

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ESEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département biologique

Mémoire fin d'étude

En vue de l'obtention du
Diplôme de Master en sciences biologiques

Spécialité : Parasitologie

Thème

**Recherche faunistique des Culicidae dans la région Tizi-Ouzou et
lutte biologique à l'aide d'huile essentielle de lavande papillon
(*Lavandula stoechas*)**

Présentés par : M NAIT LARBI Maria

M^{elle} DJAOUT Djouhra

Devant le jury composé de :

Présidente	Medjdoub Bensaad F.	Professeur
Promotrice	Ali ben Ali Lounaci Z.	MCA
Co-promotrice	Belkadi L.	Doctorante
Examineur	Geurmah D.	MCB

2020 /2021

Remercient

Nous remercions tout d'abord le Dieu tout puissant de nos avoir donné du courage de la patience volonté pour réalisé ce modeste travail.

Nous avons de reconnaissance et d'admiration à témoigner à Madame LOUNACI -Ali Benali, notre promotrice ; pour la confiance qu'il nous a accordée et de nous avoir choisi pour réaliser ce travail sous sa direction. Nos profondes gratitudes pour ses conseils précieux, sa disponibilité limite tout au long de ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de notre respect

Nos remerciements iront aussi à notre ma Co-promotrice BELKADI Lynda, pour son encouragement et sa précieuse aide dans l'élaboration de ce mémoire.

Nous vifs remerciements pour Mme MEKLICHE Dyhia pour sa précieuse aide dans l'élaboration de ce mémoire et Mme LAOUDI Tinhinane pour son aide dans la réalisation des calculs statistiques.

Je m'adresse mes sincères remerciements à Mme Madjdoub F. qui 'a fait l'honneur de présider notre jury de ce mémoire. Mme GUERMAH Dyhia pour avoir bien voulu examiner et jury ce travail

Je tiens de remerciement tous les enseignants qui nous enseignes qui pat leurs compétence nous ont soutenus dans la poursuite de nos études.

Dédicaces

Rien n'est aussi à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie

Je dédie ce modeste travail :

➤ *Ames très chers parents*

Rosa et Laziz en guise ma profonde reconnaissance pour leur amour, leur affection, leur soutien et l'aide qu'ils m'ont donnée le long de ma vie et mes études, que Dieu leur ouvre les portes du paradis.

➤ *A mes chers frères Nadjib et Tahar,*

Merci pour m'avoir encouragé et je vous souhaite une vie pleine de bonheur et réussite dans vous études et que dieu vous protégez

➤ *A mon chère marie Hilal,*

Mon soutien moral qui m'est accompagné durant de ce travail je te souhaite un bonheur de ta vie et que le dieu vous protégez.

➤ *Ames oncle, mes tantes, cousins Atout ma famille et la famille Moucer*

Aux personnes qui m'ont toujours aidé encouragé, toujours à mes coté durant des études supérieures, mes aimables amis Zineb, Zouina, ouardia, Malika, Assia, Nawal et Lynda, je vous dis merci

Maria

Dédicaces

*Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie
Du fond du cœur.*

Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents, MALIKA et IDRIS, qui ont souffert sans se
plaindre pour m'élever et m'éduquer afin que j'atteigne ce niveau et
qui m'ont apporté leur soutien pendant toutes ces années avec un
tamps d'amour et d'affection, Que ce travail soit pour vous une source
de fierté, un témoignage de mon grand amour et ma profonde
gratitude.*

*A ma chère sœur LYDIA et sa famille ACHOUR, ANILIA, Aghilas
Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu
vous protège et vous garde.*

A ma chère sœur LYNDA et à mes frères RABAH et YAHIA.

*A ma grande mère OUERIDA pour ses conseils précieux, que le bon
dieu t'accorde une longue vie.*

*A mon oncle MOURADE pour son soutien moral et sa motivation
exceptionnelle.*

A ma tante maternelle NORA et sa famille. Pour sa précieuse aide.

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

DJOURNA

Sommaire

Table de figure	
Table de tableau	
Abréviation	
Introduction	01
<i>Chapitre I : Synthèse bibliographique</i>	
I.1.Présentation des culicidae	03
I.1.1. Position systématique des Culicidae	03
I.1.2. Morphologie générale des Culicidae	04
I.1.3.1. Œuf	04
I.1.3.2. Larve	04
I.1.3.3. Nympe.....	05
I.1.3.4. Adulte.....	06
I.1.3. Différence entre Anophelinae et Culicinae.....	10
I.2. Bio écologie des Culicidae	11
I.2.1. Cycle biologique des moustiques.....	11
I.2.1.1 Phase arienne	11
I.2.1.2. Phase aquatique	11
I.2.2. Ecologie des larves	12
I.2.2.1. Habitats larvaire.....	12
I.2.2.2. Déplacement et la nourriture des larves	13
I.2.3. Ecologie d'adulte	13
I.2.3.1. Déplacement et la nourriture	13
I.3. Maladies à transmission vectorielles (MTV)	14
I.3.1. Maladie parasitaire.....	14

I.3.1.1. Paludisme (Malaria).....	14
I.3.1.2. Filariose	15
I.3.2. Maladies virale	16
I.3.2.1. Dengue ou la fièvre tropicale	16
I.3.2.2. Virus de Nil Occidental	17
I.3.2.3. Fièvre de Vallée de Rift	18
I.4. Lutte anti vectorielle contre les moustiques.....	19
I.4.1. Objectif de la lutte anti vectorielle.....	19
I.4.2. Différentes méthodes de la lutte.....	20
I.4.2.1. Lutte physique (mécanique).....	20
I.4.2.2. Lutte Chimique.....	20
I.4.2.3. Lutte génétique	22
I.4.2.4. Lutte biologique	22

Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

II.1. Situation géographique des zones d'études.....	24
II.1.1. Région d'Abi Youcef à Ain El Hammam.....	24
II.1.2. Région de Bouzeguene.....	24
II.2. Facteurs écologiques.....	25
II.2.1. Facteurs abiotique.....	25
II.2.1.1. Caractéristiques Climatique	25
II.2.1.1. 1. Température.....	25
II.2.1.1. 2. Précipitation	26
II.2.1.1. 3. Humidité	27
II.2.1.1.4. Synthèse climatique	28
II.2.1.1.4.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	28
II.2.1.1.4.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger.....	29

II.2.1.2. Caractéristique hydrologique.....	30
II.2.2. Facteurs biotique	30
II.2.2.1. Richesse Floristique	30
II.2.2.2. Richesse faunistique	31

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Choix des plans d'eau (naturels et artificiels)	32
III.2. Méthode d'échantillonnage sur le terrain.....	34
III.3. Méthode adaptée au laboratoire	34
III.3.1. Conservation des larves	34
III.3.2. Préparation et le montage des larves	35
III.3.3. Identification des larves de moustique	36
III. 4. Exploitation des résultats	37
III.4.1. Indices écologiques de composition	37
III.4.1.1. Richesse totale ou spécifique.....	37
III.4.1.2. Richesse moyenne sm.....	37
III.4.1.3. Fréquence centésimale ou L'abondance relative (AR%).....	37
III.4.1.4. Fréquence d'occurrence ou constance.....	38
III.4.2. Indices écologiques de structure	38
III.4.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	38
III.4.2.2. Indice d'équipartition	39
III.5. La méthode de lutte contre les Culicidae	39
III.5.1. Huile essentielle	39
III.5.1.2. Extraction d'huile essentielle	40
III.5.1.3. Utilisation d'huile essentielle	40
III.5.2. Description de la plante aromatique de la lavande de papillon (<i>Lavandula stoechas</i>)	41
III.5.2.1. Présentation de la plante <i>Lavandula stoechas</i>	41

III.5.2.2. Classification de la plante	42
III.5.2.3. Compositions chimiques des huiles essentielles <i>L. Stoechas</i>	42
III.5.2.4. Activité d'insecticide et larvicide	43
III.5.3. Récolte de la plante : la lavande de papillon (<i>Lavandula stoechas</i>)	44
III.5.4. Conditions de séchage et de conservation.....	44
III.5.5. Technique d'extraction de l'huile essentielle <i>Lavandula stoechas</i>	44
III.6. Préparation des tests de toxicité	46
III.6.1. Tests de sensibilité larvaire d' <i>An maculipennis</i>	46
III.6.2. Exploitation des résultats de la sensibilité larvaire	47
<i>Chapitre VI. Résultats et discussion</i>	
VI.1. Inventaire globale des Culicidae dans des zones d'études	48
VI.2. Répartition des espèces selon les 07 stations.....	49
VI.3. Caractères morphologique des espèces et les intérêts médicaux-vétérinaires.....	49
VI.3.1. <i>Anophèle plumbeus</i>	49
VI.3.2. <i>Anophèle maculipennis</i>	50
VI.3.3. <i>Culex pipiens</i>	51
VI.3.4. <i>Culex hortensis</i>	52
VI.3.5. <i>Culiseta longiareolata</i>	53
VI.4. Résultats par les indices écologiques de composition	54
VI.4.1. Résultats de la richesse totale et la richesse moyenne (Sm).....	54
VI.4.2. Résultats l'effectif, abondance relative et la fréquence d'occurrence.....	55
VI.5. Résultats par les indices écologiques de structure	60
VI.5.1. Résultats de l'indice écologie de Shannon Weaver et l'équirépartition.....	60

VI.6. Résultats de toxicités d'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i> sur les larves d'anophèles maculipennis	60
VI.6.1. Evolution de mortalité des larves d' <i>Anopheles maculipennis</i>	61
VI.6.2. Analyse de la variance à deux critères dose –temps.....	61
VI.6.3. Etude des paramètres toxicologiques de <i>Lavandula stoechas</i> pendant 24h ,48h et 72h.....	62
VI.6.3.1. Taux de mortalités corrigées.....	62
VI.6.3.2. Régression linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h.....	62
VI.6.3. 2. Détermination de de dose ou concentration létale de 50% et 90%(CL50 et CL90%)	64
Discussion	65
Conclusion	69
Référence bibliographique	71
Annexe	
Résumé	

Figure 01 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie	03
Figure 02 : Œufs des quatre genres de Culicidae.....	04
Figure 03 : Morphologie générale d'une larve de Culicidae	05
Figure 04 : Morphologie générale de nymphe de <i>Culex pipiens</i>	06
Figure 05 : Morphologie générale de moustique adulte.....	06
Figure 06 : Morphologie de la tête chez le moustique adulte de Culicinae	07
Figure 07 : Morphologie schématique de thorax de moustique	08
Figure 08 : Vue dorsale d'une aile droite d' <i>An. Marshallii</i>	09
Figure 09 : Structure de la patte d'un Culicidae.....	09
Figure 10 : Cycle de développement de <i>Culex pipiens</i>	11
Figure 11 : A : Parasite de <i>Plasmodium falciparum</i> , B : <i>Anopheles Darling</i>	15
Figure 12 : A ; Vecteur de la maladie <i>Aedes polynesiensis</i> B ; la microfilaire <i>Wuchereria bancrofti</i> colorée au MGG, technique goutte épaisse	16
Figure 13 : Vecteur de la dengue <i>Aedes (Ae. aegypti)</i>	17
Figure 14 : Moustique femelle de genre <i>Culex</i> vecteur de VNO.....	18
Figure 15 : Image en microscope électronique de particule virale de FVR	19
Figure 16 : Situation géographique de la zone d'étude	24
Figure 17 : Graphe de la température maximale et minimale dans la période 2010-2020.....	26
Figure 18 : Valeur de l'humidité enregistrée pendant la période 2010-2020.....	27
Figure 19 : Diagramme ombrothermique de la région d'étude pendant 2010-2020.....	28
Figure 20 : Climagramme pluviométrique d'Emberger pendant 2010-2020.....	29
Figure 21 : Différentes stations dans les deux régions.....	33
Figure 22 : Utilisation d'une louche pour l'échantillonnage des larves.	34
Figure 23 : Conservation des larves de stade 04 dans les tubes à essais.....	35
Figure 24 : Montage des larves.....	35
Figure 25 : Illustration des principaux genres de larves de moustiques.....	36
Figure 26 : Plante de lavande Papillon <i>Lavandula stoechas</i>	41

Figure 27 : La lavande de papillon (<i>Lavandula stoechas</i>) séché A : Feuille de plante, B : les fleurs de la plante	44
Figure 28 : Extraction d'huile essentielle par hydro distillation (L'appareil clevenger hydro distillation)	47
Figure29 : Solutions diluées avec la solution mère, B : Récipients de test de l'huile essentielle <i>Lavandula stoechas</i>	46
Figure 30 : Tête de larve d' <i>An. plumbeus</i> au sous de microscope optique G× 100.....	50
Figure 31 : Tête d' <i>Anophèle maculipennis</i> au sous de microscope optique G×100.....	51
Figure32 : Critères d'identification <i>culex pipiens</i> au sous de microscope optique G×100.....	52
Figure33 : Critères d'identifications de <i>culex hortensis</i> au sous de microscope optique G×100.....	53
Figure 34 : Critères d'identification de <i>Culiseta longiareolata</i> au sous de microscope optique G×100.....	54
Figure 35 : Abondance relative des espèces récentes dans la station 1.....	57
Figure 36 : Abondance relative des espèces récentes dans la station 2.....	57
Figure37 : Abondance relative des espèces récentes dans la station 3.....	57
Figure38 : Abondance relative des espèces récentes dans la station 4.....	58
Figure39 : Abondance relative des espèces récentes dans la station 5.....	58
Figure 40 : Abondance relative des espèces récentes dans la station 6 et 7.....	58
Figure 41 : Histogramme de mortalité observé cumulé des larves pendant 24h, 48h et 72h.....	61
Figure 42 : Régression linéaire des doses en fonction des mortalités des larves après 24 h d'exposition.....	63
Figure 43 : Régression linéaire des doses en fonction de mortalité des larves après 48 h d'exposition.....	63
Figure 44 : Régression linéaire des doses en fonction de mortalité des larves après 72 h d'exposition.....	63

Tableau 01 : Caractères différentiels entre Anophelinae et Culicinae.....	10
Tableau 02 : Températures maximales moyennes et minimales moyenne de la période 2010-2020.....	25
Tableau 03 : Valeurs des précipitations du la wilaya Tizi Ouzou durant l'année 2010à 2020.....	27
Tableau04 : Taxonomie de <i>Lavandula stoechas</i>	41
Tableau05 : Principaux constituants d'huile essentielle de <i>Lavandula stoechas</i>	43
Tableau06 : Liste d'inventaire globale des Culicidae dans les stations d'Abi Youcef à Ain El Hammam et Bouzeguene.....	48
Tableau 07 : Liste des espèces présentent dans les zones d'études.....	49
Tableau 08 : Richesse totale et la richesse moyenne pendant 03 mois.....	54
Tableau 09 : Abondance relative des espèces dans les stations d'étude.....	56
Tableau 10 : Fréquence d'occurrence des espèces dans les stations d'étude.....	56
Tableau 11 : Valeurs de l'indice de Shannon- Weaver et l'équipartition.....	60
Tableau 12 : Effet des doses de <i>Lavandula stoechas</i> sur les larves <i>d'anophèle</i> pendant 3jours.....	62
Tableau13 : Taux mortalités corrigées pendant les 24h, 48h et 72 h.....	62
Tableau14 : Valeurs de CL50et CL90 de mortalité des larves <i>d'Anophèle maculipennis</i>	64

Ae: *Aedes*

An: *Anopheles*.

An. maculipennis: *Anopheles maculipennis*

An. plumbeus: *Anopheles plumbeus*

An. Marshallii: *Anopheles marshallii*

Bti: *Bcillus thuringiensis israelensis*

Cs : *Culiseta*

Cx : *Culex*

DDT : Dichloro-diphényl-trichloréthane

DL50 : Dose létale 50%

M.T.V : Maladies à transmission Vectorielle

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

O.N.M : Office Nationale de la Métrologie

L 3 : larve de stade 3

L4 : larve de stade 4

Sp.: Espèce.

T : Température

Introduction

L'embranchement des Arthropodes est de très loin celui qui possède le plus d'espèces et le plus d'individus de tout le règne animal (80% des espèces connues). On retrouve des Arthropodes en abondance dans tous les habitats, des pics de montagne neigeux aux fosses abyssales, et des déserts aux forêts tropicales (Morin, 2002).

La majorité des pays de l'Afrique tropicale offre un environnement favorable au développement des Arthropodes nuisibles et des vecteurs de maladies qui sont des facteurs limitant majeurs de la production alimentaire (ICIPE, 1994).

Les Culicidae regroupent l'ensemble des insectes diptères holométaboles communément appelés moustiques (Mouchet et Carnevale, 1991). En dehors de leurs nuisances, les Culicidae sont les plus connus et les plus redoutés pour leur importance médicaux-vétérinaire (Harwood & James, 1979; Service, 1993; Anonyme, 2007; Rueda, 2008).

L'étude de l'écologie et de la répartition de la faune Culicidienne et l'impact des facteurs écologique responsables de cette répartition est l'un des objectifs des écologistes Entomologiste depuis longtemps (Gillett, 1971 ; Service, 1993) pour bien comprendre la dynamique et la saisonnalité des espèces d'une part, l'autre part, la nature et le type des gîtes dans lesquelles les femelles pondent les œufs peuvent être aussi deux facteurs responsables de cette répartition (Gillet, 1971).

Les moustiques ont un rôle épidémiologique en tant que vecteurs potentiels de plusieurs maladies infectieuses capables d'affecter l'être humain et les animaux, tel que le paludisme, la fièvre jaune, la dengue, la filariose et la peste équine (Rioux, 1958).

En Algérie, les Culicidae constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations. Des campagnes de démoustication régulières sont menées contre ces insectes à la fois pour l'éradication de ces maladies et la réduction des nuisances au niveau des milieux urbaines et péri-urbaines. Les Culicidae présentent des caractères morphologiques généralement nets, permettant d'identifier facilement la famille et d'en donner une bonne description. En revanche, leur regroupement en sous famille et en genre et en sous-genres est beaucoup plus délicat. Au cours des vingt dernières années, la faune Culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéresse plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et biologique (Bendali, 1989; 2001)

La lutte contre les moustiques, comprend plusieurs méthodes faisant appel à des : analogues synthétiques d'hormones d'insectes (Hormone juvénile, ecdysone) qui perturbent l'éclosion des œufs, méthodes génétique dont la plus connue est la stérilisation des mâles, les méthodes écologiques qui consistent à rendre le milieu défavorable au développement de l'insecte. Mais la lutte biologique reste la plus sûre, la plus sélective et celle qui se biodégrade le mieux. Elle se fait par l'utilisation des substances naturelles actives, non polluantes, moins nocives et plus raisonnés. La lutte biologique prend divers forme, par utilisation rationnelle de leurs ennemis naturels (Gaidi et goucem, 2017).

L'utilisation des extraits de plantes comme insecticide est connue depuis longtemps, en effet le pyréthre, la nicotine et la roténone sont déjà connus comme agents de lutte contre les insectes (Crosby, 1966 in Diakite, 2008).

C'est pour cela notre étude s'est tournée vers des substances naturelles en utilisant l'huile essentielle du Lavande papillon (*Lavandula stoechas*). Cette méthode de lutte biologique va permettre de pallier aux problèmes de l'environnement par utilisation d'un produit moins nocif et vise à une meilleure connaissance l'effet insecticide de son extrait contre les moustiques.

Ce travail est structuré autour de quatre chapitres qui sont précédés par une introduction :

- ✓ Le premier chapitre est un aperçu général sur les Culicidae (systématique, morphologie, bio écologie), leurs nuisances et les méthodes de lutte anti vectorielles.
- ✓ Le deuxième chapitre est réservé à la présentation des zones d'études et de ces facteurs écologiques.
- ✓ Le troisième chapitre décrit les stations d'études et traite les techniques utilisées sur le terrain et au laboratoire pour l'exploitation des résultats par diverse indices écologique et par des analyses statistiques.
- ✓ Dans le dernier chapitre, une discussion est rédigée et le travail se termine par une conclusion.

Chapitre I
Synthèse bibliographique

I.1. Présentation des Culicidae

I.1.1. Systématique des Culicidae

La famille des Culicidae, synonyme du terme courant « moustique » (Carnevale et al, 2009) regroupent trois principaux genres vecteurs de maladies notamment *Culex*, *Anophèles*, *Aèdes* (Delounay, 2001). Ce sont des Arthropodes appartenant à la classe des insectes dans le règne animal (Fig01). Ils forment le sous- ordre des Nématocères à corps élancé dans l'ordre des diptères. Ils sont caractérisés par des antennes longues, fines et à multiples articles. Celles-ci sont plus développées chez le mâle que la femelle. Les femelles possédant de longues pièces buccales rigides en forme de trompe, de types piqueur-suceur (Matille, 1993).

Les Nématocères possèdent plusieurs familles. Parmi lesquelles se trouve la famille des Culicidae qui comprend des espèces hématophages, vectrices de zoonoses ou d'anthroponoses, avec un impact économique considérable (Elouard, 1981). La famille des Culicidae se divise en trois sous-familles, les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae: la sous-famille des Toxorhynchitinae qui formée d'un seul genre n'est pas représentée en Europe occidentale (Matille, 1993 ; Duchauffour, 1976) ni en Afrique méditerranéenne (Brunhes et al., 1999).

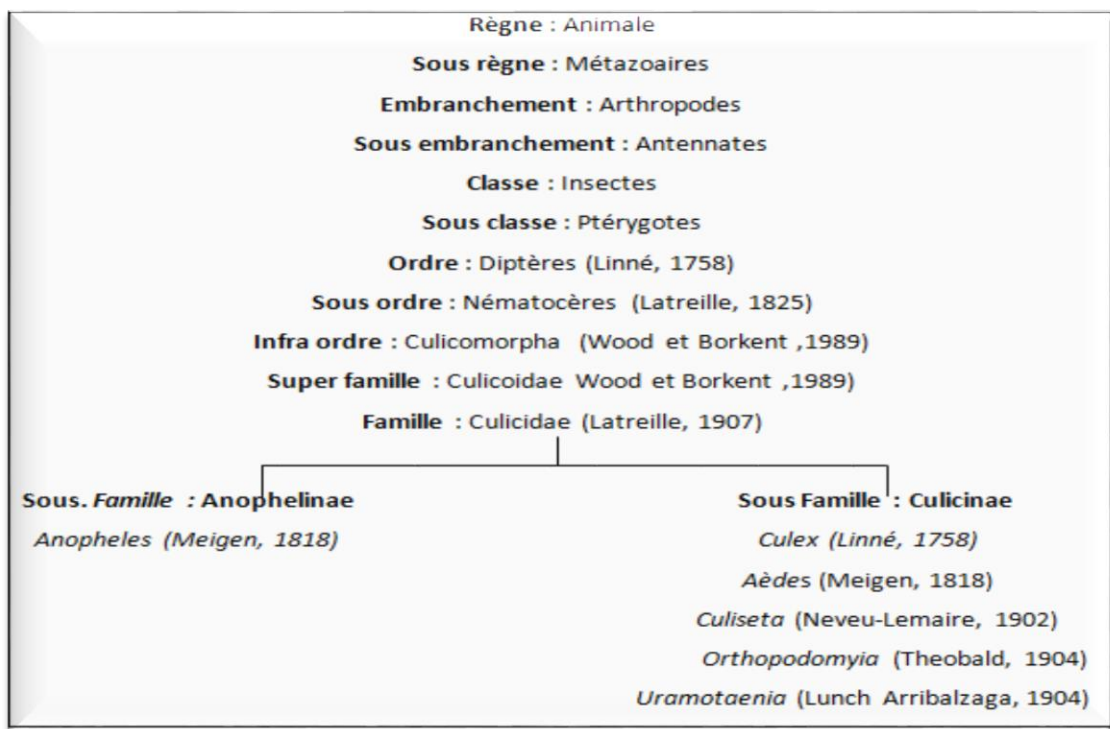


Figure 01 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (Berchi, 2000).

I.1.2. Morphologie générale des Culicidae

La morphologie des moustiques est variée selon le genre et l'espèce.

I.1.3.1. Œuf

Ils mesurent environ 1 mm de long (Lane et Crosskey, 1993), sont déposés à la surface de l'eau par les femelles, d'abord blancs puis deviennent bruns noirâtres. Selon les genres, ils peuvent être ovoïdes et pourvus de flotteurs latéraux chez les *Anopheles*. Chez les *Culex*; subtriangulaires, à l'exemple du genre *Aedes*; sphériques. Chez les *Toxorhynchites*, on a un filament terminal (*Mansonia*). Ils peuvent être pondus isolément ou sous forme de radeaux (Kamgang, 2006) (fig.2).

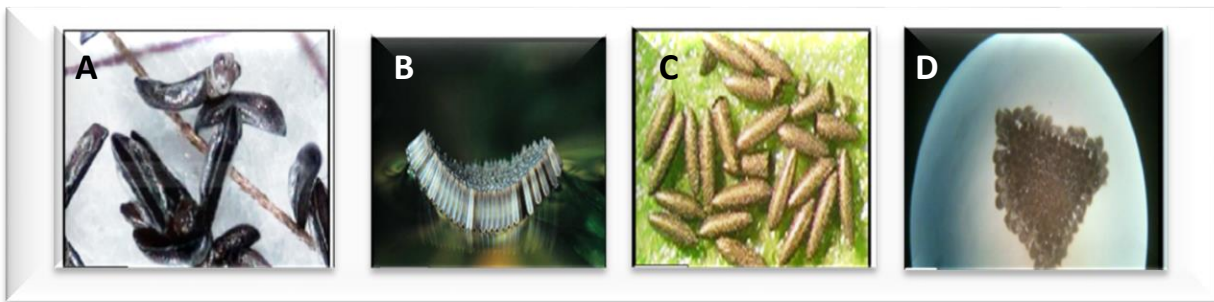


Figure 02 : Œufs des quatre genres de Culicidae (A : *Anopheles*, B : *Culex*, C : *Aedes*, D : *Culiseta*) (Mokrani, 2018 ; Bouskaya et Degachi, 2019).

I.1.3.2. Larve

La larve est aquatique, sa taille maximale est de 8 à 12mm. Elle devra muer 3 fois et respire l'air atmosphérique, de la surface grâce aux stigmates respiratoires (Guillaumot, 2005).

Le corps de la larve est divisé en trois parties principales (Fig.0 3) ;

La tête formée par trois plaques chitineuses unies par des sutures ;

- Une plaque dorso-médiane unique: le frontoclypéus.
- Deux latérales plaques symétriques: Les epicraniennes. Elle porte dorsalement une paire d'antenne, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux de futur imago) et ventralement

deux palpes maxillaires et les pièces buccales. Les plaques sont ornées des soies de morphologie variable.

- Les soies les plus intéressantes pour la diagnose se situent pour les majorités au niveau du clypeus (Anonyme, 2004a).

Le thorax est plus large que la tête et l'abdomen. Sa forme est grossièrement quadrangulaire; il est formé de trois segments soudés le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Les faces ventrales et dorsales sont ornementées de soies. L'abdomen est allongé, sub-cylindrique, composé de neuf segments individualisés dont le huitième possède un intérêt majeur taxonomique où se détache le siphon respiratoire caractérisant la sous famille des Culicinae (Sinegre, 1974) (Fig.03).

