



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de Larbi Tébessi –Tébessa-

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

Département : Biologie Appliquée

retsam ed eriomém

Domaine : Science de la nature et de la vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Biologie moléculaire et cellulaire

Thème :

**Screening phytochimique d'une plante
médicinale (Ruta Montana) et l'étude de l'effet
larvicide de l'extrait hydro - éthanolique à l'égard
d'une espèce de moustique culex pipiens**

Présenté par :

Allouane Amel et Guetout Sara et Rezkallah Med Anis

Devant le jury :

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| ✓ Président : Bouabida Hayette | Université de Tébessa |
| ✓ Promotrice : Driss Djemaa | Université de Tébessa |
| ✓ Examineur : Hamiri Manel | Université de Tébessa |

Date de soutenance : 22/06/2020



Remerciement

Nous remercions tout d'abord notre dieu ALLAH le tout puissant, qui nous a donné le courage d'arriver à ce niveau d'instruction.

Nous exprimons nos profonds remerciements à notre encadreur Madame **DRIS DJEMAA**, pour son attention, sa simplicité, sa sympathie et sa générosité scientifique. Qu'elle veuille bien trouver ici l'expression de toute notre gratitude pour son soutien permanent.

Nous remercions Madame **BOUABIDA HAYETTE**, pour son aide et avoir accepté d'être présidente du jury de soutenance

Nous exprimons également nos remerciements à Madame **HAMIRI MANEL**, pour avoir accepté d'examiner notre mémoire de fin d'étude, et pour leurs conseils.

Sans oublier Madame **SEGHIR HANAN**, pour ces encouragements, et de sa disponibilité ainsi que pour son aide et ses conseils.

Un grand merci aux équipes des laboratoires de faculté des Sciences de la nature et de la vie, de l'Université de Tébessa pour leur soutien précieux durant notre préparation de mémoire.





Dédicace

Merci الله de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire

« يار حيم »

En guise de reconnaissance, je dédie ce travail, A mes très chers parents que j'adore, pour leurs soutiens, leurs amours, et leurs encouragements tout au long de mon cursus universitaire et de ma vie professionnelle : « je ne trouverai jamais les mots pour vous remercier du dévouement accompli pour mon instruction, mon bien être et les valeurs que vous m'avais inculqué : c'est à vous que je dois mon assurance et ma témérité »

(Que الله les garde et les protège)

*A ma toute famille; mon frère, ma sœur, ma grande mère, mes oncles et mes cousines, qui a m'encourager toujours à aller plus loin
A ma unique intime et formidable amie Noussa*

A mes proches et meilleures amies Nesrine et Nawel

A tout ceux qui m'aiment et qui me sont chers

A tous ceux que j'aime

« Tu peux quitter l'école mais elle ne te quittera jamais »





Dédicace

Merci الله de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire

« يار حيم »

A mes très chers parents, qu'ils trouvent ici ma plus profonde gratitude et tout mon amour pour leur soutien tout au long de mes études Que ce travail soit un hommage aux énormes sacrifices que vous êtes imposés afin d'assurer mon bien être

Qu'Allah leurs prête Santé

A mes chères sœurs et cher frère

A toute ma famille

A mes amours assil, mouhammed rassim, mouhammed badr eddine

A tous mes amies et collègues

A tous ceux et toutes celles que j'ai involontairement omis de citer et qui n'en demeurent pas moins chers

Sarra





celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite. puisse ﷻ , le tout puissant te grâce , tu es toujours vive dans mon cœur

A mon cher père

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils. Puisse ﷻ, le tout puissant, te protéger et t'accorde meilleure santé et longue vie afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois.

A toute la famille les amis ... toute personne de près ou de loin qui a participé à ma formation.



Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction..... p01

Chapitre I : présentation de *Culex pipiens*.....p05

I.1.Position systématiquep05

I.2.Cycle de développement de *Culex pipiens*p07

I.3.Morphologie des différents stadesp08

I.4.Bio-écologie de *Culex pipiens*p15

I.4.1.Facteurs de développementp18

I.5.Aspect nuisance et rôle vectorielle de *Culex pipiens*p18

I.6.Moyens de lutte contre les moustiquesp19

Chapitre II :Présentation d'une plante médicinale

Algérienne : *Ruta montana*.....p19

II.1. Famille Rutaceae.....p23

II.1.1. Caractères botaniquesp23

II.1.1.1. Appareil végétatif.....p23

II.1.1.2. Particularité anatomiques.....	p23
II.1.2. Intérêts des rutacées	p23
II.1.3. Nomenclature	p23
II.1.4. Appellations en différents langues	p24
II.2. Genre <i>Ruta</i>	p24
II.2.1. Description botanique	p24
II.2.1.1. Appareil végétative.....	p25
II.2.1.2. Appareil reproducteur	p25
II.2.2. Distributions géographique	p25
II.2.3. Applications en phytothérapie.....	p25
II.3. Espèce <i>Ruta montana</i>	p26
II.3.1. Description botanique	p26
II.3. 2. Position systématique de la plante.....	p29
II.3.4. Appellation de la plante.....	p29
II.3. 5. Répartition géographique	p29
II.3.6. Utilisation de la plante	p30
II.3.6.1. Culinaire	p30
II.3.6.2. Médicinale	p30
II.3.6.3. Agricoles	p31
II.3.6.4. Cosmétique	p31
II.3.6.5. Ecologique et horticole	p31
II.3.7. Mode d'emploi	p31
II.3.7. Toxicité de la plante	p33

II.4. Screening phytochimique.....	p34
II.4.1. Recherche des flavonoïdes et des leucoanthocyanes.....	p34
II.4.2. Recherches des quinones.....	p34
II.4.3. Recherche de saponines.....	p34
II.4.4. Recherche des tanins.....	p35
II.4.5. Recherche des terpenoïdes et des stéroïdes.....	p35
II.4.6. Recherche des alcaloïdes.....	p36
II.5. Screening phytochimique de <i>R. montana</i>.....	p37
Chapitre III :L'effet d'une plante médicinale <i>Ruta montana</i>	
sur <i>Culex pipiens</i>.....	p41
Conclusion.....	p47

Résumé

Culex pipiens est un insecte piqueur-suceur de sang appartient à l'ordre des Diptères et au sous-ordre des Nématocères. C'est le moustique le plus fréquent dans la région de Tébessa, *Cx. pipiens* est connu comme étant vecteur de plusieurs maladies notamment des arboviroses. On le considère comme l'un des principaux vecteurs du virus de l'encéphalite de Saint-Louis et du virus West Nile.

Face à cette nuisance, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) préconise certaines stratégies. Celle qui a donné une efficacité considérable consiste à contrôler les populations des vecteurs (larves et adultes). Pour cela, plusieurs méthodes ont été utilisées; passive ou active, biologiques ou chimiques, selon les différents stades de développement de ces insectes. Par ailleurs, les chercheurs et scientifiques tentent, de trouver des alternatives efficaces et accessibles à partir de nouvelles molécules biodégradables, sans risques et non toxiques pour les organismes non cibles, extraites à partir de plantes sous forme des huiles essentielles ou des extraits aqueux contiennent des substances toxiques, pouvant agir comme larvicide, causant une mortalité remarquable des larves en 1 à 12 jours.

Ruta montana est l'une des plantes toxiques les plus utilisées, appelée communément rue des montagnes est un arbrisseau de la famille des Rutaceae. Le dépistage phytochimique de *Ruta montana* a révélé la présence de flavonoïde, de leucoanthocyane, de saponine, de tanin, de stéroïde, d'alcaloïde, et l'absence de quinone, de Terpenoïde.

Pour les extraits aqueux et les huiles essentielles de *Ruta montana*, *Ruta chalpensis* et *Ruta graveolens*, les résultats des études des chercheurs obtenus ont montré une bonne activité larvicide de ces plantes médicinales contre les larves de *Culex pipiens* et d'autre moustiques (*Ae. Aegypti*, *Ae. Albopictus*...), avec des activités antimicrobiennes, antioxydantes et antifongiques plus élevées.

A partir de ces résultats, on conclut que l'huile et les extraits de feuilles de *R. montana* pourraient devenir des alternatives naturelles aux pesticides pour lutter contre les insectes nuisibles et aux fongicides synthétiques pour contrôler certaines maladies microbiennes importantes des plantes.

Mots clés : *Culex pipiens*, *Ruta montana*, *Ruta chalpensis*, *Ruta graveolens*, extrait aqueux, huile essentiel, activité larvicide.

Abstract

Culex pipiens is a blood-sucking prickly insect belonging to the order of Diptera and to the suborder of nematocenes. It is the most common mosquito in the Tebessa region, *Cx. pipiens* is known as a vector of several diseases including arboviruses. It is considered one of the main vectors of the Saint-Louis encephalitis virus and the West Nile virus.

Faced with this nuisance, the WHO (World Health Organization) advocates certain strategies. The most effective method is to control vector populations (larvae and adults). Several methods have been used; passive or active, biological or chemical, depending on the different stages of development of these insects.

In addition, researchers and scientists are trying to find effective and accessible alternatives based on new biodegradable, risk-free and non-toxic molecules for non-target organisms, extracted from plants in the form of essential oils or aqueous extracts contain toxic substances, which can act as larvicide, causing remarkable mortality of larvae in 1-12 days.

Ruta montana is one of the most used toxic plants, commonly called Mountain Street is a shrub of the family Rutaceae. The phytochemical screening of *Ruta montana* revealed the presence of flavonoid, leucoanthocyan, saponin, tannin, steroid, alkaloid, and the absence of quinone, terpenoid.

For the aqueous extracts and essential oils of *Ruta montana*, *Ruta chalpensis* and *Ruta graveolens*, the results of the researchers' studies showed good larvicid activity of these medicinal plants against the larvae of *Culex pipiens* and other mosquitoes (*Ae. Aegypti*, *Ae. Albopictus...*), with antimicrobial activities, higher antioxidants and antifungals.

On the basis of these results, It was concluded that *R. montana*'s oil and leaf extracts could become natural alternatives to pesticides to control insect pests and synthetic fungicides to control certain important plant microbial diseases.

Key words: *Culex pipiens*, *Ruta montana*, *Ruta chalpensis*, *Ruta graveolens*, aqueous extract, essential oil, larvicidal activit

البعوضة هي حشرة ماصة للدم تنتمي إلى رتبة ديبتيرا وتحت الرتبة نيماتوكينات وهي البعوض الأكثر شيوعاً في منطقة تبسة. ومن المعروف ان البعوض هو ناقل العديد من الأمراض ، ولا سيما الفيروسات. يعتبر أحد العوامل الرئيسية لفيروس التهاب الدماغ وسانت لويس وفيروس النيل الغربي.

وفي مواجهة هذا الانزعاج، تدعو منظمة الصحة العالمية إلى وضع استراتيجيات معينة. الطريقة الأكثر فعالية هي التحكم في مجموعات المنجهاة (اليرقات والبالغين). وقد استخدمت عدة طرق، سلبية أو نشطة، بيولوجية أو كيميائية، حسب المراحل المختلفة لتطور هذه الحشرات..

وبالإضافة إلى ذلك، يحاول الباحثون والعلماء إيجاد بدائل فعالة وميسورة تستند إلى جزيئات جديدة قابلة للتحلل البيولوجي وخالية من المخاطر وغير سامة للكائنات غير المستهدفة، مستخرجة من النباتات في شكل زيوت أو مستخلصات مائية أساسية تحتوي على مواد سامة، التي يمكن أن تعمل كمبيد لليرقات، مما يسبب وفيات ملحوظة في اليرقات في غضون 1-12 يوما..

فيجل الجبل هو واحد من أكثر النباتات السامة المستخدمة كشف الفحص الكيميائي لنبته الفيجل البري وجود فلافونويد، اليوكو أنثوسيانين، السيابينون، التانين، الستيرويد، الكالويد، وغياب الكينون، التربينويد. بالنسبة للمستخلصات المائية والزيوت الأساسية من نبات الفيجل، أظهرت نتائج دراسات الباحثين التي تم الحصول عليها نشاطا جيدا لمبيدات الحشرات من هذه النباتات الطبية ضد اليرقات و البعوض مع ارتفاع الأنشطة المضادة للميكروبات ومضادات الاكسدة والفطريات.

واستناداً إلى هذه النتائج، يستنتج أن زيوت ومستخلصات ورق نبتة الفيجل قد تتحول إلى بدائل طبيعية للمبيدات الحشرية للسيطرة على الآفات الحشرية ومبيدات الفطريات الاصطناعية للسيطرة على بعض الأمراض الميكروبية النباتية المهمة.

الكلمات المفتاحية : بعوضة،نبات الفيجل،مستخلص مائي،زيت اساسي،نشاط اليرقا

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	schéma de cycle de développement des culicidae.	07
02	œufs en nacelle de culex pipiens	08
03	aspect général d'une larve du stade 4 de culicinae sous l'eau.	09
04	Larve de Culex pipiens	09
05	Nymphe de Cx. Pipiens	09
06	Photo d'une femelle de Cx. pipiens lors d'un repas de sang.	10
07	A gauche, tête de Culex mâle et femelle, A droite, tête de Culex mâle.	11
08	Morphologie schématique de la tête de Culex pipiens.	12
09	Morphologie schématique et emplacement des soies du thorax en vue latérale.	13
10	Morphologie de l'abdomen de Culex pipiens.	14
11	Gîte larvaire naturel.	15
12	Gîte larvaire artificiel.	17
13	Répartition géographique de la famille de Rutacées.	17
14	<i>Ruta montana</i> .	25
15	Schéma représente les caractéristiques morphologiques du <i>Ruta montana</i> .	26
16	Quelques photos de <i>R. montana</i> . (A) la plante entière, (B) la tige, (C) les feuilles, (D) les fleurs.	27

Liste des tableaux

tableau	Titre	Page
01	Quelques usages traditionnels du <i>R. montana</i> .	32
02	les différents composants chimiques de <i>Ruta montana</i> .	38

liste des abréviations

AChE : Acétylcholinestérase

ADN :Acide désoxyribonucléique

Ae aegypti: *Aedes aegypti*

An quadrimaculatus : *Anopheles quadrimaculatus*

ARN : Acide ribonucléique

CL25 :concentration létale à 25%

CL50 :concentration létale à 50%

CL90 :concentration létale à 90%

Cs longiareolata : *Culiseta longiareolata*

Cx pipiens: *culex pipiens*

GSH : Glutathion réduit

GST : Glutathion disulfure oxydé

HE :huile essentiel

L1,L2 :premier et deuxième stade larvaire

L3,L4 :troisième et quatrième stade larvaire

ppm :parts per million

R montana :*ruta montana*

UV :Ultra-violet



Introduction

Introduction :

Les Arthropodes constituent le groupe taxonomique le plus diversifié, abondant et riche en espèces dans différents habitats terrestres. Ces organismes sont impliqués dans plusieurs processus écologiques de l'écosystème tels que la décomposition, la pollinisation et l'herbivorie, et jouent un rôle comme bio-indicateur de la qualité de l'environnement. En plus, la majorité des Arthropodes, près de 80%, résident dans les forêts tropicales. L'écosystème forestier tropical offre une large variété d'habitats verticalement structurés à partir du sol jusqu'à la canopée engendrant la stratification verticale des Arthropodes. D'une manière générale, les Arthropodes exploitent les strates verticales en fonction de leur exigence et de leur adaptation selon les conditions environnementales des strates. Plusieurs facteurs peuvent influencer leur distribution verticale, incluant les conditions climatiques, la structure de la végétation et la disponibilité des ressources alimentaires (Rajaonarivelo *et al.*, 2019).

Les moustiques sont présents dans pratiquement toutes les régions du monde, sauf en Antarctique. Ils se développent dans un très large éventail de communautés biotiques : toundra arctique, forêts boréales, hautes montagnes, plaines, déserts, forêts tropicales, marais salés et zones de marée océanique. La plus grande diversité d'espèces se trouve dans les forêts tropicales, mais la densité extrêmement élevée de moustiques est commune même dans les biomes pauvres en espèces, comme la toundra. De nombreuses espèces ont bénéficié de l'altération humaine de l'environnement, et quelques-unes sont devenues domestiquées. En raison de leur immense importance (Foster *et al.*, 2018).

