



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Larbi Tébessi –Tébessa

Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie



Département: Biologie appliquée

DOMAINE: Science de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Biologiques

Option: biochimie appliquée

MEMOIRE: présente en vue de l'obtention de diplôme de MASTER

Intitulé :

**Rendement d'huile essentielle d'une plante
médicinale *Ruta montana* et leur bio activité
sur les moustiques du genre *Culex***

Présentées par :

Djellabi Hadjer

Sedairia Zaineb

Devant le jury :

Mme DRIS Djemaa

M.C.B. Université de Tébessa

Présidente

Mme BOUABIDA.H

M.C.A. Université de Tébessa

Rapporteuse

Mme SEGHIER. H

M.A.A. Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance : 23/06/2020



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Larbi Tébessi –Tébessa

Faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie

Département: Biologie appliquée

DOMAINE: Science de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Biologiques

Option: biochimie appliquée

MEMOIRE: présente en vue de l'obtention de diplôme de MASTER



Intitulé :

Rendement d'huile essentielle d'une plante médicinale *Ruta montana* et leur bio activité sur les moustiques du genre *Culex*

Présentées par :

Djellabi Hadjer

Sedairia Zaineb

Devant le jury :

Mme DRIS Djemaa

M.C.B. Université de Tébessa

Présidente

Mme BOUABIDA.H

M.C.A. Université de Tébessa

Rapporteuse

Mme SEGHIER. H

M.A.A. Université de Tébessa

Examinatrice

Date de soutenance : 23/06/2020

Remerciements

Nous remercions avant tout Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la
patience

Qu'il nous a donné durant toutes les longues années d'études

Afin que je puisse arriver là.

Notre reconnaissance, notre vive gratitude et notre sincère remerciement
Vont aussi à **Mme. Bouabida Hayette**, (MCA) au département de Biologie
Animale,

Pour nous avoir dirigé tout au long de la réalisation de ce travail. Ses
orientations,

Ses encouragements, sa disponibilité constante c'était inestimable pour nous.

Vous avez su faire partager votre expérience et vous nous avez guidé
Dans le monde de la recherche scientifique. Merci d'avoir cru en moi.

*Au président de jury de notre mémoire, **Dr. DRIS Djemaa** (MCB) qu'il trouve
ici toutes nos expressions respectueuses.*

Merci vivement pour vos conseils, pour faire partager votre expérience et de
nous guidé pour bien réaliser ce travail scientifique

Je remercie également **Mme. SEGHIR Hanene** (MAA) pour avoir accepté de
faire partie des membres du jury ; lire et de juger ce travail.

Nous remercions tout le personnel professionnel et administratif de la faculté de
biologie pour les efforts déployés en vue d'assurer le service et le
développement des étudiants dans l'enseignement supérieur.

Enfin nous remercions s'adressent à ceux qui ont aidé de près ou de loin à la
réalisation de ce travail.

DÉDICACE

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,

L'amour, le respect, la reconnaissance...

Je dédie ce travail ...

À MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon

bien

être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon

enfance

et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien

que je

ne vous en acquitterai jamais assez.

Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

Je dédie à toute ma famille en particuliers mes très chers frères et

Soeurs.

Mes dédicaces vont aussi à mes chers oncles, tantes, cousins et

Cousines.

Je le dédie à je tiens vivement à dédie ce travail à mes amies je ne situé pas des personnes pour n'aubier pas des personnes

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible

Hadjer

DÉDICACE

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler ; rien ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours. Puisse Dieu, le Très Haut vous accorder bonne santé, bonheur et longue vie, et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.

À mes chères soeurs: AMEL, KHAOULA, HADJER, pour leurs encouragements permanents et soutien moral,

Sans oublier mon oncle NOUREDDINE et ma tante SAID et leurs filles SALMA et SAFA.

Je vous remercie pour votre soutien. À toute ma famille; que ce modeste travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible.. Merci d'être toujours là pour moi.

Une spéciale dédicace à cette personne qui compte déjà énormément pour moi, et pour qui je porte beaucoup d'amour. À Mon âme soeur ET futur sage femme DJIHENE, ma conseillère et amie fidèle, qui m'a assisté dans les moments difficiles et m'a pris doucement par la main pour traverser ensemble des épreuves pénibles. Sans toi ma vie ne serait que simple. Que du bonheur mon tout.

À mes Amies de toujours: mon binôme HADJER et mon amie KHAOULA. En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Je vous suis très reconnaissante et je ne vous remercierai jamais assez pour votre amabilité, votre générosité et votre aide précieuse. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis
merci.

Zaineb

Table de matière

Résumé	I
Abstract	II
ملخص	III
Liste Des Figures	IV
Liste des symbols	V
1- Introduction	1
Chapitre1 :	4
1- Présentation d'insectes :	4
1.1. Présentation du moustique <i>Culex pipiens</i>	4
1.1.1. Position systématique et la notion de complexe <i>Culex pipiens</i>	5
1.1.2- Bio écologie et cycle de développement de <i>Culex pipiens</i> :	5
1.2- Aspect nuisance et rôle vectoriel de <i>Culex pipiens</i>	17
Chapitre 2 :	19
2- Données botaniques et pharmacologiques de l'espèce étudiée <i>Ruta montana</i>	20
2.1- Place dans la classification systématique botanique	20
2.1.1- La famille de Rutacée :	20
2.1.2- Caractère généraux des Rutacées	21
2.1.3- Description botanique :	21
2.1.4- Répartition géographique en Algérie :	22
2.1.5- Propriétés d'utilisations traditionnelles et médicales	23
2.1.6. Composition chimique :	25
2.2- Huiles essentielles	28
2.2.1- Définition	28
2.2.2- Localisation des huiles essentielles dans la plante	28
2.2.3. Rôle des huiles essentielles	29
2.2.4. Composition chimiques des huiles essentielles	29
2.2.5. Les composés aromatiques	30
2.2.6. Origine botanique	30
2.2.7. L'organe producteur :	31
2.3. L'obtention des huiles essentielles :	31
2.3.1. L'hydrodistillation (HD) :	31
2.3.2. Calcul du rendement	33
Chapitre 03:	34
4. Etude de l'effet des Huiles essentielles <i>Ruta montana</i> sur les moustiques	35
4.1. Rendement des Huiles essentielles <i>Ruta montana</i>	35
4.2. Effet toxique des Huiles essentielles <i>Ruta montana</i>	36
4.3. Effet de la plante <i>Ruta montana</i> sur <i>Ephestia kuehniella</i>	36
Conclusion	39
Références Bibliographiques	42

Résumé

Les plantes produisent naturellement des substances actives permettant de se protéger des insectes, de maladies ou d'attaques extérieures. De celles-ci ont été tirées les huiles essentielles.

Afin de limiter l'utilisation des produits chimiques de synthèse qui provoquent une certaine résistance, une contamination de l'environnement, nous nous sommes basées sur la recherche des meilleures alternatives à savoir l'utilisation des plantes pour une étude sur leurs activités biologiques. Dans le présent travail, l'activité insecticide de l'huile essentielle de *R. Montana* a été déterminée. L'huile a été testée sur leur toxicité par contact sur les moustiques de genre *Culex pipiens*. Le rendement d'HE de *Ruta montana* par hydrodistillation, affiche la valeur de 0.82 % de la matière sèche.

Les compositions biochimiques montrent que l'huile essentielle affecte les réserves énergétiques avec un effet marqué sur les protéines et les lipides.

Les résultats montrent une sensibilité variable des larves; cette sensibilité est encore plus élevée avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. Par ailleurs, la toxicité est bien marquée lorsque la durée d'exposition des larves est plus longue.

Mot clé : *Ruta montana*, *Culex pipiens*, huile essentielle, activité insecticide.

Abstract

Plants naturally produce active substances to protect themselves from insects, diseases or external attacks. From these were derived essential oils.

In order to limit the use of synthetic chemicals which cause a certain resistance, and contamination of the environment, we based ourselves on the search for the best alternatives namely the use of plants for a study on their biological activities. In the present work, the insecticidal activity of the essential oil of *R. Montana* was determined. The oil has been tested for contact toxicity on *Culex pipiens* mosquitoes. The yield of HE of *Ruta montana* by hydrodistillation shows the value of 0.82 % of the dry matter.

The biochemical compositions show that the essential oil affects energy reserves with a marked effect on proteins and lipids.

The results show a variable sensitivity of the larvae; this sensitivity is even higher with increasing concentration of the extract. Furthermore, the toxicity is well marked when the exposure time of the larvae is longer.

Keyword: *Ruta montana*, *Culex pipiens*, essential oil, insecticidal activity.

ملخص

تنتج النباتات بشكل طبيعي مواد فعالة لحماية نفسها من الحشرات أو الأمراض أو الهجمات الخارجية. مستمدة من هذه الزيوت العطرية من أجل الحد من استخدام المواد الكيميائية الاصطناعية التي تسبب مقاومة معينة ، وتلوث البيئة ، اعتمدنا على البحث عن أفضل البدائل وهي استخدام النباتات لإجراء دراسة حول أنشطتها البيولوجية. في العمل الحالي ، تم تحديد نشاط المبيدات الحشرية للزيوت العطرية لـ R. مونتانا. تم اختبار الزيت للتأكد من عدم وجود سمية تلامسية على البعوض *pipiens* *culex*. يظهر عائد الزيوت العطرية لنبات *Ruta montana* بواسطة التقطير المائي قيمة 0.82% من المادة الجافة تظهر التركيبات البيوكيميائية أن الزيت العطري يؤثر على احتياطات الطاقة مع تأثير ملحوظ على البروتينات والدهون.

أظهرت النتائج حساسية متغيرة لليرقات. هذه الحساسية أعلى مع زيادة تركيز المستخلص. علاوة على ذلك ، يتم تمييز السمية بشكل جيد عندما يكون وقت تعرض اليرقات أطول.

الكلمات المفتاحية : روتا مونتانا ، *culex pipiens* ، الزيت العطري ، نشاط المبيدات الحشرية.

Liste Des Figures

N°	Titre	P
1	Photo d'une femelle de <i>Cx. pipiens</i> lors d'un repas de sang (BALENGHIEN, 2006).	4
2	Cycle de développement de <i>Culex pipiens</i> (Alaoui, 2009).	9
3	Nacelle d'oeufs de <i>Culex pipiens</i> (Berchi, 2000).	10
4	Morphologie générale d'une larve du IV ^e stade de <i>Culex pipiens</i> . (Schaffner <i>et al</i> , 2001).	11
5	5a. Aspect morphologique de la tête d'une larve de <i>Culex pipiens</i> (Berchi, 2000)	11
6	Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker <i>et al</i> , 2003)	12
7	Morphologie générale d'une nymphe de <i>Culex pipiens</i> (Berchi, 2000).	13
8	Morphologie générale d'un moustique adulte (Anonyme 2, 2018).	13
09	Morphologie du thorax de <i>Culex pipiens</i> . (Schaffner <i>et al</i> , 2001) Les pattes	14
10	Différentes parties d'une patte de <i>Culex pipiens</i> (Faye, 2018).Les ailes	15
11	Morphologie des ailes de <i>Culex pipiens</i> (Guève, 2013)	15
12	Morphologie de l'abdomen de <i>Culex pipiens</i> . (Schaffner <i>et al</i> , 2001)	16
13	Morphologie du terminalia (génitalia) de <i>Culex pipiens</i> . (Schaffner <i>et al</i> , 2001).	16
14	Morphologie schématique de l'appareil génital femelle (Eldridge et Edman, 2000).	17
15	Ruta montana	22
16	fleur de ruta montana	22
17	feuille de ruta montana	22
18	Sites de répartition de R. montana d'Algérie (S1-S7) (Hichem Mohammedi, 2019).	23
19	(A): Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles, poil sécréteur (KHENAKA, 2011). (B): illustration schématique du développement de la glande productrice d'huile essentielle (GASPAR, 2004).	29
20	Montage d'extraction par Hydrodistillation.	30
21	<i>Ruta Montana</i> (Photo personnelle)	32
22	flacon de huile essentiels	33
23	Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger (BOUGUERRA, 2019).	33

Liste des symboles

R : Rendement.

DL50 : Dose létale de 50% de la population.

DL80 : Dose létale de 80% de la population.

g : Gramme.

HE : Huile essentielle.

PB : Poids de l'huile en g.

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

% : pourcent.

GC: Chromatographie en phase gazeuse.

MS : spectrométrie de masse.

P : page.

C° : degré Celsius

H : heure

Introduction

1. Introduction

La 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 (AOUATI., 2016).

Les insectes sont des arthropodes constituent un embranchement prédominant et bien réussi du règne animal qui est évolué et diversifié dans des millions d'espèces regroupées en quatre sous -phyla, à savoir Chelicerata (arachnides), Crustacea, Myriapoda (mille-pattes) et Hexapoda (insectes), (Gandhi & Katsuhiko., 2020). Cels-ci sont l'un des groupes animaux aux interactions diverses avec les humains, qu'elles soient positives ou négatives (Rahbé, 2019). Les insectes sont des donneurs de sang obligatoires, peuvent avoir un impact majeur sur la santé humaine et animale (André B., 2016). La majorité des insectes sont des parasitoïdes, (Marylène, 2019). Ces insectes vecteurs sont principalement des moustiques, des phlébotomes, des mouches (Culicoïdes) et des poux, (AOUATI., 2016).

Les moustiques sont les mouches nématocérides qui appartiennent à l'ordre des diptères et de la famille des culicidés de la classification taxonomique de l'insecte. Les moustiques affichent une distribution mondiale allant de tout le tropique ainsi que des régions tempérées, (Muhammad S, 2017). Ces derniers sont parmi les animaux les plus dangereux du monde, (Jinlei W *et al.*, 2020). En transmettant les principales maladies humaines (du *paludisme*, de la *filariose*, de l'*encéphalite*, de la *fièvre jaune* et de la *dengue*), les moustiques représentent une menace sérieuse dans le monde en termes de santé, (B. Zayed *et al.*, 2019). Il est bien connu qu'environ 200 millions de personnes seront infectées, avec le paludisme chaque année et tuent au moins 500 000 personnes suite aux piqûres de moustiques femelles anophèles, (Jinlei W *et al.*, 2020). Les méthodes utilisées pour réduire les populations de moustiques et perturber la transmission des agents pathogènes sont assez diverses, notamment le traitement médicamenteux, la modification de l'habitat, les moustiquaires, les insecticides, les prédateurs et les agents pathogènes, la libération stérile et la manipulation génétique. Ces méthodes de contrôle restent des domaines de recherche actifs, (Woodbridge A., 2019). Les insecticides sont la stratégie la plus couramment utilisée pour lutter contre les moustiques, (B. Zayed *et al.*, 2019).