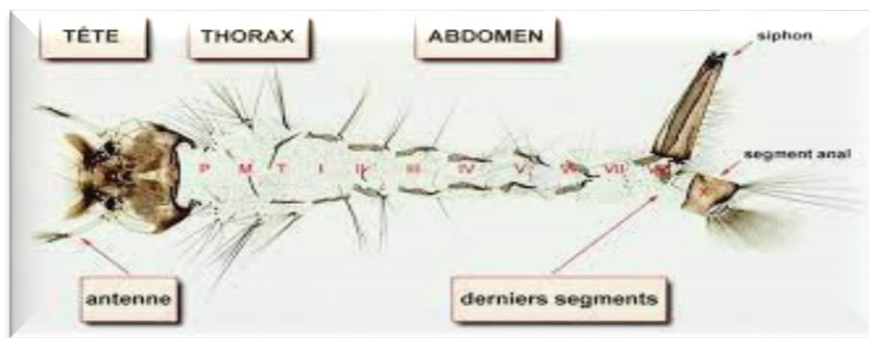


Figure 03 : Morphologie générale d'une larve de Culicidae (Brunhes et *al.*, 1999).

1.1.3.3. Nymphe

La nymphe des Culicidae, se caractérise par une tête et un thorax réunis en une seule masse globuleuse le céphalothorax. La partie postérieure effilée et recourbée constituant l'abdomen. Ce dernier donne à la forme générale de la nymphe un aspect d'une virgule ou en point d'interrogation (Rodhain & Perez, 1985). Au niveau céphalothorax se situent les ébauches des yeux et des différents appendices (Antennes, trompe, pattes, ailes) deux trompes respiratoires pro thoraciques de forme très variable, équivalents physiologique du siphon respiratoires de la larve. Elles extrêmement sensible et plonge dans l'eau au moindre mouvement perçu (Urquhart et *al.*, 1996 ; Cachareul, 1997 ; Wall, 1997). L'abdomen incurvé de 8 segments distincts, le 9 et le 10 sont très réduits, mais les 9 segments portes deux larges et plates expansions, les palettes natatoires utilisées pour les déplacements (Claude, 2003) (Fig. 04).

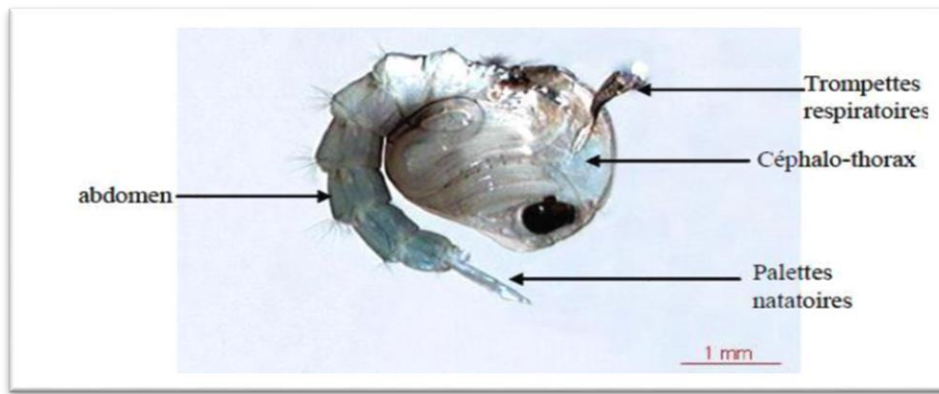


Figure04 : Morphologie générale de nymphe de *culex pipiens* (Berchi, 2000).

I.1.3.4. Adulte

Le corps du moustique adulte est composé de trois parties (Fig05): la tête, le thorax et l'abdomen.

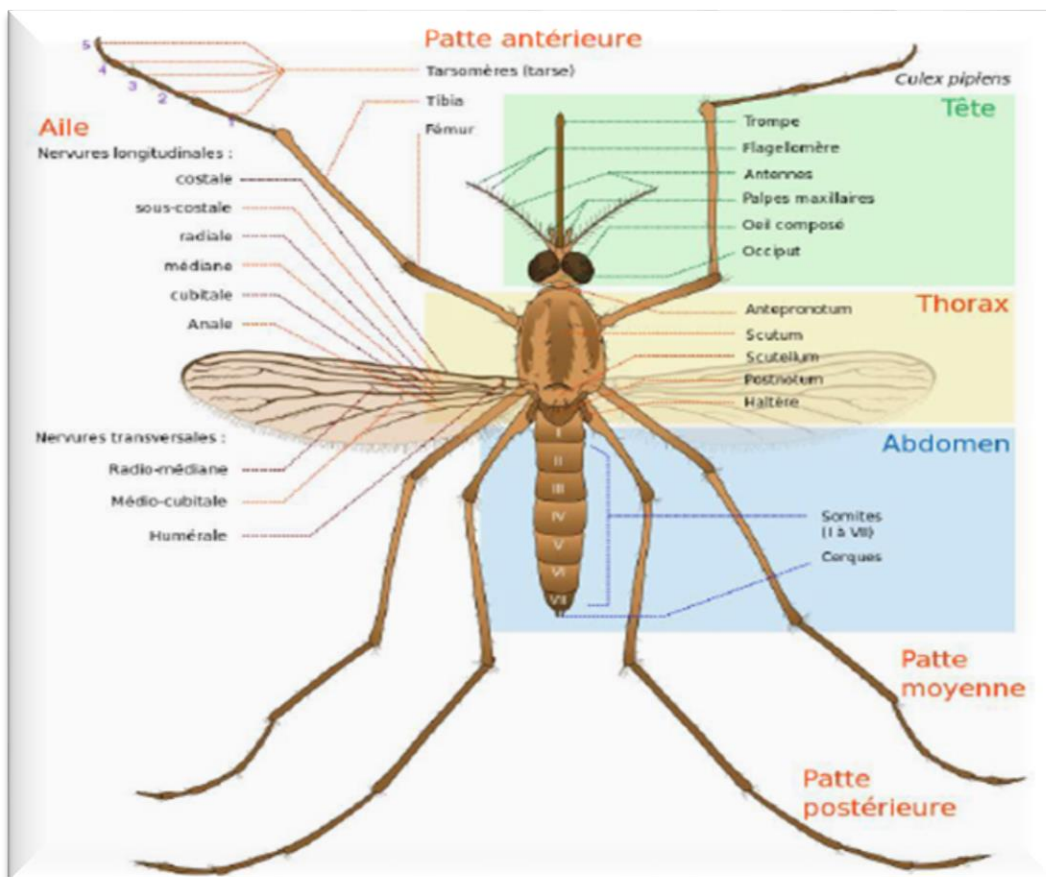


Figure05: Morphologie générale de moustique adulte (Ladyofhats, 2010).

I.1.3.4.1. Tête

La tête porte les yeux qui sont toujours nus, les antennes de 15 segments porteurs de Verticilles de soies plus longues et plus fournies chez le mâle que chez la femelle, les palpes maxillaires presque toujours longs chez le mâle et enfin le proboscis constitué d'un labium en gouttière très allongé contenant six stylets résultant de la transformation du labre, de l'hypopharynx, des mandibules et des maxilles. Ce proboscis permet à la femelle de piquer et d'aspirer le sang ; le mâle ne pique pas et possède des stylets réduits. La vestiture de la tête est composée d'écailles et de soies (Rickenbach, 1981) (Fig. 06).

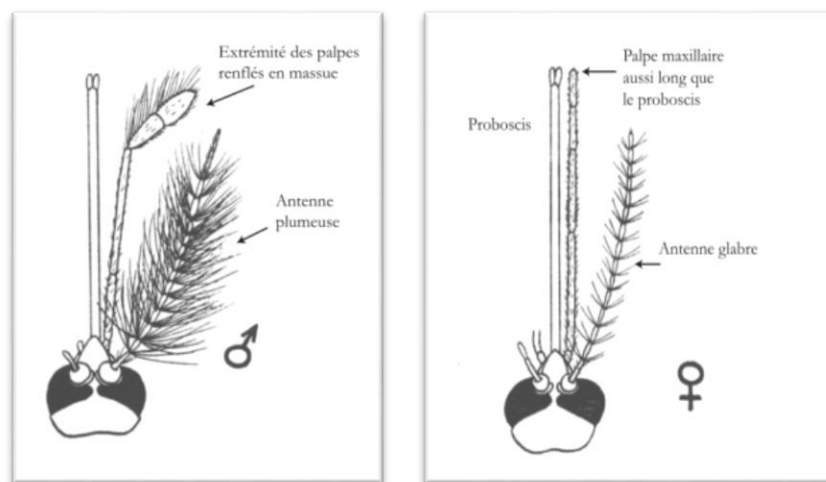


Figure 06 : Morphologie de la tête chez le moustique adulte de Culicinae (Holstein, 1949).

I.1.3.4.2. Thorax

Le thorax du moustique avec ses divers sclérotés a fait l'objet de nombreuses études parmi les principaux auteurs, il faut citer (Howard et *al.*, 1912).

Le thorax des moustiques adultes trapu est composé de trois segments soudés: prothorax, mésothorax et métathorax. Chaque segment donnant naissance à une paire de pattes. Le premier, très réduit, comporte un nutum qui comprend les lobes antérieurs (1) et postérieurs (2), sous le lobe antérieur se trouve le proépisternum. Le deuxième, très développé, porte une paire de stigmates et une paire d'ailes longues et étroites. Les ailes sont ornées de minuscules écailles qui soulignent les nervures et forment parfois des taches. On trouve aussi sur le thorax une paire de petits balanciers et un prolongement postérieur et dorsal: le scutellum. Le troisième, porte une paire de stigmates et une paire de balanciers (ou haltères). Chaque patte comprend, de sa base à l'extrémité distale, la hanche ou coxa, le

trochanter indistinct, le fémur, le tibia, et un tarse de cinq articles (Rhodain & Perez, 1985) (Fig. 07).

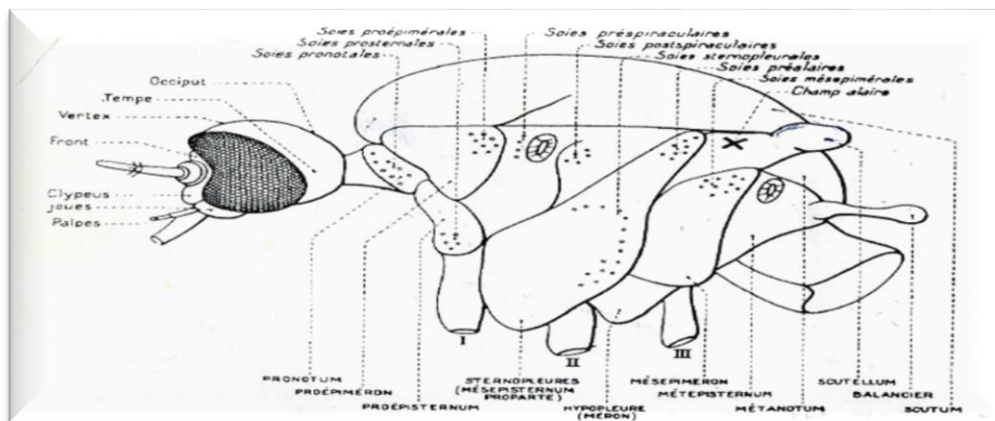


Figure 07 : Morphologie schématique de thorax de moustique (Rioux, 1958).

2.3 .4. 3. Abdomen

Composé de 10 segments dont huit seulement sont visibles extérieurement. Les sept premiers sont identiques. Les pleurites sont souples et à leurs niveaux s'ouvrent les stigmates respiratoires. L'abdomen est généralement dépourvu d'écaille. Les segments terminaux sont hautement modifiés du fait de la présence des orifices génitaux et des appendices qui y sont annexés. Chez la femelle, le dernier segment porte les cerques. L'orifice anal est dorsal par rapport à l'orifice vaginal. Chez le mâle, il existe une rotation de 180° des segments VII, IX et X. Ainsi l'orifice anal devient ventral, tandis que l'orifice génital devient dorsal. Le IX^{ème} segment est un simple anneau chitineux, sa partie ventrale présente une échancrure médiane entre deux lobes pourvus d'épines plus ou moins nombreuses. A la portion dorsale se trouve paire de volumineux crochet articulés. Chaque crochet est composé de plusieurs parties: à la base, le coxite et la partie distale, le style. Le X^{ème} segment est transparent (Anonyme, 2004a).

2.3 .4. 4. Aile

La membrane alaire, transparente, est soutenue par des nervures longitudinales et transversales délimitant entre elles les cellules dont les plus importantes au niveau systématique sont celles qui sont comprises entre les deux fourchettes radiales R2+3 et R4+5. En outre, ces nervures portent des écailles et le bord postérieur de l'aile est orné d'une frange d'écailles qui sont formés des couleurs et des dispositions variées, couvrent également les segments thoraciques et les pattes (Hegh, 1921; Becker et al., 2003) (Fig. 08).

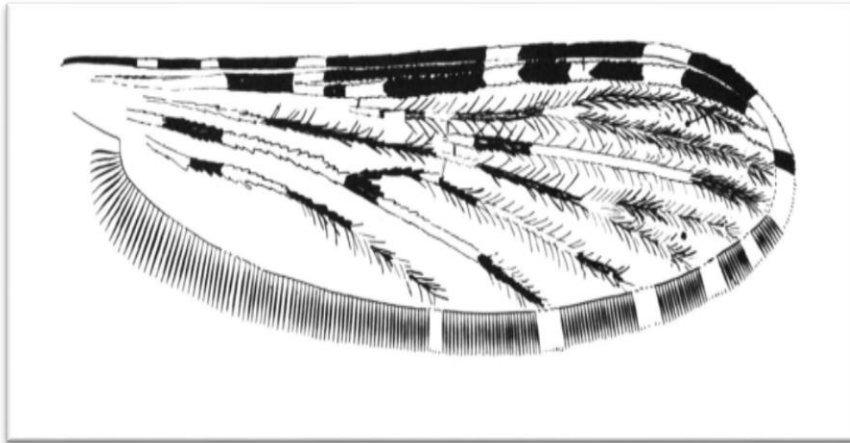


Figure 08 : la vue dorsale d'une aile droite d'*An. Marshallii* (Gillies et Meillon, 1968).

2.3 .4. 5. Pattes

Chaque patte comprend une hanche ou coxa, un trochanter; un fémur, un tibia et les trases. Ces derniers sont composés de cinq articles, dont le premier est aussi long que les quatre autres réunis, le cinquième porte parfois un empodium et deux pulvilles ainsi qu'une paire d'angles égaux, simples chez la femelle et inégaux à la première paire de patte du mâle. Les écailles des pattes dessinent des mouchetures, tâches, anneaux basaux, apicaux ou occupant toute la longueur de l'article, très utilisés dans la systématique (Bendali, 1989) (fig09).

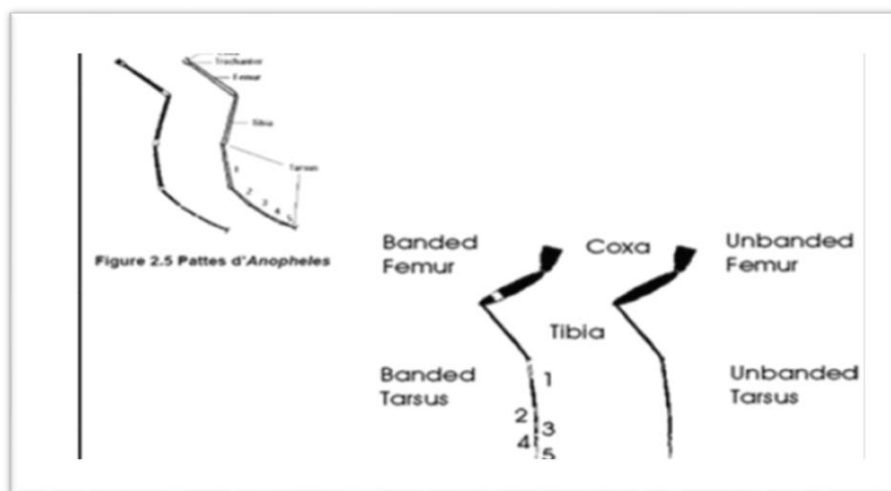


Figure 09: Structure de la patte d'un Culicidae (Boubidi, 2008).

I.1.3. Caractères différentiels entre Anophelinae et Culicinae

Les moustiques en générale présentent des différences morphologiques. Le tableau 01 ci-dessous porte des différents caractères entre ces deux familles.

Tableau 01: Caractères différentiels entre les Anophalinae et les Culicinae (Carnevale et Robert, 2009).

	Anophelinae	Culicinae	
	<i>Anophèles</i>	<i>Culex</i>	<i>Aédes</i>
Œufs	Pondus leurs œufs séparément à la surface de l'eau.	Pondus à la surface de l'eau. leurs œufs regroupés dans une masse (forme de barquette).	Pondus isolement à côté de surface de l'eau.
Larve	Au repos : parallèle sous la surface de l'eau. Stigmates respiratoires Sans siphon.	Au repos : oblique par rapport à la surface de l'eau .Siphon respiratoire± long et trapu et présence d'un peigne.	
Nymphe	Les trompettes respiratoires sont très courts.	Les trompettes respiratoires sont très longues et fermées.	
Adulte	Au repos, le corps est perpendiculaire à la surface. Femelle: Palpes maxillaires aussi longs que la trompe. Male: Palpes maxillaires extrémités renflées.	Au repos, le corps est presque parallèle à la surface. les ailes présentent un aspect uniforme, sans motif Femelles: palpes maxillaires <la trompes Males: maxillaires : extrémités effilées.	

I.2. Bio écologies des Culicidae

I.2.1. Cycle biologique des moustiques

Toutes les espèces de moustique sont des insectes à métamorphose complète (Cléments, 2000), ou holométabole, c'est-à-dire que la larve ne ressemble pas à l'adulte (Fig. 10).

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze à vingt jours (Adisso et Alia, 2005) et comprend quatre stades: œuf, larve, nymphe (pupe) et adulte, cette métamorphose se déroule en deux phases.

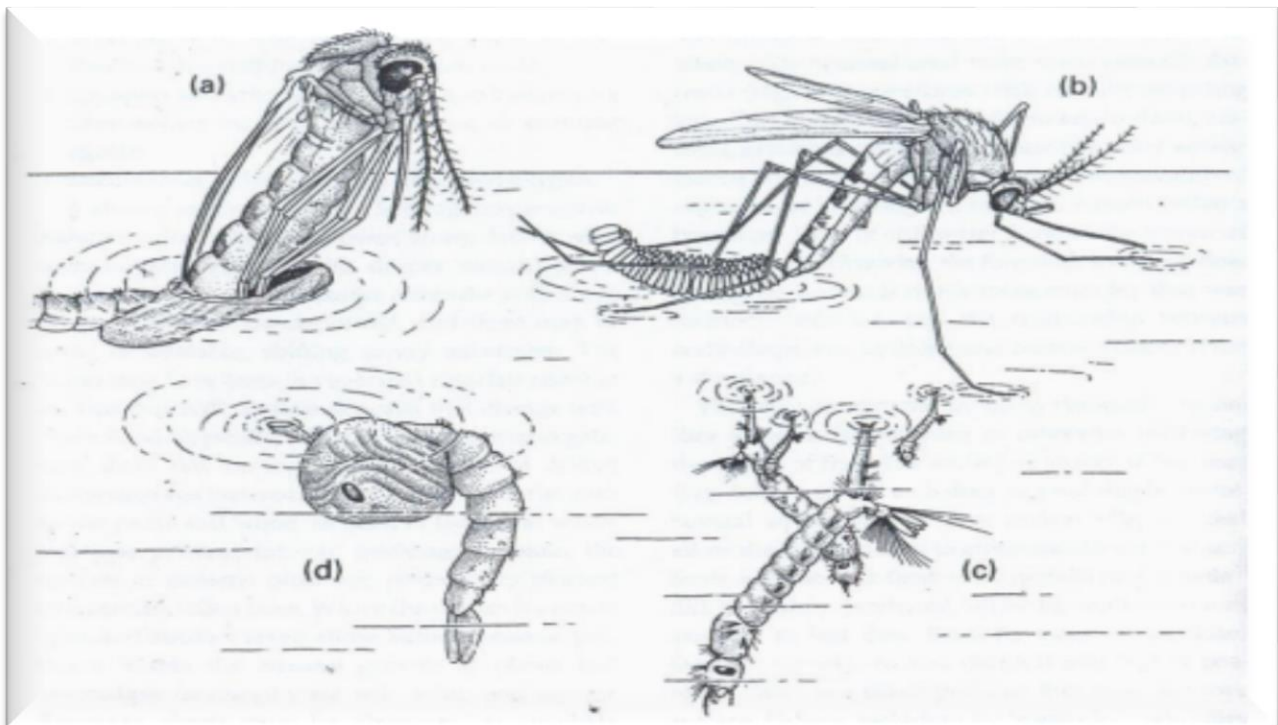


Figure 10: Cycle de développement de *Culex pipiens* : (a) adulte émergent de ses exuvies nymphales à la surface de l'eau; (b) l'oviposition d'une femelle adulte, ses œufs adhérant ensemble comme un radeau flottant; (c) les larves obtiennent de l'oxygène à la surface de l'eau par l'intermédiaire de leurs siphons respiratoires ; (d) nymphe suspendue au ménisque de l'eau, dont le contact respire l'atmosphère (Clements, 1992).

1.2.1.1. Phase arienne

Deux types de comportements sexuels sont connus : espèces sténogames quand l'accouplement peut se faire dans un espace exigu, et espèces eurygames qui ne peuvent

s'accoupler qu'en milieu naturel. Les adultes des deux (2) sexes s'accouplent en vol ou dans la végétation généralement près des gîtes de ponte. Ils ont une distance de vol d'un (1) à deux (2) km (Darriet, 1998). Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs (Guillaumot, 2006). Dès que la femelle est prête à pondre, elle se met en quête d'un gîte de ponte aquatique, pour le développement de ses larves (Ayitchedji, 1990).

I.2.1.2. Phase aquatique

La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et l'incubation dure deux (2) à trois (3) jours selon les conditions de: température du milieu, l'exposition au soleil, pH de l'eau, la nature et abondance de la végétation associée. À maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (Longueur 1à2mm) qui, jusqu'au stade 4 (Longueur de 1,5cm) se nourrissent de matières organique, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières. Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne. Au bout de six à dix jours ou plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe (Guillaumot, 2006).

La nymphe, également aquatique, mobile mais ne s'alimente pas durant toute la durée de ce stade, qui varie entre 2 à 5 jours. Elle prélève l'air atmosphérique grâce à deux trompettes respiratoires. Le stade nymphal est un stade de transition au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de très profondes transformations morphologiques et physiologiques qui l'amènent du stade larvaire, aquatique et saprophyte, à la forme adulte, aérienne et habituellement hématophage chez les femelles (Alayat, 2012) (Fig.10).

A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie: C'est l'émergence, qui dure environ de quinze (15) minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (Rodhain et Perez, 1985).

I.2.2. Ecologie des larves

I.2.2.1. Habitats larvaire

Les gîtes larvaires susceptibles de recevoir des pontes, sont constitués par des collections d'eau dont le type est extrêmement variable suivant l'espèce. Certaines espèces de

moustique sont d'ailleurs extrêmement strictes, alors que d'autre semblent très peu exigeants. C'est en effet à la femelle pondreuse que revient le choix du gîte. Ce dernier se différencie selon l'importance de sa couverture, en biotope ombragé (sciaphile) ou ensoleillé (héliophile), selon les caractéristiques chimiques de l'eau douce (dulçaquicole) ou salée (halophile) et selon la taille du gîte, grande dimension (rivage de lac, de grand fleuve) ou très petite taille (creux d'arbre, empreinte de pas, petits récipients artificiel (Rodhain et Perez, 1985).

I.2.2.2. Déplacement et la nourriture des larves

Les larves se déplacent de façon active par cascade à la surface de l'eau ou au fond de l'habitat larvaire se nourrissent de micro-organisme, d'algue, de protozoaire, d'invertébrés et de détritrus (Cléments, 2000 ; Becker et al ,2010).

I.2.3. Ecologies d'adulte

I.2.3.1. Déplacement et la nourriture

La femelle de la plupart des moustiques doit se nourrir de sang pour produire des œufs. Selon les espèces, elle s'attaque à des animaux à sang chaud ou à sang-froid. Le male ne pique pas, mais les deux sexes sont munis d'un long rostre pour aspirer le nectar des fleurs ou d'autres sources de sucre comme le miellat. On pense souvent que les moustiques sont des bestioles nuisibles qui se gorgent de sang, mais le sucre représente leur principale source d'alimentation (Anonyme, 2015b).

Deux mouvements sont possibles lors du déplacement des adultes : un processus de diffusion (local) dû aux mouvements de recherche autonomes volontaires des adultes, et des mouvements d'advection (globaux) interprétés comme le résultat de mouvements involontaire. Les mouvements volontaires sont soumis à des phénomènes d'attraction ou de répulsion. Ces mouvements sont généralement liés au cycle trophogonique (repas de sang, repos pour la maturation des œufs, ponte) (Cléments, 1999).

Les mouvements involontaires sont soumis à des facteurs abiotiques, en particulier le vent. Il a un effet mécanique induisant le transport passif d'insectes. Les courants de vent peuvent être responsables d'un mouvement d'advection de grandes masses de moustiques transportées sur plusieurs kilomètres (Jetten et Takken, 1994).

I.3. Maladies à transmission vectorielles (M.T.V)

Les maladies à transmission vectorielle sont maladies pour lesquelles l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) est transmis d'un individu infecté (un hôte vertébré: homme ou animal) à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode (insecte, tique) hématophage. Ces maladies, notamment les maladies humaines comme le paludisme ou la dengue, contribuent de façon majeure à l'impact global des maladies dans le monde (O.M.S, 2004). La production animale est également souvent sérieusement affectée par des maladies vectorielles comme la trypanosomose animale, la fièvre de la vallée du Rift ou la fièvre catarrhale du mouton (OIE, 2003).

Les genres *Aedes*, *Culex*, *Eretmapodites*, *Mansonia* et *Anopheles* contiennent la majorité des espèces qui s'attaquent à l'homme (Balenghien, 2006).

I.3.1. Maladies parasitaire

I.3.1.1. Paludisme (Malaria)

Le paludisme est la parasitose la plus importante au monde avec 300 à 500 millions de malades et 1,5 à 2,7 millions de décès par an. L'Afrique sub-saharienne enregistre à elle seule plus de 90% des cas et des décès. Le paludisme est causé par la piqûre infectante d'un moustique femelle du genre *Anopheles*; ce moustique inocule à l'homme au moment de la piqûre, des sporozoïtes de *Plasmodium* (Fig. 11). Il existe quatre espèces plasmodiales humaines: *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* et *P. ovale*. Il a été observé, de façon inconstante mais à plusieurs reprises, que *P. falciparum* et *P. vivax* pourraient s'exclure mutuellement d'une manière très efficace (Rogier, 2001).

- **La transmission de la maladie**

La transmission du paludisme est exclusivement liée aux piqûres de moustiques *Anopheles*. L'intensité de la transmission dépend de facteurs liés au parasite, au vecteur, à l'hôte humain et à l'environnement (O.M.S, 2013). La contamination interhumaine est possible, d'une femme enceinte infectée à son enfant (voie trans-placentaire) ou par transfusion sanguine (Institut Pasteur, 2021).

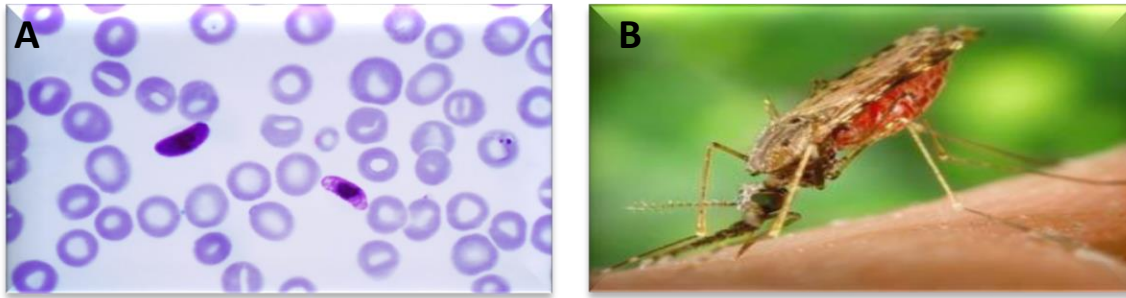


Figure 11 : A : Parasite de *plasmodium falciparum* (Anonyme A), B : *Anopheles Albimanus* (Manguin, 2013).