Il y a plus de 4500 espèces de moustiques dans le monde. Elles sont regroupées sous 34 genres au sein de la famille des Culicidae. Les espèces de vecteurs les plus communes font partie des genres *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, *Psorophora*, *Mansonia*, *Haemagogus* et *Sabethes* (Kendie, 2020).

Culicidae se compose d'environ 3500 espèces reconnues. Le plus grand nombre restant à découvrir se trouve probablement dans les forêts tropicales humides, où la faune est plus diversifiée mais moins bien observée que dans les régions tempérées. Les espèces qui ont fait l'objet d'études intensives révèlent souvent qu'elles sont composées de complexes d'espèces étroitement apparentées, ce qui indique que de nombreuses formes reproductives isolées et d'espèces de niche restent à identifier ou sont en cours de spéciation. (Woodbridge *et al.*, 2018).

Les moustiques sont les arthropodes les plus importants pour la santé humaine. Ils atteignent leur plus grand impact en tant que vecteurs pour les organismes causant des maladies humaines bien connues comme le paludisme, filariasis, l'encéphalite, la fièvre jaune, et la dengue. Ces critiques sont particulièrement graves dans les régions en développement des tropiques. Elles causent des décès précoces et des déficits chroniques qui peuvent mettre à rude épreuve les ressources des services de santé et réduire la productivité humaine, perpétuant ainsi des difficultés économiques. (Woodbridge *et al.*, 2018).

Les moustiques (Diptera : Culicidae) sont des vecteurs importants pour la santé publique, car ils transmettent un grand nombre de pathogènes et de parasites, notamment le paludisme, le virus de la dengue, le chikungunya, le virus du West Nile et – comme le montrent les récentes éclosions – le virus Zika. Le complexe *Culex pipiens* comprend d'importants vecteurs du virus du West Nile et de la filariose. Les bons exemples sont représentés par *Culex pipiens* L. et *Culex quinquefasciatus* L. *Culex pipiens* est le principal vecteur du virus du West Nile en Europe et est composé de divers biotypes. Parmi eux, *Culex pipiens* biotype *pipiens* L. (Michaelakis *et al.*, 2020).

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages, c'est un outil essentiel de la prévention contre les maladies vectorielles et de contrôle des insectes nuisibles (Hmaidia *et al.*, 2018).

Il existe différentes méthodes pour contrôler la population de moustiques. Le contrôle chimique (utilisation de larvicides et d'insecticides) réduit la taille des populations de moustiques aquatiques et adultes. La lutte mécanique consiste à éliminer les sites de reproduction des moustiques autour des ménages où les moustiques femelles pondent leurs œufs. Le contrôle génétique est mis en œuvre en introduisant des moustiques mâles stériles dans la population afin de réduire la taille globale du printemps. et l'introduction de prédateurs naturels de larves de moustiques sont considérés comme des mesures de lutte biologique. (Peliego-peliego, 2019).

La lutte contre les moustiques à l'aide d'insecticides chimiques et la prévention personnelle des piqûres de moustiques sont actuellement les méthodes les plus utilisées. Cependant, la résistance chimique a augmenté, d'où la résurgence des ravageurs. De plus, les insecticides ont des effets négatifs sur la santé humaine, l'environnement et les

organismes non ciblés. Afin d'éviter ces problèmes, un contrôle biologique est proposé (Kenedie, 2020).

La lutte biologique présente de nombreux avantages en tant que méthode de lutte antiparasitaire, en particulier par rapport aux insecticides chimiques. L'un des avantages les plus importants est que la lutte biologique est une méthode respectueuse de l'environnement et n'introduit pas de polluants dans l'environnement. L'autre grand avantage de cette méthode est sa sélectivité. La lutte biologique contre les larves de moustiques par l'utilisation de poissons larvivores a montré de nombreux avantages par rapport aux produits chimiques, mais les moustiques exotiques peuvent avoir des effets négatifs sur d'autres poissons indigènes et détruire les habitats locaux. La recherche effectuée sur les virus pathogènes des moustiques a été réduite en raison de l'incapacité de les transmettre à l'hôte larvaire des moustiques, Mermithid nématodes ont été documentés d'au moins 63 espèces de moustiques dans le monde, mais jusqu'à présent ils ont reçu peu de considération (Kenedie, 2020).

Récemment, les insecticides naturels respectueux de l'environnement ont reçu l'attention comme une mesure alternative de contrôle des arthropodes d'importance pour la santé publique (Mahmoud *et al.*, 2020).

L'utilisation d'extraits de plantes pour repousser les moustiques est un moyen très ancien et bon marché d'il y a long temps et sont toujours utilisés dans les pays d'Afrique et du vieux monde. Divers types de produits chimiques présents dans les plantes présentent une réaction spéciale pour éloigner les moustiques de la surface sur laquelle ils ont été appliqués. Les extraits végétaux ou végétaux utilisés comme insectifuge sont les options les plus appropriées en ce qui concerne la piqûre de moustique.(Shaukat *et al.*, 2019).

Pour cela, notre étude a pour but de faire un screening phytochimique de *Ruta montana*, de préparer un extrait hydrométhanolique de cette plante et de discuter l'effet larvicide des extraits de plantes à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*.



Chapitre I :
présentation de *Culex pipiens*

Les Culicidae sont des insectes piqueur-suceurs de sang appartenant à l'ordre des Diptères et au sous-ordre des Nématocères. Ils occupent la première place, soit par le rôle de vecteur d'organismes pathogènes de certaines espèces, soit par la nuisance des autres (Hamaidia *et al.*, 2018). Ils se divisent en trois sous familles : taxorhynchitinae ,les anophelinaes , les culicinae (Knight et Stone, 1977).

Le matériel biologique est représenté par *Culex pipiens*, l'espèce de moustique la plus abondante dans la région de Tébessa (Tine-Djebbar *et al.*, 2016).

Culex pipiens est le moustique le plus fréquent dans le monde (Faraj *et al.*, 2006). C'est un moustique ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes; il se développe aussi bien dans les milieux urbains que ruraux, dans les eaux polluées que propres (Resseguier, 2011). Dans plusieurs régions, il est actif pendant toute l'année et atteint son maximum de développement pendant les saisons chaudes (Faraj *et al.*, 2006). Ses préférences trophiques sont très variables car il est plutôt ornithophile, mais il s'attaque volontiers aux humains et aux mammifères lorsqu'ils cohabitent (Savage & Miller, 1995). *Cx. pipiens* est connu comme étant vecteur de plusieurs maladies notamment des arboviroses. On le considère comme l'un des principaux vecteurs du virus de l'encéphalite de Saint-Louis et du virus West Nile (Farajollahi *et al.*, 2011).

Culex pipiens se trouve sous deux formes : *Culex pipiens pipiens* rural, dont les larves se développent dans les eaux claires et qui attaque surtout les oiseaux et *Culex pipiens molestus*, citadin, attaque les oiseaux et l'homme. (hassaine, 2002). Le moustique commun paléarctique, défini sous le nom de moustique rural *Culex pipiens* possède trois paires d'appendices locomoteurs, caractérisés par une seule paire d'ailes (mésothoracique) bien développées (Aouati, 2016). Les larves de quatrième stade et les adultes fournissent le maximum de caractères systématiques (Rioux, 1958). 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 (Ronbaud, 1957).

I.1. Position systématique

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

Règne	Animalia
Sous-règne	Metazoa
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Super-classe	Protostomia
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Infra-classe	Neoptera
Super-ordre	Neoptera
Ordre	Diptera
Sous-ordre	Nematocera
Infra-ordre	Culicomorpha
Famille	Culicidae (Meigen, 1818)
Sous-famille	Culicinae
Genre	<i>Culex</i> (Linné, 1758)
Espèces	<i>Culex</i> (Linné, 1758)

I.2. Cycle de développement de *Culex pipiens*

Les moustiques passent dans leur cycle de vie, qui dure environ douze à vingt jours (Carnevale *et al.*, 2009), par plusieurs stades de développement, en deux phases. Les œufs, les larves et les nymphes sont aquatiques alors que, le stade adulte a une vie aérienne (Yeed *et al.*, 2004). (figure1).

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans les végétations et il ne se fait en général qu'une seule fois durant leurs vies. La femelle, après la prise du sang, se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. La ponte des œufs aura lieu 2 à 4 jours après la prise du sang (Anonyme, b 2017).

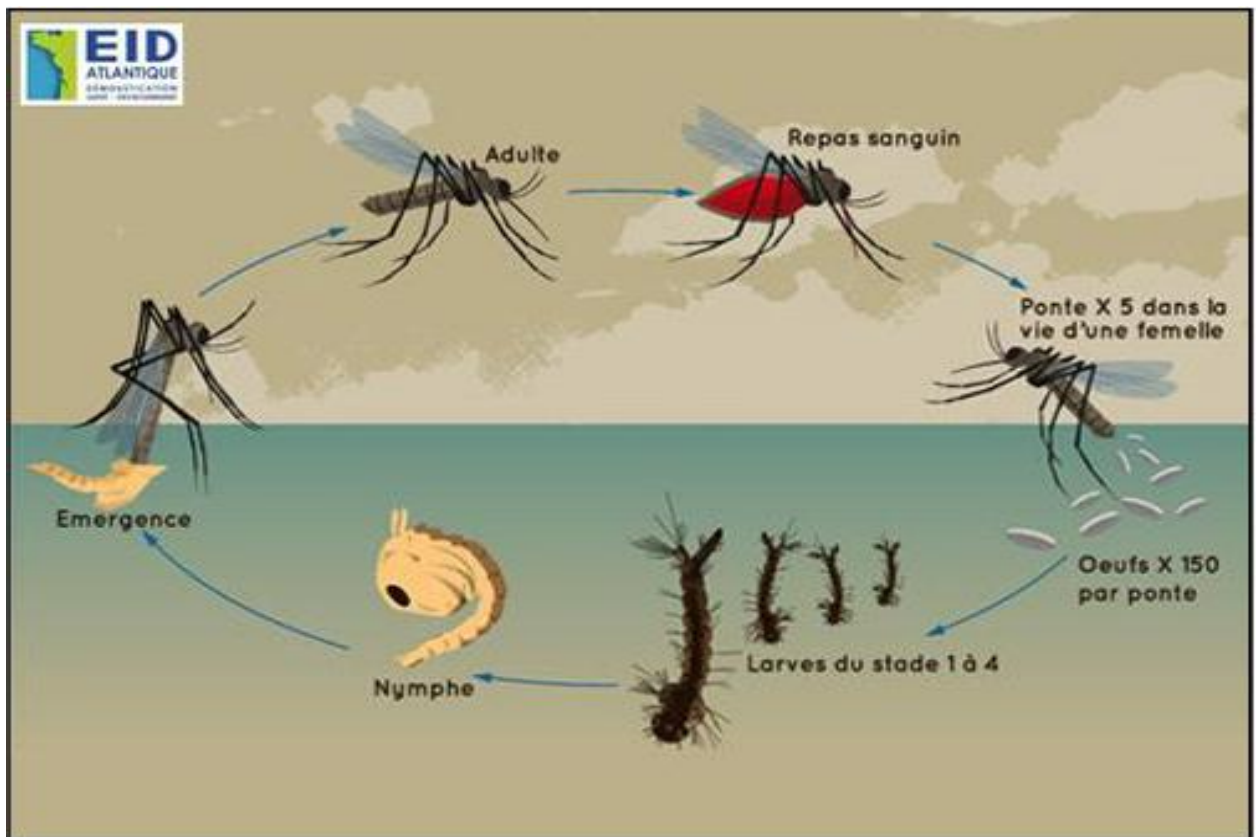


Figure 01: Schéma de cycle de développement des Culicidae (Anonyme b 2017).

I.3. Morphologie des différents stades

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) (Benkalfate, 1991), et 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, blanchâtres au moment de la ponte, les œufs s'assombrissent dans les heures qui suivent (Roth, 1980 ; Resseguier, 2011).

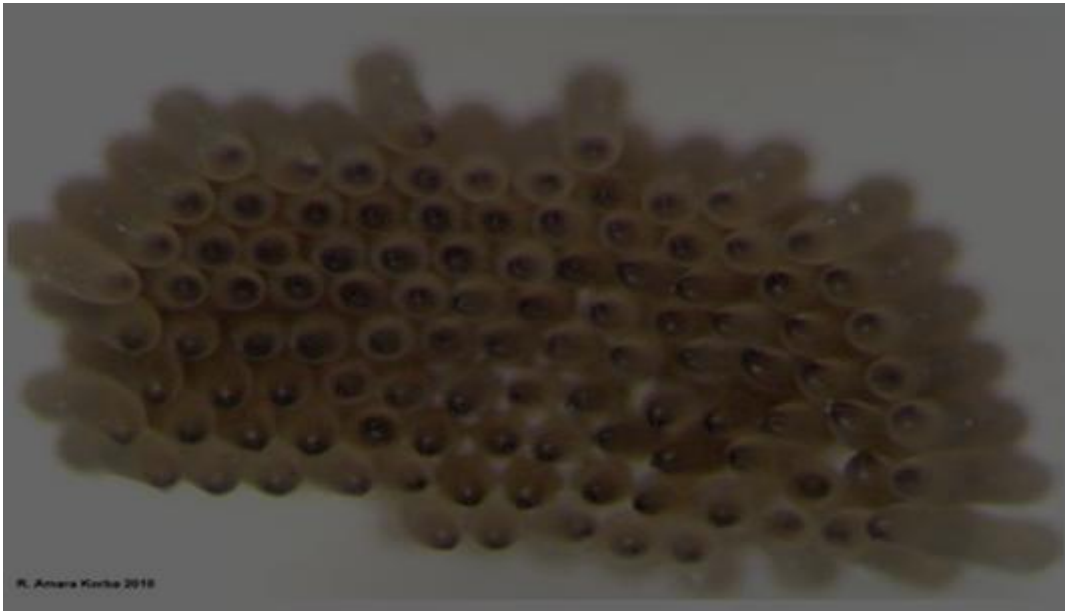


Figure02 : œufs en nacelle de *Culex pipiens* (Amara korba, 2011).

La larve

Elle est disposée obliquement par rapport à la surface de l'eau et se déplace par mouvements saccadés (Balenghien, 2006). 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(Resseguier, 2011). (Figure 3).

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. Au microscope on distingue nettement une tête, un thorax et un abdomen (Resseguier, 2011) (figure 4).



Figure03 : Aspect général d'une larve du stade 4 de culicinae sous l'eau (Anonyme b 2017).

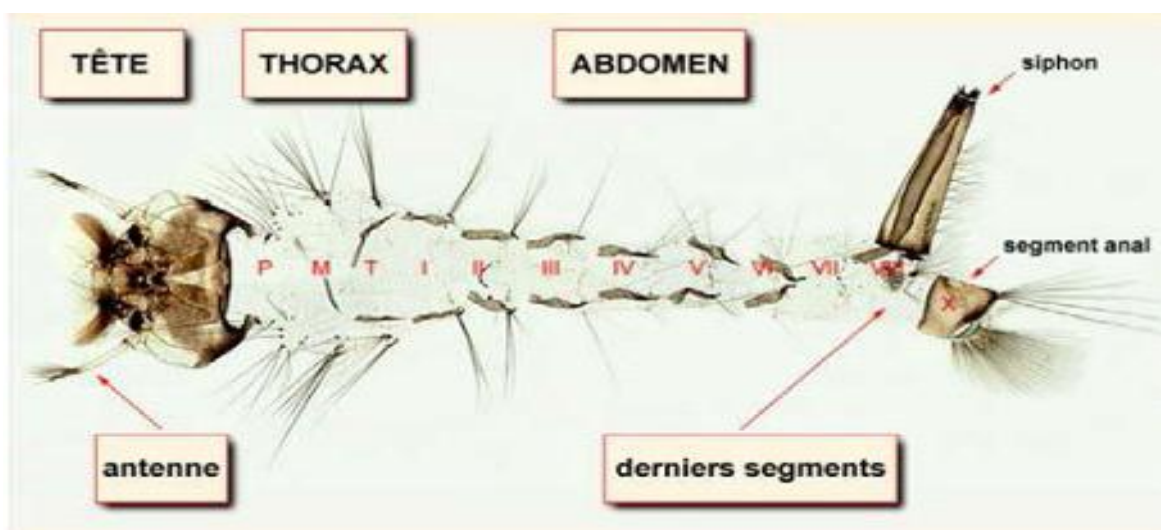


Figure04 : Larve de *Culex pipiens* (Brunhes *et al.*, 2000).

