



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



Université Larbi Tébessi – Tébessa

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

Département de Biologie appliquée.

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Science de la nature et de la vie.

Option : Ecophysiologie Animale

Filière : Sciences Biologiques



**Thème :**

**Screening phytochimique d'une plante  
médicinale *Ruta montana* et l'évaluation  
biologique sur une espèce de moustique**

Présentées par :

M<sup>elle</sup> Araâr Abir

M<sup>elle</sup> Dris Amira

**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 tout d'abord, **Dieu** tout puissant de nous avoir donné du courage, de la patience et surtout de la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous avons beaucoup de reconnaissance et d'admiration à témoigner à **notre chère encadrante, Mme Bouabida hayette**, notre modèle professionnel, pour la confiance qu'il nous a accordée en acceptant de diriger ce travail, pour ses multiples conseils et pour toutes les heures qu'il a consacrées à diriger cette recherche. Il a su nous guider et nous faire partager ses connaissances de la phase expérimentale à la phase rédactionnelle. Il a toujours été à l'écoute de nos nombreuses interrogations et nous le remercions vraiment pour tous !*

***Dr. DRIS Djemaa**, c'est pour nous un honneur de vous avoir en tant que président de ce jury. Merci d'avoir accepté de présider et de juger ce travail.*

*Nos sincères remerciements s'adressent également à **Mme SEGHIR Hanene**, pour avoir accepté de juger ce travail. Merci infiniment.*

*Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à tous **les enseignants** qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.*

*Nous n'oublions pas de remercier **les responsables du département de Biologie** pour tous les efforts qu'ils ont fournis.*

**Sommaire:**

Liste des figures	
Liste des tableaux	
ملخص	
Résumé	
Abstract	
1. Introduction	<b>01</b>
2. Matériels et méthodes.	<b>02</b>
2.1. Présentation de l'espèce du moustique <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>03</b>
2.2. Position systématique	<b>04</b>
2.3. caractéristique morphologique	<b>05</b>
2.4. Cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>05</b>
2.5. Morphologie des différents stades	<b>07</b>
2.5.1. Stade œufs	<b>07</b>
2.5.2. Stade larvaire	<b>07</b>
2.5.3. Stade pupal	<b>08</b>
2.5.4. Stade adulte	<b>08</b>
2.6. Moyens de lutte contre les moustiques	<b>10</b>
2.6.1. La lutte chimique	<b>10</b>
2.6.2. La lutte biologique	<b>11</b>
2.7. technique de lavage	<b>11</b>
3. Présentation de l'extrait de <i>Ruta montana</i>	<b>12</b>
3.1. La plante <i>Ruta montana</i>	<b>12</b>
3.1.1. Généralités	<b>12</b>
3.1.2. Présentation de l'espèce <i>Ruta montana</i>	<b>13</b>
3.2.1. Description botanique	<b>13</b>
3.2.2. Dénomination	<b>14</b>
3.3. Classification botanique	<b>14</b>
3.4. Distribution géographique et habitat	<b>15</b>
3.5. Utilisation de la plante	<b>15</b>
3.5.1. Usage culinaire	<b>15</b>
3.5.2. Usage Médicinale	<b>15</b>
3.5.3. Usage agricoles	<b>16</b>
3.5.4. Usage cosmétique	<b>16</b>

---

3.5.5. Usage écologie et horticole	16
3.5.6. utilisation de <i>Ruta montana</i> en médecine traditionnelle	16
3.6. Composition chimique de <i>Rutamontana</i>	17
3.7. Activités biologiques <i>Ruta montana</i>	18
3.8. propriété pharmacologique	19
3.9. Extraction et rendement des HEs par hydrodistillation	19
3.9.1 Définition Les huiles essentielles	19
3.9.2 Rôle des huiles essentielles pour le règne végétal	20
3.9.3. Les compositions chimiques des huiles essentielles.	20
4. Rendement des huiles essentielles	22
5. Conservation des huiles essentielles obtenues	22
6. Test de toxicité	22
7. Analyses statistiques	22
4. résultat	23
4.1. Rendement en huile essentielle de <i>Ruta montana</i>	23
4.2. Essais d'insecticide des huiles essentielles de <i>Ruta montana</i> sur les pupes de <i>Culiseta longiareolata</i>	23
4.3. Mal formation de <i>Culiseta longiareolata</i>	26
5. Discussion	28
5.1 Rendement en huiles essentielles	28
5.2. Toxicité des huiles essentielles extraites de <i>Ruta montana</i>	28
6. Conclusion	30
7. Références Bibliographiques	31

**Liste des tableaux :**

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01 :</b>	Position systématique de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>04</b>
<b>Tableau 02 :</b>	Position systématique de <i>Ruta montana</i>	<b>14</b>
<b>Tableau 03 :</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>23</b>
<b>Tableau 04 :</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>24</b>

## Liste des figures :

Figure	Titer	Page
<b>Figure 01:</b>	Nacelle d'œufs de <i>Culiseta Longiareolata</i>	<b>03</b>
<b>Figure 02 :</b>	<i>Culiseta longiareolata</i>	<b>03</b>
<b>Figure 03 :</b>	Dents du peigne siphonal (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>04</b>
<b>Figure 04 :</b>	Trois bandes blanches longitudinales (flèche) de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>04</b>
<b>Figure 05 :</b>	La tête de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>05</b>
<b>Figure 06 :</b>	L'aile de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>05</b>
<b>Figure 07 :</b>	Abdomen de <i>Culiseta longiareolata</i> .	<b>05</b>
<b>Figure 08 :</b>	cycle de développement de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>06</b>
<b>Figure 09 :</b>	Vue générale d'une exuvie larvaire (Culicinae)	<b>07</b>
<b>Figure10 :</b>	la nymphe	<b>08</b>
<b>Figure 11:</b>	morphologie générale d'un <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>09</b>
<b>Figure 12 :</b>	Techniques d'élevage de <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>11</b>
<b>Figure 13 :</b>	Élevage au laboratoire	<b>11</b>
<b>Figure 14 :</b>	la plante <i>Ruta montana</i>	<b>12</b>
<b>Figure 15 :</b>	tige de <i>Ruta montana</i>	<b>13</b>
<b>Figure 16 :</b>	Fleurs de <i>Ruta montana</i>	<b>14</b>
<b>Figure 17 :</b>	Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger	<b>21</b>
<b>Figure 18 :</b>	Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de <i>Cs longiareolata</i> nouvellement exuvieés traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de <i>Ruta montana</i>	<b>25</b>
<b>Figure 19 :</b>	Métamorphose incomplète(pupe -adulte) chez <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>26</b>
<b>Figure 20 :</b>	Echec de la mue chez <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>27</b>
<b>Figure 21 :</b>	Echec de l'exuviation imaginale (flèche) chez <i>Culiseta longiareolata</i>	<b>28</b>

في إطار البحث عن طرق فعالة لمكافحة البعوض، أجرينا بحثاً نظرياً حول التركيب الكيميائي للزيت العطري لنبات طبي (*Ruta montana*) من منطقة تبسة وجزءاً عملياً عن محصول الزيت العطري من *Ruta montana* ودراسة سميتها على أحد أنواع البعوض . *Culiseta longiareolata* بعد البحث وجدنا أن هذا النبات له تأثير سام ضد شرنق البعوض من نوع *Culiseta longiareolata* بتركيزات مميّنة وشبه مميّنة (LC25 = 0.11µL / mL ، CL50 = 0.24µL / mL و LC90 = 1.18µL / mL). بالإضافة إلى ظهور التشوهات (انسداد الشرنق، العجز الكلي أو الجزئي للشرنق وتقليل حجم الشرنق). (يمكن استخدام زيت *Ruta montana* الأساسي في برامج مكافحة البعوض. مستخلص النبات الطبي له تأثير سام على البعوض وخاصة *Culiseta longiareolata*

الكلمات المفتاحية *Culiseta longiareolata* *Ruta montana*، زيت عطري ، سمية ، شرنق.

## **Abstract**

Within the frame work of the research of the effective methods of fight against the mosquitoes. We did a theoretical research on the chemical composition of essential oil of a medicinal plant (*Ruta montana*) from the region of Tebessa and a practical part on the yield of essential oil of *Ruta montana* and a study of their toxicity on a species of mosquito *Culiseta longiareolata*. After the research, we found that this plant has a toxic effect against the pupae of mosquitoes of the species *Culiseta longiareolata* with lethal and sub-lethal concentrations (LC25=0,11 $\mu$ L/mL, LC50=0,24 $\mu$ L/mL and LC90=1,18 $\mu$ L/mL). Moreover, the appearance of malformations (a blockage of pupal exuviation, a total or partial incapacitation of the pupae and the reduction of the pupal size).

The essential oil of *Ruta montana* could be used in mosquito control programs. The extract of the medicinal plant has a toxic effect on mosquitoes especially *Culiseta longiareolata*.

**Key words:** *Ruta montana*, *Culiseta longiareolata*, essential oil, toxicity, pupa.

---

## Résumé

Dans le cadre de la recherche des méthodes efficaces de lutte contre les moustiques. Nous avons fait une recherche théorique sur la composition chimique d'huile essentielle d'une plante médicinale (*Ruta montana*) de la région de Tébessa et une partie pratique sur le rendement d'huile essentielle de *Ruta montana* et une étude de leur toxicité sur une espèce de moustique *Culiseta longiareolata*. Après la recherche, nous avons constaté que cette plante a un effet toxique contre les pupes des moustiques de l'espèce *Culiseta longiareolata* avec les concentrations létale et sub létale (CL25=0,11µL/mL, CL50=0,24µL/mL et CL90=1,18µL/mL). De plus l'apparition des malformations (un blocage de l'exuviation nymphale, une incapacité totale ou partielle des nymphes et la réduction de la taille des pupes).

