

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI-OUZOU

Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques

Département des sciences biologiques



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme de master en sciences biologiques

Option : parasitologie

Thème

**Evaluation de la toxicité des extraits aqueux des
plantes de la région de Tizi-Ouzou contre les larves
préimaginaux des Culicidae (Diptera ; Nematocera)**

Réalisé par

M^{elle} : KANEM Melissa

M^{elle} : KACED Thinhinane

Devant le jury

Président

Medjdoub Bensaad F

Professeur

Promotrice

Ali ben Ali Lounaci Z

MCA

Co-promotrice

Belkadi Lynda

Doctorante

Examineur

Chaouchi N

MCA

Années 2021-2022



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mon chère père, l'héro de ma vie, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de sa vie à m'encourager, à me donner l'aide à me gâter et à me protéger. Que dieu le gardes et le protège.

A ma mère, pour son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie. Tu es une brave femme maman. Merci pour tout. Et que dieu te garde pour nous.

A mes chers frères Rahim, Rachid et Salim, qui ne cesse pas de m'encourager et me gâter, je suis chanceuse d'avoir des frères comme vous. Je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de réussite et que Dieu vous protège et vous garde.

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines que j'aime tellement.

A mes amies Sabrina et Anthinia qui étaient toujours là pour moi, merci pour tous les moments où vous étiez avec moi pendant mes périodes difficile et merci d'être à l'écoute. Aussi à Aziza pour son aide. Une spéciale dédicace pour une personne très chère pour moi, Messaoud mon confident merci d'être dans ma vie.

A ma camarade, mon amie Thinhinane avec qui j'ai partagé ce travail qui a su rester courageuse et forte malgré toutes les difficultés qu'on a traversées.

Et enfin à toutes les personnes qui m'ont soutenu et aidé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

MELISSA



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère mère, honorable, aimable tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de prier pour moi.

A mon très cher père, Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être, ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes très chère sœur Lydia et Sylvia que j'aime tellement merci pour tous les moments où vous étiez avec moi pendant mes périodes difficiles.

Mes deux petits frères les anges de ma vie.

A celle qui m'a toujours soutenu ma meilleure amie Aziza.

A ma camarade, mon amie Melissa avec qui j'ai partagé ce travail qui a su rester courageuse et forte malgré toutes les difficultés qu'on a traversées.

Spécialement mes anges gardiens mes collègues de travailles du labo mes fidèles compagnantes dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse.

Ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

TINHINANE

Remerciements

Nous remercions tout d'abord le Dieu tout puissant de nous avoir donné du courage et de la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nous avons de reconnaissance et d'admiration à madame Lounaci Ali-Benali, notre promotrice ; pour la confiance qu'elle nous a accordée et de nous avoir choisi pour réaliser ce travail sous sa direction.

Nos remerciements iront aussi à notre Co-promotrice BELKADI Lynda, pour son encouragement, son orientation et sa précieuse aide dans la réalisation de ce travail.

On adresse nos sincères remerciements à Mme Madjdoub F, qui fait l'honneur de présider notre jury de ce mémoire. Ainsi Mme Chaouchi pour avoir bien voulu examiner et jury ce travail.

Et à tous ceux qui de près ou de loin ont apporté leur contribution à la réalisation de ce travail



Liste de figures

Liste des tableaux

Abréviation

Introduction..... 01

Chapitre I : Synthèse bibliographique

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 05

I.1.3.3. Nympe 06

I.1.3.4. Adulte 07

I.1.3. Différence entre Anophelinae et Culicinae 10

I.2. Bio-écologie des Culicidae 12

I.2.1. Cycle biologique des moustiques 12

I.2.1.1 Phase arienne 13

I.2.1.2. Phase aquatique 14

I.2.2. Ecologie des larves 15

I.2.2.1. Habitats larvaire..... 15

I.2.2.2. Déplacement et la nourriture des larves 15

I.2.3. Ecologie d'adulte 15

I.2.3.1. Déplacement et la nourriture 15

I.3. Maladies à transmission vectorielles (MTV)..... 16

I.3.1. Maladie parasitaire 16

I.3.1.1. Paludisme (Malaria)	16
I.3.1.2. Filariose	16
I.3.2. Les maladies virales.....	17
I.3.2.1. Dengue ou la fièvre tropicale	17
I.3.2.2. Virus de Nil Occidental	18
I.3.2.3. Fièvre de Vallée de Rift.....	19
I.4. Lutte anti vectorielle contre les moustiques	20
I.4.1. Objectif de la lutte anti vectorielle	20
I.4.2. Différentes méthodes de la lutte	21
I.4.2.1. Lutte physique (mécanique).....	21
I.4.2.2. Lutte Chimique	21
I.4.2.3. Lutte génétique	22
I.4.2.4. Lutte biologique.....	22

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Présentation de la région d'étude	24
II.2. Matériel animal	24
II.2.1. L'échantillonnage des larves sur le terrain	24
II.2.2. Le tri des larves	25
II.2.3. Identification des larves	25
II.3. Matériel végétal	27
II.3.1. La lavande <i>Lavandula angustifolia</i>	27
II.3.2. La sauge <i>salvia officinalis</i>	29
II.3.3. La menthe de pouliot <i>Mentha pulegium</i>	31
II.3.4. Inule visqueuse <i>Inula viscosa</i>	32
II.4. Préparation des extraits aqueux	33
II.5. Réalisation des tests de toxicité.....	36
II.6. Analyses statistiques	36

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats.....	38
III.1. Caractères morphologiques des espèces et les intérêts médicaux et vétérinaires.....	38
III.1.1 Culex pipiens	38
III.2. Toxicité de l'extrait aqueux de la lavande	39
III.2.1. Mortalité cumulée	39

III.2.2.Mortalité corrigée.....	40
III.2.3.Aspect morphologique	42
III.2.4.Régression linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h d'exposition de la lavande	42
III.2.5. Détermination de de dose ou concentration létale de 50% et 90%(DL50 et DL90%)	45
III.3.Toxicité de l'extrait aqueux de la menthe pouliot	46
III.3.1 Mortalité cumulée	46
III.3.2. Mortalité corrigée.....	46
III.3.3. Aspect morphologique	48
III.3.4. Régressions linéaires des cinq doses durant 24h 48h 72h d'exposition de la menthe pouliot	49
III.3.5. Détermination de de dose ou concentration létale de 50% et 90%(DL50 et DL90%)	51
III.4.Toxicité de l'extrait aqueux d'inule visqueuse	52
III.4.1. Mortalité cumulée	52
III.4.2. Mortalité corrigée.....	52
III.4.3. Aspect morphologique	54
III.4.4. Régressions linéaires des cinq doses durant 24h 48h 72h d'exposition de l'inule visqueuse.....	55
III.4.5. Détermination de de dose ou concentration létale de 50% et 90%(DL50 et DL90%)	63
III.5. Toxicité de l'extrait aqueux de la sauge	58
III.5.1. Mortalité cumulée	58
III.5.2. Mortalité corrigée.....	58
III.5.3 Aspect morphologique	60
III.5.4. Régressions linéaires des cinq doses durant 24h 48h 72h d'exposition de la sauge	60
III.5.5. Détermination de de dose ou concentration létale de 50% et 90%(DL50 et DL90%)	63
III.6. Moyenne des taux de mortalité observée	64
III.7.Analyse de la variance à trois critères extrait-dose-temps.....	64
Discussion	68
Conclusion	71

Référence bibliographiques

Annexes

Résumé

Figure 01 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie	04
Figure 02 : Œufs des quatre genres de Culicidae	05
Figure 03 : Morphologie générale d'une larve de Culicidae	06
Figure 04 : Morphologie générale de nymphe de <i>Culex pipiens</i>	07
Figure 05 : Morphologie générale de moustique adulte femelle	07
Figure 06 : Morphologie basique d'une femelle de <i>Cx. pipiens</i>	08
Figure 07 : Morphologie de la tête chez le moustique adulte de Culicinae	09
Figure08 : Morphologie générale des Culicidae adultes	10
Figure 09 : Principales caractéristiques morphologiques permettant de différencier les Anophelinae des Culicinae	12
Figure 10 : Cycle de développement des Culicidae	13
Figure 11 : A : Parasite de <i>Plasmodium falciparum</i> , B : <i>Anopheles albimanus</i>	16
Figure 12 : A ; Vecteur de la maladie <i>Aedes polynesiensis</i> B ; la microfilaire <i>Wuchereria bancrofti</i> colorée au MGG, technique goutte épaisse	17
Figure 13 : Vecteur de la dengue <i>Aedes (Ae. aegypti)</i>	18
Figure 14 : Image en microscope électronique de particule virale de FVR	20
Figure 15 : Poisson larvivoire <i>Gambusia affinis</i> (Galerie NANFA, 2020)	22
Figure 16 : Station de collecte des larves de Culicidae (Original, 2022).....	24
Figure 17 : Tri des stades larvaire (Original, 2022).....	25
Figure 18 : Techniques de préparation et montage des larves des Culicidae (Original, 2022)	26
Figure 19 : illustration des principaux genres des larves de Culicidae.....	27
Figure 20 : La lavande <i>lavandula angustifolia</i> (original, 2022)	28
Figure 21 : La sauge <i>Salvia officinalis</i> (original,2022)	30
Figure 22 : La menthe pouliot <i>Mentha pulegium</i> (original, 2022)	31

Figure 23 : Inule visqueuse <i>Inula viscosa</i> (original, 2022).....	33
Figure 24 : Les étapes de préparations des extraits aqueux (Original, 2022).....	35
Figure 25 : Test de toxicité avec différentes doses (Original, 2022)	36
Figure 26 : Critères d'identification de <i>Culex pipiens</i> sous microscope optique G×100 (Original, 2022).....	39
Figure 27 : Mortalités cumulées des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction du temps et de différentes doses de la lavande	40
Figure 28. Larve de <i>Culex pipiens</i> traitée avec l'extrait aqueux de la lavande observé à la plus forte dose 5% pendant 72h.....	42
Figure 29 : la régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de la lavande testée après : A) 24h, B) 48h, C) 72h d'exposition.	44
Figure 30 : Mortalités cumulées des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction du temps et de différentes doses de la menthe pouliot.....	46
Figure 31 : Larve de <i>Culex pipiens</i> traitée avec l'extrait aqueux de la menthe pouliot à la dose 3% pendant 48h.....	48
Figure 32 : La régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de la menthe pouliot testée après : A) 24h, B) 48h, C) 72h d'exposition	50
Figure 33 : Mortalités cumulées des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction du temps et de doses de l'inule visqueuse.....	52
Figure 34 : Larve de <i>Culex pipiens</i> traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse à la dose 4% pendant 48h.	54
Figure 35 : La régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de l'inule visqueuse testée après : A) 24h, B) 48h, C) 72h d'exposition.	56
Figure 36 : Mortalités cumulées des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction du temps et de différentes doses de la sauge.....	58
Figure 37 : Larve de <i>Culex pipiens</i> traitée avec l'extrait aqueux de la sauge.....	60

Figure 38: La régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de la sauge testée après : A) 24h, B) 48h, C) 72h d'exposition

Tableau 01 : Caractères différentiels entre Anophelinae et Culicinae (Bruce-Chwatt, 1985).	11
Tableau 02 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>lavandula angusifolia</i> pendant 24h.....	41
Tableau 03 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>lavandula angusifolia</i> pendant 48h.....	41
Tableau 04 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>lavandula angusifolia</i> pendant 72h.....	41
Tableau 05 : Les valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> traité avec l'extrait de la lavande	45
Tableau 06 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises au <i>Mentha pulegium</i> pendant 24h.....	47
Tableau 07 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises au <i>Mentha pulegium</i> pendant 48h.....	47
Tableau 08 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises au <i>Mentha pulegium</i> pendant 72h.....	47
Tableau 09 : Les valeurs de DL50et DL90 de mortalité des larves de <i>culex pipiens</i> traité avec l'extrait de la menthe pouliot.	51
Tableau 10 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>Inula viscosa</i> pendant 24h.....	53
Tableau 11 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>Inula viscosa</i> pendant 48h.....	53
Tableau 12 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>Inula viscosa</i> pendant 72h.....	53
Tableau 13 : Les valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> traité avec l'extrait de l'inule visqueuse.....	54
Tableau 14 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>Salvia officinalis</i> pendant 24h.....	59

Tableau 15 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>Salvia officinalis</i> pendant 48h.....	59
Tableau 16 : Taux de mortalité corrigée des larves de <i>Culex pipiens</i> soumises à <i>Salvia officinalis</i> pendant 72h.....	59
Tableau 17 : Les valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> traité avec l'extrait de la sauge.....	63
Tableau 18 : Taux de mortalité observée chez larves de <i>Cx. pipiens</i> traitées par l'extrait aqueux des quatre plantes étudiées.	64
Tableau 19 : Résultats de l'analyse de la variance a trois facteurs de classification au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des larves de <i>Culex pipiens</i> traités par les extraits aqueux de la lavande , menthe pouliot, inule visqueuse et la sauge	65
Tableau 20 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur extrait aqueux testées sur les larves de <i>Culex pipiens</i>	65
Tableau 21 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose testées sur les larves de <i>Culex pipiens</i>	66
Tableau 22 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps testés sur les larves de <i>Culex pipiens</i>	66

Liste des abréviations

Cx. pipiens : *Culex pipiens*

Ae. aegypti : *Aedes aegypti*

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé

VNO : Virus de Nil Occidental

MTV : Maladies à transmissions vectorielles

FVR : Fièvre de Vallée du Rift

L4 : Larve de stade 4

L3 : Larve de stade 3

Sp : Espèce

ml: Millilitre

cm : Centimètre

m: Mètre

g : Gramme

g/l : Gramme par litre

h: Hauteur

T: Température

Min : Minute

°C : Degré Celsius

% : Pourcentage

DI 50 : Concentration létales de 50 %

DI 90 : Concentration létales de 90 %

R1 : Répétition

R² : Coefficient de régression

Tab : Tableau

Fig : Figure



Introduction

Les moustiques ont toujours été considérés comme source de nuisance pour l'homme, principalement en raison du fait qu'ils peuvent être des vecteurs des agents pathogènes responsables des maladies. Les femelles en période de reproduction ont besoin de sang pour le développement des œufs et certaines espèces ont une préférence marquée pour le sang humain (Aouinty et al., 2010).

En effet, l'étude des insectes piqueurs- suceurs de sang, a pris un intérêt de premier ordre lorsque les scientifiques furent convaincus qu'ils étaient des agents vecteurs d'un grand nombre de maladies infectieuses de l'Homme et des animaux (Senevet et andarelli ,1956).

Les Culicidae, qui sont sans doute les plus connus et les plus redoutés tant par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin que par le désagrément et nuisance que constitue leur présence. Cette dernière se subdivise en trois sous familles dont les Culicinae, les Anophelinae et les Toxorhynchitinae qui constituent un groupe qui comprend d'espèces appartenant aux genres *Culex*, *Culiseta*, *Anophèles*, *Aèdes*, *Orthopodimya*, *Ochlerotatus* et *Uranotaenia*. Les Culicidae sont répartis à travers le monde en 1400 espèces. (Edwardes, 1932). Ils vivent aussi bien dans les milieux naturels que dans les milieux urbains (Fondjeo et al., 1992).

En Algérie, les plus anciens travaux réalisés sur les Culicidés d'Algérie remontent au siècle dernier, les recherches effectuées ensuite par (Clastrier, 1941) constituent avec les travaux de Senevet & Andarelli (1954, 1956, 1963) une étape importante dans la connaissance de la faune Culicidienne Algérienne.

Plusieurs méthodes ont été envisagées et adoptées, pour lutter contre la propagation de ces insectes et des épidémies y découlant ; elles se sont appuyées dans les premiers temps sur l'utilisation d'insecticides chimiques.

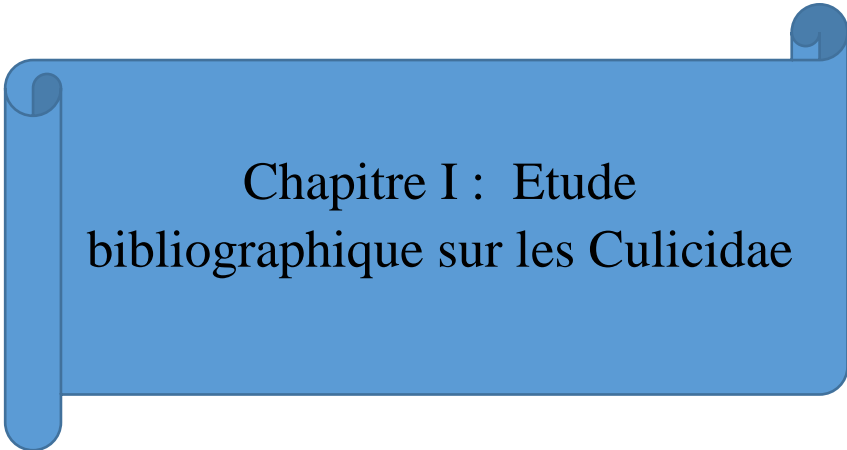
Cependant cette méthode est très efficace sur les moustiques mais présente plusieurs inconvénients, en effet ils peuvent être en plus d'un effet néfaste sur la vie aquatique et de leur coût élevé, à l'origine de divers problèmes environnementaux. L'épidémiologie nous montre ainsi que les personnes exposées aux pesticides ont plus de risque de développer de nombreuses maladie que les autres : cancer, malformation congénitale, problèmes d'infertilité, problèmes neurologique ou encore système immunitaire affaibli (A WWF-UK Report-1999). Par ailleurs, certains produits chimiques utilisés dans cette lutte sont devenus moins efficaces du fait de la résistance développée par certains moustiques (OMS ,1999).

Afin de prévenir la prolifération de ces vecteurs et d'améliorer la qualité de l'environnement et de la santé publique, l'utilisation des produits naturels devient alors une perspective de recherche intéressante et une attention accrue est consacrée aux plantes, qui sont efficaces, respectueuses de l'environnement, biodégradables et peu coûteuses, et constituent une des alternatives possibles aux insecticides de synthèse (Choochote et al., 2005). Ces plantes dont l'efficacité a été prouvée contre les espèces de moustiques d'importance médicale et vétérinaire, offrent une extraordinaire diversité de métabolites secondaires (Pavela, 2008). En effet, les extraits aqueux, les poudres et les huiles essentielles des plantes contiennent des molécules ayant des propriétés insecticides (Fournier, 2003).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail qui a pour but d'étudier l'activité larvicide des extraits aqueux de quatre plantes à savoir la lavande, la sauge, l'inule visqueuse, l'amande pouliot et leur synergie sur les larves de *Culicidae*. La partie expérimentale de notre étude a été réalisée durant la période allant du mois Mai au mois de Juillet 2022 au laboratoire de parasitologie, à la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Notre étude est structurée en trois chapitres.

- Dans le premier chapitre, une recherche bibliographique sur la famille des *Culicidae* est effectuée. Celui-ci comporte une partie sur leur morphologie générale, cycle de développement ainsi que les maladies vectorielles inoculées.
- Le second chapitre est consacré aux matériel et méthodes utilisés aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire.
- Le dernier chapitre rassemble les résultats obtenus de cette étude accompagnés de discussion de ces dernières et analysés par rapport aux études précédemment menées sur d'autres plantes.
- Enfin, une conclusion générale qui met l'accent sur les perspectives et les travaux complémentaires clôture cette étude.