I.3.1.2. Filariose

Les aspects de filariose lymphatique, ou éléphantiasis ont de graves incidences psychologiques et sociales (Sciama, 2006). L'infection se produit lorsque les parasites filaires responsables de la maladie sont transmis à l'homme par des moustiques. Lorsqu'un moustique porteur des larves ayant atteint le stade infectant pique une personne, les parasites pénètrent dans la peau à la suite de cette piqûre. Les larves migrent alors vers les vaisseaux lymphatiques où elles se développent pour devenir des vers adultes dans le système lymphatique humain (O.M.S, 2014).

- **Cause et la transmission**

Les vers filiformes parasitaires nommés filaires, appartenant aux espèces *Wuchereria bancrofti* (fig.12) et *Brugia malayi* provoquant la filariose lymphatique, vivent presque exclusivement chez l'homme où ils se logent dans le système lymphatique, les réseaux de ganglions et de vaisseaux qui maintiennent l'équilibre hydrique délicat entre le sang et les tissus et qui sont un élément essentiel de la défense immunitaire de l'organisme. Ils vivent de 4 à 6 ans en produisant des millions de microfilaires immatures, des larves minuscules, qui circulent dans le sang (Anonyme, 1998). Ces microfilaires sont transmises uniquement par des moustiques de différents genres (*Culex*, *Anopheles*, *Aedes* et *Mansonia*), mais le plus important est *Culex quinquefasciatus* (Callot et Helluy, 1958; Eldrige et Edman, 2000).

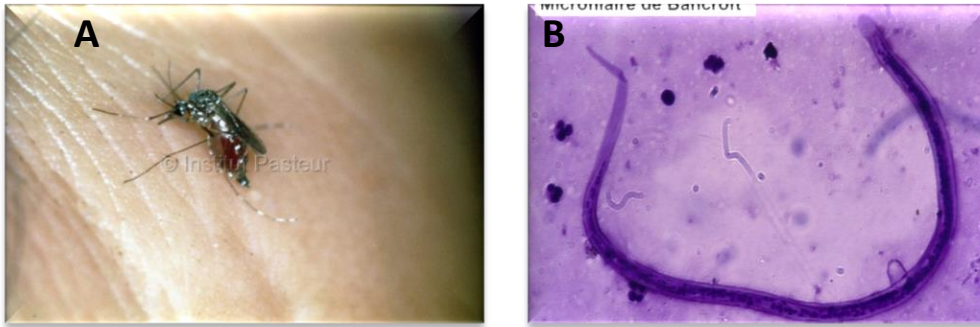


Figure 12 : A; Vecteur de la maladie *Aedes polynesiensis* (Institut Pasteur, 1998), B; Microfilarie *Wuchereria bancrofti* colorée au MGG, technique goutte épaisse (Anonyme).

I.3.2. Maladies virale

I.3.2.1. Dengue ou la fièvre tropicale

La dengue est une maladie humaine des zones urbaines dont l'agent étiologique est un flavivirus, transmis à son hôte par piqûre du moustique domestique *Aedes aegypti*. Les virus DEN se classent en quatre types sérologiquement distincts (1 à 4). Aucune corrélation n'a pu être établie entre une infection par un sérotype particulier du virus de la dengue et la sévérité de la maladie (McBride, Bielefeldt-Ohmann, 2000).

- **Cause et transmission**

La dengue est due à un virus de la famille des Flaviviridae, dont on distingue quatre sérotypes, étroitement apparentés (DENV-1, DENV-2, DENV-3 et DENV-4). On pense que la guérison entraîne une immunité à vie contre le sérotype à l'origine de l'infection. En revanche, l'immunité croisée contre les autres sérotypes après guérison n'est que partielle et temporaire. Des infections ultérieures (secondaires) par d'autres sérotypes accroissent le risque de survenue d'une dengue sévère (O.M.S, 2021).

Le moustique *Aedes aegypti* (Fig. 13) est le vecteur le plus compétent pour la transmission du virus à l'homme (Rodhain et Rosen, 1997). Une fois contaminé, l'homme devient temporairement porteur du virus et peut contaminer de nouveaux moustiques. La grande majorité des infections dues au virus de la dengue se caractérisent cependant par l'absence de symptôme. Ceci limite potentiellement les effets des mesures de contrôle de l'épidémie, notamment lorsque celles-ci sont déclenchées à la seule déclaration des cas, donc symptomatiques (Ooi et al., 2006).



Figure 13: Vecteur de la dengue *Aedes (Ae. aegypti)* (CDC ,2006).

I.3.2.2. Virus de Nil Occidental (V.W.O)

La fièvre du Nil, ou fièvre du Nil occidental, ou fièvre à virus West Nile, est une infection virale transmise par les moustiques à partir d'un réservoir constitué par certaines espèces d'oiseaux. Depuis l'année 2000, cette infection est de plus en plus fréquemment observée dans les régions méditerranéennes, avec de fortes variations de fréquence selon les années (Anonyme, 2021). En Algérie, le virus West Nile a provoqué une épidémie importante dans la région de Timimoune en 1994, des cas isolés d'encéphalites chez l'homme avec des cas mortels sont rapportés par le (Zientara et al, 2002).

- **Cause et la transmission**

La fièvre à VWN est un flaviviridae du genre Flavivirus qui a révélé l'implication des moustiques de genre *Culex* (Fig. 14) comme vecteurs principaux et des oiseaux comme principaux hôtes amplificateurs qui développent une virémie suffisante pour permettre l'infection des moustiques lors de la prise du repas de sang. Après une période d'incubation extrinsèque, le moustique peut infecter d'autres oiseaux. Ainsi, le virus est maintenu dans un cycle en zootique « oiseau-moustique oiseau » (Work et al, 1953, 1955; Hurlbut, 1956 ; Taylor et al., 1956). Les oiseaux migrateurs assurent l'introduction du virus d'Afrique vers les zones tempérées, en Afrique du Nord et en Europe (Zeller, 1999).



Figure 14 : Moustique femelle de genre *Culex* vecteur de VNO (Manguin, 2013).

I.3.2.3. Fièvre de Vallée de Rift (F.V.R)

Selon (O.M.S, 2018), la fièvre de la Vallée du Rift est une zoonose virale qui touche principalement les animaux mais qui peut aussi contaminer l'homme. L'infection peut provoquer une pathologie sévère tant chez l'animal que chez l'homme. Elle entraîne également des pertes économiques considérables, liées à la mort et à l'avortement des animaux dans les troupeaux infectés.

- **La cause et transmission**

La fièvre de la vallée du Rift est une maladie due à un arbovirus appartenant au genre *Phlebovirus* et à la famille des Bunyaviridae. Les virus de la famille des Bunyaviridae sont des virus à ARN simple brin de polarité négative. (King et *al.*, 2011) (Fig.15).

Elle fait intervenir des moustiques du genre *Aedes* et /ou *Culex* (Figure13 et 14). Les femelles sont capables de transmettre le virus à leurs descendants (transmission verticale). Les œufs sont capables de résister à la dessiccation durant de longues périodes jusqu'à la saison des pluies suivantes. A la mise en eau, les œufs infectés éclosent et donnent des adultes infectés. Lors d'un repas sanguin, la femelle transmet par piqûre le virus aux animaux sauvages ou domestiques. C'est le cycle en zootique. Les animaux infectés vont servir de source de contamination pour les moustiques et vont être à l'origine d'épizootie et/ou d'épidémie (Pretorius et *al.*, 1997).

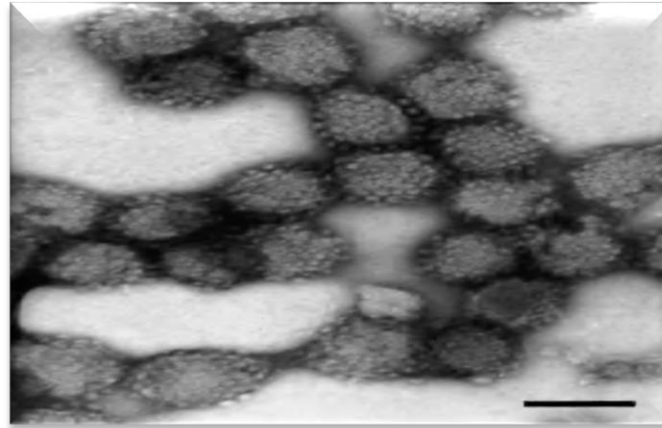


Figure 15 ; Image en microscope électronique de particule virale de FVR (King *et al.*, 2011, courtesy of A. Freiburg and R. Flick).

I.4. Lutte anti vectorielle contre les moustiques

La lutte anti-vectorielle est l'ensemble de moyens chimique, physique et biologique qui visent la limitation des vecteurs et qui permettent de maintenir leurs populations en dessous de la densité vectorielle critique (Himmi *et al.*, 1998). L'efficacité d'une lutte dépend de la solidité de ses bases écologiques en particulier, de la connaissance de la variation spatio-temporelle, du développement et de l'activité de ses insectes (Lounaci, 2003).

Aujourd'hui deux méthodes complémentaires de lutte sont développées :

- 1-** la réduction de la charge parasitaire à travers le dépistage et/ou le diagnostic afin de mettre en place un traitement adapté chez les personnes infectées.
- 2 -** la réduction des populations de vecteur et du contact homme-vecteur à travers la lutte anti-vectorielle (Poinsignon, 2008).

I.4.1. Objectif de la lutte anti vectorielle

La diminution de la morbidité et de la mortalité palustre grâce à l'abaissement du taux d'inoculation entomologique. L'inoculation nécessitant la présence du vecteur infecté, les méthodes actuelles visent principalement la réduction du contact homme vecteur, la densité du vecteur et la durée de vie du vecteur adulte (O.M.S, 2004a).

I.4.2. Différentes méthodes de la lutte

I.4.2.1. Lutte physique (mécanique)

L'action physique consiste généralement à entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux, d'aménagement de l'écoulement ou de modification physique par d'autres moyens (O.M.S, 1974).

La lutte mécanique consiste à limiter la population de moustique mécanique par des moyens plus ou moins technique, le plus simple étant d'éliminer les gîtes larvaires en drainant les marais et en limitant les points d'eau stagnante comme les soucoupes des pots de fleurs. Mais il existe aussi des études plus moins abouties d'installation de pièges à moustique fonctionnant CO₂, à l'électricité (Goulu, 2015).

I.4.2.2. Lutte chimique

La lutte chimique consiste à l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustique. Les compositions utilisées au début contre les organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux de dérivés pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de Plantes comme la nicotine (Philogene, 1991).

La lutte larvicide vise à éliminer les moustiques au stade larvaire, par l'utilisation des produits chimique spécifique. Cependant, contrairement à certains traitements anti larvaire (Bti ou spinosad), les insecticides ne peuvent être utilisés dans les eaux consommés par les populations humaines. Il s'agit donc de traitement employés dans le cas de gîtes permanents généralement dans les zones agricoles. Ces insecticides sont essentiellement des orgnophosphorés, le fenthion étant utilisé contre les moustiques *Culex*, le chlorpyrifos, étant plus efficace dans l'eau polluée et le témephosservant généralement contre les larves d'*Anopheles* (Carnevale et Robert, 2009).

Un adulticide est un type d'insecticide utilisé pour tuer les moustiques adultes. Certains adulticides tuent immédiatement les moustiques adultes et d'autres continuent de tuer les moustiques sur de plus longues périodes. Lorsqu'ils sont utilisés conformément aux instructions de l'étiquette du produit, les adulticides ne nuisent pas aux personnes, aux animaux domestiques ou à l'environnement (CDC, 2020).

Les insecticides actuels se répartissent en cinq familles principales qui sont: les organochlorés, les organophosphorés, les carbamates, pyretrinoïdes et les nicotiniques (Ramade, 2005).

- **Organochlorés**

Les insecticides Organochlorés, sont des molécules qui contiennent au moins une liaison carbone – chlore. En raison de leurs effets toxiques, la plupart de ces composés ont été interdits d'utilisation (Bouraie et *al.*, 2011) dont la Convention de Stockholm (Wong et *al.*, 2005 in Wang et *al.*, 2011) prévoit la destruction des stocks.

Certains organochlorés sont encore utilisés dans les pays à économie en développement et en transition, en partie pour le contrôle des vecteurs de maladies en santé publique et dans les programmes de santé animale (Mackenzie, 1994 in Benaboud et *al.*, 2014).

- **DDT**

Le dichloro-diphényl-trichloréthane (DDT) est un composé qui présente une grande solubilité dans les solvants organiques, les graisses et le pétrole. La combinaison de ses trois propriétés (répulsivité, irritabilité et toxicité) vis-à-vis des moustiques lui a valu sa place dans les programmes de lutte contre le paludisme. Le DDT agit en perturbant l'ouverture des canaux sodium le long de l'axone chez l'insecte qui meurt après hyperexcitation, convulsions et paralysie. L'OMS ne recommande son usage que pour la lutte anti vectorielle et sous la forme de pulvérisations intra domiciliaires à effet rémanent (appliquées uniquement sur les murs des habitations) (O.M.S, 2004b).

- **Organophosphorés**

Il y'a plus de deux cents composés de ce groupe homologués dans le commerce. Les premiers comme le parathion étaient extrêmement toxiques pour l'homme.

- **Carbamates**

Peu de produits de ce groupe sont utilisés en santé publique. Instables en milieu aqueux, ils ne peuvent être utilisés que comme larvicides, et leur action est dirigée contre les adultes. Ce sont des composés instables qui se décomposent dans l'environnement dans des semaines ou mois. Couramment utilisés comme sprays de surface ou dans les appâts dans la lutte contre les parasites domestiques.

- **Pyréthrinoïdes**

Sont des insecticides chimiques synthétiques. Leur structure chimique est adaptée à celles des pyréthrine. Ce sont des insecticides botaniques naturels extrait de solvant de fleurs séchées de *Chrysanthemum cinerariaefolium*: espèces retrouvés essentiellement en Afrique et en Australie. Les ingrédients actifs de pyrèthre sont appelés pyréthrine altèrent les fonctions nerveuses, ils sont peu résistants et peu stables dans l'environnement (Aligon et al., 2010).

I.4.2.3. Lutte génétique

La lutte génétique s'appuie sur la connaissance du patrimoine génétique du moustique afin d'en modifier une séquence. Ces manipulations ont pour but de limiter les populations de Culicidae par l'introduction de moustiques stérile ou porteurs des gènes létaux les générations suivantes. Pour la plupart à l'état d'études expérimentales, elles représentent néanmoins un ensemble de méthodes alternatives et prometteuses de contrôles des populations de moustique, notamment dans le contexte actuel de prise de conscience environnementale (Goulu, 2015).

I.4.2.4. Lutte biologique

L'action contre les larves de moustiques par des agents naturels consiste à détruire les larves ou à empêcher leur développement par l'utilisation de forces naturelles animées ou inanimées (O.M.S, 1974).

La lutte biologique consiste à introduire, dans le biotope des moustiques, des espèces qui sont leurs ennemis, tels que microorganismes ou prédateurs naturels des larves de moustiques les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques et les poissons larvivores.

- Les prédateurs naturels des larves de moustique : les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques et les poissons larvivores. Le plus représentatif est Gambusia.
- Affinis, connu aussi sous nom de faux-guppy. Très efficace contre les moustiques, notamment du genre *Culex* et *Anopheles*, ce petit poisson survit dans de nombreuses conditions de salinité, d'oxygène et la turbidité.
- Les microorganismes pathogènes : *Bacillus thuringiensis israeli* (Bti) sérotype H14, est une bactérie à Gram positif qui, en sporulant, produit une toxine mortelle pour les

larves, en particulier du genre *Aedes*. N'étant pas dangereuses pour les autres insectes ou pour les organismes aquatiques, elle est spécifique aux moustiques et aux mouches (Goulu, 2015).

- Les extraits des plantes: L'utilisation des extraits de plantes comme insecticides est connue depuis longtemps. Les extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement sur les moustiques. C'est des sources de molécules naturelles présentant et du monde animal (Guarrera, 1999). Au Maroc, l'utilisation de plantes contre les invasions de moustiques est une pratique très courante surtout dans des zones rurales (Fanny, 2008).

Chapitre II

Présentation de la zone d'étude

Dans ce chapitre deux aspects sont présentés, d'une part la situation géographique des régions prises en considération à savoir Abi Youcef de Aine El Hammam et Bouzeguene et d'autre part les facteurs abiotiques et biotiques associés à ces régions:

II.1. Situation géographique des régions d'études

II.1.1. Région d'Abi Youcef à Ain El Hammam

C'est une commune appartenant à la Daïra in el Hammam. Elle est située au sud de la willaya de Tizi Ouzou, à 5 Km au sud de la ville Ain el hammam et à 20Km au nord-est d'Akbou (willaya de Bejaia). Sa superficie est 16,86Km² (36° 33' 5" Nord, 4° 20' 0" Est). Cette région se trouve à une altitude de 1055 m. Elle se limitée au sud et l'ouest par la commune Akbil, et à l'Est Iferhounene (Anonyme, 2021b) (Fig.16).

II.1.2. Région de Bouzeguene

C'est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou, dans la région de grande Kabylie en Algérie. Elle se situe à 70 km au Sud-est de la ville de Tizi Ouzo et à 27 km à l'est d'Azazga et à 38 km au nord d'Akbou. Elle s'étend sur une superficie de 66,90 km² (4° 33' à 4° 37' E; 36° 33' à 36° 37' N). Elle se trouve à une altitude de 600 - 800 m. La région d'étude est située sur le versant Sud-Est de la chaîne côtière dans sa zone de jonction avec le massif du Djurdjura (C.R.E.A.D, 1987) (Fig.16).



Figure16 : Situation de géographique de la zone d'étude (Meddour et Derridj, 2010).

II.2. Facteurs écologiques

Les facteurs écologiques comportent les facteurs abiotiques et les facteurs biotiques :

II.2.1. Facteurs abiotiques

Ce sont des facteurs physico-chimiques du milieu, tel que les éléments du climat, du sol, etc... Qui exercent une influence sur les êtres vivants. Ils ne dépendent pas des organismes vivants ils sont de nature chimique ou physique climatique, hydrologique, et édaphique (Mbakwiravyo, 2009).

II.2.1.1. Caractéristiques Climatique

Le climat est un facteur de première importance dans l'étude de l'éco-biologie des espèces (soit dans la vie ou l'évolution d'un écosystème) (DAJOZ, 1972). Dans la zone d'étude, le climat est qualifié de variante de type méditerranéen et les climatologues admettent que ce type de climat est caractérisé par la répartition irrégulière des pluies au long de l'année avec une saison pluvieuse et froide qui s'étend d'octobre à mai, et d'une saison chaude et sèche qui se prolonge de juin à septembre. Les principaux facteurs qui caractérisent la région d'étude pris en considération sont la température, la pluviométrie, et l'humidité.

II.2.1.1.1. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition des espèces dans la biosphère (Mbakwiravyo, 2009). Le tableau 02 renferme les valeurs des températures moyennes, maximales et minimales enregistrées sur une période de 10 ans allant de 2010 à 2020 notées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Tableau 02 : Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales de la ville de Tizi Ouzou durant une période de 10 ans allant de 2010 à 2021.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
T.M.M °C	10	11	13	17	21	26	30	29	26	22	14	11
T. m. M°C	03	03	06	08	10	14	17	19	16	12	8	4
T= (M+ m)/2	6.5	7	9.5	12.5	15.5	20	23.5	24	21	17	11	7

(O.N.M. Tizi-Ouzou, 2020)

T.M. M : Température maximal. Moyenne.

T. m. M : Température minimale moyenne.

T : Température moyenne mensuelle en degré Celsius.

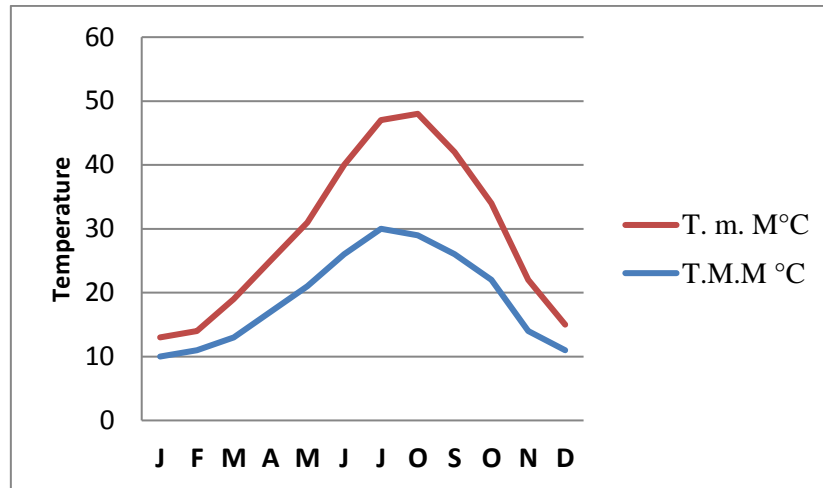


Figure 17 : Graphe de température maximale et minimale dans la période 2010-2020.

D'après la figure 17, le mois le plus chaud enregistré dans les deux régions d'étude est celui de juillet avec une valeur égale à 30 °C. Par contre le mois le plus froid est celui de janvier et février avec une valeur égale à 3°C, la température minimale et maximale diminuent respectivement de 0,4° et 0,7° pour chaque augmentation de 100 mètres d'altitude.

II.2.1.1.2. Précipitation

Selon (Ramade, 1984) la pluviométrie constitué un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres.

La pluviométrie permet l'humidification du sol sur lequel vont se formé des gîtes favorables à la pullulation des Culicidae. Les pluies saisonnières ont une influence plus importante sur les invertébrés (Kwok et Corlett, 2001). Les premières pluies importantes représentent un facteur déclenchant brutalement le vol de certains insectes et certainement bien des éclosions (Gillon. Y et Gillon. D, 1973). La période de pluviométrie jeu un rôle dans le développement des moustiques plus essentielle que la quantité de pluie, puisque les gîtes doivent être stables, du dépôt des œufs à l'émergence de l'adulte (Coulibaly, 2007). Les valeurs de précipitations mensuelles du la wilaya de Tizi ouzo durant l'année 2010 à 2020 sont remarquées dans le tableau 03suivant.

Tableau 03 : Valeurs de précipitations mensuelles du la wilaya de Tizi ouzo durant l'année 2010 à 2020.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Précipitations mm	131.3	115.3	107.0	65.	39.	13.9	1.8	4.5	29.2	61.0	125.3	105.2
	5	5	2	5	4	4	3	4	6	4	6	2

(O.N.M. Tizi Ouzou ,2020)

Les valeurs des précipitations les plus élevés sont enregistrés pour le mois de janvier avec 131.35 mm de pluies, c'est le mois le plus pluvieux, tandis que les quantités de précipitations les moins élevées sont signalées au mois de juillet avec 1.83mm de pluies.

II.2.1.1.3. Humidité

La saison humide débute de l'automne à l'hiver et se prolonge jusqu'au printemps et l'humidité relative de l'air varie d'une saison à l'autre, elle peut même varier au cours d'une journée du matin à l'aube, l'humidité peut être supérieure à 80%, elle diminue notamment, dès que le soleil se lève et descend, quelque fois au-dessous de 30% (Beloucif et Meghenine, 2010). Les données relatives à l'humidité de l'aire sont mentionnées dans la figure18.

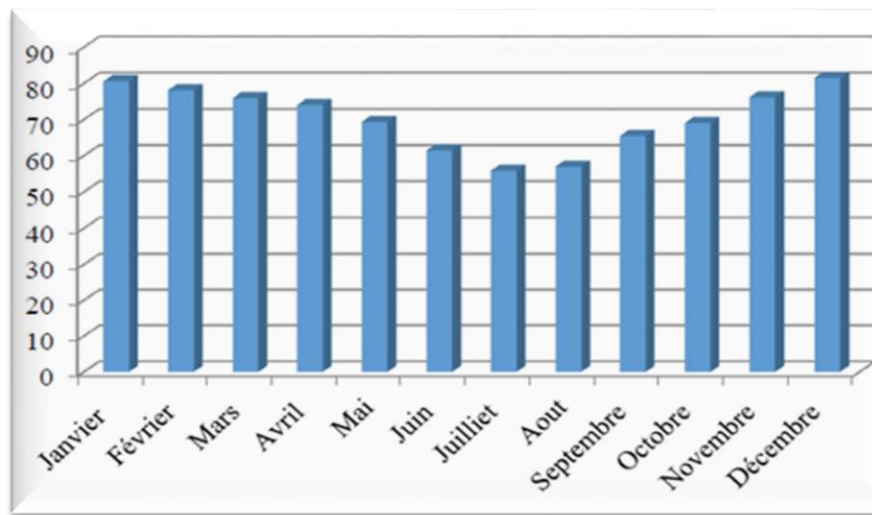


Figure 18 : valeur de l'humidité enregistré pendant la période 2010-2020. (O.N. M. Tizi-Ouzou ,2020).

II.2.1.1. 4. Synthèse climatique

Afin de pouvoir caractériser le climat d'une localité ou d'une région donnée de nombreux indices, formules et expressions graphique sont proposées. Ces formulations font toutes intervenir les températures et les précipitations comme principales variable (Locuste et Salomon, 2001).

Les deux facteurs sont utilisés pour élaborer le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson et le climagramme pluviométrique d'Emberger.

II.2.1.1.4.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Le diagramme permet de visualiser et de quantifier les périodes sèches et humides en tenant compte de la relation $P \leq 2T$. Deux courbes superposées sont ainsi obtenues. La période sèche apparaît dès que la courbe pluviométrique descend en dessous de la courbe thermique (Ramade, 2009).

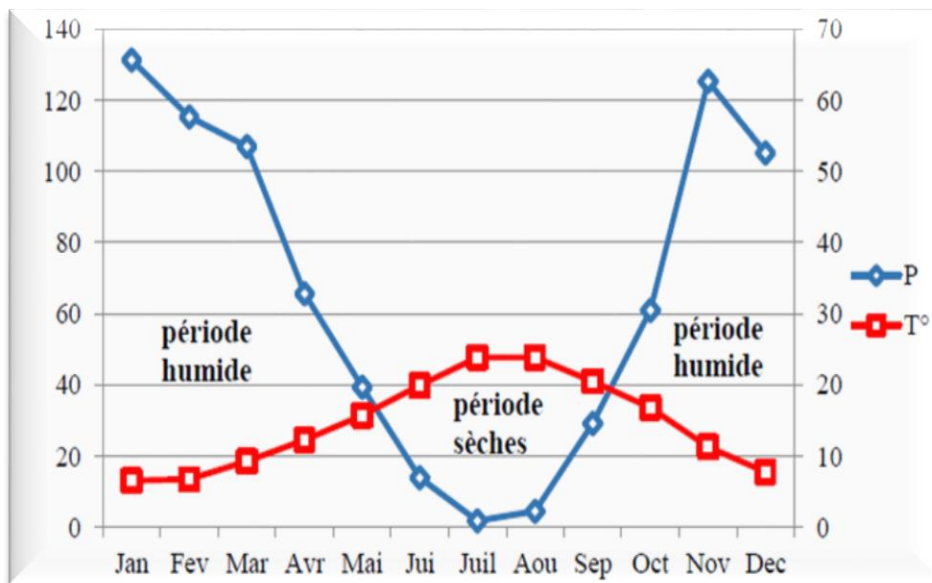


Figure 19 : Diagramme Ombrothermique de la région d'étude pendant 2010-2020.