La Nymphe

La nymphe ou pupe est en forme de virgule, mobile, présente un céphalothorax fortement renflé avec deux trompettes respiratoires. L'extrémité abdominale est aplatie porte deux nageoires sur le VIIIème segment (Boulkenafet, 2006). Au niveau du céphalothorax se distinguent les ébauches de divers organes : yeux, proboscis, pattes, ailes. La nymphe, également aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), ne se nourrit pas. Il s'agit d'un stade de transition au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte (Peterson, 1980).



Figure 05 : Nymphe de *Cx. pipiens* (Balenghien, 2006).

L'Adulte (ou l'imago)

La nymphe commence sa mutation en s'immobilisant à la surface de l'eau. Une déchirure ouvre sa face dorsale et l'adulte se dégage lentement. L'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou ; en général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. Les mâles émergent souvent avant les femelles, car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles. L'adulte pourra enfin voler de ses propres ailes, et son corps est rigide grâce à la membrane chitineuse

mince. Il mesure 3 à 6 mm de long et il est composé de trois parties la tête, le thorax et l'abdomen bien différencié (Boulkenafet, 2006).



Figure 06 : Photo d'une femelle de *Cx. pipiens* lors d'un repas de sang (Balenghien, 2006).

- **Tête :** Sa tête est sombre, couverte d'écailles fourchues dressées et sombres entre lesquelles sont situées des écailles blanches et des poils bruns. Sur les joues se trouvent des écailles plus courtes formant une tache blanche (Andreo, 2003). Les antennes sont de calibre uniforme, très spumeuses et à 15 articles chez le mâle, peu spumeuses et à 14 articles chez la femelle, dont les soies sont plus courtes. Les mâles ont à la base de l'antenne un deuxième article dilaté comprenant des organes sensoriels disposés radialement : organe de Johnston, siège de l'audition (Geogi's,1990 ; [http:// aramel.free.fr/INSECTES 15-3.shtml](http://aramel.free.fr/INSECTES%2015-3.shtml) (page consultée le 08/04). Les femelles possèdent des pièces buccales de type piqueur-suceur qui font saillie devant la tête, et sont composées de 7 articles : acérée en biseau, la trompe comprend, entre autres, les six pièces vulnérantes (labium-épipharynx, hypopharynx, 2 mandibules, 2 mâchoires). Le tout est protégé par une enveloppe souple : le labium. Les mandibules et les maxilles, en forme de piquet, sont bien adaptées à la fonction de piqueur. Le labre pointu et l'hypopharynx pénètrent également dans la plaie. Le labre est creusé en gouttière, et avec l'hypopharynx, forme le canal alimentaire par lequel le sang est aspiré. Chez le mâle, les maxilles et mandibules sont réduits. Enfin, à la base de chaque mâchoire se trouve un palpe maxillaire à 4-5 articles, plus long que la trompe chez les mâles (Chadwick,1997 ;

Hugnet *et al.*, 1999 ; Andreo, 2003 ;

http://www.ifrance.com/harachate/_private/moustique.html (page consultée le 08/04) .

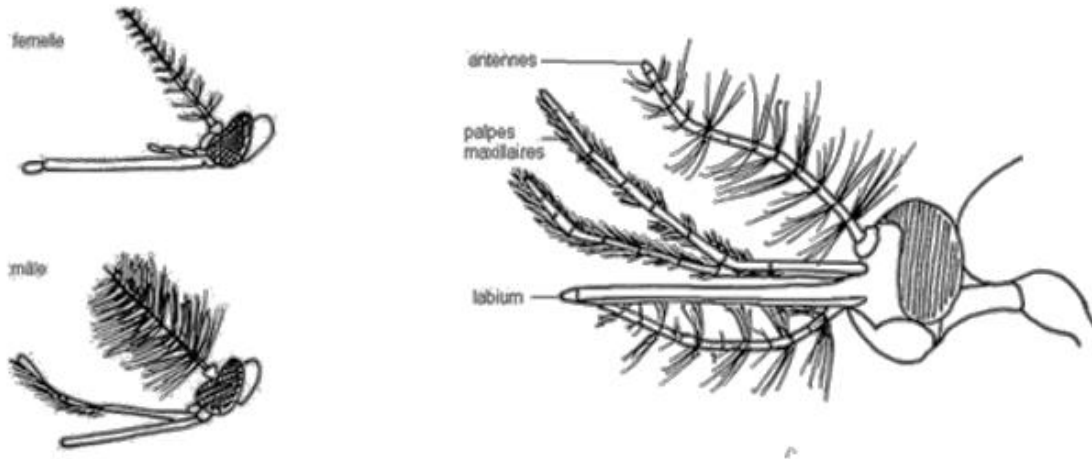


Figure 07: A gauche, tête de *Culex* mâle et femelle, A droite, tête de *Culex* mâle (Toral Y Caro, 2005).

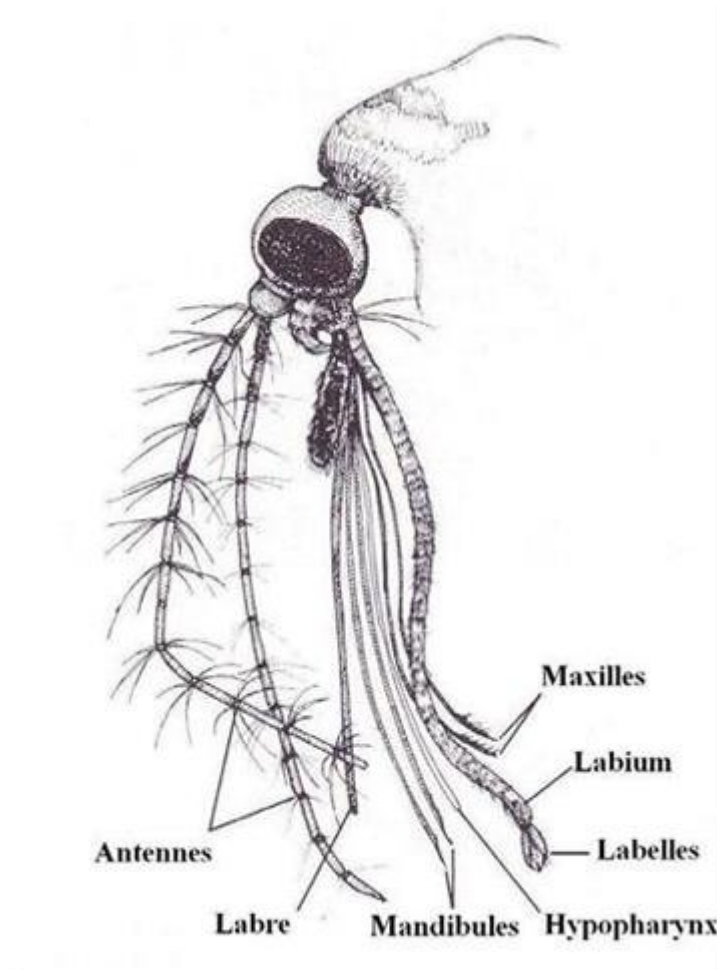


Figure 08 : Morphologie schématique de la tête de *Culex pipiens* (Resseguier, 2011)

- **Thorax :** Composé de trois segments soudés (le prothorax, le mésothorax et le métathorax), il porte les ailes et les pattes. Le thorax est brun recouvert d'écailles fauves foncées avec quelques écailles claires sur les côtés. Les pattes grêles sont brunes et non annelées, le fémur est noir au dessus et blanc au dessous, et on peut distinguer une tache blanche au niveau du genou. Elles sont formées de 5 pièces en tout, et le tarse, à 5 articles, porte 2 griffes. Les ailes sont non tachées. Comme le corps et les pattes, les ailes sont recouvertes d'écailles fixées sur les nervures et sur le bord postérieur. Au repos, elles sont repliées sur l'abdomen. En arrière des ailes se trouvent les balanciers, qui sont de petits organes sensoriels oscillatoires servant au contrôle du vol (Bussieras et Chermette , 1991 ; Cachereul, 1997).

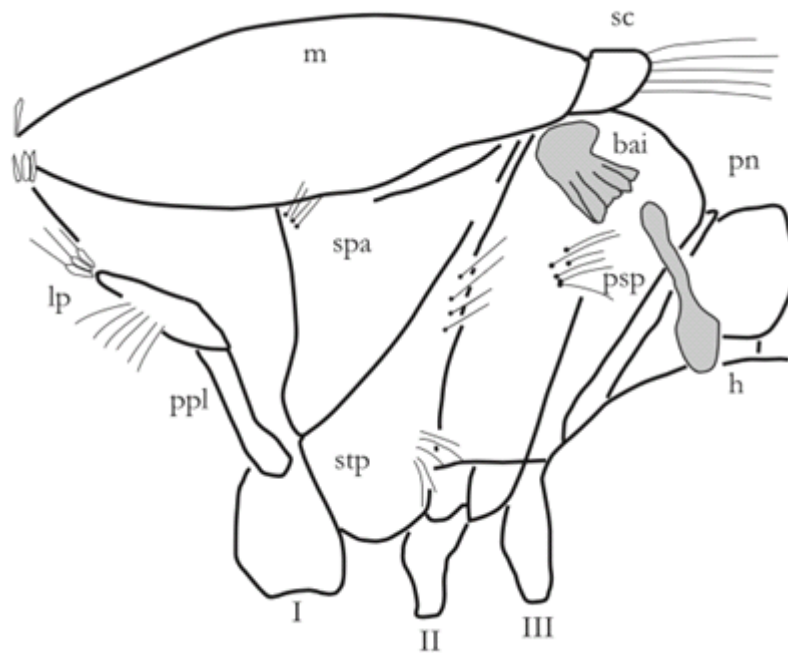


Figure 09 : Morphologie schématique et emplacement des soies du thorax en vue latérale (Gillies et De Meillon, 1968).

m = mésonotum ou scutum ; **sc** = scutellum ; **lp** = lobe pronotal ; **spa** = spiracle antérieur ; **h** = haltères ou balanciers ; **stp** = sternopleure ; **psp** = spiracle postérieur ; **pn** = post-notum ; **ppl** = propleure ; **bai** = base des ailes ; **I**, **II** et **III** = base des pattes.

- **Abdomen** : Grêle et allongé, il est composé de 9 segments terminés par 2 cerques, appendices courts protégeant l'anus et l'orifice génital. Il est recouvert d'écailles claires, brunes et blanches avec de longs poils sur la face dorsale. Une ligne longitudinale sombre ainsi que quelques taches sombres sur les cotés ornent la face ventrale. Chez les mâles, l'abdomen se termine en une armature génitale servant à maintenir la femelle durant l'accouplement. Chez les femelles, on trouve un oviscapte qui intervient lors de la ponte (Neveu-lemaire, 1952 ; Bussieras et Chermette, 1991 ; Cachereul, 1997).

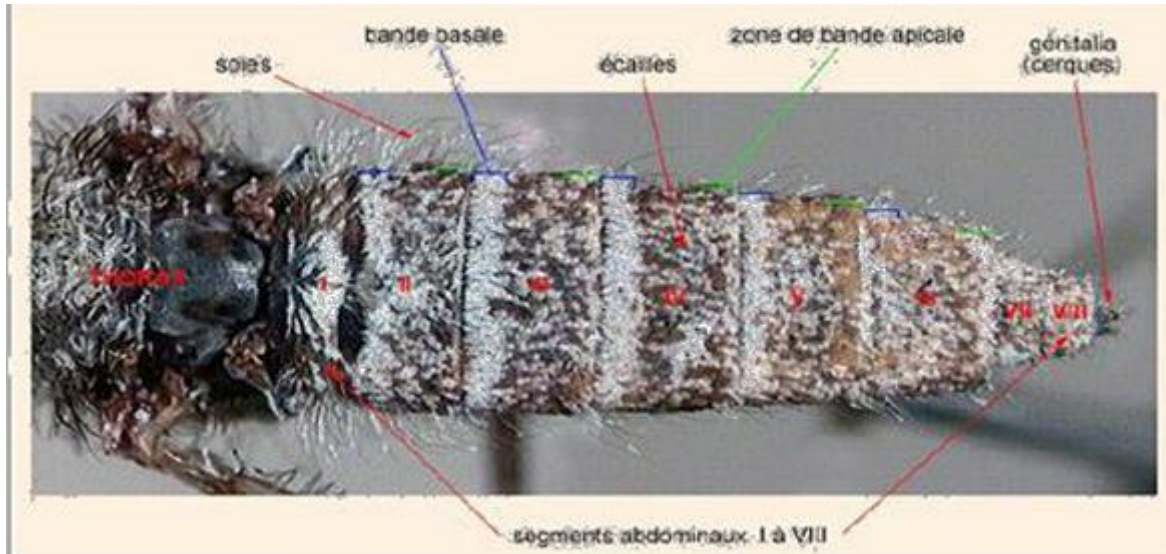


Figure 10 : Morphologie de l'abdomen de *Culex pipiens* (Schaffner *et al.*, 2001).

I.4. Bio-écologie de *Culex pipiens*

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. Les adultes s'éloignent peu des gîtes larvaires après l'éclosion (Resseguier, 2011).

L'accouplement se produit dans les 48 heures suivant l'émergence des femelles et avant le premier repas sanguin (Moulinier, 2003).

Les mâles de certaines espèces, dites sténogames, recherchent les femelles fixées sur un support (*Culex pipiens* autogène), d'autres sont eurygames et s'accouplent au vol (anautogène) (Moulinier, 2003). Le moustique est un insecte plus monogame que polygame, il agit par deux mécanismes pour empêcher l'insémination multiple (Benkalfate, 1991). Le premier est la formation d'un amas nucoïde (un plug) sécrété par le mâle. Dans le cas de double insémination par un deuxième mâle, l'efficacité de ce plug serait incomplète (Benkalfate, 1991). Le deuxième mécanisme, plus efficace, est représenté par la glande phéromone accessoire (matrone). Ce mécanisme empêche une seconde insémination quelques temps après la copulation chez les *Culex pipiens* (Benkalfate, 1991).

Après l'accouplement, la femelle part à la recherche d'un hôte pour se nourrir de sang nécessaire à la maturation des ovules. Elle est dotée de biocapteurs lui permettant de

détecter la température, le CO₂ et certaines odeurs, et ainsi repérer ses proies. Elle semble également, dans certaines circonstances, attirée par la lumière. La ponte a lieu environ 5 jours après le dernier repas. *Culex pipiens* est de plus une espèce autogène, c'est-à-dire que la femelle est capable de pondre des œufs sans repas sanguin préalable (Benkalfate, 1991). En automne, lorsque les journées commencent à raccourcir et que les températures baissent, les femelles cherchent un gîte de repos et y passent plusieurs mois sans se nourrir : c'est la diapause. Elles sont capables de survivre grâce aux réserves lipidiques accumulées à partir des sucres végétaux. Elles sortiront pour déposer leurs pontes dans les gîtes dès les premières chaleurs du printemps (Metge, 1986).

Le moustique couvre les régions tempérées ; la densité atteint son maximum au mois d'août, là où la production est favorable surtout quand l'été est pluvieux et frais (Tardif *et al.*, 2003); la femelle pond dans des milieux, obligatoirement, contenant de l'eau qui est nécessaire pour la vie des larves (Self *et al.*, 1973). Ces milieux peuvent être naturels comme les marécages (Self *et al.*, 1973), les barrages et les fossés (fig.11) ou même artificiels présentés par les pneus, les jardins, les barboteuses et les objets qui servent de récipients (fig.12). Ces milieux sont dits gîtes larvaires (Tardif *et al.*, 2003; Ouedraougou *et al.*, 2005); ces derniers colonisés par les larves de *Culex pipiens* sont urbains ou périurbain, exactement là où il y'a des eaux stagnantes riches en matière organique, selon ces deux biotopes, cette espèce est subdivisée en deux biotypes : le premier urbain autogène (*Culex pipiens* autogenicus), l'autre hiberne à l'état adulte et occupe les biotopes périurbains ou ruraux (Singer *et al.*, 1976). Ce genre d'insecte préfère la chaleur, sans qu'elle soit très élevée; on a distingué que les œufs ne donnent pas de larves au temps glaciaire, mais aussi n'éclosent pas lorsque la température monte à plus de 30° (Roman, 1960).