Chapitre I : Etude
bibliographique sur les Culicidae

I.1 Présentation des Culicidae

I.1.1 Systématique des Culicidae

La famille des Culicidae appelés moustiques, sont des arthropodes appartenant à la classe des insectes dans le règne animal (Fig.01). Ils regroupent trois principaux genres vecteurs de maladies notamment *Culex*, *Anophèles* et *Aèdes* (Delounay, 2001). 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 possèdent de longues pièces buccales rigides en forme de trompe, de type piqueur-suceur (Matille, 1993). Les Culicidae possèdent trois paires de patte et un corps divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen. Les adultes possèdent une seule paire d'ailes pourvues d'écailles, la deuxième est transformée en haltères (ou balanciers), celle-ci sert d'organe de stabilisation pendant le vol. A ce jour, 3 534 espèces de moustiques, groupées dans 44 genres et 145 sous-genres sont inventoriés à l'échelle mondiale, mais un bien moins grand nombre pique l'homme (Harbach, 2007).

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 de Culicidae est répartie en 3 sous-familles : Toxorhynchitinae, Anophelinae et Culicinae: la sous-famille des Toxorhynchitinae n'est pas représentée en Europe occidentale (Matille, 1993 ; Duchauffour, 1976) ni en Afrique méditerranéenne (Brunhes et al., 1999).

En Algérie, *Culex pipiens* est l'espèce qui présente le plus d'intérêt en raison de sa large répartition géographique, de son abondance et sa nuisance réelle, surtout dans les zones urbaines (Bendali et al, 2001).

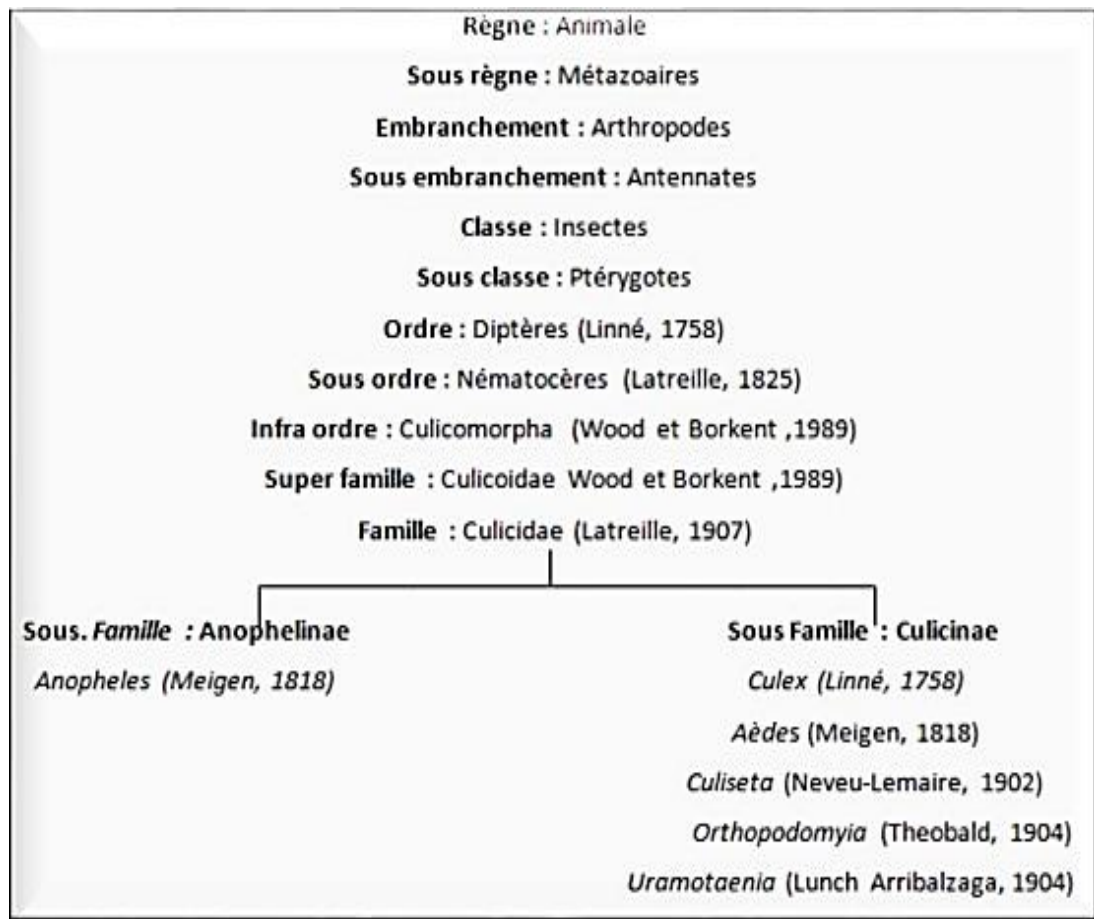


Figure 01 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (Berchi, 2000)

I.1.2. Morphologie générale des Culicidae :

I.1.2.1. Œuf :

L'œuf des Culicidae est généralement fusiforme et mesure environ $0.5 \pm 0,02$ mm. Au moment de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, une couleur marron ou noire. Selon les genres, ils peuvent être ovoïdes et pourvus de flotteurs latéraux chez les *Anophèles*. 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, 02).

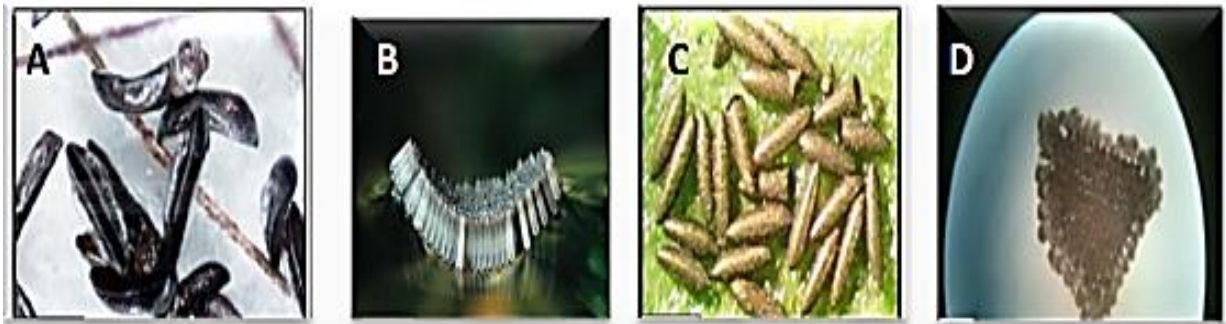


Figure 02 : Œufs des quatre genres de Culicidae (A : *Anophèles*, B : *Culex*, C : *Aedes*, D : *Culiseta*) (Mokrani, 2018 ; Bouskaya et Degachi, 2019).

I.1.2.2. Larve :

La larve est aquatique, et respire l'air atmosphérique. Elle est très mobile et capable de mouvements rapides. Sa taille maximale est de 8 à 12mm. Elle passe par quatre stades successifs séparés de précédent par une mue. (Brunhes et al, 2000).

Le corps de la larve de moustique est divisé distinctement en 3 parties principales : (Fig, 03) :

❖ La tête :

Est une structure plus ou moins globulaire, fortement chitinisée et plus ou moins aplatie dorsoventralement. Elle est formée par trois plaques chitineuses unies par des structures :

- Une plaque dorso-médiane unique : Le fronctoclypéus.
- Deux latérales plaques symétriques: Les épicroâniennes. Elle porte dorsalement une paire d'antenne, deux paires d'yeux (yeux larvaire 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 (Brunhes, 2019).

❖ Le thorax :

Subdivisé en trois segments soudés : **prothorax**, **mésothorax** et **métathorax**. Le thorax porte des soies. L'arrangement des soies pro thoraciques permettent de reconnaître les espèces (Senevet et Andarelli, 1955 ; Rioux, 1958). IL est plus large que la tête et l'abdomen.

❖ L'abdomen :

Allongé sub-cylindrique est composé de neuf segments individualisés dont le 8ème possède un intérêt majeur en taxonomie. Il se termine en général par deux structures importantes : le peigne, situé sur la face latérale et qui est constitué par un ensemble d'épines, et le siphon respiratoire qui comporte un certain nombre de critères taxonomiques, tels que le crochet subapical, le peigne siphonique ventral et les soies siphoniques (Sinigre, 1974)

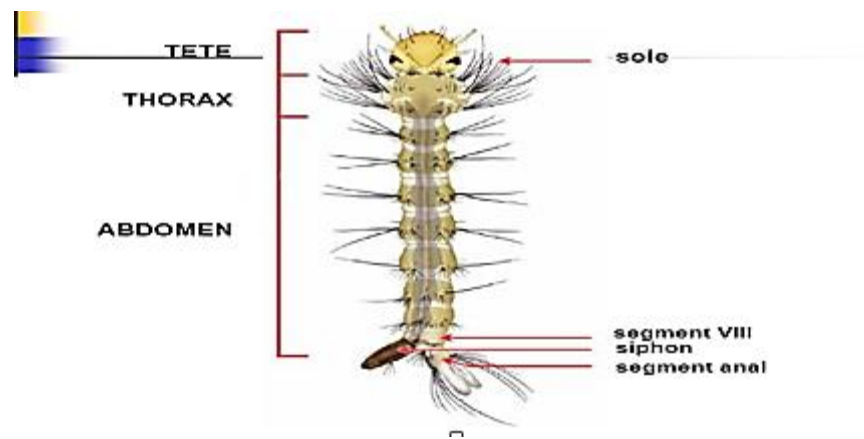


Figure 03 : Morphologie générale d'une larve de Culicidae (Brunhes et al, 1999).

I.1.2.3. La nymphe :

Elle est aquatique et très mobile, elle a une forme de virgule. Relativement peu de nymphes ont été décrites, si bien qu'on ne peut en général identifier les espèces à ce stade. La nymphe comprend trois parties (Hassaine, 2002). (Fig.04)

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

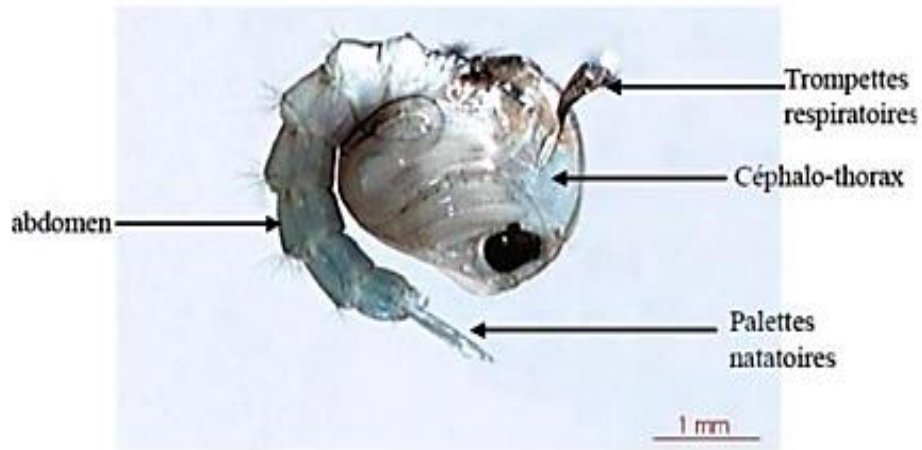


Figure 04 : Morphologie générale d'une nymphe de *Culex pipiens* (Berchi, 2000, Brunhes et al, 2000).

I.1.3.4. L'adulte

Le moustique adulte a un corps allongé, de taille de 5 à 20 mm ; corps composé de trois parties distinctes : tête, thorax et abdomen (Fig.03). L'abdomen recouvert d'écaillés ; palpes courts chez les femelles (Fig.06), longs chez les mâles (pour les Anophelinae : longs chez les deux sexes), scutellum trilobé ; 01 ou 03 spermathèques (Detinova, 1962)

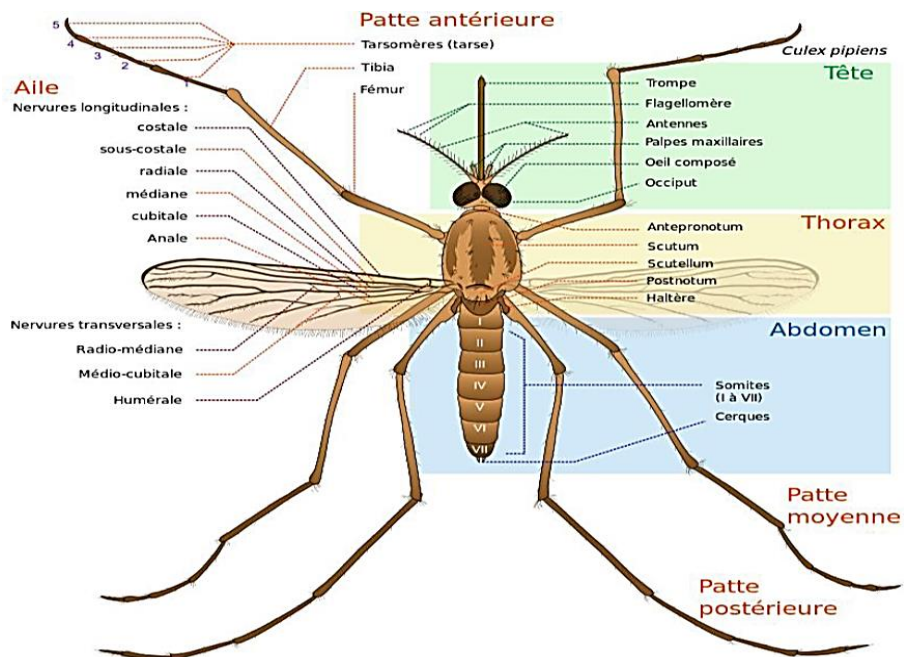


Figure 05 : Morphologie basique d'une femelle (Source Wikipédia : Image libre de droits)



Figure 06 : Morphologie basique d'une femelle de *Cx. pipiens*. Observé sous stéréomicroscope (x20), (Benmenni & Hddad, 2018)

1. Tête :

Est un des éléments permettant de différencier les mâles des femelles, ainsi que les genres et espèces. Elle comprend deux yeux composés, qui sont toujours nus, ainsi 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 ; Chez les mâles, les deux paires de stylets mandibulaires et maxillaires sont réduits ou manquants, ce qui les rend incapables de piquer. La vestiture de la tête est composée d'écailles et de soies (Rickenbach, 1981) (Fig. 07).

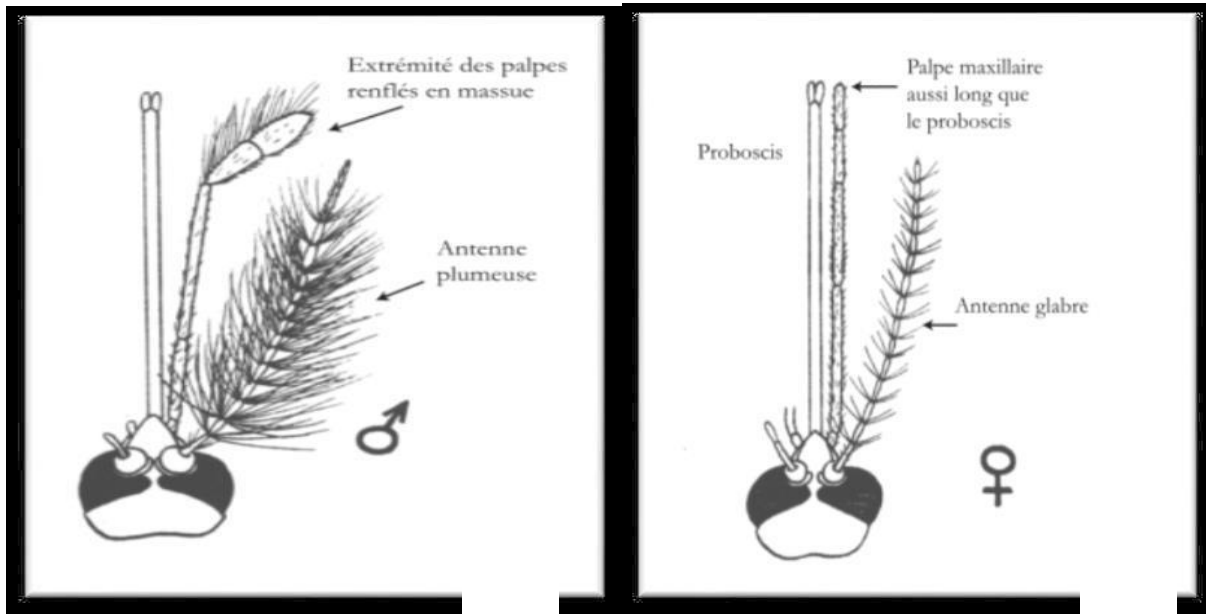


Figure 07 : Morphologie de la tête chez le moustique adulte de Culicinae, (Holstein, 1949).

2. Le thorax :

Sombre à noir, est la partie centrale du corps à laquelle sont attachées les ailes et les pattes, composées de trois segments soudés:

- Un prothorax très réduit qui porte la 1 ère paire de pattes,
- Un mésothorax très développé qui occupe plus de la moitié du thorax, il porte la 2 ème paire de pattes et les deux ailes.
- Un métathorax qui correspond à la partie postérieure du thorax, il porte la 3 ème paire de pattes et les deux balanciers.

Les ailes de culicidés, comme chez tous les diptères sont ornées de minuscules écailles qui soulignent les nervures et forment parfois des taches. Les nervures et les balanciers sont en rapport avec la puissance du vol des moustiques. (Hegh, 1921; Becker et al., 2003)

3. Abdomen :

Généralement dépourvu d'écailles, se compose de dix segments dont huit seulement sont visibles extérieurement. Les sept premiers sont à peu près semblables et peuvent porter des soies ou des sclérites ayant souvent une importance taxonomique. Le 9 ème et 10 ème segment sont les segments génitaux et forment le génitalia, ils montrent chez le mâle une

structure complexe d'importance taxonomique considérable qui, dans beaucoup de groupes, est le seul critère d'identification d'espèces. (Anonyme, 2004a) (Fig.08).

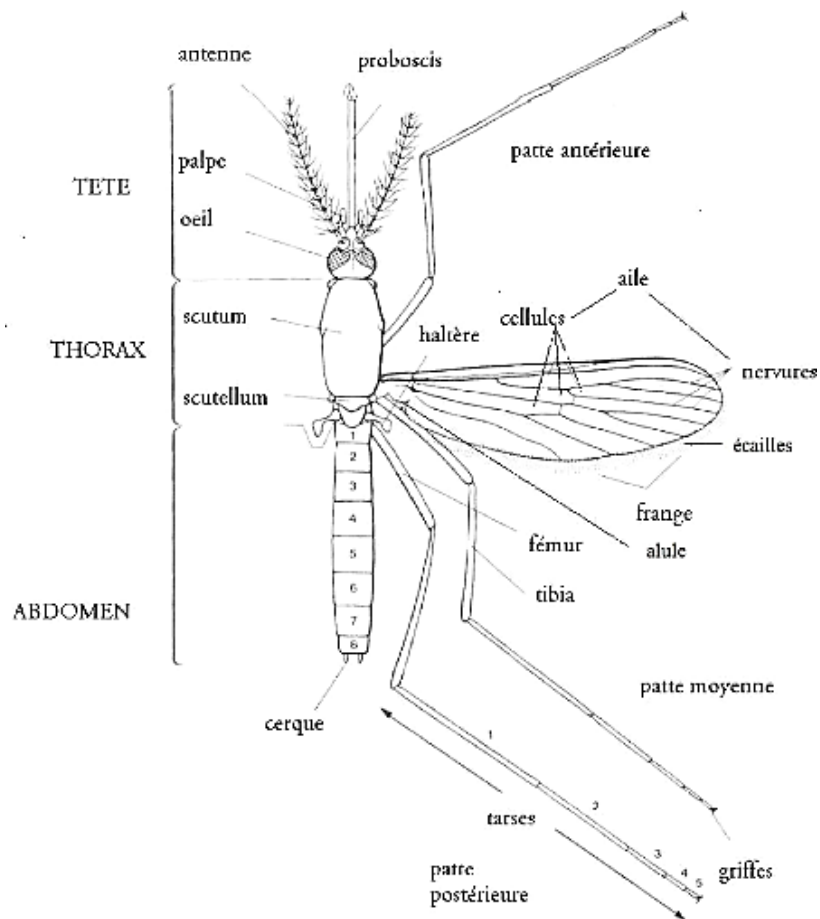


Figure 08 : Morphologie générale des Culicidae adultes (Lane et Crosskey, 1993)

I.1.3. Caractères différentiels entre Culicinae et Anophelinae :

Les moustiques en générale présentent des différences morphologiques. Le tableau 01 et la figure 09 ci-dessous présentent les critères de reconnaissance morphologique des anophèles par rapport aux Culicinae.