Dans le cadre de la présente étude, c'est le diagramme Ombrothermique de l'année 2010 à 2020 de la région de Tizi-Ouzou qui est pris en considération. Deux périodes se dégagent, l'une sèche qui s'étale sur quatre mois (de la fin de mai jusqu'au début de septembre) et la période humide qui s'étale sur huit mois (Fig. 19).

II.2.1.1. 4.2. Climagramme pluviométrique d'Emberger

Emberger (1955) a proposé un quotient pluviométrique et un Climagramme qui permet de distinguer les différents étages climatiques méditerranéens (humide, sub-humide, semi-aride, aride et saharien) ainsi que les variantes de chaque étage (hiver froid, frais, tempéré, et chaud).

Ce quotient est calculé à partir de la formule suivant Stewart (1969):

Q₃ : Quotient pluviométrique d'Emberger.

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm.

$$Q_3 = 3.43 \frac{P}{M - m}$$

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

P=784mm ; M=24.14°C ; m= 2°C ; D'où Q₃= 121.46.

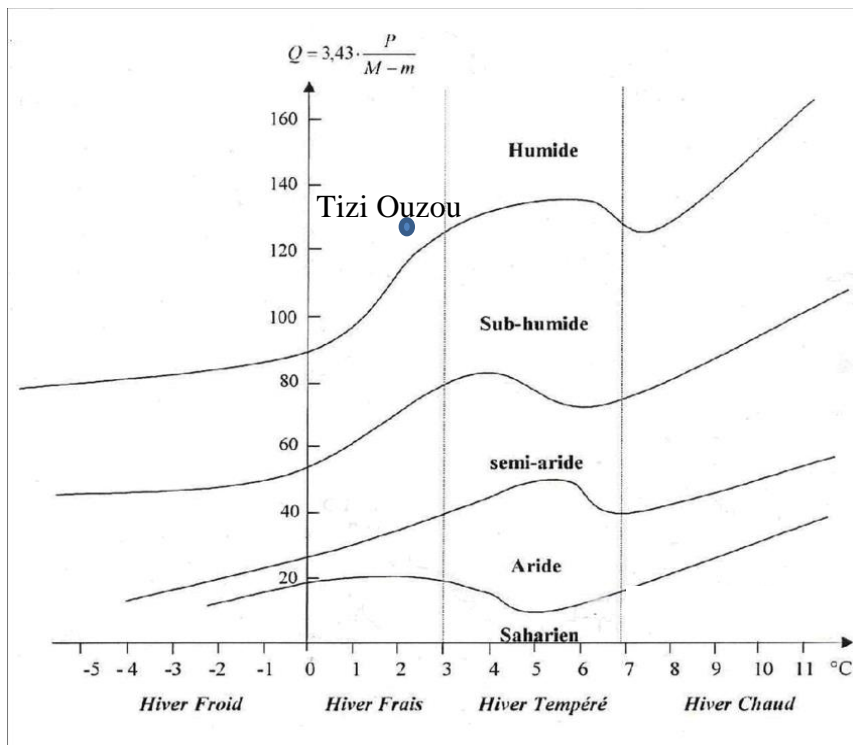


Figure 20 : Climagramme pluviométrique d'Emberger pendant 2010-2020.

II.2.1.2. Caractéristique hydrologique

Le climat et le relief du versant sud-est de la chaîne côtière allant jusqu'au massif de Djurdjura, offrent une très grande richesse en eau. Les débits des torrents et des cours d'eau qui descendent des flancs montagneux, sont élevés durant la période pluvieuse. Le réseau hydrographique de la région d'Ain El Hammam est caractérisé par un Oued permanent (Oued Djemâa), qui parcourt 3Km du territoire communal et prend sa source à Ait Hemsî au sud et s'écoule de la commune de Beni Yeni. Les Oueds temporaires se forment sur les versants à la fonte des neiges ou les fortes pluies, dont l'Oumalou, qui parcourt le territoire de la commune dans sa partie Nord-Ouest et qui rejoint l'Oued Djemâa au niveau de la limite Ouest avec la commune de Beni Yani (P.D.A.U.A.E.H, 2011).

II.2.2. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques représentent l'ensemble des peuplements végétaux et animaux, y compris le monde des microorganismes, pouvant par leur action entretenir ou modifier le fonctionnement de l'écosystème (Faurie et *al*, 2012).

Dans ce paragraphe, les données bibliographiques concernent la végétation et la faune de la région d'étude.

II.2.2.1. Richesse floristique

La végétation joue un rôle important dans la répartition des espèces, elle constitue une sorte d'encrent entre l'insecte et les conditions de son environnement (VIAL, 1974) Cité par (Ould el Hadj, 2004).

La végétation prend les formes du maquis et de la forêt, Elle varie en fonction de l'altitude et présente un étagement visible de type méditerranéen :

En altitude supérieur à 1100 m, les sommets sont dénudés ou couverts à quelques endroits par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants : ronces (*Rubus sp*) et genets (*Genista sp.*). On note aussi la présence de quelques pieds de cèdre épars (*Cedrus atlantica*). En aval, aux altitudes inférieures à 1100 m, la végétation est constituée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), de frêne (*fraxinus sp.*) et de quelques pieds d'érables (*Acer sp.*). Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement excessif des eaux en été (Haouchine, 2011). Entre 600 et 800 m d'altitude, on rencontre l'olivier (*Olea*

europa) sur les terrasses alluviales anciennes et des cultures maraichères sur les basses terrasses d'alluvions récentes (Haouchine, 2011).

II.3.2. 2. Richesse faunistique

Les massifs kabyles abritent de nombreux mammifères sauvages parmi lesquels le chacal doré, macaque berbère (ou singe magot), la mangouste, la genette, le porc-épic, le sanglier, l'hyène rayée, la belette, le renard roux, le lièvre brun et hérisson d'Algérie sont signalés dans les parcs du Djurdjura et de Taza, le lapin de garenne à Taza et Gouraya et le lynx caracal à Gouraya et dans le Djurdjura (Anonyme 2021).

Les sommets de la région sont le gîte de plusieurs espèces de oiseaux. On distingue le Canard siffleur (*anas Penelope*) Canard colvert (*Anas platyrhynchos*), Cigogne blanche (*Ciconia Ciconia*) Sittèle Kabyle (*sitta ledanti*) Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaetus*); Pic épeiche (*Dendrocopos minor numidus*) et Aigrette garzette (*Egretta garzetta*). Dont sitelle Kabyle, l'aigle de Bonelli, le vautour fauve, la chouette hulotte et le hibou grand-duc; dans le Djurdjura se rencontrent encore le gypaète barbu et le percnoptère d'Egypte; l'aigle royale et le faucon crécerelle, également présents à Taza; et la buse féroce, signalée aussi à Gouraya (Abderrahim et Ourahmoune ,2014).

Chapitre III

Matériels et méthodes

Ce chapitre comprend à la description des stations d'études, la méthode utilisée sur le terrain pour l'échantillonnage des stades pré imaginaires de Culicidae et les techniques employées au laboratoire pour l'identification des larves et l'exploitation des résultats par des indices écologiques. Enfin, la procédure utilisée par l'emploi d'un bio insecticide par utilisation d'huile essentielle de *Lavandula stoechas* pour lutter contre les larves de moustique après son extraction.

III.1. Choix des plans d'eau (naturels et artificiels)

Notre étude est portée sur 07 stations à des altitudes différentes. Cinq Station dans la région d'Abi Youcef à Ain el hammam (station 01, station 02, station 03, station 04 et station 05 (artificiel)), et deux dans la région Bouzeguene (station 06, station 07) (Fig.21).

III.1.1. Station 01 : Est un étang non temporaire. Il est situé à 5 km de la ville d'Abi Youcef et à 800 m d'altitude. Il est constitué d'eau saisonnière (hiver et printemps). Cette station est riche en végétation, on trouve essentiellement le marrube (*Marrubium vulgare*), la mélisse officinale (*Melissa officinalis*), les pourpiers (*Portulaca oleracea*) (Fig. 21a).

III.1.2. Station 02 : Est située au bord de la vallée, à 8 km de la ville d'Abi Youcef et à 700 m d'altitude. L'eau salée de cette vallée, est une conséquence de la construction de canaux de drainages, se trouvant dans les villages qui l'entourent. Nous trouvons la même végétation que celle la station 01 (Fig.21b).

III.1.3. Station 03 : Est un étang semi permanent. Elle se trouve à 900 m d'altitude et à 2,8 km de la ville d'Abi Youcef. L'eau de cet étang est une source naturelle. Il est riche en marrube (*Marrubium vulgare*) (Fig.21c).

III.1.4. Station 04 : C'est un autre étang qui constitue un gîte temporaire. Elle se trouve à 750 m d'altitude de ville d'Abi Youcef. Cette station est riche en algues filamenteuses (Fig. 21d).

III.1.5. Station 05 : Est un gîte artificiel constitué de réservoir d'eau destiné pour l'arrosage des plantes cultivées (tomates, Citrouilles). Elle se trouve à proximité de la station 03(Fig.21e).

III.1.6. Station 06: Constituée de gîte artificiel non permanent situé au milieu d'habitation représenté par un bassin d'eau située au village Houra dans la région de

Bouzeguene. Elle est dotée d'eau claire et qui proviennent d'une source naturelle. Elle est à noter que ces eaux sont renouvelées souvent par les habitants du village (Fig.21f).

III.1.7. Station 07 : Correspond à un gîte artificiel permanent, situé dans la même région de la station 1 à Bouzeguene. Renferme de l'eau trouble et d'une végétation plus au moins abondante autours du gîte (*Elymus repens* et *Rubus fruticosus*) avec une faible présence de frêne (fig.21 g).



Figure 21 : Différents stations dans les deux régions (Original, 2021).

III.2. Méthode d'échantillonnage sur le terrain

Les prélèvements ont été réalisés selon la technique de coup de louche ou "dipping" (Papierok et *al.*, 1975 ; Croset et *al.*, 1976).

Nous avons utilisé une louche d'une capacité de 500ml, plongée dans l'eau pour récolter les larves. Dix coups de louche sont effectués dans différents endroits du gîte. Les larves récoltées sont mise dans des bouteilles contenant des bouchant troués pour permettre le renouvellement de l'air nécessaire pour la respiration des larves Cette opération est effectuée pendant 03 mois à raison de deux prélèvement par mois (Fig.22).



Figure 22 : Utilisation d'une louche pour l'échantillonnage des larves (Originale, 2021).

III.3. Méthode adaptée au laboratoire

III.3.1. Conservation des larves

Une fois que les échantillons sont récoltés, les larves du stade 04 sont conservées dans de l'éthanol à 69%, introduits dans des tubes à essais. Chaque tube porte une étiquette où sont mentionnés la date et le lieu de prélèvement (Fig.23).

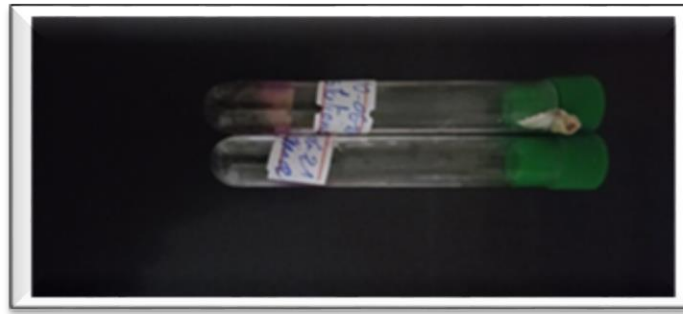


Figure 23: Conservation les larves de stade 04 dans les tubes à essais (Originale, 2021).

III.3.2. Préparation et le montage des larves

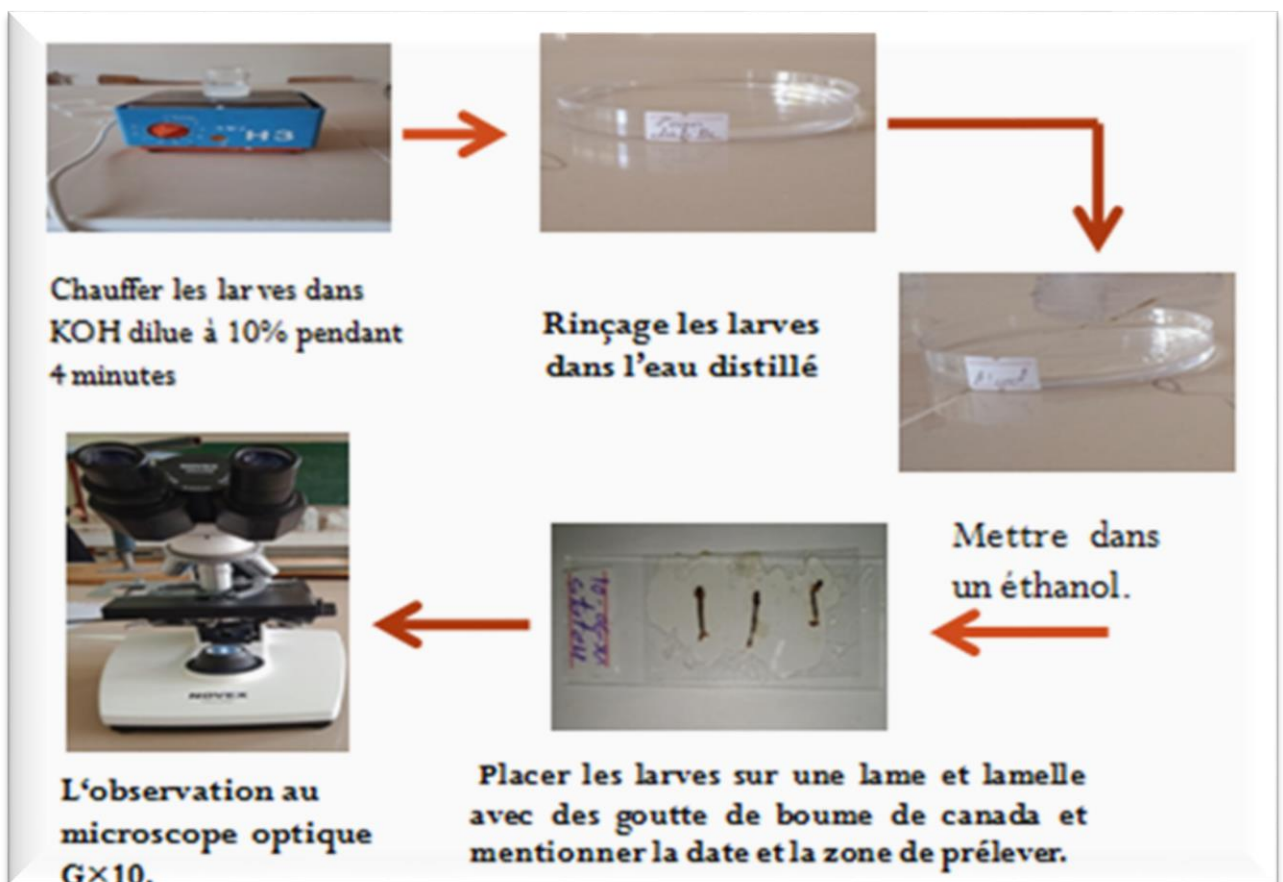


Figure 24: Montage des larves (Originale ,2021).

D'après (Krida et *al.*, 1998) seules les larves du quatrième stade sont récupérées et prises en considération pour des montages entre lame et lamelle. Dans le cadre de la présente étude, le protocole proposé par (Matile, 1993) pour préparer et monter les échantillons est adopté. Les larves sont portées à ébullition sur une platine chauffante dans une solution de potasse (NAOH) à 10 % et y demeurent jusqu'à un niveau d'éclaircissement suffisant. Elles subissent

par la suite deux bains de 3 minutes dans l'eau distillée afin de les débarrasser des traces de potasse. Et enfin elles sont trempées dans l'alcool à 70% durant trois minutes. Les larves sont placées entre lame et lamelle dans une goutte de baume de canada. Les indications du nom de l'espèce, de la date et du lieu de la récolte doivent être mentionnées sur la lame après l'identification lors de l'examen à l'aide d'un microscope photonique (Fig.24)

III.3.3. Identification des larves de moustiques

Les larves des Culicidae issus des captures ont été identifiées à l'aide des clés d'identifications morphologiques. Dans ce but nous nous sommes référés d'une part aux clés de (Sinégre et al., 1979) et le logiciel d'identification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne réalisé par (Bruhne et al., 1999). D'autre part, la détermination est confirmée par Mme LOUNACI –ALI BENALI chargée de cours à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (fig.25).

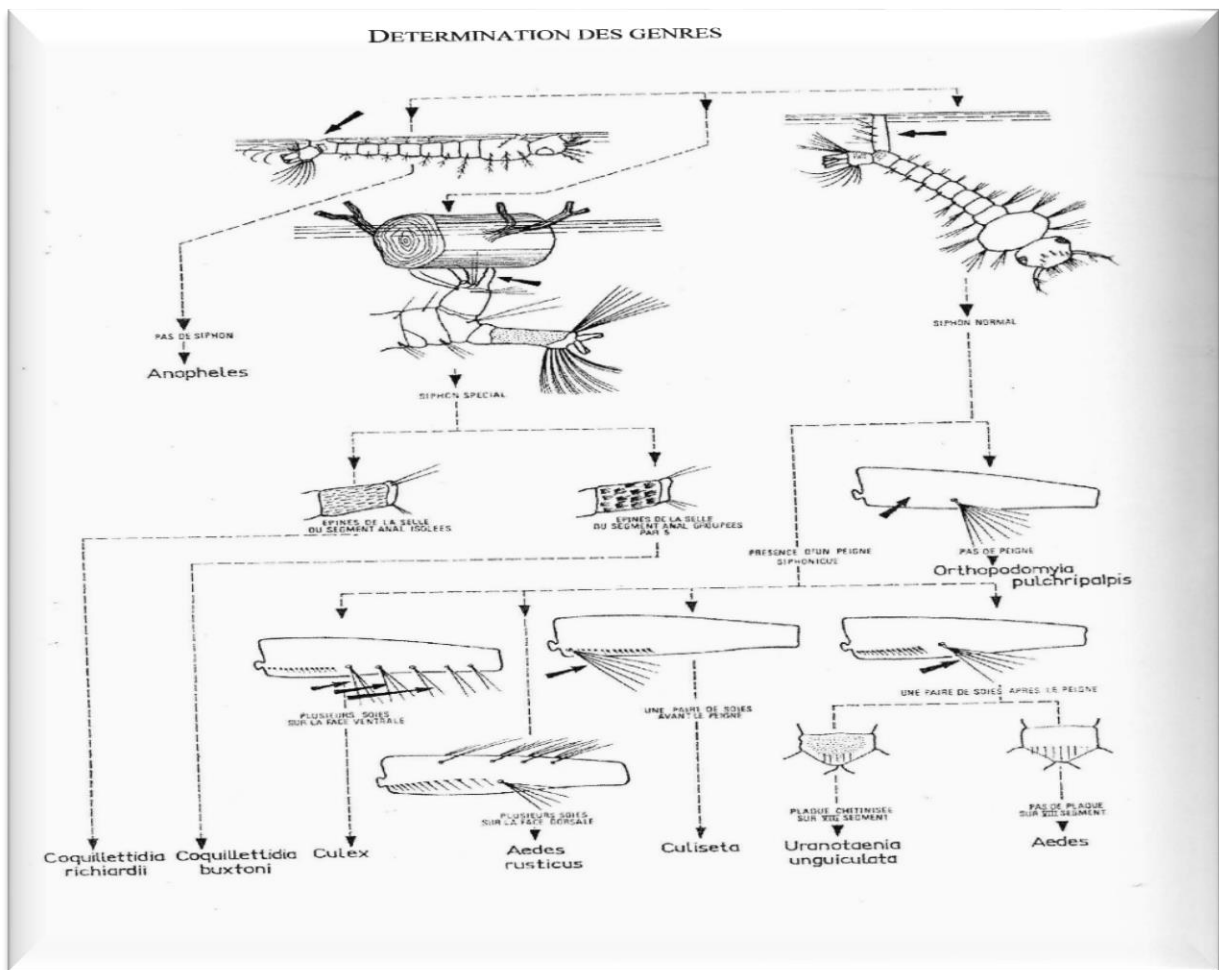


Figure 25 : Illustration des principaux genres des larves de Culicidae (Sinégre et al., 1979).

III.4. Exploitation des résultats

Les résultats sont exploités par le calcul des indices écologiques de compositions et les indices de structures.

III.4.1. Indices écologiques de composition

Pour obtenir des résultats, plusieurs indices de composition tels que la richesse totale ou spécifique, la richesse moyenne et l'abondance relative et la fréquence d'occurrence ou constance sont utilisés.

III.4.1.1. Richesse totale ou spécifique S

La richesse totale représente l'un des paramètres fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Muller, 1985). La richesse totale S est le nombre total des espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème (Ramade, 1984).

III.4.1.2. Richesse moyenne s_m

La richesse moyenne (s_m) est d'une grande utilité dans l'étude de la structure des peuplements, elle correspond au nombre moyen des espèces contactées à chaque relevé (Ramade, 1984). D'après Blondel (1979) la richesse moyenne est égale à :

$\sum n_i$: La somme totale de la richesse spécifique

N : Le nombre total de relevés.

$$S_m = \sum n_i / N$$

III.4.1.3. Fréquence centésimale ou L'abondance relative (AR%)

La fréquence centésimale (f_e) représente l'abondance relative, encore appelée probabilité d'occurrence de l'espèce i, elle correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement (Dajoz, 2006 ; Ramade, 2008).

AR : L'abondance relative en pourcentage %.

N_i : Le nombre d'individus de l'espèce i.

N : Le nombre total des individus.

$$AR \text{ ou } f_e = n_i / N \times 100$$

III.4.1.4. Fréquence d'occurrence ou constance

La constance désigne en écologie le degré de la fréquence avec lequel une espèce d'une biocénose donnée se rencontre dans les échantillons de cette dernière (Ramade, 2008).

La constance, appelée aussi la fréquence d'apparition ou la fréquence d'occurrence, est calculée par rapport au nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (PI) au nombre total de relevés (P) (Dajoz, 2006).

p_i : Le nombre de relevés contenant l'espèce.

P : Le nombre total de relevés.

$$C\% = \frac{p_i}{P} \times 100$$

La formule appliquée à la constance, fait ressortir les six (06) catégories suivantes:

- ✓ 100% l'espèce dite omniprésente.
- ✓ $75\% \leq C < 100\%$ l'espèce dite constante.
- ✓ $50\% \leq C < 75\%$ l'espèce dite qualifiée de régulière.
- ✓ $25\% \leq C \leq 50\%$ l'espèce dite accessoire.
- ✓ $5\% \leq C < 25\%$ l'espèce dite accidentelle.
- ✓ $C \leq 5\%$ L'espèce dite rare.

III.4.2. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure retenus sont la diversité de Shannon-Weaver(H), et l'indice d'équirépartition(E).

III.4.2.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

La diversité peut s'exprimer par le nombre d'espèces présentes dans un milieu mais, ce nombre n'est pas toujours connu avec exactitude. Dans ce cas divers indices de diversité sont proposés pour comparer les peuplements entre eux, de voir comment ceux-ci évolue dans l'espace et dans le temps. Nous avons utilisé dans l'interprétation de nos résultats, l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'). Selon (Blondel, 1979), cet indice de diversité de Shannon Weaver (H') qui est considéré comme le meilleur moyen pour traduire la diversité. Selon (Ramade, 1984), cet indice est calculé à l'aide de la formule suivant :

$P_i = n_i / N$: La fréquence de chaque espèce i

\log_2 : logarithme a la base de 2

n_i : nombre des individus de l'espèce i

N : nombre totale des individus

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

La valeur donnée par cette formule est une information exprimée en bite. La diversité ne varie pas seulement en fonction du nombre d'espèce présentes, mais aussi en fonction de leur abondance relative (Barbault, 1981). Cet indice permet d'avoir une information sur la diversité de chaque milieu pris en considération. Si cette valeur est faible; proche de 0 ou de 1, le milieu est pauvre en espèces, ou bien que le milieu n'est pas favorable. Par contre, si cet indice est élevé, supérieur à 2 implique que le milieu est très peuplé en espèces, et que le milieu est favorable (Barbault, 2008).

III.4.2.2. Indice d'équipartition

C'est le rapport de la diversité observée à la diversité théorique maximal (Blondel, 1979).

E : L'équitabilité.

H' : L'indice de diversité de Shannon-Weaver exprime une unité bit.

$$E = H' / H_{\max}$$

H_{\max} : $\log S$ (la richesse totale).

III.5. Méthode de lutte contre les Culicidae

Il existe plusieurs méthodes de lutte contre les moustiques, parmi ces méthodes nous avons choisi la lutte biologique à l'aide des huiles essentielles du lavande papillon *Lavandula stoechas*.

III.5.1. Huile essentielle :

Selon Durvelle (1930,1993), les essences ou huiles essentielle, connues également sous le nom d'huiles volatiles, de parfums etc... Sont des substances odorantes huileuses, volatiles, peu solubles dans l'eau, plus ou moins solubles dans l'alcool et dans l'éther, incolores ou jaunâtres, inflammables qui s'altèrent facilement à l'air en se résinifiant. Elles sont liquides à température ordinaire; quelques-unes sont solides ou en partis cristallisées;

elles n'ont pas le toucher gras et onctueux des huiles fixes dont elles se distinguent par leur volatile. Leurs odeurs plus ou moins fortes, suave, piquante ou désagréable. Elles ont la propriété de ne pas laisser de tache durable sur le papier.

III.5.1.2. Extraction d'huile essentielle

Il existe plusieurs méthodes pour extraire les huiles essentielles. Les principales sont basées sur l'entraînement à la vapeur, l'expression, la solubilité, et la volatilité. Le choix de la méthode la mieux adaptée se fait en fonction de la nature de la matière végétale à traiter, des caractéristiques physico-chimiques de l'essence à extraire, de l'usage de l'extrait et l'arôme du départ au cours de l'extraction (Samate, 2011).

III.5.1.3. Utilisation d'huile essentielle

Depuis L'antiquité, Les extraits aromatiques des plantes ont été utilisés dans différents formulations, comme les médicaments et parfumerie (Heath, 1981). Les huiles essentielles sont utilisées également pour leurs différentes propriété et effets thérapeutique divers (Franchomme, 1990).

-Les effets anti parasitaire; de par la présence de phénols, d'alcools mono terpéniques et oxydes, certaines huiles essentielles présentent un fort pouvoir antiparasitaire. L'avantage est que les germes ne présentent pas de résistance aux huiles essentielles, ce qui permettrait une application très intéressante en milieu hospitalier. Citons par exemple les huiles essentielles *d'eucalyptus* (globulus et radiata), de thym à thymol ou à Carvacrol, ainsi que de giroflier (Gainard, 2016).

-Les effets anti infectieux; notamment sur les souches résistant à des antibiotiques récents. Parmi ces molécules anti bactérienne les plus puissantes, nous pouvons citer le Carvacrol, e Thymol et l'Eugénol, le Géraniol, le Linalol Terpinéol menthol, etc. Cette activité antivirale se retrouve surtout dans les huiles essentielles contenant des cétones, des monoterpénols ou certain aldéhydes ;

-Des effets calmants et anti spasmodique ; les aldéhydes (citral de la verveine, ...) les esters (salicylate de méthyle...).

-Des effets anti inflammatoire selon le type de douleur, on peut utiliser les esters alcools (menthol) ou des aldéhydes (cuminal).

Les huiles essentielles possèdent aussi des propriétés anti oxydantes (Doran, 1999), expectorantes, diurétiques, antifongiques. Ces dernières propriétés sont illustrées par Kosh-Komba (2004) dans son travail sur les huiles essentielles des espèces *d'eucalyptus du campus universitaire de Lomé*.

