéristique de Cs longiareolata .....	4
<b>Figure 3</b> : Cycles de développement de Culiesta longiraeolata (prise personnel).....	6
<b>Figure 4</b> : Technique d'élevage .....	7
<b>Figure 5</b> : Ruta Montana.....	9
<b>Figure 6</b> : description de Ruta Montana .....	10
<b>Figure 7</b> : Huile de Ruta Montana (Prise personnel).....	12
<b>Figure 8</b> : Méthodes d'extraction (Clevenger).....	15
<b>Figure 9</b> : test de toxicité (1).....	17
<b>Figure 10</b> : test de toxicité (2) .....	17
<b>Figure 11</b> : diagramme d'effet d'HE de Ruta Montana appliquées sur les larves de Cs longiareolata. ....	16
<b>Figure 12</b> : Effet d'HE de Ruta Montana ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les larves de Cs longiareolata. ....	17

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى اختبار تأثير الزيوت العطرية المستخلصة من نبات *Ruta Montana* على نوع من البعوض، *culiseta longiareolata*، الأكثر شيوعاً في منطقة تبسة. أظهر الزيت العطري الناتج عن التقطير المائي لأنواع *Ruta Montana* نسبة  $0.055 \pm 0.31$ . كما تم إجراء السمية تحت ظروف معملية على يرقات المرحلة *culiseta longiareolata* (L4) وأظهر التحليل الوقائي لـ *Ruta Montana* قيم تركيزات السمية CL25 ( $0,33 \mu\text{L}/\text{mL}$ ) - CL90 ( $1,96 \mu\text{L}/\text{mL}$ ) \_CL50 ( $0,60 \mu\text{L}/\text{mL}$ ). أظهرت زيوت *Ruta Montana* الأساسية سمية تجاه يرقات المرحلة L4.

**الكلمات المفتاحية:** زيوت عطرية *culiesta longiareolata*، *ruta Montana*، سمية، يرقات.

## Abstract

This study aims to test the effect of essential oils extracted from the *Ruta Montana* plant on a type of mosquito, *culiseta longiareolata*, the most common in the Tébessa region.

The essential oil obtained by hydro-distillation of *Ruta Montana* species showed a percentage of  $0.31 \pm 0.055$ .

The toxicity was also carried out under laboratory conditions on L4 stage larvae (*culiseta longiareolata*). The preventive analysis of *Ruta Montana* revealed the values of the toxicity concentrations CL25 (0.33  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) - CL90 (1.96  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) - LC50 (0.60  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ). *Ruta Montana* essential oils have shown toxicity towards L4 stage larvae.

**Keywords:** essential oils, *Ruta montana*, *culiseta longiareolata*, toxicity, larvae.

## Résumé

Cette étude vise à tester l'effet des huiles essentielles extraites de la plante *Ruta Montana* sur un type de moustique, *culiseta longiareolata*, la plus répandu dans la région de Tébessa.

L'huile essentielle obtenue par hydro-distillation de l'espèce *Ruta Montana* a montré un pourcentage de  $0,31 \pm 0,055$ .

La toxicité a également été réalisée dans des conditions de laboratoire sur des larves de stade L4 (*culiseta longiareolata*). L'analyse préventive de *Ruta Montana* a révélé les valeurs des concentrations de toxicité CL25 (0,33  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) - CL90 (1,96  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) - CL50 (0,60  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ).

Les huiles essentielles de *Ruta Montana* ont montré une toxicité vis-à-vis des larves de stade L4.

**Mots clés :** huiles essentielles, *Ruta Montana*, *culiseta longiareolata*, toxicité, larves.



# **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. La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. **(Ramade, 1984)**

Cette faune qui est représentée par toutes les espèces animales d'un écosystème, compte les insectes qui constituent près de 60% du règne animal et 50% de la diversité de la planète **(Hassaink., 2002)**. Appartenant à l'embranchement des Arthropodes, les insectes hématophages sont responsables de 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, en effet leurs rôles épidémiologiques variés, ont fait d'eux un problème majeur de santé publique **(Aouati, 2016)**.

Ces insectes vecteurs sont principalement des moustiques, des phlébotomes, des moucheron (*Culicoïdes*) et des poux ; ils réalisent une transmission biologique ou active car l'agent infectieux accomplit un cycle d'amplification ou de développement au préalable chez l'arthropode vecteur, la plupart de ces maladies à transmission vectorielle sont des zoonoses (touchent les animaux) où l'homme est le plus souvent un hôte accidentel, 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. **(Guemini, H., 2020)**

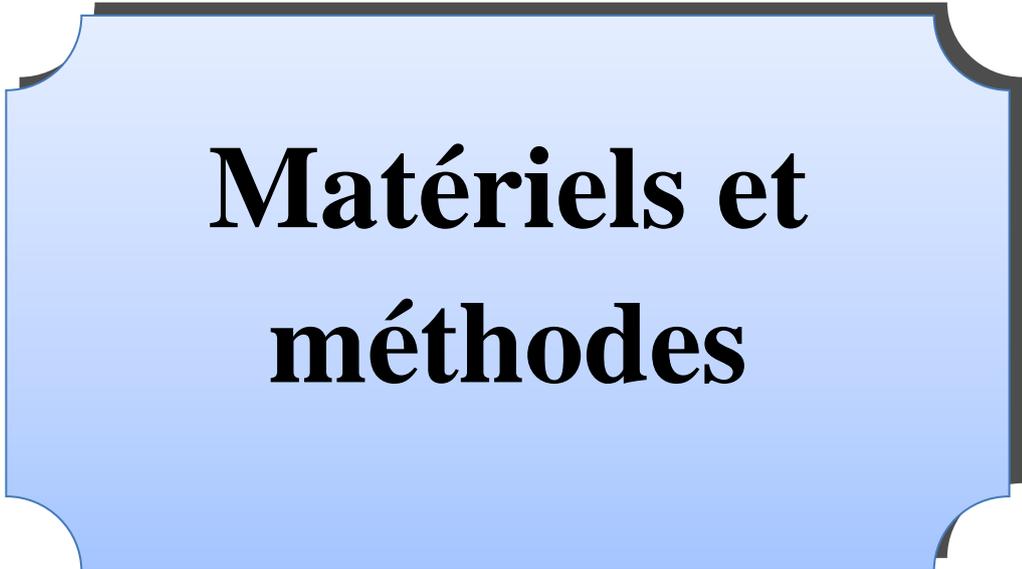
Les méthodes utilisées pour réduire les populations de moustiques et perturber la transmission des agents pathogènes sont assez diverses, notamment le traitement médicamenteux, la modification de l'habitat, les moustiquaires, les insecticides, les prédateurs et les agents pathogènes, la libération stérile et la manipulation génétique **(Lounaci, Z., 2003)**. Ces méthodes de contrôle restent des domaines de recherche actifs, Les insecticides sont la stratégie la plus couramment utilisée pour lutter contre les moustiques. **(Aguéjdad, R. 2009)**.

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. **(Rodhain F. 1996)**.

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)**.

Dans ce contexte, notre travail s'intéresse à évaluer le rendement d'huile essentielle d'une plante médicinale *Ruta Montana* de la région de Tébessa et leur bio activité sur les larves d'une espèce de moustiques *Culiseta longiareolata*.



**Matériels et  
méthodes**

## 1. Présentation de *Culiseta longiareolata*

C'est un ravageur complètement métamorphique qui est plus fréquent dans les régions chaudes. Il appartient aux Diptères, famille des *Culicidés*. La taille de ce moustique varie de 3 à 5 mm Il a un corps allongé avec des pattes allongées et de longues ailes membraneuses et sténose (**Villeneuve et Desire, 1965**). C'est un vecteur aviaire du paludisme, de la tularémie et des arbovirus comme la fièvre du Nil occidental. Il pousse principalement dans de petites étendues d'eau et peut pénétrer dans les maisons pour attaquer les humains à l'âge adulte, bien que ses principaux hôtes soient les oiseaux. Ce moustique se distingue facilement des autres espèces de *Culiseta* par ses caractéristiques morphologiques, notamment des rayures blanches et des points sur les pattes, la tête et la poitrine (**Khaligh, 2020**). Les œufs de *Culiseta* rassemblés dans la cabane sont cylindriques et peuvent contenir environ 50 à 400 œufs, (**Boulkenafet, 2006**).