	Anophelinae	Culicinae	
	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Œufs	Pondus isolément sur l'eau. Avec des <i>flotteurs</i> latéraux généralement bien visibles.	Pondus isolément à côté de l'eau. Pas de <i>flotteurs</i> visibles. Résistent à la dessiccation.	Pondus regroupés en barquettes (ou nacelles).
Larves	<i>Au repos</i> : parallèle sous la surface de l'eau. Stigmates respiratoires <i>sans siphon</i> .	<i>Au repos</i> : oblique par rapport à la surface de l'eau. <i>Siphon respiratoire</i> ± long et trapu et présence d'un peigne.	
Nymphes	<i>Trompettes respiratoires</i> courtes et évasées.	<i>Trompettes respiratoires</i> longues et fermées.	
Adultes	<i>Position au repos</i> : généralement oblique par rapport au support. <i>Femelle</i> : Palpes maxillaires aussi longs que la trompe. <i>Mâle</i> : Palpes maxillaires : extrémités renflées.	<i>Position au repos</i> : parallèle au support. <i>Femelle</i> : Palpes maxillaires < la trompe. <i>Mâle</i> : Palpes maxillaires : extrémités effilées.	

Tableau 1 : Caractères différentiels entre Anophelinae et Culicinae (BRUCE-CHWATT, 1985).




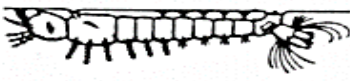
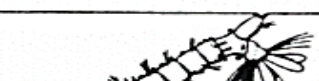
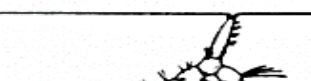
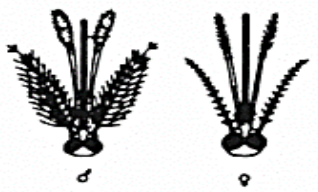
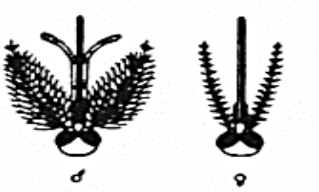
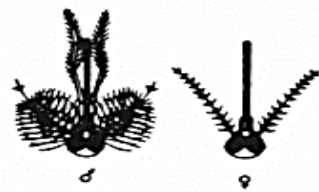
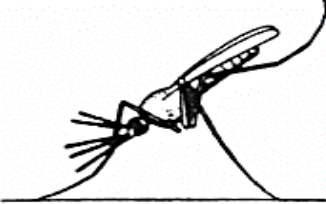
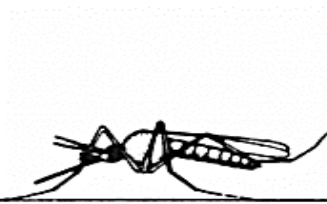
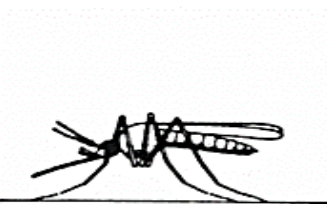
	ANOPHELINAE		CULCINAE	
	<i>Anopheles</i>		<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Œufs				
Larves				
Tête				
Position au repos				

Figure 09 : Principales caractéristiques morphologiques permettant de différencier les Anophelinae des Culicinae, d'après BRUCE-CHWATT, 1985.

I.2. Bio écologies des Culicidae

I.2.1. Cycle biologique de moustiques :

Les moustiques sont des espèces holométaboles, c'est-à-dire que la larve et l'adulte ont un aspect et un mode de vie très différents. (Fig.10)

Le cycle de développement des moustiques dure environ douze (12) à vingt (20) jours (Adosso et Alia, 2005) et comprend quatre (4) stades : l'œuf, larvaire, nymphale (pupe) et l'adulte, leur développement passe par deux phases qui se déroulent dans deux milieux différents.

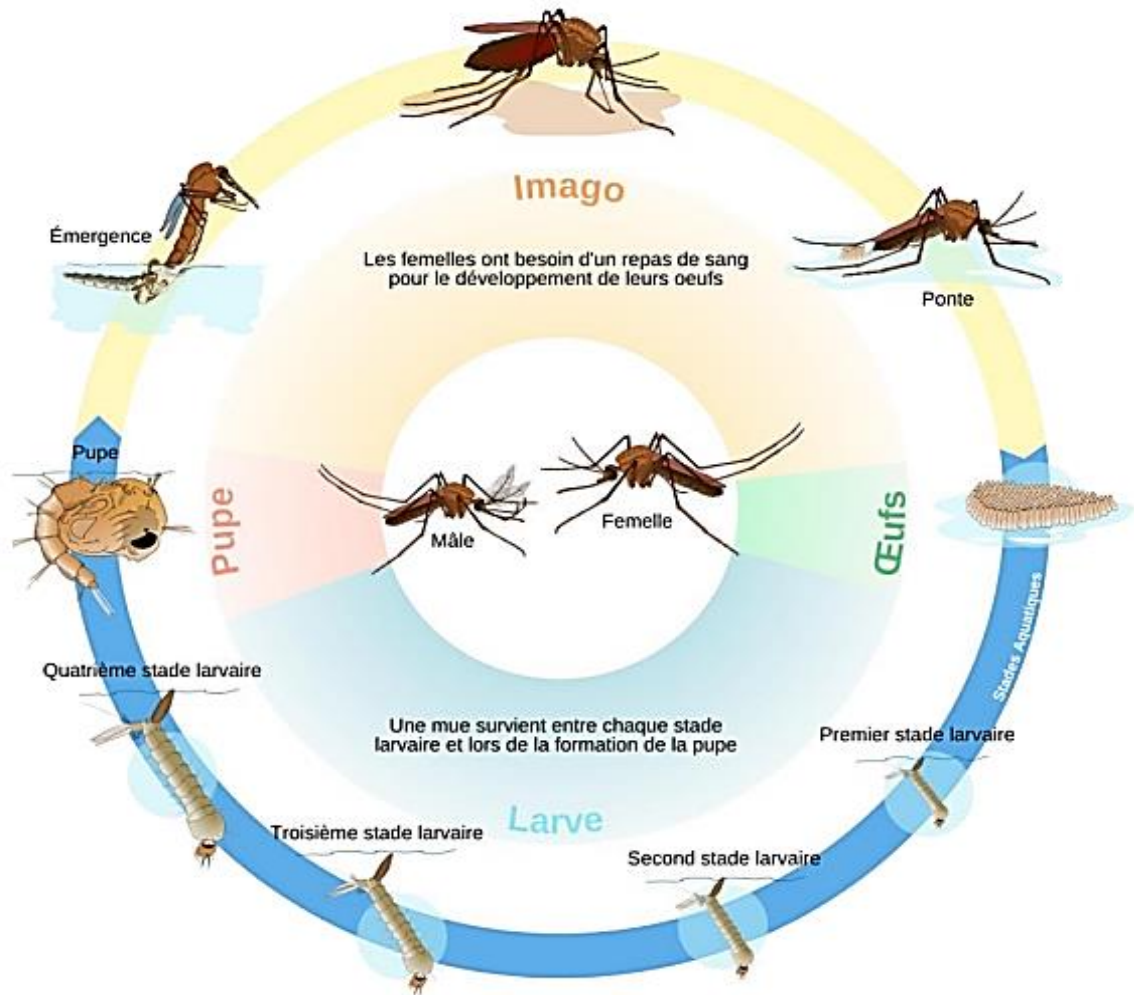


Figure 10 : Cycle de développement des Culicidae (Anonyme, 2006)

I.2.1.1. La phase aérienne :

Deux types de comportements sexuels sont connus : espèces sténogames quand l'accouplement peut se faire dans un espace exigü, et espèces eurygames qui ne peuvent s'accoupler qu'en milieu naturel. Les adultes s'accouplent en vol ou sur la végétation et ont une distance de dispersion d'un (1) à deux (2) km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial. A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence. La femelle dotée d'un caractère particulier, celui qui maintient en vie jusqu'à la mort des spermatozoïdes, conserve la semence du mâle dans une ampoule globulaire ou vésicule d'entreposage (spermathèque). Elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (Darriet, 1998). Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin

; duquel, elles puisent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité et calme (Guillaumot, 2006). Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves.

La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée selon les espèces (Ayitchedji, 1990). Nous distinguons donc des espèces anautogènes (qui doivent obligatoirement se gorger de sang avant la ponte) et espèces dites autogènes (qui peuvent pondre une première ponte sans besoin de repas sanguin). Une fois que les femelles ont déposé leurs œufs, elles retournent prendre un autre repas sanguin, vont pondre à nouveau et ainsi de suite jusqu'à leurs morts (Himmi, 2007).

I.2.1.2. La phase aquatique

Selon les espèces, les œufs sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs. Le stade ovulaire dure deux (2) à trois (3) jours dans les conditions de : température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. A maturité, les œufs éclosent et donnent naissance à des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve du quatrième stade est bien visible à l'œil nu par sa taille.

La larve mue de L1 à L4 au bout de six (6) à dix (10) jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, L4 mue et donne naissance à une nymphe : c'est la nymphose (Guillaumot, 2006).

La nymphe est mobile et aquatique et se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose). Ce stade dure entre un (1) à cinq (5) jours. A la fin, la nymphe s'étire et, son tégument se fend dorsalement, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze (15) minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (Rodhaine et Perez, 1985).

I.2.2. Ecologie des larves

I.2.2.1. Habitats larvaires :

Les gîtes larvaires conditionnent la répartition des moustiques. Certaines espèces sont par exemple très abondantes dans les zones côtières car leurs gîtes sont préférentiellement l'eau salée (halophile) ou saumâtre (anophèles), d'autres sont retrouvés à l'embouchure de fleuves car leur développement se déroule dans les eaux saumâtres (certaines espèces d'*Aedes*). *Culex pipiens* se développe dans les eaux claires et propres ; alors que *Culex quinquefasciatus* se développe dans les eaux très polluées et sales (toilettes publiques, égouts etc.) (Rodhain et Perez, 1985 ; Kettle, 1995).

I.2.2.2. Déplacement et nutrition des larves :

Les larves se déplacent de façon active par cascade à la surface de l'eau ou au fond de l'habitat larvaire. Elles se nourrissent de micro-organisme, d'algue, de protozoaire, d'invertébrés et de détritus (Cléments, 2000 ; Becker et al ,2010), grâce aux battements de leurs soies buccales qui créent un courant suffisant pour aspirer ces éléments.

I.2.3. Ecologie de l'adulte :

I.2.3.1. Déplacement et la nourriture :

Pendant les premiers jours de leur existence, les adultes mâles et femelles sont au repos dans des lieux abrités. Leur premier repas, pris le plus souvent au crépuscule, est composé de nectar des fleurs ou d'autres sources de sucre comme le miellat, les deux sexes sont munis d'un long rostre pour aspirer ce dernier. Le mâle ne pique pas, par contre la femelle de la plupart des moustiques doit se nourrir de sang pour produire des œufs. Elles piquent exclusivement les vertébrés et peuvent avoir, selon les espèces, des préférences pour une classe donnée. Elle s'attaque à des animaux à sang chaud ou à sang-froid. 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).

I.3. Maladies à transmission vectorielles (MTV)

I.3.1. Maladies parasitaires

I.3.1.1. Paludisme (Malaria)

Le paludisme est la parasitose la plus importante et la plus répandue des maladies parasitaires au monde, qui touche environ 600 millions de personnes, et entraîne le décès de plus de 2 millions de personnes par an. L'Afrique sub-saharienne enregistre à elle seule plus de 90% des cas et des décès, elle est due à des protozoaires hématozoaires du genre *Plasmodium* transmise par la piqûre infectante d'un moustique femelle du genre *Anopheles*; ce moustique inocule à l'homme au moment de la piqûre (Fig.11), des sporozoïtes de *Plasmodium*. Il existe de très nombreuses espèces de *Plasmodium* (plus de 140), touchant diverses espèces animales, dont quatre espèces sont habituellement retrouvées en pathologie humaine : *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* et *P. malariae*.

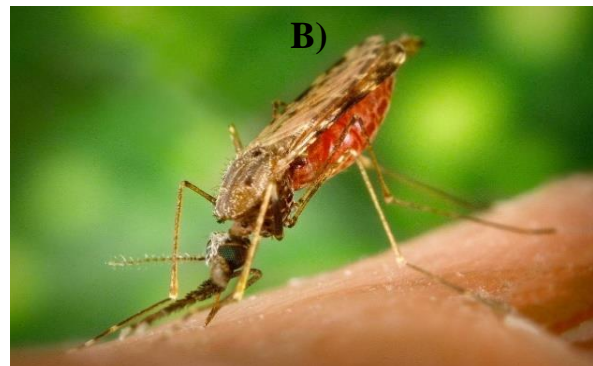
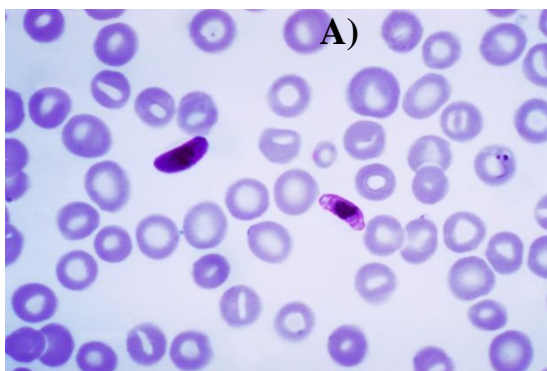


Figure 11 : A : Parasite de *plasmodium falciparum* (Anonyme A), **B :** *Anopheles Albimanus* (Manguin, 2013).

I.3.1.2. Filariose :

La filariose lymphatique, communément appelée éléphantiasis, est une maladie infectieuse parasitaire provoquée par des vers parasites du genre filaires ; appartenant aux espèces *Wuchereria bancrofti* (Fig.12) et *Brugia malayi*, transmis par les moustiques de différents genres (*Culex*, *Anopheles*, *Aedes* et *Mansonia*). 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 infectieuses inoculées par ce dernier migrent dans les vaisseaux lymphatiques, où elles se développent en vers adultes en 6 à 12 mois. Les femelles

mesurent de 80 à 100 mm de long ; les mâles mesurent environ 40 mm de long. Les femelles gravides adultes produisent des microfilaires qui circulent dans le sang.

Les vers filiformes parasites 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.

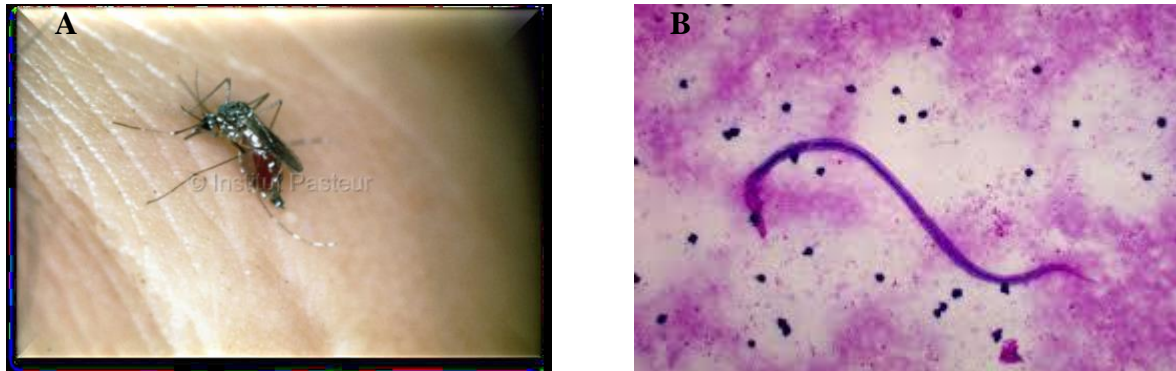


Figure 12 : A ; Vecteur de la maladie *Aedes polynesiensis* (Institut Pasteur, 1998),
B ; Microfilarie *Wuchereria bancrofti* colorée au MGG, technique goutte épaisse

I.3.2. Les maladies virales :

I.3.2.1. Dengue ou la fièvre tropicale

La Dengue est une maladie virale dont l'agent étiologique est un flavivirus, transmis à son hôte par piqûre du moustique domestique *Aedes aegypti*. (Fig.12)

La dengue est une maladie endémique répandue dans les régions tropicales et subtropicales, urbaine et périurbaine, dans plus de 100 pays d'Afrique, d'Amérique, de la méditerranée orientale de l'Asie du sud-est et de la pacifique occidentale. Ces deux dernières régions sont les plus affectées (OMS, 1995). Les souches virales de la dengue sont réparties en 4 sérotypes : DEN-1, DEN-2, DEN-3 et DEN-4. L'immunité acquise en réponse à l'infection par l'un d'entre eux confère une protection uniquement contre le sérotype infectant mais en aucun cas contre les autres. Ainsi, un même individu est susceptible d'être infecté par les 4 sérotypes de dengue. (Charline D., 2019).

Le moustique *Aedes aegypti* 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.



Figure 12 : Vecteur de la dengue *Aedes (Ae. aegypti)* (CDC ,2006).

I.3.2.2. Virus de Nil Occidental

Le virus du Nil occidental (en anglais : West Nile virus) est une infection virale due à un virus de la famille des flaviviridae et du genre Flavivirus. On le trouve couramment en Afrique, en Europe, au Moyen-Orient, en Amérique du Nord et en Asie occidentale. Il se maintient dans la nature au moyen d'un cycle impliquant une transmission entre les oiseaux et les moustiques. Il peut infecter l'être humain, le cheval et d'autres mammifères. 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 (Zientara et al., 2002).

Le vecteur est le plus souvent un moustique du genre *Culex* (*Cx. pipiens* Linné ou *Cx. modestus* Ficalbien, Europe) (Fig.13). L'infection humaine résulte le plus souvent par des piqûres de ces moustiques infectés. Ces insectes se contaminent en se nourrissant sur des oiseaux infectés, le virus migre dans les glandes salivaires du moustique. Lors de repas ultérieurs (quand l'insecte pique), le virus peut être injecté à des êtres humains ou à des animaux. Il se multiplie alors et peut provoquer la maladie.



Figure 13 : Moustique de genre *Culex* vecteur de VNO (Manguin, 2013).

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

La fièvre de la Vallée du Rift (FVR) est une zoonose virale qui touche principalement les animaux mais peut aussi contaminer l'homme. (O.M.S 2018).

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 à un simple brin de polarité négative (King et al., 2011) (Fig.14).

La transmission à l'homme peut se produire par des piqûres des moustiques infectés du genre *Aedes* et /ou *Culex*, mais généralement elle se produit par le contact avec le sang, les liquides corporels ou les tissus des animaux infectés, principalement du bétail comme des bovins, des moutons, des chèvres, des bisons et des chameaux. Le contact direct peut se produire lors de l'abattage ou de la boucherie, et lors des soins apportés aux animaux malades. La propagation de personne à personne n'a pas été documentée et aucune transmission de la FVR aux personnels soignants n'a été signalée lorsque des précautions standards de contrôle de l'infection avaient été mises en place. (C.D.C)

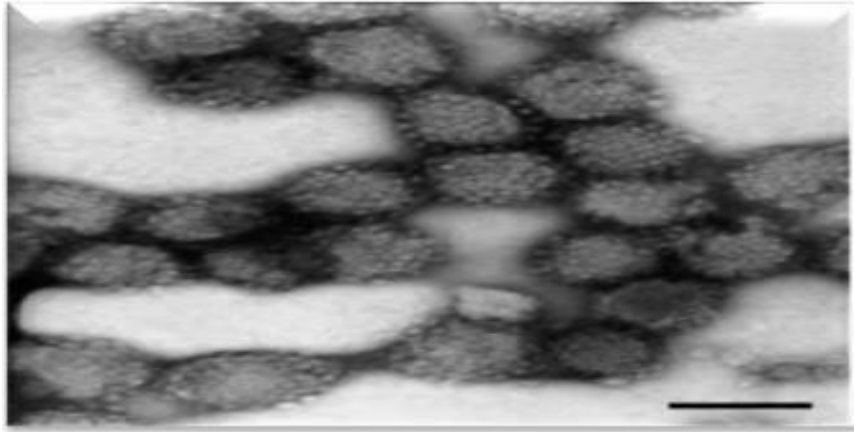


Figure 14 : Image en microscope électronique de particule virale de FVR (King *et al.*, 2011, courtesy of A. Freiburg and R. Flick).