III.5.2. Description de la plante aromatique de la lavande de papillon (*Lavandula stoechas*)

III.5.2.1. Présentation de la plante *Lavandula stoechas*

La plante papillon (*Lavandula stoechas*) (Fig.26) est une plante originaire du bassin méditerranéen. C'est un arbrisseau aux feuilles persistantes, qui fleurit au printemps. Dans leur habitat naturel, les lavandes vivent dans les sols calcaires; en fait elles s'accoutument aux divers types de sols, sauf de ceux qui seraient exagérément humides. Elle support d'ailleurs la sécheresse, les sols pauvres et les grands vents. Mais elle préfère les sols siliceux et les terrains acides. Elle tolère le froid jusqu'à 5°C. La floraison est plus précoce que chez les autres lavandes, se déroule d'avril à mai puis en automne (Peter, 2004 ; Lim, 2014).

En Algérie, *L. stoechas* est très connue sous le nom local "Helhal" qui est largement distribuée à travers toute la périphérie nord du pays. Dans la médecine populaire algérienne, les parties aériennes, surtout les inflorescences, sont utilisées comme un agent antiseptique et stimulant (Mahmoudi, 1982).



Figure 26: La plante de lavande Papillon (*Lavandula stoechas*) (Ezzoubi, 2020).

III.5.2.2. Classification de la plante

La classification de l'espèce *Lavandula stoechas* est dressée dans le tableau 04 suivant :

Règne	Plantes
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Sous famille	Nepetoideae
Genre	Lavandula
Espèce	<i>Lavandula stoechas</i> L.

Tableau 04 : Taxonomie de *Lavandula stoechas* (Quezel & Santa ,1963)

III.5.2.3. Compositions chimiques des huiles essentielles *L. Stoechas*

Les compositions chimiques de nombreuse huile essentielle de *Lavandula stoechas* ont été décrites. Elle varie en fonction de différentes factrices, incluant le stade de développement des plantes, les organes prélevés, la période et la zone géographique de récolte (Delaquis et *al.*, 2002 ; Burt, 2004 ; Oussou et *al.*, 2008)

Sous-genre	Section	Espèce	Origine	Organe	Principaux constituants (%)	Références
Stoechas		<i>L. stoechas</i>	Corse (France)	-	fenchone (14-75) camphre (2-56) 1,8-cinéol (3-14) acétate de myrtényle (1-4)	Ristorcelli <i>et al.</i> (1998)
			Crète	Feuilles et fleurs	fenchone (44-48) 1,8-cinéol (5-16) camphre (4-6) acétate de myrtényle (2-9)	Skoula <i>et al.</i> (1996)
			Cherchel (Algérie)	Feuilles et fleurs	fenchone (31) camphre (22) <i>p</i> -cymène (6)	Dob <i>et al.</i> (2006a)
			Cagliari (Italie)	Fleurs, feuilles et tiges	fenchone (59-72) camphre (9-15) acétate de myrtényle (3-5)	Angioni <i>et al.</i> (2006)
			Australie	-	camphre (48) fenchone (21) 1,8-cinéol (9)	Moon <i>et al.</i> (2007)
			Kairouane (Tunisie)	Feuilles	fenchone (68.2) camphre (11.2) 1,8-cinéol + limonène (4.9)	Bouzouita <i>et al.</i> (2005)

Tableau 05 : Principaux constituants d'huile essentielle de *Lavandula stoechas* (Benabdelkader, 2012).

III.5.2.4. Activité d'insecticide et larvicide

L'utilisation d'insecticides et de larvicides chimiques est actuellement la technique la plus répandue pour lutter contre les insectes. Cependant, l'utilisation intensive de ces insecticides a causé la contamination de la chaîne alimentaire et l'apparition d'insectes résistants. L'utilisation de molécules et les extraits d'origine botanique semblent être la meilleure alternative pour lutter contre les insectes et les larves (Isman, 2000).

Le camphre, qui est l'un des composants majeurs détecté dans l'huile essentielle de *L. stoechas*, est connu pour avoir des propriétés insecticides activités (Maia et Moore, 2011 ; Mazyad, Soliman, 2001). De plus, Le 1,8-cinéol a montré une bonne activité larvicide contre *Aedes aegypti* (Cavalant *et al.*, 2004).

III.5.3. Récolte de la plante la lavande de papillon (*Lavandula stoechas*)

Nous avons utilisé la plante le lavande de papillon (*Lavandula stoechas*) qui est récoltée au mois de juillet 2020, à Beni Mendés (région de Bogheni dans la wilaya de Tizi-Ouzou). Située à environ 350m d'altitude et à 35 km de la ville de Tizi-Ouzou; C'est une zone rocheuse qui s'appelle " thazrouth " avec une terre riche en minéraux; le fer en particulier. Située au bord d'un ruisseau où l'écoulement de l'eau est saisonnier (hiver et printemps).

III.5.4. Conditions de séchage et de conservation

La lavande de papillon est séchée dans une cave à l'abri de la lumière, et à une température égale à 20°C à peu près pendant une semaine, et puis conservée dans un endroit frais jusqu'au jour de l'extraction (Fig.27).



Figure 27 : la lavande de papillon (*Lavandula stoechas*) séché A : les feuille de plante, B : les fleurs de la plante (Photo Originale, 2021).

III.5.5. Technique d'extraction de l'huile essentielle *Lavandula stoechas*

L'extraction de l'huile essentielle du lavande papillon a été effectuée par la technique d'hydro distillation, par l'appareil de clevenger au laboratoire d'entomologie de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (fig.28).

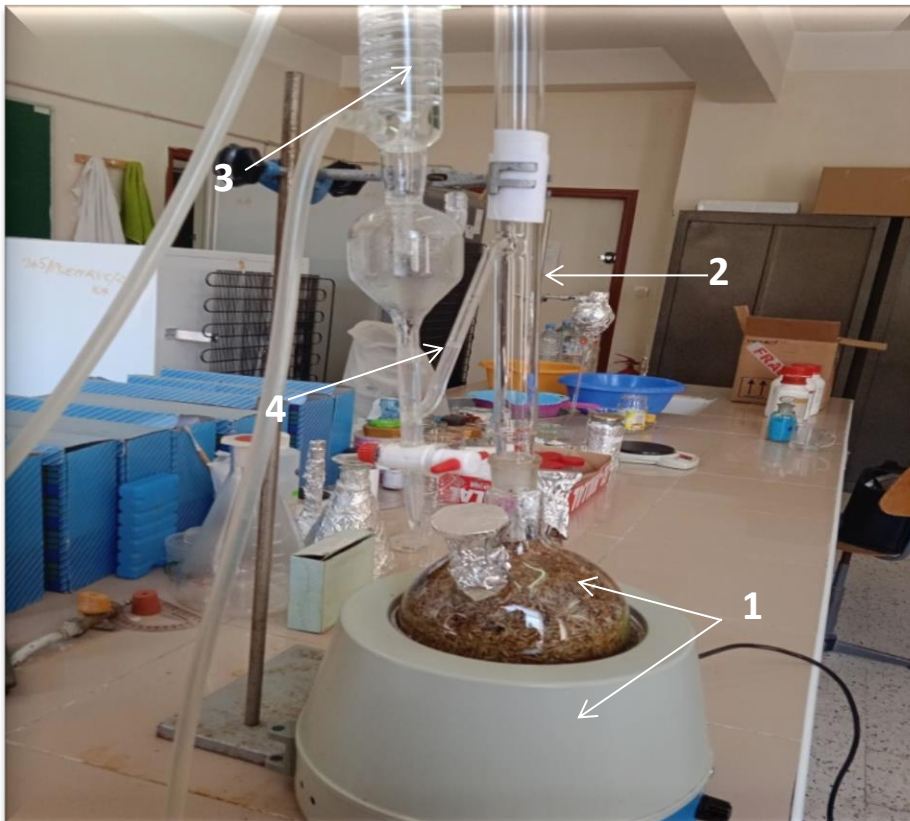


Figure28: Extraction d'huile essentielle par hydro distillation (L'appareil clewenger) (Originale ,2021).

Mode d'opération :

Selon la figure 28 au-dessus, nous distinguons le mode d'opération de l'extraction d'huile essentielle de l'appareil de l'clewenger par hydro distillation.

1 -Les feuilles séchées de la lavande (100g) sont introduites dans le ballon contenant 1l de l'eau distillée. Ce mélange est porté à ébullition pendant 3 heures.

2-L'eau est évaporée contenant les composants volatils et traverse le tube de l'appareil.

3- On crée un lieu refroidi par l'eau froide, la vapeur est condensée et se transforme en un liquide contenant l'huile essentielle.

4-L'huile essentielle et l'eau s'accumulent dans le tube. Dans lequel en raison de la différence de densité notre l'huile surnage sur l'eau (les deux milieux se séparent) (Fig.28).

En fin l'huile essentielle est récupérée dans des flacons fermés puis couvert de papier aluminium pour éviter de se vaporiser et stockée dans un réfrigérateur à une température de 06°C à l'abri de la lumière (Fig.28).

III.6. Préparation des tests de toxicité

III.6.1. Tests de sensibilité larvaire d'*An. maculipennis*

Nous avons préparé dans l'éthanol une solution mère (Solution sock10%) d'huile essentielle étudiée et une série de dilution. La méthodologie adaptée pour la préparation des tests à différentes concentrations de l'huile essentielle extraite est inspirée du protocole de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S, 2005). Ainsi nous avons préparé une gamme des solutions dilués (1g/l, 0.1g/l, 0.01g/l, 0.001g /l et 0.0001g/l). 1ml de la solution mère préparée est mis dans des béchers contenant 99 ml d'eau distillée en contact avec 15 larves du stade 3 et 4 de deux espèces *Anopheles maculipennis*.

Le même nombre de larves a été placé dans un bécher témoin contenant 99 ml d'eau distillée plus 1 ml d'éthanol. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dilution ainsi que pour le témoin. Tous les tests doivent être contrôlés chaque 24h pendant 72h, les larves mortes sont comptées et retirées à chaque fois après les premiers 24h, l'eau des récipients testée et remplacée par une eau potable, et ses larves sont ensuite nourrit avec une fine quantité du mélange de biscuits et levure sèche.

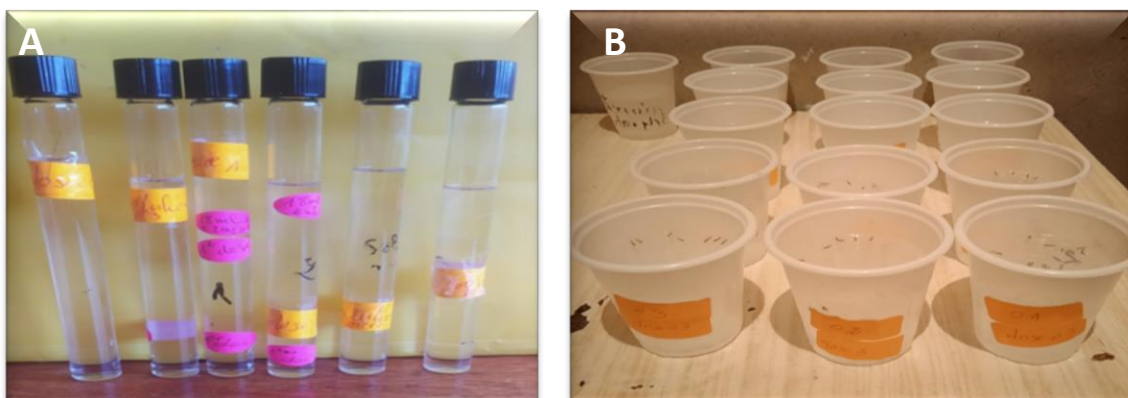


Figure29 : A: Solutions diluées avec la solution mère, B : Récipients de test de l'huile essentielle *Lavandula stoechas* (Originale, 2021).

III.6.2. Exploitation des résultats de la sensibilité larvaire

Les Résultats des tests de sensibilité larvaires ont été exprimés en pourcentage de la mortalité en fonction des concentrations d'huile essentielle utilisée si le pourcentage de mortalité chez les témoins est supérieur à 5%.

$$\% \text{Mortalité observé} = \frac{\text{Normbre des larves mortes}}{\text{Normbre totale des larves}} \times 100$$

La proportion de la mortalité chez les larves exposées à huile essentielle doit être corrigée en utilisant la formule d'Abbott (1925).

$$\% \text{Mortalité corrigée} = \left[\frac{(\% \text{Mortalité Obsevée} - \% \text{Mortalité Témoin})}{(100 - \% \text{Mortalité Témoin})} \right] \times 100$$

Si La mortalité chez les témoins excède 20%, le test est invalide et doit être recommencé.

III.6.2.1. Analyse statistique

- **Transformation angulaire**

Après la transformation des données en pourcentage de mortalité. Cité par Fisher et Yates (1951). Ainsi normaliser subissent une analyse de variance à deux critères (dose – temps), selon logiciel de stat box version (6.4).

- **Analyse de Probit**

Les pourcentages des mortalités corrigées transformés en Probit (Y) et les différentes doses en logarithme décimal (X), dans le but de déterminer concentration ou la dose de 50% (DL50) et 90% (DL90).

Chapitre VI
Résultats et discussion

Les résultats d'inventaires réalisés dans la région d'Abi Youcef à Ain El Hammam et de Bouzeguene de Tizi Ouzou sont présentés. D'abord une liste des espèces de Culicidae présents dans la région est dressée. Une présentation des Culicidae en fonction des stations d'étude est faite. Elle suivie des caractères morphologiques des principales espèces de Culicidae de la région. Ensuite les résultats sont exploités par différents indices écologiques de compositions et de structure. Enfin Les résultats exploités de toxicité d'huile essentielle de *Lavandula stoechas*

VI. 1. Inventaire globale des Culicidae dans des zones d'études

Inventaire globale des Culicidae réalisé par sept stations de mois mai jusqu'à mois juillet de l'année 2021 dans les sept stations d'étude est dressée dans le tableau ci-après.

Tableau 06: Liste d'inventaire globale des Culicidae dans les stations d'Abi Youcef à Ain El Hammam et Bouzeguene.

famille	Sous familles	Genre	Espèces	L'effectif
Culicidae	Anophalinae	<i>Anophèles</i>	<i>An. plumbeus</i>	32
			<i>An. maculipennis</i>	240
	Culicinae	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i>	03
			<i>Culex hortensis</i>	106
			<i>Culiseta longiareolata</i>	529
			Totale	910

L'inventaire des Culicidae de région d'Abi Youcef et de Bouzeguene de Tizi Ouzou est réalisé sur une période de 3 mois allant de mai à juillet dans sept stations.

Pendant la période de 03 mois, nous avons recensé 910 individus dans sept stations. Ces individus sont repartis sur 05 espèces appartenant dans les sous famille. Deux espèces dans la sous famille Anophalinae et 03 espèces dans la sous famille Culicinae en genre de *culex*.

VI.2. Répartition des espèces selon les 07 stations

Les résultats de la répartition des espèces selon les stations ont notées dans le tableau 07 au-dessous.

Tableau 07: Liste des espèces présentent dans les zones d'études.

Région	Abi Youcef à Ain El Hammam					Bouzeguene	
Stations	Station	Station	Station	Station	Station	Station	Station
Espèces	1	2	3	4	5	6	7
<i>Anophèle plumbeus</i>	Absent	Absent	Présent	Absent	Absent	Absent	Absent
<i>An. maculipennis</i>	Absent	Absent	Absent	Présent	Absent	Absent	Absent
<i>Culex pipiens</i>	Présent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
<i>Cules hortensis</i>	Absent	Absent	Présent	Présent	Présent	Absent	Absent
<i>Culiseta longiareolata</i>	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent	Présent

L'analyse du tableau 07 permet de constater que la troisième et la quatrième station sont les plus riches en espèces des Culicidae. *Culiseta longiareolata* est présente dans toutes les stations d'étude, à côté de *Culex hortensis* signalé dans trois stations d'études (stat.03, stat. 04 et stat.05) ont fait leur apparition que dans une seule station notamment *Anopheles plumbeus* dans la station 03, *Anopheles maculipennis* dans la station 04 et *Culex pipiens* dans la station 01.

VI.3. Caractères morphologiques des espèces et les intérêts médicaux-vétérinaires

VI.3.1. *Anophèle plumbeus*

➤ Caractéristiques

La lave d'*anophèle plumbeus* peut distinguer facilement à d'autres espèces à cause des soies frontales simples et non ramifiées (Fig. 30).

Les larves d'*Anopheles plumbeus* peuvent être trouvées dans des trous d'arbres remplis d'eau avec une concentration élevée en sel et un manque d'oxygène (Becker et al. 2010).

Des larves ont été trouvées dans l'eau à des trous de pourriture sur des hêtres, bouleaux, marronniers, ormes, chênes, sycomores, charmes et sapins argentés, de 0,5 à 6,0 mètres au-dessus du sol (Blacklock et Carter HF. ,1920).

➤ **Intérêt médicaux-vétérinaires**

Anophèle plumbeus est considéré comme un vecteur efficace du paludisme (souche eurasiennes de *plasmodium vivax* et souches tropicales de *plasmodium falciparum*) (Bueno–Mari et Jimenez, 2012), mais semble avoir une importance mineure dans la transmission en raison de son écologie (Becker, et al., 2010).

Aussi, *An. Plumbeus* considéré comme un vecteur potentiel pour la transmission du virus de Nil occidental des oiseaux à a l'homme (Mughini –Gras, 2013).

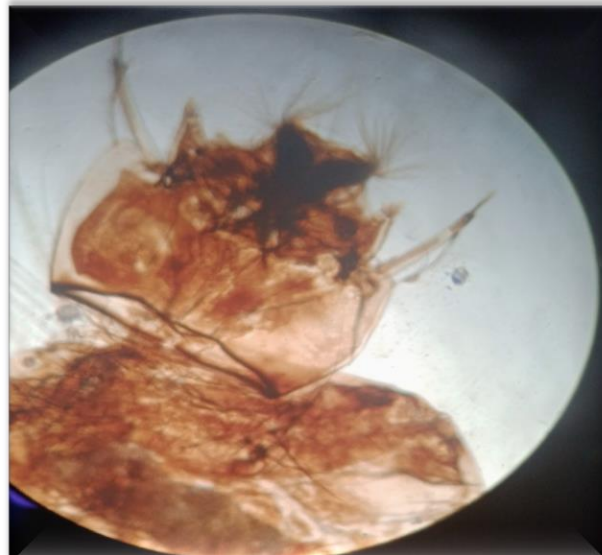


Figure 30 : Tête de larve d'*Anopheles plumbeus* sous microscope optique G×100

(Originale, 2021).

VI.3.2. *Anopheles maculipennis*

➤ **Caractéristique**

Les larves d'*Anopheles maculipennis* se caractérisent par la présence des soies clypeales externes très divisées. Les soies frontales sont plumeuses. Elles se différencient des larves d'*Anopheles hyrcanus* par la soie antennaire implantée au tiers basal de l'antenne (Fig.31).

Les larves colonisent des gîtes variés (mares, rivières, canaux, bassins...etc.). Ces biotopes sont généralement ensoleillés, l'eau peut être douce ou légèrement saumâtre.

➤ **Intérêt médicaux-vétérinaire**

C'est le principal vecteur majeur de l'agent pathogène du paludisme (Himmi, 2007).



Figure 31: Tête d'*Anopheles maculipennis* sous microscope optique G×100 (Originale 2021).

VI.3.3. *Culex pipiens*

➤ **Caractéristique**

La larve possède une tête plus large que longue. Le mentum possède plus de huit dents de part et d'autre de la dent médiane. Le siphon est à bord droit ou convexe; possédant quatre paires de soies après le peigne et une seule soie latérale (Fig. 32).

Cette espèce peut se développer dans des gîtes pollués (égouts, fosses septiques...etc.) comme dans des pots, piscines. Elle n'a pas d'exigences écologiques particulières.

➤ **Intérêt médical-vétérinaire**

Culex pipiens est principalement vecteur de la fièvre du Nil Occidentale, de l'encéphalite japonaise ou encore de la filariose (Berchi, 2000).

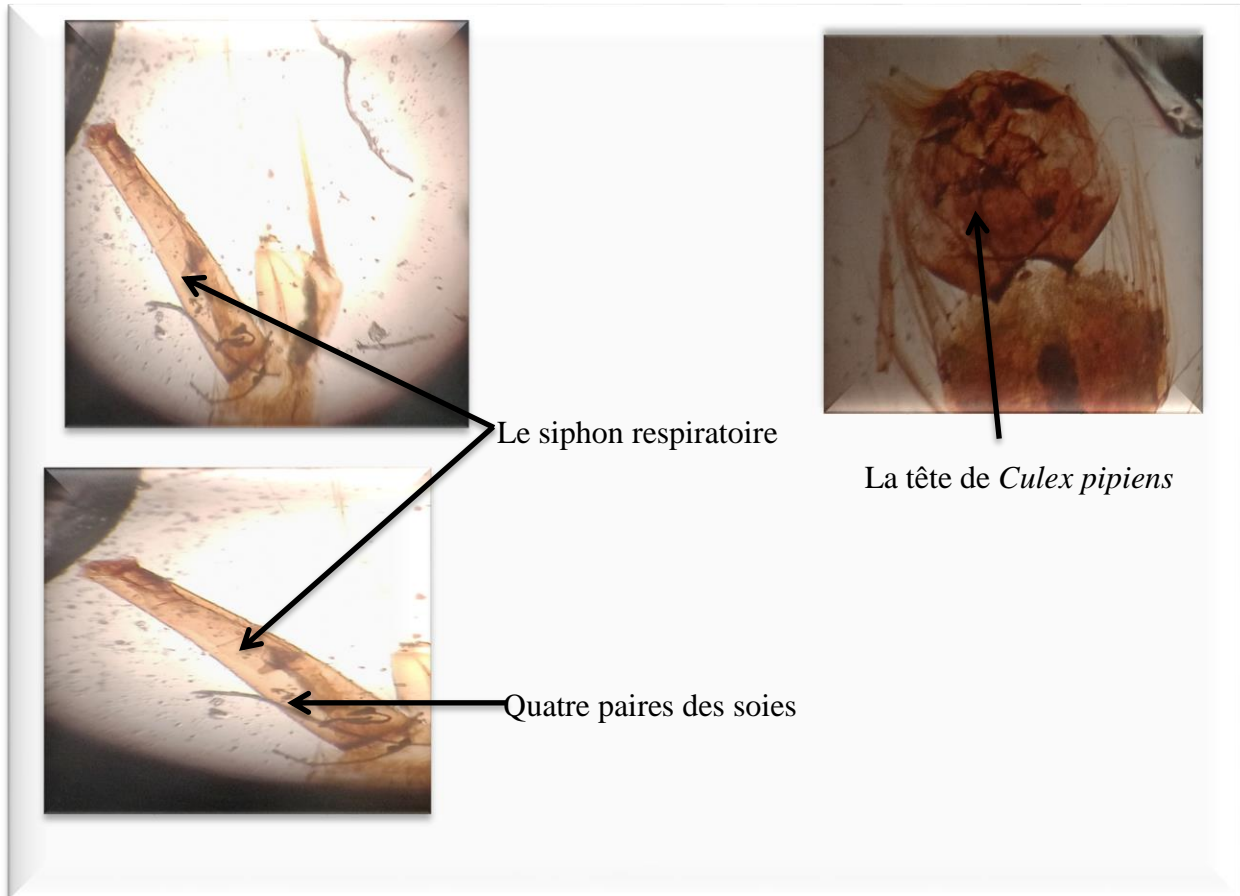


Figure32 : Critères d'identification de *Culex pipiens* sous microscope optique G×100
(Originale, 2021).

VI.3.4. *Culex hortensis*

➤ Caractéristique

La tête de la larve présente un mentum avec moins de huit dents de part et d'autre de la dent médiane, le siphon respiratoire est long, la soie subapicale de ce siphon en forme d'un crochet, les écailles du huitième segment sont sans épine médiane. Compris les flaques d'eau, sur les côtés des étangs, des tuyaux de drainage, des puits, des prairies ou des marais inondés; elles se nourrissent de batraciens et de reptiles.

➤ Intérêt médicaux-vétérinaire

Culex hortensis n'a jamais été impliqués dans la transmission de parasitose humaine (Schaffner et al., 2001).

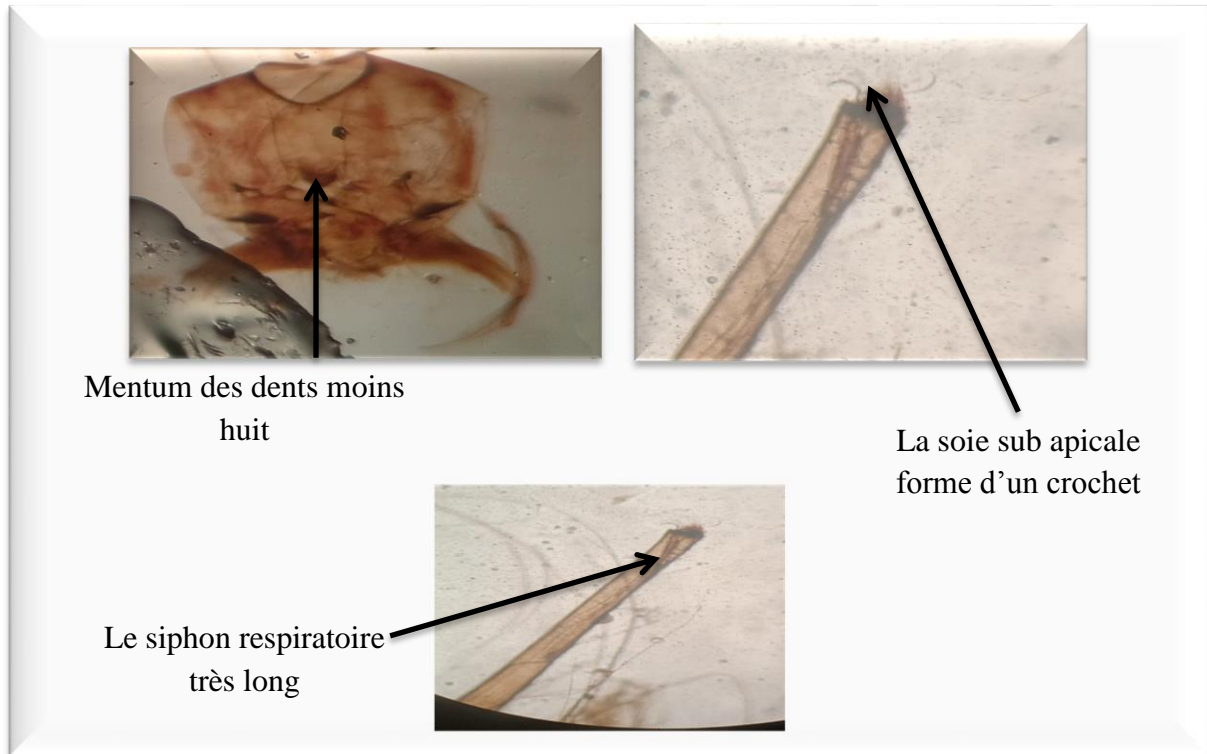


Figure33 : Critères d'identifications de *Culex hortensis* sous microscope optique G×100 (Originale, 2021).

➤ **L'intérêt médicaux-vétérinaire**

Culex hortensis n'a jamais été impliqués dans la transmission de parasitose humaine (Schaffner et al., 2001).

VI.3. *Culiseta longiareolata*

➤ **Caractéristique**

La tête est fortement pigmentée, plus large que longue, l'antenne est courte, avec un tégument lisse. L'abdomen présente un siphon respiratoire court, de forme trapue. Le peigne siphonal a une extension qui dépasse la moitié du siphon. Cette espèce se distingue par la disposition des dents du peigne siphonal. Ces dents sont peu nombreuses et plantées irrégulièrement le long du siphon (Fig.34).