**Figure 1 :** *Culiseta longiareolata*

## 2. Caractéristiques

*Cs longiareolata* est multivoltine et peut présenter une diapause hivernale chez les adultes Femelles (régions froides) et larves (régions tempérées). Adultes présents Tout au long de l'année, la densité est maximale au printemps et en automne (**Bruhnes et al., 1999**). Les œufs de *Culiseta* réunis dans une cabine sont coniques, environ 50 à 400 œufs (**Boulkenafet, 2006**).

Les femelles sont étroites et autologues. Ils piquent De préférence des vertébrés, surtout des oiseaux, rarement des humains, l'espèce est considérée comme porteur de parasites du paludisme aviaire. Les larves sont caractérisées par des peignes siphoniques Ses dents ont été implantées irrégulièrement. Chez les adultes, on remarque qu'en Moins d'une seule écaille noire sur les ailes et trois bandes blanches sur la poitrine Longitudinal au niveau du lobe basal de la gonorrhée sans poils longs et forts (**Bruhnes et al., 1999**).

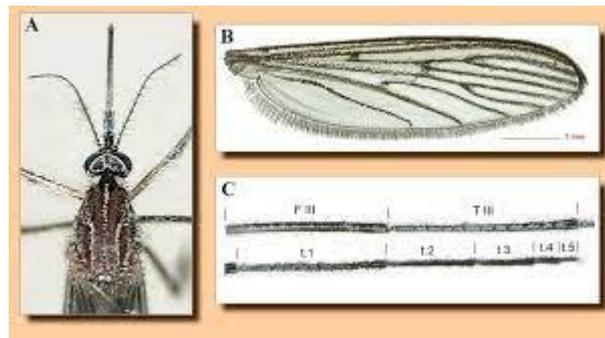


Figure 2 : caractéristique de *Cs longiareolata*

### 3. Position systématique

Tableau 1: La position systématique de *Cs longiareolata* comme suit (Aitken, 1954)

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

### 4. Cycle de développement

Les moustiques sont des insectes holométaboliques. Leur développement est passé par une étape Larves aquatiques entrecoupées d'un court stade nymphal avant le stade adulte aérien (Poupardin, 2011).

**4.1. Œufs :** Les femelles pondent leurs œufs à la surface des différents sites d'embarquement (bassins, puits) abandonnés, trous dans les rochers, océans, étangs, canaux, citernes, eau de pluie, etc.), son état de l'eau est toujours stagnant et riche en matière

organique. Ces logements sont permanents ou Temporaire, ombragée ou ensoleillée, remplie d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée **(Paul, 2009)**.

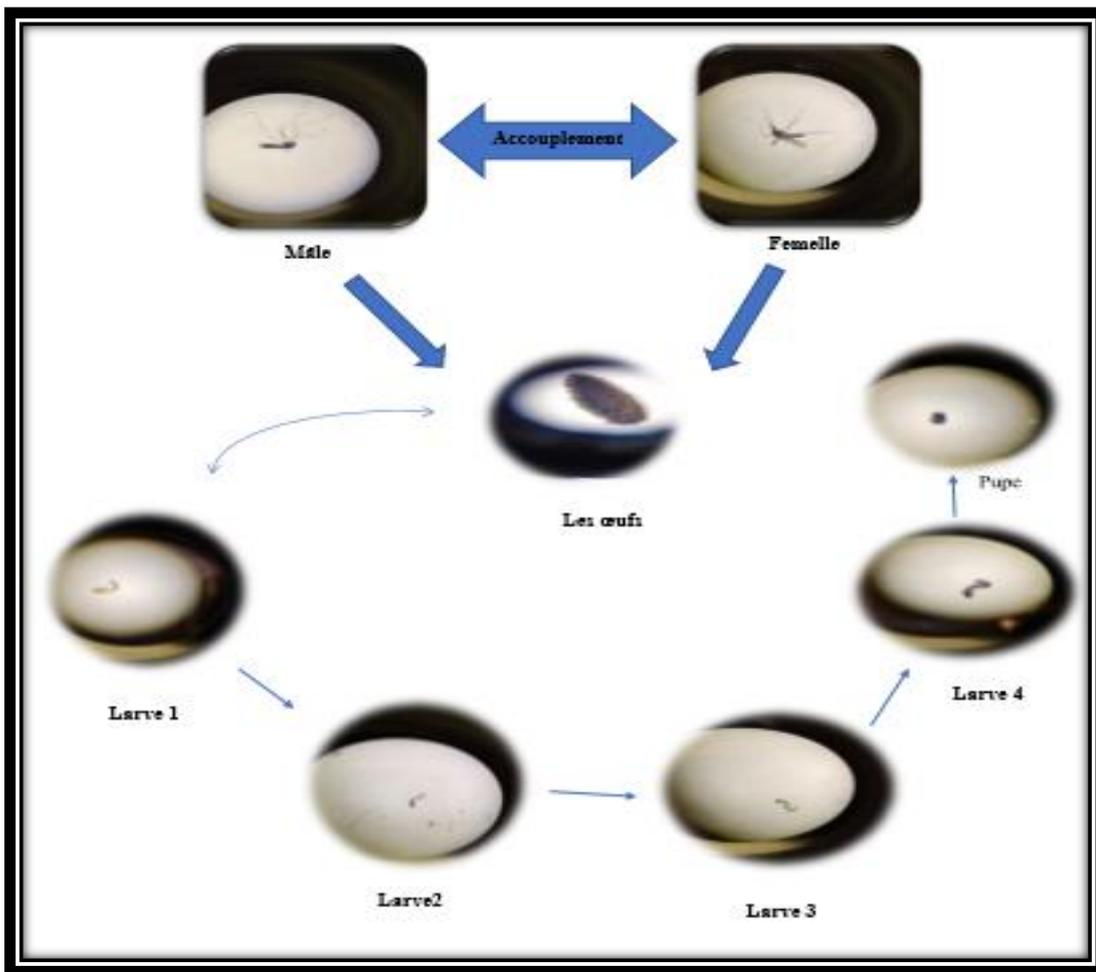
Les œufs sont fusiformes et mesurent de 0,5 à 1 mm. À ce moment-là Œufs ils sont blancs et durcissent rapidement grâce à l'oxydation de certains ingrédients Produits chimiques dans les membranes ; une couleur noire **(Peterson, 1980)**.

**4.2. Larves :** Les larves à ce stade sont complètement aquatiques, leur déplacement est assuré par des mouvements péristaltiques caractéristiques, leur évolution comporte quatre étapes, dont la taille varie de 2 mm à 12 mm **(Boulkenafat, 2006)**.

Les larves vivent environ 10 jours. La rapidité du développement des larves dépend de la quantité de nourriture contenue dans l'eau du gîte **(Peterson, 1980)**.

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

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



**Figure 3 :** Cycles de développement de *Culex longiraeolata* (prise personnel)

### 5. Technique d'élevage

Les larves de moustiques sont récoltées dans des différents sites d'échantillonnages non traités de la ville de Tébessa. Les larves sont élevées au laboratoire dans des récipients en plastique contenant d'eau déchlorurée, et nourries, avec 0,04g du mélange biscuit 75% et levure 25%. 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.