I.4. Lutte anti vectorielle contre les moustiques :

La lutte anti vectorielle recouvre une série de mesures de surveillance, de lutte et de protection contre les vecteurs via la mise en œuvre de stratégies intégrées de prévention des maladies vectorielles et de lutte. Ces mesures se basent sur la lutte chimique, physique génétique et biologique. 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 :

Parmi les principales méthodes de lutte contre les moustiques actuellement disponibles, nous pouvons retenir :

I.4.2.1. Lutte physique (mécanique) :

Elle consiste à modifier le biotope de l'insecte en supprimant tous les facteurs favorables à son développement. Cette technique est la plus anciennement connue. Elle est basée sur les mesures d'assainissement et d'aménagement du milieu urbain qui consiste à éliminer les collections d'eaux usées stagnantes ou tout au moins à les rendre inaccessibles aux adultes de moustiques, et concurremment à prévenir l'apparition et la multiplication des gîtes (Thierry, 2011). Entreprendre des travaux de régularisation du régime des eaux d'aménagement de l'écoulement ou par d'autre moyens (OMS, 1974).

I.4.2.2. La lutte chimique :

Elle est basée sur l'utilisation d'insecticides chimiques. Ce sont des substances naturelles d'origine végétale, animale, minérale ou de synthèse présentant une toxicité préférentielle pour les insectes. Les organochlorés sont les plus anciens insecticides utilisés à l'encontre des adultes et des larves de moustiques, c'est le cas du Dichloro Diphényl Trichloro éthane, familièrement connu sous le nom du DDT. Il existe également d'autres insecticides tel que les organophosphorés, les pyréthriinoïdes, les carbamates, les benzyolurées, les phénylpyrazoles (fipronil), Les oxadiazines (indoxacarbe) (Muriel, 2005 ; OMS ,1988).

Une substance ne peut être utilisée comme insecticide que si elle possède les propriétés suivantes :

- une forte toxicité pour les insectes cibles seulement et sans conséquence ni pour le reste de la faune, ni pour la flore ;
- une stabilité et une rémanence importante, mais non excessive ;
- être dégradable dans l'environnement.

I.4.2.3. Lutte génétique :

La lutte génétique consiste à connaître le patrimoine génétique du moustique afin de le remplacer ou d'en modifier une séquence. Elle a pour but de limiter la population des Culicidae, en introduisant des individus stériles dont les accouplements ne permettront pas de descendance.

I.4.2.4. Lutte biologique :

La lutte biologique repose sur l'utilisation et l'introduction dans le biotope des moustiques des organismes vivants qui sont leurs ennemies telles que microorganismes ou prédateurs naturels des larves de moustiques afin de détruire les vecteurs et ravageurs, les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques et les poissons larvivores. La lutte biologique donne souvent ses meilleurs résultats lorsqu'on la pratique parallèlement à l'aménagement de l'environnement (OMS, 1999).

a) Bactérie entomopathogène :

Bacillus thuringiensis israeli (Bti) sérotype H14, (la plus connue et la plus utilisée) est une bactérie à Gram positif qui, en sporulant, produit une toxine mortelle pour les larves. Elle est spécifique aux moustiques et aux mouches et non dangereuse pour les autres insectes aquatiques.

b) Les poissons larvivores :

Les moyens les plus répandus sont les larvicides biologiques et les poissons larvivores. Le plus représentatif est *Gambusia affinis*. (Fig.15)

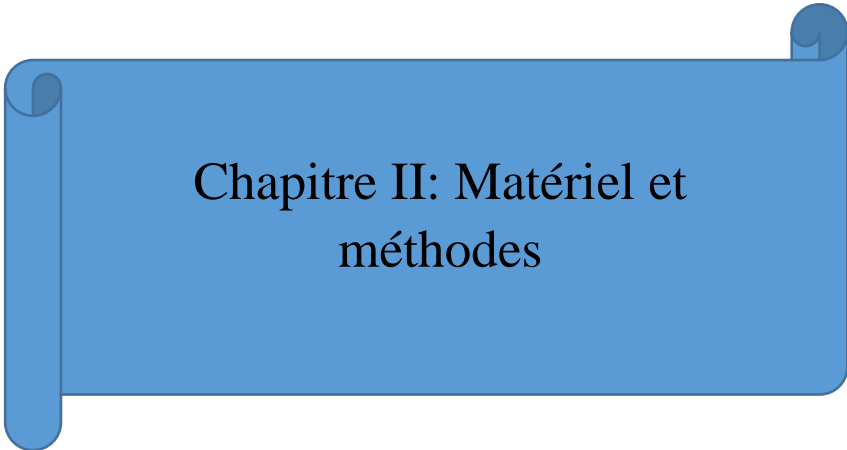


Figure 15 : Poisson larvifère *Gambusia affinis* (Galerie NANFA, 2020).

c) Les extraits des plantes :

L'utilisation des extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles ; qui contiennent des substances toxiques, comme insecticides contre les moustiques. C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (Guarrera, 1999).

En Algérie, Alouani et al (2009) ont réalisés des tests sur des larves et des nymphes de *Culex pipiens* avec des extraits d'*Azadirachta indica* Juss 1980 extrait du margousier (Neem) dans les conditions de laboratoire. Les auteurs rapportent une diminution remarquable de la fécondité des adultes, associée à une augmentation de la stérilité et une prolongation de la période larvaire.



Chapitre II: Matériel et méthodes

L'étude de l'activité larvicide des extraits aqueux des plantes sur les formes larvaires des Culicidae, demande une production de larves, la récolte des plantes ainsi que l'extraction des substances aqueuses.

II.1 Présentation de la région d'étude : (Oued Tamda) (36.70N, 4.18E)

L'étude a été effectuée sur une seule station (Oued de Tamda) au niveau de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Fig.16). Le gîte est caractérisé par une forte densité larvaire et le non traitement par les insecticides, c'est un gîte naturel temporaire situé sur la même rive sous le pont de Tamda, composé de mares peu profondes. Cette station est riche en végétations aquatique, herbacée et arbustive, ce qui permet aux agriculteurs de pratiquer le pâturage de leurs bétails dans cette station. On trouve essentiellement l'inule visqueuse (*Inula viscosa*), la menthe pouliot (*Mentha pulegium*), les pourpiers (*Portulaca oleracea*), la lavande (*Lavandula angustifolia*), la menthe (*Mentha spicata*)...etc. L'eau de ce gîte est peu claire et riche en algues filamenteuses et de la végétation herbacée.



Figure 16 : Station de collecte des larves de Culicidae (Original, 2022)

II.2. Matériel animal

II.2.1. L'échantillonnage des larves sur le terrain :

L'échantillonnage des larves se fait en utilisant la méthode de Depping (Messai et al., 2010). D'après l'organisation mondiale de la santé (O.M.S., 1994), divers ustensiles peuvent

être employés dans la capture des larves des insectes aquatiques comme la louche. Dans le cas présent, une tasse en matière plastique de 1 litre de capacité est utilisée. Cette technique consiste à plonger la louche dans l'eau puis déplacée d'un mouvement uniforme en évitant les remous pour récolter les larves. Dix coups de louche sont effectués dans différents endroits du gîte. Le contenu de la louche est versé dans des bouteilles en plastique, non fermé hermétiquement afin de permettre le renouvellement de l'air nécessaire à la respiration des larves, puis les transporter au laboratoire. Cette opération est effectuée à partir de mois de Mai jusqu'à la fin juin à raison de 3 à 4 prélèvement par mois.

II.2.2. Le tri des larves :

Une fois au laboratoire, les larves de moustiques sont maintenues dans des bacs en plastiques (Fig.17). Le tri se fait ensuite selon leur stade de développement. La nourriture des larves est composée d'un biscuit réduit finement en farine et de la levure. (Rehimi et Soltani, 1999).

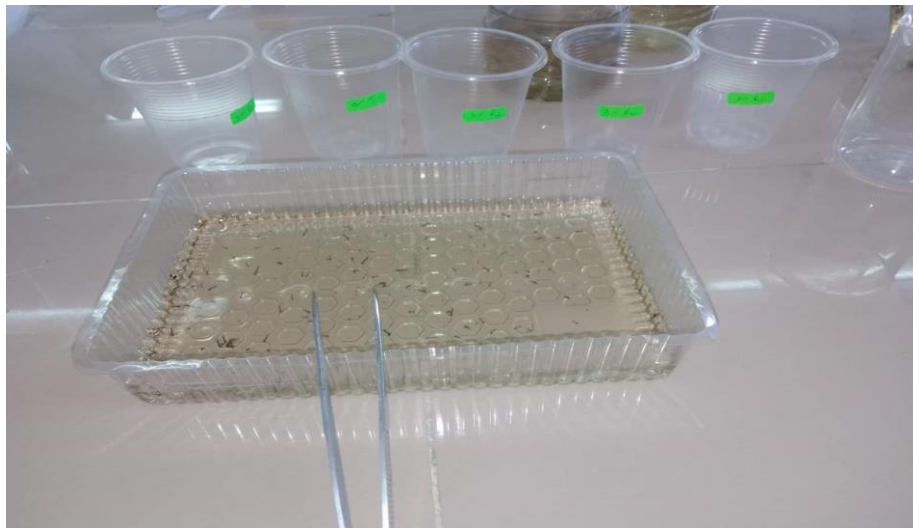


Figure 17 : Tri des stades larvaire (Original, 2022)

II.2.3. Identification des larves :

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. Pour cette étude, nous avons adopté la technique de préparation proposée par Matille, 1999. Les larves sont trompées dans une solution de potassium (NaOH) à 10% préparée au laboratoire et placée sur une plaque chauffante pendant 4min sans atteindre l'ébullition, puis sont rincées à l'eau distillé. Ensuite

les larves sont transvasées dans l'éthanol à 70% pendant 3min. Enfin Les larves sont placées entre lame et lamelle dans une goutte de glycérine. L'identification de l'espèce est faite à l'aide d'un microscope photonique. (Fig.18)

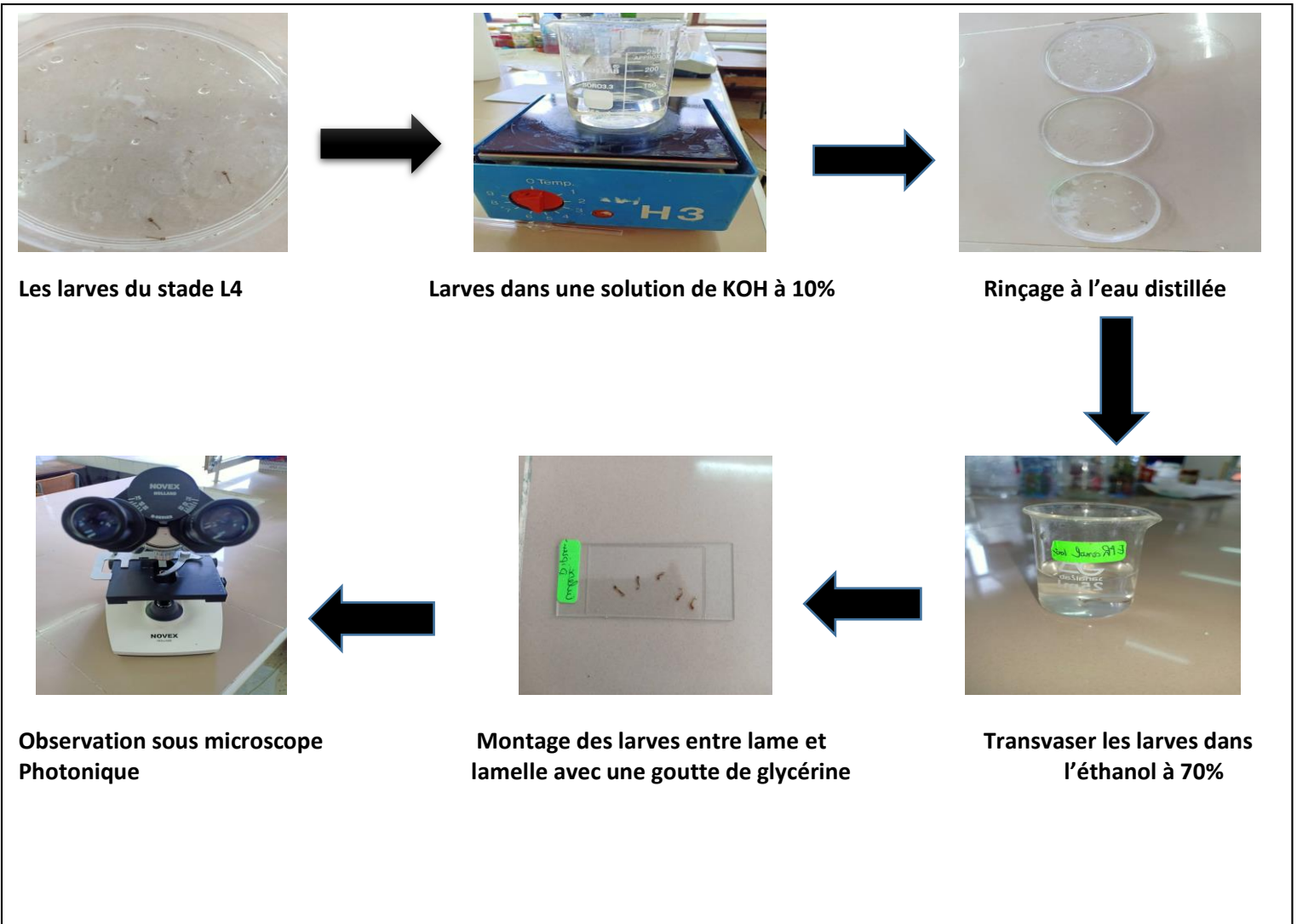


Figure 18 : Techniques de préparation et montage des larves de Culicidae (Original, 2022)

Dans le but d'identification des larves de Culicidae issues des captures, la méthode de clé de (Sinagre et *al.*, 1979) est utilisée avec le logiciel d'identification 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.19)

Marinier, 2017). Son port est érigé et arrondi, son pied très ramifié est établi sur une souche fortement racinée.

Ses branches sont fines et ligneuses et on retrouve des feuilles aromatiques à sa base seulement de couleurs gris-vert, elles sont étroites, linéaires, sessiles et se termine en pointe aiguë et mesurent 3 à 5 cm de long. (Fig.20)

La lavande vraie est une plante hermaphrodite fleurissant en fin de printemps, début d'été. Sa floraison est abondante, parfumé, mellifère et nectarifère, attirent les papillons et abeilles, de couleur bleu clair à violette disposées en épis (Laib et Barkat, 2011).

Elles poussent surtout sur les sols calcaires secs et ensoleillés, originaire du pourtour méditerranéen, que l'on trouve en Provence à l'état sauvage (Peter, 2004 ; Lim 2014).



Figure 20 : La lavande *lavandula angustifolia* (original, 2022).

II.3.1.1. Classification de la lavande

D'après (Laib et Barkat, 2011) *Lavandula angustifolia* est classé comme suite :

Règne	Plantae
Sous règne	plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétales
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiacées
Genre	Lavandula
Espèce	<i>Lavandula angustifolia</i> (L.) Mill, 1768.

Taxonomie de <i>lavandula angustifolia</i> (L.) Mill, 1768.

II.3.2. La sauge (*Salvia officinalis*) :

La sauge commune ou *salvia officinalis* est une herbe aromatique appartenant à la famille de lamiacées, famille qui compte plusieurs centaines d'espèces. C'est une plante très rustique jusqu'à -15°C, facile à cultiver et demeure l'une des plantes médicinales les plus renommées, aux multiples vertus, dont celle de stimuler l'ensemble de l'organisme (Chevallier, 2007).

Utilisée dans l'antiquité et très présente au moyen Age, cette plante vivace présente un port buissonnant de 40 à 60 cm de hauteur très ramifiée, xérophyte ; elle apprécie les sols bien drainés et ensoleillés (Alloun, 2013).

Sa tige fait de 20 à 30cm de long, de couleur gris verdâtre, finement pubescente à section quadrangulaire, émet de nombreux rameaux dressés, présentant des nœuds saillants sur lesquelles sont insérés les feuilles (Teuscher et al., 2005). Ses feuilles ovales persistantes mesurent 5 à 8 cm de long de couleur gris-vert (Fig.21), sont sessiles, étroite, aiguës et plus petites lorsqu'elles sont au sommet. La face supérieure est gris-vert et finement granuleuse, la face inférieure est blanche et pubescente (Rombi et Robert, 2007).

Elle offre en été une floraison en épis, de couleur souvent bleu violacé de 1 à 2 cm de long à pédoncules courts, tubuleuse groupées par trois, en faux verticilles le long de la tige (Bruneton, 1993).

Egalement appelée "la plante qui sauve" en effet, la sauge est réputée pour ses propriétés diurétique, tonifiantes, antiseptiques, antisudorales et antispasmodiques.



Figure 21: La sauge *Salvia officinalis* (original,2022)

II.3.2.1. Classification de la sauge

La sauge suit la classification suivante (Madi, 2010):

Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida (dicotylédones)
Sous-classe	Asteridae (Gamopétales)
Ordre	Lamiales.
Famille	Lamiaceae.
Genre	Salvia
Espèce	<i>Salvia officinalis</i> . (L.), 1753

Taxonomie de *salvia officinalis* (L.), 1753

II.3.3. La menthe de pouliot (*Mentha pulegium*) :

La menthe de pouliot (*Mentha pulegium*) est une plante très répandue dans le Nord de l'Europe, dans la région méditerranéenne et dans l'Asie (Quezel et Santa, 1963 ; Marroti et al., 1994). C'est une plante vivace, pubescente, couchée de 10 à 30 cm de haut et 45cm de large à inflorescence formée de nombreux verticilles dense, feuillés et distants (Quezel et Santa, 1963) (Fig.22). Sa saveur est fortement aromatique et son odeur est intense.

Le nom de « pouliot » vient du latin *pulegium*, qui dérive de *pulex* : la puce ; la plante ayant la propriété d'éloigner les puces (Bekhechi, 2008). Elle est fréquente dans les milieux humides. Elle pousse sur des sols sablonneux et acides ainsi elle est susceptible de se produire à partir de rhizomes et par marcottage. Dans son ensemble elle apprécie des situations fraîches moyennement éclairée, des sols riches en base et en éléments nutritifs, plutôt de ph neutre. La floraison s'effectue durant les mois de juillet jusqu'à octobre. En Algérie *Mentha pulegium* est une plante très abondante et pousse spontanément (Quezel et Santa, 1963).



Figure 22 : La menthe de pouliot *Mentha pulegium* (original, 2022).