➤ **Intérêt médicaux-vétérinaire**

Les femelles piquent surtout les oiseaux, très rarement l'humain, l'espèce est considéré Comme un vecteur de plasmodium d'oiseaux; elle peut transmettre expérimentalement le

virus West Nile. Compte tenu de ses préférences trophique, son rôle de vecteur de parasitose humaines ne peut être que des plus réduits (Schaffner et al., 2011).

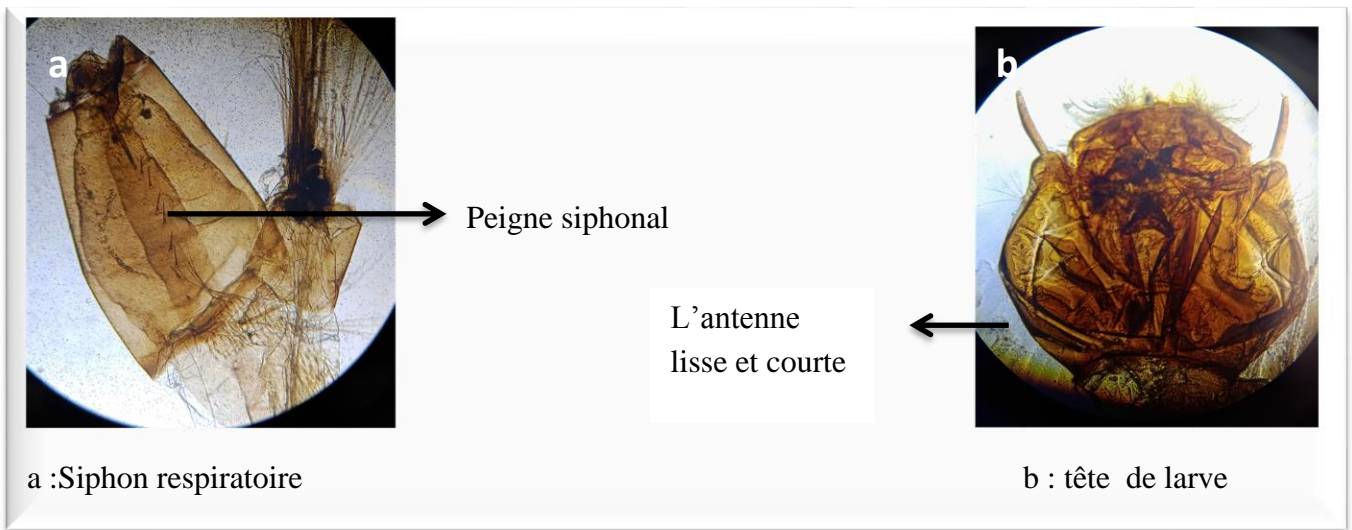


Figure 34 : critères d’identification de *Culiseta longiareolata* sous microscope optique G×100 (Originale, 2021).

VI.4. Exploitation des résultats par les indices écologique de composition

VI.4.1. Résultats de la richesse totale et la richesse moyenne (Sm)

Les valeurs de la richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm) les Culicidae capturés pendant de mois Mai jusqu’à mois de juillet sont dressés dans le tableau 08 au-dessus.

Tableau 08 : Richesse totale et la richesse moyenne pendant 03 mois.

Région	Abi Youcef à Ain El hammam					Bouzeguene	
Station	Stat.1	Stat.02	Stat.03	Stat.04	Stat.05	Stat.06	Stat.07
Mois							
Mai	02	01	03	03	01	01	01
Juin	01	01	03	03	01	01	01
Juillet	01	01	03	03	02	01	01
Sm	1.33	1	3	3	1.33	1	1

Les valeurs de la richesse totale ou spécifique varient en fonction des stations et le mois d'échantillonnage. Dans chacune des sept stations d'étude, Les valeurs de la richesse totale sont approximativement égales pendant les trois mois d'échantillonnage. On note tout de même que la station 03 et la station 04 possèdent des valeurs de la richesse totale relativement élevée avec 03 espèces enregistrées durant ces périodes.

Les valeurs de la richesse moyenne les plus élevées sont enregistrées dans la station 3 et la station 4 ces résultats indique que ces milieux sont les plus favorables pour moustiques.

VI.4.2. Résultats l'effectif, abondance relative et la fréquence d'occurrence

Les résultats portant sur les effectifs des espèces piégées dans les stations de la région d'Abi Youcef à Ain El Hammam et de Bouzeguene ainsi que les valeurs de l'abondance relative (AR%), et de la fréquence d'occurrence (F%) et constance (C) sont représentés dans le tableau 09 et 10.

L'espèce omniprésente ++++++

L'espèce constante. ++++++

L'espèce qualifiée de régulière. +++++

L'espèce accessoire. +++

L'espèce est accidentelle ++

l'espèce est rare+

Tableau 09: Abondance relative des espèces dans les stations d'étude.

Région	Abi Youcef à Ain El Hammam										Bouzeguene			
Station	Stat.1		Stat.2		Stat.3		Stat. 4		Stat.5		Stat. 6		Stat. 7	
L'abondance relative (AR%)	n _i	AR%	n _i	AR%	n _i	AR%	n _i	AR%	n _i	AR%	n _i	AR%	n _i	AR%
<i>Anophèle plumbeus</i>	0	0	0	0	32	45.07	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anophèle maculipennis</i>	0	0	0	0	0	0	240	83.3	0	0	0	0	0	0
<i>Culex pipiens</i>	03	4.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Culex hortensis</i>	0	0	0	0	32	45.07	17	5.90	57	87.69	0	0	0	0
<i>Culiseta longiareolata</i>	71	95.95	48	100	7	9.86	31	10.8	8	12.31	152	100	212	100
Totale	74	100	48	100	71	100	288	100	65	100	152	100	212	100

Tableau 10: Fréquence d'occurrence des espèces dans les stations d'étude.

Station	Stat.1		Stat.2		Stat.3		Stat.4		Stat.5		Stat.6		Stat.7	
La fréquence d'occurrence	F%	C	F%	C	F%	C	F%	C	F%	C	F%	C	F%	C
<i>Anophèle plumbeus</i>	/	/	/	/	41.67	++++	/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Anophèle maculipennis</i>	/	/	/	/	/	/	75	+++++	/	/	/	/	/	/
<i>Culex pipiens</i>	8.33	++	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Culex hortensis</i>	/	/	/	/	58.33	++++	33.33	+++	75	+++++	/	/	/	/
<i>Culiseta longiareolata</i>	100	+++++	50	++++	8.33	++	41.67	+++	8.33	++	25	++	25	++

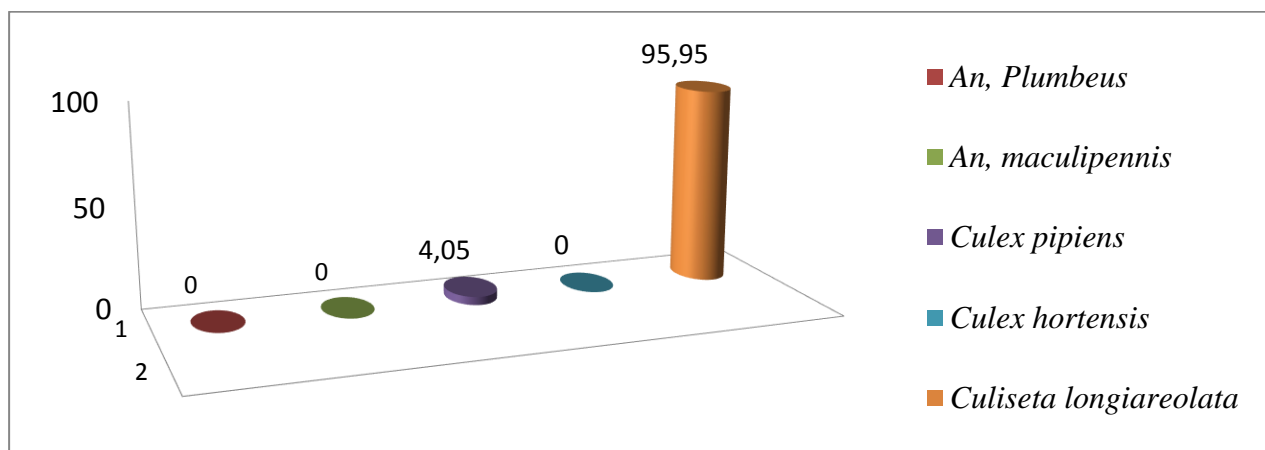


Figure 35: Abondance relative des espèces dans la station 1.

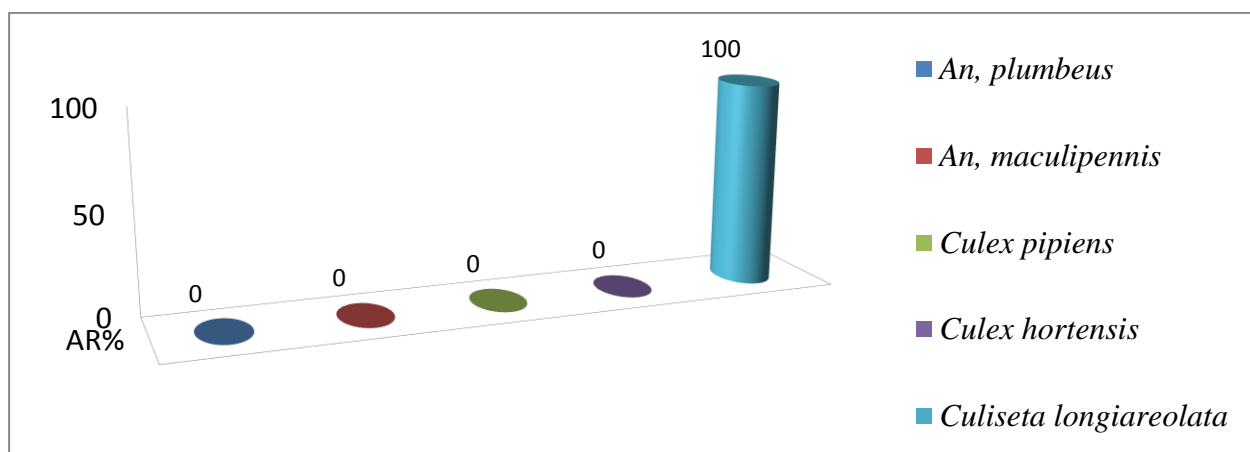


Figure 37: Abondance relative des espèces dans la station 2

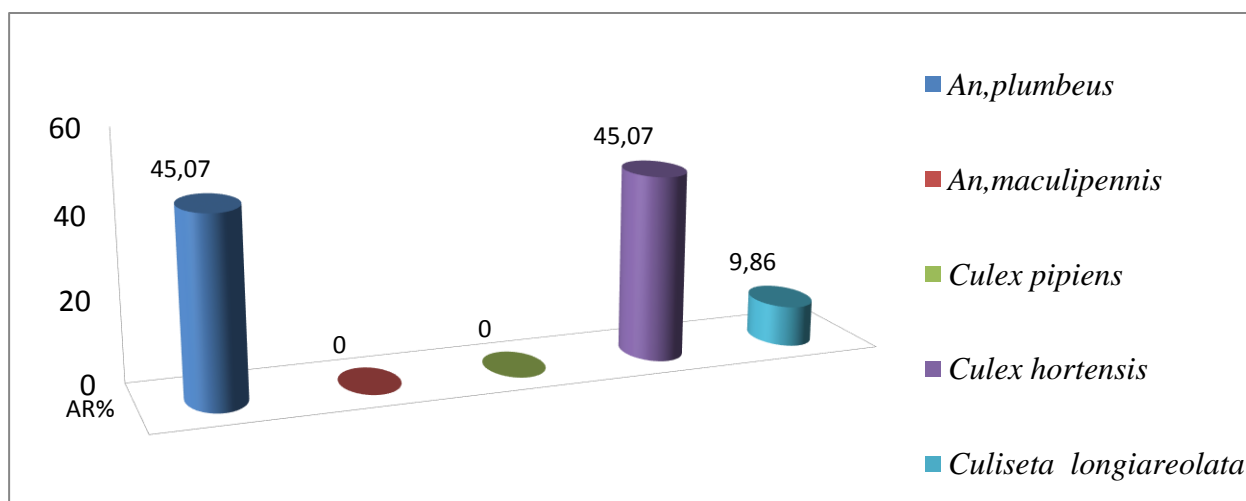


Figure 38 : Abondance relative des espèces dans la station 3.

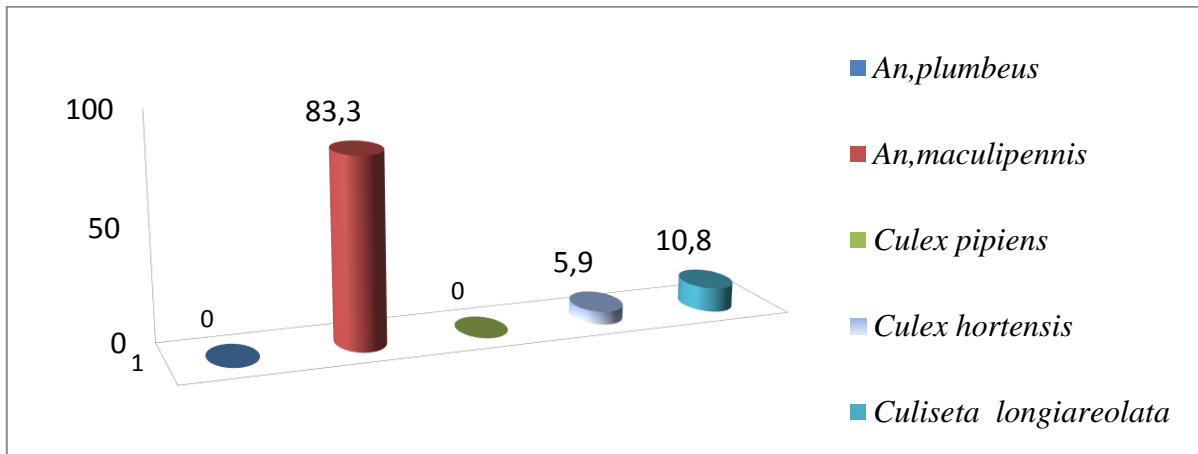


Figure 36: Abondance relative des espèces dans la station 4.

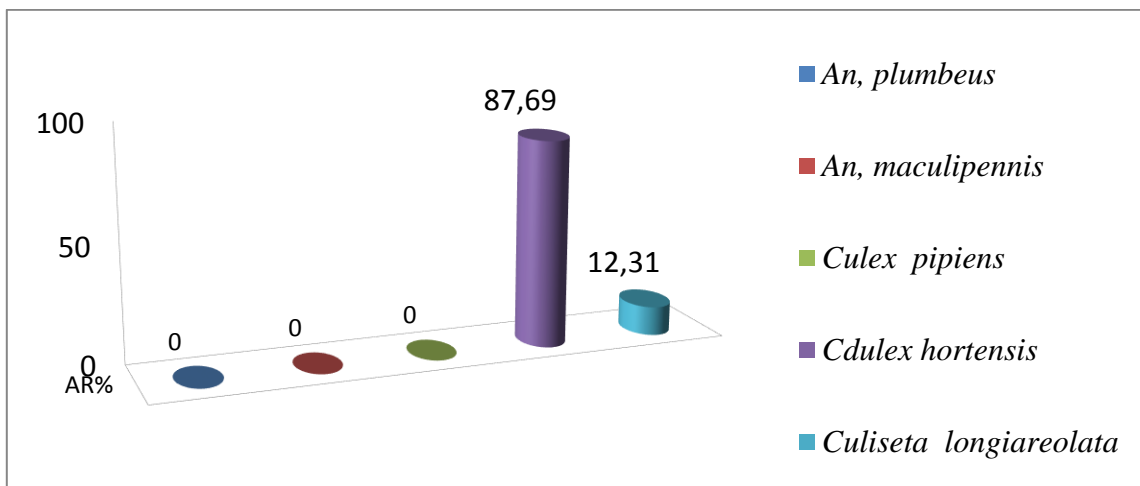


Figure 39 : Abondance relative des espèces dans la station 5.

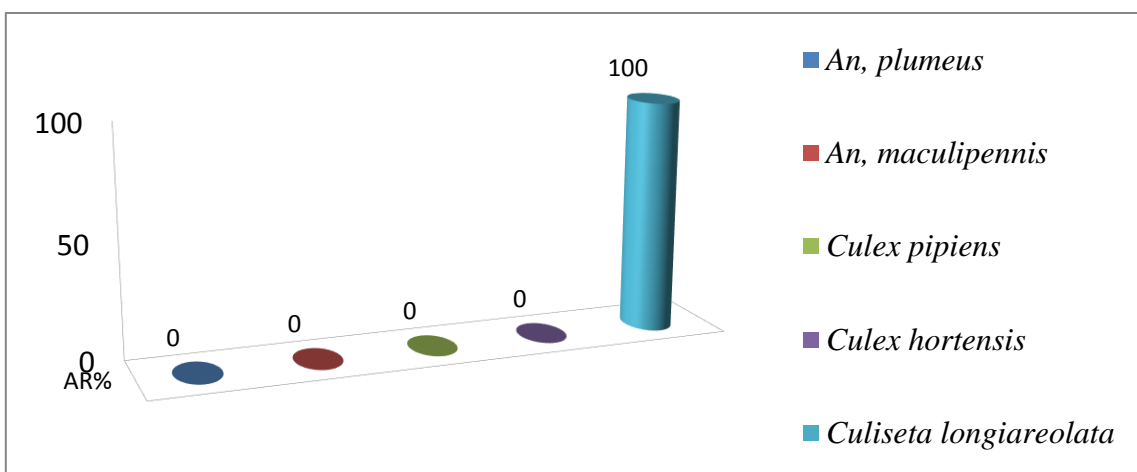


Figure 40: Abondance relative des espèces dans la station 6 et 7.

Les fréquences centésimales et les effectifs sont calculés pour chacune des espèces de Culicidae présenté dans les régions d'étude.

D'après les résultats dans le tableau 06, les abondances relatives varient selon une station à l'autre. On remarque que l'effectif de *Culiseta longiareolata* est la plus fréquente dans la première station (71 ; individus, AR=95.95%). Elle suivie de loin par *Culex pipiens* (3 individus; AR= 4.05%) avec un effectif et taux relativement faible (Fig. 35).

La deuxième ainsi que la sixième et septième stations ne sont représentées que par une seule espèce identifiée comme *Culiseta longiareolata* avec un taux de 100 % enregistré pendant toute la période d'échantillonnage. Les effectifs dénombrés diffèrent d'une station à un autre avec respectivement 48 ,152 et 212 individus (Fig.36 et 40).

Dans la troisième station d'Abi Youcef, 71 individus sont dénombrés et repartis en 03 espèces avec une égalité d'effectifs et d'abondances relatives (AR% = 45.04%) pour *Anopheles plumbeus* et *Culex hortensis* (Fig.37).

Contrairement aux gîtes précédant la quatrième station possède un grand effectif avec 288 individus repartis entre 03 espèces. *Anopheles maculipennis* est le plus représenté avec un taux de 83.3% suivi de loin par *Culiseta longiareolata* et de *Culex hortensis* avec des taux respectifs de 10.8% et de 5.90% (Fig.38).

Dans La cinquième station, 65 individus appartenant à deux espèces sont inventoriés. *Culex hortensis* est l'espèce la plus dominante avec un taux de 87,69% suivie par *Culiseta longiareolata* avec un taux de 12.31% (Tableau 3: Fig. 39).

Concernant les fréquences d'occurrences et constances, les résultats obtenu dans les stations des deux sites d'études montre qu' une seule espèce est omniprésente, il s'agit de *Culiseta longiareolata* signalée dans la première station alors qu'elle est considérée comme accessoire dans d'autres stations notamment la station 04, la station 06 et la station 07. On peut aussi mentionner que cette espèce est qualifiée de régulière dans la deuxième station avec FO%= 50% à côté de *Culex hortensis* dans la troisième station avec une valeur FO%= 58.33%. Cette dernière est qualifiée de constante avec une valeur FO%= 75% enregistré dans la station 05 à côté de *Anopheles maculipennis* dans la station 04.

VI.5. Résultats par les indices écologiques de structure

VI.5.1. Résultats de l'indice écologie de Shannon Weaver et l'équirépartition

Les indices écologiques de structure appliqués pour l'exploitation des résultats sur les Culicidae sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver et l'équirépartition.

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'équirépartition (E) des espèces de Culicidae sont calculées et exposées dans le tableau 11.

Tableau 11: Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H'), de l'indice de la diversité maximale (H'_{max}) et de l'indice d'équirépartition (équitabilité) des espèces de Culicidae.

Stations	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4	Station 5	Station 6	Station 7
H'	0,24	0	1,37	0,81	0,54	0	0
H_{max}	2	1,58	3,17	3,17	2	1,58	1,58
E	0.12	0	0,43	0,25	0,27	0	0

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver dans les stations d'étude sont différents elles varient entre 0 et 1.37. Dans la deuxième, sixième et septième station sont plus faible qui implique que les milieux sont peu diversifié où l'on note généralement la dominance d'une seule espèce. Cela s'explique que la durée de l'échantillonnage est courte (03mois).

Les valeurs de l'indice de l'équirépartition varient entre 0 vers 0.43 dans les 07 stations. Ses valeurs ce qui implique que les effectifs des espèces du milieu ne sont pas en équilibre entre eux mais il existe une dominance d'une espèce en effectifs par rapport aux autres Culicidae.

VI.6. Résultats de toxicité d'huile essentielle de *Lavandula stoechas* sur les laves de *Anopheles maculipennis*

VI.6.1. Evolution de mortalité des larves d'*Anopheles maculipennis*

Les résultats de l'évolution de la mortalité des larves en fonction des doses d'huile essentielle de *Lavandula stoechas* et la durée de trois jours sont montrés dans la fig.41.

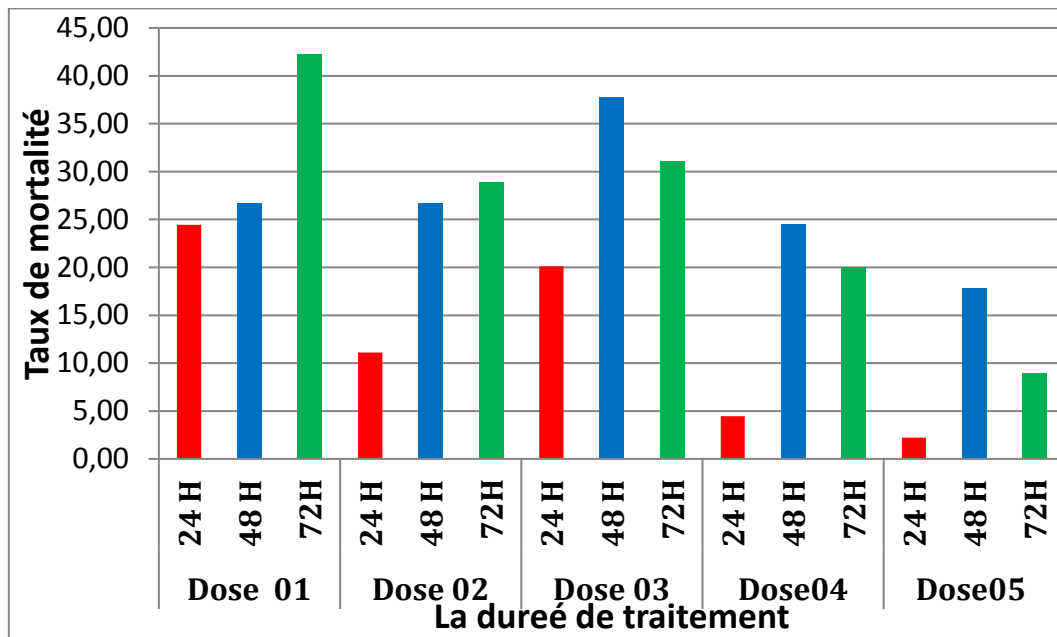


Figure 41 : L'histogramme de mortalité observée cumulé de les larves pendant 24h, 48h et 72h (Originale, 2021).

L'exposition des larves de 3^{ème} et le 4^{ème} stades de l'espèce *d'anophèles maculipennis* à l'extrait d'huile essentielle de *Lavandula stoechas*. IL indique que, lorsque le taux de concentration élevé le taux de mortalité grande .Le maximale mortalité obtenue est la dose 01 (1g/l) dans les 72 h. La plus faible mortalité minimale est notée dans la dose 5 (0.0001g/ l) à 24 h.

VI.6.2. Analyse de la variance à deux critères dose –temps

L'analyse de la variance à deux critères doses et temps appliquée aux larves d'*Anopheles maculipennis* est dressée dans le tableau 12.

Tableau 12 : Effet des doses de *Lavandula stoechas* sur les larves *Anopheles maculipennis* pendant 3jours.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2728,837	17	160,52				
VAR.FACTEUR 1	1733,102	5	346,62	5,42	0,01171		
VAR.FACTEUR 2	356,177	2	178,089	2,785	0,10825		
VAR.RESIDUELLE	639,558	10	63,956			7,997	42,33%
1							

L'analyse de la variance de la mortalité des laves d'*anophèle maculipennis* montre qu'au seuil de signification $\alpha = 0.05$ on ne peut pas rejette l'hypothèse nulle d'égalité des variances de facteurs (dose et temps) et cela après l'observation des variances de $F_{obs} = 5.42$ et 2.785 après trois jours de traitement. et pour la valeur P qui atteint de valeurs hautement significatives $P=0.01$.

VI.6.3. Etude des paramètres toxicologiques de *Lavandula stoechas* pendant 24h, 48h et 72h

Les paramètres toxicologiques de *Lavandula stoechas* en fonction des dose et temps sont présenté par :

VI.6.3.2. Taux de mortalités corrigées

Les valeurs des mortalités corrigées sont dressées dans le tableau 13 au-dessous.

Tableau 13 : Taux de mortalité corrigés pendant 24h, 48h et 72h.

Doses	10%	5%	2.5%	1.25%	0.625%
24h	24,44 %	11.11%	6.67%	4.44%	2.22%
48h	23.25%	22.22%	35.47%	20.3%	6.70%
72h	40.48%	27.3%	29.52%	17.94%	6.83%

VI.6.3.1. Régression linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h

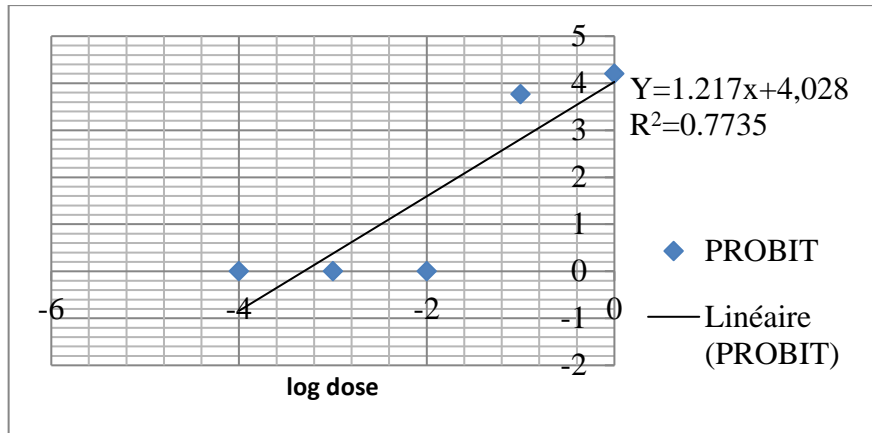


Figure 42 : Régression linéaire des doses en fonction de mortalité des larves après 24 H d'exposition.