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

Dans ce contexte, notre travail s'intéresse à évaluer le Rendement d'huile essentielle d'une plante médicinale *Ruta montana* et leur bio activité sur les moustiques du genre *Culex*

Chapitre01 : Présentation des insectes

Chapitre02 : Etude botanique sur la plante *Ruta montana*

Chapitre03 : Etude de l'effet des Huiles essentielles *Ruta montana* sur les moustiques.

Chapitre 01 : Présentation des insectes

Chapitre 1 :

1- Présentation d'insectes :

1.1. Présentation du moustique *Culex pipiens*

Le moustique commun paléarctique, défini sous le nom de moustique rural *Culex pipiens*, est un antennate appartenant à la classe des Insectes de l'embranchement des arthropodes. Il possède trois paires d'appendices locomoteurs. Il appartient à l'ordre des diptères (holométaboles) caractérisés par une seule paire d'ailes (mésothoracique) bien développées (Aouati, 2016). Au sous ordre des nématocères : la famille des Culicidés et la sous famille des Culicines (Resseguier, 2011). Les larves de quatrième stade et les adultes fournissent le maximum de caractères systématiques. Ce moustique est situé dans ce qu'on appelle le complexe du *pipiens* grâce à certain nombre de caractéristiques biologiques tels que : l'absence de pouvoir autogène, une ornithophilie essentielle et l'existence d'une longue diapause ovarienne accompagnée par un développement externe du corps gras.

En 1937 Marshall et Staley ont déclaré que l'ancien *Culex pipiens* L. doit être représenté par deux espèces ou biotypes, comme les a définies Roubaud (1929). Une espèce de *Culex* autogène, homodyname et sténogame. Le deuxième est *Culex* dit anautogène, ayant besoin d'un repas sanguin pour la maturité des oeufs.

En 1951, il a été conclu que le complexe *Culex pipiens* aurait mieux été traité comme une seule espèce polytypique. Depuis, des observations sur les aspects biologiques et morphologiques ont consolidé cette conclusion. Dans ce complexe, on peut distinguer plusieurs nominations : *Culex quinquefasciatus* Say, 1823, *Culex molestus* Forskal et *Culex pipiens* Linnée, 1758. Avec ces nominations, on a avancé d'un pas vers la taxonomie de ce groupe important (ZERROUG. S., 2018).



Figure 1: Photo d'une femelle de *Cx. pipiens* lors d'un repas de sang (BALENGHIEN, 2006).

1.1.1. Position systématique et la notion de complexe *Culex pipiens*

La position systématique, prise en considération actuellement, est celle émise par Linnée qui classe *Culex* comme suit:

Classification de *Culex pipiens*

Règne : Animalia

Sous-règne : Metazoa

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Super-classe : Protostomia

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Infra-classe : Neoptera

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Diptera

Sous-ordre : Nematocera

Infra-ordre : Culicomorpha

Famille : Culicidae (Meigen, 1818)

Sous famille : Culicinae

Genre : *Culex* (Linné, 1758)

Espèces : *Culex pipiens* (Linné, 1758)

1.1.2. Bio écologie et cycle de développement de *Culex pipiens* :

Selon Rioux et Arnold (1955) et Sinègre et *al.* (1976), les larves de *Culex pipiens* se retrouvent dans les gîtes les plus divers des milieux urbain et périurbain, plus particulièrement ceux riches en matières organiques. Car *Culex pipiens* L est une espèce qui se reproduit dans des habitats naturels et artificiels de différentes tailles (AOUATI, 2016).

Les moustiques sont des insectes holométaboles. Leur développement passe par une phase larvaire aquatique avant le stade adulte aérien, entrecoupé d'une courte phase nymphale (AOUATI, 2016). Le mâle se nourrit exclusivement de suc et de nectar, extrait de plantes, et meurt après la copulation.

La femelle peut vivre de 3 semaines à 3 mois selon la température et la qualité du gîte. Elle se nourrit du suc des plantes et est en plus hématophage, ce qui est indispensable à la formation des œufs (ZERROUG S, 2018). L'accouplement se produit dans les 48

heures suivant l'émergence des femelles et avant le premier repas sanguin (ZERROUG S, 2018). Après l'accouplement, les femelles prendront un repas sanguin nécessaire à l'élaboration des œufs pour les espèces a autogènes Cependant, les femelles de *Culex pipiens* autogènes peuvent produire une première ponte sans repas sanguin en utilisant les réserves accumulées durant leur stade larvaire. Les œufs sont pondus dans l'eau, claire en général, mais on les trouve également dans les eaux polluées, chargées en matières organiques qui permettront aux larves de se nourrir. Les œufs sont déposés en une nacelle qui flotte sur l'eau. L'éclosion se produit environ 24 h à 48 h après l'oviposition. Selon les genres, les femelles moustiques gravides pondent leurs œufs de différentes manières. Les œufs d'*Aedes* sont généralement déposés sur un substrat humide à l'interface air/eau. Résistants à la dessiccation, ils peuvent parfois patienter pendant plus d'un an jusqu'à la prochaine mise en eau du gîte. Les femelles du genre *Culex* pondent plus d'une centaine d'œufs à la surface de l'eau sous forme de barquettes alors que les œufs du genre *Anopheles* sont pondus 22 individuellement à la surface de l'eau. Les œufs peuvent aussi rester à l'état quiescent (déshydratation des œufs qui restent viables) (AOUATI, 2016). Après quelques jours ou quelques heures, suivant la température de l'eau, les œufs pondus éclosent et libèrent le premier stade larvaire. Les larves de moustiques aquatiques se trouvent au repos à la surface de l'eau (ZERROUG S, 2018), Au niveau de la biologie larvaire, trois éléments fondamentaux sont à retenir :

- La durée de vie larvaire est variable selon les espèces et les conditions de température.

- Les larves (et les nymphes) vivent dans l'eau mais ont une respiration aérienne. Une particularité biologique utilisée dans la stratégie de lutte anti larvaire qui vise à empêcher les larves et les nymphes d'atteindre la surface et de respirer, ce qui entraîne alors leur asphyxie (Carnevale *et al*, 2009).

- Les eaux polluées ne sont pas un obstacle au développement des larves. Il semble même, d'après une observation récente, qu'il existe une corrélation positive entre le taux de pollution et l'agressivité de *Culex pipiens* (ZERROUG S, 2018).

La durée de cette phase larvaire varie selon les espèces de Culicidae, la température du milieu, la densité larvaire ainsi que la disponibilité en nourriture. Sa taille variera de 2 à 12 mm en moyenne en fonction des stades (AOUATI, 2016). A l'issue du quatrième stade, la larve se transforme en nymphe qui ne se nourrit plus car ces orifices anal et buccal sont bouchés et ainsi de profondes modifications anatomiques

s'opèrent. Après 2 à 3 jours, l'adulte est complètement formé dans son enveloppe nymphale. Le tégument se dessèche au contact de l'air et il se forme une déchirure en T sur sa face dorsale sous l'effet de l'augmentation de la pression interne. De cette nymphe émerge l'adulte (3 à 6 mm de long), progressivement en se gonflant d'air pour s'envoler après un temps nécessaire au déplissage des ailes et des pattes par augmentation de la pression de l'hémolymphe (AOUATI, 2016).

1.1.2.1. Facteurs de développement

Différents facteurs influent sur le degré d'humidité, et jouent ainsi un rôle dans le développement des *Culex*. On trouve :

- Les facteurs naturels : la fréquence des précipitations ainsi que leur quantité, des orages dont les dégâts peuvent causer des crues, la résurgence des nappes phréatiques. Ce type de facteurs dépend essentiellement de la région et il est difficile pour l'homme de les contrôler (Ripert, 2007).

- Les facteurs artificiels : les systèmes d'irrigation par gravité tels que les rivières, les zones d'élevage piscicoles et d'aquaculture, les stations d'épuration, les barrages et les lacs artificiels. Ces facteurs sont plus facilement contrôlables car créés par l'homme (Ripert, 2007).

Pour ce qui est du rôle de la température, de fortes chaleurs, notamment au début de l'été favorisent le développement de *Culex pipiens* (Resseguier, 2011) ; (ZERROUG S, 2018).

1.1.2.2. Cycle de développement de *Culex pipiens* :

Le cycle de développement des moustiques dure environ 12 à 20 jours), (Carnevale *et al.*, 2009), (Belhattabt. A et Tektaki .A, 2017.in Malardé, 2012) et comprend quatre stades: l'oeuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte (Tahraoui, 2012). On dit donc des moustiques qu'ils sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles) car le passage de l'état larvaire à l'état adulte se fait par un état intermédiaire nymphal (Adisso & Alia., 2005). Le cycle biologique du moustique se décompose en deux phases : .

- Une phase aquatique pré-imaginale (« avant les adultes » : œuf, larve et nymphe).
- Une phase aérienne (stade adulte) (Belhattabt. A et Tektaki. A., 2017.in Paris, 2010).

Phase aérienne

L'accouplement des moustiques à lieu en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. A ce moment, le mâle fécond la femelle qui garde la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen (Guillaumot., 2006).

Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des oeufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (Maurille., 2005).

Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie (Ayitchedji., 1990).

Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépus. Cule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (Ayitchedji., 1990). Selon (Belhattabt. A et Tektaki .A., 2017), le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C sont les trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement de certains moustiques d'Afrique du sud (Belhattabt. A et Tektaki .A., 2017.in Maryse, 2008).

Phase aquatique

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm.

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve stade 4 est bien visible à l'œil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen (Alaoui Boukhris., 2009).

Au bout de six à dix jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe: c'est la nymphose (Guillaumot., 2006). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un à cinq jours. Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée.

A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (Rodhain et Perez., 1985).

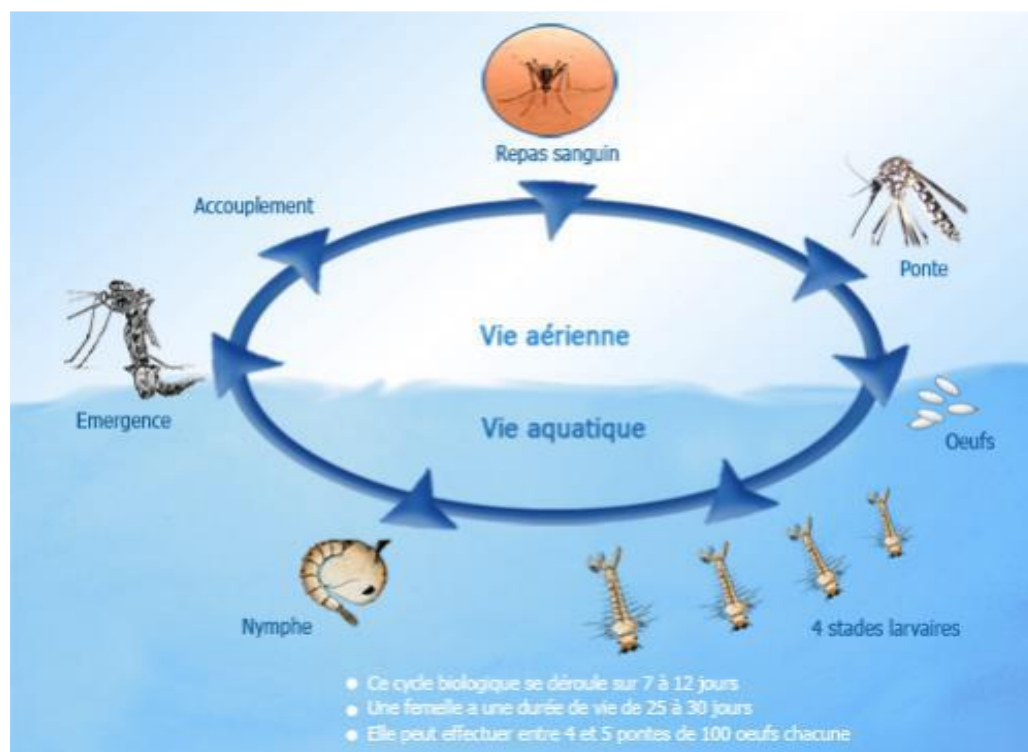


Figure 2. Cycle de développement de *Culex pipiens* (Alaoui., 2009)

1.1.2.3. Morphologie des différents stades

1.1.2.3.1. Les Œufs

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est perpendiculairement à la surface de l'eau, en nacelle (amas groupés) et souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs (Carnevale et *al.*, 2009) le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de: température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée .

La taille d'un œuf est d'environ 0,5 mm, blanchâtres au moment de la ponte, les œufs s'assombrissent dans les heures qui suivent (Resseguier., 2011) (fig. 4).



Figure 3. Nacelle d'œufs de *Culex pipiens* (Berchi., 2000)

1.1.2.3.2. La larve

Elle est disposée obliquement par rapport à la surface de l'eau et se déplace par mouvements saccadés. Son régime saprophyte est constitué de plancton et de particules organiques ingérés grâce à ses pièces buccales de type broyeur. Elle respire par un siphon. La larve évolue ainsi selon quatre stades pendant 8 à 12 jours, avant d'atteindre le stade nymphal.

Les larves des moustiques sont abondantes en été, dans les ruisseaux au cours très lent, dans l'eau des fossés, dans les mares.

On les reconnaît à l'œil nu ; elles sont vermiformes et se déplacent dans l'eau par des mouvements saccadés dus à de brusques contractions de leur corps. Ces larves mangent sans arrêt des algues et des organiques microscopiques.

(Resseguier, 2011).