L'huile essentielle de *Ruta montana* pourrait être utilisée dans les programmes de lutte contre les moustiques. L'extrait de la plante médicinale a un effet toxique sur les moustiques en particulier *Culiseta longiareolata*.

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

# **Introduction**

## 1. Introduction:

Au cours des dernières années, l'application de produits chimiques synthétiques pour contrôler la détérioration des produits alimentaires causée par l'attaque d'insectes nuisibles pendant la production et l'entreposage a été une pratique courante. Toutefois, compte tenu des preuves croissantes concernant les effets néfastes de nombreux produits chimiques synthétiques sur la santé humaine et l'environnement, la recherche de solutions de rechange plus sûres pour la préservation des aliments et la lutte antiparasitaire a suscité un intérêt particulier. L'utilisation de produits naturels sûrs et respectueux de l'environnement (p. ex., extraits aqueux végétales) apparaît maintenant comme l'une des principales solutions pour protéger les produits alimentaires et l'environnement contre la pollution chimique synthétique. On a signalé que les extraits aqueux des plantes aromatiques possédaient un large éventail de propriétés biologiques, y compris l'activité insecticide. (**Abbad *et al.*, 2014**).

L'Afrique est un véritable sanctuaire de ressources naturelles et génétiques parmi lesquelles une grande variété de plantes médicinales et aromatiques prospère dans les régions arides et semi-arides. L'Afrique du Nord, y compris l'Algérie, est reconnue pour sa grande diversité variétale de plantes médicinales et aromatiques, en particulier dans les régions semi-arides, arides et sahariennes. Depuis des millénaires, les plantes médicinales et aromatiques sont à la base de la médecine traditionnelle dans le monde. (**Zouaoui *et al.*, 2020**).

Les plantes aromatiques étaient utilisées depuis l'antiquité pour leurs propriétés curatives et médicinales, et pour donner arôme et saveur à la nourriture. De plus, leurs métabolites secondaires sont économiquement importants comme médicaments, arômes et parfums, produits pharmaceutiques, produits agrochimiques, colorants et pigments, pesticides, cosmétiques, additifs alimentaires, autres produits biochimiques industriels, et jouent également un rôle majeur dans l'adaptation des plantes à leur environnement. (**Çakmakçi *et al.*, 2020**).

Les Culicidae regroupent l'ensemble des insectes diptères holométaboles communément appelés moustiques. Ils occupent une place importante dans la faune terrestre comme dans la faune aquatique. En effet, les moustiques constituent le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'homme et aux animaux. (**Koumba *et al.*, 2020**). La lutte contre les moustiques peut dépendre de diverses stratégies ; la plus courante au cours des dernières décennies a été l'utilisation d'insecticides synthétiques comme produits disponibles et peu coûteux. Toutefois, l'utilisation d'insecticides synthétiques a créé au fil du temps des problèmes de pollution de l'environnement et de résistance. (**Nabti & Bounechada, 2019**).

Si, de nos jours encore, la lutte contre les moustiques demeure l'une des principales méthodes de prévention collective, les stratégies modernes de lutte biologique doivent désormais prévenir les risques de résistances aux insecticides, faire face à la diversité toujours plus grande des situations écologiques et anticiper les conséquences possibles du changement climatique sur une nouvelle et plus large distribution des espèces culicidiennes (**Darriet, 2018**) Dans ce contexte, notre étude a été consacrée à l'extraction d'huile essentielle de *Ruta montana* et de déterminer l'effet pupicide de cette huile à l'égard d'une espèce de moustique *Culiseta longiareolata* et déterminer les paramètres de létalité et sub létalité (CL25, CL50 et CL90) et les anomalies morphologiques.

# **Matériels et méthodes**

# Présentation de



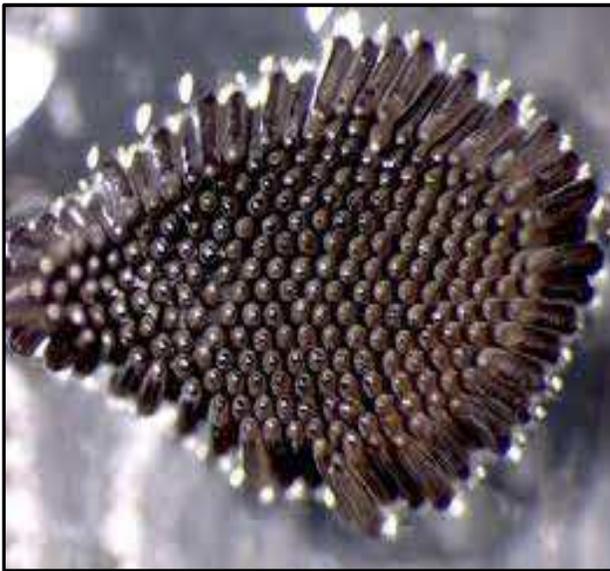
## 2. Matériels et méthodes :

### 2.1. Présentation de *Culiseta longiareolata* :

*Culiseta longiareolata* est une espèce de la famille des Culicidae, la sous-famille des Culicinae (Naghian, Soltanbeiglou et Gholizodeh, 2020). Est un insecte nuisible à métamorphose complète, plus abondant dans les régions chaudes, 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 et Desire, 1965).

*Culiseta longiareolata* est l'espèce de moustique la plus intéressante en Algérie, en particulier dans la région de Tébessa (Bouabida *et al.*, 2017). 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 (Schaffner *et al.*, 2001).

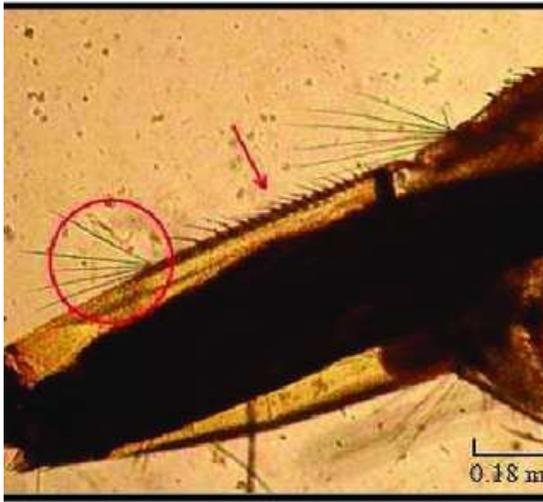
Les œufs de *Culiseta* groupés en nacelle sont cylindro-coniques, porte environ 50 à 400 Œufs (fig. 01) (Boulkenafet, 2006). La larve est caractérisée par un peigne siphonal dont ses dents sont implantées irrégulièrement. (fig. 02) Chez l'adulte, on remarque la présence au moins d'une tache d'écailles sombres sur l'aile, le thorax avec trois bandes blanches longitudinales et l'absence des soies longues et fortes au niveau du lobe basal du gonocoxite (fig. 03 et 04) (Bruhnes *et al.*, 1999).



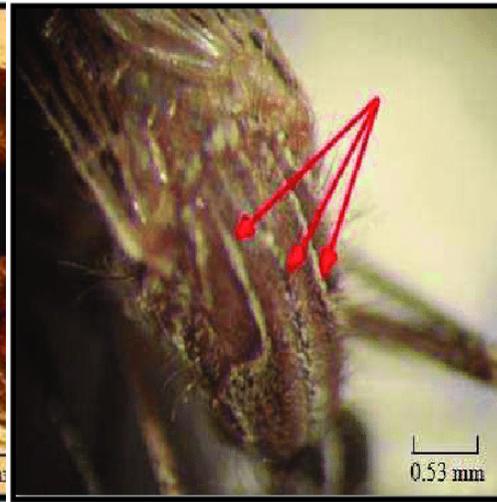
**Fig. 01 :** Nacelle d'œufs de *Culiseta longiareolata*



**Fig. 02 :** *Culiseta longiareolata*



**fig. 03** : Dents du peigne siphonal (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Bouabida, 2014).



**fig.04** : Trois bandes blanches longitudinales (flèche) de *Culiseta longiareolata* (Bouabida, 2014).

## 2.2. Position systématique de *Culiseta longiareolata* :

Position systématique de *Cs. Longiareolata* comme suit :

**Tableau 01** : Position systématique de *Culiseta longiareolata* (Paul, 2009).

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

### 2.3. Caractéristique morphologique de *Culiseta longiareolata* :

Morphologiquement les Culicidés sont caractérisés par des antennes longues et fines, des ailes pourvues d'écaillés (**Bouskaya et Degachi, 2019**). Les caractères morphologiques comprennent des rayures blanches et des points sur les jambes, la tête et le thorax (**khaligh et al., 2020**).



**Fig. 05** : La tête de *Culiseta longiareolata*.



**Fig. 06** : L'aile de *Culiseta longiareolata*.



**Fig. 07** : Abdomen de *Culiseta longiareolata*.

### 2.4. Cycle de développement de *Culiseta longiareolata* :

Le cycle de vie des moustiques comprend quatre stades séparés et distincts (œuf, larve, nymphe et adulte) (**fig. 04**). Les trois premiers stades sont aquatiques, alors que le stade adulte est aérien à sexe différenciés (**Boyer, 2006 ; Duvallet et al., 2017**). Seules les femelles adultes sont hématoiphages (doivent ingérer des repas sanguins) et responsables de la transmission d'agents infectieux à l'homme et aux animaux : filaires, protozoaires, bactéries et virus (**Fontenille et al., 2017**).

En général, la femelle ne s'accouple qu'une seule fois, mais pond périodiquement pendant toute son existence.