II.3.3.1 Classification de la plante

D'après Quezel et Santa, (1963) ; Guignard et Dupont (2004), la systématique de *Mentha pulegium* est la suivante :

Règne	Plantae
Sous règne	Viridiaeplantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Dicotylédone
Sous-classe	Gamopétale
Ordre	Lamiales.
Famille	Lamiaceae.
Genre	<i>Pulegium</i> .
Espèce	<i>Mentha pulegium</i> (L.)1753

Taxonomie de <i>Mentha pulegium</i> (L). 1753

II.3.4. Inule visqueuse (*Inula viscosa*) :

Inule visqueuse (*Inula viscosa*) est une plante herbacée vivace originaire du bassin méditerranéen, très abondante dans tout l'arc méditerranéen. Elle est glanduleuse-visqueuse, à forte odeur et ligneuse à sa base. Elle présente des feuilles crénelées et sessiles portant des poils glandulaires collants. Les fleurs en capitules, de couleur jaune à forte odeur, s'observent au sommet des tiges vers la fin d'été début d'automne (Fig.23) (Rameau et al, 2008).

Elle se rencontre à l'état sauvage sur les sols calcaires et humides. Considérée comme particulièrement envahissante, elle pousse sur les versants des habitats humides et affectionne les anciennes cultures, les bords de routes, formant d'abondantes touffes vertes avec des pieds qui atteignent 100 à 120 cm de hauteur (Celik et al 2010 et Rameau et al ,2008).

Inula viscosa prend une place importante dans le développement de la lutte biologique et la conservation des agro-écosystèmes contre une large gamme de bio agresseurs (Perdikis et al., 2007).



Figure 23 : Inule visqueuse *Inula viscosa* (original, 2022)

II.3.4.1 Classification de la plante

Selon (Jauzein, 2011 ; ITIS, 2014), la classification de *Inula viscosa* (L.) connue aussi sous les noms *Dittrichia viscosa* (L.), ou encore *Cupularia viscosa* (L.) Gren et Godr est la suivante :

Règne	Plantae
Sous règne	Viridiaeplantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Dicotyledoneae
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae (Compositae)
Genre	<i>Dittrichia</i>
Espèce	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter, 1973

Taxonomie d'*Inula viscosa* (L.) Greuter, 1973

II.4. Préparation des extraits aqueux :

Les quatre plantes testées sont récoltées à l'aide de ciseau, ensuite sont placées dans un sac en plastique et transportées au laboratoire.

Une fois au laboratoire, les plantes sont lavées avec l'eau distillée et séchées à l'air libre pendant 24 h (Fig.24.A). A l'issue de cette étape, les feuilles séchées sont placées dans une étuve à 40°C pendant 72h, puis broyées avec un mixeur électrique jusqu'à obtention d'une poudre fine. Cette dernière est ensuite conservée à l'obscurité dans des boites en verre. (Fig.24.B)

Une quantité de 100g de poudre de chaque plante est diluée dans 1litre d'eau distillé (Fig.24.C) préalablement porté à ébullition sous une plaque chauffante, puis laissée refroidir sous agitateur magnétique pendant 30min (Fig.24.D). Le mélange obtenu est filtré à l'aide du papier filtre de (3mm) d'épaisseur (Fig.24.E). Le filtrat récupéré représente la solution mère initiale à 100g/L soit 10%.

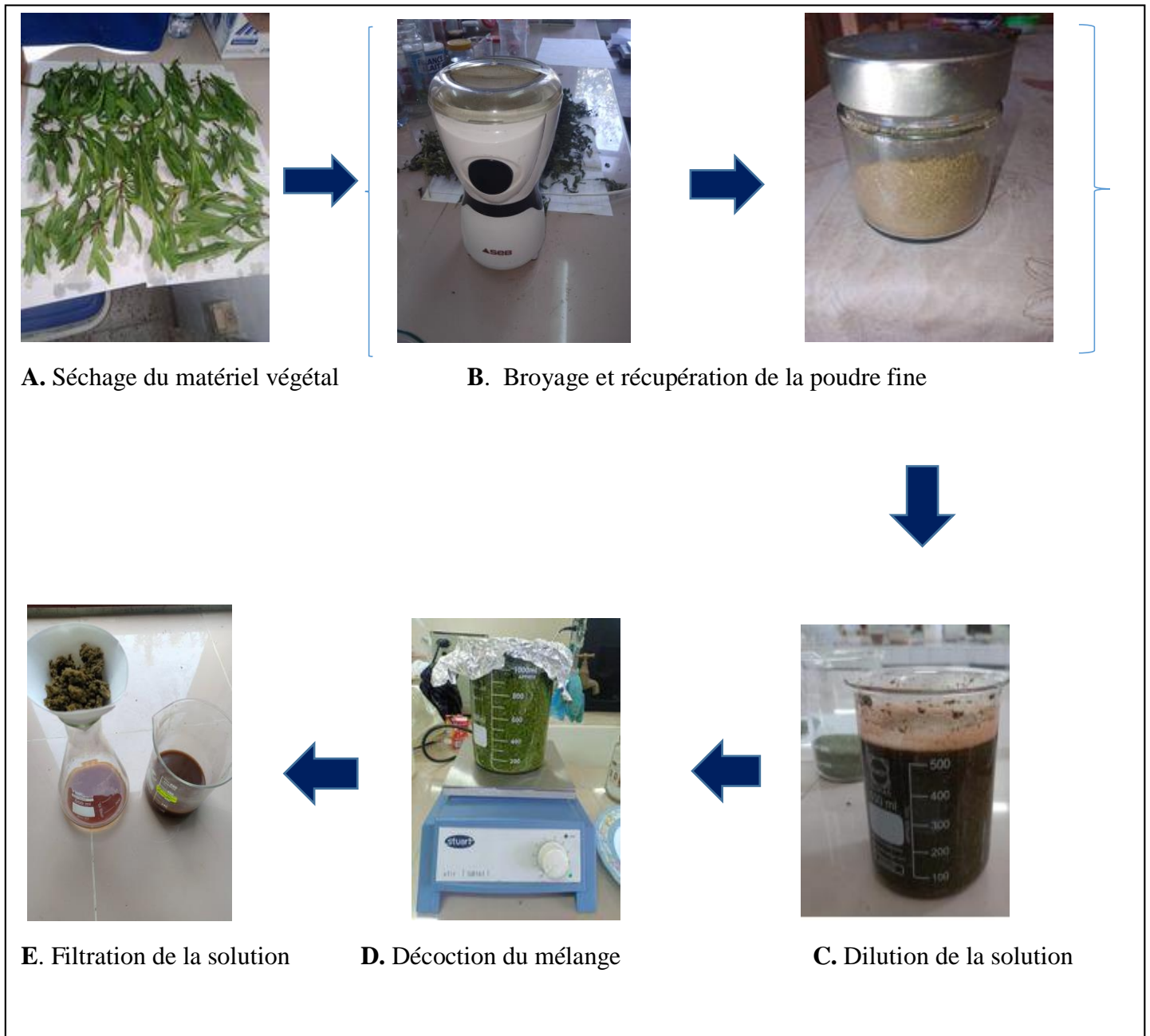


Figure 24 : Les étapes de préparations des extraits aqueux (Original, 2022)

- **Estimation des quantités du résidu sec**

La concentration de matières végétales solubles dans les extraits aqueux est déterminée par évaporation de l'eau des extraits aqueux en utilisant une étuve portée à 40 C° pendant 48 h, jusqu'à l'obtention d'un résidu sec dont la quantité est exprimée en g. Les concentrations létales des résidus secs solubles dans l'eau sont ainsi exprimées en g/l.

II.5 Réalisation des tests de toxicité :

Les bioessais sont inspirés des tests de sensibilité (OMS, 1963). A partir de la solution mère, des doses de 1%, 2%, 3%, 4% et 5% ont été préparées pour chacune des plantes (Fig.25), 10 larves du quatrième stade sont introduites pour chaque concentration.

Quatre répétitions sont effectuées pour les différentes concentrations des extraits de plantes, ainsi que pour le témoin. Le taux de mortalité est calculé toutes les 24h, 48h et 72h pour les différentes doses réalisées, ainsi que pour le témoin.



Figure 25 : Test de toxicité avec différentes doses (Original, 2022).

II.6 Analyses statistiques

Les mortalités sont exprimées en pourcentage par la formule suivante :

$$\checkmark \text{ \% de mortalité observé} = \frac{\text{Nombre des larves mortes}}{\text{Nombre des larves introduites}} * 100$$

Si le taux de mortalité des témoins est compris entre 5 et 20%, une correction est effectuée grâce à la formule d'Abbott (1925) suivante :

$$\checkmark \text{ \% de mortalité corrigé} = \frac{\text{Mortalité des larves traitées} - \text{mortalité des témoins}}{100 - \text{pourcentage mortalité des témoins}} * 100.$$

Afin de déterminer les doses létales qui causent 50% (DL50) et 90% (DL90) de mortalité, les droites de régression, Probits = f (log dose), ont été tracées. Les doses sont exprimées en g/l.

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance (**ANOVA**) à trois critères de classification à l'aide du logiciel stat box version 6.40 et ceci afin de déterminer l'action des extraits aqueux vis-à-vis des larves de *Cx. Pipiens* et analyser les différents paramètres étudiés.

Lorsque cette analyse montre des différences significatives entre les différents traitements, elle est complétée par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%, afin de déterminer les groupes homogènes (Dagnelie, 1975). Selon la valeur de la probabilité (P), nous avons:

- **$P > 0.05$** ➔ il n'y a pas de différence significative ;
- **$0.01 < P \leq 0.05$** ➔ il y a une différence significative ;
- **$0.001 < P \leq 0.01$** ➔ il y a une différence hautement significative ;
- **$P \leq 0.001$** ➔ il y a une différence très hautement significative.

A blue scroll graphic with a white background, featuring a dark blue border and a dark blue shadow. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges curled up. The text is centered within the unrolled portion.

Chapitre III: Résultats et discussion

1. Résultats

Dans le but de connaître l'effet larvicide des extraits des 4 plantes testées à savoir *lavandula angustifolia*, *salvia officinalis*, *Mentha pulegium* et *Inula viscosa*, des essais toxicologiques sur les larves de *Culex pipiens* ont été réalisés, les résultats sont présentés dans l'ensemble de figures et tableaux ci-dessous.

En effet, pour mieux appréhender la relation qui existe entre la mortalité, les doses utilisées et le temps d'exposition de ces plantes, nous avons déterminé leurs DL50 et DL90 (doses létales qui causent la mortalité de 50% ,90% des larves) et l'équation de la droite de régression $y = ax + b$.

III.1 Caractères morphologiques des espèces et les intérêts médicaux et vétérinaires.

III.1.1 *Culex pipiens* :

➤ Caractéristiques :

Culex pipiens peut se développer dans les gites pollués (égouts, fosses septiques...etc.) comme dans des pots, piscines. Elle n'a pas d'exigences écologiques particulières (Nait Larbi, Djaout, 2021).

La larve de *Culex pipiens* possède une tête plus large que longue. Le siphon est à bord droit ou convexe ; possédant quatre paires de soies après le peigne et une seule soie latérale. Le mentum possède plus de huit dents de part et d'autre de la dent médiane (Nait Larbi, Djaout, 2021) (Fig.26).

➤ Intérêt médicaux - vétérinaire

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

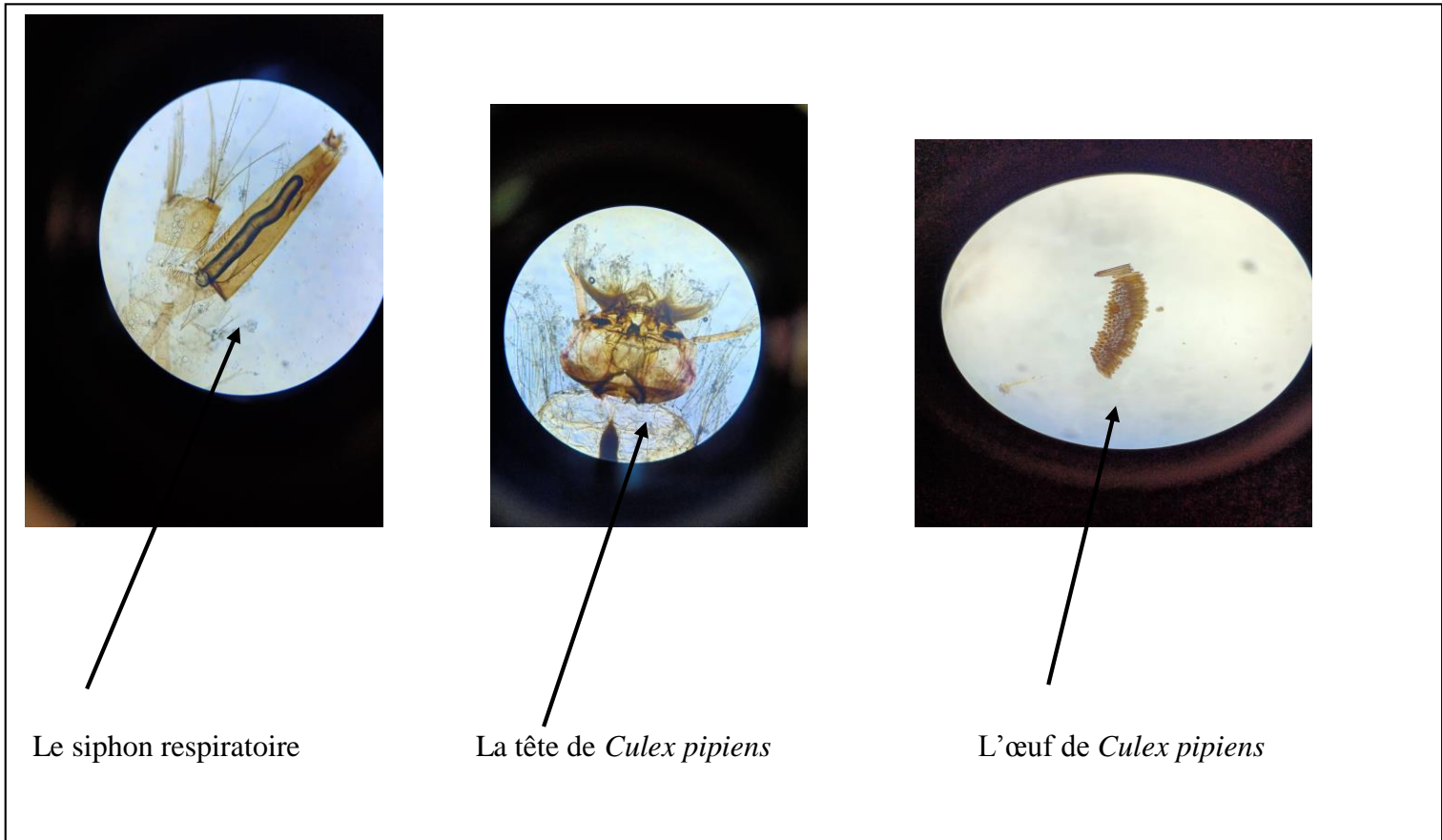


Figure 26: Critères d'identification de *Culex pipiens* sous microscope optique G×100 (Original, 2022)

III.2 Toxicité de l'extrait aqueux de la lavande :

III.2.1 Mortalité cumulée :

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de la lavande après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure 27.

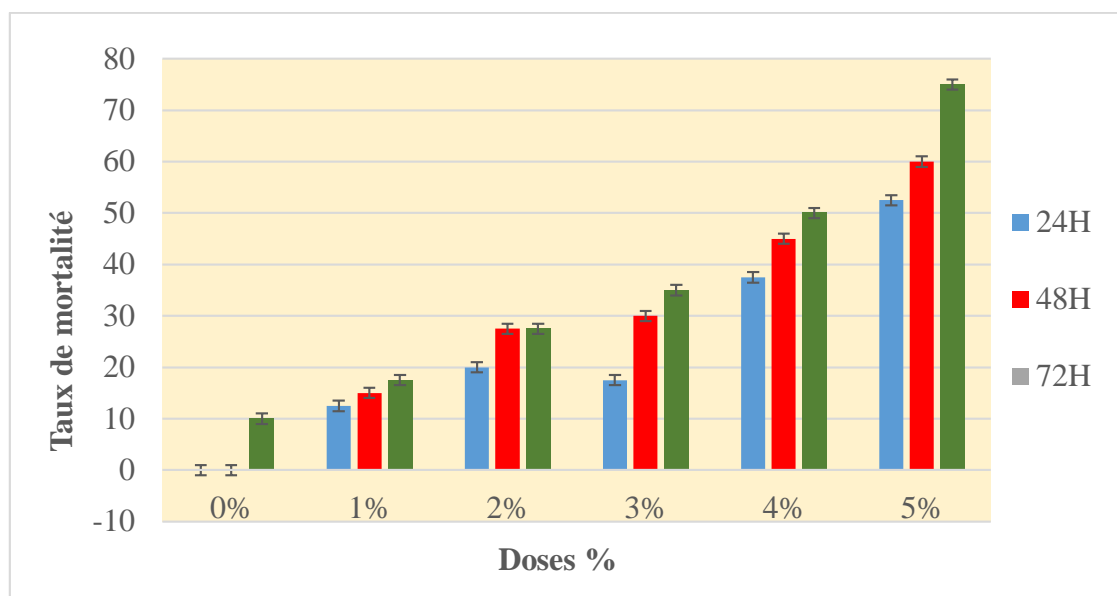


Figure 27 : Mortalités cumulées des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et de différentes doses de la lavande.

La figure 27 montre une variation graduelle du taux de mortalité de larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps. L'exposition des larves de 3^{ème} et 4^{ème} stades de l'espèce *Culex pipiens* à l'extrait aqueux de *Lavandula angustifolia* indique que le taux de mortalité des larves augmente en fonction de la concentration de l'extrait aqueux et de la durée d'exposition. Un taux de mortalité élevée avoisinant les 80% a été enregistré 72 heures après l'exposition à une concentration de 5%.

III.2.2 mortalité corrigée :

Les tableaux 02, 03 et 04 représentent le pourcentage de mortalité dans les 4 répétitions en fonction des 4 concentrations utilisées à savoir 0.83g/l (1%), 1.66g/l (2%), 2.49g/l (3%), 3.32 g/l (4%) et 4.15g/l (5%) pendant 24h, 48h et 72h.

Tableau 02: Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *lavandula angustifolia* pendant 24h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	10	20	20	30	40
R2	0	10	30	30	30	50
R3	0	10	20	10	40	60
R4	0	20	10	10	50	60
Moyenne	0	12.5	20	17.5	37.5	52.5
écart-type	0	3.75	5	7.5	7.5	7.5

Tableau 03: Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *lavandula angustifolia* pendant 48h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	20	30	40	40	60
R2	0	10	30	30	50	50
R3	0	10	20	30	40	50
R4	0	20	30	20	50	80
Moyenne	0	15	27.5	30	45	60
écart-type	0	5	3.75	5	5	10

Tableau 04: Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *lavandula angustifolia* pendant 72h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	20	30	40	40	80
R2	0	20	30	40	50	70
R3	0	10	20	30	50	70
R4	0	20	30	30	60	80
Moyenne	0	17.50	27.5	35	50	75
écart-type	0	3.75	3.75	5	5	5

La plus forte concentration testée qui est de 4.15 g/l a causé une mortalité élevée de 75% pendant 72h chez les larves L4 contre une mortalité de 12.5% marquée pour la plus faible dose (0.83g/l) pendant 24h.

III.2.3 Aspect morphologique :

L'aspect d'une larve (L4) de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de la lavande est présenté sur la figure 28 :

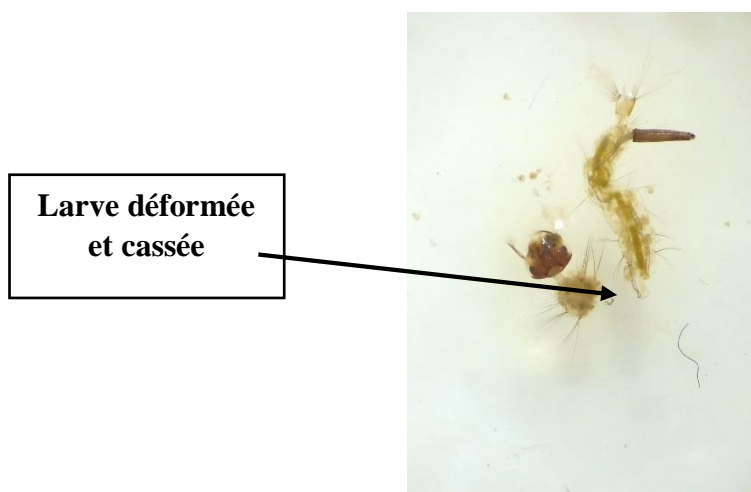


Figure 28 : Larve de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de la lavande observé à la plus forte dose 5% pendant 72h.