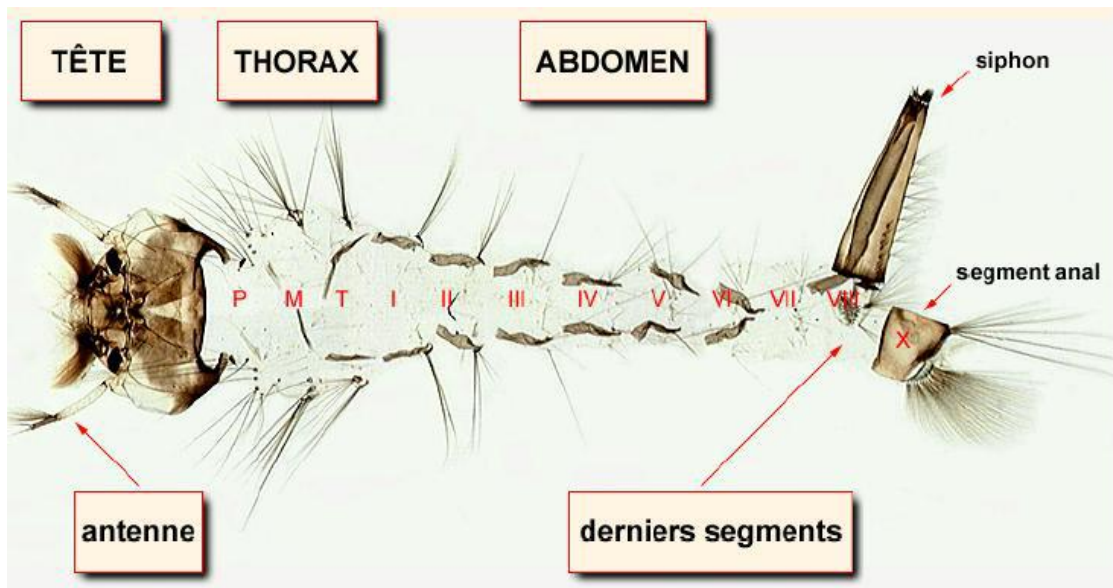


Figure 4. Morphologie générale d'une larve du IVe stade de *Culex pipiens*
(Schaffner *et al.*, 2001).

Les larves apodes présentent 3 tagmes bien distincts : la tête, le thorax, l'abdomen (Guillaumot, 2005).

La tête :

Elle est pourvue d'une paire des mandibules à pointes aigues continuellement en activité et d'organes sensoriels : antennes, soies, palpes (Berchi., 2000).

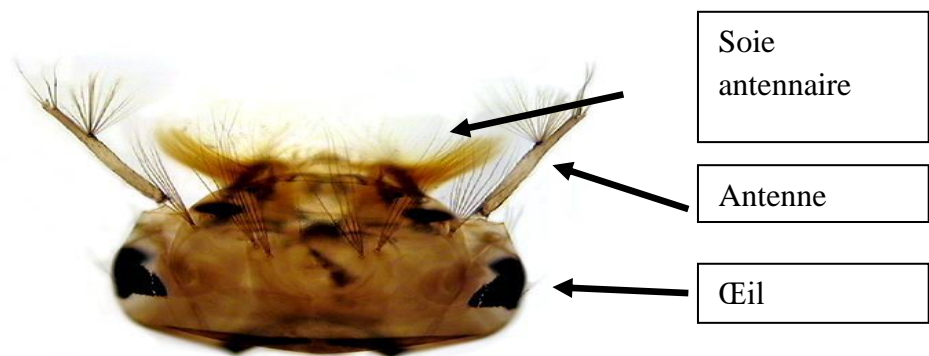


Figure 5a. Aspect morphologique de la tête d'une larve de *Culex pipiens* (Berchi., 2000)

Le thorax :

Il très volumineux et muni de nombreuses soies en touffes, utilisées pour la nage. Il est de forme trapue, est dépourvu d'appendices, il est formé de 3 segments qui sont: le prothorax, le mésothorax et le métathorax (claude., 2003).

L'abdomen :

Il est plus souple que le thorax, porte sur le 8^{ème} segment un siphon respiratoire, tube renfermant deux trachées et se terminant par une cupule non mouillable (fig. 5b). Lorsque la larve va respirer, elle remonte vers la surface et, la tête en bas, fait affleurer son siphon. Elle replonge ensuite après avoir fermé l'extrémité du siphon qui possède cinq valves.

L'abdomen se termine par des lames aplaties où se ramifient des vaisseaux sanguins et des trachées ; ces organes jouent le rôle des branchées et permettent une respiration aquatique partielle. Une touffe de longues soies forme un appareil natatoire.

Donc, les larves respirent l'air atmosphérique et utilisent également l'oxygène dissous dans l'eau grâce aux branchies qui terminent l'abdomen. Au cours de leur vie, ces larves passent par trois mues et représentent donc quatre stades larvaires.

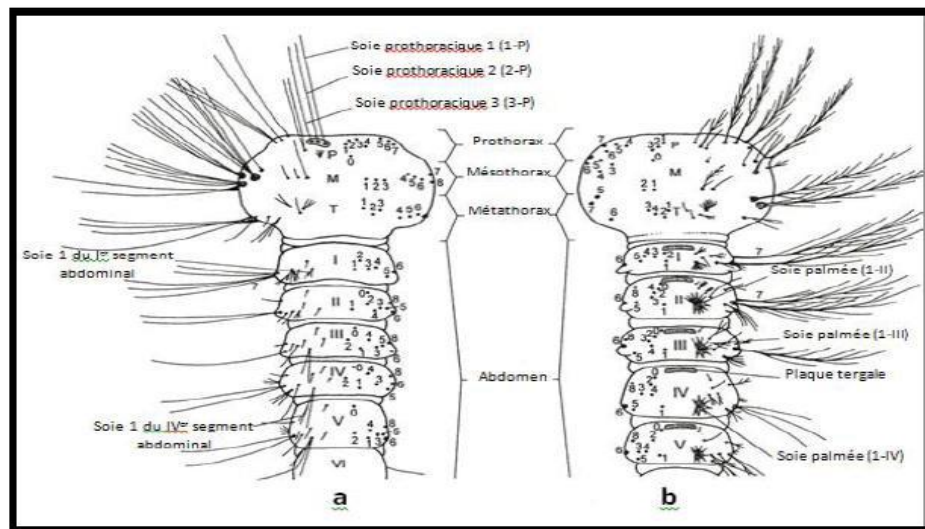


Figure 6 : Chetotaxie de la face dorsale du thorax et de l'abdomen des larves
a : Culicinae ; b : Anophelinae (Becker *et al.*, 2003)

1.1.2.3.3. La nymphe

La nymphe a une forme de point d'interrogation et respire par des trompes respiratoires situées sur le céphalothorax. Elle n'ingère par contre aucune nourriture. Elle est extrêmement sensible et plonge dans l'eau au moindre mouvement perçu. *Culex pipiens pipiens* reste sous cette forme pendant 2 à 4 jours. A la fin de cette

période, la nymphe donne un adulte mâle ou femelle. Cette étape a généralement lieu le matin (Resseguier., 2011) (fig.7).

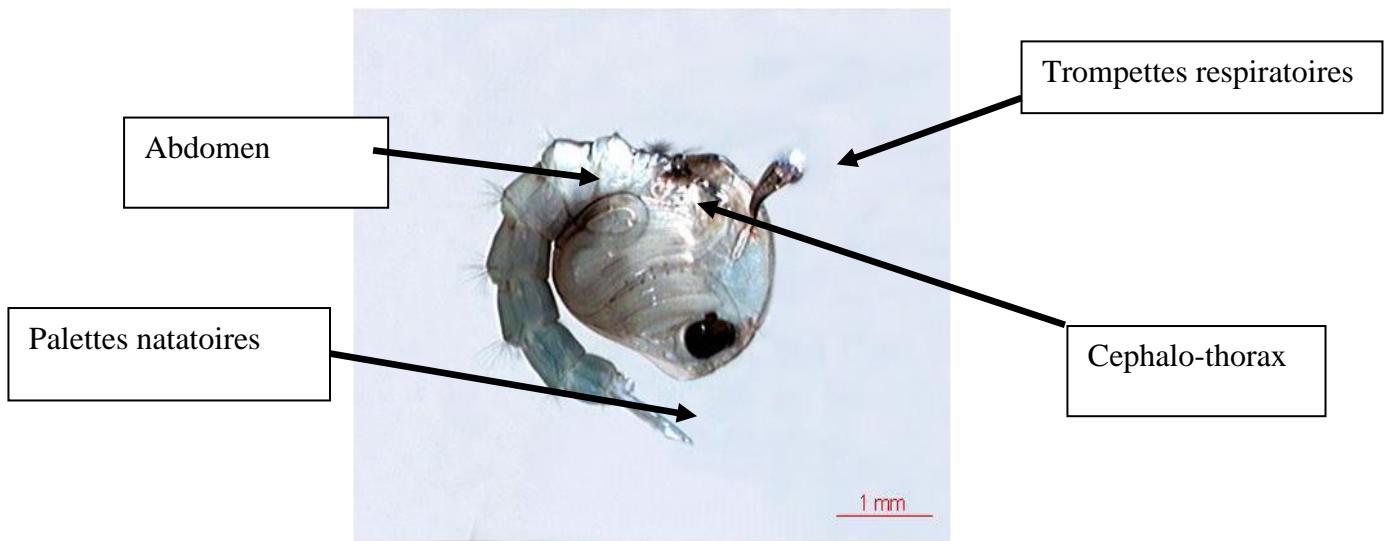


Figure 7. Morphologie générale d'une nymphe de *Culex pipiens* (Berchi., 2000).

1.1.2.3.4. L'adulte

Le corps du moustique adulte est composé de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (fig. 8). Les femelles se distinguent des mâles par des antennes glabres. Les mâles ont des antennes plumeuses, et une morphologie plus effilée (fig. 9).

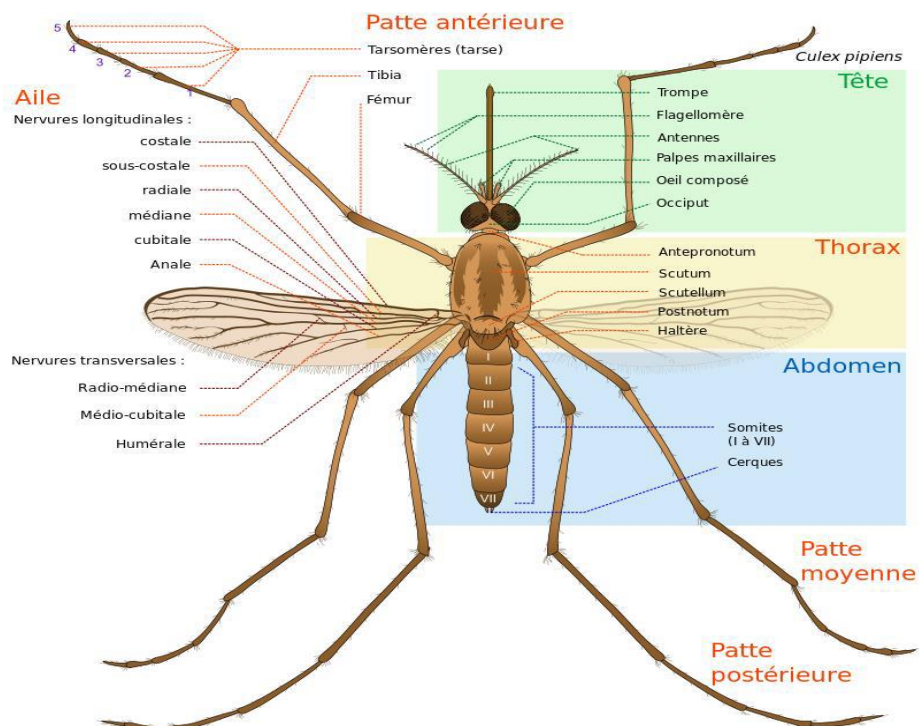


Figure 8. Morphologie générale d'un moustique adulte (Anonyme , 2018).

La tête

Une capsule formée de plusieurs pièces qui comporte les organes (les yeux, les antennes, et les pièces buccales).

Les yeux sont en position latérale, au nombre de deux, composés de nombreuses ommatidies. Les antennes sont composées de 15 articles chez le mâle (antennes plumeuses) et 16 articles chez la femelle

Les pièces buccales constituent un ensemble appelé trompe ou proboscis, on y distingue deux mandibules, deux maxilles, l'hypopharynx et le labre qui forme un canal dans lequel remonte le sang (ZERROUG. S., 2018).

Le thorax

Il est formé de trois métamères composés de plaques sclérifiées. Les plaques ventrales sont les sternites, les plaques latérales sont les pleurites et les plaques dorsales sont appelées tergites.

Le thorax porte Trois paires de pattes, une paire d'ailes et une paire d'haltères ou balanciers remplaçant la deuxième paire d'ailes. Les faces latérales du thorax sont occupées par des écailles et soies qui jouent un rôle important dans l'identification des espèces culicidiennes.

Le thorax se compose de trois parties notamment :

Le prothorax : est très réduit, et ne porte qu'une paire de pattes.

Le mésothorax : c'est le métamère le plus développé des trois, il porte; une paire d'ailes, une paire de pattes, et une paire de stigmates.

Le métathorax : est également très réduit, et porte; une paire de pattes, une paire d'haltères (homologues d'une paire d'ailes vestigiales) et une paire de stigmates (ZERROUG. S., 2018) ; (Guéye Fall., 2013).



Figure 9. Morphologie du thorax de *Culex pipiens*. (Schaffner *et al.*, 2001)

Les pattes

Elles sont composées de 9 articles : le coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et 5 tarsomères (tarse). Le tarse se termine par une paire de griffes, un empodium médian et une paire de pulvilles (ZERROUG. S., 2018).

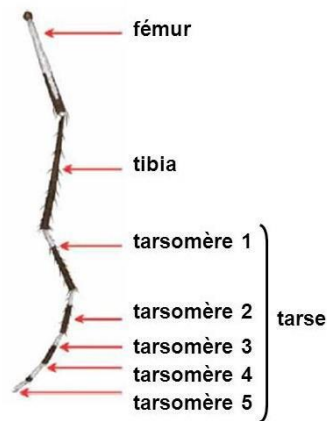


Figure 10. Différentes parties d'une patte de *Culex pipiens* (Faye, 2018)

Les ailes

Les ailes sont tendues sur une armature de nervures recouvertes d'écailles. La présence ou non de certains caractères sur les nervures fait que celles-ci sont de plus en plus utilisées dans les clés de détermination des espèces (ZERROUG. S., 2018).

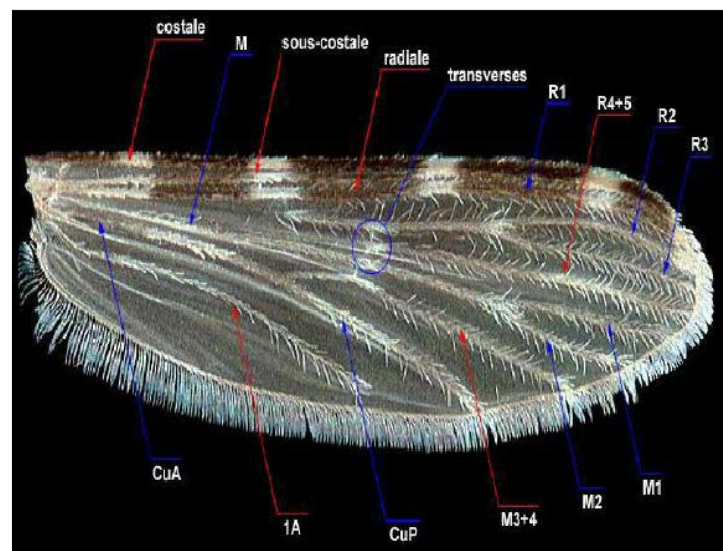


Figure 11. Morphologie des ailes de *Culex pipiens* (Guèye., 2013).