**Fig. 08 :** cycle de développement de *Culiseta longiareolata*

## 2.5. Morphologie des différents stades :

### 2.5.1. Stade Œufs :

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur, l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endo-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé, il est de 0.5 mm de taille (**Rodhain et Perez, 1985**).

Au moment de la ponte il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque ; une couleur marron ou noire (**Séguy, 1949**).

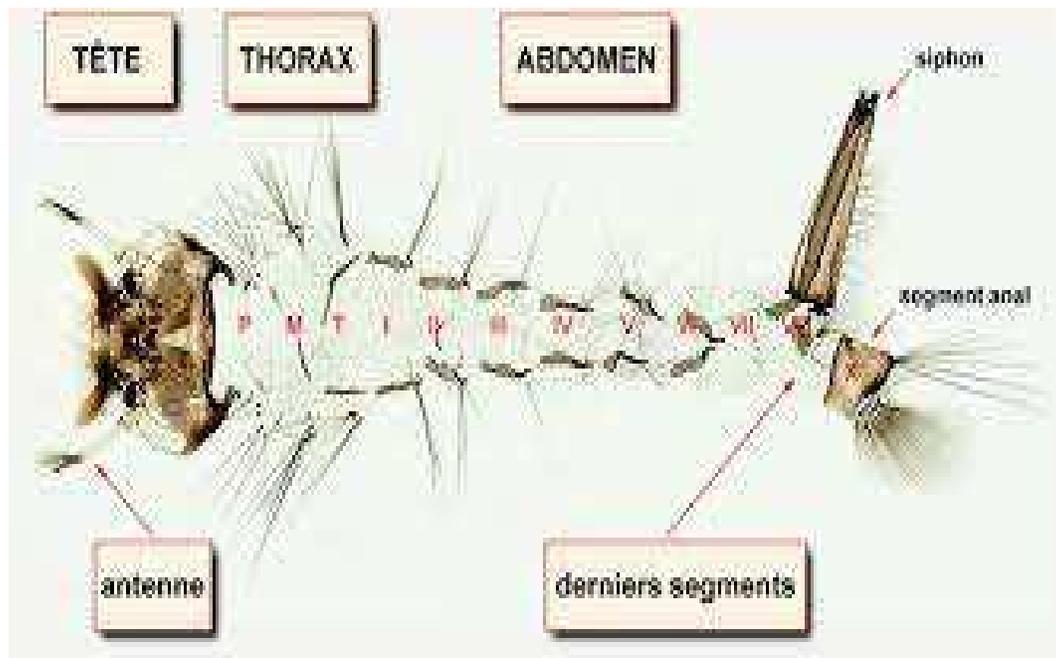
Suite à l'accouplement qui a eu lieu peu de temps après l'émergence des adultes, les femelles fécondées déposent entre 200 et 400 œufs, perpendiculairement à la surface de l'eau (**Dris, 2019**).

### 2.5.2. Stade larvaire :

Le développement larvaire des Culicidae se fait en quatre stades, dont les trois premiers stades ne Présentent pas des caractères taxonomiques précis, seule la larve du 4ème stade rend la dichotomie facile. (**Tabi, 2015**)

La larve se compose de trois parties (**Fig. 05**) : la tête, le thorax, et l'abdomen.

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**).



**Fig. 09** : Vue générale d'une exuvie larvaire (Culicinae) (**Brunhes et al., 2000**).

### 2.5.3. Stade pupal :

Les pupes des Culicidés, qui ont une forme de virgule (**Fig. 06**), sont suspendues juste sous la surface de l'eau et nagent activement lorsqu'elles sont dérangées. (**ANONYME, 2003**).

La nymphe comprend trois parties (**HASSAINE, 2002**).

- Les nageoires ou palettes natatoires, très aplaties, de forme généralement ovale, parfois Asymétrique;
- Les segments abdominaux qui sont au nombre de neuf, cependant, la poche génitale, visible à la nageoire constituerait le dixième segment
- Le céphalothorax constitué de tubercules métathoraciques, de trompettes respiratoires qui fournissent de bons caractères taxonomiques et des soies céphaliques



**Fig. 10** : la nymphe

### 2.5.4. Stade adulte :

Comme tous les insectes le corps des culicidés est divisé en trois parties :

#### ➤ **La tête :**

Elle comprend deux yeux composés, entre lesquels s'insèrent deux antennes constitués de 15 articles chez les mâles, 16 chez les femelles. Chez les mâles, les antennes portent de longs et nombreux verticilles de soie (antennes plumeuses). Chez les femelles, les soies sont plus courtes et nettement moins nombreuses (antennes glabres). En dessous des antennes, se situent deux palpes maxillaires penta-articulées.

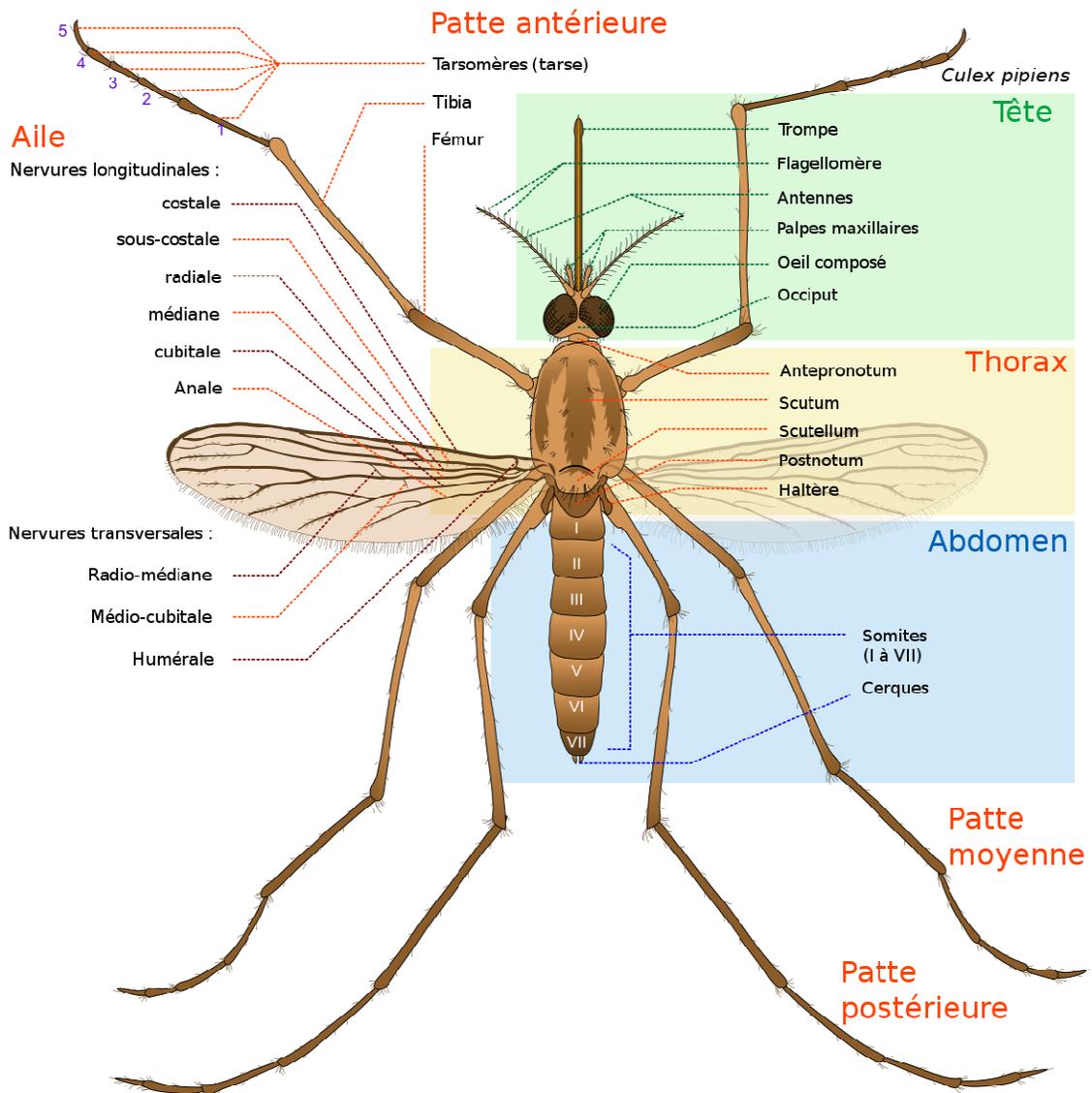
Les six pièces buccales, transformées en stylet vulnérant, se dispose dans une gouttière formée par le labium pour constituer la trompe. (**Arbaoui Latifa ; 2017**)

### ➤ Le thorax

Il est globuleux, composé de trois segments soudés: prothorax, mésothorax et métathorax, dont chacun présente une partie dorsale et une partie ventrale, les pièces latérales étant des pleures. Sur chacun de ces segments s'insère une paire de pattes (Arbaoui Latifa ; 2017)

### ➤ L'abdomen

Il possède dix segments, dont huit visibles. Ces segments sont ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées. Le dixième segment porte le génitalia pour le mâle (phallosome) et les cerques pour les femelles (Arbaoui, 2017)



**Fig. 11 :** morphologie générale de *Culiseta longiareolata*

## 2.6. Moyens de lutte contre les moustiques :

Les culicidés peuvent inoculer pendant leurs repas sanguin la transmission d'agents pathogènes, qu'ils ils représentent de ce fait un véritable problème de santé publique. La lutte anti vectorielle s'appuie sur un nombre important de méthodes qui varient selon les espèces visées, les contextes épidémiologiques.

Les stratégies doivent compte du système vectoriel, de la durabilité des actions et des couts (**Fontenille, 2008**).