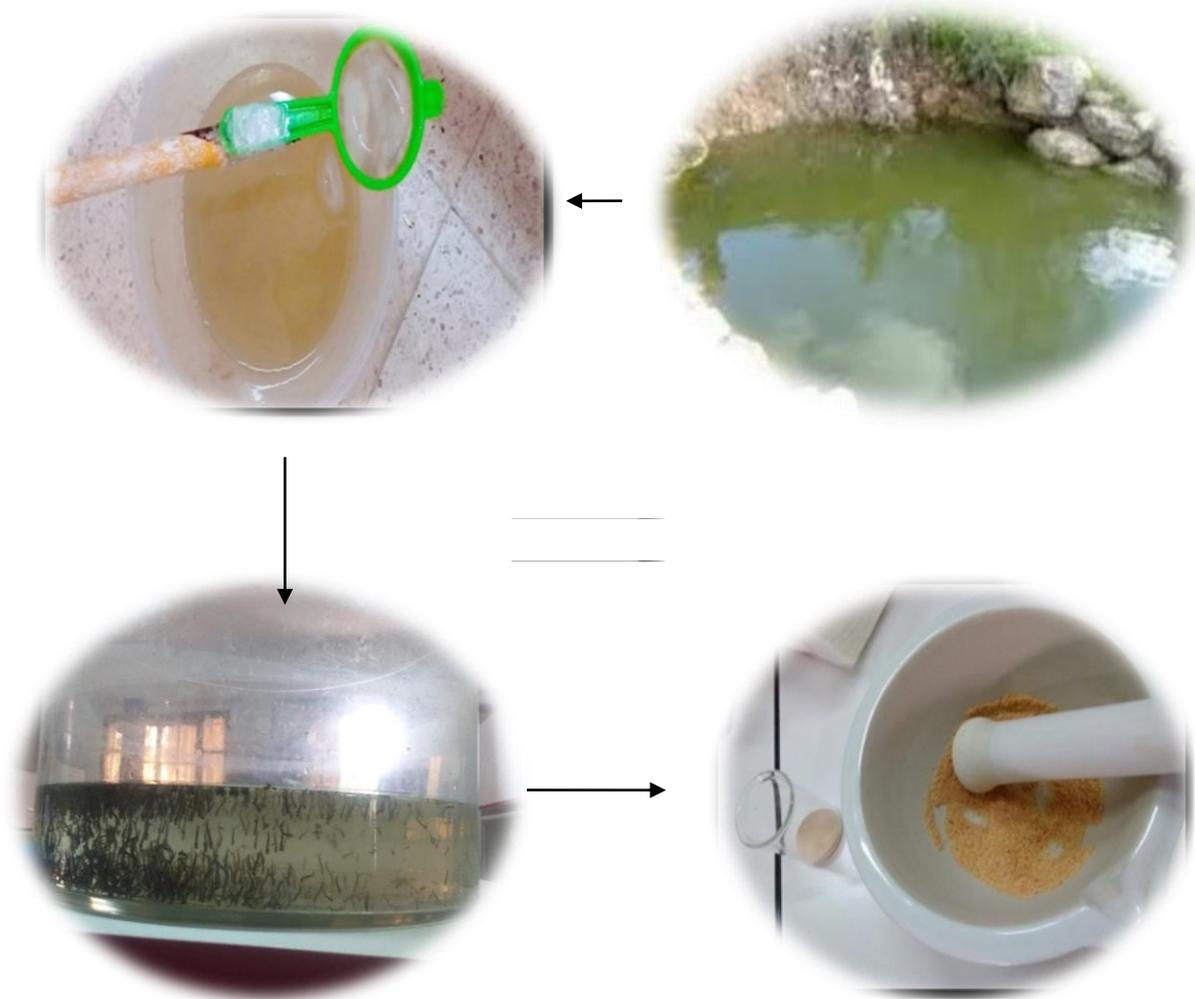


Figure 4 : Technique d'élevage

## 6. Etude éthologique des Culicidés

### 6.1. Rôle écologique

*Les culicidae* fonctionnent dans les écosystèmes car ils sont les vecteurs pathogènes les plus importants. Ils sont présents sur toutes les surfaces terrestres (sauf l'Antarctique), qu'il s'agisse de forêts ou de milieux urbains, tant qu'une petite surface ou une surface temporaire d'eau douce est disponible. Les mâles adultes se nourrissent de nectar, ils participent donc à la pollinisation au même titre que les autres diptères. Les femelles piquent les animaux et les humains et se nourrissent de sang. Ce repas de sang est une source de protéines nécessaires pour compléter la formation des œufs. Les moustiques sont indispensables à la biodiversité spécifique et fonctionnelle des zones humides (ruisseaux, marécages et même saison des pluies dans les pays tropicaux). Ils sont importants pour les biologistes car ils servent de biomarqueurs. *Les culicidés* (larves et adultes) sont une source de nourriture pour de nombreux prédateur (Janet Fang, 2010).

## 6.2. Rôle pathogène

De nombreuses espèces de moustiques peuvent jouer un rôle dans la transmission de divers agents pathogènes qui causent des maladies infectieuses chez les humains et les animaux. D'autres, outre leur rôle médiateur, sont un véritable fléau du fait des morsures douloureuses qu'elles provoquent, et constituent ainsi un problème de nuisance majeur (**Boukraa Slimane, 2020**).

Les maladies transmissibles par *les culicidés* et les plus dangereuses sont les suivant :

### *a. Espèces Vectrices de Parasites*

L'identification précise et la compréhension de la biodiversité fonctionnelle des vecteurs est une étape importante dans la compréhension du risque d'émergence de maladies à transmission vectorielle. Le paludisme est un problème majeur de santé publique dans la plupart des pays tropicaux. Elle est causée par des parasites du genre *Plasmodium*, qui se transmettent d'une personne à l'autre par la piqûre d'un moustique femelle anophèle infectieux. Les moustiques anophèles mâles se nourrissent uniquement de nectar et de jus de plantes et ne transmettent donc pas le paludisme.

Il existe environ 480 espèces de moustiques anophèles, dont seulement 80 sont capables de transmettre le paludisme ; 15 d'entre eux sont considérés comme des vecteurs majeurs du paludisme. Les moustiques sont infectés par *Plasmodium* lorsqu'ils ingèrent du sang provenant d'une personne infectée (**Jacob Williams, 2012**).

### *b. Le Paludisme des oiseaux*

Une fois à l'intérieur du moustique, le parasite se multiplie et se propage depuis son estomac, puis dans ses glandes salivaires et de là à une autre personne au repas suivant. À proprement parler, *Plasmodium* est le seul agent causal du paludisme aviaire. Elle est transmise entre autres par des moustiques des genres *Culicidae*, *Culex* et *Culiseta*. Son cycle de transmission et de reproduction est très similaire au paludisme humain. Dans les régions tempérées, l'infection se produit principalement au printemps et en été lorsque le vecteur est présent.

La première infection est suivie d'une phase aiguë, lorsque les parasites se multiplient dans les globules rouges de l'oiseau, puis éclatent pour libérer le parasite, provoquant une anémie. Le parasite peut alors être éliminé par l'hôte ou présent dans l'organisme sous forme d'infection chronique. (**Coraline Bichet, 2012**).

### *c. La fièvre de West Nils*

Le virus du Nil occidental (VNO) est un virus du genre *Flaviviridae*. Le VNO est actuellement l'un des arbovirus zoonotiques les plus répandus dans le monde, présent sur tous les continents à l'exception de l'Antarctique. Le virus est naturellement amplifié et maintenu

dans le cycle moustique-oiseau, avec transmission occasionnelle aux humains et aux chevaux. Les oiseaux sont les hôtes naturels du VNO, à la fois hôtes et amplificateurs de l'infection. La voie naturelle de transmission du virus est les moustiques transmis par les oiseaux. Par conséquent, le VNO est principalement transmis par les oiseaux migrateurs et les oiseaux résidents ou transport humain de moustiques et d'oiseaux (Jihane Amdouni, 2019).

## 7. Présentation de la plante *Ruta Montana*

### 7.1. Définition

*Ruta Montana* est une espèce herbacée de la famille des rutacées (claisse ,1993), est appelé "fidjel" d'origine méditerranéenne, mesurant entre 20-40cm, il préfère les sols les rocheux bien drainés et résiste au temps sec.