Le genre *Culex* est largement répandu sur le continent africain (Lariviere et Abonnenc, 1956). On peut le trouver également dans le centre, l'est et le nord de l'Europe (Thomas *et al.*, 2014), en Asie non tropicale et en régions tempérées de l'Amérique du Nord et du Sud (Harbach *et al.*, 1985; Vinogradova, 2000; Vinogradova, 2003), au Japon, en Corée du Sud et en Australie (Vinogradova, 2000).

En Algérie, l'espèce *Culex pipiens* a été répertoriée dans plusieurs régions, citons : Tlemcen (Benkalfate-El Hassar, 1991), Constantine (Berchi, 2000), Annaba (Bendali *et al.*,

2001), Tizi ousou (Lounaci *et al.*, 2010), Tebessa (Bouabida *et al.*, 2012) et Mila (Messai *et al.*, 2010).



Figure 11 : Gite larvaire naturel (photo originale).



Figure 12 : Gite larvaire artificiel (Lounaci *et al.*, 2010).

I.5. 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 phréatique. Ce type de facteurs dépend essentiellement de la région et il est difficile pour l'homme de les contrôler (Subra et Hebrard, 1975 ; 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 (Subra et Hebrard, 1975 ; 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).

I.6. Aspect nuisance et rôle vectorielle de *Culex pipiens*

Piqûres

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 *et al.*, 2001; Lacoursiere *et al.*, 2004). Chez l'homme comme chez l'animal, la piqûre du moustique femelle provoque une lésion ronde de quelques mm à 2 cm de diamètre. Des réactions allergiques à ces piqûres peuvent apparaître, dues à l'injection d'antigènes salivaires, mais pouvant aussi être dues au simple contact avec le moustique ou ses excréments (Candace *et al.*, 2001). L'expression de cette allergie chez le chien peut être aussi bien locale que généralisée, et se manifeste par des plaques érythémateuses très prurigineuses (Prelaud, 1991). En période de reproduction, les femelles, ont besoin de sang pour la maturation des œufs, c'est de cette façon que les agents pathogènes sont transmises (Aouinty *et al.*, 2006).

Transmission de maladies

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

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 (Tardif *et al.*, 2003); en plus du VNO, les moustiques sont responsables d'autres maladies telles que : la malaria, fièvre jaune, dengue, filariose (Hamon et Mouchet ,1967) et certains types d'encéphalites (EL Kady *et al.*, 2008).

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 (Subra, 1972). 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 (Subra, 1972).

I.7. Moyens de lutte contre les moustiques

L'homme cherche, depuis longtemps, à lutter contre les moustiques pour s'en débarrasser. Cet insecte, incriminé dans des maladies sérieuses comme le paludisme, est devenu un problème de santé publique (Fontenille *et al.*, 2006).

Face à cette nuisance, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) préconise certaines stratégies. Celle qui a donné une efficacité considérable consiste à contrôler les populations des vecteurs (larves et adultes). Pour cela, plusieurs méthodes ont été utilisées ; passive ou active, biologiques ou chimiques, selon les différents stades de développement de ces insectes (Fontenille *et al.*, 2006). Pour les maladies vectorielles, il n'existe pas de méthodes préventives et curatives.

Lutte physique

Dans les années soixante, la lutte était essentiellement basée sur l'élimination mécanique des gîtes larvaires potentiels et à la protection personnelle, en portant des vêtements amples à manches longues et de couleurs pâles, ainsi que les moustiquaires imprégnées d'insecticides de synthèse et les pulvérisations intra domiciliaires d'insecticides (Hamon et Mouchet, 1967).

Lutte chimique

En effet, les stratégies de lutte se sont appuyées dans les premiers temps sur l'utilisation d'insecticides chimiques comme par exemple; le DDT (Dichloro-Diphenyle-trichloethane), la deltaméthrine, le malathion, les pyréthroides et les organophosphorés. Bien que cela se révèle très efficace sur les moustiques culicidés, il présente plusieurs inconvénients. En effet, en plus de l'effet néfaste de ces produits sur la vie aquatique, ils sont à l'origine de divers problèmes environnementaux (Aouinty *et al.*, 2006). À tous ces inconvénients s'ajoute le grand problème de la résistance, les insectes traités développent une résistance aux insecticides chimiques (Georghiou *et al.*, 1975; Sinegre *et al.*, 1976; Weill *et al.*, 2003).

Cet état de fait vis-à-vis de ces produits toxiques, a généré l'intérêt pour développer d'autres moyens de lutte (Georghiou & Lagunes-Tejeda, 1991).

Lutte biologique

Ces derniers peuvent être définies comme l'ensemble des moyens propres à freiner le développement des Culicidés, ils sont décrits sous plusieurs formes (Benkalfate-El Hassar, 1991) :

La lutte par utilisation de prédateurs larvaires (poissons et oiseaux) (Benkalfate-El Hassar, 1991).

Lutte microbiologique : les parasites conventionnels, les virus et les bactéries pathogènes des Culicidés comme *Bacillus thuringiensis*. Depuis 1982, on utilise efficacement cette bactérie qui vit naturellement dans le sol partout dans le monde. Son activité larvicide provient de la structure cristalline (Lacoursiere et Boisvert, 2004).

Lutte génétique qui utilise des méthodes modifiant artificiellement le potentiel génétique de l'espèce (mâles stériles, translocations) (Lacoursiere et Boisvert, 2004).

Par ailleurs, les chercheurs et scientifiques tentent, d'ores et déjà, de trouver des alternatives efficaces et accessibles, à partir de nouvelles molécules, prenant en considération les paramètres biologiques, physiologiques et biochimiques des organismes vivants. Ces molécules sont biodégradables, sans risques (Rageau et Delaveau, 1980), et non toxiques pour les organismes non cibles (Kostyukovsky *et al.*, 2000). Ces molécules

sont principalement extraites à partir de plantes sous forme des huiles essentielles ou des extraits aqueux (Guarrera, 1999). Elles contiennent des substances toxiques, pouvant agir comme larvicide, causant une mortalité remarquable des larves en 1 à 12 jours. Ces substances ont également une action juvénile (mimétique de l'hormone juvénile) entraînant une inhibition de la nymphose. L'utilisation des plantes pour leur effet insecticide est connue depuis longtemps, cet effet a été évalué par nombreux chercheurs (Crosby *et al.*, 1966; Aligon *et al.*, 2010).



***Chapitre II : Présentation d'une
plante médicinale Algérienne : Ruta
montana***

II.1. Famille Rutaceae

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 (Dumort, 1829). La famille des Rutaceae comprend environ 1500 espèces de répartition cosmopolite, mais néanmoins essentiellement tropicales et subtropicales. Celles-ci sont regroupées en 155 genres, dont les plus importants sont : *Zanthoxylum*, *Melicope*, *Agathosma*, *Boronia*, *Citrus*, *Ruta* (Botineau, 2010).

II.1.1. Caractères botaniques

II.1.1.1. Appareil végétatif :

Les Rutaceae sont des arbres et des arbustes, parfois lianoïdes. Plus rarement des herbes (*Dictamnus*). Les plantes sont parfois épineuses. Les feuilles, non stipulées, souvent persistantes ou coriaces, sont habituellement alternes, opposées chez le jaborandi, rarement verticillées, composées-imparipennées à trifoliées, parfois unifoliées (*Citrus*), parfois pennatiséquées (*Ruta*), ou composées palmées. Le limbe est marqué de points translucides, surtout sur les bords. Le rachis et le pétiole des feuilles unifoliées sont parfois ailes et articulés (Botineau, 2010).

II.1.1.2. Particularité anatomiques

L'appareil sécréteur à l'huile essentielle est spécifique, constitué de poches dites schizolysigènes, c'est-à-dire qui résultent d'une part d'une disjonction des cellules et d'autre part de la lyse des cloisons faisant face à la cavité créée. Ces poches, très superficielles, d'origine épidermique et libèrent leur contenu à la moindre pression. A côté, existent des cellules sécrétrices volumineuses à huile essentielles et oléorésines (Botineau, 2010).

II.1.2. Intérêts des rutacées :

Selon Judd *et al.*, (2002), les Rutacées ont une importance dans plusieurs domaines :

- ❖ **Economiques** : les résines caractéristiques des Rutacées sont inflammables et en conséquence le bois de certaines espèces est utilisé comme carburant ou en torches.

- ❖ **Alimentaires** : fruits produisent essentiellement par les espèces du genre *Citrus* (orange, citron, pamplemousse...) sont consommables.
- ❖ **Ornementales** : la famille contient de nombreux arbres et plantes ornementales.
- ❖ **Médicinales et cosmétiques** : *Citrus* (genre des Rutacées) est largement utiliser dans le domaine de la parfumerie.

II.1.3. Nomenclature

Ruta vient du grec 'rhyté' qui signifie sauvé, prévenir, ou de 'reo' qui signifie qui coule. Communément, les espèces du genre *Ruta* sont connues sous un seul nom "ruer", elles sont citées par Ibn el-baytar sous le terme de (Sadab, et (Fidjen, uà) emprunté en Person (Pydjan), terme comparé au pèganon de Dioscorides. Fidjen est indiqué aussi par Elghassani, il correspond selon l'auteur à l'espèce sauvage connue à « Fès » quand au terme berbère (aouermi, ajj) il est mentionné par (Bouklarich) comme synonyme des autres appellations (Baba-aissa, 1999).

II.1.4. Appellations en différents langues

- En arabe : فيجلة او فيجلة الجبل (Baba aissa, 1999)
- En français : rue (Bonnier, 1999).
- En allemand : raute (Bonnier, 1999).
- En italien : ruta (Bonnier, 1999).
- En anglais : rue (Bonnier, 1999).
- En espagnol : ruda (Duke *et al.*, 2008).

II.2. Genre *Ruta*

« Rue » est la francisation de *Ruta* nom générique de ce genre, désignant ces plantes en latin et en grec (rutê). Il provient peut-être de grec rutos, qui coule, en allusion à ces vertus emménagogues (Couplan, 2012). Les plantes du genre *Ruta* sont herbacées vivaces, originaire de la région Méditerranée. Elles sont maintenant cultivées dans de nombreuses régions du monde. Elles ont un feuillage bleu-vert et fleurs jaunes. Elles ont une odeur qu'est considérée comme répugnant (Armando, 2005). Elles sont représentées en Algérie par ces espèces : *R. montana L.*, *R. chalepensis*, *R. angustifolia*, *R. latifolia*, *R. graveolens* (Quezel et Santa, 1963) et *R. tuberculata* (Ozenda, 1991).

II.2.1. Description botanique

II.2.1.1. Appareil végétative

- ❖ **La tige** : est ramifiée, vert pâle.
- ❖ **Les feuilles** : sont pennatiséquées et cela d'autant plus que leur niveau d'insertion sur l'axe est plus bas (Dupont et Guignard, 2007).

II.2.1.2. Appareil reproducteur

Les fleurs sont groupées au sommet de la tige en une cyme composée, dont seule, la fleur centrale, sans doute de par sa disposition privilégiée, est pentamère. Il y a donc 4 ou 5 sépales, 4 ou 5 pétales ; l'androcée, obdiplostémone, comprend deux cycles d'étamines, donc 10 étamines pour la fleur centrale et 8 étamines pour les fleurs périphériques : le gynécée comporte un seul cycle de 4 ou 5 carpelles fermés, pluriovulés reposant sur un disque nectarifère épais. (Dupont et Guignard, 2007).

II.2.2. Distributions géographique

La famille des Rutacées a une origine les régions tropicales et tempérées notamment Afrique du sud et Australie (Gausсен *et al.*, 1982). (figure 08)

En plus Judd *et al.*, (2002) ont montré que les Rutaceae sont presque cosmopolites mais surtout tropicales et subtropicales.



Figure 13 : Répartition géographique de la famille de Rutacées (Gaussen *et al.*, 1982).

II.2.3. Applications en phytothérapie :

Les plantes de genre *Ruta* sont utilisées pour favoriser la menstruation, comme contraceptif, contre l'hypertension, pour traiter l'hystérie, soulager les symptômes de Hangover, contre les maux d'oreille et maux de tête, un antiseptique pour la peau et produits anti-moustiques, appliqué extérieurement en cataplasme contre les douleurs rhumatismales. La rutine, un composé isolé de la rue, est un flavonoïde, qui a été suggéré avoir les propriétés antioxydants et à réduire les niveaux de triacylglycérol. Aussi les plantes de ce genre ont des propriétés antifongiques et insecticides, et contiennent des flavonoïdes qui possèdent une activité antibactérienne et des effets cytotoxiques (Armando, 2005).

II.3. Espèce *Ruta montana*

II.3.1. Description botanique

Ruta montana appelée communément rue des montagnes est un arbrisseau de la famille des Rutaceae, du genre *Ruta*. C'est une plante méditerranéenne semi arbustive, de 40 cm à un mètre de haut environ, très ramifiée et ligneuse à la base (Fournier, 1948 ; Hammiche et Azzouz, 2013 ; Hammiche *et al.*, 2013) (Fig.09 ;10).



Figure 14 : *Ruta montana* (photo personnelle 2020)

✓ **La partie aérienne**

Tiges : Droites, cylindriques, très rameuses, glabres et glauques de 2 à 5 pieds de hauteurs (Miller, 1785, Villars, 1789) (figure 11B).

Feuilles : Pétiolées, alternes, éparses, composées, d'un vert glauque, à folioles ovales obtuses, épaisses, légèrement dentées sur les bords ou entières (Miller, 1785, Villars, 1789) (figure 11c).

Fleurs : Jaunes, à cinq pétales concaves qui renferment dix étamines bien plus longues que les pétales et terminées par des anthères presque ronds, pédonculées en corymbe terminal (Miller, 1785, Villars, 1789) (figure 11d).

Fruits : Des capsules globuleuses à lobes arrondies et pédoncule court (4 mm) et se terminent par 4 ou 5 lobes arrondis, apparents ; libérant à maturité de petites graines noirâtres (Hammiche *et al.*, 2013).

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

Odeur nauséabonde et **savoir** chaude et amère (Thielens, 1862).

✓ **La partie souterraine**

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

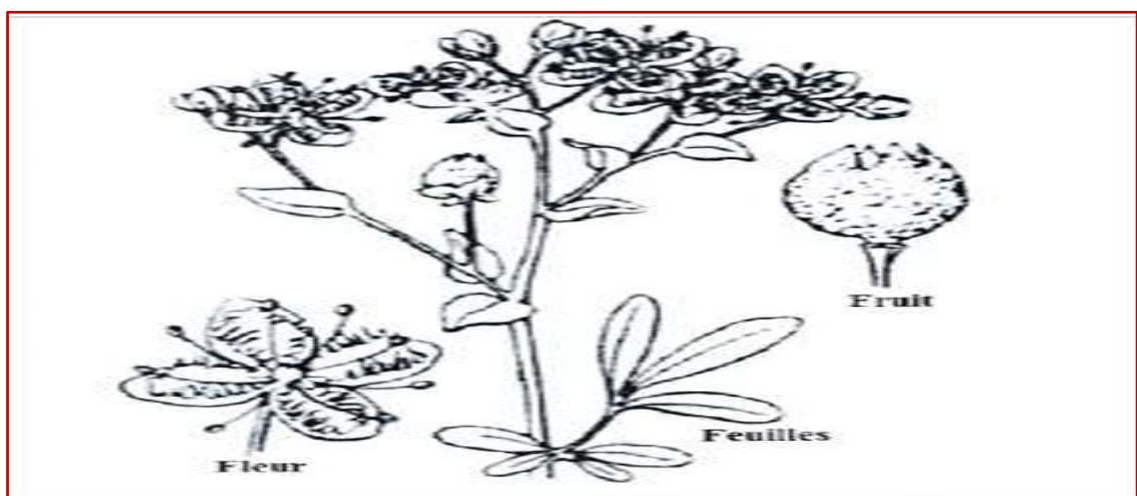


Figure 15 : Schéma représente les caractéristiques morphologiques du *Ruta montana* (Duke *et al.*, 2008).