**2.6.1. La lutte chimique :** par l'utilisation d'insecticides qu'est très connu dans la deuxième moitié du dernier siècle, le premier insecticide de synthèse qui fut utilisée durant cette période Appartient à la famille des Organochlorés <<DichloroDiphenylTichloroethane>> connu sous l'appellation DDT décrit par Muller pour son efficacité insecticide.

**2.6.2. La lutte biologique :** elle consiste à s'attaquer l'organisme vecteur sans endommager le biotope ou perturber les autres organismes qui y vivent. Elle est représentée par l'utilisation des microorganismes, champignons, poissons et même des extraits végétaux. Ces dernières induisent des effets toxiques contre différentes espèces de Diptères (**Bendali, 1989 ; Lepage et al., 1992 ; Bendali et al., 2001 ; Saleh et al., 2003 ; Aouinty et al., 2006**).

Deux grands types de luttés biologiques ont été utilisés à l'encontre des moustiques :

**La première** est l'utilisation d'un poisson prédateur, la gambusie (*Gambusia holbrooki* ou *Gambusia affinis*), qui a souvent été utilisé mais avec plus ou moins de succès (**Pates & Curtis, 2005**).

**La deuxième** est par l'utilisation d'organismes microbiens telle que le *Bacillus sphaericus*(Bs) et le *Bacillus thuringiensis var israelensis*(Bti). Ces *Bacillus* sont considérés comme des agents de contrôle biologique efficace (**Becker, 1988**). Ils agissent sur les larves de moustiques, des diptères en générale et sont aujourd'hui utilisées dans un large panel de gîtes larvaires, du fait de leurs efficacités et leurs spécificités qui respectent largement la faune associée.

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

En Algérie (**Alouani et al., 2009**) ont réalisées des tests sur des larves et nymphes de *Culex pipiens* avec des extraits d'*Azadirachtaindica*1980 dans les conditions de laboratoire. Ils rapportent une diminution remarquable de la fécondité des adultes, associée à une augmentation de la stérilité et une prolongation de la période larvaire.

## 2.7. Techniques d'élevage :

Durant le printemps (mars) de 2022, la récolte des larves et des œufs de moustiques a été conduite à Tébessa, 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. Lorsque les larves atteignent le stade nymphal, elles seront placées dans les cages où elles subiront l'émergence. Sur les côtés des cages. Nous avons déposé les dattes qui constituent le repas sucré pour les adultes males. Les adultes femelles ont besoin, en plus, d'un repas sanguin (**fig13**) (**Benhamed, 2016**).



**Fig. 12 :** Techniques d'élevage de *Culiseta longiareolata*



**Fig. 13 :** élevage au laboratoire

### **3. Présentation de l'extrait d'huile essentielle de *Ruta montana* :**

#### **3.1. La plante *Ruta montana*:**

##### **3.1.1. Généralités :**

*Ruta montana* connu sous le nom vernaculaire « **Fidjel** » appartient à la famille des Rutacées. Les Rutacées sont souvent des plantes ligneuses possédant des poches sécrétrices d'un type qui n'est rencontré dans aucune autre famille dites schizolysigènes. Ces poches, d'origine épidermique, sont toujours superficielles et libèrent leur contenu, une huile essentielle, à la moindre pression. Cette famille compte plus de 1500 espèces en grande partie, arborescentes et poussant dans les pays tropicaux. (Aissaoui et Moukher, 2020).

La famille des Rutacées a été décrite initialement en 1782 par Durande. Elle comprend près de 1500 espèces regroupées en environ 150 genres. Elle comprend également tous les Citrus (oranger, citronnier, bergamote). Ces espèces partagent un caractère ligneux, une morphologie florale similaire et la présence d'un type bien particulier de poches à essences : les poches schizolysogènes, d'origine épidermique. Elles sont toujours superficielles et libèrent leurs contenus, une huile essentielle à la moindre pression. (Benkiki, 2006)



**Figure 14 :** la plante *Ruta montana*

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

#### 3.2.1. Description botanique

*Ruta montana* appelée communément rue des montagnes est un arbrisseau de la famille des Rutaceae, 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 (Allouni, 2018).

##### ➤ L'appareil végétatif

**-Racines :** Blanches, fibreuses et à nombreuses racicules.

**-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.

##### ➤ L'appareil reproducteur :

**-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).

**-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, 2013).

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

**-Odeur** nauséabonde et **savoir** chaude et amère.



**Figure 15** : tige de *Ruta montana*



**Figure 16** : Fleurs de *Ruta montana*.

### 3.2.2. Dénomination :

- **Nom français :** Rue de montagne.
- **Nom latin :** *Ruta montana*.
- **Nom populaire :** Fidjl el djbel.

### 3.3. Classification botanique

**Tableau 03 :** Position systématique de *Ruta montana* :

<b>Règne</b>	Plantae
<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>Ordre</b>	Sapindales
<b>Famille</b>	Rutaceae
<b>Genre</b>	<i>Ruta</i>
<b>Espèce</b>	<i>Ruta montana</i> (Bonnier, 1999)

### 3.4. Distribution géographique et habitat

La rue est une plante originaire du Sud Est de l'Europe. Elle est largement répandue dans le monde entier à cause de ses propriétés ornementales et médicinales, elle est souvent cultivée dans les jardins pour ses qualités décoratives en variété de couleur (**Bezanger et al., 1986**). Elle a été introduite en Grande Bretagne, en Espagne, un peu moins en Italie et en Yougoslavie. L'Espagne est le grand producteur d'huiles essentielles de la Rue. Elle a été introduit en médecine chinoise, il y a près de deux siècles et est devenue très connue par la population (**Rubin, 1988**).

La Rue pousse spontanément dans les rochers, les lieux arides, vieux murs, collines sèches et elle est abondante dans les terrains calcaires et bien exposés au soleil dans les régions méditerranéennes (**Doerper, 2008**), Cependant les rues sauvages croissent dans les pays chauds aux lieux rudes, pierreux et montagneux (**Lemery, 1732**).

En Algérie, elle est rencontrée dans les zones montagneuses de l'intérieur sur l'Atlas Saharien et les pelouses arides (**Clevely et Richmond, 1997**).

### 3.5. Utilisation de la plante

#### 3.5.1. Usage culinaire

Les feuilles fraîches ou séchées sont utilisées en petites quantités (très amères) dans les sauces, œufs brouillés ou omelettes, fromages blancs et beurres aux herbes.

Très prisée des Anglo-saxon, *Ruta montana* sert aussi à aromatiser des boissons alcoolisées, la bière mais aussi le vin blanc dont elle rehausse le bouquet.

Ainsi les feuilles fraîches peuvent être utilisées pour assaisonner les sauces et les plats de viande mais utilisé modérément à cause du goût amer et des risques de toxicité (Eberhard, 2005).

#### 3.5.2. Usage Médicinale

- **Peau** : l'effet de la rue sur la peau revêt deux aspects. D'une part, la rue, comme plusieurs rutacées et certaines ombellifères, contient des composés susceptibles de provoquer des dermatites sous l'action du soleil. D'autre part, il est reconnu depuis longtemps que le jus ou la sève des feuilles de la rue sert d'antidote contre les morsures de serpent, les piqûres d'insectes et les allergies dues aux plantes. Elle servirait également à soigner les maladies de peau comme le psoriasis ainsi que les blessures (Duval, 1992).
- **Système nerveux** : la rue est antispasmodique. Les Arabes en mâchent les feuilles, ce qui est sensé calmer tout trouble d'origine nerveuse.
- Les feuilles fraîches écrasées en application externe soulagent la sciatique. Traditionnellement, la rue était utilisée dans les cas d'épilepsie. Les victimes de la maladie portaient des feuilles de rue au cou pour prévenir les crises (Ait, 2006).
- **Circulation sanguine** : une des propriétés reconnues de la rue est sa capacité pour abaisser la pression artérielle, ce qui en fait une plante utile pour le traitement des vaisseaux sanguins. La rue accroît également le flot sanguin du système gastro intestinal, protégé dans le cas de coliques ou troubles digestifs.
- **Sens** : les anciens reconnaissaient les vertus de la rue dans les cas de trouble de la vue. En homéopathie, le jus extrait des plantes fraîches est utilisée pour renforcer la vue, il conseille pour soigner les cataractes de dissoudre les fleurs de rue dans un plat d'eau peu profond exposé au soleil. On baigne les yeux plusieurs fois par jour avec le liquide jaune obtenu en pressant les fleurs ayant trempées dans l'eau. Le jus chauffé soulagera les maux d'oreilles.
- **Fertilité** : le pouvoir de la rue est redoutable en ce domaine, la plante agissant sur l'utérus. En petites doses, la rue est bonne pour le soulagement des

dysménorrhées. A plus forte dose, la rue est abortive et son utilisation a donc été envisagée comme pilule du lendemain. Autrefois, la rue était utilisée comme anaphrodisiaque pour encourager à la chasteté.

- **Parasites** : La rue est un antihelminthique, un vermifuge et un anti-amibien.
- **Usage vétérinaire** : La rue a déjà été employée dans de nombreux remèdes vétérinaires surtout pour aider à la délivrance et contre la météorisation chez les bovins, caprins et ovins. D'autres usages, ceux-là empiriques, incluent le traitement des fièvres persistantes des bovins, les parasites intestinaux ; de la morve des chevaux ; des parasites externes et la prévention de la rage. En homéopathie animale, la rue entre dans la composition d'un remède antirhumatismal et d'une poudre calcique (Ait, 2006).

### 3.5.3. Usage agricoles

La rue, par sa forte odeur et ses composés puissants, est utilisée pour le contrôle des ravageurs, notamment contre les insectes. La rue est toxique pour les mollusques, les poissons et les oiseaux. Elle serait aussi nématocide (Duval, 1992).