La plante avec son gout amer et sa forte odeur, a des utilisations historiques chez les gens médecine de différentes par ex comme traitement contre l'empoisonnement et l'épilepsie.

Les feuilles contiennent de l'huile essentielle et des ingrédients actifs, tels que vitamines, terpène des acides phénolique, lignines...et autres substances secondaires métabolites précieux en antioxydant activité.



Figure 5 : *Ruta Montana*

### 7.2. Classification

- ✚ Règne : Plantae
- ✚ Embranchement : spermaphyte
- ✚ Sous embranchement : angiosperme
- ✚ Classe : dicotylédones

- ✚ **Sous classe :** dialypétale
- ✚ **Ordre :** rutale
- ✚ **Famille :** rutacées
- ✚ **Genre :** *ruta*
- ✚ **Espèce :** *Ruta Montana*

### 7.3. Description

*Ruta Montana* appelée communément rue des montagnes est un arbrisseau se la famille des rutacées, du genre *ruta*. C'est une plante méditerranéenne semi arbustive, de 40 cm à un mètre de haut environ, très ramifiée et ligneuse à la base (**Fournier, 1948 ; Hammiche et Azzouz, 2013 ; Hammiche et al., 2013**).



*Figure 6 : description de Ruta Montana*

- **La partie aérienne**
  - ✚ **Tiges :** Droites, cylindriques, très rameuses, glabres et glauques de 2 à 5 pieds de hauteurs.
  - ✚ **Feuilles :** Pétiolées, alternes, éparses, composées, d'un vert glauque, à folioles ovales obtuses, épaisses, légèrement dentées sur les bords ou entières.
  - ✚ **Fleurs :** Jaunes, petit 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**).
  - ✚ **Fruits :** Des capsules globuleuses à lobes arrondies et pédoncule court (4 mm) et se terminent par 4 ou 5 lobes arrondis, apparents ; libérant à maturité de petites graines noirâtres (**Hammiche et al., 2013**).
  - ✚ **Semences :** Réniformes, à embryon renfermé dans un albumen charnu (**Thielens, 1862**).
  - ✚ **Odeur :** nauséabonde et saveur chaude et amère.
- **Partie souterraine**

✚ **Racines** : Blanches, fibreuses et à nombreuses radicules (**Thielens, 1862**).

- **Dénomination**

✚ **Nom français** : rue

✚ **Nom allemand** : raute

✚ **Nom italien** : *ruta*

✚ **Nom anglais** : rue (bonnier ,1999)

✚ **Nom espagnol** : ruda (Duke et al, 2008)

✚ **Nom latin** : *Ruta Montana*

✚ **Nom populaire** : fidjil el djabl

#### 7.4. Utilisation de la plante

##### 6.3.1. Médicales

Les parties aériennes de la plante sont utilisées comme emménagogue, antispasmodique, rubéfiant et comme poudre. Elle est utilisée également contre les affections respiratoires sévères, les gastralgies, les troubles intestinaux, les spasmes, les œdèmes, l'épilepsie et les troubles nerveux (**Forment et Roques, 1941**).

L'infusion est employée en collyre contre les ulcérations de la cornée, en gouttes auriculaires pour les otites et les bourdonnements d'oreilles, en gouttes nasales pour traiter l'ozène ainsi que les fièvres et les vomissements du nourrisson et de l'enfant.

La décoction dans l'huile soulage, en friction, les rhumatismes, les courbatures et pour combattre toutes les douleurs articulaires, le remède de choix est une pâte préparée à partir des feuilles pilées, destinée à enduire tout le corps (**Hammiche et Azzouz, 2013**).

L'essence de *Ruta Montana* était très appréciée dans l'industrie des parfums synthétiques (**Denoël, 1958**).

✚ Les doses Infusion : 4 g de feuilles pour 1 kg d'eau.

✚ Décoction : 30 à 60 g pour 1 kg d'eau.

✚ Poudre : 2 g à 9 deg par jour.

✚ Teinture : 10 à 30 g.

✚ Huile de rue : 1 à 10 gouttes.

C'est un médicament très dangereux et qui doit être administré avec la plus grande prudence (**Thielens, 1862**).

##### 7.4.2 Toxicité de la plante

Si depuis Hippocrate bien des utilisations ont traversé les siècles, la toxicité, mieux connue, a probablement contribué à éliminer plusieurs usages (**Pollio et al., 2008**).

C'est une plante à manier avec précaution car son huile essentielle est toxique ; elle contient des alcaloïdes, de flavonoïdes, de la vitamine C et des furo-coumarines (**Le Moine, 2001**).

Les feuilles sont irritantes et vésicantes, propriétés dues aux huiles essentielles particulièrement à la méthylnonylcétone qui est un rubéfiant (**El Haji, 1995**).

## **7.5. Huile essentielle**

### **7.5.1 Définition**

Une huile essentielle est un mélange de composés lipophiles, volatils et souvent liquides et odorants, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Elle est extraite de la plante grâce à des procédés physiques, tels l'hydrodistillation, l'entraînement à la vapeur d'eau ou par expression à froid dans le cas des agrumes. Mais cette définition est très restrictive et n'est pas toujours acceptée, car elle exclut d'une part les produits odorants d'origine animale et d'autre part les essences obtenues par d'autres procédés d'extraction (fluides à l'état supercritique, ultra-son, microndes). (**Padrinie Lucheroni, 1996**).



**Figure 7 : Huile de Ruta Montana (Prise personnel)**

Les huiles essentielles sont solubles dans tous les solvants organiques et les huiles végétales. Elles sont très peu solubles dans l'eau, leur densité est inférieure à celle de l'eau et sont constituées environ de 300 molécules différentes appartenant le plus souvent aux composés terpéniques (monoterpènes, sesquiterpènes, diterpènes). Il convient de mentionner que la conservation des essences exige un isolement à l'abri de l'air, de la lumière et de la chaleur, afin d'éviter la production de tout artéfact, par le biais des réactions d'oxydation et de polymérisation. (**Padrini et Lucheroni, 1996**).

Les huiles essentielles se rencontrent dans tout le règne végétal, cependant elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles : conifères, myrtacées, ombellifères, labiacées, graminées, rutacées (**Bruneton, 1993**). Tous les organes peuvent en renfermer ;

dans les sommités fleuries de la lavande, dans les racines du vétiver, les rhizomes du gingembre, les fruits du vanillier et l'anis, les feuilles de la citronnelle et l'eucalyptus, les écorces du cannelier, le bois du camphrier et les graines de la muscade (**Delille, 2010**).

Dans les organes de la plante, les essences peuvent être localisées dans des cellules sécrétrices isolées (cas des lauracées et magnoliacées), mais on les trouve le plus souvent dans des organes sécréteurs spécialement différenciés et variables suivant les familles botaniques. On peut citer par exemple les poils sécréteurs externes des labiacées, les poches sécrétrices schizolysigènes des Rutacées ou bien les canaux sécréteurs des Ombellifères et conifères. Les canaux sécréteurs peuvent être externes comme dans bon nombre de labiacées ou bien internes comme c'est le cas pour les différents *Eucalyptus* (myrtacées).

### ***7.5.2 Utilisation des huiles essentielles***

Les extraits aromatiques sont utilisés depuis l'antiquité. Les anciens Egyptiens les ont utilisés pour chasser les mauvais esprits, fabriquer des parfums ou encore conserver les corps des pharaons après leur mort. Leur utilisation a connu un grand développement chez les musulmans en particulier dans le domaine pharmaceutique. En effet Abû Ali Ibn Sina les a utilisés pour guérir certaines maladies en médecine traditionnelle (phytothérapie). Actuellement les huiles essentielles trouvent leur utilisation dans différents secteurs tels que les industries pharmaceutiques et cosmétiques en raison de leurs propriétés thérapeutiques et aromatiques et en industries agroalimentaires où elles sont utilisées comme agents naturels de conservation grâce à la présence dans leurs compositions de produits ayant des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. Elles entrent également dans des formulations naturelles de pesticides et autres insecticides utilisés en agriculture biologique (**Yahyaoui, 2005**).