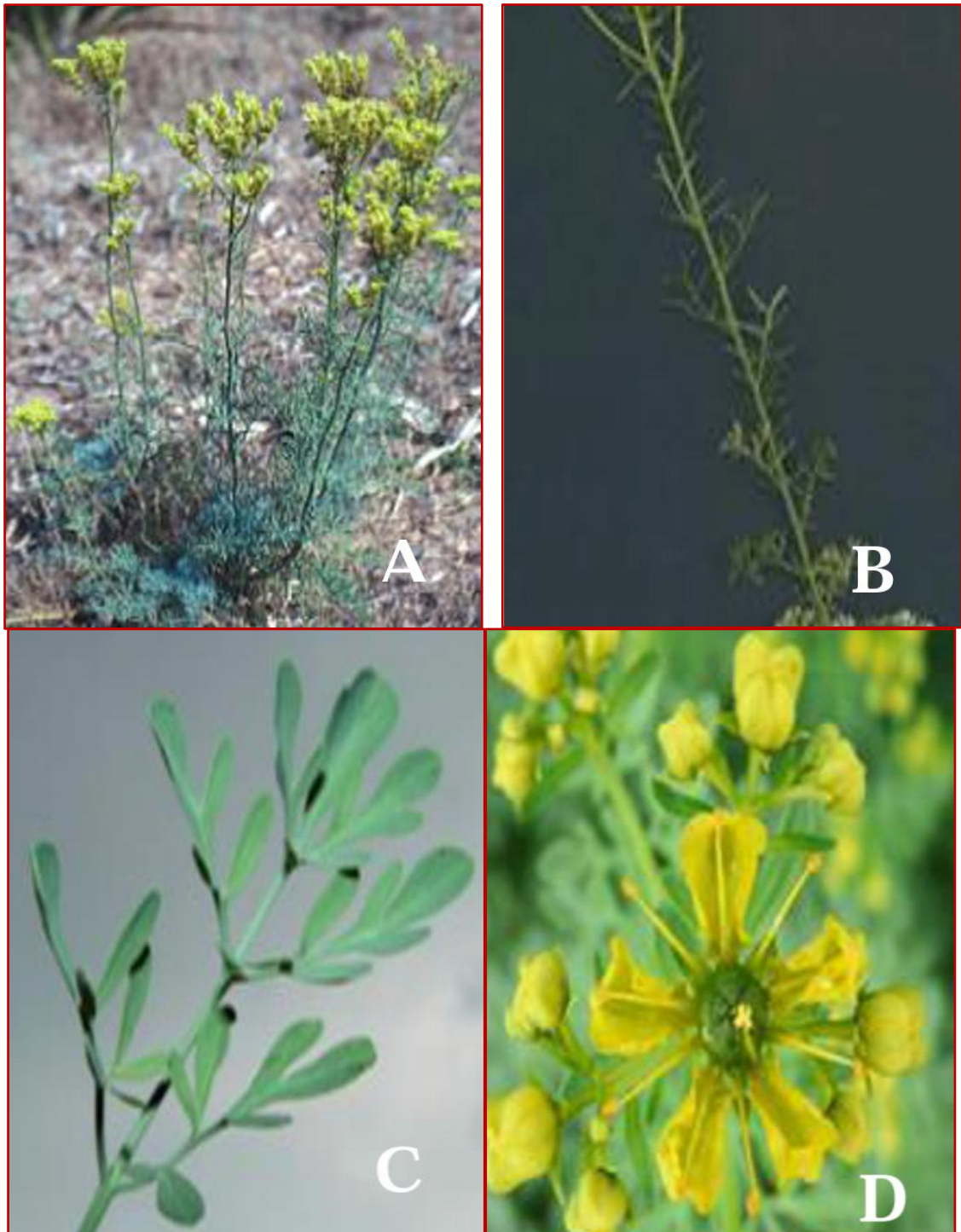


Figure 16 : Quelques photos de *R. montana*. (A) la plante entière, (B) la tige, (C) les feuilles, (D) les fleurs (<http://luirig.altervista.org/flora/taxsa/index>).

II.3. 2. Position systématique de la plante

La position systématique selon Rodolphe *et al.*, (2004) est la suivante :

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> L.

II.3.4. Appellation de la plante

La plante est désignée par un grand nombre de dénominations depuis qu'elle est connue (Cousin, 1999) Elle est indiquée par son nom français « rue » dont la signification fait allusion à ses vertus emménagogues (François & Niestlé, 2000). Dans la médecine traditionnelle grecque et latine, la rue est tirée du nom Réuo qui signifie libre de maladie (Ernes, 1995). La plante est citée par Ibn-Baytar sous les termes de fidjen (Baba Aissa, 1999). Alors que Le nom vernaculaire est le "Fidjel el djbel " en arabe et "Awernii" en berbère (Daoudi *et al.*, 2016).

II.3. 5. Répartition géographique

R. montana pousse dans les régions tempérées et chaudes, Elle vit à l'état spontané dans les rochers, collines sèches et elle est abondante dans les terrains calcaires dans le bassin méditerranéen (Quezel & Santa, 1963), sur les lieux arides de presque toute la France, l'Europe méridionale et l'Afrique du nord. En Algérie, elle est rencontrée dans les zones montagneuses de l'intérieur sur l'Atlas Saharien et les pelouses arides (Clevely & Richmond, 1997).

II.3.6. Utilisation de la plante

II.3.6.1. Culinaire

Les feuilles fraîches ou séchées sont utilisées en petites quantités (très amères) dans les sauces, oeufs brouillés ou omelettes, fromages blancs et beurres aux herbes. Très prisée des Anglo-saxon, *Ruta montana* sert aussi à aromatiser des boissons alcoolisées, la bière mais aussi le vin blanc dont elle rehausse le bouquet. Ainsi les feuilles fraîches peuvent être utilisées pour assaisonner les sauces et les plats de viande mais utiliser modérément à cause du goût amer et des risques de toxicité (Eberhard *et al.*, 2005).

II.3.6.2. Médicinale

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

II.3.6.3. 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).

II.3.6.4. Cosmétique

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

II.3.6.5. Ecologique et horticole

Elle permet la fixation du sol donc le protéger contre l'érosion. On trouve cette plante dans la plupart des jardins pour son parfum, sa saveur, et sa décoration (Ait, 2006).

II.3.7. Mode d'emploi

- **Infusion** : mélangé à du jus de citron, contre les coliques, les vers intestinaux et traitement des règles douloureuses, des affections respiratoires, des paralysies, de la

goutte, de l'oligurie et des œdèmes. En tampons appliqués dans les cas de saignements de nez et en cataplasmes sur la tête dans les cas de migraine. On la donne à la mère juste après l'accouchement comme remède ocytocique (Ait, 2006).

- **Décocté** : en mélange avec d'autre plante comme remède abortif et en friction de tout le corps pour baisser la fièvre (Ait, 2006).
- **Fumigation** : mélangée à des graines de *Peganum harmala* L., de cōriandre et à du goudron de cèdre contre l'épilepsie, dans le traitement des affections du foie.
- **Oléate** : traitement de vitiligo. Contre les rhumatismes (Ait, 2006).
- **Macérât** : dans l'huile, des gouttes auriculaires : contre les bourdonnements d'oreille et dans les cas d'otite (Ait, 2006).
- **Poudre** : chez les enfants contre la fièvre (Ait, 2006).
- **Mélangé** : avec le miel pour soigner les gerçures des seins (Ait, 2006).

Tableau 01 : Quelques usages traditionnels du *R. montana*

La plante	Pays	Partie utilisée	Voie	Usages	Réf.
<i>Ruta montana</i>	Espagne	Plante entière	Orale	Emménagogue, contre la Fièvre abortive, antispasmodique et contre les vers intestinaux.	(FrontQuer, 1962)
	Maroc	Plante entière	Orale	Abortif puissant, Soigne la jaunisse et photo sensibilisante	(Claisse, 1993)
	Algérie	Parties aériennes	Orale	Emménagogue et Antispasmodique, rubéfiant, poudre écharrotique	(Benkiki, 2006)

II.3.7. Toxicité de la plante

La rue est une plante à manier avec précaution car son huile essentielle est toxique ; elle contient des alcaloïdes, de flavonoïdes, de la vitamine C et des furo-coumarines (LE Moine, 2001). Les feuilles sont irritantes et vésicantes, propriétés dues aux huiles essentielles particulièrement à la méthylnonylcétone qui est un rubéfiant (El Haji, 1995).

➤ **Activités mutagène et carcinogène**

Certaines furocoumarines, associées à des rayonnements UV, présentent une activité mutagène, voire létale, vis-à-vis de micro-organismes fongiques ou bactériens (Roelandts, 1984). Leur propriété d'intercalation dans l'ADN est invoquée par les caractères mutagènes et carcinogènes potentiels de ces molécules (Dardalhon *et al.*, 1998). L'addition des dérivés du psoralène peut affecter également les acides gras insaturés membranaires ainsi que certaines protéines (Veronese *et al.*, 1981 ; Dall'Acqua et Martelli, 1991). D'autres furocoumarines activent la croissance de certaines cellules tumorales (Pathak et Fitzpatrick, 1992).

➤ **Action sur les enzymes**

Les furocoumarines linéaires sont des inhibiteurs d'enzymes de type cytochrome P₄₅₀ dans le foie des mammifères ou chez les insectes (Fouin-Fortunet *et al.*, 1986 ; Zumwalt et Neal, 1993).

➤ **Circonstances et symptomatologie de l'intoxication**

Les cas d'intoxication les plus fréquents sont observés à la suite de tentatives d'avortement au cours desquelles la rue fraîche, sèche ou en poudre, est administrée sous forme de décoction buvable et/ou sous forme d'injections vaginales. Elle est souvent associée à d'autres espèces toxiques (Peganum, Cannabis, etc.), ce qui potentialise la toxicité et égare le diagnostic. La symptomatologie se manifeste par une salivation importante avec gonflement de la langue, une gastroentérite violente, des signes neuropsychiques (excitation, vertiges, puis somnolence, voire de prostration, tremblements). Des douleurs abdominales et des hémorragies utérines suivent. Dans les cas graves, coma et mort peuvent intervenir (Jouglard, 1977 ; Bellakhdar, 1997).

II.4. Screening phytochimique

II.4.1. Recherche des flavonoïdes et des leucoanthocyanes

En présence d'hydroxyde de sodium (NaOH) 1N, de l'acide chlorhydrique(HCl) concentré et des copeaux de Magnésium (Mg), les flavonoïdes donnent les réactions de coloration caractéristique.

La même réaction effectuée au bain marie en absence de copeaux de Magnésium, l'apparition de la coloration rouge confirme la présence des leucoanthocyanes

Mode opératoire :

- 5 g de matériel végétal placés dans un Erlen meyer sont infusés dans 50 ml d'eau distillée pendant 30 minutes.
- Après filtration, prélever 6 ml d'infusé et les introduire dans 3 tubes à essai à raison de 2 ml par tube.
- Additionner respectivement à l'infusé contenu dans les 3 tubes à essai, 1 ml de NaOH, 1ml d'eau distillée et 1ml de HCl concentré et de copeaux de Magnésium.

En présence des flavonoïdes, les colorations suivantes : rouge, jaune-rougeâtre, rouge à rouge-violacé, rouge-foncé au violet ou bleu, jaune et rose peuvent être observées. Ces couleurs correspondent respectivement aux anthocyanes, flavones, flavonels, flavonones, isoflavones et leucoanthocyanes.

II.4.2. Recherches des quinones

En présence de NaOH à 10 %, les solutions des quinones présentent une coloration caractéristique virant du rouge au violet.

Mode opératoire :

- 5 g de matériel végétal et les humecter de quelques gouttes de HCl.
- Mettre à macération ce matériel végétal pendant une heure ou 24 heures dans un Erlen Meyer fermé et contenant 10 ml d'éther de pétrole.
- Après filtration, 2 ml de filtrat sont agités avec 2 ml de NaOH à 10 %. La coloration rouge virant au violet apparaît en présence des quinones.

II.4.3. Recherche de saponines

Par agitation, une mousse persistante dont la hauteur est mesurable apparaît dans les solutions de saponines.

Mode opératoire :

- 5 g de matériel végétal trituré sont mis dans un Erlen Meyer dans lequel on y ajoute 50 ml d'eau distillée pour réaliser une décoction pendant 30 minutes.

- Après refroidissement, filtrer et prélever 5 ml du décocté et les introduire dans un tube à essai de 16 mm de diamètre et 160 mm de hauteur après agitation.

L'apparition d'une mousse persistante indique la présence des saponines. Cependant, en cas d'une faible mousse, le décocté est testé avec un mélange à volume égal d'acide sulfurique (H_2SO_4) 1N et chrome de potassium (K_2CrO_3) à 10 %

II.4.4. Recherche des tanins

En présence de Chlorure ferrique à 1% ; les extraits aqueux tanniques donnent des colorations bleu-vert, bleu-sombre et verte ou des précipités.

Mode opératoire :

- 5 g de matériel végétal sont infusés dans 50 ml d'eau bouillante contenue dans un Erlen Meyer pendant 30 minutes.
- 2 ml de l'infusé sont prélevés et mis dans un tube à essai dans lequel on ajoute quelques gouttes de chlorure ferrique à 1%.

L'apparition d'une coloration ou la formation d'un précipité indique la présence des tanins catéchiques.

- Prendre encore 2 ml de l'infusé et les placer dans un tube à essai saturé en acétate de sodium et y ajouter quelques gouttes de $FeCl_3$.

La formation d'un précipité indique la présence des tanins galliques.

II.4.5. Recherche des terpénoïdes et des stéroïdes

En présence de l'acide acétique anhydre et de l'acide sulfurique concentré (réactif de LIEBERMAN-BURCHARD), l'extrait organique étheré contenant les stéroïdes donne des colorations mauves et vertes. L'identification des terpénoïdes suit le même schéma en plus de l'ajout du réactif de Hirschson (acide trichloracétique). La couleur jaune virant au rouge indique la présence de terpénoïdes.

Mode opératoire :

- Prendre 1g de matériel végétal qu'on met à macération pendant 24 heures dans l'éther de pétrole ou dans le benzène.
- Après filtration et introduction dans un Erlen Meyer de 100 ml, le solvant est évaporé au bain de sable.
- Le résidu est récupéré par 1 ml de chloroforme, 1 ml d'anhydride acétique et 3 gouttes d'acide sulfurique concentré.

Il se produit une coloration violette devenant progressivement verte. La coloration verte se stabilise au bout de 30 minutes et indique la présence des stéroïdes.

Par ailleurs, 2 ml de la solution acidifiée sont traités par quelques gouttes de réactif de HIRSCHSON. L'apparition d'une coloration rouge indique la présence des terpénoïdes.

II.4.6. Recherche des alcaloïdes

La mise en évidence des alcaloïdes consiste à les précipiter à l'aide de six réactifs de précipitation à savoir : - réactif de Dragendorff,- réactif de Mayer, - réactif de Hager, - réactif de Bertrand, -réactif de Wagner et -le réactif de Sonnenschein.

Mode opératoire :

- 1 g de poudre de matière végétale sèche a été soumis à une macération dans 10 ml de méthanol à la température ambiante pendant 24 heures, puis à l'étuve à 50 °C pendant 4 heures.
- La solution obtenue est filtrée, lavée avec des portions de méthanol chaud. Ensuite, on évapore à sec la solution obtenue à l'étuve à 50°C. Le résidu est recueilli deux fois par 2 ml de solution chaude d'acide chlorhydrique 1% et est filtré.
- La solution acide obtenue est basifiée par l'ammoniaque concentrée dans une ampoule à décanter. On y ajoute 15 ml de Chloroforme qui sera évaporé à sec à l'air libre et le résidu obtenu, est repris par 0,5 ml de HCl 1% et agiter.
- Ainsi, les alcaloïdes ayant été protonés sont supposés être passés en phases aqueuses. La phase aqueuse au-dessus est prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur. Six gouttes sont déposées sur une lame porte-objet.

Préparation des différents réactifs

1. Réactif de DRAGENDORFF

- 7 g de d'iode de potassium (KI) est dissout dans 18ml d'eau, on y ajoute 3 ml d'acide chlorhydrique (HCL, 4N) et on porte le mélange à ébullition .ensuite on ajoute à petites quantités 1,5g de sous nitrate de Bismuth.
- Après refroidissement du mélange, on ajoute 1,5 g d'Iode (I₂) et au volume total du mélange, on ajoute un volume équivalent en eau distillées.

2. Réactif de DRAGEN DORFF

Il s'agit d'un mélange (V/V) de deux solutions A et B.