L'abdomen

Constitué de 10 segments dont les sept premiers sont composés de tergite (plaque dorsale) et desternite (plaque ventrale). Les trois autres sont peu distincts et portent les appendices génitaux (ZERROUG. S., 2018).

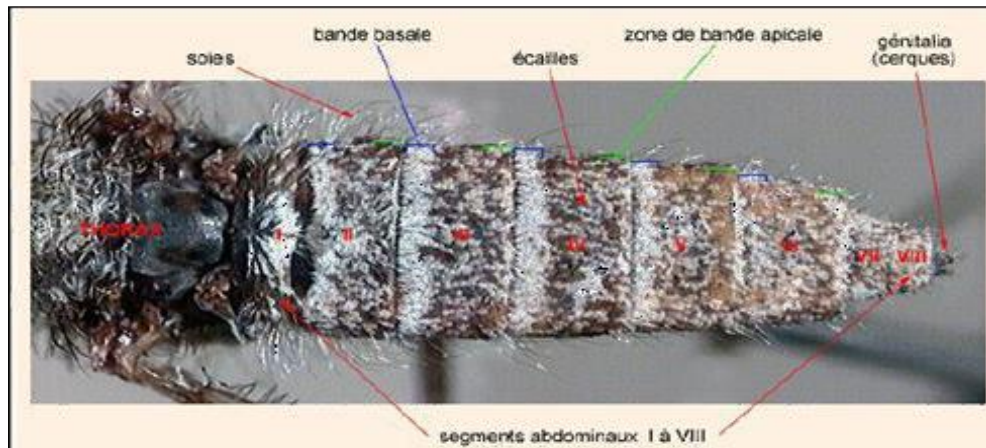


Figure 12. Morphologie de l'abdomen de *Culex pipiens*. (Schaffner *et al.*, 2001)

Les génitalia mâles

Le neuvième segment abdominal porteur de l'appareil génital mâle s'appelle (segment génital). Cet appareil subit de grandes modifications. Il est composé d'une paire de forcipules entourant le pénis.

Chaque forcipules commence par une pièce basale appelée gonocoxite. Ce dernier porte sur sa partie apicale une plaque munie de nombreuses épines (le lobe apical). Le gonocoxite est suivie par une pièce fine appelée style. Le pénis est en position ventrale par rapport à l'anus avant la rotation des génitalia mâles. Il se retrouve en position dorsale après la rotation.

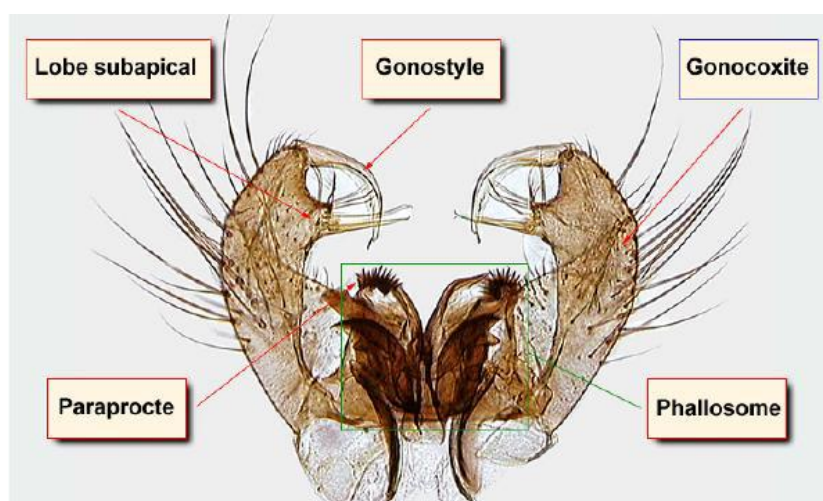


Figure 13. Morphologie du terminalia (génitalia) de *Culex pipiens*. (Schaffner *et al.*, 2001).

Les génitalia femelles

Chez les femelles, le huitième segment est bien développé par rapport au neuvième qui est très réduit. L'orifice vaginal, placé sur le ventre, est limité par deux lèvres qui en obstruent la lumière.

L'étude de l'appareil génitale femelle interne montre qu'il est formé de deux ovaires composés d'ovarioles. Dans chaque ovaire se situe un oviducte interne ou calice. La réunion des deux oviductes externes donne un oviducte commun qui est suivi d'un vagin dans lequel s'ouvrent les deux canaux des spermatheques

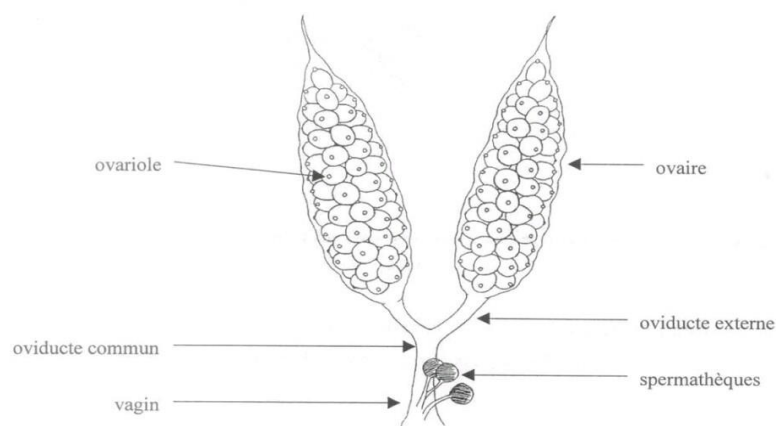


Figure 14. Morphologie schématique de l'appareil génital femelle (Eldridge & Edman., 2000).

1.2. ASPECT NUISANCE ET RÔLE VECTORIEL DE CULEX PIFIENS :

Les moustiques en étant des vecteurs d'agents pathogènes source de maladies sérieuses (Aouinty *et al.*, 2006) ; (Kosone *et al.*, 2008) ; (André Barretto Bruno Wilke., 2016), sont une source de nuisance pour l'homme.

En période de reproduction, les femelles, ont besoin de sang pour la maturation des oeufs, c'est de cette façon que les agents pathogènes sont transmises (Aouinty *et al.*, 2006).

Parmi les maladies les plus isolées, c'est la fièvre du *Nil occidental*, causée par le virus VNO (Virus du Nile Occidental), que *Culex pipiens* et *Culex restuans* sont vecteurs et qui interviennent dans l'amplification du cycle de transmission du virus aux oiseaux (Abdelbaset B. Zayed. *et al.*, 2019) ; (Qiang Gao., 2016) ; (Tardif *et al.*, 2003) ; en plus du VNO, les moustiques sont responsables d'autres maladies telles

que : la *malaria*, *fièvre jaune*, *dengue*, *filariose* (Hamon & Mouchet., 1967) et certains types d'encéphalites (EL Kady *et al.*, 2008).

Comme nous l'avons mentionné, seules les femelles ont besoin de sang pour assurer le développement des œufs. Le mâle quant à lui est adapté uniquement à la consommation du nectar ou de la sève des plantes.

Une femelle peut prendre deux ou trois repas de sang et cette prise peut engendrer une démangeaison locale ou une petite bosse à l'endroit de la piqûre qu'on appelle érythème (Schaffner., 2001) ; (Lacoursiere *et al.*, 2004).

Plusieurs facteurs peuvent affecter le rôle vectoriel des moustiques. Parmi ces facteurs, les plus importants sont la longévité et le déplacement d'un insecte hématophage. Pour étudier ces facteurs, les méthodes de marquage par les radio-isotopes ou divers colorants ont été envisagées. Les déplacements de *Culex pipiens* en milieu urbain sont peu importants, quelques centaines de mètres et s'effectuent de manière lente. En milieu rural au contraire, ils sont plus importants (quelques kilomètres) et plus rapide qu'en milieu urbain. Dans les deux cas les femelles parcourent des distances plus importantes que les mâles (ZERROUG S., 2018).

**Chapitre 02 : Données botaniques et pharmacologiques
de l'espèce étudiée *Ruta montana***

1. Données botaniques et pharmacologiques de l'espèce étudiée

Ruta montana

1.1. Place dans la classification systématique botanique

Règne :	Végétale
Embranchement :	Spermaphyte
Sous embranchement :	Angiosperme
Classe :	Dicotylédones
Sous classe :	Dialypétale
Ordre :	Rutale
Famille :	Rutacées
Genre :	<i>Ruta</i>
Espèce :	<i>Ruta montana</i> (Takhtajan,2009)

1.1.1. La famille de Rutacée :

La famille des Rutaceae a été décrite initialement en 1782 par Durande, puis par A.L Jussieu en 1789. D'après Cronquist, les Rutaceae appartiennent à la division des Magnoliophytae, à la classe des Magnoliopsidae, à la sous-classe des Rosidae et à l'ordre des Sapindales (Benkiki., 2006). D'autres auteurs, tels que Dahlgren, Takhtajan, Thorne et Reveal placent les

Rutaceae dans l'ordre des Rurales. La famille des Rutaceae comprend près de 1500 espèces regroupées en environ 150 genres. Cette famille est plus ou moins cosmopolite, avec une forte concentration dans la zone intertropicale et dans les régions tempérées de l'hémisphère Sud (Australie, Afrique du Sud). Les Rutaceae sont caractérisées par 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. Beaucoup d'espèces des rutaceae sont utilisées en pharmacie et dans l'industrie agroalimentaire, telles que diverses espèces du genre *Citrus*. Leurs flavonoïdes sont principalement utilisés pour améliorer l'insuffisance veino-lymphatique, et leurs huiles essentielles sont utilisées en parfumerie.

Les Rutacée sont riches en alcaloïdes, triterpènes, coumarines, lignanes et huiles essentielles plus particulièrement trouvés dans les espèces *R. angustifolia* ; *chalepensis* et *R. graveolens* (Benkiki., 2006).

1.1.2. Caractère généraux des Rutacées

Les Rutacées sont caractérisées par 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. Beaucoup d'espèces des rutaceae sont utilisées en pharmacie et dans l'industrie agro-alimentaire, leurs flavonoïdes sont principalement utilisés pour améliorer l'insuffisance veino-lymphatique, et leurs huiles essentielles sont utilisées en parfumerie.

Les rutaceae sont riches en alcaloïdes, triterpènes, coumarines, lignanes et huiles essentielles plus particulièrement trouvés dans l'espèce *R. angustifolia*, *R. chalepensis* et *R. graveolens* (Benkiki. N., 2006).

La famille est remarquable par la diversité de ses fruits qui peuvent être une baie à paroi coriace ou une capsule.

La plupart de ces espèces sont pollinisées par des insectes divers surtout les abeilles et les mouches qui sont attirés par les fleurs souvent spectaculaire produisant du parfum et du nectar. La majorité sont allogames en raison de leurs fleurs unisexuées ou dans le cas de fleurs hermaphrodite parce que les stigmates et les anthères sont distants spatialement ou ont des périodes de maturité différentes (Judd *et al.*, 2002).

1.1.3. Description botanique :

La rue appelée populairement « fidjel » est une plante annuelle de la famille des rutacées, utilisée depuis longtemps pour des usages thérapeutiques et culinaires. C'est une plante aromatique de la région méditerranéenne (Quezel, P & Santa., 1963) ; (N. Kambouche *et al.*, 2008). Il s'agit d'un sous-arbrisseau vivace de 30 à 60 cm d hauteur à tige rameuse dans sa partie supérieure, semi-ligneuse. Les feuilles, glauques finement découpées en segments linéaires, lancéolées ou souvent très allongées, enroulées en dessous par leur bord, leurs faces supérieures sont couvertes de pustules sécrétant une essence extrêmement malodorante. Les fleurs, petites de 4 à 5 mm, de couleur jaune, sont groupées par 5 à 6 en cyme composée ordinairement de 4 divisions, pétales concaves, denticulés sur les marges, calice persistant. Elles comportent 4 à 5 carpelles libres, multiovulés, à style soudé. A maturité, fruits aigus acuminés de 6 à 9 mm en grappes fructifères étalées, leur saveur est amère, herbacée,

âtre (Allon. K., 2013); (Blamy & Grey-W., 2006). Le fruit est une capsule globuleuse, s'ouvrant en deux valves et laissant apparaître une graine globuleuse, noire et brillante. La plante est originaire de l'Europe méridionale et occidentale et de l'Afrique du sud (Benkiki. N., 2006). La période de floraison durant le mois d'avril-mai (Daoudi *et al.*, 2016).



Figure 15 : *Ruta montana*



Figure 16 : fleur de *Ruta montana*



figure 17 : feuille de *Ruta montana*

Synonymes :

En français : rue ;

- En allemand: raute;
- En italien: ruta;
- En anglais: rue (**Bonnier, 1999**).
- En espagnol: ruda (**Duke et al., 2008**).

2.1.4. Répartition géographique en Algérie :

La Rue pousse spontanément dans les rochers, les lieux arides, vieux murs, collines sèches et elle est abondante dans les terrains calcaires des régions méditerranéennes. Elle est présente dans les Rocailles, pâturages et pelouses du Tell, communément

retrouvée dans les zones montagneuses de l'intérieure jusqu'à l'Atlas saharien (Allon. k., 2013).