### ***7.4.3 Toxicité des huiles essentielles***

Les HE ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Certaines HE sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau, en raison de leur pouvoir irritant (les HEs riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) ou photo-toxiques (huiles de citrus contenant des furacoumarines). D'autres huiles ont un effet neurotoxique (les cétones comme  $\alpha$ -thujone sont toxiques pour les tissus nerveux). La toxicité des HE est assez mal connue. La plupart du temps, sous le terme de toxicité sont décrites des données expérimentales accumulées afin d'évaluer le risque que représente leur emploi (**Smith et al., 2000**).

#### 7.4.4. Méthodes d'extractions

Plusieurs techniques d'extraction des huiles essentielles sont à ce jour mises en œuvre, elles sont orientées par le matériel végétal, la sensibilité considérable de certaines plantes et l'usage des huiles essentielles (**Zhiri et Baudoux, 2005**).

En effet le mode technologique d'exploitation du matériel végétal peut avoir une influence importante sur la composition finale de l'huile essentielle. Chaque mode d'extraction marque de son empreinte cette composition chimique finale. De plus la localisation histologique des composés aromatiques dans le végétal peut orienter le choix du mode d'obtention de ces huiles.

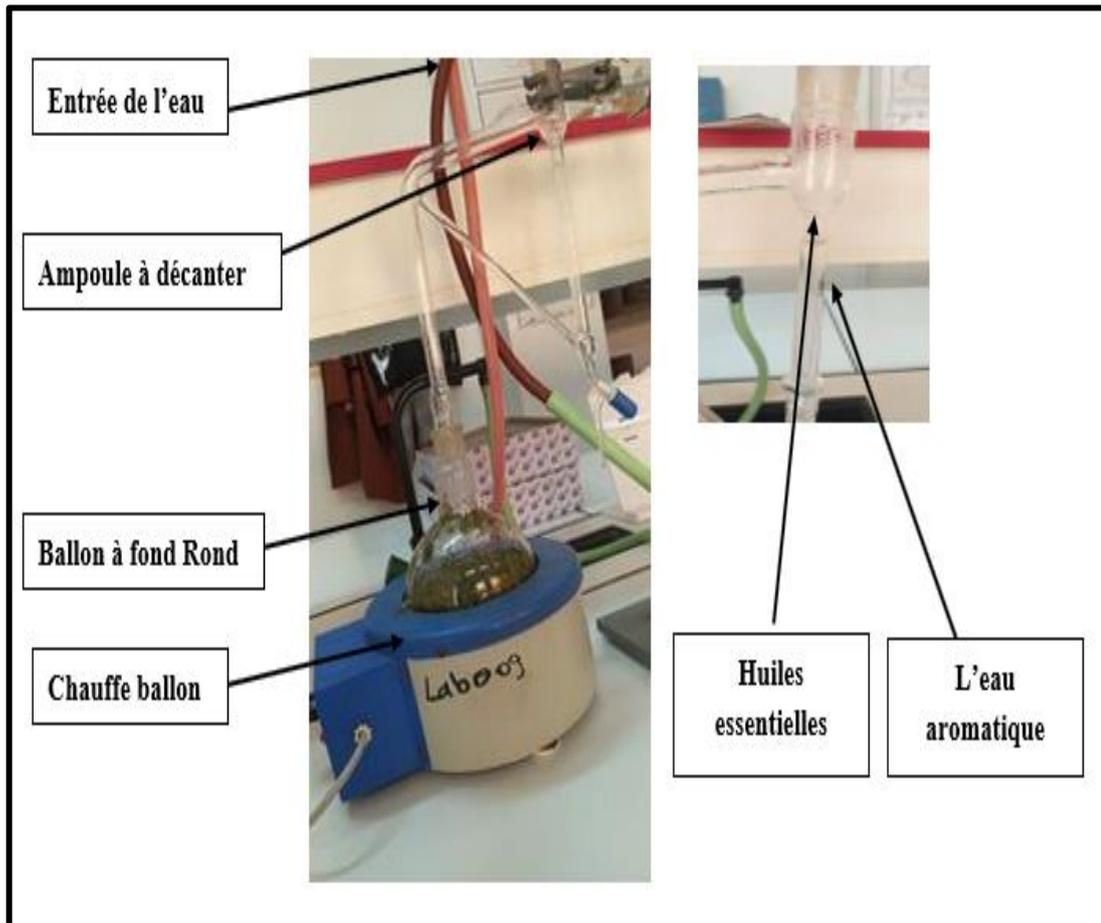
##### *a. Hydrodistillation*

Découverte au X<sup>ème</sup> siècle par le grand médecin arabe Abû Ali Ibn Sina, connu en occident sous le nom d'Avicenne, elle est aujourd'hui la méthode d'extraction des huiles essentielles la plus utilisée et la plus répandue.

Ce procédé correspond à une distillation hétérogène, et consiste à immerger la matière première végétale dans un bain d'eau. L'ensemble est ensuite porté à ébullition, généralement à pression atmosphérique. La chaleur permet l'éclatement des poches sécrétrices et la libération des molécules odorantes contenues dans les cellules végétales. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azéotropique. La vapeur d'eau produite entraîne les huiles essentielles avec elle, puis elle se condense dans un serpentin à l'extrémité duquel le distillat est recueilli dans un récipient. Ce distillat se décante en deux parties, l'huile essentielle se trouvant généralement dans la partie supérieure et la partie inférieure étant constituée par de l'eau (**Pavida et al., 1976**).

##### *b. Distillation par entraînement à la vapeur d'eau*

Le principe de cette technique réside dans le fait que le matériel végétal à distiller se trouve supporté par une grille ou une plaque perforée n'est pas en contact avec l'eau mais traversée par de la vapeur d'eau (Figure 8). L'huile essentielle du végétal est emportée avec la vapeur d'eau et forme un liquide que l'on fait ensuite refroidir. L'huile essentielle étant de densité plus faible que l'eau, elle surnage. Il est alors possible de la récupérer en la séparant de ce que l'on appelle l'hydrolat. Cette technique d'extraction de l'huile garantit une excellente qualité du produit et préserve toutes ses vertus (**Marie, 2005**).



**Figure 8 : Méthodes d'extraction (Clevenger)**

### ***c. Expression à froid***

Cette technique ne s'applique que pour les fruits à peau épaisse et cireuse comme les agrumes. Les écorces contiennent les essences dans de petites poches. Mais leur fragilité et leur sensibilité à la température, à l'oxygène, aux agents chimiques et aux acides demandent une expression, c'est-à-dire une pression effectuée à la main ou à l'aide d'une presse hydraulique. L'huile obtenue est généralement trouble en raison de l'eau en suspension qu'elle contient. Elle doit alors être purifiée par centrifugation. Ce dernier procédé nécessite de laisser d'abord reposer la solution de façon à faciliter la séparation de l'eau puis l'huile essentielle est décantée à l'abri de l'air (Marie, 2005).

### ***d. Extraction par solvant organique***

Le matériel végétal est mis en contact avec un solvant à chaud ou à froid (on opère le plus souvent à température ambiante). Le produit obtenu après évaporation du solvant est appelé « concrète ». Ce terme résulte de la tendance du produit à se solidifier en raison de la présence de matière grasse entraînée par le solvant. Le traitement à froid de la concrète par

l'alcool absolu permet ensuite de séparer les matières grasses et obtenir après évaporation de l'alcool, la phase dite « absolue » des huiles essentielles (Marie, 2005).