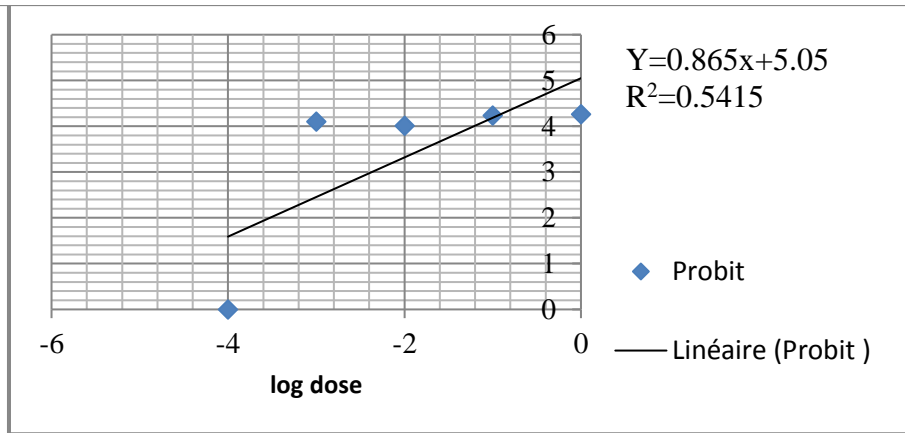


Figure 43 : Régression linéaire des doses en fonction de mortalité des larves après 48 H d'exposition.

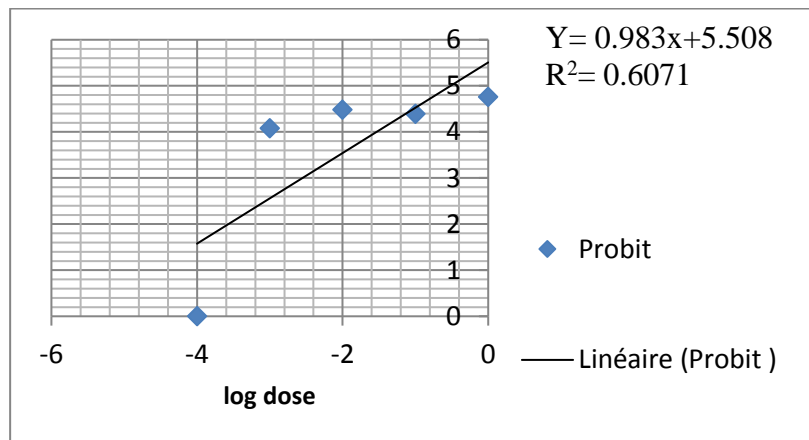


Figure 44 : Régression linéaire des doses en fonction de mortalité des larves après 72 H d'exposition.

VI.6.3. 2. Détermination de de dose ou concentration létale de 50% et 90%(CL50 et CL90%)

Les valeurs de concentration létale ou la dose létale de 50% et 90% est présentés dans ce tableau 14 suivant.

Tableau 14 : Les valeurs de CL50et CL90 de mortalité des larves *d'anophèle Maculipennis*

Concentration g/l	Temps	CL50 g/l	CL90 g/l	R ²	Equation
1	24 H	6.16	70.79	0.7735	Y=1.217x+4.028
0.1					
0.01					
0.001					
0.0001					
1	48H	0.87	26.30	0.0.5416	Y=0.865x+5.05
0.1					
0.01					
0.001					
0.0001					
1	72H	0.31	6.16	0.6071	Y=0.983x+5.508
0.1					
0.01					
0.001					
0.0001					

La droite de régression après 24 h de traitement des larves est formée : $Y=1.217x+4.028$ avec $R = 0,7735$. Pour assurer la mortalité de 50% de larves durant 24h, la concentration de *Lavandula stoechas* est égale 6.16 g/l par contre la concentration de 70.79g/l assurent la mortalité 90% de larves *d'Anopheles maculipennis*.

Après un temps d'exposition de 48h, la droit de régression est de la forme : $Y=0.865x+5.05$, $R=0.0.5416$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,5415$. Dans cette étude,

la DL50 de l'huile essentielle formulée de *Lavandula stoechas* sur les larves d'*Anopheles maculipennis* a été calculée. Ainsi 50% des larves sont éliminées lorsqu'une concentration de 0.87g/l est appliquée, alors qu'une concentration de 26.30 g/l implique une élimination de 90% de larves. Ce qui correspond à la DL90.

Enfin après un temps d'exposition de 72h la droite de régression est de la forme : $Y=0.983x+5.508$ $R= 0.6071$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,6071$. Les concentrations de 50% et 90 % sont inférieures parce qu'il ne dépasse pas 0.13g/l et 6.16g/l.

Discussion

Inventaire globale des Culicidae :

La recherche de faune des Culicidae dans les régions d'Abi Youcef et Ain El Hammam et Bouzeguene est effectuée durant de 03 mois dans 07 stations différents. Cette recherche a recensé 910 individus appartenant sur les sous famille de Culicinae et Anophelinae. (Brunhes et *al.*, 2000) estiment la présence de 50 espèces de Culicidae en Algérie. Par ailleurs, (Hassaine, 2002) note que l'Afrique méditerranéenne renferme 67 espèces de Culicidae. Parmi les espèces recensées, *Culiseta longiareolata* est la plus dominante avec 529 individus suivi par *Anophèle maculipennis* avec 240 individus.

Culicidae dans chaque station :

La première station renferme 02 espèces de Culicidae avec un effectif de 74 individus dans la deuxième, le nombre effectif de Culicidae capturés est 48 individus. La troisième station comporte 02 espèces de Culicidae avec 71 individus. L'autre station où la quatrième station, l'effectif totale des Culicidae est 288 individus répartis à 03 espèces. La cinquième station renferme une seule espèce à 65 individus. Les deux dernières stations comportent une seule station sixième répartis à 152 individus et septième station à 212 individus.

Résultats exploités par les indices écologiques

Les résultats exploités par les indices écologiques de composition et structure : les richesses totale, moyenne, l'abondance relative (AR%), la fréquence d'occurrence, les constances, la diversité de Shannon –Weaver et l'équirépartition sont discutés dans le présent paragraphe.

Résultats des indices écologiques de composition

Notre étude a permis de recensé 05 espèces. Les valeurs de la richesse totale est approximativement égale dans tous les stations. La station 03 et 04 possède la plus grande richesse, bien qu'elle soit même dans les stations 02, 06 et 07 avec une richesse totale 03 est aussi dans les stations 01 et 05 avec une richesse totale 04. (Lounaci, 2003) a inventorié 11 espèces de Culicidae dans l'Algérois et en Kabylie. Cet auteur rapporte que la saison printanière et automnale est les plus fructueuses en espèces de Culicidae. Dans tout le bassin méditerranéen, (Senevet et Andarelli, 1959) ont recensé 48 espèces de Culicidae.

Dans la fréquence centésimale de chaque espèce présentée dans les stations, nous avons remarqué que *Culiseta longiareolata* est plus dominante au niveau de première station à AR%= 95.95% et deuxième, sixième et septième station avec AR% =100%. *Anophèle maculipennis* est présenté avec 240 individus (AR%= 83.3%). Dans la troisième station *Anophèle plumbeus* et *Culex hortensis* possède même nombre effectifs 32 individus avec (AR%= 45.07%), *Culex hortensis* présentés tout seul dans la cinquième station (AR%= 89%) et aussi dans la quatrième station avec (AR%= 5.90%). *Culex pipiens* est la plus faible dans tous les espèces avec 03 individus AR%=4.05%.

D'autre part, nous avons enregistré les valeurs de la fréquence d'occurrence les classes de constance des espèces capturés dans les sept stations.

Dans la station 01, l'espèce de *Culiseta longiareolata* est omniprésente FO= 100% contrairement de *Culex pipiens* qui est classé comme une espèce occidentale avec FO= 8.33%. Dans la station 02 on note que une espèce de *Culiseta longiareolata* qui est classé cette fois une espèce qualifiée de régulière à FO%= 50%. Dans la station 03 *Anophèle plumbeus* est dite une espèce accessoire à FO%= 41.67 et *Culex hortensis* sont classés comme une espèce est dite une espèce qualifiée régulière FO%= 58.33. Dans la station 04, l'*Anophèle maculipennis* est classée comme une espèce constant FO=75 % cette valeur est la même avec *culex hortensis* dans station 05. Les stations 06 et 07, les *Culiseta longiareolata* est dite une espèce accessoire FO= 25%. D'un autre côté, cette espèce est classé comme une espèce accidentelle FO= 8.33%.

Résultats exploités par l'indice écologique de structure

La discussion porte sur les résultats de l'indice de Shannon Weaver l'équipartition des espèces des Culicidae.

L'indice de diversité de Shannon Weaver montre des valeurs variant entre 0 bit dans les stations 6 et 07 et 1.37 bit dans la station 03. Ces stations sont faibles ce qui implique la pauvreté du milieu en espèce où la dominance d'une seule cela s'explique que la durée de l'échantillonnage est court ce que concerne l'équirépartition variant entre 0 et 0.43 bits dans les sept stations ce que implique que l'espèce ne sont pas équilibre entre eux.

Résultats exploités dans la toxicité de l'huile essentielle *Lavandula stoechas*

D'après (Jacobson, (989), plus de 2000 espèces végétales possédant une activité insecticide sont déjà identifiées. on cite les travaux de (Jang et al., 2002) sur *A. aegypti* et *Cx pipiens* en testant l'activité de certaines légumineuses, et les travaux de (Alaoui Slimani, 2002) dans lesquels la toxicité de *Mentha pulegium* (Labiée) a été déterminée sur les larves de Culicidae. L'activité larvicide des extraits de plantes médicinales aromatique a aussi confirmée dans les travaux de (Jang et al., 2002 ; Papachritos & Stamopoulos , 2002 ; Roy & Limonoids, 206 ; Ould El Hadj et al ., 2006 ; Zouiten et al .,206 ; Lucia et al., 2007 ; Michaelakis et al., 2008 Idrissi & Hermas , 2008 ; Eleni et al., 200. Kemassi et al ., 2014).

Notre présent travail porte sur l'effet des extraits d'huile essentielle de *Lavandula stoechas*, une plante qui a un intérêt médicinal sur les larves de *Cx. maculipennis*. Cette huile essentielle est extraite par hydro distillation des feuilles sèches. Différentes concentrations de cette huile essentielle sont ainsi obtenues et testées contre les larves de stade L3 et L4.

La lecture des résultats de mortalité des larves de la mortalité des larves d'*Anophèle maculipennis* pendant 24 h, 48h et 72 h après leurs exposition à différentes concentrations. Les taux de mortalité sont enregistrés après 72h a 42.22%, 28.89%, 31,11% , 20% et 8.89% respectivement pour les doses D1=1g/l, D2=0.1g/l, D3=0.01g/l, D4=0.001g/l et D5=0.0001g/l.

Des valeurs de mortalité les plus faibles sont enregistré durant les 24 h qui suivent l'exposition des larves avec un taux de 2.22% pour la dose D5=0.0001g/l. Le taux le plus élevé de mortalité est de 42,44 % pour la dose D5=1g/l. à 72h.

Concernant le taux de mortalité observée, il est à signalé que celle-ci est augmenté selon la dose: de la plus faible (D5= 0.0001 g/l) à la dose la plus forte (D1= 1g /l) aussi le taux de mortalité est augmenté selon la durée de traitement de 24 h jusqu'à 72 h.

Durant de 24 h et 72 h, de l'exposition des larves aux traitements, la concentration létale 50% et 90% (DL50 et 90DL) sont diminués donc s'exprime que la dose 50 et 90 dans les 24h est plus élevée que la dose dans le 48 h et 72h. D'après cette remarque, nous concluons que, huile essentielle dans les 24 h est moins toxique (6.16g/l et 70.79g/l) car le taux de mortalité est très faible contrairement dans les 72 h, l'huile essentielle est plus toxique (0.31g/l et 6.16g/L).

Cette activité pourrait être due à la composition chimique d'huile essentielle constituée majorité de camphre et fenchone (Tab. 05).

(El Ouali Lalami et al. 2016) ont trouvé que *L. stoechas* essentiel l'huile a un effet positif contre *Anopheles labranchiae*, un vecteur de transmission du paludisme, avec une dose mortelle de 500 mg/ml (CL50 = 112,51 mg/L; CL90 = 294,51 mg/L). (Bouyahya et al., 2017) ont testé les effets de l'huile essentielle de *L. stoechas* sur trois espèces de *Leishmania* en utilisant le MTT (3- (4,5-diméthylthiazol-2yl)-2,5-diphényltétrazolium bromure) essai. Cette étude a révélé une CL50 de $0,9 \pm 0,45$ g/ml, $7 \pm 0,54$ g/ml et > 10 g/ml contre *Leishmania major*, *Leishmania infantum* et *Leishmania tropic*, respectivement. Le camphre a montré une activité anti leishmania intéressante contre *L. major* (IC50 = $5,55 \pm 1,27$ g/ml) et *L. infantum* (CI50 = $7,90 \pm 0,42$ µg/ ml). Le camphène et le 1,8-cinéol, qui sont des constituants majeurs des huiles essentielles de *L. stoechas*, ont été signalés à être toxique pour plusieurs espèces d'insectes (Baotong , 2003 ; Mazyad et Soliman, 2001; Shikha, 2015).

Conclusion

Le présent travail sur la recherche faunistique des Culicidae s'inscrit dans le cadre du développement de la biodiversité. Il s'agit de reconnaître la distribution de la faune Culicidienne. Il existe une relation entre les maladies et les insectes vecteurs dans l'augmentation de la mortalité et de morbidité. Le moustique joue un rôle fondamentale dans les écosystèmes, mais aussi dans l'épidémiologie humaine et animale, car il est considéré non seulement vecteur potentiel d'agents pathogènes mais également une source de nuisance pour les populations.

La recherche faunistique des Culicidae (Diptera ; Nematocera) est réalisée au niveau de deux régions Abi Youcef à Ain el hammam et Bouzeguene qui constituent une importance ressources d'eau de la wilaya de Tizi Ouzou. Dans ce travail, nous avons réalisé un inventaire des espèces de Culicidae présentes au niveau deux régions, et ce sur une période de trois mois mai à juillet 2021. Sept stations d'étude ont été choisies pour récolter des larves en utilisant la méthode de la louche ou dipping.

Nos résultats montrent que la région d'Abi Youcef et Bouzeguene comporte une faune Culicidienne importante. Notre étude a permis de mettre en évidence la présence de 03 espèces de sous famille de Culicinae (*Cx pipiens*, *Cx hortensis*, *Cs longiareolata*) et deux espèces de sous famille d'Anophalinae (*An. maculipennis* et *An. plumbeus*) de dernier est vecteur potentiel de l'agent causal du paludisme. Parmi les 05 espèces *Cs longiareolata* sont la plus dominante dans les deux régions d'études (529 ind. AR%=100%) .

Dans la première et deuxième, sixième et septième station *Culiseta longiareolata* est dominant avec des abondances variant entre 95.95% et 100%. Dans la troisième station, *Anopheles plumbeus* et *Culex hortensis* sont les plus représentés avec une même fréquence (AR%= 45.07%) suivie par *Anopheles maculipennis* (AR%=83.3%). Dans la cinquième station *Culex hortensis* est en tête des espèces recensées (AR%= 87.69) contrairement à *Culex pipiens* qui est faiblement représenté (AR= 4.05 %).

L'exploitation des résultats Par l'indice de diversité de Shannon Weaver varient entre 0 bits enregistré dans la station 06 ainsi que la station 07 à 1.37 bits dans la station 3 ce qui implique que les milieux d'étude sont peu diversifiés en espèce de Culicidae, cela est dû à la durée d'échantillonnage qui est relativement courte. Pour ce qui concerne l'équirépartition varient entre 0 et 0,43 bits ce qui implique que les effectifs des espèces du milieu ne sont pas en équilibre entre eux .mais il existe une dominance d'une espèce en effectifs par rapport aux autres Culicidae.

Les tests de sensibilité réalisés dans les conditions du laboratoire de huiles de *Lavandula stoechas* vis-à-vis des larves d'*Anophele maculipennis* ont montré que cette huile essentielle possède une activité larvicide intéressante. En effet, la mortalité des larves des stades L3 et L4 la plus élevée est de l'ordre de 42.22% observée durant les 72 h qui suivent l'exposition des larves à des concentrations 1g/l, 0.1g/l, 0.01g/l, 0.001g/l et 0.0001g/l.

L'analyse des probits nous a permis de retenir des doses létales à 50 % (DL50) et 90% (DL90) de *Lavandula stoechas* qui sont respectivement de l'ordre de (6.16 g/l et 70.79g /l) après 24H, (1.14 g/L et 26.30g/l) après 48H et (0.30g/l et 6.16g /l) après 72h.

Perspectives

Ainsi, les perspectives futures sont dans un premier temps la localisation précise de probables gîtes productifs au niveau de toutes les communes de la wilaya de Tizi Ouzou. Ceci constituera une évaluation régionale des degrés d'infestation par les moustiques, permettant de localiser les zones les plus touchées et de compléter la carte des zones infectées dans un second temps et ceci pour un éventuel projet de détermination dans la wilaya de Tizi Ouzou.

Nous recommandons également de soutenir le renforcement de la recherche opérationnelle afin d'entreprendre des études visant à optimiser l'application de stratégies de lutte dans le contexte particulier du groupement urbain. A ce sujet, d'autres chercheurs pourront se lancer sur les différentes pistes ouvertes par le présent travail. Promouvoir l'utilisation des huiles essentielles de diverses plantes de la région de la Kabylie. Il faut intensifier des activités de lutte anti-larvaire en utilisant ces produits naturels comme une bonne alternative aux pesticides conventionnels, pour lutter contre les moustiques vecteurs, afin de réduire leur rôle tout en respectant l'environnement.

Rréférences

Bibliographiques

A

1. **Abbott W.S., 1925** - *Method of computing the effectiveness of an insecticide*. Ed. con. Entomol 18: 265-267p.
2. **Adisso D. N. et Alia A. R., 2005** - *Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net et permanent dans les conditions de terrain*. Mém. ABM-DITEPAC-UAC, Cotonou. 79 p.
3. **Alaoui Slimani N., 2002** - *Faune culicidienne d'une zone marécageuse de Rabat-Salé : Biotypologie et contribution à la lutte par des substances naturelles*. Thèse Doct. Sci. Biol., Fac. Sci. Univ. Mohammed V., Rabat, Maroc, 192 p.
4. **Anonyme** - Cytologie-sanguine.com, Autre pathologies les parasites sanguicoles <http://www.cytologie-sanguine.com/html/autres-parasites.php>.
5. **AnonymeA-** <https://www.sawakinome.com/img/images/difference-between-plasmodium-falciparum-and-plasmodium-vivax.png>.
6. **Anonyme, 1998** - Filariose Lymphatique, Élaboration des stratégies pour lutter contre l'un des maladies infligeant les plus atteintes physique. https://hacharate-dz.info/hacharate/la_filariose2.html.
7. **Anonyme, 2004a** - Les vecteurs. Adresse URL : [http:// www.ind.ucl.ac.be/ stages/hygtrop/ wery/ vecturs/ wery](http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery) 2008. Html.
8. **Anonyme, 2007** - Confédération suisse et Département fédérale de l'économie (DFE); offices vétérinaire fédérale(OVF); monitoring (MON).
9. **Anonyme, 2015 a** - <https://www.insectecran.com/lutter-contre/moustique-culex/maladies-transmises>.
10. **Anonyme, 2020** - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plasmodium_falciparum_01.png.
11. **Anonyme, 2021a** - Fièvre du Nil (Fièvre à virus West Nile) <https://www.vidal.fr/sante/voyage/maladies-voyage/fievre-nil.html>
12. **Anonyme, 2021 b** - https://fr.wikipedia.org/wiki/Abi_Youcef.

- 13. Anonyme, 2021c** - <https://www.photosetbalades.fr/galerie-de-toujours/1/afrique-dunord/>.
- 14. Ayitchedji A.M., 1990** - *Bioécologie d'Anopheles mêles et d'Anopheles gambiae s. Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire.* Mém. TLM-DETS-CPU-UNB, Cotonou. 76p.
- 15. Alayat M. S., 2012** - *Bio-écologie, position taxonomique et compétence vectorielle 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,* Thès. Magister, Dép. Biol., Fac. Sci., Univ. Badji Mokhtar -Annaba- Algérie.
- 16. Aligon D, bonneau J& Garcia J, Gomez d, Legoff D., 2010** - Estimation des expositions de la population générale aux insecticides: les organochlorés, les organophosphorés, les pyrèthrinoides. Projet d'estimation des risques sanitaires.EHESP.78 p.
- 17. Balenghien T., 2006** - *Les moustiques vecteurs de la fièvre du Nil Occidentale en Camargue.* Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne.
- 18. Barbault R., 1981** - *Ecologie des populations et peuplements.* Ed. Masson, Paris, 200p.
- 19. Barbault R., 2008** - *Ecologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère,* Ed. Dunod, Paris, 390p.
- 20. Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J. and Kaiser A., 2003** - *Mosquitoes and their control,* Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.
- 21. Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C., & Kaiser A., 2010** - *Mosquitoes and Their Control,* 2nd Ed. Springer & Business Media.
- 22. Beloucif A., Meghenine F., 2010** - Diagnostic et Evaluation du plan de gestion de la réserve naturelle du lac de Réghaia (Alger), Mém., Ing., UMMTO., 110 p.
- 23. Benabdelkader T., 2012** - *Biodiversité, Bio activité et bio synthèse des composés terpéniques volatils des Lavandes ailés, Lavandula stoechas sensu lato, un complexe d'espèces méditerranéennes d'intérêt pharmacologique.* Thès. Doc. Sci, Fil. Bio. Univ. Jean Monnet-Saint –

B

- Etienne (France) en cotutelle avec l'école normal supérieure de Kouba (Alger, Algérie).
- 24. Benaboud J., Oujidi J., Elachouri M., & Chafi A., 2014** - Pesticides used by Moroccan's farmer in oriental Morocco. Case of Berkane region. *Academia Journal of Environmental Sciences*, 2(4):52–58 p.
- 25. Bendali S.F., 1989** - *Etude de Culex pipiens anautogène. Systématique et lutte Bactériologique thuringiensis israelensis sérotype H14B. Sphaericus 1953 et deux espèce d'hydracariens*. Thès. Migs. en Arthropogie Univ. d'Annaba.
- 26. Bendali F., Djebbar F. Soltani N., 2001** - *Efficacité comparé de quelque espèce de poisson à l'égard de divers stades de culex pipiens L. dans des conditions de laboratoire. Parasitica. 57(4): 255-265 p.*
- 27. Berchi S., 2000** - *Bio Ecologie de Culex pipiens L. (Diptera : Culicidae) Dans la région de Constantine et Présentation de lutte*. Thés. Doct. Es-sciences. Spéc. Entomologie. Univ. Mentouri Constantine. Fac. Des sciences. 10 p.
- 28. Blacklock B. & Carter H. F., 1920** - *Further experiments with Anopheles plumbeus Ttephens; its infection With P. falciparum in Enland, also notes on the apparatus and technique employed*. *Ann. Trop. Med .Parasitol.*14: 275-283 p.
- 29. Blondel J., 1979** - *Biogéographie et écologique*. Ed. Masson .Paris .173p.
- 30. Boubidi S-CH., 2008** - *Notion de base en Entomologie, Unité D'Entomologie Médicale, Service d'eco-Epidémiologie Parasitaire, institut Pasture d'Algérie Entomologie du Paludisme, Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008*.
- 31. Bouraie, M. M. El, Barbary & Yehia, M., 2011** - *Determination of organochlorine pesticide (OCPs) in shallow observation wells from El-Rahawy contaminated Area, Egypt. Environmental Research Engineering and Management, 3(57), 28–38p.*
- 32. Bouyahya A., Et-Touys A., Abrini J., Talbaoui A., Fella H., Bakri Y.et Dakka N., 2017** - *Lavandula stoechas essential oil from Morocco as novel source of anti leishmanial, antibacterial and*

- antioxydant activities. *Biocatal Agric Biotechnol*; 12: 179–84p.
- 33. Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P., 1999** - *Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, Logiciel d'identification et d'enseignement*, Ed. I.R.D.
- 34. Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P., 1999** - Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier (France).
- 35. Brunhes J., Hassaine K., Rhaim A. et Hervy J.P., 2000** - *Les Culicidae de L'Afrique méditerranéenne, espèces présentes et répartition (Diptera : Nematocera)*. Bull. Soc. Ent. France. 105 (2) : 195-204p.
- 36. Bueno – Mari R., jimenez-Peydro R., 2012** - *Study of the malariogenic potential in Eastern Spain*. Tpain. Trop Biomed.
- 37. Burt S.A., 2004** - Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*. 94: 223-253p.
- 38. Cachareul A.I., 1997** - *Les moustiques : cycle de développement, aspects anatomophysiologique et régulation du cycle ovarien* .131pp.
- 39. Callot J., et Helluy J., 1958** - *Parasitologie médicale*. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.
- 40. CDC, 2020** -Adulticides, Centres for Disease and prevention. <https://www.cdc.gov/mosquitoes/mosquito-control/athome/outside-your-home/adulticides.html> .
- 41. Carnevale., P et Robert V., 2009** - *Les anophèles : Biologie, transmission du plasmodium et lutte anti-vectorielle*, Marseille: Ed. IRD
- 42. Cavalcanti ESB., de Morais SM., Lima MAA., Santana EWP., 2004** - *Larvicidal activity of essential oils from Brazilian plants against Aedes aegypti L*. Mem. Inst Oswaldo Cruz. 99:541–544p.
- 43. Clements A. N., 1992** - *The biology of mosquitoes: development, nutrition and reproduction* vol.1.Wallingford / cab International.
- 44. Clements A.N., 1999** - *The biology of Mosquitoes: Sensory, Reception,*

- and Behaviour. (CABI Publishing, Eastbourne).
45. **Clements A.N., 2000** - *The biology of mosquitoes; development, nutrition and reproduction*. (CABI Publishing, Eastbourne).
46. **Claude M., 2003-** *Parasitologie et mycologie médicale, éléments de morphologie et de biologie*. Edition.
47. **C.R.E.A.D., 1987** - *Monographie de la commune de Bouzeguène*. Ed. Centre rech. écon. appl. Dév. Tizi Ouzou, 92 p.
48. **Crosby DG., 1966** - *Natural pest control Agents*. Adv. Chem. Ser. 53: 1-16p.
49. **Croset H., Papierok B., Rioux J.A., Gabinaux A., Cousserans J.1 Arnaud D., 1976** - *Estimates of larval population of Culicid mosquitoes: comparison of « capture-recapture », « Removal » and « Dipping » methods*. Ecological entomology 1:51; 256p.
- D**
50. **Dajoz R., 1972** - *Précis d'écologie*. Ed. Dunod, Paris ,434p.
51. **Dajoz R., 1974** - *Dynamique des populations*. Ed. Masson et Cie, Paris. 434p.
52. **Dajoz R., 2006** - *Précis d'écologie: 8^e Edition*, Ed. DUNOD, Paris. 631p.
53. **Darriet F., 1998** - *La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies*. Khartala-orstom, Paris .91p.
54. **Delaunay P., Fauran P., Marty P., 2001** - « Les moustique s d'intérêt médicale » .Revue français des laboratoires, N°338, 27-36p.
55. **Delaquis P.J., Stanich K., Girard B. & Mazza G., 2002** - Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International Journal of Food Microbiology*, 74:101-109p.
56. **Diakite B., 2008** - *La Susceptibilité Des Larves d'anophèles Gambiae S.L. A Des extraits de plantes médicinales du Mali*. Thés Doct. en Médecine. Fac. Médecine de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie. Univ. Médecine de Pharmacie et D'Odonto – Stomatologie 1p.
57. **Doran J.C., 1999** - *Cajuput Oil, dams tea tree, the genus Melaleuca, Southwell I. Et Lowe R. (Eds), Harwood Academic publishers, Australie, 211-235p.*

58. **Duchauffour P., 1976** - *Atlas écologique des sols de monde*. Paris, 178p.
59. **Durvelle J.P., 1930** - *Fabrication des essences et des parfums*. Ed. Desforges, Girardot et Cie, 807 p.