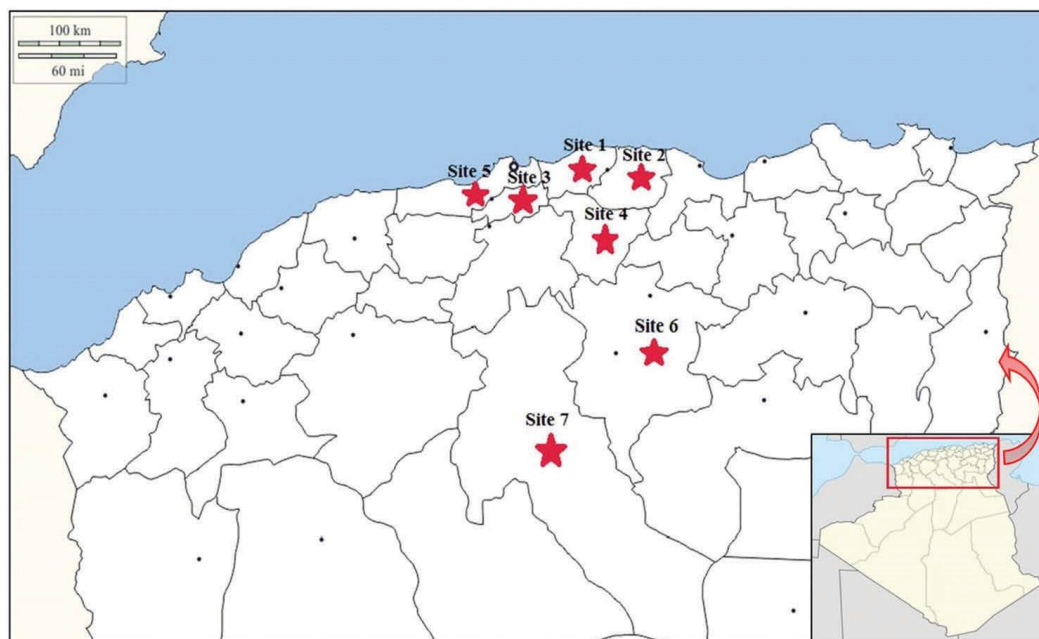


Figure 18. Sites de répartition de *R. montana* d'Algérie (S1-S7) (Hichem Mohammadi., 2019).

2.1.4. Propriétés d'utilisations botaniques de *Ruta montana*

● Traditionnelles

La rue est très utilisée à des fins diverses : Fébrifuge, antivenimeux local, contre les nausées et les vomissements, dans les constipations, dans le paludisme, pour soigner les anémies, le rhumatisme, contre les douleurs gastriques, les vers intestinaux (Baba a., 1999), dans les accouchements difficiles, les maux des yeux et des oreilles, dans l'asthme, les névroses (BAHAR . F & BEDJLIDJEL. H., 2019).

● Culinaire

Les feuilles fraîches ou séchées sont utilisées en petites quantités (très amères) dans les sauces, œufs brouillés ou omelettes, fromages blancs et beurrés 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 utiliser modérément à cause du goût amer et des risques de toxicité (Eberhard *et al.*, 2005).

● Médicales

•**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 mâchant les feuilles, ce qui est sensé à 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 est 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 (Ait., 2006).

•**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 est conseillé 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 (Ait., 2006).

•**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 (Ait., 2006).

•**Parasites** : la rue est un antihelminthique, un vermifuge et un anti-amibien (Ait., 2006).

•**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 calcaïque (Ait., 2006). Les symptômes d'un empoisonnement à la rue chez les animaux sont : salivation, gastroentérite aigue, excitation puis prostration, bradycardie et avortement (Ait., 2006).

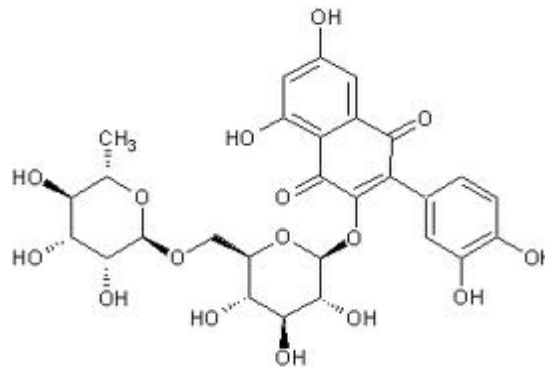
- **Agricoles:** La rue, par sa forte odeur et ses composés puissants, est utilisée pour le contrôle des ravageurs, notamment contre les insectes. La rue est toxique pour les mollusques, les poissons et les oiseaux. Elle serait aussi nématocide (Duval., 1992).

- **Cosmétique :** L'huile essentielle de la rue est utilisée dans le domaine de la parfumerie (Baba A., 1991).

- **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.

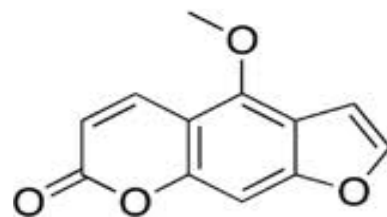
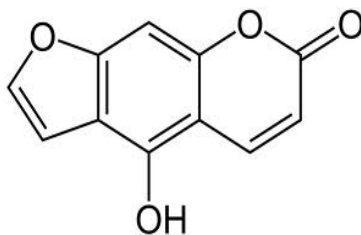
2.1.6. Composition chimique :

La Rue contient une huile essentielle riche en cétones (undécane-2-one, nonane-2-one) et des flavonoïdes, principalement la rutine.

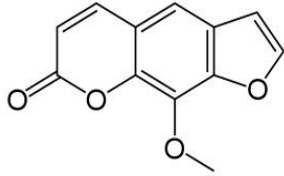


Rutine

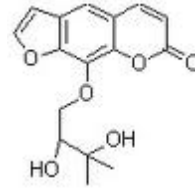
Un groupe de furanocoumarines : bergaptol, bergaptène, xanthotoxine, chalepenseine, heraclenol, isopimpinelline, la rutamarine et un dicoumarinylether (la rutamontine) ont été isolées de cette espèce.



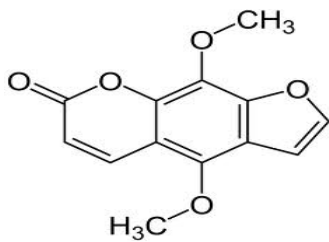
Bergaptol



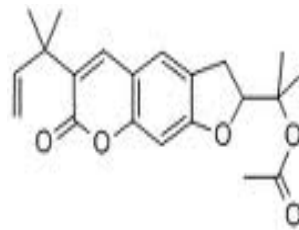
Bergaptène



Xanthotoxine



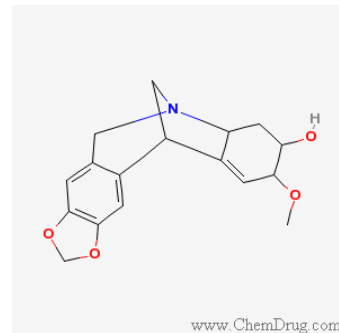
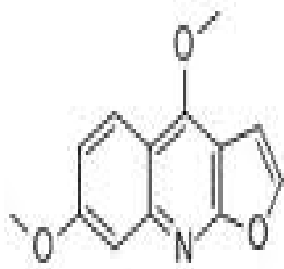
Heraclenol



Isopimpinelline

Rutamarine

Deux alcaloïdes connus, le 1-méthyl-4-méthoxy-2-quinolone et l'évolitrine, ainsi que 4 alcaloïdes de type 4-quinolones ont été isolés de *Ruta montana*: 2 -(nonan-8-one) - (1H)-4-quinolone, 2 -(nonan-8-one) -4-méthoxy-quinoléine, 2 -(nonan-8-one)-N-méthyl-4-quinolone et 2 -(décan-9-one)-N-méthyl-4-quinolone. Un alcaloïde, la montanine a été isolé des parties aériennes de la même espèce.

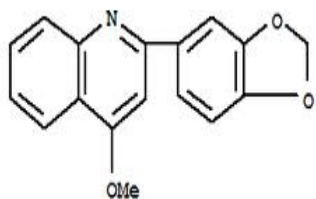


Evolitrine

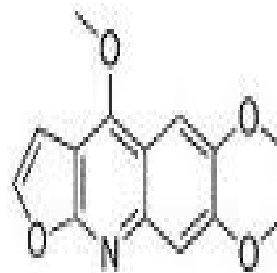
Montanine

La Rue contient également des alcaloïdes acridoniques (époxyde rutacridone, hydroxyrutacridone époxyde) se trouvent en plus grande concentration dans les racines, la graveoline, graveolinine, kokusaginine, rutacridone, skimmianine,

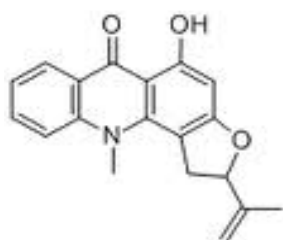
arborinine, et gamma-fagarine (Meryem EL FENNOUNI., 2012) ; (Benziane M., 2007).



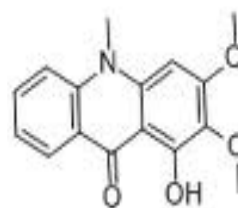
Graveolinine



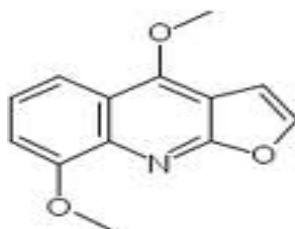
Kokusaginine



Rutacridone



Arborinine



Gamma-fagarine

2.2. Huiles essentielles

2.2.1. Définition :

Les HE sont des composés organiques naturels complexes de structures organiques très variées. Le terme « huiles » vient de leur propriété de se solubiliser dans les graisses, alors que le terme « essentielles » désigne l'odeur dégagée par la plante productrice (Chemat *et al.*, 2013 ; Bouyahya *et al.*, 2016).

Les HE sont biosynthétisées par des plantes odorantes dites aromatiques comme métabolites secondaires. Ces plantes se caractérisent par la présence de structures sécrétrices des HE bien spécialisées telles que les poils sécréteurs (*Lamiaceae*), les poches sécrétrices (*Myrtaceae*) et les canaux sécréteurs (*Apiaceae*). Ces structures dotées d'un caractère physiologique sécrétoire bien défini, qui diffèrent selon l'organe végétal en question. Ces structures sont également impliquées dans le stockage des HE (Bouyahya *et al.*, 2016).

2.2.2. Localisation des huiles essentielles dans la plante

Les huiles essentielles se rencontrent quasiment que chez les végétaux supérieurs : cependant, elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles telles que les Lamiacées, les Lauracées, les Rutacées, les Astéracées, les Apiacées, les Cupressacées, les Zingibéracées, les Pipéracées, les Myrtacées, et les Poacées (Bruneton., 1999).

Elles sont présentes dans différents organes végétaux producteurs et les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes de la plante (YAHYAOUÏ., 2005), variant en fonction de la zone productrice du végétal, comme les sommités fleuries (ex: Lavande, Menthe...), dans les racines ou rhizomes (ex: Vétiver, Gingembre), dans les écorces (ex: Cannelles), le bois (ex: Camphrier), les fruits (ex: Citron), les graines (ex: Muscade). Elles sont contenues dans des structures spécialisées, à savoir, les poils, les canaux sécréteurs et les poches (Bendif., 2017). Les essences sont stockées soit dans ces cellules, soit dans des cellules de réserve, et ne deviennent huiles essentielles qu'après distillation (Joanna., 2012).

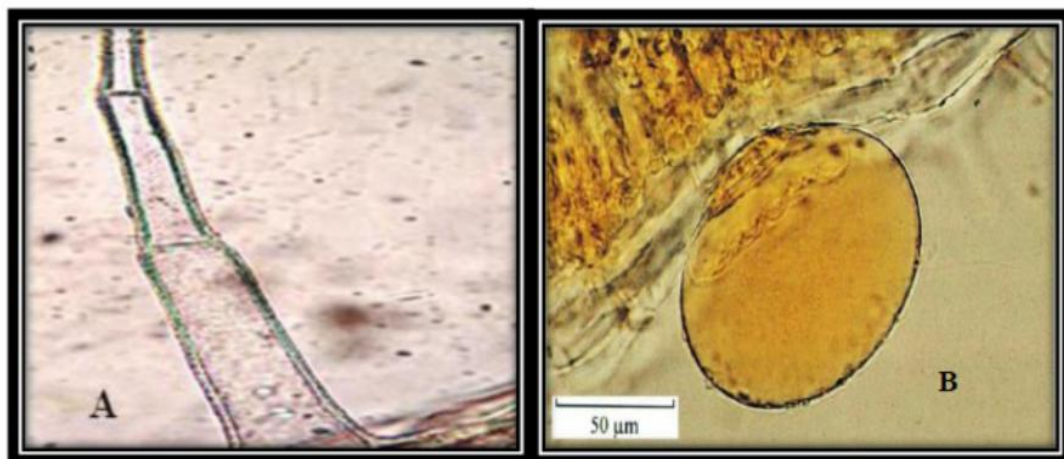


Figure 19 : (A): Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles, poil sécréteur) (KHENAKA, 2011). (B): illustration schématique du développement de la glande productrice d'huile essentielle (GASPAR., 2004).

2.2.3. Rôle des huiles essentielles

Les plantes les utilisent pour se protéger contre les virus et tous pensent qu'il s'agit d'hormones végétales. D'autres considèrent que les huiles sont des messagers entre sorte de parasites et de microbes; des travaux ont montré que les monoterpènes et les sesquiterpènes peuvent jouer des rôles importants dans la relation des plantes avec leur environnement. Par exemple, le 1,8-cinéole et le camphre inhibent la germination des organes infectés ou la croissance des agents pathogènes issus de ces organes (BENCHEIKH., 2017).

2.2.4. Composition chimiques des huiles essentielles

La composition chimique d'une HE est très complexe. En effet, le nombre de composés isolés au sien des HE est d'environ un millier et il en reste encore beaucoup à découvrir.

4.1- Les composés terpéniques :

Les terpènes doivent leur nom à Kekulé (ter=térébenthine, pène=pin). Ce sont des composés formés de l'assemblage de deux ou plusieurs unités isopréniques (2-méthylbuta-1, 3-diène), unité composée de cinq carbones isopréniques.

Selon Bruneton (1995, 1999) seuls les terpènes les plus volatils dont la masse moléculaire n'est pas trop élevée (monoterpènes et sesquiterpènes) sont rencontrés dans la composition des HE.

Les monoterpènes (composés en C₁₀) : ce sont des hydrocarbures volatils présents dans la quasi-totalité des HE ; ils peuvent être acycliques (Myrcène, Ocimène), monocyclique (p-cymène, (Terpinène) ou bicyclique (camphène, Sabinene, pinènes, 3-caréne).

-les sesquiterpènes (composé en C₁₅) : ils sont constitués de trois éléments isopréniques, disposés de façon à donner des structures monocycliques ou polycycliques.

2.2.5. Les composés aromatiques

Les huiles essentielles renferment aussi des composés odorants (phényl-propanoïdes) dont la biogenèse est différente de celle des terpènes. Parmi ces divers composés aromatiques on peut citer :

- Les aldéhydes (anisiques, cuminique, cinnamique).
- Les phénols et éthers (thymol, eugénol, anéthol).
- Les coumarines (bergapteine, ombelliférone).