#### 7.4.6. Composition chimique des huiles essentielles

Au sein d'une huile essentielle, on trouve les molécules les plus diverses. Aussi il est difficile d'établir une classification basée uniquement sur une fonction chimique, d'autant plus que les essences en renferment un très grand nombre, en proportions variables. Ces molécules sont généralement des hydrocarbures terpéniques : monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), rarement des diterpènes (C20) ou triterpènes (C30), tous formés à partir d'un multiple pair ou impair d'unités isopréniques (C5). Elles ont toutes la même origine biogénique : l'isopentényl pyrophosphate de structure hémiterpénique qui est le précurseur commun de ces molécules (Kurkin, 2003).

Les mono et sesquiterpènes peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. Ils sont formés dans cet ordre chronologique dans les végétaux et fonctionnalisés selon leurs degrés d'oxydation par des groupes hydroxydes, époxydes, aldéhydes ou carbonyles. Les huiles essentielles renferment également des composés odorants de type «phénylpropanoïde», qui empruntent une voie biosynthétique, dite de l'acide shikimique conduisant essentiellement à la biosynthèse de la lignine (Kurkin, 2003). Outre les dérivés terpéniques et les dérivés du phénylpropane, il existe naturellement d'autres composés en faibles proportions qui peuvent être pris en considération dans la constitution de certaines huiles essentielles tels que : les acides gras, les cétones de faibles poids moléculaires et les coumarines volatiles.

Une huile essentielle est très fluctuante dans sa composition, car peuvent intervenir un grand nombre de paramètres, d'ordre naturel ayant une origine intrinsèque (génétique, localisation, maturité...) ou extrinsèque (sol, climat...) et d'ordre technologique, c'est-à-dire liés au mode d'exploitation du matériel végétal. La composition d'une huile essentielle varie au sein d'un même genre, mais aussi dans une même espèce. On parle alors de races chimiques.

### 8. Rendement des huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la matière sèche de la plante (AFNOR, 1987), évalué à partir de 4 échantillons (nombre d'extraction). Il est exprimé en pourcentage est calculé par la formule suivante :

$$R = PB / PA \times 100 \text{ ou } R = [\Sigma PB / \Sigma PA] \times 100$$

R : Rendement en huile en %.

PB : Poids de l'huile en g.

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

### 9. Test de toxicité

Nous avons préparé des concentrations de l'huile essentielle de *Ruta Montana* seront utilisées dans les essais toxicologiques à l'égard des larves (L4) de *Culiseta longiareolata*.

Des gobelets contenant 150 ml d'eau déchlorurée en contact avec 15 des larves de *Culiseta longiareolata*, ainsi préparées des solutions dans des tube épandeur contenant 1 ml d'éthanol diluée pour chaque concentration donnée. Quatre répétitions ont été réalisées pour chaque dilution ainsi utilisée et le nombre des pupes mortes ont été comptées après 24h heures d'exposition.



Figure 9 : test de toxicité (1)



Figure 10 : test de toxicité (2)

# Résultats

## 1. Rendement en huile essentielle de *Ruta Montana*

L'huile essentielle de *Ruta Montana* obtenue par un hydrodistillateur de type Clevenger est de couleur jaune, claire avec une odeur agréable et avec un rendement de  $1,18 \pm 0,055\%$  de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

## 2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de *Ruta Montana* sur les larves de *Culiseta longiareolata*

Les études toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité d'huiles essentielles de *Ruta Montana* sur les larves L4 des *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 larves du stade quatrième (L4) nouvellement exuviées de *Culiseta longiareolata* avec des différentes concentrations des huiles essentielles de *Ruta Montana* : 0,25; 0,5; 1 ; 2 ; 3  $\mu\text{L}/\text{mL}$  jusqu'à la transformation en pupes. La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (Tableau 01) avec des taux variant de 17,33 % (0,25 $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) à 100 % (3 $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) avec une relation concentrations – réponse (figure01D). 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 (Tablea01) qui révèle un effet- concentrations très hautement significatif ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 2 :** Effet d'huile essentielle de *Ruta Montana* ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) appliquées sur les pupes de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée % ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n = 4$  répétitions comportant chacune 15 individus).

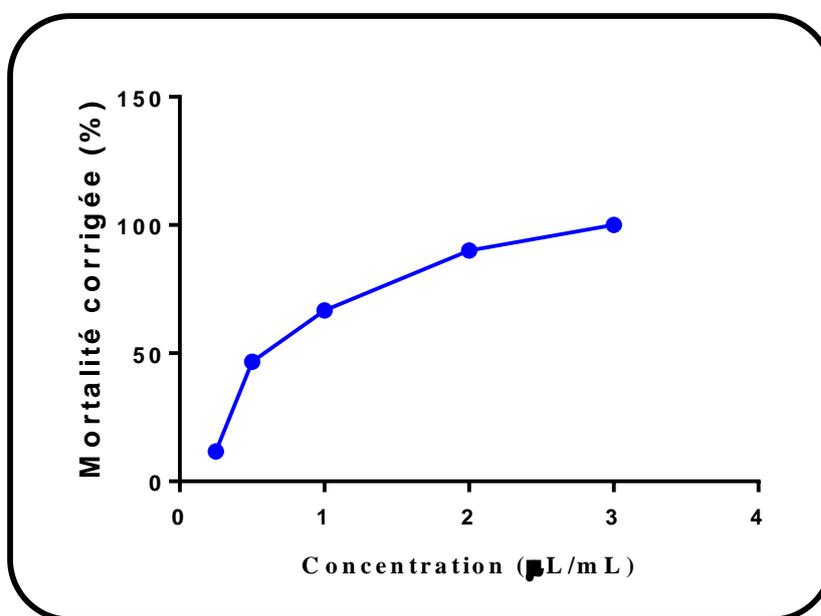
Concentration (ppm)	0,25	0,5	1	2	3
R1	6,67	53,33	66,67	86,66	100
R2	20	46,67	66,67	80	100
R3	13.33	46.67	60	100	100
R4	6.67	40	73.33	93.33	100
<b>m<math>\pm</math>SD</b>	11.67 $\pm$ 6.38	46.67 $\pm$ 5.44	6.67 $\pm$ 5.44	90 $\pm$ 8.61	100 $\pm$ 00

**Tableau 3 :** 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	20052	4	5013	F (4, 15) = 144	F (4, 15) = 144
Erreur résiduelle	522.1	15	34.8		
Total	20574	19			

- ✚ 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: n

L’huile essentielle de *Ruta Montana* a été appliquée sur des larves du stade L4 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  $0,33\mu\text{L}/\text{mL}$  de l’intervalle (0,21-0,48) et  $0,60\mu\text{L}/\text{mL}$  de l’intervalle (0,45-0,80) ; et  $1,96\mu\text{L}/\text{mL}$  de l’intervalle (1.14-3.80), avec un Slope de 1.88 (Tableau 02).



**Figure 11 :** diagramme d'effet d'HE de *Ruta Montana* appliquées sur les larves de *Cs longiareolata*.

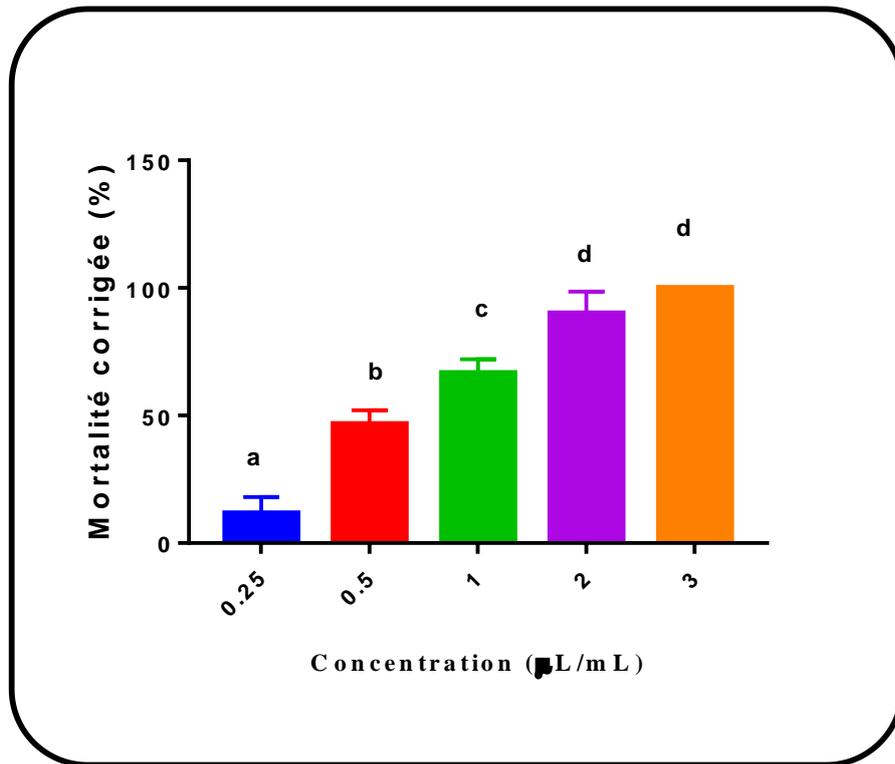


Figure 12 : Effet d'HE de *Ruta Montana* ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les larves de *Cs longiareolata*.