L'effet de l'extrait de la lavande sur la larve de *Culex pipiens*, se caractérise par une déformation morphologique apparente (Fig.28) sous forme de détachement du tube digestif.

III.2.4 Régression linaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition de la lavande :

Le traçage des droites de régression Probits= f (log doses), nous a permis d'obtenir les courbes illustrées par la figure 29, avec Y : valeur de probit, correspondant à l'effet insecticide (probit de mortalités) ; X : dose des extraits testés.

La figure 35 montre les droites de régression de l'extrait aqueux de la lavande pendant 24h, 48h, et 72h. On observe une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration de l'extrait et le taux de mortalité enregistré

- ✓ La droite de régression après 24h d'exposition est de la forme $Y = 1,588x + 3,8228$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.742$.
- ✓ La droite de régression après 48h d'exposition est de la forme : $Y = 1.7138x + 4.021$ avec $R^2 = 0.897$.
- ✓ La droite de régression après 72h d'exposition est de la forme : $Y = 2.0837x + 4.0522$ avec $R^2 = 0.8248$

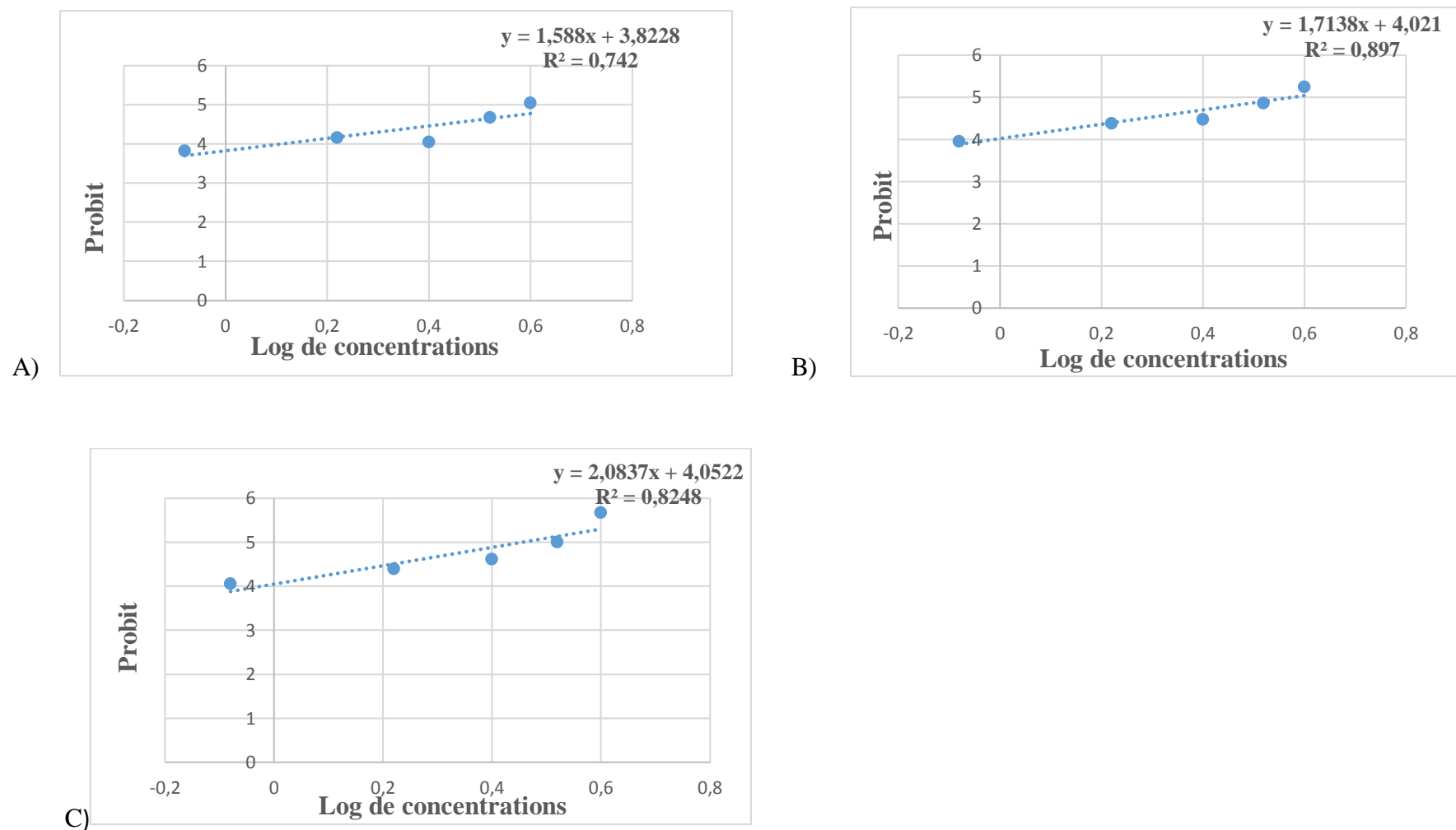


Figure 29 : la régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de la lavande testée après : A) 24h, B) 48h, C) 72h d'exposition

III.2.5. Détermination de la dose ou concentration létale de 50% et 90%(DL50 et DL90%).

Tableau 05 : Les valeurs de DL50 de mortalité des larves de *Culex pipiens* traité avec l'extrait de la lavande :

Plante	Temps	Equation	Coefficient de corrélation R ²	DL50g/l
Lavande	24h	$Y=1,588x +3,822$	0,742	5,49
	48h	$Y=1.713x +4.021$	0,897	3.71
	72h	$Y=2.0837x +4.052$	0,824	2.81

- La droite de régression après 24 h de traitement des larves est formée :

$Y=1,588x +3,822$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0,742$. La concentration de la *Lavandula angustifolia* permettant de réduire la population de larves de *Culex pipiens* de 50 % (DL50) qui est égale à **5.49g/l**. (Tab.05).

- Après un temps d'exposition de 48h, la droite de régression est de la forme :

$Y=1.713x +4.021$ avec $R^2=0.897$. Dans ce cas 50% des larves sont éliminées lorsqu'une concentration de **3.71g/l** est appliquée. (Tab.05).

- Pour finir la droite de régression après un temps d'exposition de 72h est de la forme :

$Y=2.083x +4.052$ avec un coefficient de corrélation $R^2=0.824$. La mortalité de 50% des larves dans ce cas est assurée par la concentration de **2.81g/l**. (Tab.05).

Cependant, le taux de mortalité est très faible au-dessous de 90% ainsi la concentration létale 90% (DL90) n'a pas été déterminée

III.3 Toxicité de l'extrait aqueux de la menthe pouliot :

III.3.1 Mortalité cumulée :

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de la menthe pouliot (*Mentha pulegium*) après 24h, 48h et 72h d'exposition des larves L3 et L4 de *Cx. pipiens* sont représentés dans la figure 30.

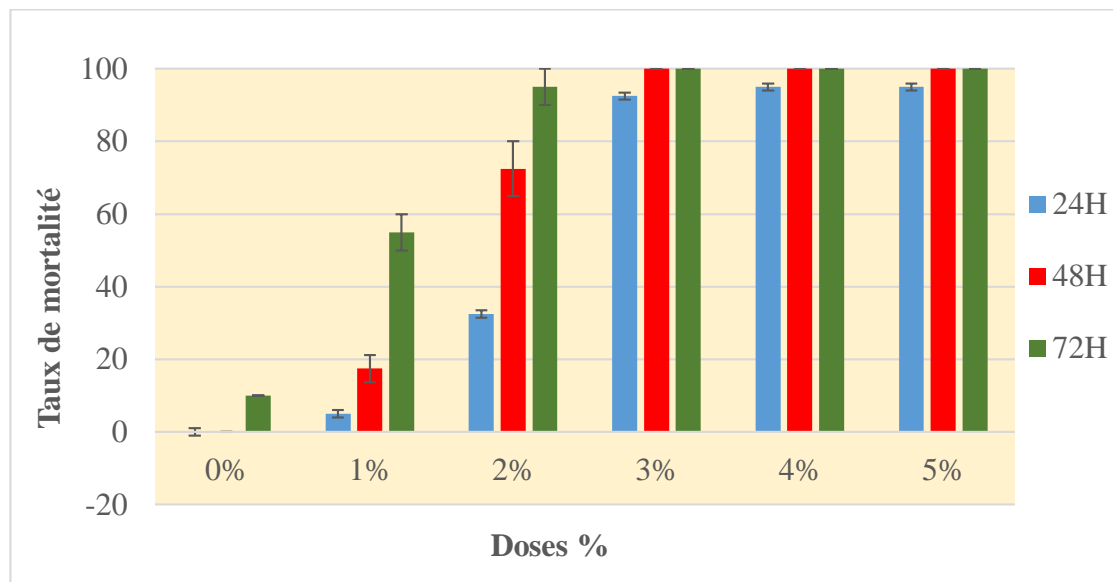


Figure 30 : Mortalités cumulées des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et de différentes doses de la menthe pouliot.

La figure 30 montre une variation graduelle du taux de mortalité de larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps. L'exposition des larves de 3ème et le 4ème stade de l'espèce *Cx. pipiens* à l'extrait aqueux de *Mentha pulegium* indique que, l'augmentation du taux de concentration et du temps d'exposition augmente le taux de mortalité. Un taux de mortalité élevée avoisinant les 100% a été enregistré 48h après l'exposition à une concentration de 3%.

III.3.2. Mortalité corrigée :

Les tableaux 06, 07 et 08 représentent le pourcentage de mortalité des 4 répétitions en fonction de concentrations utilisées à savoir 0.83g/l (1%), 1.66g/l (2%), 2.49g/l (3%), 3.32 g/l (4%) et 4.15g/l (5%) pendant 24h, 48h et 72h.

Tableau 06 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *Mentha pulegium* pendant 24h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	0	40	100	90	90
R2	0	10	20	90	100	100
R3	0	0	30	80	90	100
R4	0	10	40	100	100	90
Moyenne	0	5	32.5	92.5	95	95
écart-type	0	5	7.5	7.5	5	5

Tableau 07 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *Mentha pulegium* pendant 48h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	20	80	100	100	100
R2	0	20	60	100	100	100
R3	0	10	70	100	100	100
R4	0	20	80	100	100	100
Moyenne	0	17.5	72.5	100	100	100
écart-type	0	3.75	7.5	0	0	0

Tableau 08 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *Mentha pulegium* pendant 72h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g /l
R1	10	50	100	100	100	100
R2	10	60	90	100	100	100
R3	10	50	90	100	100	100
R4	10	60	100	100	100	100
Moyenne	10	55	95	100	100	100
écart-type	0	5	5	0	0	0

Une augmentation notable de 50% de mortalité dans la plus faible concentration (0.83g/l) pendant 72h d'exposition a été observée, qui va atteindre les 100% à partir de la dose 1.66g/l pendant 48h chez les larves L4 de *Culex pipiens*, contre une mortalité minimale de 5% notée dans la plus faible dose (0.83g/l). La mortalité des larves observée dans les 4 répétitions évolue proportionnellement avec les doses testées de l'extrait de la menthe pouliot.

III.3.3. Aspect morphologique

L'aspect d'une larve (L4) de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de la menthe pouliot est présenté sur la figure 31 :

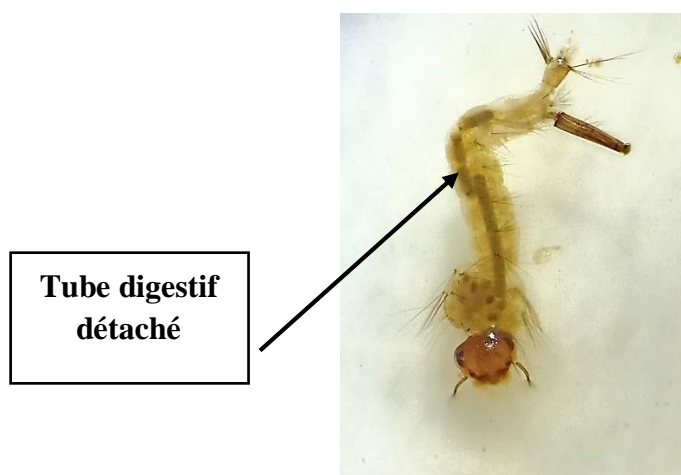


Figure 31: Larve de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de la menthe pouliot à la dose 3% pendant 48h.

L'effet de l'extrait de la menthe pouliot sur la larve de *Culex pipiens*, se caractérise par une coupure du tube digestif qui aura des effets sur la digestion des aliments (Fig.31).

III.3.4. Régressions linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition de la menthe pouliot :

La figure 32 montre les droites de régression de l'extrait aqueux de la menthe pouliot pendant 24h, 48h, et 72h,

- ✓ La droite de régression après 24h d'exposition est de la forme $Y=5,357x +3,7315$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0,9371$.
- ✓ La droite de régression après 48h d'exposition est de la forme : $Y= 5.2617x +4.5771$ avec $R^2= 0.9293$.
- ✓ La droite de régression après 72h d'exposition est de la forme : $Y= 3.3449x +5.6415$ avec $R^2= 0.9025$.

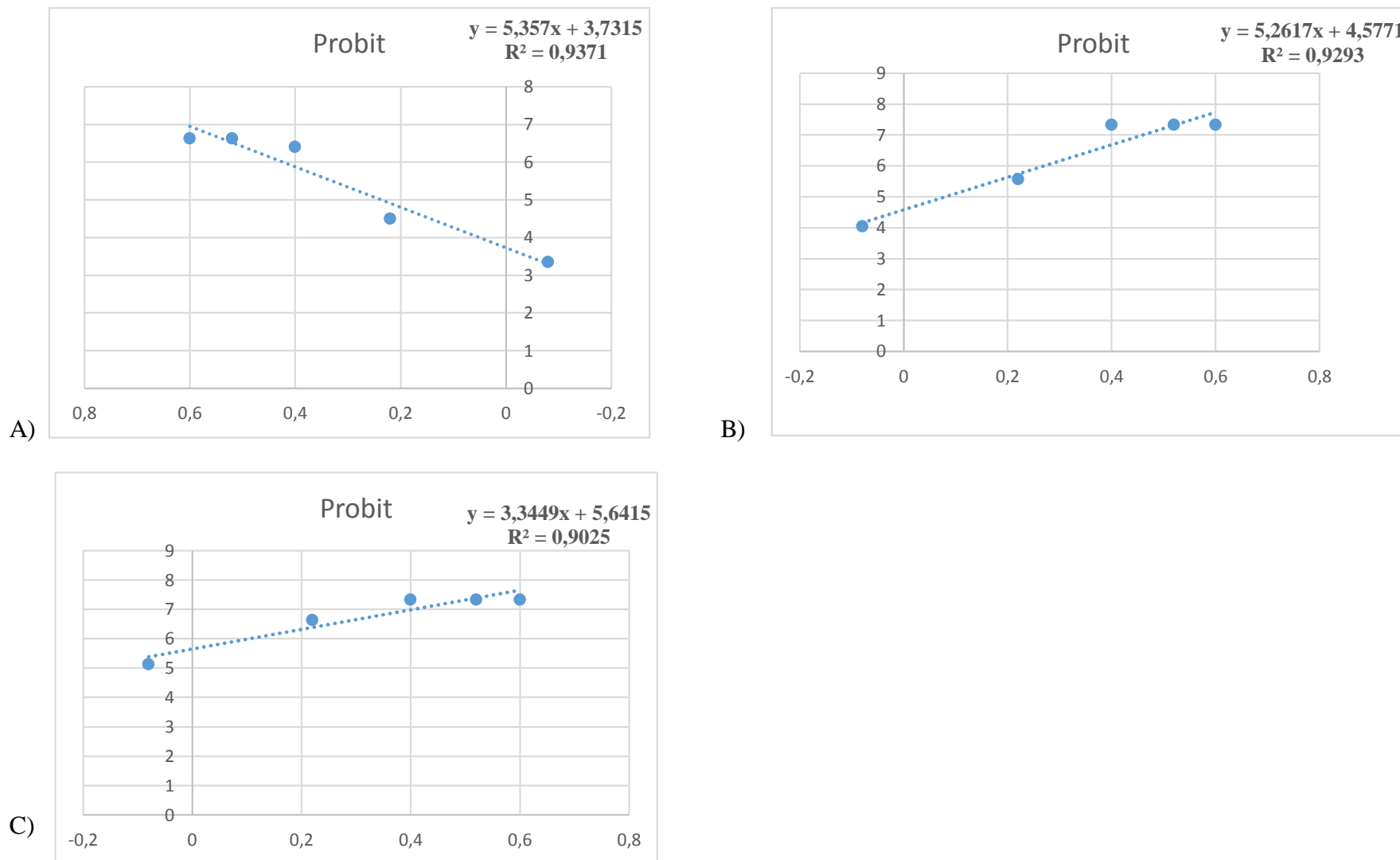


Figure 32 : la régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de la menthe pouliot testée après : A) 24h, B) 48h, C) 72h d'exposition.

III.3.5. Détermination de de dose ou concentration létale de 50% et 90%(DL50 et DL90%)

Tableau 09 : Les valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de *Culex pipiens* traité avec l'extrait de la menthe pouliot.

Plante	Temps	Equation	Coefficient de corrélation R ²	DL50g/l	DL90g/l
Menthe pouliot	24h	$Y=5,357x +3,731$	0,937	1.69	9.55
	48h	$Y=5,261x +4,577$	0,929	1,20	6.91
	72h	$Y=3,344x +5,641$	0,902	0,64	10.09

- La droite de régression après 24 h de traitement des larves est formée :

$Y=5,357x +3,731$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0,937$. Pour assurer la mortalité de 50% de larves, la concentration de la *Mentha pulegium* est égale à **1.69g/l** par contre la concentration de **9.55g/l** assurent la mortalité 90% de larves de *Cx. pipiens*. (Tab.09).

- Après un temps d'exposition de 48h, la droite de régression est de la forme :

$Y=5,261x +4,577$ avec $R^2=0.929$. Dans ce cas la DL50 de l'extrait de la *Mentha pulegium* sur les larves de *Culex pipiens* a été calculée. Ainsi 50% des larves sont éliminées lorsqu'une concentration de **1,20g/l** est appliquée, alors qu'une concentration de **6.91g/l** implique une élimination de 90% de larves. Ce qui correspond à la DL90. (Tab.09).

- Pour finir la droite de régression après un temps d'exposition de 72h est de la forme :

$Y=3,3449x +5,6415$ avec un coefficient de régression $R^2=0,9025$. Pour la DL50 une concentration de **0.64g/l** est nécessaire pour atteindre une mortalité de 50% des larves. Par contre il faut une concentration de **10.09g/l** pour assurer la mortalité de 90% des larves de *Culex pipiens* qui correspond à la DL90. (Tab.09).

III.4. Toxicité de l'extrait aqueux d'inule visqueuse :

III.4.1. Mortalité cumulée :

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de l'inule visqueuse après 24h, 48h et 72h est représenté dans la figure 33.