Des composés acycliques tels que les acides organiques à faible poids moléculaire (acétique, formique, valérique) peuvent être également rencontrés.

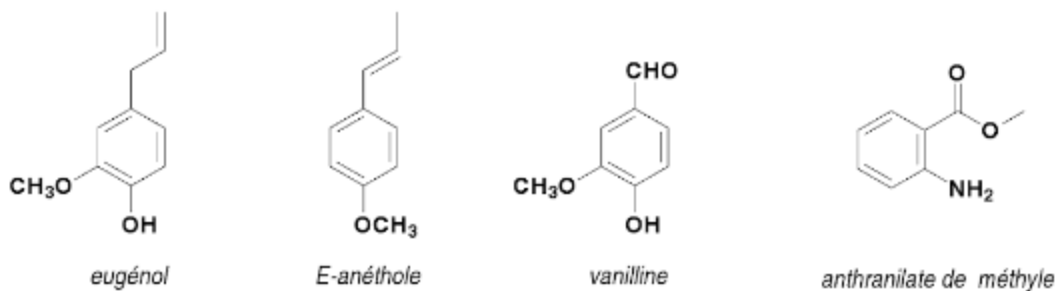


Figure 20 : exemples des composés aromatiques (Bruneton., 1999).

2.2.6. Origine botanique

La composition d'une H.E varie en fonction de l'espèce productrice. En effet, l'extraction de l'H.E d'un même organe de deux plantes différentes ne donne pas la même composition chimique, par exemple deux espèces de sauge : la sauge officinale (*Salvia officinalis*) et la sauge sclarée (*Salvia sclarea*), Et cela peut être vendu à la fois sous le nom de l'huile de sauge. La première, riche en cétones neurotoxiques, peut provoquer des crises d'épilepsie, alors que la seconde possède des esters aromatiques anti-épileptisants (BENCHEIKH., 2017).

2.2.7. L'organe producteur :

Lorsque l'huile essentielle n'est pas extraite de la plante entière, il est indispensable alors de préciser l'organe utilisé. Car, si tous renferment potentiellement une essence, la composition de celle-ci peut varier d'un organe à un autre. En effet, la biosynthèse et l'accumulation des molécules aromatiques sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées (poches sécrétrices par exemple) souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante.

En ce qui concerne le giroflier, l'huile essentielle extraite des clous est à différencier de celle des feuilles, des griffes ou mêmes des tiges (Sophie Barbelet., 2018).

2.3. L'obtention des huiles essentielles :

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

2.3.1. L'hydrodistillation (HD) :

Dans le cas de l'HD, la plante se trouve dans un réacteur ou elle est en contact direct avec l'eau bouillante. Selon la densité ou la quantité de la plante utilisée, elle peut flotter ou être complètement immergée dans l'eau. Elle est généralement conduite à pression atmosphérique. Le chauffage permet l'éclatement et la libération des molécules volatiles contenues dans la matière végétale. La vitesse de vaporisation des composés volatiles des plantes aromatique médicinales par l'HD est connue par la variation de leur concentration en fonction de la résistance à la diffusion de l'HD dans les tissus cellulaires et également selon la solubilité des molécules volatiles dans l'eau (Hernandez O., 2005).

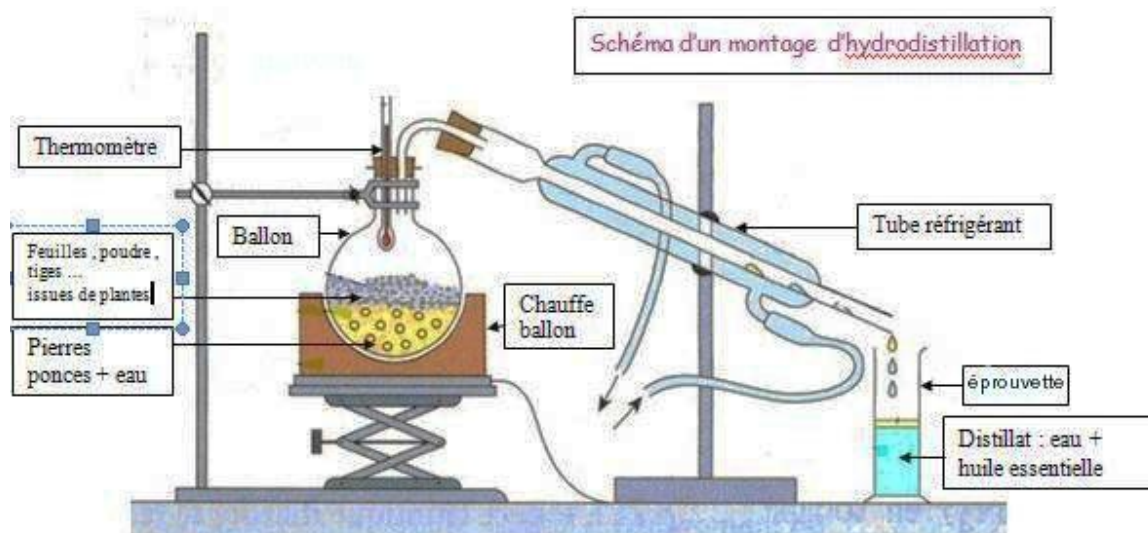


Figure 21 : Montage d'extraction par Hydrodistillation (BENCHEIKH. S, 2017).

✓ Mode opératoire

La matière végétale a été destinée à l'hydrodistillation pour l'obtention de son huile essentielle. *Ruta Montana* a été récoltée durant le mois de février. La plante utilisée est originaire de la wilaya de Tébessa, Algérie. Le climat de cette région est méditerranéen avec été chaud. La plante fraîchement collectée, a été bien séchée à l'ombre et dans un endroit sec et aéré pendant 15 jours. L'extraction de l'huile essentielle a été réalisée au niveau du laboratoire, Université Larbi-Tébessi, Tébessa. Après séchage, 50g de la partie aérienne de la plante ont été introduites dans le ballon à fond rond avec 500mL d'eau distillée.

Le ballon avec son contenu a été mis sur une chauffe ballon à une température voisine de 100°C. L'ensemble est porté à ébullition pendant 3heures; en prenant garde de ne pas chauffer jusqu'à sec.

L'huile essentielle s'évapore avec les vapeurs d'eau dégagées qui se condensent en traversant un réfrigérant puis elle tombe dans l'ampoule de décantation, sous forme d'huile. L'huile essentielle obtenue est gardée dans un flacon hermétiquement fermé et conservé à 4°C à l'abri de la lumière.



Figure 22 : *Ruta Montana* (Photo personnelle) **Figure 23 : flacon d'huile essentielle**

2.3.2. Calcul du rendement

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., 1986).

Le rendement, 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



Figure 24 : Montage de l'hydrodistillateur de type Clevenger (BOUGUERRA., 2019).

Chapitre 03 : Etude de l'effet d'huile essentielle
***Ruta montana* sur les moustiques**

4. Etude de l'effet des Huiles essentielles *Ruta montana* sur les moustiques

4.1. Rendement des Huiles essentielles *Ruta montana*

Les espèces de Rutacées ont une large distribution dans le monde. Ils sont plus répartis dans les régions tropicales, tels que l'Amérique tropicale, l'Afrique du Sud, région méditerranéenne et l'Australie. La famille des Rutacées a environ 150 genres et plus de 1600 espèces (Zeichen *et al.*, 2000) ; (Gonzalez-trujano M.E, *et al.*, 2006) ; (Albarici T.R, *et al.*, 2010).

Les espèces de *Ruta* sont connues comme une source potentielle de produits naturels avec des activités. Ils sont utilisés dans plusieurs domaines tels que la médecine thérapeutique et traditionnelle, et ils sont présentent une forte aromatique due à la présence d'huiles essentielles (Y, Bejaoui, *et al.*, 2019).

L'huile essentielle a été obtenue par hydrodistillation de les deux espèces de *Ruta* (*Ruta montana* et *Ruta graveolens*), produit une couleur de rendement étaient de 1,21% et 1,67% respectivement. Les compositions chimiques des deux huiles essentielles ont été analysées par GC / MS (Y. Bejaoui, *et al.*, 2019) ; (M. Ferhat *et al.*, 2014).

Neuf composés ont été identifiés à partir d'huile essentielle de *Ruta montana* qui représentait 91,14% de l'huile extraite. Néanmoins, sept des composés ont été identifiés à partir d'huile essentielle de *Ruta montana* qui représentait 93,95%. Les principaux composés d'huile essentielle de *Ruta montana* étaient 2-undécanone (86,77%), suivi de la 2-décanone (4,91%). L'essentiel l'huile de gravier de *Ruta* a été caractérisée par 2-undécanone (56,92%) et 2-nonanone (23,62%) suivi du 1-nonène (4,35%) (Bejaoui., 2019) ; (Driouche., 2019) ; (H. Boutoumi *et al.*, 2013).

Au Brésil sept composés d'huiles essentielles ont été identifié pour le *Ruta graveolens*. Ces composés ont présenté aliphatique composés, en particulier les cétones. Mais il n'y a pas de terpènes composés. Les principaux composés de cette huile essentielle sont le 2-undécanone (47,21%) et le 2-nonanone (39,17%). Les principaux composés de *Ruta graveolens* les huiles essentielles d'Algérie sont des cétones telles que l'undécanone et 2-nonanone, qui est similaire à la composition d'huiles essentielles des espèces de *Ruta montana* (LuciaB., *et al.*, 2018) ; (S Malik *et al.*, 2017).

Pour les deux *Ruta* espèces, les principaux produits sont le 2-undécanone suivi par 2-décanone et 2-nonanone. Cette variation des composés dépendaient du climat, du

génotype et de la croissance emplacement, ce qui peut affecter l'huile essentielle totale (Bejaoui., 2019).

D'autres facteurs interviennent également tels que la période de récolte, le séchage, lieu de séchage, la contamination par des parasites, des virus, des mauvaises herbes et le choix de la méthode d'extraction (Zellagui *et al.*, 2012) ; (Kambouche *et al.*, 2008).

4.2. Effet toxique des Huiles essentielles *Ruta montana*

La méthode de lutte la plus efficace contre *C. pipiens* est périodique traitement avec des larvicides chimiques. Cependant, cette stratégie n'a pas donné de résultats satisfaisants dans le monde en raison de l'augmentation de la résistance développée par diverses espèces de moustiques accompagnée d'effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. L'un des moyens possibles d'éviter le développement d'une résistance aux insecticides est l'utilisation d'insecticides d'origine végétale qui étaient sélectifs, biodégradables et ont un effet moindre sur les organismes non ciblés et l'environnement (Bouguerra. N., 2018).

Le genre *Thymus* (Lamiaceae) comprend environ 215 espèces en particulier dans la zone méditerranéenne, environ 11 espèces en Algérie (Bouguerra., 2018).

Les rutacées sont largement étudié dans de nombreux pays pour leur larvicide et répulsif propriétés contre plusieurs Culicidae (Fradin & Day., 2002) ; (Kovendan, k. *et al.*, 2012) ; (Rahuman *et al.*, 2000). Il a également été prouvé que l'huile essentielle de *Ruta graveolens* est un bon répulsif et larvicide contre *A. aegypti* (Tabanca *et al.*, 2012).

L'huile essentielle de *Ruta montana* a une puissante activité larvicide contre les larves de *Culex pipiens*. De plus cette huile essentielle affectée poids et volume corporel pour les deux stades larvaires étudiés et réduit significativement les indices caloriques des protéines, glucides et lipides (AOUATI. A, 2016).

Les travaux (AOUATI. A, 2016) montres que l'huile de *R. montana* a un effet toxique contre les larves du moustique de la culex pipiens. Avec une DL50 de 10.76ppm

4.3. Effet de la plante *Ruta montana* sur *Ephestia kuehniella*

Les insectes ravageurs peuvent avoir des effets négatifs sur la production agricole, les cultures ou la post-récolte, et provoquer une altération de la qualité nutritionnelle des céréales entraînant d'énormes pertes économiques (Bouzeraa. H *et al.*, 2018).

Ephestia kuehniella, la teigne de la farine méditerranéenne, est un ravageur cosmopolite des céréales. Il nourrit et développe, de préférence, dans la farine de blé tendre qui offre des conditions environnementales favorables. Une seule femelle peut pondre jusqu'à 350 œufs à une température de 25 à 27 ° C. Les chenilles sont très fileuses actives et passent par six larves de stades. Ils mesurent de 13 à 16 mm de long à leur dernier stade. Leur éclosion conduit à infester le produit et à accélérer la croissance des moisissures, notamment espèce toxigène (Kucerova. Z *et al.*, 2003).

En raison de l'intensité des interactions plantes-insectes, les plantes ont une défense bien développée mécanismes contre les ravageurs et sont d'excellentes sources de nouvelles substances insecticides (Jayakumar M *et al.*, 2017). Une fois dans au contact des insectes, des substances végétales naturelles pénètrent dans l'organisme et atteignent, plus ou moins rapidement, au niveau cellulaire, des enzymes et des protéines cibles conduisant à une anomalie biologique fonctionnement de l'organisme, entraînant une paralysie et la mort (Bouzeraa. H *et al.*, 2018).

Les huiles essentielles sont généralement extraites de diverses parties de la plante. Un total de 269 les produits chimiques des plantes qui sont actifs contre les insectes des produits stockés sont des espèces végétales triées d'où ils ont été extraits (Bouzeraa. H *et al.*, 2018).

Les composés actifs des huiles essentielles peuvent différer des plantes famille à une autre et au sein de la même famille, et la sensibilité peut varier d'une espèce d'insecte d'un stade à un autre (Boeke SJ *et al.*, 2004).

Les travaux (Bouzeraa. H *et al.*, 2019) montrent que l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation de la plante *R. montana* est toxique envers *E.kuehniella* à de faibles doses. Le test de toxicité révèle que la dose létale moyenne DL50 est enregistrée à 0.6% et la dose létale 80% DL80 est enregistrée à 10.95%.

Effet de la plante *Ruta chalepensis* sur *Tribolium castaneum*

Les huiles essentielles sont des métabolites secondaires des plantes, connues par leur rôle défensif chez les plantes. De nombreuses huiles essentielles ayant une activité insecticide puissante ont été décrites. Dans le présent travail, la composition chimique et l'activité insecticide des huiles essentielles de *Ruta chalepensis* qui sont des plantes médicinales et aromatiques largement distribuée dans les pays africains où elles sont à la fois botaniques et médicinales (T Amdouni *et al.*, 2016), contre un ravageur des denrées stockées, *Tribolium castaneum* (adultes et larves). Vingt composés ont été

identifiés et les résultats ont montré que les huiles essentielles de *R. chalepensis* sont riches en 2-undécanone (48,28%) et en 2-nonanone (27%) (Majdoub, O *et al.*, 2014) ; (A. Daoudi *et al.*, 2016).