### 3.5.4. Usage Cosmétique

L'huile essentielle de la rue est utilisée dans le domaine de la parfumerie (Baba Aissa, 1991).

### 3.5.5. Ecologique et horticole

Elle permet la fixation du sol donc le protéger contre l'érosion. On trouve cette plante dans la plupart des jardins pour son parfum, sa saveur, et sa décoration

### 3.5.6. Utilisation du *Ruta montana* en médecine traditionnelle

*Ruta montana* est une plante à usage thérapeutique par excellence, les parties les plus utilisées sont les feuilles et les racines. Cette plante est utilisée sous différentes préparations à savoir la décoction, l'infusion et la macération; de plus, ses huiles essentielles ont aussi des vertus médicinales. Une pincée pendant une semaine est la posologie la plus recommandée, pour éviter d'éventuelles intoxications (Daoudi et Al., 2015).

## 3.6. Composition chimique de *Ruta montana*

### ✓ . Les coumarines

Les coumarines appartiennent à la classe des composés phénoliques, elles constituent avec les flavonoïdes, les chromones et les isocoumarines, un très vaste ensemble de substances. L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'un noyau benzopyrane (Weterman et Grundon, 1983).

Les coumarines de l'espèce *Rutamontana* se localisent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les huiles essentielles des graines, elles sont fréquemment à l'origine des hétérosides (Bruneton, 1999).

✓ . **Les flavonoïdes**

On trouve chez les *Ruta L.*, des flavonoïdes glycosylés appartenant en particulier aux groupes des flavones comme la rutine et la quercétine, les deux sont largement répandues chez les Rutaceae (Schemmer et Leismeister, 1989)

✓ . **Les lignanes**

Les lignanes sont issus du couplage oxydatif intramoléculaire de deux unités phénylpropanoïques, la savinine et la saventinine (Paulini et Schemmer, 1989)

✓ . **Les huiles volatiles**

Les principaux composés étaient des monoterpènes oxygénés, caractérisés par la grande prévalence de deux composés cétones-undécane-2-one (32,8%) et non-2-one (29,5%) et acétate-nonanol-2-acétate (18,2%) (Kambouche *et al.*, 2008).

✓ . **Les alcaloïdes**

C'est le nom générique de substances azotées d'origine végétale, de structure souvent complexe et de poids moléculaire élevé. Ce sont des bases primaires, secondaires et tertiaires ou des hydrates d'ammonium quaternaires renfermant des noyaux hétérocycliques (Richter, 1993). Les alcaloïdes constituent, à côté des coumarines, un second groupe de métabolites secondaires largement répandus dans la famille des Rutaceae et plus particulièrement dans le genre *Ruta* (Mohr, 1982).

### 3.7. Activités biologiques *Ruta montana*

✓ . **Activité antioxydante :**

De point de vue méthodologique, le test du radical libre DPPH est recommandé pour des composés contenant SH, NH et OH. Il s'effectue à température ambiante, ceci permettant d'éliminer tout risque de dégradation thermique des molécules thermolabiles. Le test est largement utilisé au niveau de l'évolution des extraits hydrophilestrès riches en composés phénoliques.

L'activité antiradicalaire des différents extraits à tester a été déterminée selon méthode décrite par Mansouri *et al.* (2005) qui utilise le DPPH comme un radical libre relativement stable qui absorbe dans le visible à la longueur d'onde  $\lambda$  de 517 nm.

La technique consiste à mettre le radical libre DPPH (de couleur violette), en présence de l'antioxydant (extrait brut méthanolique, extrait alcaloïdique) va être réduit et vire vers le jaune. Ce changement se traduit par une diminution de l'absorbance. (Allouni Rima. ; 2018)

Le DPPH est un radical stable dû à la stabilisation par délocalisation sur les cycles aromatiques. Le DPPH<sup>•</sup> peut facilement piéger d'autres radicaux mais ne se dimérise pas. Parce qu'une forte bande d'absorption est centrée à environ 515 nm, la solution de radical DPPH se forme en violet foncé et devient incolore à jaune pâle lorsqu'elle est réduite lors de

la réaction avec le donneur d'hydrogène. La diminution de l'absorbance dépend linéairement de la concentration antioxydante (**Gupta, 2015**).

### 3.8. Propriétés pharmacologiques

-La plante a des vertus emménagogue, antispasmodique, sudorifique, hypoglycémique, antirhumatismal, antihelminthique, antiépileptique, antipyrétique.

-La rutine connue pour son effet veinotonique et protecteur sur les capillaires (réduction de la fragilité capillaire), et ses propriétés antioxydants (**Stuart, 2005**).

-La méthyl-cétone contenue dans la plante provoque une congestion pelvienne et des contractions utérines conduisant aux hémorragies utérines et à l'avortement en cas de grossesse, C'est un abortif puissant (**Claisse, 1993**).

-Les feuilles sont irritantes et vésicantes, propriétés dues à l'huile essentielle et en particulier à la méthylnonylcétone qui est un rubéfiant (**Lahsissene et al., 2009**).

-*Ruta montana* renferme un ou plusieurs principes actifs antimycobactériens (**Sqalliet et al., 2007**). Possédant aussi une activité antifongique, et insecticide (**Stuart, 2005**).

-Les flavonoïdes présents dans la rue, possèdent une activité antibactérienne, et des effets cytotoxiques *in vitro*. Ainsi que les furanocoumarines, et quinolones qui agissent comme des constituants phytotoxiques (**Stuart, 2005**).

### 3.9. Extraction et rendement des HEs par hydrodistillation

L'hydrodistillation reste la technique d'extraction la plus utilisée et la plus rapide pour l'obtention des meilleurs rendements, sans altération des huiles essentielles fragiles. Son principe correspond à une distillation hétérogène qui met en jeu l'application de deux lois physiques. L'extraction a été faite au niveau du laboratoire de Biologie Animale à l'université de Tébessa par un hydrodistillateur de type clevenger(**Dris, 2018**).

#### 3.9.1. Définition Les huiles essentielles

Ce sont des substances organiques aromatiques liquides qu'on trouve naturellement dans diverses parties des plantes. Elles sont très concentrées, volatiles, généralement huileuses et sensibles à la décomposition sous l'effet de la chaleur (**Turgeon, 2001**).

L'huile essentielle définit comme: « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydro distillation. L'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques (**Hernandez, 2005**).

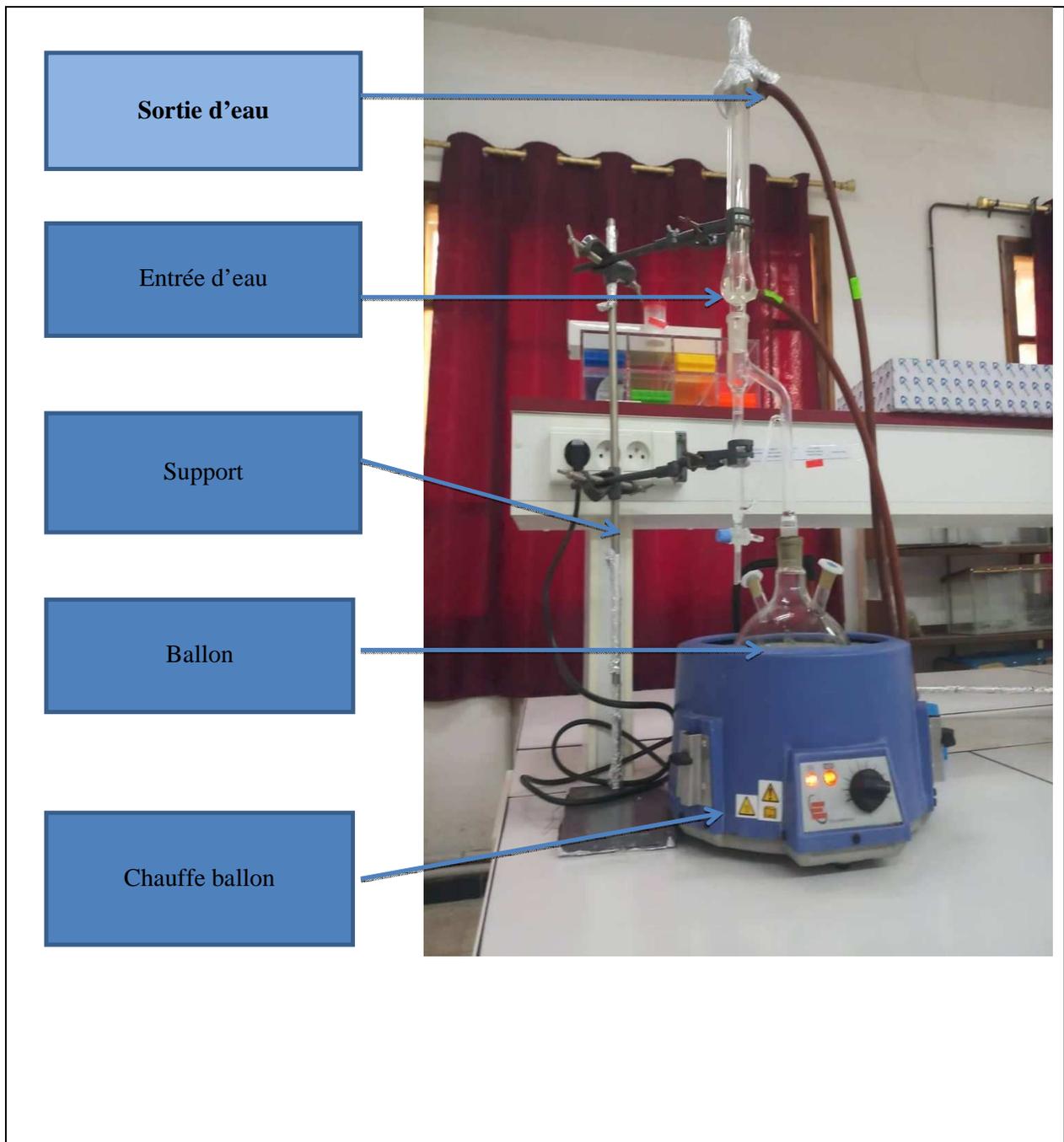
Les huiles essentielles n'existent quasiment que dans les végétaux, elles peuvent être stockées dans tous les organes des plantes aromatiques (les fleurs, les feuilles, fruits, tiges, rhizomes et racines, les graines, le bois et l'écorces) (**Teixeira et Al.,2013**).