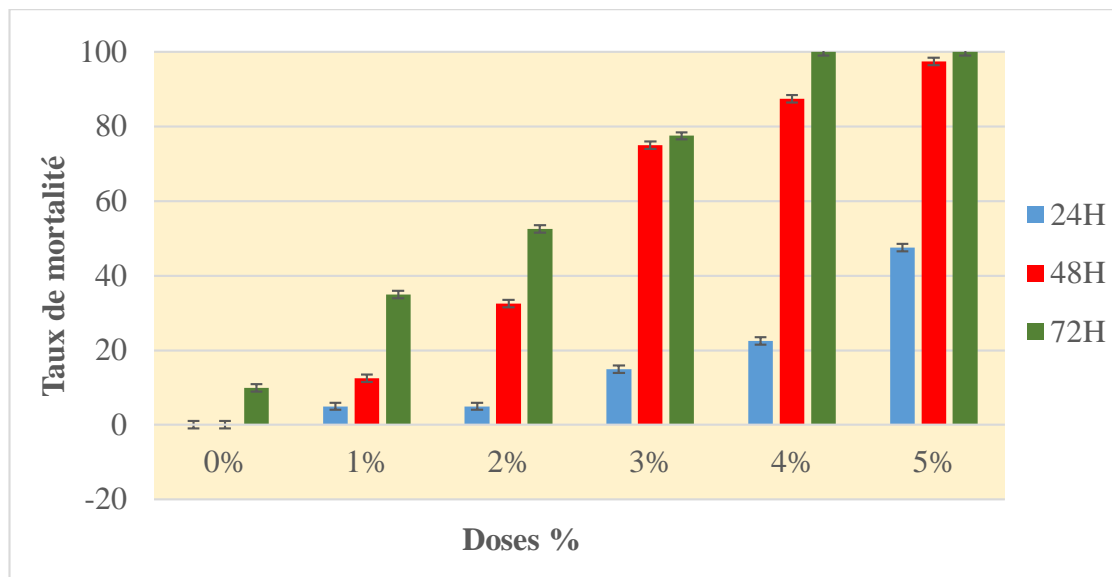


Figure 33: Mortalités cumulées des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et de doses de l'inule visqueuse.

La figure 33 montre une corrélation positive entre le taux de mortalité de larves traitées et les différentes doses utilisées en fonction du temps. Après 48h de contact, un taux de mortalité a dépassé les 60% et cela à partir de la concentration de 3%. Un taux de mortalité élevée avoisinant les 100% a été enregistré 72h après l'exposition à une concentration de 4%.

III.4.2. Mortalité corrigée

Les tableaux 10, 11 et 12 représentent le pourcentage de mortalité dans les 4 répétitions en fonction des 4 concentrations utilisées qui sont : 0.83g/l (1%), 1.66g/l (2%), 2.49g/l (3%), 3.32 g/l (4%) et 4.15g/l (5%) pendant 24h, 48h et 72h.

Tableau 10 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Inula viscosa* pendant 24h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	10	10	20	20	40
R2	0	10	10	20	30	50
R3	0	0	0	10	20	50
R4	0	0	0	10	20	50
Moyenne	0	5	5	15	22.5	47.5
écart-type	0	5	5	5	3.75	3.75

Tableau 11 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Inula viscosa* pendant 48h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	10	30	90	90	100
R2	0	20	20	90	90	100
R3	0	10	40	60	80	100
R4	0	10	40	60	90	100
Moyenne	0	12.5	32.5	75	87.5	100
écart-type	0	3.75	7.5	15	3.75	0

Tableau 12 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Inula viscosa* pendant 72h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	10	30	40	60	100	100
R2	10	40	50	60	100	100
R3	10	30	60	90	100	100
R4	10	40	60	100	100	100
Moyenne	10	35	52.5	77.5	100	100
écart-type	0	5	7.5	17.5	0	0

L'exposition des larves de 3ème et le 4ème stade de l'espèce *Culex pipiens* à l'extrait aqueux de *Inula viscosa* indique qu'il existe une relation proportionnelle entre la concentration utilisée et le pourcentage de mortalité. Plus la dose testée est élevée, plus la mortalité est élevée. La mortalité maximale de 100% a été obtenue avec la dose de 3.32g/l de l'extrait aqueux de l'inule visqueuse, après 72h d'exposition. Par contre, le plus faible taux de mortalité (5%) a été enregistré pour la plus faible dose testée, qui est de 0.83g/l au bout de 24h de traitement.

III.4.3. Aspect morphologique :

L'aspect d'une larve (L4) de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse est présenté sur la figure 34 :

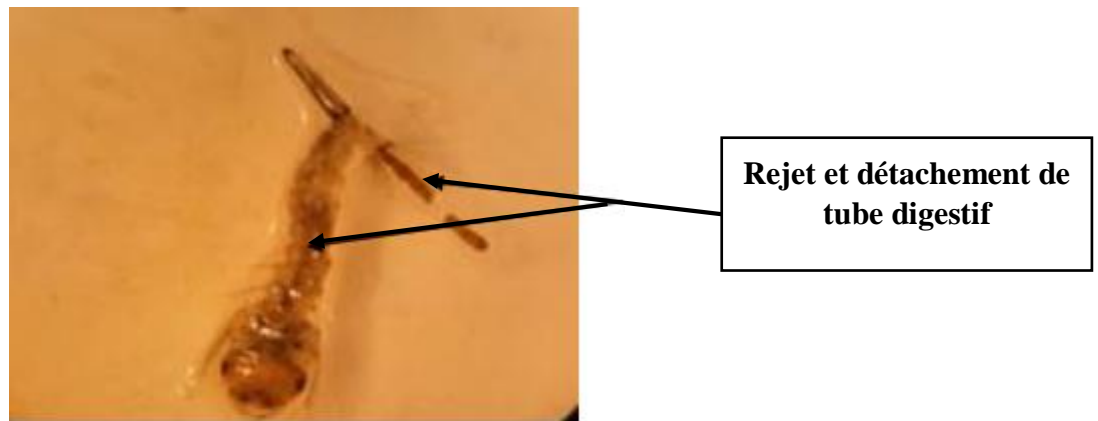


Figure 34 : Larve de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de l'inule visqueuse à la dose 4% pendant 48h.

L'effet de l'extrait de l'inule visqueuse sur la larve de *Culex pipiens*, se caractérise par une déformation morphologique apparente (Fig.34) sous forme d'un rejet du tube digestif vers l'extérieur.

III.4.4. Régressions linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition de l'inule visqueuse :

La figure 35 montre les droites de régression de l'extrait aqueux de l'inule visqueuse pendant 24h, 48h, et 72h.

- ✓ La droite de régression après 24h d'exposition est de la forme $Y = 2.1166x + 3.2633$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.7685$.
- ✓ La droite de régression après 48h d'exposition est de la forme : $Y = 4.4227$ avec $R^2 = 0.9509$.
- ✓ La droite de régression après 72h d'exposition est de la forme : $Y = 4.3113x + 3.9376$ avec $R^2 = 0.8489$.

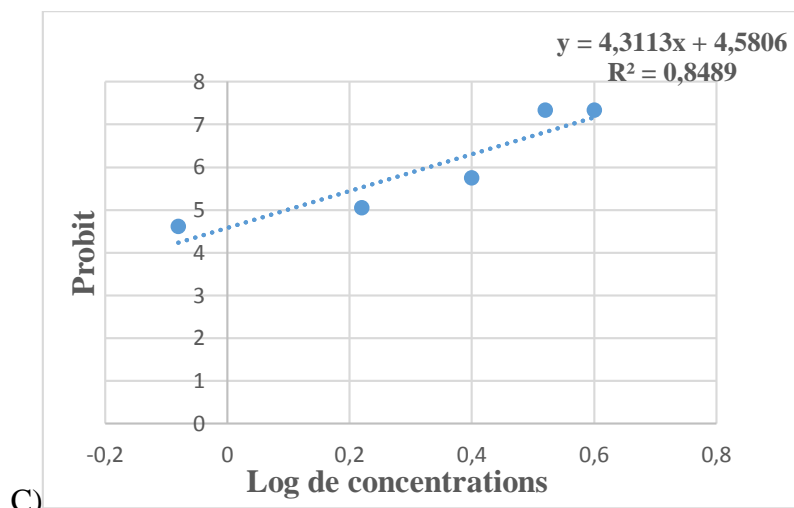
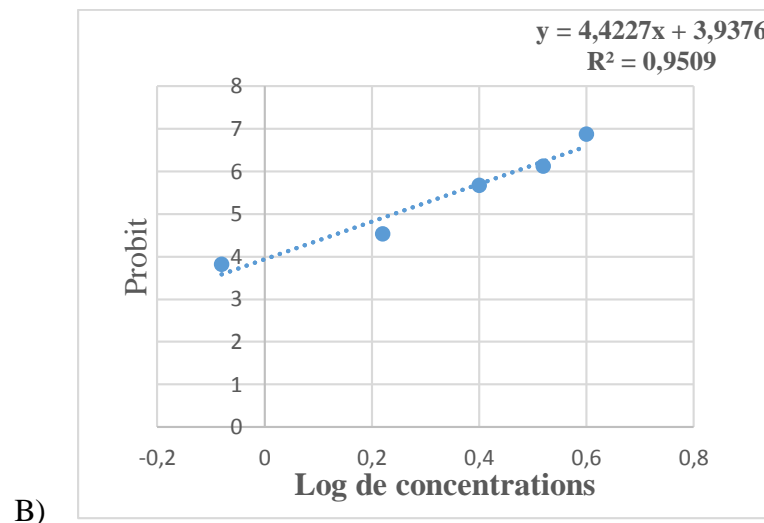
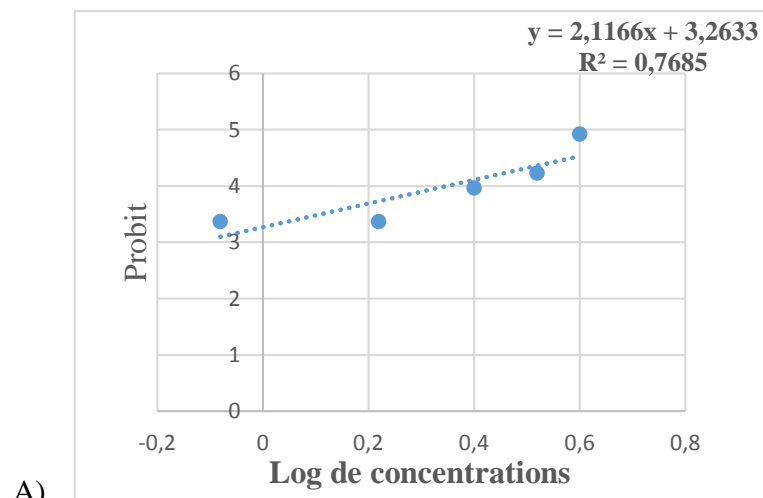


Figure 35 : la régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de l'inule visqueuse testée après : A) 24h. B) 48h. C) 72h d'exposition.

III.4.5. Détermination de dose ou concentration létale 50% et 90%(DL50 et DL90%)

Tableau 13 : Les valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de *Culex pipiens* traité avec l'extrait de l'inule visqueuse:

Plante	Temps	Equation	Coefficient de corrélation R ²	DL50g/l	DL90g/l
Inule visqueuse	24h	$Y=2.1166x+ 3.2633$	0.7685	6.60	/
	48h	$Y=4.4227x+ 3.9376$	0.9509	1.73	13.80
	72h	$Y=4.3113x +4.5806$	0.8489	1.23 g/l	10.59

La droite de régression après 24h de traitement des larves est formée :

$Y=2.1166x+3.2633$ avec un coefficient de corrélation $R^2=0.7685$. La DL50 de l'*Inula viscosa* est égale à **6.60g/l** pendant 24h et cela pour assurer une mortalité de 50% des larves. Par contre la DL90 ne peut être calculée car la mortalité des larves ne dépasse pas 90%.

La droite de régression après 48h de traitement des larves est formée :

$Y=4.4227x+3.9376$ avec un coefficient de régression $R^2=0.9509$. La concentration de **1.73g/l** est nécessaire pour assurer la mortalité de 50% des larves. Par contre il faut une concentration de **13.80 g/l** pour assurer la mortalité de 90% des larves.

Enfin La droite de régression après 72h de traitement des larves est formée :

$Y=4.3113x +4.5806$ avec un coefficient de régression $R^2=0.8489$. 50% des larves sont éliminées lorsqu'une concentration de **1.23 g/l** est appliquée, alors qu'une concentration de **10.59 g/l** implique une élimination de 90% de larves.

III.5. Toxicité de l'extrait aqueux de la sauge :

III.5.1. Mortalité cumulée :

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de la sauge après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure 36.

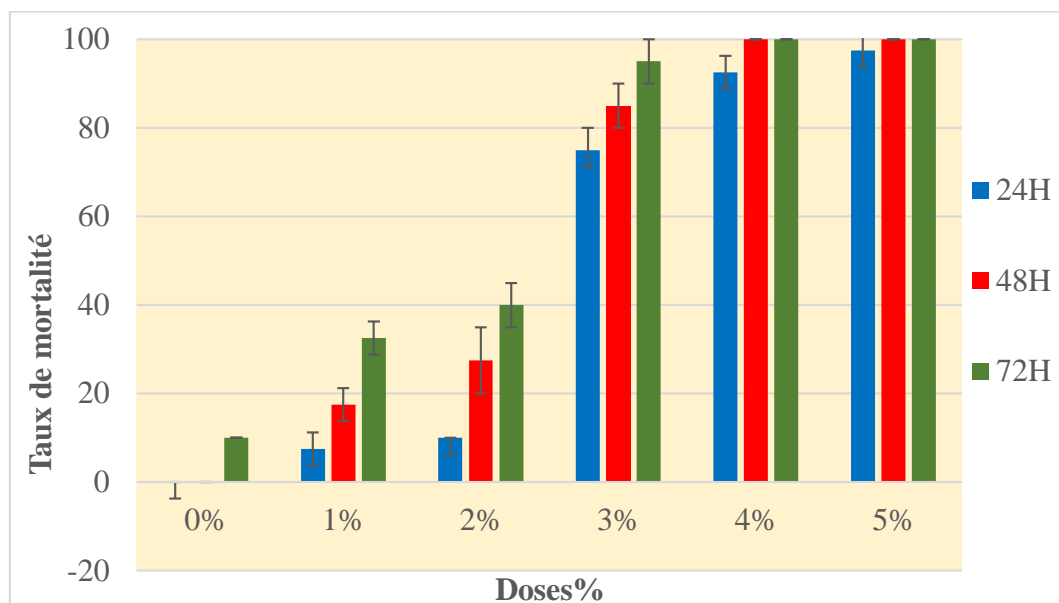


Figure 36 : Mortalités cumulées des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et de différentes doses de la sauge.

La figure 36 montre une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps. L'exposition des larves de 3ème et le 4ème stade de l'espèce *Culex pipiens* à l'extrait aqueux de *Salvia officinalis* indique que, l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition augmentent le taux de mortalité. Un taux de mortalité élevée avoisinant les 100% a été enregistrée 48 heures après l'exposition à une concentration de 4%.

III.5.2. Mortalité corrigée

Les tableaux 14, 15, et 16 représentent le pourcentage de mortalité dans les 4 répétitions en fonction des 4 concentrations utilisées à savoir 0.83g /l (1%), 1.66g/l (2%), 2.49g/l (3%) , 3.32 g/l (4%) et 4.15g/l (5%) pendant 24h, 48h et 72h.

Tableau 14 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Salvia officinalis* pendant 24h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	10	10	70	100	100
R2	0	10	10	80	90	90
R3	0	10	10	80	90	100
R4	0	0	10	70	90	100
Moyenne	0	7.5	10	75	92.5	97.5
écart-type	0	3.75	0	5	3.75	3.75

Tableau 15 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *Salvia officinalis* pendant 48h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	20	20	80	100	100
R2	0	20	30	90	100	100
R3	0	20	20	90	100	100
R4	0	10	40	80	100	100
Moyenne	0	17.5	27.5	85	100	100
écart-type	0	3.75	7.5	5	0	0

Tableau 16 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à la *Salvia officinalis* pendant 72h.

	0g/l	0.83g/l	1.66g/l	2.49g/l	3.32g/l	4.15g/l
R1	0	30	40	90	100	100
R2	0	30	40	100	100	100
R3	0	40	30	100	100	100
R4	0	30	50	90	100	100
Moyenne	0	32.5	40	95	100	100
écart-type	0	3.75	5	5	0	0

Un taux de mortalité importante de 40% est enregistré dès la première dose de 0.83g/l pendant 72h, pour atteindre un taux maximal de 100% avec la plus forte concentration testée (4.15g/l). La mortalité des larves observée dans les 4 répétitions évolue proportionnellement avec les doses testées de l'extrait de la sauge avec un écart type assez faible témoignant de la bonne homogénéité des données.

III.5.3 Aspect morphologique :

L'aspect d'une larve (L4) de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de la sauge est présenté dans la figure 37 :

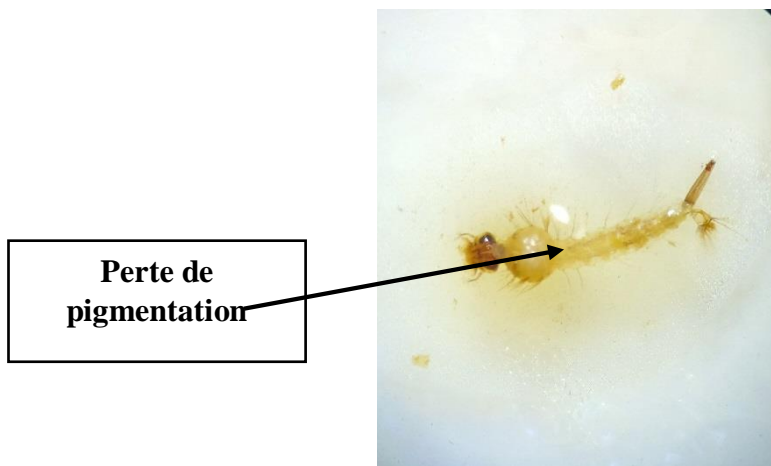


Figure 37 : Larve de *Culex pipiens* traitée avec l'extrait aqueux de la sauge à la dose 4% pendant 48h.

L'exposition des larves à l'extrait aqueux de la sauge affecte l'apparence des larves, la figure 37 montre l'apparition d'une couche blanchâtre à la surface du corps qui semble avoir perdu sa couleur (pigmentation), et un effet digestif qui se dévoile par le détachement de tube digestif. À l'inverse, les larves témoins ont montré une morphologie maintenue.

III.5.4. Régressions linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition de la sauge :

La figure 38 montre les droites de régression de l'extrait aqueux de la sauge pendant 24h, 48h, et 72h.

- ✓ La droite de régression après 24h d'exposition est de la forme $Y = 6.0592x + 3.25$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.9998$.

- ✓ La droite de régression après 48h d'exposition est de la forme : $Y = 5.4166x + 4.0297$ avec $R^2 = 0.8817$.
- ✓ La droite de régression après 72h d'exposition est de la forme : $Y = 4.7458x + 4.5404$ avec $R^2 = 0.8711$.