Tribolium castaneum (tribolium de farine rouge) qui été un petit coléoptère granivore appartenant à la famille des Tenebrionidae. La couleur adulte est uniformément brun rougeâtre et d'une longueur de 3 à 4 mm de long. Avec une longévité de 2 à 8 mois suivant les conditions abiotiques, le tribolium rouge peut envahir les stocks de différentes denrées alimentaires (L Bachiri *et al.*, 2018).

Dans une recherche réalisée par Majdoub *et al.*, (2014), une bonne activité insecticide de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* a été montrée contre les adultes et les larves de *Tribolium castaneum*. Cette dernière est plus active contre les adultes que les larves. À une dose de 200 µl / l air, 14% et 60% de mortalité ont été enregistrés chez les larves et les adultes après 24 h d'exposition au traitement. Ce caractère insecticide pourrait être expliqué par l'abondance des cétones, comme composé majoritaire (BERGHEUL S., 2018).

De son côté, Conti *et al.*, (2013), dans une étude comparative entre l'effet toxique de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* (sauvage et cultivées) *vis-à-vis* des larves de *Aedes albopictus* ont pu démontrer l'effet insecticide de l'huile essentielle de *R. chalepensis* sauvage avec une $DL_{50} = 35,66$ ppm et un pourcentage de mortalité de 100% à la dose 150 ppm. La composition chimique de l'huile essentielle effectuée par CPG/SM ont montré la richesse de la plante en cétones, composés non terpéniques et les esters (BERGHEUL S., 2018).

Conclusion

Conclusion

Les arthropodes d'importance médicale ont toujours éveillé l'intérêt des entomologistes et des médecins son orientation naturaliste. Ces arthropodes sont nombreux et variés grâce à des conditions très favorables à leur développement, notamment la température élevée et la forte humidité. Quelques arthropodes sont connus pour leur action nocive.

Dans le cadre de la recherche des méthodes de lutte efficaces et à faibles risque Écotoxicologiques. La connaissance et l'usage des plantes médicinales constituent un vrai patrimoine de l'être humain. Leur importance dans le domaine de la santé publique est très accentuée dans ces dernières années grâce aux thérapeutiques qu'elles procurent. Cette diversité en propriétés biologiques est liée certainement aux vertus thérapeutiques attribuées à une gamme de molécules bioactives synthétisées par la plante non seulement comme des agents chimique contre les maladies, les herbivores et les prédateurs mais aussi comme des agents médicinaux tels que les antioxydants. L'usage des huiles essentielles extraites des plantes aromatiques a fait l'objet, dans le présent travail, d'une étude sur leurs activités biologiques.

A travers des travaux antérieurs, et à partir des résultats obtenus, on pourra conclure que *Ruta montana* est une plante prometteuses, elles présentent une richesse importante en métabolites secondaires et renferment une variété de molécules biologiquement actives.

Les HEs de cette plante présente un Rendement de 0.82%, de la matière sèche de la partie aérienne de *Ruta montana*.

Ces HEs ont été testées sur *Culex pipiens*, l'espèce domestique et la plus abondante dans la région de Tébessa leurs actions ont été évaluées sur plusieurs aspects :

Toxicologique, morphométrique, biochimique, et les biomarqueurs.

L'huile essentielle de *Ruta montana* a une puissante activité larvicide contre les larves de *Culex pipiens*. De plus cette huile essentielle affectée poids et volume corporel pour les deux stades larvaires étudiés et réduit significativement les indices caloriques des protéines, glucides et lipides.

La conclusion de cette étude nous permet de dégager un certains nombres de perspectives faisant suite à ce travail. Ainsi, nous envisageons :

- Evaluer la toxicité chronique et aigue des extraits et des huiles essentielles sur différentes lignées cellulaires *in vitro* et sur des modèles utilisant les animaux

afin de déterminer les doses thérapeutiques et les doses létales car les remèdes traditionnels souffrent beaucoup du problème de dosages ;

- Rechercher l'activité antivirale,
- Rechercher l'activité anti-inflammatoire,
- Tester l'activité antifongique, antibactérienne, *in vitro* et *in vivo* avec des molécules bioactives purifiées.
- Effectuer des tests de conservation de produits agroalimentaires,
- Réaliser un fractionnement de l'extrait méthanolique afin d'identifier les molécules responsables de l'activité biologique en utilisant des techniques d'identification plus performantes.
- Etude de l'impact des différentes techniques d'extraction sur la quantité et la qualité des huiles et sur leur pouvoir larvicide.
- Etude de l'impact de cet HE sur le potentiel reproducteur des moustiques.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques :

- Abdelbaset B. Zayed, Walaa A. Moselhy, Azza A. Mostafa, Hanaa I. Mahmoud, Shaimaa H. Hassan. 2019. Physical and Chemical Factors of Breeding Sites Affecting Susceptibility and Biochemical Activity of Mosquito, *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) to Some Insecticide. *International Journal of Ecotoxicology and Ecobiology*. Vol. 4, No. 2, 2019, pp. 51-57. doi: 10.11648/j.ijee.20190402.12.
- Adisso D. N. et Alia A. R., 2005. Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net ® et Permanet ® dans les conditions de terrain, Mémoire de fin de formation en. ABM-DITEPACUAC, Cotonou. 79p.
- Ait My, (2006).Plantes médicinales de Kabylie. Ed. Ibispress. Paris. 293pp.
- Alaoui Boukhris M., 2009. Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires, Thèse de Master Sciences et Techniques : CMBA Chimie des Molécules Bio Actives, Université Hassan IIMohammedia, Algérie. 55 -75p.
- Albarici T.R., Vieira P.C., Fernandes J.B., Silva M.F.G., Pirani J.R., Cumarinas e Alcaloides de Rauia Resinosa (Rutaceae) [Coumarins and Alkaloids of Rauia Resinosa (Rutaceae)] *Quimica Nova*, 33: 2130-2134 (2010).
- Alouani A., Rehim N. and Soltani N., 2009- larvicidal activity of a Neem tree extra (Azadirachtin) against mosquito larvae in the republicue of Algeria. *Jordan journal of biological sciences*, (2), 15-22.
- Allon kahina, 2013, composition chimique et activités antyoxydante et antimicrobienne des huiles essentielles de l'aneth (*Anethum graveolens* L), de la sauge (*Salvia officinalis* L), et de la rue des montagnes (*Ruta montan* L) . Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de magister en Agronomie, Alger.
- Amdouni. Thouraya, Saoussen Ben Abdallah, Najoua Msilini, Florence Merck, Mohamed Chebbi, Mokhtar Lacha^{al}, Najoua Karray-Bouraoui, Zeineb Ouerghi1, Xavier Fernandez. 2016. Effect of salt stress on the antimicrobial activity of *Ruta chalepensis* essential oils, Franciszek Go^{rski}

- Institute of Plant Physiology, Polish Academy of Sciences, Kraków, Acta Physiol Plant. 38:147, DOI 10.1007/s11738-016-2167-x.
- André Barretto Bruno Wilke, Rafael de Oliveira Christe, Laura Cristina Multini, Paloma Oliveira Vidal, Ramon Wilk-da-Silva, Gabriela Cristina de Carvalho, Mauro Toledo Marrelli. 2016. Morphometric Wing Characters as a Tool for Mosquito Identification. Brasil.
 - Anonyme, 2018- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Moustique>.
 - Anju Viswan, K., Pushapalatha, E. 2020. Larvicidal effect of selected plant extracts on *Aedes aegypti* L. and *Culex quinquefasciatus* say. International Educational Applied Scientific Research Journal (IEASRJ). 5 (2), e-ISSN : 2456-5040.
 - Aouati A., 2016- Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae). *These en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences spécialité : entomologie. Université Des Freres Mentouri faculté des sciences de la nature et de la vie, département de Biologie Animale*, 150 pages, page 28 ; 129p.
 - Aouinty B., Oufara S., Mellouki F. et Saadia M., 2006- Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl)) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). *Biotechnologie. Agron. Soc. Environ.*, 10 (2), 67-71.
 - Ayitchedji A.M., 1990. Bioécologie d'*Anopheles melas* et de *Anopheles gambiae* s.s : Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire, République du Bénin, Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPUUNB, Cotonou. 76.
 - Baba Aissa F. (1991). Les plantes médicinales en Algérie, Ed. Addiwane, Alger, 184p.
 - BENCHEIKH, 2017, Etude de l'activité des huiles essentielles de la plante *Teucrium polium* ssp *Aurasianum* Labiatae, THÈSE EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLÔME DE DOCTORAT (LMD) Spécialité : GENIE DES PROCÉDES ET ENVIRONNEMENT, OUARGLA

- Bachiri. Lamia, Yassir Bouchelta, El Houssine Bouiamrine, Ghizlane Echchegadda, Jamal Ibjibjen and Laila Nassiri. 2018. Valorization as bioinsecticide of the essential oils of two indigenous lavender species in Morocco: *Lavandula stoechas* and *Lavandula pedunculata*. 6(2): 86-90.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J. et Kaiser A., 2003. Mosquitoes and their control, Kluwer Academic, New York, 498 p.
- Bejaoui. Yosra; Manef, Abderrabba. 2019. Biological Study from Ruta Plants Extracts Growing in Tunisia. *Laboratoire Milieu Marin, Centre la Goulette, TUNISIE*, Vol. 38, No. 2, 2019
- Berchi S., 2000- Bio écologie de *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. *Thèse Doc. Es. Scien. Univ. Constantine*, 133p.
- BERGHEUL SAIDA, 2018, Etude de l'activité antimicrobienne et bioinsecticide de *Ruta chalepensis* L., *R. angustifolia* Pers. et *Haplophyllum tuberculatum* (Forsk.) A.Juss. vis-à-vis de quelques bioagresseurs de la culture de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), THESE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES, Filière : Sciences Agronomiques, OPTION : BIOTECHNOLOGIE VEGETALE, MOSTAGANEM.
- BELHATTAB A et TEKTAKI A 2016-2017 Contribution à l'étude de la toxicité de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) sur les larves de *Culiseta longiareolata* dans la région de Laghouat. diplôme de mastère .uni Laghouat .p21.26.30.40.46.51.
- Benziane Maatallah Mama, 2007, Screening Photochimique de la plante Ruta Montana. Extraction de l'hile essentielle et de la rutine. Activité antioxydant de la plante, Mémoire Pour l'obtention du diplôme de MAGISTER, ORANES-SENIA.
- Benkiki Naima, 2006, Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : Ruta montana, Matricaria pubescens et hypericum perforatum, Thèse présentée pour l'obtention du diplôme de doctorat en chimie, Batna.
- Bennaoum. Zineb, Hachemi Benhassaini, Danilo Falconieri, Alessandra Piras & Silvia Porcedda. 2017. Chemical variability in essential oils from Ruta species among seasons, and its taxonomic and ecological significance. ,

Natural Product Research, 31:19, 2329-2334, DOI: 10.1080/14786419.2017.1303692, page 06.

- Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *Coloratus* (Boiss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr., thèse de doctorat, l'école normale supérieure de KOUBA-Alger, département des sciences naturelles, biotechnologie végétale, P. 26.
- Bouabida, H., Tine-Djebbar, F., Tine, S., Soltani, N., 2017. Activity of spiromesifen on growth and development of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae): Toxicological, biometrical and biochemical aspects. J. Entomol. Zool. Stud. 5(1), 572-577.
- Boutoumi. Hocine, Saâd Moulay, & Mohamed Khodja. 2013. Essential Oil from *Ruta montana* L. (Rutaceae) Chemical Composition, Insecticidal and Larvicidal Activities. Journal of Essential Oil Bearing Plants. 12:6, 714-721, DOI: [10.1080/0972060X.2009.10643780](https://doi.org/10.1080/0972060X.2009.10643780).
- Bouyahya A, Abrini J, Bakri Y, Dakka N. (2016). Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action. Phytothérapie. DOI 10.1007/s10298-016-1058-z.
- Bonnier G.; 1999; La Grande Flore en Couleur; Ed : BELIN; Tome 3; p:205-206.
- Boeke SJ, Barnaud C, Van Loon JA, Kossou DK, Van Huis A, Dicke M. Efficacy of plant extracts against the cowpea beetle, *Callosobruchus maculatus*. International Journal of Pest Management. 2004, 50:251-258.
- Blamy, M et Gery- wilson, C. (2006). Toutes les fleurs de méditerranée.
- BOUGUERRA NADIA, 2019, Efficacité comparée des extraits de deux plantes, *Thymus vulgaris* et *Origanum vulgare* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*: Composition chimique, Toxicité, Biochimie et Biomarqueurs, THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT LMD Spécialité : BIOLOGIE ANIMALE, Tebessa.
- Bouguerra, N., Tine-Djebbar, F., Soltani, N., 2018. Effect of *Thymus vulgaris* L. (Lamiales: Lamiaceae) Essential oil on energy reserves and biomarkers in

- Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) from Tebessa (Algeria). Essential Oil Bearing Plants Journal. 21, 1082–1095.
- Bouguerra, N., Tine-Djebbar, F., Soltani, N., 2019. Oregano Essential Oil as Potential Mosquito Larvicides. Transylvanian Review. 39, 9612-9619.
 - Bouyahya A, Abrini J, Bakri Y, Dakka N. (2016). Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action. Phytothérapie. DOI 10.1007/s10298-016-1058-z.
 - Bouaziz, A., Amira, K, Djeghader, N., Aïssaoui, L., Boudjelida, H., 2017. Impact of an insect growth regulator on the development and the reproduction potency of mosquito. Journal of Entomology and Zoology Studies. 5(3), 1662-1667.
 - Bouzeraa. Hayette, Bessila-Bouzeraa M, Labed N, Sedira F and Ramdani L, 2018. Evaluation of the insecticidal activity of *Artemisia herba alba* essential oil against *Plodia interpunctella* and *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae), 6(5): 145-150.
 - Bruneton, J. (1999). pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème Ed. Paris: Tec & Doc Lavoisier.
 - Carnevale P., Robert V., Manguin S., Corbel V., Fontenille D., Garros C R. et Ogier C., 2009- Les anophèles, Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. IRD éditions institut de recherche pour le développement Marseille.
 - Chantawee, A, Soonwera, M. 2018. Efficacies of four plant essential oils as larvicide, pupicide and oviposition deterrent agents against dengue fever mosquito, *Aedes aegypti* Linn. (Diptera: Culicidae). Asian Pac J Trop Biomed. 8, 217-225.
 - Chemat F, Abert-Vian M, Fernandez X. (2013). Microwave assisted extraction of essential oils and aromas. In: Chemat F (ed). Microwave-assisted extraction for bioactive compound : theory and practice. Springer, New York, pp 53–66.
 - 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.