### **3.9.2. Rôle des huiles essentielles pour le règne végétal**

Les plantes aromatiques utilisent les huiles essentielles pour se protéger des virus, la plus parts pensent que c'est une hormone végétale, mais d'autres considèrent que les huiles sont des messagers entre parasites et microbes (**Willem, 2009**).

### **3.9.3. Les compositions chimiques des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes et éminemment variables des constituants qui appartiennent de façon quasi exclusive, à deux groupe caractérisés par des biogénétiques distincts ; les groupes des terpénoïdes, d'une part et le groupe des origines composés aromatiques dérivés du phénylpropane, beaucoup moins fréquents. D'autre part elles peuvent également renfermer divers produits issus de processus dégradai mettant en jeu des constituants (**Bruneton, 1999**).



**Fig 17 :** Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger

#### 4. Rendement des huiles essentielles

Le rendement en HE est le rapport entre le poids d'HE extraite et le poids de la biomasse végétale à traiter. Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (mh/mf) \times 100$$

**R (%)** =Rendement en HE,

**mh**=Masse totale d'huile essentielle,

**mf**=Masse de la matière végétale sèche (**Bouabida&Dris, 2020**)

#### 5. Conservation des huiles essentielles obtenues

Les huiles essentielles obtenus après extraction ont été conservée dans des flacons fermés hermétiquement, recouverts d'un papier aluminium à l'abri de la lumière et à basse température (dans un réfrigérateur) pour éviter toute dégradation, jusqu'à leurs usages pour les tests de caractérisation. L'huile altérée perd son activité biologique (**Dris et al., 2017**)

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

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

#### 7. Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont présentées sous forme de moyenne±écart type. Les données ont été analysées à l'aide des statistiques PAD GRAPH PRISM 7. Le test t de Student et l'analyse de la variance ont étéutilisé et  $p < 0,05$  a été considéré comme une différence statistiquement significative.

# Résultats

**Résultats :****4.1. 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 **1,38±0,15%** de la matière sèche de la partie aérienne de la plante.

**4.2. 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 essentielles 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*: 0,1 ;0,25 ;0,5 ;0,75 ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ). La mortalité observée est corrigée à partir d'une mortalité naturelle. Elle est mentionnée dans le (Tableau 07) avec des taux variant de (30% 0.1  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) à 100 % (0.75  $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) avec une relation concentrations – réponse (figure 01D). 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 (Tablea08) qui révèle un effet-concentrations très hautement significatif ( $p < 0.001$ ).

**Tableau 01 :** Effet d'huile essentielle de *Ruta montana* ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) appliquées sur les pupes de *Culiseta longiareolata* : Mortalité corrigée % ( $m \pm \text{SD}$ ,  $n = 3$  répétitions comportant chacune 10 individus).

Concentration ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ )	0,1	0,25	0,5	0,75
<b>R1</b>	30	40	70	100
<b>R2</b>	30	40	50	100
<b>R3</b>	30	40	60	100
<b><math>m \pm \text{SD}</math></b>	30± 00	40± 00	60± 10,00	100± 00

**Tableau 02 :** Effet d’huile essentielle de *Ruta montana* ( $\mu\text{L}/\text{mL}$ ) chez les pupes de *Culiseta longiareolata*. Analyse de la variance à un critère de classification après transformation analyse des mortalités enregistrées (%).

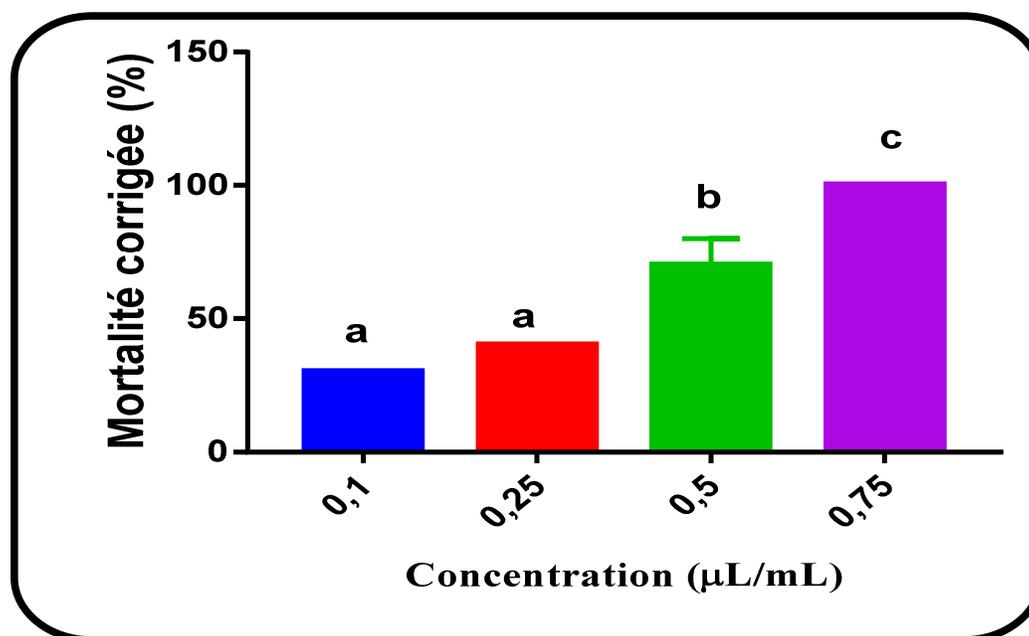
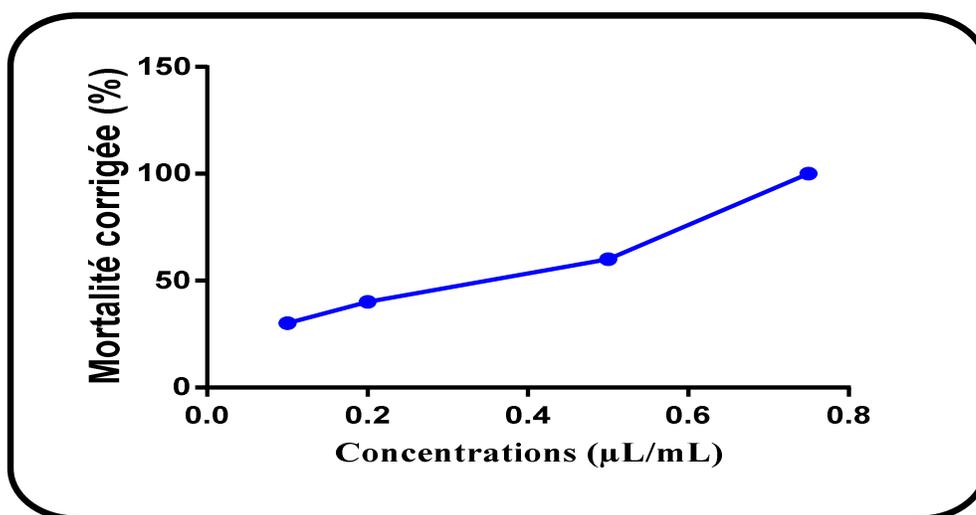
Source de variation	SCE	Ddl	CM	Fobs	P***
Traitement	12000	3	4000	F (3, 12) = 160	P<0.0001
Erreur résiduelle	300	12	25		
Total	12300	15			

\*\*\* 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 = 0.1067 CL 50 = 0.2379 ; CL 90 = 1.182 Slope de 0.6087 (Tableau 09).

**Tableau 12:** 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>
Pupes	0.6087	0.1067	0.2379	1.182	81%



**Figure 18 :** Diagramme en barre présentant les pourcentages de mortalités des pupes de *Cs longiareolata* nouvellement exuvies traitées par différentes concentrations d'huile essentielle de *Ruta montana*

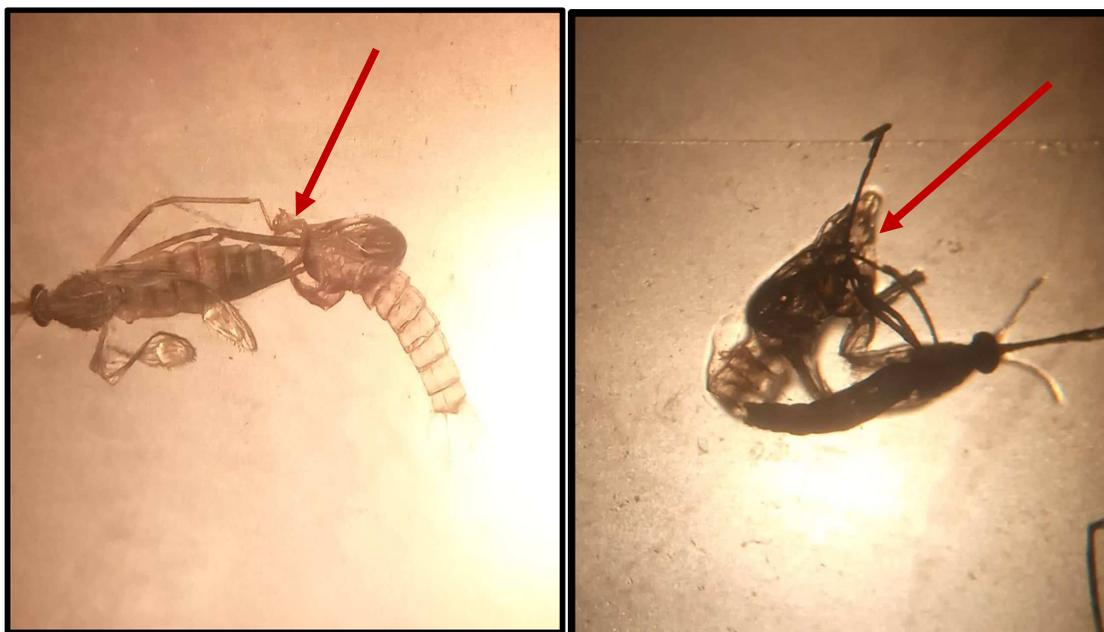
### 4.3. Anomalies morphologiques de *Culiseta longiareolata*