- Solution A

Nitrate de bismuth.....1,7 g
Acide tartrique concentré.....20 g
Eau distillée.....qsp 100 ml

- Solution B

Iodure de potassium.....10 g

Eau distilléeqsp 100 ml

Le mélange est ensuite additionné de 10 g d'acide tartrique et son volume est ramené à 100 ml avec de l'eau distillée.

3. Réactif de MAYER :

Chlorure de mercure..... 1,36 g

Iodure de potassium.....5 g

Eau distillée.....qsp 100 ml

4. Réactif de WAGNER :

Iodure de potassium.....2 g

Iode.....1,27 g

Eau distillée.....qsp 100 ml

5. Réactif de BERTAND :

Alun ferrique.....240 g

Eau distillée..... 700 ml

Acide sulfurique pur..... 700 ml

Ajouter ensuite de l'eau distillée qsp. 2000 ml

6. Réactif de SONNENSCHNEIDER : Acide phosphomolybdique

Heptamolybdate d'ammonium.....50g

Nitrate d'ammonium.....75g

Eau..... 700 ml, puis en ajoutant 300 ml d'acide nitrique concentré 65%. Bien agiter.

II.5. Screening phytochimique de *R. montana*

Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existants au niveau de la partie aérienne de *Ruta montana* sur le plan qualitatif. Cette détection est basée sur des réactions de précipitation et de coloration. Les résultats sont présentés dans le tableau 2.

Le dépistage phytochimique a révélé la présence de flavonoïde, de leucoanthocyane, de saponine, de tanin, de stéroïde, d'alcaloïde, et l'absence de quinone, de Terpénoïde.

Tableau 02 : les différents composants chimiques de *Ruta montana*

Composition phytochimique	<i>R. montana</i>
Flavonoïde	+
Leucoanthcyane	+
Quinone	-
Saponine	+
Tanin	+
Terpenoïde	-
Stéroïde	+
Alcaloïde	+

- La présence de la substance est représenté par : +
- L'absence de la substance est représenté par : -

Nos résultats concordent avec ceux de KARA (2018) dans la région de Constantine et de Khadhria *et al.*, (2016) dans la région de Tunis. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus au cours des travaux réalisés *R. montana* menées par BAHAR et BENDJLIDJEL (2019) dans la région de Mostaganem sauf que les terpènes qui ont les trouvé.

Venu *et al.*, (2019) ont montré la présence de phénol, stéroïde, et glycoside et l'absence d'alcaloïde, flavonoïde, tanin, phyllo-tanin, terpenoïde, glucide, saponine et protéines chez *Ruta graveolens*. Gebregiorgis et Mahamadail (2015) fait la macération de poudre de *R. graveolens* avec différents solvants, éthanol, méthanol, chloroforme et eau distillée. Les solutions brutes ont été montrées différents résultats comme suit :

- **L'extrait chloroforme** : la présence de Phénols, Glycosides, Composés phénoliques, Glycolipides, et l'absence de Triterpénoïdes, Flavonoïdes, Saponines, Tanins, Chlorure ferrique, Stéroïdes.
- **L'extrait méthanol** : la présence de Glycosides, Triterpénoïdes, Glycolipides, et absence de Phénols, Composés phénoliques, Flavonoïdes, Saponines, Tanins, Chlorure ferrique, Stéroïdes.
- **L'extrait éthanol** : la présence de Glycosides, Glycolipides, Composés phénoliques, et l'absence de Triterpénoïdes, Phénols, Flavonoïdes, Saponines, Tanins, Chlorure ferrique, Stéroïdes.

- **L'extrait eau distillé :** la présence de Glycolipides, Composés phénoliques, Stéroïdes, et l'absence de Glycosides, Triterpénoïdes, Phénols, Flavonoïdes, Saponines, Tanins, Chlorure ferrique.



*Chapitre III: L'effet d'une plante
médicinale *Ruta montana* sur les
moustiques*

Les moustiques sont une menace sérieuse pour la société, agissant comme vecteur de plusieurs maladies terribles. Les programmes de lutte contre les moustiques dépendent profondément de la routine des insecticides chimiques qui conduisent par la suite à l'expansion de la résistance au milieu des vecteurs, ainsi qu'à d'autres problèmes tels que la pollution de l'environnement, la bio-amplification et affectant de manière défavorable la qualité de la santé publique et animale, dans le monde entier maladie et mortalité, souligne la nécessité de disposer de moustiques efficaces. D'où la nécessité immédiate de développer de nouveaux pesticides respectueux de l'environnement. En conséquence, de nombreux chercheurs ont travaillé sur le développement de composés moustiques efficaces et respectueux de l'environnement d'origine végétale. Ces produits ont l'avantage cumulatif d'être rentables, respectueux de l'environnement, biodégradables et sûrs pour les organismes non ciblés (Senthil-Nathan, 2020). D'après Jacobson, (1989), plus de 2000 espèces végétales possédant une activité insecticide sont déjà identifiées.

Dans ce cadre, l'élaboration d'un catalogue ethnobotanique des plantes médicinales à fort usage dans le Moyen Atlas central a révélé que 67,5% des espèces recensées ont été déclarées toxiques de la part des acteurs de la médecine traditionnelle dans la zone d'étude. Parmi ces plantes, *Ruta montana* L est l'une des plantes toxiques les plus utilisées (43,1%) par la population locale. Or, cette plante est prescrite pour soigner une panoplie de maladies : dermiques, pulmonaires, dentaires, urogénitales, traumatologiques, gastriques, neurologiques et bien d'autres affections (Najem *et al.*, 2018)

Dans une étude, l'efficacité des extraits méthanoliques de *Ruta chalepensis* L. et des parties aériennes d'autres espèces apparentées a été évaluée contre les larves de *Culex pipiens* (Abdel-Sattar *et al.*, 2014). Le chercheur a conclu que les substances naturellement présentes dans *Ruta chalepensis* L. étaient efficaces contre ces larves et qu'elles présentent peu ou pas de risque animal et humain.

D'après Kambouche *et al.*, (2008), l'huile essentielle de *R. montana* et ses composants présentent généralement de fortes propriétés antioxydantes, utiles dans la vie quotidienne des aliments et comme agents préventifs contre diverses maladies. Cette activité antioxydante peut fournir un effet protecteur contre les maladies liées au stress oxydatif. En conséquence, l'activité antioxydante de l'huile essentielle était généralement attribuée aux terpènes.

Benhissen *et al.*, (2019) observent qu'il y a un effet de l'extrait aqueux de *Ruta chalepensis* L à des concentrations (8g/l, 18,44g/l et 33,2g/l), sur les larves de quatrième stade du *Culiseta longiareolata* (Macquart) sous des conditions contrôlées. Les résultats montrent que le taux de mortalité augmente en fonction de la concentration de l'extrait et du temps. Le taux de mortalité le plus important (100%) a été obtenu après 3 jours de traitement pour la concentration la plus élevée, avec des concentrations létales CL50% et CL90% sont 8,82g/l et 14,31g/l, respectivement. Alors que le temps léthal, le minimum (0,66 jours) a été enregistré avec la dose 33,2g/l. Certains composés de *Ruta chalepensis* pourraient être utiles dans l'élaboration ou la synthèse de bio-insecticides, dans le cadre d'une lutte intégrée contre les moustiques. D'après Emam (2009) la furocoumarine et les alcaloïdes de quinolone extraits des feuilles de *Ruta chalepensis* ont montré des activités larvicides et antifeedant contre les larves *Spodoptera littoralis*.

L'huile essentielle de *Ruta chalepensis* a été évaluée par Ali *et al.*, (2013), quant à son activité sur *Aedes. aegypti* et *Anopheles. quadrimaculatus*. Cette huile essentielle présente une activité répulsive contre *Ae. aegypti*. Contre *An. quadrimaculatus*, l'huile essentielle de *Ruta chalepensis* montre une activité répulsive. sur les larves, la toxicité est plus importante sur celles de *An. quadrimaculatus* (CL50 de 14,9 ppm) que sur *Ae. aegypti* (LC50 de 22,2 ppm).

De même, les travaux de Conti *et al.*, (2013) ont permis de confirmer l'efficacité antimoustique de l'huile essentielle de *Ruta chalepensis*. L'activité toxique est très bonne contre les larves de *Ae. albopictus* avec une CL50 de 35,66 ppm pour les plantes sauvages et de 33,18 ppm pour les plantes cultivées, avec une mortalité qui dépend de la dose.

Les résultats d'étude de Perera *et al.*, (2019) sur *Ruta graveolens* ont révélé de fortes toxicités en fonction de la concentration, des espèces d'insectes et du temps, dans lesquelles l'huile a causé 100% de mortalité à des concentrations de 1,52 et 0,46 $\mu\text{L} / \text{cm}^2$ contre *Sitophilus Zeamais* et *Corcyra Cephalonica*. Ces résultats fournissent une base scientifique pour le potentiel écologique de l'utilisation de l'huile essentielle de *R. graveolens* et de ses principaux constituants dans les programmes de lutte intégrée contre les insectes nuisibles.

Selon Aouati (2016) tous les extraits utilisés ; *Artemisia herba-alba* est celle qui engendre le plus grand taux de mortalité mais également celle qui agit à des concentrations

relativement faibles. Suivi par 3 extraits de plantes qui ont engendrés une mortalité de plus de 50% sur les larves de *Culex pipiens* testées au bout de 72h d'exposition ; *Marrubium vulgare*, *Thymus vulgaris* et *Origanum compactum*. Les extraits de plante qui ont engendrés une mortalité de moins de 50% sur les larves testées mais toujours au bout de 72 h d'exposition sont *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata* et *Ruta montana* pour qu'enfin arrive les deux extraits de *Rosmarinus officinalis* et *Lavandula officinalis* engendrant le plus faible effet.

Cette diversité d'action des extraits de plantes utilisés pourrait en fait être due à la diversification des molécules bioactives qui composent ces plantes pouvant réaliser une action singulière d'un des composants, ou un effet synergique entre plusieurs composés vis à vis des larves de moustiques qui y sont exposées.

Dris et Bouabida (2020) confirment que la mortalité enregistrée après 24 heures d'exposition a montré une excellente activité larvicide avec une relation concentration-réponse et avec des valeurs CL50 de 9,95 et 11,77 ppm pour L3 et L4 de *Culex pipiens* respectivement. L'huile essentielle de *Ruta graveolens* aux deux concentrations létales (CL25 et CL50) entraîne une réduction significative du poids, du volume, des compositions biochimiques et des indices caloriques des larves de troisième et quatrième stade larvaire de *Culex pipiens*.

Selon Dahchar (2017) les stades pré imaginaux de *Cx. pipiens*, ont été sensible à l'égard des extraits aqueux de *Ruta graveollens* avec une faible activité motrice, suivie par la mortalité. Le pourcentage de mortalité a été déterminé en fonction des différentes concentrations (0,015 g/l, 0,03 g/l, 0,06 g/l) et le temps de traitements (24h, 48h et 72 h). Les différentes concentrations létales 50 et 90 ont été déterminées à partir des mortalités corrigées, ainsi que leurs limites fiduciales. Les stades plus jeunes (L1, L2) étaient plus sensibles aux extraits de *R. graveollens* avec des valeurs de CL50 (24h) plus faible 0,03 g/l que les stades plus anciens avec de CL50 (24h) 0,04g/l, 0,05g/l respectivement. Après traitement à l'extrait aqueux de *R. graveollens* sur les différents stades larvaires de *Cs.longiareolata*, les individus ont montré une faible activité, suivie par la mort des spécimens pendant les différents temps d'exposition. Le pourcentage de mortalité après traitement a été déterminé en fonction des différentes concentrations (0,015 g/l, 0,03 g/l, 0,06 g/l) et le temps de traitements (24h, 48h et 72 h). Les différentes concentrations létales 50 et 90 ont été déterminées à partir des mortalités corrigées, ainsi que leurs limites

fiduciales après 24h, 48h et 72h. En ce qui concerne les extraits de *R. graveollens*, on observe que les trois premiers stades larvaires (L1, L2, L3) étaient plus sensibles à cet extrait de plante avec des concentrations létales CL50 plus faible 0,02 g/l après 24h.

A partir Pratheebaa *et al.* (2019) les constituants chimiques obtenus à partir d'extraits de *Naringi crenulata* (Rutaceae) et de la 9^{ème} fraction ont de fortes propriétés larvicides par essai biologique contre *Culex quinquefasciatus*.

Selon le travail de de Souza *et al.* (2019), la bioactivité des huiles essentielles des Lamiaceae, Zingiberaceae, Myrtaceae et Rutaceae contre *Ae.aegypti* a montré une action répulsive et toxique chez les moustiques adultes. Par conséquent, les huiles essentielles d'espèces végétales peuvent devenir des alternatives prometteuses dans la lutte contre ce vecteur. D'après Bouguerra, (2019), les essais toxicologiques ont permis de déterminer les concentrations sous létales et létales des huiles de deux plantes (*Thymus vulgaris* et *Origanum vulgare*) à l'égard des larves du quatrième stade nouvellement exuviées de *Cx.pipiens*. Elles révèlent un effet insecticide avec une relation dose-réponse. Les HEs d'*O. vulgare* représentent un pouvoir larvicide très élevé contre *Culex* par rapport aux HEs de *T. vulgaris*. L'évaluation d'un biomarqueur de neurotoxicité, indique que les HEs de *T. vulgaris* et *O. vulgare* n'ont pas d'effet neurotoxique chez *Cx.pipiens* puisqu'aucun effet n'a été signalé sur l'activité spécifique de l'AChE. De plus, ces huiles provoquent une réduction du taux de la GSH et une augmentation de l'activité des GSTs chez les traités comparativement aux témoins, suggérant une induction des processus de détoxification. De plus, Les HEs appartenant à la famille des Lamiaceae extraites de deux plantes (*Thymus vulgaris* et *Origanum vulgare*), affectent la croissance pondérale des individus, en réduisant légèrement le poids corporel des larves 4 de *Cx.pipiens*. Enfin, les réserves énergétiques et les acides nucléiques des larves sont perturbés sous l'effet des huiles essentielles. Les résultats révèlent une diminution significative du contenu en protéines, glucides et lipides avec un effet plus marqué de l'origan. Cette perturbation a été également observée pour les acides nucléiques. Les résultats montrent une diminution du taux de l'ADN accompagnée d'une baisse du taux d'ARN.

Le travail de Kouider et Attia (2016) confirme que les huiles essentielles de *Laurus nobilis* ont une toxicité à l'égard des larves 4 de *Culex pipiens* avec une relation dose-réponse. Plusieurs paramètres morphométriques ont été considérés ; la largeur du thorax, le poids et le volume corporel des larves 4 de *Cx pipiens*. Les résultats montrent que *Laurus*

nobilis n'affecte pas ces paramètres au cours de la période testée (24, 48 et 72h) et une variation des réserves métaboliques contenus après traitement. Les H.E inhibent de manière significative l'activité spécifique de l'ACHé avec des effets plus marqués à 24 heures. Une induction de l'activité de la GST est également observée au cours de la période étudiée (24, 48 et 72 heures). Enfin, une diminution de la GSH est enregistrée à 48 heures pour la concentration la plus élevée (CL50).

Finalement, le travail de Sadallah et Belkhaoui (2016) sur des larves de *Culex pipiens* exposées aux extraits aqueux de trois plantes (*Myrte* : *Myrtus communis* et *Basilic* : *Ocimum basilicum*, et *Jasmin* : *Jasminum polyanthum*) dans les conditions du laboratoire a montré que les deux plantes sont des larvicides intéressent vis-à-vis les larves des *Culex pipiens*. L'*Ocimum basilicum* été plus toxique que le: *Myrtus communis* et *Jasminum polyanthum*avec .Dans le cadre de lutte anti-moustique, les extraits de ces plantes peuvent être utilisés comme des biocides naturels.



Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives :

Récemment, les insecticides naturels respectueux de l'environnement ont reçu l'attention comme une mesure alternative de contrôle des arthropodes d'importance pour la santé publique. Les extraits végétaux utilisés comme insectifuge sont les options les plus appropriées en ce qui concerne la piqûre de moustique.

Ruta montana L est l'une des plantes toxiques les plus utilisées (43,1%) par la population locale, contient des composés susceptibles de provoquer des dermatites sous l'action du soleil, le jus ou la sève des feuilles de la rue sert d'antidote contre les morsures de serpent, elle servirait également à soigner les maladies de peau comme le psoriasis ainsi que les blessures.