- Daoudi. A, H. Hrouk, R. Belaidi¹, I. Slimani¹, J. Ibijbijen¹, L. Nassiri¹, 2015, Valorisation de *Ruta montana* et *Ruta chalepensis*: Etude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien Valorization of *Ruta montana* and *Ruta chalepensis*: Ethnobotanical study, phytochemical screening and Antibacterial activity, *Equipe de microbiologie du sol, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismail, Meknès, Maroc. E-mail: daoudiamine75@yahoo.fr.*
- Darriet F., 1998. La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies, Khartalaorstom, Paris, France. 91p.
- Dris, D., Tine-Djebbar, F., Soltani, N. 2017a: Lavandula dentata essential oils: chemical composition and larvicidal activity against *Culiseta longiareolata* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). African Entomology. 25(2): 387-394.
- Dris, D., Tine-Djebbar, F., Bouabida, H., Soltani, N., 2017b. Chemical composition and activity of an *Ocimum basilicum* essential oil on *Culex pipiens* larvae: Toxicological, biometrical and biochemical aspects. S. Afr. J. Bot. 113, 362–369.
- Driouèche. Asma, Hocine Boutoumi & Ahmed Boucherit. 2019. The Performance of the *Ruta Montana L.* Essential Oil Bisulfite Adduct as Mixed Natural Emulsifier and a Comparison with Single Tailed Surfactant. Journal of Dispersion Science and Technology, DOI: 10.1080/01932691.2019.1654897.
- 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.
- Duval J. (1992). La culture de la rue. AGRO-BIO.3: 6-45.
- Eberhard T. Robert A. et Annelise L. (2005). Plantes aromatiques: épices, aromates, condiment et leurs huiles essentielles. Ed. Tee & Doc, Paris, 521p
- Baba Aissa F. (1991). Les plantes médicinales en Algérie, Ed. Addiwane, Alger, 184p.
- EL FENNOUNI Meryem, 2012, Les plantes réputées abortives dans les pratiques traditionnelles d'AVORTEMENT AU MAROC, Pour l'Obtention du Doctorat en Pharmacie.
- El kady G A., Kamal N H., Mosleh Y and Bahgat I M., 2008- Comparative toxicity of two bioinsecticides (Spinotoram and Vertemic) compared with

- methomyl against *Culex pipiens* and *Anopheles multicolor*. *World journal of agricultural sciences*, 4(2), 198-205.
- Ferhat. M, A. Kabouche, Z. Kabouche. 2014. Comparative compositions of essential oils of three *Ruta* species growing in different soils. *University of Constantine 1, Department of chemistry, Laboratory of Therapeutic Substances (LOST) 25000 Constantine, Algeria*. 5 (3) (735-738).
 - Françoise COUIC-MARINIER, 2013, Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine, © 2013 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpha.2013.02.005>,
 - Fradin, M.S., Day, J.F., 2002. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *New Engl J Med*. 347, 13–18.
 - Jayakumar M, Arivoli S, Raveen R, Tennyson S. Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus 1763 (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017, 5(2):324-335.
 - Jinlei Wang · Shiming Zhu· Yueyu Lin · Sune Svanberg, Guangyu Zhao, 2020, Mosquito counting system based on optical sensing, 126:28 <https://doi.org/10.1007/s00340-019-7361-2>.
 - Joanna, H. (2012). Le guide des huiles essentielles et leurs applications thérapeutiques. Le courrier du livre, paris.
 - Judd W.S., Cambeil C.S., Kellogg E.A. et Stevens P. (2002). Botanique systématique une perspective phylogénétique ier édition. Ed De Boeck, Paris. p: 540.
 - Junyoung Park, Dong In Kim, Byoungjo Choi^{1,3}, Woochul Kang, & Hyung Wook Kwon^{2,3*}, Classification and Morphological Analysis of Vector Mosquitoes using Deep Convolutional Neural Networks, 2020, 10:1012, <https://doi.org/10.1038/s41598-020-57875-1> 2.
 - Hammiche, M. Azzouz, 2013, Les rues : ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité, Algérie, 11:22-30 , 2013 DOI 10.1007/s10298-013-0751-9.
 - Hazarika, H., Tyagi, V., Krishnatreyya, H., Kishor, S., Karmakar, S., Bhattacharyya, D.R. et al. 2018. Toxicity of essential oils on *Aedes aegypti*: A vector of chikungunya and dengue fever. *Int J Mosq Res*. 5(3), 51-57.
 - Hernandez Ochoa, L.-R. (2005). Substitution de solvants et matieres actives de synthèse par un combine "solvant/actif" d'origine végétale. Thèse de doctorat

- en sciences des agro ressources. Institut nationale polytechnique de Toulouse.N°2264.
- GASPAR F. AND JEEKE G. (2004) - Essential oil from *Origanum vulgare* L. ssp. *Virens* (HOFFM. and LINK) IETSWAART : Content, Composition and Distribution Within the Bracts, *J. Essent. Oil Res.*, 16, pp. 82-84.
 - Gandhi Rádis-Baptista, and KatsuhikoKonno, 2020 ; *ArthropodVenom Components and TheirPotential Usage*.
 - Gaussen H. Ozenda P. Leroy J.F. (1982). *Précis de botanique, végétaux supérieurs*. TomeII. Ed. Masson, Paris. P: 600.
 - Gonzalez-trujano M.E., Carrera D., Ventura-martinez R., Cedillo-Portugal E., Navarrete A., *Neuropharmacological Profile of an Ethanol Extract of *Ruta chalepensis* L. in Mice*, *J. Ethnopharmacological*, 106(1): 129-135 (2006).
 - Guèye A., 2013- *Techniques de capture et d'identification des moustiques (Diptera : Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rift. Support pédagogique, service de bio-écologie et pathologies parasitaires (BEPP). Institut Sénégalais de recherches agricoles laboratoire national d'elevage et de recherches veterinaires*.
 - Guillaumot L., 2006. *Les moustiques et la dengue*, Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p.
 - Kambouche. N, B. Merah, S. Bellahouel, J. Bouayed, A. Dicko, A. Derdour, C. Younos, and R. Soulimani. 2008. Short Communication Chemical Composition and Antioxidant Potential of *Ruta montana* L. Essential Oil from Algeria. , University P. Verlaine-Metz, Metz, France. DOI: 10.1089/jmf.2007.0515. 11 (3) 2008, 593–595. *JOURNAL OF MEDICINAL FOOD*.
 - Kambouche N, Merah B, Bellahouel S. (2008). Chemical composition and antioxidant potential of *Ruta montana* L. essential oil from Algeria. *J Med Food*, 11(3): 593–5.
 - Guenez, R., Tine-Djebbar, F., Tine, S. & Soltani, N. 2018: Larvicidal Efficacy of *Mentha Pulegium* essential oil against *Culex pipiens* L. and *Aedes caspius* P. larvae. *World Journal of Environmental Biosciences*. 7(1): 1-7.

- Kosone T., Takagi H., Horiguchi N., Kakizaki S. and Sato K., 2008- Transforming growth factor- α accelerates hepatocyte repopulation after hepatocyte transplantation. *J. Gastro. Enterol. Hepatol.*, 23, 260-266.
- Kucerova Z, Aulicky R, Stejskal V. Accumulation of pest-arthropods in grain residues found in an empty store. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz*. 2003, 110:499-504.
- Kovendan, K., Arivoli, S., Maheshwaran, R., Baskar, K., Vincent, S., 2012. Larvicidal efficacy of *Sphaeranthus indicus*, *Cleistanthus collinus* and *Murraya koenigii* leaf extracts against filarial vector, *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 111, 1025–1035.
- Lacoursiere J. O. et Boisvert J., 2004- le *Bacillus thuringiensis israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec. 1-101.
- Lucia B., Renata A., Ernesto R., Concentration of *Ruta graveolens* Active Compounds Using SC-CO₂ Extraction Coupled with Fractional Separation, *The Journal of Supercritical Fluids*, **131**: 82-86 (2018).
- Malik. Sonia, Denise Fernandes Coutinho Moraes, Flavia Maria, Mendonça do Amaral, and Maria Nilce Sousa Ribeiro, S. Malik. 2017. *Ruta graveolens*: Phytochemistry, Pharmacology, and Biotechnology, Graduate Program in Health Sciences, Biological and Health Sciences Center, Federal University of, Maranhão, São Luís, MA, Brazil, Transgenesis and Secondary Metabolism, Reference Series in Phytochemistry, DOI 10.1007/978-3-319-28669-3_4, page 184.
- Marylène Poirié, 2019, Évolution et spécificité des interactions insectes hôtes– insectes parasitoïdes, Université Côte d’Azur, France. marylene.poirie@sophia.inra.fr.
- Majdoub, O., Dhen, N., Souguir, S., Haouas, D., Baouandi, M., Laarif, A., and Chaieb, I. 2014. Chemical composition of *Ruta chalepensis* essential oils and their insecticidal activity against *Tribolium castaneum*. *Tunisian Journal of Plant Protection* 9: 83-90.
- Maurille S., 2005. Les substances répulsives dans la protection du voyageur contre les piqûres d’arthropodes hématophages : étude comparée du DEET (N,N-diéthyl-mtoluamide), Thèse d’exercice : Pharmacie, Faculté de pharmacie d’Angers. 92 p.

- Mohammedi. Hichem, Samira Mecherara-Idjeri & Aicha Hassani. 2019. Variability in essential oil composition, antioxidant and antimicrobial activities of *Ruta montana* L. collected from different geographical regions in Algeria. DOI: 10.1080/10412905.2019.1660238.
- Olga, S., Fevizi, U., Ekrem, E., 2006. Effects of Cypermethrin on total body weight, glycogen, protein, and lipid contents of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). Belg. J. Zool. 136 (1), 53–58.
- Piochon M. (2008). Étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore Laurentienne : composition chimique, activités pharmacologiques et hémi-synthèse. Mémoire de maîtrise, option ressources renouvelables. Université du Québec à Chicoutimi 13-51.
- Prabhu, K., Murugan, K., Nareshkumar, A., Ramasubramanian, N., Bragadeeswaran, S., 2011. Larvicidal and repellent potential of *Moringa oleifera* against malarial vector, *Anopheles stephensi* Liston (Insecta: Diptera: Culicidae). Asian Pac J Trop Biomed. 1(2), 124–129.
- Qiang Gao, Chenglong Xiong, Fei Su, Hui Cao, Jianjun Zhou, and Qingwu Jiang. 2016. Structure, Spatial and Temporal Distribution of the *Culex pipiens*.
- Rahuman, A.A., Gopalakrishnan, G., Ghouse, B.S., Arumugama, S., Himalayan, B., 2000. Effect of *Feronia limonia* on mosquito larvae. Fitoterapia. 71, 553–555.
- Yvan Rahbé, Edwige Keller-Rahbé, Sibylle Orlandi, 2019, Insects as interactants in artistsminds: Symbols and anti-symbols, France2 Laboratoire MAP, 69100 Villeurbanne, France.
- Resseguier P., 2011- Contribution a l'étude du repas sanguin de *Culex pipiens pipiens*. Thèse d'exercice, école nationale de Toulouse-ENTV, 80p.
- Ripert C., 2007- Epidemiologie des maladies parasitaires, affections provoquées ou transmises par les arthropodes. 581p.
- Schaffner E., Guy A., Geoffroy B., Hervy J. P., Rhaiem A. et Brunhes J., 2001- Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement Paris (FRA) ; Montpellier. IRD; EID, ISBN 2-7099-1485-9.
- SELLES C, (2012) - Valorisation d'une plante médicinale à activité antidiabétique de la région de Tlemcen : *Anacyclus pyrethrum* L.

- Sophie Barbelet. Le giroflier : historique, description et utilisations de la plante et de son huile essentielle. Sciences pharmaceutiques. 2015. hal-01732523, <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01732523>.
- Tabanca, N., Demirci, B., Kiyani, H.T., Ali, A., Bernier, U.R., Wedge, D.E. et al. 2012. Repellent and larvicidal activity of *Ruta graveolens* essential oil and its major individual constituents against *Aedes aegypti*. *Planta Med.* 78–90.
- Tahraoui C., 2012. Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala. Identification et lutte, Thèse de Magistère en Biologie Environnementale, Université Badji Mokhtar – Annaba, Algérie. 19p.
- Tardif S. D., Smucny D. A., Abbott D. H., Mansfield K., Schultz-Darken N. and Yamamoto M. E., 2003- Reproduction in captive common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Comp. Med.* 53,364–368.
- Takhtajan, A. (2009). Flowering Plants; Ed 2: SPRINGER; p: 33 – 41.
- YAHYAOUÏ N. (2005) - Extraction, analyse et évaluation de l'effet insecticide des huiles essentielles de Menthe Spicata L sur *Rhyzoperlu dominicu* (F.) (Coleoptera, Bostrychidae) et *Triboium confusm* (Duv.) (Coleoptera, Tenebrionidae).Thèse de Magister en sciences agronomiques, option Ecologie, INA, El-Harrach.
- Zeichen de sa. R., Rey A., Arganaraz E., Bindstein E., Perinatal Toxicology of *Ruta Chalepensis* (Rutaceae) in Mice, *J Ethnopharmacol*, **69**(2): 93-98 (2000).
- Zellagui, A., Belkassam, A., Belaidi, A. and Gherraf, N. (2012). Environmental impact on the Chemical Composition and yield of essential oils of Algerian *Ruta Montana* (Clus.) L and their antioxidant and antibacterial activities. *Advances in Environmental Biology*, 6(10), 2684-2688.
- ZERROUG SARRA, 2018, Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens* Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes, THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT 3EME CYCLE, Spécialité : Biologie Animale Option : Biodiversité et Écologie des Arthropodes, Constantine.
- ZHIRI A., BAUDOUX D.(2005) - Essentielles chémotypées et leurs synergies: a r o m a t h é r a p i e s c i e n t i f i q u e Edition Inspir Development - rue Goethe, 1 - L-1637 Luxembourg;; ISBN : 2-919905-27-9.