L'huile essentielle de *Ruta montana* 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 19** : Métamorphose incomplète(pupe -adulte) chez *Culiseta longiareolata*



**Figure 20** :Echec de la mue chez *Culiseta longiareolata*



**Figure 21** :Echec de l'exuviation imaginale (flèche) chez *Culiseta longiareolata*



# **Discussion**

## Discussion :

### Rendement en huiles essentielles

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes de la plante : feuilles, fleurs, écorces, racines, rhizomes, fruits et graines (**Hernandez Ochoa, 2005**).

L'extraction de l'huile essentielle à partir des parties aériennes de *Ruta montana* a été réalisée par hydrodistillation en utilisant un appareil type Clevenger. Sont couleur blanc avec une odeur agréable. Le rendement correspondant est de  $1,38 \pm 0,15\%$  par rapport à les feuilles sèche de *Ruta graveolens* (**bouabida&Dris, 2020**) obtiennent des teneurs en huile essentielle plus importante que celle obtenue au cours de ce travail  $1,78 \pm 0,07\%$ .

Le rendement des HE varie d'une plante à une autre et le fort taux est signalé chez l'*O. basilicum* avec une moyenne de  $1,56 \pm 0,15\%$ , suivie de *M. piperita* ( $1,46 \pm 0,04\%$ ) et de *L. dentata* avec le plus faible rendement ( $1,18 \pm 0,05\%$ ) (**Dris, 2018**). Cette différence de rendement pourrait être dû à une différence de conditions climatiques entre les sites et la période de récolte (**Ndomo et al., 2009**). ce qui montre qu'il existe plusieurs facteurs influençant le rendement parmi eux on cite les facteurs géoclimatiques (la nature du sol, la température), la période de la récolte, la durée de séchage, le mode d'extraction et les parties de la plante utilisé (**Fadil et al., 2015**).

### Toxicité des huiles essentielles extraites de *Ruta montana*

Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de *Ruta montana* à l'égard des pupes de *Culiseta longiareolata*, dont les résultats montrent une activité pupicide avec une relation dose – réponse.

L'activité pupicide de *Ruta montana* 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

La CL<sub>25</sub> a été calculée à 11,81 ppm (FL 95% = 6,885 à 18,1ppm) et La CL<sub>50</sub> était de 18,57ppm (FL 95%=13,73 à 23,79ppm) (HillSlope=2,429) de *Culiseta longiareolata*. 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 DL<sub>50</sub> de 10.11ppm (8.64-11.72) ppm et une DL<sub>25</sub> de 6.96 ppm (5.33-8.54) ppm un effet toxique contre larves de *Culiseta longiareolata*. L'étude de (**Tabanca et al. (2012)**) montre que l'huile essentielle de *Ruta graveolens* avait une DL<sub>50</sub> de 21,25 (19,6 à 23,7)ppm et une DL<sub>90</sub> de 34,35 (30,3 à 41,1) ppm un effet toxique contre larves d'*A. aegypti*. De plus, (**Boutoumi et al., 2009**) ont également montré que l'huile essentielle *Ruta montana* avait une activité larvicide sur les larves de *Culex pipiens* pour une dose de 1,6% de l'extrait, les pourcentages de mortalité étaient de 99% pour les moustiques *Culex pipiens* après 30 min. Les travaux de (**Dris**

---

*et al.*, 2017), montre que l'huile essentielle de *Lavandula dentata* L. (Lamiaceae) a un effet larvicide pour les larves de moustiques, les valeurs CL50 et CL90 par rapport aux larves de quatrième stade étaient de 77,09 et 104,45 ppm pour le *Cs. longiareolata* et 113,38 et 150,38 ppm pour *Cx. pipiens*. De plus, Tchoumboungang et al. (2009) ont rapporté que les huiles essentielles de quatre plantes possèdent des propriétés larvicides, car elles pourraient induire une mortalité de 100 % chez les larves d'*A. gambiae* à une concentration de 100 ppm pour *C. citratus*, 200 ppm avec *T. vulgaris*, 350 ppm pour *O. gratissimum* et 400 ppm pour *O. canum*. L'huile essentielle de *Ruta montana* appliquée 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*. De plus, (Bouabida *et al.* 2017) ont rapporté que les insecticides chimiques (Spiromésifène) provoquent des malformations chez deux espèces de moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*).

# **Conclusion**

---

**Conclusion :**

L'utilisation des insecticides de synthèse, de plus en plus règlementée pour la protection de l'environnement, est à l'origine de nombreux cas de résistance chez les insectes. Dans ce contexte, le recours à des molécules naturelles aux propriétés insecticides, de moindre toxicité pour l'homme, se révèle être une démarche alternative à l'emploi des insecticides de synthèse. Le travail réalisé, nous a permis de démontrer la toxicité d'huile essentielle de *Ruta montana* à l'égard d'une espèce de moustiques *Cs. Longiareolata*.

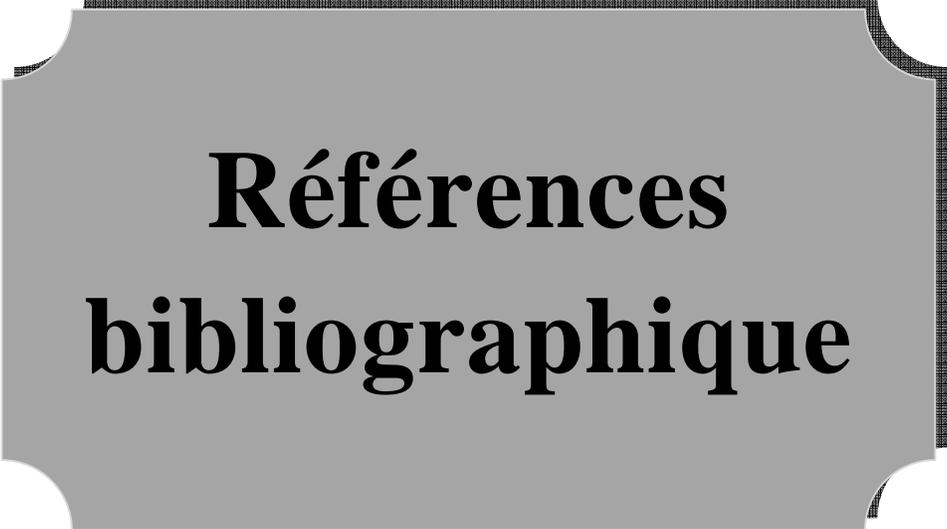
Le but de la présente étude était d'évaluer l'effet d'extrait de la plante sur (*Culiseta longiareolata*), le traitement par l'extrait de cette plante chez les *Culiseta longiareolata* a permis d'établir les concentrations létales et sub létales :

*Ruta montana*: CL25 (0.11uL/mL), CL50 (0.24uL/mL) et CL90 (1.18uL/mL) pour les *Culiseta longiareolata*.

De plus, l'huile essentielle de *Ruta montana* 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.

Cette huile essentielle présente donc des propriétés intéressantes. Ce résultat ouvre des perspectives intéressantes pour son application dans la production des biopesticides. L'extrait montre une activité insecticide avec une relation concentration – réponse.

Cette étude basée sur l'utilisation de la plante aromatique 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. **Abbad, A., Kasrati, A., alaouijamali, CH., Zeroual, S., Ba m'hamed, T., Spooner-Hart, R. & Leach, D.** (2014). Insecticidal properties and chemical composition of essential oils of some aromatic herbs from Morocco. *Natural Product*.
2. **AISSAOUI, Y., MOUKHER, N** (2020). Activité biologique et screening phytochimique de deux plantes médicinales *Artemisia absinthium* et *Ruta montana* : activité biologique sur *Culiseta longiareolata*. Mémoire de master, université Tébessa. 60P
3. **Ait My** (2006). *Plantes médicinales de Kabylie*. Ed. Ibispress. Paris. 293pp.
4. **Alouani, A., Rehim, N., & Soltani, N.** (2009). Larvicidal activity of a neem tree extract (Azadirachtin) against mosquito larvae in the Republic of Algeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 2(1), 15-22.
5. **Allouni Rima**. 2018. Thèse Doctorat en Sciences « Etude des aspects morphologiques, phytochimiques et pharmacotoxicologiques de la plante *Ruta montana* »
6. **Anonyme., 2003** - Organisation mondiale de la santé Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 :223-226.
7. **Arbaoui Latifa ;** 2017. Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptères Culicidae de la région d'Ain Fezza-Tlemcen. Mémoire master ; Université de Tlemcen, Algérie.
8. **Baba Aissa F.** (1991). *Les plantes médicinales en Algérie*, Ed. Addiwane, Alger, p 184.
9. **Badanisihem., mellouknassira.** 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.
10. **Bendali-Saoudi F.** 1989. Etude de *Culex pipiens pipiens* autogène. Systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis israelensis* serotype H14, *Bacillus sphaericus* 1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de Magister en Arthropodologie, Université D'Annaba.
11. **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.
12. **Benkiki., N.,** Etude phytochimique Des plantes médicinales Algériennes : *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. Thèse de doctorat d'état. P 12. 2006.
13. **Bezanger, B. L., Pinkas, M., Torck, M.** 1986. *Les plantes dans la thérapeutique moderne*, 2eme Ed.