La rue est antispasmodique traditionnellement, elle était utilisée dans les cas d'épilepsie et de troubles de la vue.une des propriétés reconnues de la rue est sa capacité pour abaisser la pression artérielle, ce qui en fait une plante utile pour le traitement des vaisseaux sanguins. La rue est une plante à manier avec précaution car son huile essentielle est toxique, Le dépistage phytochimique réalisé, a révélé la richesse de notre plante en métabolites secondaires où nous avons constaté la présence de flavonoïde, de leucoanthocyane, de saponine, de tanin, de stéroïde, d'alcaloïde, et l'absence de quinone, de terpenoïde.

Pour les extraits aqueux et les huiles essentielles de *Ruta montana* , *Ruta chalpensis* et *Ruta graveolens*, les résultats obtenus bien que préliminaires, témoignent une bonne activité larvicide contre les larves de *Culex pipiens* et d'autre moustiques (*Ae. Aegypti*, *Ae. Albopictus...*), ces huiles essentielles montre aussi des activités antifongiques, antimicrobiennes et antioxydantes plus élevées. Un pouvoir larvicide très élevé est représenté contre les larves de *Culex pipiens* par la plante *Origanum vulgare*.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes et fournissent une base scientifique pour le potentiel écologique de l'utilisation des extraits et des huiles essentielles de Rutaceae et de ses principaux constituants dans les programmes de lutte intégrée contre les insectes nuisibles. Ces extraits peuvent être envisagés à l'avenir comme une stratégie de lutte intégrée contre les insectes nuisibles. L'huile et les extraits de feuilles de *R. montana* pourraient devenir des alternatives naturelles aux fongicides synthétiques pour contrôler certaines maladies microbiennes importantes des plantes.



Références

Références

- **Abdel-Sattar E., Zaitoon A., El Sayed A.M., Bakhawain A.A(2014)**. Evaluation of some Medicinal plants in controlling *Culex pipiens*, J. Egypt. Soc. Parasitol., 44(3):771-778.
- **Auoati, A.** {Étude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de culex pipiens (Diptera. Culicidae)}, thèse de doctorat spécialité entomologie, Université de frères mentouri, faculté de science de la nature et de la vie, Constantine, Algérie, 2016,129.
- **Ait My (2006)**. Plantes médicinales de Kabylie, France :édition Ibispress, 293.
- **Ali A., Demirci B., Kiyani H.T., Bernier U.R., Tsikolia M., Wedge D.E., (2013)**. Biting deterrence, repellency, and larvicidal activity of *Ruta chalepensis* (Sapindales: Rutaceae) essential oil and its major individual constituents against mosquitoes, J Med Entomol, 50(6):1267-1274.
- **Aligon D., Bonneau J., Garcia J., Gomez D. et Le Goff D.(2010)**. <Projet d'estimation des risques sanitaires. Estimation des expositions de la population générale aux insecticides : les organochlorés, les Organophosphorés et les Pyréthrinoïdes>, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 2010, 78.
- **Amabye, T.A.,and Mahamadail Shalkh, T.(2015)**. Phytochemical Screening and Evaluation of Antibacterial Activity of *Ruta graveolens* L. - A Medicinal Plant Grown around Mekelle, Tigray, Ethiopia, Natural Products Chemistry & Research, 3(6):1-4.DOI: 10.4172/2329-6836.1000195.
- **Amara Korba .R** <Bio-écologie du complexe *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) responsable de la transmission du virus West Nile et du virus de la Fièvre de la vallée du rift en Algérie>, Mémoire de Master en biologie, Université- Badji Mokhtar –Annaba- Algérie, 2011, 57.
- **Andreo V.**<L'effet anti-gorgement sur un chien d'un shampoing à 0,07% de Deltaméthrine sur un moustique du Complexe *Culex pipiens* >,Thèse de Médecine Vétérinaire, Université Toulouse 3 paul sabatier, Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, 2003, 70.

- **Anonyme, b (2017).** Les moustiques établissement interdépartementale de démoustication du littoralatlantique<<http://www.eidatlantique.eu/page.php?p=152>>,10/05/2017.

- **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.

- **Armando, G.S. (2005).** Medicinal plants, the leaves and the flowers, México Desconocido, 15 : 686-699.

-B-

- **Baba Aissa F. (1991).** Les plantes médicinales en Algérie, Algérie : édition Addiwane, Alger,184 .

- **Baba Aissa F. (1999).** Encyclopédie des Plantes Utiles : Flore d'Algérie et du Maghreb, Rouiba(Algérie) :Ed: LIBRAIRIE MODERNE, 243 – 244.

- **BAHAR fatima et BENDJLIDJEL hayet.**< Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante d'une plante médicinale *Ruta montana* collectée de la région de Mostaganem>,thèse de master en biologie(Pharmaco-toxicologie), Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, Algérie, 2019 ,111.

- **Balenghien T.** <De l'identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection dans le sud de la France>, Thèse de Doctorat, Grenoble, Université J. Fourier , France, 2006, 235 , <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00129514/fr/>.

- **Bellakhdar, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle, Ibis Press, Paris, France, 2-480.

- **Bendali, F., Djebbar, F. et Soltani, N.(2001).** Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* (L.) dans des conditions de laboratoire, Parasitica, 57(4) : 255-265.

- **Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K., Masna F(2019).** Bioactivité des extraits foliaires de *ruta chalpensis* L (Rutaceae) sur la mortalité des larves de *Culiseta longiareolata* (Diptera,Culicidae), Lebanese Science Journal, 20(1):1-9.
- **Benkalfate-El Hassar C,**< Cartographie écologique de *Culex pipiens* (Diptère, Culicidae) en milieu urbain (ville de Tlemcen, Algérie) recherche de causalités de la dynamique démographique des stades pré imaginaires>,thèse de magister en écologie, université de Tlemcen-Algérie, 1991, 145.
- **Benkiki N.** <Etude phytochimique des plantes médicinales algériennes : *Ruta montana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*>, Thèse de doctorat d'état en chimie, université El-Hadj Lakhdar Batna, Algérie, 2006, 12-75.
- **Berchi S (2000).** <Bio écologie de *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte>,thèse de Doctorat en Science, Université de frères mentouries , Constantine, Algérie, 2000, 133.
- **Bonnier G.(1999).**La Grande Flore en Couleur, Ed : BELIN; Tome 3 :205-206.
- **Bottineau, M. (2010).** Botanique, systématique et appliquée des plantes à fleurs, France :Lavoisier, 772-773.
- **Bouabida, H., Djebbar, F. et Soltani, N.(2012).** Etude systématique et écologique des Moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie), Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 65 : 99-103.
- **Boughendjioua, H.(2019).** Yield, chemical composition and antibacterial activity of *Ruta chalepensis* L. essential oil growing spontaneously in Algeria, Pharmacy & Pharmacology International Journal, 7(1):33-36.
- **Bouguerra N.**<Efficacité comparée des extraits de deux plantes, *Thymus vulgariset Origanum vulgare* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*: Composition chimique, Toxicité, Biochimie et Biomarqueurs>,thèse de doctorat en biologie, Université Larbi Tébessi –Tébessa, Algérie, 2019, 158.
- **Boulkenafet, F.** < Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région

de Skikda>, thèse de Magister en entomologie, Université de 20 aout 1955 Skikda, Algérie, 2006, 191.

- **Brunhes, J., Rhaim, A., Hassaine, K., Hervy, J.P (2000)**. Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne : espèce présente et répartition (Diptera, Nematocera), bulletin de la société entomologique de France, 105(2) :195-204,<https://www.persee.fr/collection/bsef>

- **Bussieras J., Chermette R (1991)**. Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA, 58-61.

- C-

- **Cachereul A (1997)**.< Les moustiques : cycle de développement, aspects anatomophysiologiques et régulation du cycle ovarien>, Thèse de Médecine Vétérinaire Nantes, École nationale de vétérinaire d'Alfort, ENVMA,1997, 140.

- **Candace A., Sousa, Richard E.W. Halliwell (2001)**.The ACVD task force on canine atopic dermatitis (XI): the relationship between arthropod hypersensitivity and atopic dermatitis in the dog, Veterinary Immunology and Immunopathology, 81(3-4):7-233. DOI: [10.1016/s0165-2427\(01\)00344-0](https://doi.org/10.1016/s0165-2427(01)00344-0).

- **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, Marseille : IRD éditions institut de recherche pour le développement, 402.

- **Chadwick A. J(1997)**. Use of a 0, 25% fipronil pump spray formulation to treat canine cheyletiellosis, Journal of Small Animal Practice, 38: 261-262.

- **Claisse R (1993)**. Plante à usage dermatologique de la pharmacopée traditionnelle marocaine, Médicaments et aliments : l'approche ethnopharmacologique, 24(27) : 172-173.

- **Clevely A, Richmond K (1997)**. Plantes Et Herbes Aromatiques, Connaître Et Préparer, France : édition Larousse, 256.

- **Conti B., Leonardi M., Pistelli L., Profeti R., Ouerghemmi I., Benelli G (2013)**. Larvicidal and repellent activity of essential oils from wild and cultivated *Ruta chalepensis*

L.(Rutaceae) against *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae), an arbovirus vector, Parasitol Res, 112(3):991-999.

- **Couplan, F. (2012).** Les plantes et leur noms, histoires insolites, France: Édition Quæ, 155-156.

- **Cousin P (1999).** La Grande Encyclopédie De La Nature, France : édition Bordas, Montréal, 216.

- **Cronquist A., (1988).** The Evolution , Classification of Flowering Plants, New York: The New York Botanical Garden, 2nd Ed, 555.

- **Crosby D.G.(1966).** Natural pest control Agents, Adv. Chem. Ser, 53: 1-16.

-D-

- **Dahchar Z .<** Inventaire des Culicidae de la région Ouest de la ville d'Annaba. Etude bioécologique, systématique des espèces les plus abondantes. Lutte biologique anti larvaire par les extraits aqueux de quelques plantes (Médicinales et toxiques) et *le Bacillus thuringiensis israelensis* H14>, thèse de doctorat en biologie, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie, 2017, 286 .

- **Dall'Acqua, F et Martelli, P.(1991).** Photosensitizing action of furocoumarins on membrane components and consequent intracellular events, J Photochem Photobiol B, 8: 235-54.

- **Daoudi, Hrouk H, Belaidi R, Slimani I, Ibijbijen J, Nassiri L (2016).** Valorisation de *Ruta montana* et *Ruta chalepensis*: Etude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien, J. Mater. Environ. Sci, 7(3): 926-935.

- **Dardalhon, M., Massy, B., Nicolas, A et Averbek, D.(1998).** Mitotic recombination localized DNA double-strand breaks are induced after 8-methoxypsoralen and UVA irradiation in *Saccharomyces cerevisiae*, Curr Genet, 34: 30-42.

- **de Souza M.A., da Silva L., Macêdo M.J.F., Lacerda-Neto L.J., dos Santos M.A.C., Coutinho H.D.M., Cunha F.A.B. (2019).** Adulticide and repellent activity of essential oils against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) – A review, South African journal of botany, 160-165.

- **Dris D and Bouabida H(2020)**. Larvicidal Activity of an Algerian *Ruta graveolens* Essential Oil on Mosquito Species *Culex pipiens*, *Transylvanian Review*, 23(47) :14717-14723.
- **Duke A.J., Duke P.A.K. et Duce J.I.(2008)**. DUKE'S HANDBOOK of Medicinal Plants of the Bible, Ed: CRC PRESS: 394-397.
- **Dupont f; Guignard J.L. (2007)**. Abrèges : botanique systématique moléculaire, France: édition Elsevier Masson, 14^{ème} édition, 285.
- **Durande, (1782)**. Notions Elémentaires de Botanique, France : L.N. Frantin, 284.
- **Duval J. (1992)**. La culture de la rue. *AGRO-BIO*, 3: 6-45.

-E-

- **Eberhard T. Robert A. et Annelise L. (2005)**. Plantes aromatiques: épices, aromates, condiment et leurs huiles essentielles, France : édition Tee & Doc, 521.
- **El Haji, M. (1995)**. < Contribution à l'étude des plantes toxiques médicinales dans les régions Nord du Maroc (Provinces de Tanger, Tétouan et Chefchaouan)>, Thèse de doctorat en science, Maroc, 1995, 275.
- **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.
- **Emam, A. M., Swelam, E. S., & Megally, N. Y. (2009)**. Furocoumarin and quinolone alkaloid with larvicidal and antifeedant activities isolated from *Ruta chalepensis* leaves, *Journal of Natural Products*, 2:10-22.
- **Ernes S (1995)**. Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie, Algérie : édition Office des publications universitaires Alger, 686.

-F-

- **Faraj, C., Elkohli, M. & Lyagoubi, M. (2006)**. Cycle gonotrophique de *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae), vecteur potentiel du virus West Nile, au Maroc : estimation de la durée en laboratoire, *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 99(2) :119– 121.

- **Farajollahi, A., Fonseca, D.M., Kramer, L.D. & Marm, K.A. (2011).** Bird biting mosquitoes and human disease: a review of the, role of *Culex pipiens* complex mosquitoes in epidemiology, Infection, Genetics and Evolution, 11: 1577 – 1585. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2011.08.013>.
- **Fontenille D., Lochouarn L. et Guillet P.(2006).** Moustiques vecteurs et lutte anti-vectorielle. France : Montpellier, Institut de Recherche pour le Développement (IRD), 33.
- **Foster, W.A., Walker, E.D (2018).** Medical and veterinary entomology, France: Gary Mullen, Lance Duren,3ème édition,261-325.
- **Fouin-Fortunet, H., Tinel, M., Descatoire, V et al.(1986).** Inactivation of cytochrome P450 by the drug methoxsalen, J Pharmacol Exp Ther, 236: 237-47.
- **Fournier, P. (1948).** Les plantes médicinales et vénéneuses en France. France : édition Paul Lechvalier, tome III, 356-361.
- **François CD, Niestlé SA (2000).** Dictionnaire Etymologique de Botanique, France : édition Lausanne (Switzerland), 242.
- **FrontQuer P (1962).** Plantes Médicales El Discorides Renovado, Espagne : édition Hebon S.A Barcelona, 426.

-G-

- **Gausсен H. Ozenda P. Leroy J.F. (1982).** Précis de botanique, végétaux supérieurs, France : édition Elsevier Masson, Tome II, 600.
- **Geogi J.R., Geogi M.E.(1990).** Parasitology for Veterinarians, Protland ,Etas-Unis: 5ém édition, WB Saunders Company, 3-5.
- **Georghiou G. P., Ariaratnam V., Pasternak M. E. and Lin C. S.(1975).***Organophosphorus multiresistance in Culex quinquefasciatus* in California, J. Econ. Entomol, 68 : 461-467.
- **Georghiou, G. P. and Lagunes-Tejeda A.(1991).** The occurrence of resistance to pesticides in arthropods, An index of cases reported through to Baygon. Bull. W.H.O., 35: 691-708.

- **Gillies M. T., De Meillon B., (1968).**The Anophelinae of Africa south of the Sahara (Ethiopian Zoogeographical Region), Journal of Publications of the South African Institute for Medical Research, 54, 1-343.

- **Guarrera P. M.(1999).** Traditional Antihelminthic, Antiparasitic and Repellent Uses of Plants in Central Italy, J. Ethnopharmacology, 68: (1-3)92-183, doi: 10.1016/s0378-8741(99)00089-6.

-H-

- **Hammiche, V et Azzouz, M.(2013).** Les rues « ethnobotanique, phytopharmacologie et toxicité », phytothérapie, 11 : 22-30.

- **Hammiche, V., Merad , R et Azzouz, M.(2013).** Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen, France : Springer Verlag, 212.

- **Hamon J. et Mouchet J.(1967).** La résistance aux insecticides chez *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, Bull. Org. Mond. Santé, 37: 277-286.

- **Harbach R. E., Dahl C. and White G. B.(1985).** *Culex (Culex) pipiens* Linnaeus (Diptera, Culicidae)-concepts, type designations, and description, Proc. Entomol. Soc. Wash, 87: 1-24.

- **Hassain, K,< Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptère : Nématocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (*ae- caspui*, *ae detritus*, *Ae mariae* et *Cx pipiens*) de la région occidentale Algérienne>**, Thèse de doctorat en biologie, Université de Tlemcen, Algérie, 2002, 203.