E

60. **Eldrige B. F. & Edman J.D., 2000** - *Medical entomology*. Kluwer Academic Publishers, London, 659 p.
61. **Elouard J. M., 1981** - *Diptères : caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes*. (24): 554- 567p.
62. **Emberger I., 1955** - *Une classification biogéographique des climats* Rev .Trav, Lab. Bot .G2OL. Fac .Se.7(11) :3-43 p.

63. **Eleni M., Antonies M. & George K., 2009** - *Alexios-Leandos S., Prokopios M., "High quality bergamot oil from Greece: Chemical analysis using chiral gas chromatography and Larvicidal activity against the West Nile virus vector"*, *Molecules*.14 (2): 839-849p.
64. **El Ouali LA., El-Akhal F., Maniar S., Ezzoubi., Taghzouti K., 2016** - *Chemical constituents and Larvicidal activity of essential oil of Lavandula stoechas*

(Lamiaceae) from Morocco against the malaria vector Anopheles Labranchiae (Diptera: Culicidae). *Int. J Pharmacognosy Phytochem Res* ; 8 (3): 505–11p.

65. **Ezzoubi Y., Bousta D. and Farah A., 2020** - *A Phytopharmacological review of a Mediterranean plant: Lavandula stoechas L*, *Clinical Phytoscience*. 6p.

F

66. **Fanny B., 2008** - *Effet larvicide des huiles essentiels sur Stomoxys calcitrans à la Réunion*, Thé. Doc. vétérinaire, Uni. Paul Sabatier de Toulouse, 87p.
67. **Faurie C., Ferra C. Et Medorli P., 1980** - *Ecologie*. Ed. Baillière JB, Paris, 167 p. de France. Paris. 231p.
68. **Franchomme P. Et Penoel D., 1990** - *Matière médicale aromatique fondamentale (317-406)*, livre quatrième, l'aromathérapie exactement, encyclopédie de l'utilisation thérapeutique des huiles essentielles. R. Jollois Edit., Limoge, 446p.
69. **Gaidi I. Et Goucem C., 2017** - *Étude de l'activité larvicide des huiles essentielles de Ruta graveolens à l'égard d'une espèce*

de moustique Culex pipiens. Mem. Mast. Univ. Larbi tébessi – tbassa ; 33p.

G

70. Gainard A., 2016 - *Lavandes et lavandin, utilisation en aromathérapie : enquête auprès des pharmaciens d'officine*. Thés. Doc. Pharmacie, Univ. Bordeaux UFR Des Sciences Pharmaceutiques. N°: 47.

71. Gillies M. T., De Meillon B., 1968 - *The Anophelinae of Africa South of the Sahara*. Pub. South Afr. Inst. Med. Res., 54, 343 p.

72. Guarrera PM., 1999 - *Traitement antihelminthique, antiparasitaire et répulsif des plantes en Italie*. *Journal of Ethnopharmacology*. Vol.68, Issues 1-3, 15 December 1999, 183-192p.

73. Guillaumot L., 2006 - *Les moustiques et la dengue*. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie, 15 p.

74. Guillet J.D., 1971 - *Man – the third link in the epidemiological chain*. Report of 1st Internat. Seminar SEATO, Bangkok.

75. Goulu M., 2015 - *Développement d'une nouvelle stratégie de protection chimique contre les*

moustiques vecteurs de maladie; utilisation d'une association répulsif/ insecticide afin d'optimiser l'efficacité de traitement tout en réduisant les doses utilisées, Thés. Doc. biologie de l'environnement, Labo. Récepteurs et Canaux Ionique Membranaire (RCIM) UFR Sciences, Univ. d'Angers 2, Boulevard Lavoisier 49045Angers Cedex 04 France, 31-32 p.

H

76. Hassaine K., 2002 - *Bio écologie et biotypologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (Aedes caspius, Aedes detritus, Aedes mariaae et Culex pipiens) dans la région occidentale algérienne*. Thèse. Doc. Sci. Aboubaker Belkaid, Univ. Tlemcen, 191 p.

77. Harwood R. F. & James M. T., 1979 - *Entomology in human and animal health* Mac Milan Publishing. Co. Inc., New York, Collier MacMillan Canada.,548 p4.

78. Hegh E., 1921 - *Les moustiques, mœurs et moyens de destruction*. Ed. Imprim. Indust. & Financ., Bruxelles, 239 p.

79. **Himmi O., Dakk M., Trabi B., Elagbani M.E., 1995** - *Les Culicidae du Maroc : Clés d'identification avec données biologique et écologique. Travaux de l'institut scientifique (N44). Rabat (Maroc).*
80. **Himmi O., Trari B., Elagbani M.A. & Dakki M., 1998** - *Contribution à la connaissance de la cinétique et des cycles biologiques des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Rabat - Kénitra (Maroc). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat 21, 71-79 p.*
81. **Holstein M., 1949** - *Guide pratique de l'anophélisme en A. O. F. Dakar, Direction général de la santé publique, 55 p.*
82. **Howard L., Dyar H.G & Knab F., 1921** - *The mosquitoes of North and Central America and the West Indies. Vol. I. A general consideration of mosquitoes, their relations to the human species. Carnegie Inst. Of Wash. 172-75 p.*
83. **Haouachine S., 2011** - *Recherches sur la faunistique et l'écologie des macro- invertébrés des cours d'eau de Kabylie, Mém. Ecologie et Biodiversité Animale des Ecosystèmes Continentaux, Fac. Sci. Biol.et Sci. Agr., 13-14p.*
84. **Howard L. O., Dyar H. G. & Knab F., 1912** - *The mosquitoes of North and Central America and the West Indies. Vol. I. A general consideration of mosquitoes, their Habitat and their relations to the human species. Carnegie Inst. Of Wash.172-175p.*
- I**
85. **ICIPE., 1994** - *Annual report international centre of physiology and Ecology. P. obox X 30772, Nairobi, Kenya ISBN 9290640 glx.*
86. **Idrissi-Hassani L. M., et Harmas J., 2008** - *Effet de l'alimentation en *peganum harmala* L. (Zygophyllaseae) sur le tube digestif du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthopetra Acaridae) zool. baetica, vol.19 :71-84*
87. **Isman M. B., 2005** - *Bontanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu. Rev. Entomol. N°51, 45-66 p.*
88. **Institut Pasteur 1998** -*Aedes polynesiensis*
https://phototheque.pasteur.fr/fr/asset/fullTextSearch/WS/HOME_MENU/node/205/slug/filarioses/nobc/1/page/1.

89. Institut Pasteur, 2021 - Paludisme
-<https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/paludisme>.

J

90. 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 p.

91. Jang YS., Baek BR., Yang Y C., Kim MK., Lee HS. , 2002 a - *Larvicidal activity of leguminous seeds and grains against Aedes aegypti and Culex pipiens pallens*. J. Am. Mosq. Control. Assoc. 18 (3), 210–213 p.

92. Jang YS., Kim MK., Ahn YJ., Lee HS., 2002 b - *Larvicidal activity of Brazilian plants against Aedes aegypti and Culex pipiens pallens (Diptera : Culicidae)*. Agric. Chem. Biotechnol. 45 (3), 131–134p.

93. Jetten K.H. and Takken, W., 1994 - *Anophelisme without malaria in Europe: a review of the ecology and distribution of the genus Anopheles in Europe*. (Wageningen agricultural university press, Wageningen).

K

94. Kemassi A., Bouziane N., Boual Z. & Ould El Hadj M. D., 2014 - *Activité biologique des huiles essentielles de Peganum harmala L. (Zygophyllaceae) et de Cleome arabica L. (Capparidaceae) sur Schistocerca gregaria (Forskål, 1775)*. Vol.12 n° 6: 348-353 p.

95. King A. M., Lefkowitz E., Adms. M.J. and Carstens E.B., 2011 - *Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Elseier.1462p.

96. Krida G., Rhaïem A., Jerraya A. et Bouattour A., 1998 - *Morphologie comparée de quatre stades larvaires de Culex pipiens Linné récolté en Tunisie (Diptera, Culicidae)*. Bull. Soc. Ent. France, 103 (1) : 5 – 10 p.

97. Kosh-Komba E., 2004 - *Propriétés antifongiques d'huiles essentielles de quatre espèces d'Eucalyptus du Campus universitaire de Lomé (Togo)*. Mém. DEA de biologie de développement, Fac. sci. Univ.de Lomé.41p.

ℒ

98. Lane P. R. & Crosskey R. W., 1993 - *Medical insects and arachnids*. Chapman and Hall, 723p.
99. Lim T.K., 2014 - *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Vol. I, .656-687p Springer.
100. Locuste A., et Salamon R., 2001- *Element de biogéographie et d'écologie*. Ed. Nathan, Paris, 284p.
101. Louadi K., Bendifallah L. & Doumandji SE., 2010 - *Apoidea et leur diversité au nord d'Algérie*. Publication scientifique, 18(1) :85-102 p.
102. Ladyofhats y., Alvaro RG. & Bibi Saint–Pol., 2010 - Digestive System Diagram Recuperado.
[Http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digestive_system_diagram_es.s](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Digestive_system_diagram_es.s)
 (Imagenedominiopulico,deacuero:oa:http://en.Wikipédia.org/.wikiPublic_domain).
103. Lounaci Z., 2003 - *Bio systématique et bio écologie des Culicidae (Diptera : Nematocera) en milieux rural et agricole*. Thès. Sci. Agr. option, Entomologie

Appliquée. INA, El Harrach 43-44p.

104. Lucia A., Gonzalez Audino P., Licastro S. & Masuh, 2007 - Larvacidal effect of *Eucalyptus Grandis* essential oil and turpentine and their major component on *Aedes Aegypti* larvae. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 23(3):299-299-303p.

ℳ

105. Mahmoudi Y., 1982 - *La thérapeutique par les plantes communes en Algérie*. Blida, Algérie: Palais de livre. 55-58 p.
106. Maia MF, Moore SJ., 2011 - Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malar*; 10(1):11 p.
107. Manguin S., 2013 - Les moustiques vecteurs d'agents pathogènes responsables de maladies infectieuses au Brésil, Inst. Recherche pour le Développement (IRD) Montpellier.
108. Matille L., 1993 - *Diptères d'Europe Occidentale* .T1. Ed .Boubée, Paris, 439p.
109. Mazyad SAM, Soliman M., 2001 - *Laboratory evaluation of the insecticidal activity of*

- camphor on the development of Oestrusovis larvae. J Egypt. Soc. Parasitol. 31(3):887–89 2 p.*
- 110. Mbakwiravyo K., 2009 -** *Notes d'écologie générale, Uni. conservation de la nature et de développement de Kasugho* https://www.memoireonline.com/08/10/3782/m_Notes-decologie-generale.html.
- 111. McBride WJ, Bielefeldt-Ohmann H., 2000 -** *Dengue viral infections, pathogenesis and epidemiology. Microbes Infect, 2: 1041–5.*
- 112. Meddour O.S. et Derridj A., 2010 -** *Le risque d'incendie de forêt : évaluation et cartographie. Science et changements planétaires / Sécheresse. Vol. 21(3); 187-95p.*
- 113. Michaelakis A., Koliopoulos G., Milonas P., Kontodimas D., Polissiou M., Kimbaris A. C. & Papachristos D. 2008 -** *Activity of nonoxygenated versus oxygenated monoterpenes against mosquitoes. An attempt to correlate toxicity with chemical structure”, In: A 7th Joint meeting of AFERP, GA, PSE & SIF, Natural products with pharmaceutical, nutraceutical, cosmetic and agochemical interest, Athens.*
- 114. Mokrani H., 2018 -** *Contribution à l'étude de la bio-écologie des Culicidae au barrage de Taksebt de Tizi –Ouzou. Mémo. Magister. Dép. Sci. bio. et Ani. Fac. Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.07 p.*
- 115. Morin A., 2002 -** *Note de Cour : Les Arthropodes. Biologie U. d4ottawa.*
- 116. Mouchet J. et Carnevale P., 1991 -** *Les vecteurs et la transmission. In Danis, M. and Mouchet J., Paludisme. Paris: Ellipses /Auropelf pp/35-59 p.*
- 117. Muller Y., 1985 -** *L'avifaune forestière nicheuse des Vosges du nord – sa place dans le contexte médio-Européen. Thès. Doct. sci. univ. Dijon, 318 p.*
- 118. Mughini –Gras L, Mulatti P, Severini F, Boccolini D, Romi R, Bongiorno G et al., 2013 -** *Ecological niche modelling of potential West Nil Virus vector Mosquito species and their geographical association with equine epizootics in Italy, 11(1):120-32 p.*

N

- 119. Noudjoud M., 2006 -** *Contribution à la connaissance des abeilles sauvages*

(Hyménoptère, Apoidea) dans les milieux naturels et cultivés de la région de kenchela. Mémo. master, Uni. Constantine, 139 p.

O

- 120. O.M.S, 1974** - *Manuelle pratique de lutte anti-larvaire: division du paludisme et autre maladie parasitaire.* OMS, Genève.7-17p.
- 121. O.M.S, 2004** - *Organisation Mondiale de la Santé - Global Strategic Framework for Integrat Ed. Vector Management,* Geneva, 2004.
- 122. O.M.S, 2004a** - *Lutte contre les vecteurs du paludisme.* WHO/CDS/WHOPES/2002.5Rev.1
- 123. O.M.S, 2004 b** - *Questions fréquemment posées à propos de l'utilisation du DDT pour la lutte anti-vectorielle.* WHO/HTMIRBM12004.54p.
- 124. O.M.S, 2013** - *Statistiques Sanitaires Mondiale,* 172p.
- 125. O.M.S, 2014** - *Filariose lymphatique, journal mondiale de santé* 2014.
https://applications.emro.who.int/docs/Fact_Sheet_WHD_2014_FR_15255.pdf?ua=1.
- 126. O.M.S, 2018** - *Fièvre de la vallée du Rift,*
<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/rift-valley-fever>.
- 127. O.M.S, 2021** - *Dengue et dengue sévère.*
<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue#:~:text=La%20dengue%20est%20due%20%C3%A0,'origine%20de%20l'infection>.
- 128. O.N.M. Tizi Ouzou, 2020** - *Bulletin d'information climatique et agronomiques.* Office nati, cent. clim. Tizi- Ouzou.
- 129. Ooi E., Goh K., Gubler D., 2006** - *Dengue prevention and 35 years of vector control in Singapore.* *Emerging Infectious Diseases.* 12, 887-893p.
- 130. Ould El hadj M. D., 2004** - *Le problème acridien au Sahara Algérien.* Thès. Doct. d'Etat. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 224, 276, 279 p.
- 131. Ould El Hadj M.D., Takari Dan – Badjo A., Halmouane F. & Doumandji S., 2006** - *Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de Schistocerca*

gregaria. (Forskal, 1775) (v Orthoptera – cyrtacanthacridinae).

132. **Oussou K.R., Yolou, S., Boti, J.B., Kouadio Guessennd N., Kanko C., Ahibo, C. and Casanova J., 2008** - Etude chimique et Activité Anti diarrhéique des Huiles essentielles de deux Plantes aromatiques de la pharmacopée ivoirienne; *European Journal of Scientific Research*. 24(1) : 94-103.

P

133. **Papachristos D. P. & Stamopoulos D.C., 2002** - *J. Stored Prod. Res.*38/ 117-128p.
134. **Papierok B., Croset H. & Rioux J-a., 1975** - *Estimation de l'effectif des populations larvaires d'Aedes cataphylla Dyar, 1916(Diptera -Culicidae).II.* méthodes utilisant le "coup de louche "ou "dipping "Série Entomologie médicale et parasitologie XII(1) ,47-51p.

135. **Peter, K.V., 2004** - *Handbook of herbs and spices .v. I.* Woodhead publishing.

136. **Philogen B.J.R. ,1991** - *L'utilisation des produits naturels sans la lutte contre les insectes, problème et perspectives, La lutte Anti acaridienne.* Ed. ANPELF.

URE, Jhon Libbey Euronext, Paris, 269-278p.

137. **Poinsignon A., 2008** - *Étude de la relation homme-vecteur. De l'identification à la validation de protéines salivaires comme marqueur immunologique d'exposition aux piqûres d'Anopheles sp. et de Glossina sp.* Univ. Montpellier I Fac. Médecine, France.

138. **Pretorius Z. A., Pakendorf K. W., Marais G. F., Prins R., and Komen J. S., 1997** - *Challenges for sustainable cereal rust control in South Africa.* *Australian Journal of Agricultural Research Jan*, Vol. 58(6): 593 p.

Q

139. **Quezel P. and Santa S., 1963** - *Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales (Vol II).* Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.

R

140. **Ramade F., 1984** - *Eléments d'écologie – fondamentale.* Ed. MC Graw-hill, Paris, France.397 p.

- 141. Ramade F., 2005** - *Elément d'écologie. Ecologie appliquée*. Ed DUNOD, Paris, 6^{ème} édition, 864 p.
- 142. Ramade F., 2008** - *Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité*. Ed. DUNOD, Paris, France. 1, 181-182, 145, 546, 647 p.
- 143. Ramade F., 2009** - *Element d'écologie – Ecologie fondamentale*. Ed. Dunod, Paris, 689 p.
- 144. Rhodain F. & Perez C., 1985.** *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire*. Maloine. SA Edition 27, Rue de l'école médecine 75006, Paris, France.
- 145. Rickenbach A., 1981.in Jean Rene Durand; C. Levequ; 1981** -Ed: *office de la recherche scientifique et technique Outre-mer*, 44-45 p.
- 146. Rioux J.A., 1958** - *Les Culicidae du midi méditerranéen*. Le chevalier, Paris ? France. 303p.
- 147. Rodhain, F., Rosen, L., 1997-** *Mosquito vectors and dengue virus-vector Relationship, in Gubler, D., Kuno, G.* Ed. Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever, London, CAB International, 45-60 p.
- 148. Rogier C., 2001** - *Histoire naturelle et épidémiologie du paludisme*. J.-M. Saïssy. Ed. Paludisme grave: 1-22 p.
- 149. Roy A. & Saraf S., 2006** - *Limonoids , "Overview of significant bioactive triterpenes Distributed in plants king dom "* *Biol. Pharm.Bull.*,29 ;191-201p.
- 150. Rueda L. M., 2004** - *Pictorial keys for the identification of mosquitoes (Diptera: Culicidae) associated with Dengue virus transmission*. *Zootaxa* 589:1-60 p.
- S**
- 151. Sam Abdoul D., 2001** - *Composition chimique d'huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : Valorisation*. Thès. Doc. Univ. Ouagadougou, Burkina Faso.
- 152. Service M.W., 1993** - *Mosquito ecology. Field Sampling Methods*. 2nd Ed. Chapman & Hall, London, UK.
- 153. Sciama Y., 2006** - *Moustique, la grande menace*. *Science et vie*, 1065 : 76-80p.
- 154. Shikha S., 2015** - *A review on pharmacological uses of essential oil*. *Int J Curr Pharm Rev Res*; 6(1):71-9 p.

155. **Sinegre G., 1974** - *Contribution à l'étude physiologique d'Aedes (O) caspius (Pallas1777) (Nematocera : Culicidae). Eclosion. Dormance. Développement. Fertilité. Thès. Doc. Es-Science. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier. 285 p.*

156. **Sinegre G., Rioux A.J., et Salgado J., 1979** - Fascicule de détermination des principales espèces de moustiques du littoral français. E. I. D 16 p.

μ

157. **Urquhart G. M. Armour J., Duncan J. L., Dunn A. M & Jennings F.W., 1996** - *Veterinary parasitology* .2nd edition. Ed. Oxford: Blackwell science. 307p.

W

158. **Wall R. & Shearer D., 1997** - *Veterinary entomology*. London: Chapman & Hal.439 p.

159. **Work TH, Hurl but, HSET Taylor R.M., 1953** - *Isolation of West Nil Virus from hooded crow and rock pigeon in the Nile delta. PROC soc. EXP Boil Med 84(3).*

160. **Wang, Y., Guo, S., Xue, R., Qi, S., Xu, Y., Xue, B., & Yuan, D., 2011** - Organochlorine pesticides in the soil of a karst cave in Guilin, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 180, 489–500.
<https://doi.org/10.1007/s10661-010-18010>.

Z

161. **Zientara S. et Leblond A., 2002** - Surveillance de la circulation du virus West Nile dans la population équine de la région Camargue, 5 p.

162. **Zouiten H., Abbassi K., Atay-kadir Z., Mzari M., ElMahi M. & Essassi E.M., 2006** - *Insectidal activity of Solanum sodomaeum (solanaceae) extratsion Schistocer greegaia (forskal) Larve.J. Orthop. Res., vol. 15(2) :171-173p*

Annexe

Annexe 01 : Matériels utilisés au laboratoire

Outils et les produits de laboratoire

-Tubes à essai et sec.

-la bôme de canada.

-Boîtes de pétri.

- Eau distillé.

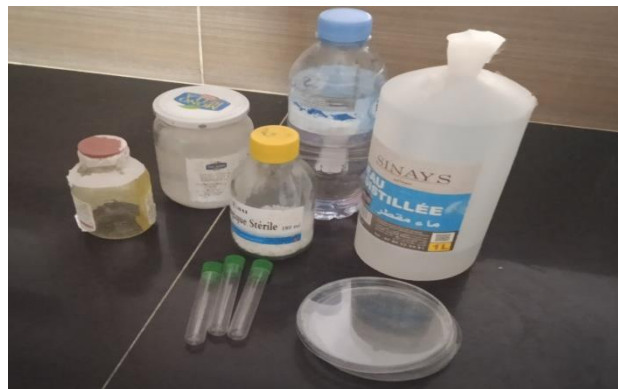
-Pipete.

-Ethanol ou alcool à 70%.

-Bicher.

Plaque chauffage.

Lame et lamelle.



L'appareillage

Loupe binoculaire.

Microscope optique.

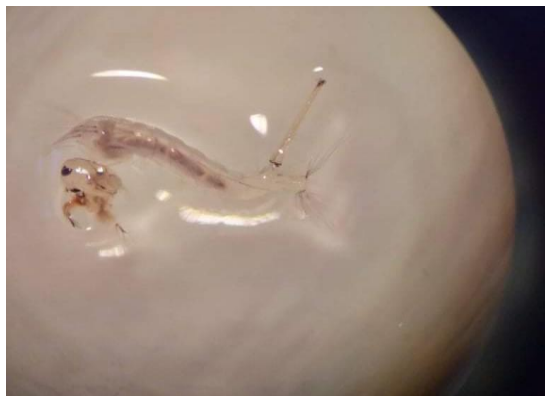
Une balance.

Appareil clevenger.

Annexes 02 : les photos sur larves des genres *d'Anopheles* et *Culex* et huile essentielle



Anopheles sp



Culex sp



L'huile essentielle de *lavandula stoechas*

Annexe 03 : Résultats de logiciel stat box (version 4.6).

1-Puissance d'essai

Facteur 1 : dose.

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,94	5%	10%	20%
10%	1,89	5%	10%	21%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		82%	90%	96%

Facteur 2 : temps.

		RISQUE de 1ere ESPECE		
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	0,94	5%	10%	20%
10%	1,89	6%	12%	22%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		38%	69%	81%

2-Moyenne

Moyenne facteur 1 : Dose .

MOYENNES FACTEUR 1 = dose					
1 (Témoin)	2 (D1)	3 (D2)	4 (D3)	5 (D4)	6 (D5)
4,443	31,11	22,223	29,663	16,293	9,63

Moyenne facteur 02 : Temps

1 (t1)	2 (t2)	3 (t3)
--------	--------	--------

12,607	22,223	21,852
--------	--------	--------

Annexe 04 : Table de de transformation des pourcentages en probits.

Table 3.2 Transformation of percentages to probits

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.62	5.65	5.68	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

Faunal research on Culicidae in the Tizi Ouzou region and biological control using essential oil from butterfly lavender (*Lavandula stoechas*).

Abstract

Culicidae are Nematocera Diptera potentially responsible for the transmission of human and animal diseases. Fauna research for Culicidae is carried out in the regions of Abi Youcef in Ain El Hamman and Bouzeguene from May to July 2021. Sampling of the larval stages is carried out using the Dipping technique. In 07 stations (05 in Abi Youcef and 02 Bouzeguene). Five species are collected and divided into two sub-families. The Culicinae subfamily is formed by three species *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata* and *Cx. hortensis*. The Anophelinae subfamily is formed by two species *An plumbeus* and *An. maculipennis*. *Cs. longiareolata* is the most common and ubiquitous at all study sites, while *Cx. hortensis* occurs in only 03 study stations and the other species have each paired in only one station.

The sensitivity tests carried out under laboratory conditions of the essential oil of *Lavandula stoechas* against the *An. Maculipennis* mosquito, vectors of parasitic diseases, showed that the essential oil has interesting larvicidal activity. Indeed, 42.22% mortality of larvae in stages 3 and 4 of *An. maculipennis* was obtained at concentrations of 1g / l, 0.1g / l, 0.01g / l, 0.001g / L, and 0.0001g / l. The calculated LD50 and LC90 of *Lavandula stoechas* were respectively of the order of (6.16 g / l and 70.79 g / l) after 24 hours, (1.14 g / L and 26.30 g / l) after 48 hours and (0.30 g / l) and 6.16g / l) after 72h.

Key word

Culicidae, inventory, Biological control, *Lavandula stoechas*, *Anopheles maculipennis*, Tizi Ouzou, Larva L4, Hydro distillation.

Recherche faunistique des Culicidae dans la région de Tizi Ouzou et lutte biologique l'aide d'huile essentielle du lavande papillon (*Lavandula stoechas*).

Résumé

Les Culicidae sont des Diptères Nématocère responsable potentiel de la transmission des maladies humaines et animales. La recherche faunistique des Culicidae est effectuée dans les régions d'Abi Youcef à Ain El Hammam et Bouzeguene du mois de mai au mois de juillet 2021. L'échantillonnage des stades larvaires est réalisé grâce à la technique de Dipping. Dans 07 stations (05 à Abi Youcef et 02 Bouzeguene). Cinq espèces sont récoltées et repartis en deux sous familles. La sous famille des Culicinae est formé par trois espèces *Cx. pipiens*, *Cs. longiareolata* et *Cx. hortensis*. La sous famille des Anophelinae est formé par deux espèces *An. plumbeus* et *An. maculipennis*. *Cs. longiareolata* est la plus fréquente et omniprésente dans tous les sites d'étude, tandis que *Cx. hortensis* est présente que dans 03 stations d'étude et les autres espèces n'ont fait leur apparitions chacun que dans une seule station.

Les tests de sensibilité réalisés dans les conditions du laboratoire de de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* vis-à-vis du moustique *An. maculipennis*, vecteurs de maladies parasitaires, ont montré que l'huile essentielle possède une activité larvicide intéressante. En effet, 42.22% de mortalité des larves des stades 3 et 4 d'*An. maculipennis* a été obtenu à des concentrations de 1g/l, 0.1g/l, 0.01g/l, 0.001g/L, 0.0001g/l. Les DL50 et les CL90 de *Lavandula stoechas* calculées ont été respectivement de l'ordre de (6.16 g/l et 70.79g/l) après 24H, (1.14 g/L et 26.30g/l) après 48H et (0.30g/l et 6.16g/l) après 72h.

Mots clés

Culicidae, inventaire, Lutte biologique, *Lavandula stoechas*, *Anophèle maculipennis*, Tizi Ouzou, Larve L4, Hydro distillation.