14. **Bouabida, H.** (2014) Inventaire des moustiques de la région de Tébessa et bioactivité du Spiromesifène sur la reproduction de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* : aspects Ecologique et biochimique. Thèse pour l'obtention du Diplôme de Doctorat, Université Badji Mokhtar de Annaba. 131.
15. **Bouabida, H., Dris, D.** 2020. Effect of rue (*Rutagraveolens*) essential oil on mortality, development, biochemical and biomarkers of *Culiseta longiareolata*. South African Journal of Botany 133: 1–5
16. **Boulkenafet.** (2006). Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes Diptera .Psychodidae et appréciation de la faune CulicidienneDiptera .Culicidae dans la région de Skikda. Présentation pour l'obtention du Diplôme de Magister en entomologie option ; application agronomique et médicale. P191
17. **Bouskaya, Z et Degachi, I.** (2019). Etude bioécologique et systématique de la population Culicidienne dans la région l'oued. Mémoire de master. Université EchahidHamma Lakhdar -El OUED.
18. **Boyer, S** (2006) résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides : Conséquences environnementales. Sciences du Vivant [q-bio]. Université Joseph-Fourier – Grenoble I.
19. **Bruneton, J.** (1987). Eléments de phytochimie et de pharmacognosie. Édition Tec &Doc (1<sup>er</sup>édition). Lavoisier. Paris. P- 584.
20. **Bruneton, J.** (1993). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Ed. Technique et Documentation Lavoisier, Paris. P- 915.
21. **Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. & Hervy, J. P.** (1999). Les Culicidae del'afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement .
22. **Claisse, R.** 1993. Plantes à usage dermatologique de la pharmacopée traditionnelle marocaine. Médicaments et aliments .l'approche ethnopharmacologique.
23. **Clevely, A et Richmond, K.** 1997. Plantes et herbes aromatiques, connaître et préparer, Larousse Paris.
24. **Darriet,F.** Synergistic effect of Fertilizer and Plant material combinations on the development of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae) Mosquitoes, Journal of medical entomology, Volume 55, Issue 2, March 2018, Pages 496–500,
25. **Daoudi, A. Najem, M. Bachir, L. Ibiqbijen, 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>. P 6717.

26. **Doerper, S.** 2008. Thèse Doctorat « Modification de la synthèse des furocoumarines chez *Rutagraveolens* L. Par une approche de génie métabolique », p : 39-41.
27. **Dris Djemaa, 2018.**Thèse de doctorat : Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes : *Menthapiperita*, *Lavanduladentata* et *Ocimum basilicum* sur les larves de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* (Linné) et *Culiseta longiareolata* (Aitken).140P.
28. **DRIS, D. (2019).** Etude de l'activité larvicide des extraits de trois plantes : *Menthapiperita*, *Lavanduladentata* et *Ocimum basilicum* sur les larves de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* (Linné) et *Culiseta longiareolata* (Aitken). Thèse de doctorat. Biologie animale. Université Badji Mokhtar – Annaba. P 181.
29. **Duval J.** (1992). La culture de la rue. AGRO-blo. 3: 6-45.
30. **Eberhard T. Robert A. Et annelisel.** (2005). Plantes aromatiques : épices, aromates, condiment et leurs huiles essentielles. Ed. Tee & Doc, Paris, 521p.
31. **FereshtehGhahvechiKhaligh, AbdollahNaghian, ShadiyahSoltanbeiglou& Saber Gholizadeh**Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran **13**, Article number: 81 (2020)
32. **Fontenille, D., Paupy, C., &Failloux, A. B. (2017).** Culicinae (Diptera : Culicidae). Entomologie médicale et vétérinaire. Editions Quae.
33. **Fonteille D., 2008-** Moustiques vecteurs de lutte anti-vectorielle. Genetic heterogeneity of african malaria vectors, 1 : 1-33.
34. **Guarrera P. M., 1999- J. Ethnopharmacology, 1 :68-183.**
35. **Hammiche, V., Merad, R et Azzouz, M., 2013.** Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen, Springer, p 212.
36. **HASSAINE K., 2002 -** Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera – Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariaae* et *Culex pipiens*) de la région occidentale algérienne. Thèse Doc .d'état.Univ.Tlemcen : 203p.
37. **Hernandez, Ochoa L.R. (2005).** Substitution de solvants et matières actives de synthèse par un combine « solvant/actif» d'origine végétale. Thèse de doctorat. Institut national polytechnique de Toulouse. P- 10.
38. **Kambouche, N. Merah, B. Bellahouel, S. Et Bouayed, J. (2008).** Chemical Composition and Antioxidant Potential of *Rutamontana* L. Essential Oil from Algeria. Journal of Medicinal Food, 11(3): 593- 595.

39. **Khaligh, G.F., Naghian, A., Soltanbeiglou, S., and Gholizadeh, S. (2020).** Autogeny in *Culiseta longiareolata* (Culicidae: Diptera) mosquitoes in laboratory conditions in Iran. BMC.1-10
40. **Lahsissene, H. Kahouadj, A. Tijane, M. Et Hseini, S. (2009).** Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de Zaër (Maroc occidental). *Lejeunia, Revue de Botanique*. BE ISSN 0457- 4184, N° 186.
41. **Lemery, N.** 1732. *Traité universel de drogues simples, mise en ordre alphabétique, 4ème édition*, p : 734-735.
42. **Miller, P.** 1785. *Dictionnaire des jardiniers, ouvrage traduit de l'Anglais sr la huitième édition*, p 410-411.
43. **Nabti, I., &Bounechada, M.** (2019). Larvicidal Activities of Essential Oils Extracted from Five Algerian Medicinal Plants against *culisetalongiareolatamacquart*. *Larvae (Diptera: Culicidae)*. *European Journal of Biology*, 78(2).
44. **Ndomo, A.F., Tapondjou, A.L., Tendonkeng, F., Tchouanguiep, F.M., 2009.**Evaluation des Propri\_et\_es insecticides des feuilles de *Callistemonviminalis* (Myrtaceae) contre les Adultes d'*Acanthoscelidesobtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). *Tropicultura* 27, 137–143.
45. **Pates H. And Curtis C., (2005)** - Mosquito behavior and vector control. *Annual Review of Entomology* (50): 53-70.
46. **Paule Iserin, ;** «Encyclopédie des plantes médicinales». Préface de Paule Iserin. ISBN : 2-03-560252-1.
47. **Paul r.** (2009)- Généralités sur les moustiques du littoral méditerranéen français. *EID méditerranée*, p : 1-11
48. **Peterson, E L.** (1980). A limit cycle interpretation of a mosquito circadian oscillator. *J.Theor.Biol.*, **84**: 281–310.
49. **Rodhain F., Perez C, 1985-** Précis d'Entomologie Médicale et Vétérinaire. Maloine, s.a. 114p.
50. **Rubin, M.** 1988. *Que Sais-Je ? Phytothérapie*, 1ere Ed., Presses universitaires de France.
51. **Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaïem A. &Brnhes J., 2001** - Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification..
52. **Sqalli, H. El Ouarti, A. Ennabili, A. Ibnsouda, S. Farah, A. Haggoud, A. Houari, A. Iraqui, (2007).** Evaluation de l'effet antimycobactérien de plantes du centre-nord du Maroc. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*. 146: 271- 288.

- 
- 53. Seguy E. 1924.** Les Culicidae de l'Afrique mineur, de l'Egypte et la Syrie. Encyclopedie entomologique. Inst. Ed. Paul Le chevalier, Paris, 257 p.
- 54. . Stuart, A. G. (2005).** (<http://www.herbalsafety.utep.edu/herbs-pdfs/rue.pdf>).
- 55. Tabtifayza,** memoir de Contribution à l'étude de la biodiversité et l'écologie des Culicides (Diptera, Culicidae) dans la région de Mghnia (Tlemcen) 2015
- 56. Thielens, A.** 1862. Flore medicale Belge, p 255-256.
- 57. Teixeira, B. Marques, A. Ramos, C. (2013).** Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *IndustrialCrops and Products*, 43: 587-595.
- 58. Turgeon, M. (2001).** Profil des produits forestiers première transformation. Huiles essentielles. Gouvernement du Québec Ministère des Ressources naturelles, Bibliothèque nationale du Québec. P- 1.
- 59. Villeneuve, F. & Désiré, C. H. (1965).** Zoologie. Bordas, 1ère édition, 323 p.
- 60. W-erdman, J. Balentine, J.D. Arab, L. Beecher, G. Dwyer, J. Folts, J. Harnl, Y. Hollman, J.P. L-keen, C. Mazza, G. Messina, M. Scalbert, A. Vita, J. Williamson, G. Et Burrowes, J. (2005).** Flavonoids and heart health: Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop. Washington. *Journal of Nutrition*, (3) 137: 718- 737.
- 61. Willem, JP. (2009).** 60 maux soignés par les huiles essentielles: l'aromathérapie au quotidien pour toute la famille, Les mini pockets de santé. P- 7; 17; 77.
- 62. Zouaoui N, Chenchouni H, Bouguerra A,** of theilosmassouras, barkatm.Characterization of volatile organic compounds from six aromatic and medicinal plant speciesgrowingwild in northafricandrylands (March 2020).

# **Annexes**