# **Discussion**

---

## Discussion

### 1. Rendement des huiles essentielles

Nous rappelons que le rendement des huiles essentielles de la partie aérienne séché de la plante *Ruta Montana* obtenue par hydro-distillateur de type cleverger est de couleur jaune clair ayant une odeur fort avec un rendement de 0.055% à partir de la partie aérienne de la plante. Ce rendement varie d'une plante à une autre, il est de 0,5% chez *Artemisia mestlantica*, de (0,1- 0,35%) chez la rose, de (0,5-1%) chez la menthe poivrée et le néroli, de (1-3%) chez l'anis, de (0,8- 2,8%) chez la lavande, de (1-2,5%) chez le romarin, de (2-2,75%) chez le thym (Edward *et al.*,1987) et de (1,3-1,6) % chez le basilic (Badani, 2014),

Le rendement varié d'une plante à une autre, est due à différents facteurs, d'origine intrinsèque et extrinsèque, d'autre facteurs peuvent également influence ce rendement : l'espèce, la période de récolte, les pratiques culturales, la technique d'extraction, la température et la durée de séchage et l'étal physiopathologique de la plante (Svoboda et Hampson, 1999 ; Smallfield, 2001 ; Tchoumboungang *et al.*, 2005 ; 2006)

### 2. Effet toxique de *Ruta Montana* sur es larve L4 de *Culiseta longiareolata*:

Les résultats de notre étude montrent que l'huile essentielle de la plante *Ruta Montana* possède un effet toxique à l'égard des larves L4 de *Culiesta longiareolata*. Nos résultats révèlent également que la toxicité augmente avec des différentes concentrations des extraits aqueux puisqu' il a été enregistré une augmentation de la mortalité au fur et à mesure. Donc, le taux de mortalité augmente une fois le degré de concentration augmente d'où une corrélation directe entre le taux de mortalité et le degré de concentration.

Pour l'huile essentielle de *Ruta Montana*, on détermine les concentrations létales CL25, CL50, et la CL90 qui sont respectivement 0,33 de l'intervalle (0,21 -0.48) et 0.60 de l'intervalle (0.45-0.80) ; et 1.96 de l'intervalle (1.14 -3.80).

Les plantes aromatiques contiennent des molécules bioactives, ces derniers considérés comme des matières naturelles utilisées pour protéger l'être humain et l'environnement et pour lutter contre les insectes indésirables et de l'interdire de se reproduire. L'application des produits naturels reste la méthode qui présente beaucoup d'avantages pour la santé de l'être vivant et pour son environnement par rapport aux produits de synthèse Chimique qui contaminent globalement la biosphère (Benayad, 2008).

En Algérie, l'utilisation des produits naturels, spécifiquement les extraits des plantes, comme type de lutte contre les insectes a commencé de se développer, à travers une multitude des travaux récentes (Aouti A & Berchi S, 2015).

La toxicité des huiles essentielles sur les insectes est induite par l'action de leurs composés majoritaires. Les composés majoritaires des huiles essentielles ont des efficacités insecticides soit singulière ou lorsqu'elles sont mises ensemble (**Bouchikhi-Taniet al., 2018**).

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

On considère que les biopesticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des insectes aux pesticides. Avec les mécanismes d'action particuliers de biopesticides, ils peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les insectes (**Windley et al., 2012**).



# **Conclusion**

## Conclusion

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

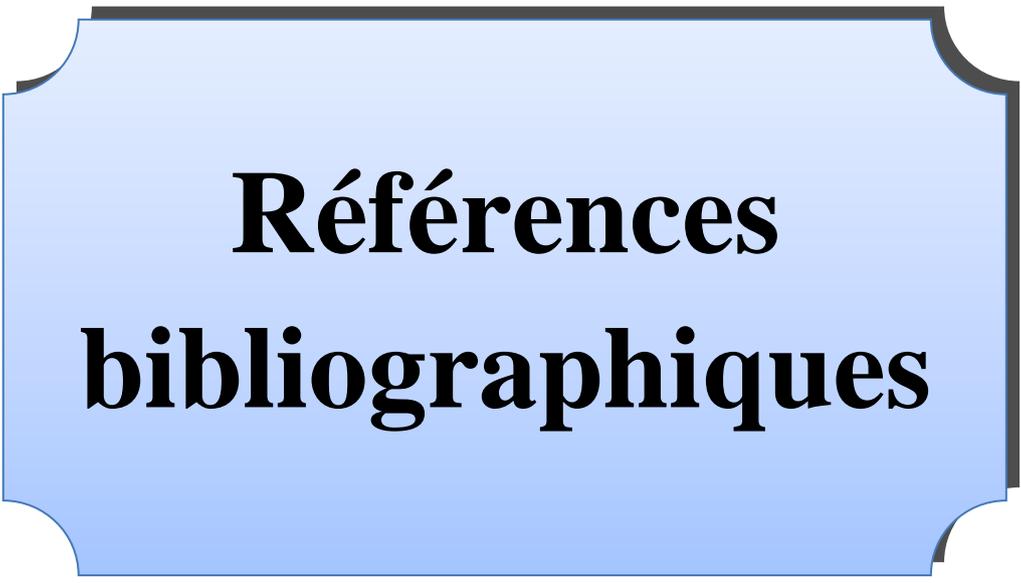
L'HE de *Ruta Montana* présente un rendement de  $0,31 \pm 0,055\%$  de la matière sèche de la partie aérienne

Le travail réalisé, nous a permis de démontrer la toxicité des HEs de *Ruta Montana* à l'égard d'une espèce de moustiques *Cs. Longiareolata*.

Le but de la présente étude était d'évaluer l'effet des huiles essentielles de la plante *Ruta Montana* sur des larves de moustique et des (*Culiseta longiareolata*), le traitement par l'HE de la plante chez les larves de stade L4 et de *Culiseta longiareolata* a permis d'établir les concentrations létales : CL25(0,33), CL50(0,60), CL90(1,96).

Ces extraits présentent donc des propriétés intéressantes. Ce résultat ouvre des perspectives intéressantes pour son application dans la production des biopesticides. Les extraits montrent une activité insecticide avec une relation concentration – réponse.

Cette étude basée sur l'utilisation des plantes aromatiques comme insecticide, ouvre de larges perspectives dans le domaine des connaissances fondamentales d'une part et dans le domaine appliqué d'autre part.