- **Hmaidia, H., Berchi, S (2018).** Etude systématique et écologique des moustiques(diptera :culicidae)dans la région de Souk-ahras(Algerie),Entomologie faunistique,71:1-8.

- [http:// aramel.free.fr/INSECTES 15-3.shtml](http://aramel.free.fr/INSECTES%2015-3.shtml) (page consultée le 08/04).

- http://www.ifrance.com/harachate/_private/moustique.html (page consultée le 08/04).

- **Hugnet C., Cadore J.-L., Bourdoiseau G. (1999).**Intérêt du fipronil à 0,25% en spray dans le traitement de la phtiriose à *Damalinia equi* (pou mallophage), *Pratique vétérinaire équine*, 31 (121) :65-68.

-J-

- **Jacobson M(1989).** Botanical pesticides, past present and future In Arnason JT. *et al.* (Ed.). *Insecticides of plant origin*, Washington, D.C. : American Chemical Society Symposium, series 387, 1-10.

- **Jouglard, J. (1977).** Intoxications d'origine végétale, *Encyclopédie médicochirurgicale*, 27 :181-184.

- **Judd W.S., Cambeil C.S., Kellogg E.A. et Stevens P. (2002).** Botanique systématique une perspective phylogénétique, France : Ed De Boeck,1ère édition, 540.

- **Jussieu A.L.,(1789).** *Genera Plantarum*, France: édition apud viduam Herissant et Theophilum Barrois, 296.

-K-

- **Kambouche N., Merah B.,Bellahouel S.,Bouayed J.,Dicko A.,Derdour A.,Younos C.,and Soulimani R(2008).** Chemical Composition and Antioxidant Potential of *Ruta montana* L. Essential Oil from Algeria, *JOURNAL OF MEDICINAL FOOD*, 11(3): 593-595.

- **KARA ALI Wahiba.**< Effet des extraits de la plante médicinale *Ruta montana* (الفيجل) sur la cardiotoxicité induite par la doxorubicine et sur la multi-drug résistances (MDR) des cellules cancéreuses ovarien (A2780)>,thèse de doctorat en biologie moléculaire et cellulaire, Universitédes Frères Mentouri ,Constantine, Algérie, 2017,184.

- **Kendie, F.A (2019).**Potentiel biological control agents against mosquito vector in the case of larve stage, *World news of natural sciences*. 28:34-50.

- **Khadhri, A., Bouali, I., Belkhir, S., Rabhi, M., Smiti, S., Falé, P., Araújo, M.,E.,M., & Serralheiro, M.,L.,M.(2016).** In vitro digestion, antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of two species of *Ruta*: *Ruta chalepensis* and *Ruta Montana*, *Pharmaceutical Biology*, 55(1):101-107. doi: 10.1080/13880209.2016.1230634.

- **Knight, K.L., Stone, A (1977).** Catalog of the mosquitoes of the world(diptera,culicidae),Etas-Unis : Thomas say, Entomologie society of America, 2éme edition, 611.
- **Kosone T., Takagi H., Horiguchi N., Kakizaki S. and Sato K.(2008).** Transforming growth factor-alpha accelerates hepatocyte repopulation after hepatocyte transplantation, J. Gastro. Enterol. Hepatol, 23 : 260-266.
- **Kostyukovsky M., Chen B., Atsm S. and Shaaya E.(2000).** Biological activity of two juvenoids and two ecdysteroids against three stored product insects, Insect Biochem. Molec. Biol., 30 : 891-897.
- **Kouider S et Attia L.< Etude de l'effet des huiles essentielles d'une plante larvicide, *Laurus nobilis* sur une espèce de moustique, *Culex pipiens*: Toxicité, morphométrie, biochimie et biomarqueurs>,mémoire de master en biologie, Université Larbi Tébéssi, Algérie, 2016, 85.**

-L-

- **Lacoursiere J. O. et Boisvert J.(2004).** le *Bacillus thuringiensis israelensis* et le contrôle des insectes piqueurs au Québec, Environnement Québec, 1-101.
- **Larivière M. et Abonnenc E.(1956).**Notes biologiques et morphologie de l'œuf ,de la larve et de l'adulte de *Culex antennatus* Becker 1903, Bulletin de l'Institut Française d'Afrique Noire, 18 : 1191-1199.
- **LE Moine, E.(2001).** Les Plantes : Aromatiques et Médicinales, France : édition Moliere (Paris), 92.
- **Lounaci, Z. et Doumandji, S. E.(2010).**< Biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) d'intérêt médical et vétérinaire du marais de Réghaia et Tizi Ouzou (Algérie)>, thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université M Mammeri Tizi-Ouzou, Algérie, 150.

-M-

- **Mahmoud, H.I., El-sisi, A.G., Abdel-hamid, Y.M., Moselhi, W.A., Taha, R.H (2020).** Larvidical effect of petroleum oils,tar oils and surfactants against the mosquito *Culex*

pipiens(dipteral:culicidae)larve, Egeptien academic journal of biological sciences medical entomology and parasitology, 12(1):1-10.

- **Messai, N., Berchi, S., Boulknafd, F. et Louadi, K.(2010)**. Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie), Entomologie faunistique – Faunistic Entomology, 63(3) :203-206.

- **Metge G.(1986)**.<Etude des écosystèmes hydromorphes (*Daya et Merjà*) de la Meseta occidentale Marocaine. Typologie et synthèse cartographique à objectif sanitaire appliquée aux populations *d'anopheles labranchiae* (Diptera, Culicidae, nophe1inae)>,Thèse d'Etat en Sciences, Université de Marseille,1986, 280.

- **Michaelakis, A., Papachristos, D.P., Rumbos, C.I., Benelli, G., Athanassiou C.G (2020)**. Larvidical activity of spinosad and its impact on oviposition preferences of the west Nile vector *Culex pipiens* biotype molestus-A comparison with a chitin synthesis inhibiteur, Parasitology international,74:1-6.

- **Miller, P.(1785)**. Dictionnaire des jardiniers, ouvrage traduit de l'Anglais, France :édition Guillaot, 8ème édition, 410-411.

- **Mohammedi, H., Mecherara-Idjeri, S. & Hassani, A.(2019)**. Variability in essential oil composition, antioxidant and antimicrobial activities of *Ruta montana* L. collected from different geographical regions in Algeria, Journal of essential oil research, 2163-8152. <https://doi.org/10.1080/10412905.2019.1660238>.

- **Moulinier C.(2003)**.Parasitologie et mycologie médicales, éléments de morphologie et de biologie, France :EM Inter, Editions Médicales Internationales , 796.

-N-

- **Najem M., Belaidi R., Bouiamrine H., Ibijbijen J., et Nassiri L(2018)**. La rue de montagne « *Ruta montana* L.» : Usages en pharmacopée traditionnelle au Moyen Atlas central et risques de toxicité, Biosune, 1 :62-66.

- **Neveu-Lemaire (1952)**. Précis de Parasitologie vétérinaire, Maladies Parasitaires des animaux domestiques, Vigot frères, 3° Edition, 491.

-O-

- **Ouedraougou T. D., Baldet T., Skovmand O., Kabre G. and Guiguemde T. R.(2005).** Susceptibility of *Culex quinquefasciatus* to insecticides in Bobo Dioulasso, Burkina Faso, Bull. Soc. Pathol. Exot, 98(5) :406-10.

- **Ozenda, P. (1991).** Flore et végétation du sahara, France : édition Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S),3ème édition, 662.

-P-

- **Pathak, M. A et Fitzpatrick, T. B.(1992).** The evolution of photochemotherapy with psoralens and UVA (PUVA): 2000 BC to 1992 AD, J Photochem Photobiol B, 14: 3-22.

- **Peliego-peliego, E., Vasilieva, O., Velasquez-castro, J., Collar, A.F (2019).** Control strategies for a population dynamics model of *Aedes aegypti* with seasonal variability and their effects on dengue incidence, Journal pre-proof,81:296-319.

- **Perera A.G.W.U, Karunaratne M.M.S.C. & Chinthaka S.D.M.(2019).** Qualitative Determination, Quantitative Evaluation and Comparative Insecticidal Potential of *Ruta graveolens* Essential Oil and Its Major Constituents in the Management of Two Stored Pests *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) And *Corcyra Cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae), Sustainable Development Research, 1(1) :55-66.

- **Peterson, E.L. (1980).** Alimit cycle interprétation of a mosquito circadian oscillator, Journal of Theoretical Biology, 84 : 281-310.

- **Pollio, A., De Natale, A et Appetiti, E.(2008).** Continuity and change in the mediterranean medical tradition: *Ruta spp.* (Rutaceae) in Hippocratic medicine and present practices, J Ethopharmacol, 116: 82-469.

- **Pratheebaa T, Vivekanandhanb P, Nur Faezac A.K, Natarajana D (2019).** Chemical constituents and larvicidal efficacy of *Naringi crenulata* (Rutaceae) plant extracts and bioassay guided fractions against *Culex quinquefasciatus* mosquito (Diptera: Culicidae), Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 1-8.

- **Prelaud P.(1991)** .Urticaire provoquée par une hypersensibilité aux piqûres de moustiques chez un boxer, L'Action Vétérinaire, 1189, 11-13.

-Q-

- **Quezel p, Santa S (1963)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales, France : édition CNRS, Tome 2, 590-593.

- **Quezel, P., Santa, S. (1963)**. Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertique méridionales, France : édition Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S), Tome 2, 592.

-R-

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

- **Rajaonarivelo, J.A., Raherilalao, M.J., Andrianarimisa, A., Goodman, S.A., (2019)**. Présentation verticale des arthropodes dans les forêts sèches occidentales malgaches, Bulletin de la société zoologique de France, 144(1):3-39.

- **Resseguier, P.** <Contribution à l'étude du repas sanguin de *Culex pipiens* >, Thèse de Doctorat vétérinaire, Université Paul – Sabatier de Toulouse,2011, 80.

- **Rioux, J. A.(1958)**. Les Culicides du Midi méditerranéen, Etude systématique et écologique, France : Lechevalier. P, Encyclopédie entomologique, serrie A XXXV, 303.

- **Ripert C.(2007)**. Epidemiologie des maladies parasitaires, affections provoquées ou transmises par les arthropodes, Lavoisier, Edition médicale internationale, 581.

- **Rodolphe-Edouard Spichiger vincent, V ., Savolainen murielle Figeat D.J (2004)**. Botanique systématiques des plantes à fleurs CD-Rom INCLUS (3eme édition revue et corrigée), presse polytechniques et universitaire Romandes,104-272.

- **Roelandts, R. (1984)**. Mutagenicity and carcinogenicity of methoxsalen plus UV-A, Arch Dermatol, 120: 9-662.

- **Roman E.(1960)**.élevage en série du moustique citadin *Culex pipiens fatigans* Wiedemann 1828 (Diptera, Culicidae) dans une zone urbaine de Savane Soudanienne ouest-africaine. Longévité et déplacement d'adultes marqué avec des poudres fluorescentes, Cah. O.R.S.T.O.M.,sér. ent. Med. Et parasitol, 10 (1) : 3-36.

- **Roth, M. (1980)**. Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. France : Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (23) : 197.

-S-

- **Sadallah N et Belkhaoui A.**<Étude Biométrique sur des larves de *Culex pipiens* Exposées aux Extraits Des plantes>,mémoire de master, Université des Frères Mentouri Constantine, Algérie, 2016, 66 .
- **Savage, H.M. & Miller, B. (1995).** House Mosquitoes of the U.S.A., *Culex pipiens* Complex, Wing Beats. 6: 8-9.
- **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 , France : Montpellier, edition IRD, 16 ème edition.
- **Self L. S., Shin H. K., Lee K. W., Chow C. Y. and Hong H. K.(1973).** ecological studies on *Culex tritaeniorhynchus* as a vector of Japanese encephalitis, Bull Health World Organ, 49(1) :41-47.
- **Senthil-Nathan S (2020).** A Review of Resistance Mechanisms of Synthetic Insecticides and Botanicals, Phytochemicals, and Essential Oils as Alternative Larvicidal Agents Against Mosquitoes, Frontiers in physiology, 10: 1591. <https://dx.doi.org/10.3389%2Ffphys.2019.01591>.
- **Shaukat, M.A., Ali, S., Saddiq, B., Hassan, M.W., Ahmad, A., Karam, M (2019).** Effective mecanisms to control mosquito borne diseases, American journal of clinical neurology and neurosurgery, 4(1):21-30.
- **Sinegre G., Jullien J. L. et Crespo O.(1976).** résistance de certaines populations de *Culex pipiens* (L.) au *Chlorpyrifos* (Dursban) en Languedoc Roussillon (France), Cah. S. R. S. T. O. M., sér. ent. méd. et parasitol, 1 : 49-59.
- **Sinegre G., Jullien J. L. et Crespo O.(1976).**résistance de certaines populations de *Culex pipiens* (L.) au Chlorpyrifos (Dursban) en Languedoc Roussillon (France), Cah. S. R. S. T. O. M., sér. ent. méd. et parasitol, 14(1) : 49-59. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:19065>
- **Subra R. et Hébrard G.(1975).** Ecologie larvaire de *Culex pipiens fatigans* (Wiedemann, 1828) (Diptera, Culicidae) dans une zone de haute endémie filarienne (Mayotte, archipel des Comores), Tropen medizininund Parasitologie, 26 (1) : 48-59.

- **Subra R.(1972).** Etudes ecologiques sur *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, 1828 (Diptera, Culicidae) dans une zone urbaine de savane soudanienne ouest-africaine. Différenciation de diverses souches par leurs relations d'incompatibilité, Cah. ORSTBM. ser. Ent. Med. et Parasitol, 1 : 37-45.

-T-

- **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(4): 364-368.

- **Thielens, A.(1862).** Flore medicale Belge, France :édition Kessinger, 342.

- **Thomas Weitzel, Piotr Jawień, Katarzyna Rydzanicz, Elzbieta Lonc and Norbert Becker(2014).** *Culex pipiens* s.l. and *Culex torrentium* (Culicidae) in Wrocław area (Poland): occurrence and breeding site preferences of mosquito vectors, Parasitology Research, 114(1) :95-289 . doi: 10.1007/s00436-014-4193-1.

- **Tine-Djebbar, F., Bouabida, H. & Soltani, N.(2016).** Répartition spatio-temporelle des culicidés dans la région de Tébessa, Allemagne :verlag, Edition Universitaire Européennes.

- **Toral Y Caro M. G.(2005).** <Evaluation in vitro de l'efficacité du fipronil sur *Culex pipiens*> , Thèse de doctorat vétérinaire, École nationale de vétérinaire, Toulouse, 2005, 55.

-V-

- **Venu,A., Aneymol VS and Thomas,T.(2019).** Preliminary phytochemical screening of crude methanolic extract of some ethnomedicinal plants used by Muthuvan tribe from Kulachuvayal tribal colony, Kanthalloor, Idukki district of Kerala, India, Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8(2): 1167-1171.

- **Veronese, F. M., Schiavon, O., Bevilacqua, R., et al.(1981).** The effect of psoralens and angelicins on proteins in the presence of UV-A irradiation, Photochem Photobiol, 34: 351-4.

- **Villars, M.(1789)**. Histoire des plantes de Dauphiné (Contenant les espèces, les caractères, les synonymes et les vertus générales), France :édition PREVOST, Tome 2, 690.
- **Vinogradova E. B. (2003)**. Ecophysiological and morphological variations in mosquitoes of the *Culex pipiens* complex (Diptera: Culicidae), Acta. Soc. Zool. Bohem, 67 : 41-50.
- **Vinogradova E. B.(2000)**. Mosquitoes *Culex pipiens pipiens*: taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetics, applied importance and control, Bulgaria : Dr Golovatch S.I, Pen. Soft, 280.

-W-

- **Weill M., Duron O., Labbé P., Berthomieu A. et Raymond M.(2003)**. La résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides. Molecular clues to the insecticide, Médecine Sciences, 19(12):1190-1192.

-Y-

- **Yeed, A., Kesavaraju, B., and Juliano, S. A.(2004)**. Larval feeding behavior of three cooccurring species of container mosquitoes, J. Vector Ecol. 29(2):315-322.

-Z-

- **Zumwalt, J. G et Neal, J. J. (1993)**. Cytochromes P450 from *Papilio polyxenes*: adaptations to host plant allelochemicals, Comp Biochem Phys, 106 : 8-111.