**Références  
bibliographiques**

Références bibliographiques

1. **Aitken, T. H. G. (1954)** - The culicidae of Sardinia and Corsica (Diptera). *Bull. Ent. Res.*, 45(3): 437-494.
2. **Aguejdad, R. (2009)**. Etalement urbain et évaluation de son impact sur la biodiversité, de la reconstitution des trajectoires à la modélisation prospective. Application à une agglomération de taille moyenne : Rennes Métropole (Doctoral dissertation, Université Rennes 2).
3. **Aouti, A. (1978)**. Etude comparée des peuplements de myriapodes diplopodes d'une forêt hygrophile et d'une plantation d'Hévéa en Basse Côte d'Ivoire.
4. **Aouati, A. (2016)**. Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae).
5. **Benayad, A., Diddens, D., Heuer, A., Krishnamoorthy, A. N., Maiti, M., Cras, F. L., ... & Cekic-Laskovic, I. (2022)**. High-throughput experimentation and computational freeway lanes for accelerated battery electrolyte and interface development research. *Advanced Energy Materials*, 12(17), 2102678.
6. **Berchi, S., Aouati, A., & Louadi, K. (2012)**. Typologie des gîtes propices au développement larvaire de *Culex pipiens* L. 1758 (Diptera-Culicidae), source de nuisance à Constantine (Algérie). *Ecologia mediterranea*, 38(2), 5-16.
7. **Bouchikhi, H. (1993)**. A constructivist framework for understanding entrepreneurship performance. *Organization studies*, 14(4), 549-570.
8. **Boukraa Slimane, Baba Aissa Nadir, Abdelaziz Brahim, Ali Ben Ali-Lounaci Zohra, Doumandji Salah Eddine. (2020)**. Frédéric Francis I Les moustiques (Diptera : Culicidae) de la région du M'Zab-Ghardaïa, Algérie. Biodiversités importance médico-vétérinaire
9. **Bruhnes, et all (1999)**. Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).
10. **Bonnier, G. 1999**. La Grande flore en couleur ; ed : Belin ; Tome 3 ; p : 205 – 206
11. **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.
12. **Bruneton J. (1993)** - Pharmacognosie et phytochimie, plantes médicinales. Ed : Tec & Doc. Lavoisier. Paris. 915p.

- 13. Badani S., (2014).** Etude de l'activité des huiles essentielles d' *Ocimum basilicum* sur une espèce de moustique *Culisita Iogiareolata*. Mémoire du diplôme de master . Fac des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie, Tebessa
- 14. Coraline Bichet. (2012).** Ecologie évolutive de la malaria aviaire : effets des caractéristiques de l'hôte et de l'environnement. Sciences agricoles. Université de Bourgogne. Français.
- 15. Cseke L., Kirakosyan A., Kaufman PB., Warber S., Duke J A., Brielmann H, L (1999).** Natural products from plants second edition .CSR, London, Newyork. 551p
- 16. Dhouibi N, Binous H, Dhaouadi H, Dridi-Dhaouadi S., (2020).** Hydro distillation residues of *Centaurea nicaensis* plant for copper and zinc ions removal: Novel concept for waste reuse. *Journal of Cleaner Production*.
- 17. Dalia M Mahmoud, Marah M Abd El-Bar, Dalia AM Salem and Magda H Rady, 2019,** Larvicidal potential and ultra-structural changes induced after treatment of *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) larva with some botanical extracted oils, 6(4) :01-09.
- 18. Delille A.L. (2010) -** les plantes médicinales d'Algérie. 2eme édition. Bertie édition. p239 Doc., Paris, p 488, 489, 490, 491, 510, 533, 536, 537, 538.
- 19. Denoël, A. (1958).** Matière médicale végétale:(Pharmacognosie). Presses Universitaires de Liège.
- 20. Duke A.J., Duke P.A.K. et Duce J.I.; 2008;** DUKE'S HANDBOOK of Medicinal Plants of the Bible, Ed: CRC PRESS; p: 394 – 397.
- 21. El Haji, M. (1995).** Contribution à l'étude des plantes toxiques médicinales dans les régions Nord du Maroc (Provinces de Tanger, Tétouan, et Chefchaouan) (Doctorat, Thèse de Doctorat vétérinaire, Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc, 1995, 275p).
- 22. Forment, M., & Roques, H. (1941).** Répertoire des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. OFALAC, 59.
- 23. Fournier, A. (1948).** « George Sand en » 1848. *Europe*, 26 (26), 140.
- 24. Guemini, H., Zerzezi, D., & Hafid, H. (2020).** Inventaire systématique et diversité biologique des Clucidae (Diptear: Nematocera) dans la région de Meskiana Nord Est algérien.
- 25. Hammiche V, Azzouz M. Les rues : ethnobotanique, Phytopharmacologie et toxicité 2013.**

26. **Hassaink., (2002)** - Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera - Nematocera), de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes maria* et *Culex pipiens*) de la région occidentale d'Algérie
27. **Jacob Williams. (2012).** Manuel de Formation à l'Entomologie du Paludisme A l'intention des techniciens en entomologie et lutte anti-vectorielle (Niveau de base).
28. **Jihane Amdouni, Federica Monaco, Ottavio Portanti, Soufien Sghaier, Annamaria Conte, Thameur Ben Hassine, Andrea Polci, Fabrizia Valleriani, Annapia Di Gennaro, Mohamed Zoueri, Giovanni Savini, Salah hammami. (2019).** Detection of zoonotic circulation of a new strain of West Nile virus lineage 1 in sentinel chickens in the north of Tunisia, *Acta Tropica*.
29. **Khaligh, F. G (2020).** Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran. *BMC Research Notes*, 13(1), 1-5.
30. **Kurkin V. A. (2003)** - *Chem. Nat. Compd.*, 39,123.
31. **Lounaci, Z., (2003)** - Biosystematique et bioécologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieu rural et agricole thèse de Magistère. I.N.A., El-Harrach.
32. **Marie Elisabeth Lucc. (2005)** - Thèse sur : Extraction sans solvants assistée par microondes conception et application à l'extraction des huiles essentielles.
33. **Miller, P. 1785.** Dictionnaire des jardiniers, ouvrage traduit de l'Anglais sur la huitième Édition, p 410-411
34. **Padrini F Et Lucheroni M.T. (1996)** - le grand livre des huiles essentielles. Ed de Vecchi. Page 115.
35. **PAUL R. (2009)** - Généralités sur les moustiques du littoral méditerranéen français. EID Méditerranée.
36. **Peterson E.L. (1980)**-Alimit cycle interpretation of a mosquito circadian oscillator *J.theor biol.* 84: 281-310.
37. **Pollio, A., De Natale, A., Appetiti, E., Aliotta, G., & Touwaide, A. (2008).** Continuité et mutation de la tradition médicale méditerranéenne : *Ruta* spp. (Rutacées) dans la médecine hippocratique et les pratiques actuelles. *Journal d'ethnopharmacologie*, 116 (3), 469-482.
38. **Poupardin R. (2011).** Interactions gènes –environnements chez les moustiques et leur Impact sur la résistance aux insecticides. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de L'université de Grenoble, Spécialité : Biodiversité, Ecologie et Environnement.

- 39. Rai M. K., Acharya D. And Wadegaonkar P. (2003)**—Plantderived antimycotics:Potential of Asteraceous plants, in: Plant-derived antimycotics: Current Trends and Futureprospects. Haworth press, N-York, Londin, Oxford, pp: 165-185.
- 40. Ramade, (1984)** - Eléments d'écologie. Écologie fondamentale Ed.McGraw. hill. Paris
- 41. Rodhain F, Perez C. (1985)** - *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire*. Ed. MaloineS. A., Paris, 458p.
- 42. Rodhain F. 1996.** Les insectes ne connaissant pas nos frontieres. *Med. Mal. Infect.*, 26: 804 - 14.
- 43. Tanie, T. (1962).** On the Variations of Elastic Recovery and Crease Resistance of Fabrics. *Journal of Home Economics of Japan*, 13(2), 72-75.
- 44. Thielens, A. 1862.** Flore medicale Belge, p 255-256.
- 45. Villars, M. 1789.** Histoire des plantes de Dauphiné (Contenant les espèces, les caractères, Les synonymes et les vertus générales), p 582- 583.
- 46. Windley M J., Herzig V., Dziemborowicz S A.,Hardy, M C ., King G F & Nicholson, G M (2012).**Spider-venom peptides as bioinsecticides.Toxins.