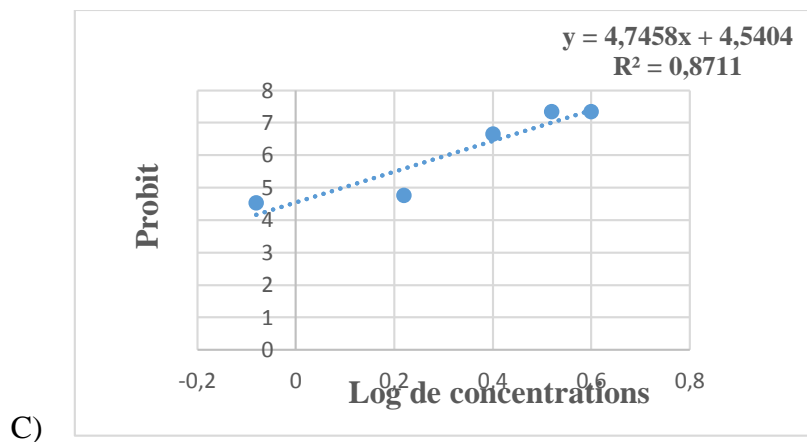
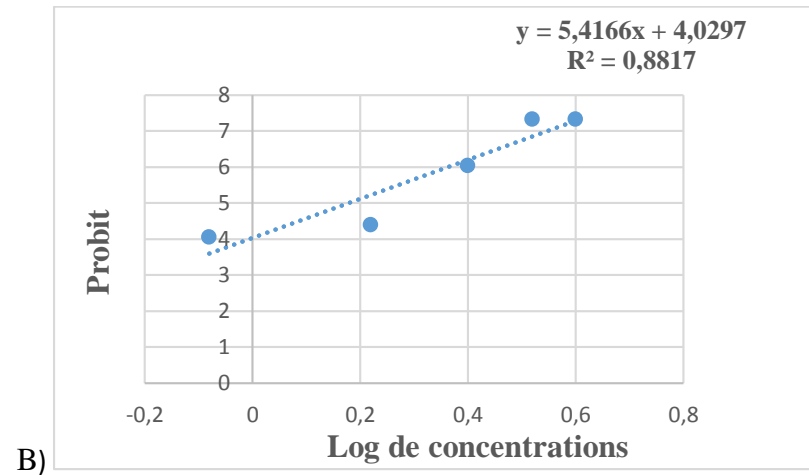
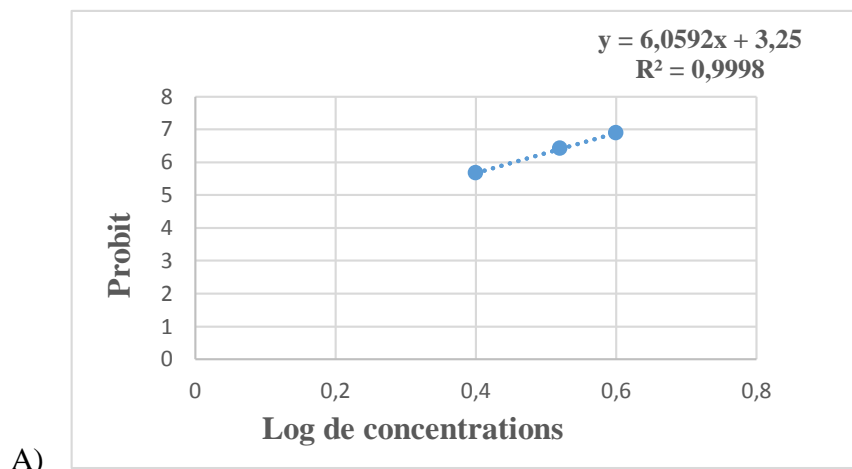


Figure 38: la régression linéaire de la mortalité des larves en fonction des doses de l'extrait aqueux de la sauge testée après :
A) 24h, B) 48h, C) 72h d'exposition.

III.5.5. Détermination la dose ou de concentration létale 50% et 90%(DL50 et DL90%):

Tableau 17 : Les valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de *Culex pipiens* traitées avec l'extrait de la sauge :

Plante	Temps	Equation	Coefficient de régression R ²	DL50g/l	DL90g/l
La sauge	24h	$Y=6.0592x + 3.25$	0,9998	1.90g/l	8.70g/l
	48h	$Y=5.4166x + 4.0297$	0.8817	1.47g/l	8.12g/l
	72h	$Y=4.7458x + 4.5404$	0.8711	1.23 g/l	8.51g/l

La droite de régression après 24 h de traitement des larves est formée :

$Y=6.0592x + 3.25$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9998$ pour assurer la mortalité de 50% de larves durant 24h, la concentration de *salvia officinalis* est égale **1.90g/l** par contre la concentration de **8.70 g/l** assurent la mortalité 90% de larves de *culex pipiens*. (Tab.17)

Après un temps d'exposition de 48h, la droite de régression est de la forme :

$Y=5.4166x + 4.0297$ avec $R^2=0.8817$. 50% des larves sont éliminées lorsqu'une concentration de **1.47 g/l** est appliquée avec l'extrait de *Salvia officinalis* dans la DL50, alors qu'une concentration de **8.12g/l** implique une élimination de 90% de larves. Ce qui correspond à la DL90. (Tab.17).

Pour finir la droite de régression après un temps d'exposition de 72h est de la forme :

$Y=4.7458x + 4.5404$ avec un coefficient de corrélation $R^2=0.8711$. La mortalité 50% et 90% des larves est assurée par les concentrations **1.23g/l et 8.51g/l** respectivement. (Tab.17).

III.6. Moyenne des taux de mortalité observée

Tableau 18 : Taux de mortalité observée chez larves de *Cx. pipiens* traitées par l'extrait aqueux des quatre plantes étudiées.

Plantes/ concentrations	La lavande	La menthe pouliot	L'inule visqueuse	La sauge
Témoin	10%	10%	10%	10%
1%	17.5%	55%	35%	32.5%
2%	27.5%	95%	52.5%	40%
3%	35%	100%	77.5%	95%
4%	50%	100%	100%	100%
5%	75%	100%	100%	100%

Le tableau 18 indique que les taux de la mortalité moyenne observée chez les larves de *Culex pipiens* varient proportionnellement selon la concentration des extraits de plantes testées et de la durée d'exposition. L'extrait de la menthe pouliot a enregistré une mortalité de 100% des larves juste à partir de la dose 3% pendant 72h puis le suit l'extrait de la sauge et l'inule visqueuse qui atteignent une mortalité de 100% des larves mais dans la dose 4%, et enfin l'extrait de la lavande qui a engendré une mortalité de 75% dans la plus forte dose 5%. Par contre une mortalité naturelle (témoin) est enregistrée avec de faibles valeurs ne dépassant pas les 10%.

Les taux de mortalités les plus élevés sont enregistrés avec l'extrait aqueux de la menthe pouliot qui a occasionné les 100% dans la dose 3%, et cela avec les différentes concentrations. L'extrait aqueux de cette plante donne des résultats prometteurs qui nécessitent son application sur le terrain.

III.7. Analyse de la variance à trois critères extrait-dose-temps

Dans le but de tester l'effet dose, extrait et temps, ainsi que celui de l'interaction entre ces facteurs sur la variation du taux de mortalité, nous avons réalisé une analyse de la variance (ANOVA). Les résultats du test de probabilité sont montrés dans le tableau (19).

Tableau 19: Résultats de l'analyse de la variance a trois facteurs de classification au seuil de 5% pour le paramètre mortalité des larves de *Culex pipiens* traités par les extraits aqueux de la lavande , menthe pouliot, inule visqueuse et la sauge.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	103349,2	71	1455,622				
VAR.FACTEUR 1	12733,56	3	4244,521	36,22	0		
VAR.FACTEUR 2	67492,41	5	13498,48	115,188	0		
VAR.FACTEUR 3	7164,555	2	3582,277	30,569	0		
VAR.INTER F1*2	8581,539	15	572,103	4,882	0,00012		
VAR.INTER F1*3	2389,602	6	398,267	3,399	0,01122		
VAR.INTER F2*3	1471,906	10	147,191	1,256	0,29787		
VAR.RESIDUELLE 1	3515,609	30	117,187			10,825	22,54%

Les résultats de l'analyse de la variance à trois critères de classification révèlent l'existence d'une différence très hautement significative ($P = 0,0000$) pour le facteur extrait aqueux, facteur dose et le facteur temps ce qui explique qu'effectivement, le pourcentage des mortalités dépend de ces trois facteurs. L'analyse de la variance pour l'interaction entre l'extrait aqueux et le facteur dose est très hautement significative ($p=0,00012$), l'interaction du facteur extrait et de facteur temps y présente une différence significative ($p=0,01122$), de même l'interaction du facteur dose et du facteur temps n'est pas significative ($p=0,29787$). (Tab.19).

Tableau 20 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur extrait aqueux testé sur les larves de *Culex pipiens*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0	menthe	65	A			
2.0	sauge	55		B		
3.0	inule	42,5			C	
4.0	lavande	29,583				D

La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls classe l'extrait aqueux de la menthe dans le groupe homogène A enregistrant une mortalité moyenne de 65%, elle manifeste une toxicité supérieure à celle de la sauge du groupe homogène B avec une moyenne de 55%, l'inule visqueuse du groupe homogène C avec une moyenne de 42.5% et la lavande du groupe homogène D avec une moyenne 29.583%. (Tab.20).

Tableau 21 : Résultat du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur dose testée sur les larves de *Culex pipiens*.

F2	LIBELLE S	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES				
6.0	d5	85,417	A				
5.0	d4	77,5	A				
4.0	d3	66,458		B			
3.0	d2	36,875			C		
2.0	d1	19,375				D	
1.0	d0	2,5					E

Concernant le facteur dose (F2), l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5%, montre des différences très hautement significatives ($P=0$) entre les différentes doses testées (Tableau 21). Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification 5%, classe ces différentes doses dans 5 groupes homogènes A, B, C, D et E. Les deux doses 3.32g/l et 4.15g/l les plus efficace ont été mises dans un seul groupe homogène groupe A, avec une moyenne de 85,417% et 77.5% respectivement, la dose 2.49g/l montre une efficacité moindre, et appartient au groupe B (66.458%), en suite la dose 1.66g/l dans le groupe homogène C avec une moyenne de (36.875%), alors que la dose 0.83g/l se trouve dans le groupe homogène D, et enfin nous avons la dose 0g/l appartenant au groupe E des lots témoins (Tab. 21).

Tableau 22 : Résultats du test de Newman et Keuls concernant l'effet du facteur temps testés sur les larves de *Culex pipiens*.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
3.0	t3	59,063	A			
2.0	t2	50,104		B		
1.0	t1	34,896				C

Pour le facteur temps (F3), l'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de signification de 5%, montre des différences très hautement significatives ($P=0$) (Tab. 22).

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls, au seuil de significations 5% classe les temps d'exposition dans les groupes homogènes suivants : dans le groupe A, nous avons le temps 72h, dans le groupe B (48h), dans le groupe C le temps 24h (Tab. 22).

2. Discussion

L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations. Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupées une place importante dans la vie de ces derniers, ainsi l'étude des activités biologiques et biotechnologique des extraits de plantes n'a jamais cessé de s'accroître (Aouti Amel, 2016).

L'application des produits naturels reste la méthode qui présente beaucoup d'avantages pour la santé de l'être vivant et pour son environnement par rapport aux produits de synthèse chimique qui contaminent globalement la biosphère (Benayad, 2008).

En Algérie, l'utilisation des produits naturels, spécifiquement les extraits des plantes, comme type de lutte contre les insectes a commencé de se développer, à travers une multitude des travaux récentes (Kemassi, 2008 ; Labouzi, 2010 ; Habbachi et al., 2013 ; Aouati & Berchi, 2015).

Dans notre étude, nous avons estimé l'activité larvicide de quatre plantes à savoir : la lavande (*Lavandula angustifolia*), la menthe de pouliot (*Mentha pulegium*), l'inule visqueuse (*Inula viscosa*) et la sauge (*Salvia officinalis*) à l'égard des larves de moustiques du quatrième stade de l'espèce *Culex pipiens*

Les résultats obtenus révèlent une sensibilité variable des larves traduite par des taux de mortalité faibles à très élevés en passant d'une concentration à l'autre, mais surtout d'une plante à l'autre. Les résultats révèlent également que l'activité larvicide est progressive sur la durée puisqu' il a été enregistré une augmentation de la mortalité au fur et à mesure qu'on avance dans le temps d'exposition, parfois occasionnant un taux de mortalité qui avoisine les 100% et cela pour les doses les plus élevés. Le pourcentage de mortalité obtenu est proportionnel aux doses utilisées, il augmente avec l'augmentation de la dose, comme le confirment Toubale et al., (2019) dans leur étude sur l'effet larvicide des extraits d'*Urtica dioica* effectuée sur *Culex pipiens*.

En ce qui concerne les résultats obtenus pour les concentrations létales DL50 et DL90 de l'extrait de chaque plante, il a été observé qu'elles diminuent en fonctions du prolongement du temps d'exposition, ce qui concorde parfaitement avec les observations rapportées par les travaux de Koua, (1994) qui stipulent dans son étude portant sur l'effet de l'extrait aqueux de *Persea americana* sur différents stades larvaires d'*Anopheles*

gambiaes que les concentrations létales diminuent avec l'augmentation de la durée d'exposition des larves.

Dans notre étude il apparait clairement que la menthe pouliot (*Mentha pulegium*) possède une activité larvicide intéressante et supérieure aux autres plantes testées, engendrant un taux de mortalité élevé de 100% pour une dose de 2.49g/l, après 72h d'exposition.

La sauge et l'inule visqueuse viennent en seconde position avec un taux de mortalité également considérable atteignant les 100% mais pour une dose de 3.32g/l. Enfin la lavande qui engendre après 72h de contact, une mortalité de 75%.

Une relation directe est observée entre le taux de mortalité des larves et la dose à laquelle ces dernières ont été exposées ce qu'El banna (2006) a confirmé dans ses études. Cette dernière a aussi trouvé une relation directe entre la mortalité et le temps d'exposition, la mortalité augmente de la première heure jusqu'à la dernière. Ce qui confirme nos résultats, dont la moyenne de mortalité augmente de 4 larves après 24h jusqu'à 10 larves dans les 72h qui suivent.

Nos résultats corroborent avec ceux d'Aouati (2016), qui a étudié le potentiel d'action d'une dizaine de plantes (*Artemisia herba alba*, *Marrubium vulgare*, *Laurus nobilis*, *Eucalyptus globulus*, *Mentha spicata*, *Rosmarinus officinalis*, *Ruta montana*, *Thymus vulgaris*, *Lavandula officinalis* et *Origanum compactum*) à l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens*.

En effet, nous avons remarqué une sensibilité accrue des larves vis-à-vis des quatre extraits avec un pourcentage de mortalité qui augmente proportionnellement avec le temps et la dose. Cet effet toxique pourrait dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (Ndomo et al., 2009).

D'après Aubertot et al., 2005, *Salvia officinalis* contient des composés phénoliques, Thuyone, camphre et cinéole, ayant des propriétés insecticides.

Cependant, il serait difficile de penser que l'activité insecticide de cet extrait se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires ; elle pourrait aussi être due à certains constituants minoritaires ou à un effet synergique de plusieurs constituants (Lang et Buchbauer, 2012).

En dehors des moustiques, la sauge (*Salvia officinalis*) qui a engendré une mortalité de 100% au bout de 72h d'exposition sur les larves de *Culex pipiens* est également identifiée par

Bisio, (2010) qui a prouvé que la plus grande partie des exsudats examinés de *Salvia officinalis* possèdent une activité inhibitrice sur la germination de *Papaver rhoeas L.* et *Avena sativa L.*

Concernant la menthe pouliot et la lavande n'ont fait l'objet d'aucune étude toxicologique impliquant des extraits aqueux, mais plutôt des tests avec des extraits d'huiles essentielles. C'est le cas par exemple des travaux de Boudershem (2015) dans lesquels la toxicité des huiles essentielles de *Laurus nobilis* à l'égard des larves du 4ème stade de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, présente respectivement une DL50 de 10.76ppm et une DL 50 de 13.98ppm pour l'espèce.

Les résultats de Saidji (2015), montrent que l'huile essentielle formulée de la menthe pouliot provoque un effet de choc remarquable sur les larves des insectes traitées par rapport à ceux des adultes, ainsi les travaux d'Alaoui Slimani (2002) dans lesquels la toxicité de *Mentha pulegium* (labiée) a été déterminée sur les larves de Culicidae.

El Ouali Lalami et al. (2016) ont trouvé que l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* 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).

D'autres chercheurs ont mis en évidence des anomalies corporelles induites par l'activité larvicide des extraits de plantes à l'égard des larves de moustiques. Koua et ces collaborateurs en 1998, ont démontré que l'intestin moyen des larves d'*Anopheles gambiae* traitées à l'extrait aqueux de l'avocatier *Persea americana* était la partie la plus affectée.

Nos résultats ne sont que préliminaires et viennent s'ajouter à d'autres travaux et dont l'objectif est de trouver une alternative biologique de lutte. Citons ceux de Aouinty et al. (2009) sur l'activité des extraits aqueux des plantes : Ammi visnage (*Ammi visnaga*), Cyprès (*Tetraclinis articulata*), Le ricin (*Ricinus communis*) et L'inule visqueuse (*Inula viscosa*) vis-à-vis quatre espèces de culicidés : *Culex pipiens*, *Aedes caspius*, *Culiseta longiareolata* et *Anopheles maculipennis*. Les résultats ont révélés un excellent effet larvicide avec 100% de mortalité.

Koua et ces collaborateurs en 1998 ont exposé des larves d'*Anopheles gambiae* à l'extrait aqueux de L'avocatier (*Persea americana*). À l'issue des tests, les larves ont présenté une lésion importante au niveau de leur intestin moyen. Ils ont démontré également que les feuilles agissent sur les cellules gastriques, avec une hypertrophie cellulaire observée après 1h d'exposition.

Notre recherche ainsi que les recherches précédemment mentionnés ont besoin d'une suite pour pouvoir isoler les composants responsables de l'activité larvicide.



Conclusion

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

Le but de la présente étude était d'évaluer l'effet de l'extrait aqueux de quatre plantes à savoir *Lavandula angustifolia*, *Mentha pulegium*, *Inula viscosa*, *Salvia officinalis*, Et Leur toxicité vis-à-vis des larves de moustiques (*Culex pipiens*). L'application des extraits aqueux des quatre plantes citées sur les larves L4 de *Cx pipiens* a permis d'établir les doses létales DL50 et DL90 pendant, 24h, 48h et 72h.

- L'extrait de la menthe pouliot (*Mentha pulegium*) agit avec un DL50 de 1.69 g/l pendant 24h, 1.20 g/l pendant 48h et 0.64g/l pendant 72h, et une dose létale DL90 de 9.55g/l, 6.91g/l et de 10.09g/l respectivement.
- L'extrait de la sauge (*Salvia officinalis*) a donné une dose létale DL50 de 1.90 g/l pendant 24h, 1.47 g/l pendant 48h et 1.23 g/l pendant 72h, et une dose létale DL90 de 8.70g/l, 8.12g/l et de 8.51g/l respectivement.
- L'extrait de l'inule visqueuse (*Inula viscosa*) engendre un DL50 de 6.60 g/l pendant 24h, 1.73 g/l pendant 48h et 1.23 g/l pendant 72h, avec une dose létale DL90 de 13.80g/l pendant 48h et 10.59g/l pendant 72h.
- L'extrait de la lavande (*Lavandula angustifolia*) donne un DL50 de 5.49 g/l pendant 24h, 3.71 g/l pendant 48h et 2.81 g/l pendant 72h. La dose létale DL90 n'est pas calculée car le taux de mortalité ne dépasse pas les 90%.

De tous les extraits utilisés, il apparait clairement que la menthe pouliot est la plus efficace envers les larves de *Culex pipiens* avec un taux de mortalité très élevée avoisinant les 100% à la dose 3%.

L'effet de ces extraits se caractérise par les déformations morphologiques apparentes sur les larves traitées.

Perspectives :

Les résultats obtenus bien que préliminaires, témoignent une activité insecticide des plantes, qui ouvrent des perspectives intéressantes pour l'application d'extraits aqueux des poudres végétale dans la production des biocides.

D'autres études approfondies sont nécessaires et doivent être envisagées en perspectives pour bien cerner la toxicité des plantes sur les larves des moustiques et notamment ; l'isolement et la caractérisation des composés actifs dans les différents extraits afin de caractériser la composition des espèces des plantes aromatiques présente dans la ville de Tizi-Ouzou. D'autres tests devraient être réalisés afin de rechercher les mécanismes d'action des extraits aqueux et de leurs composants actifs sur les larves de moustiques in vitro et in vivo.

A l'avenir il serait intéressant de compléter cette recherche en évaluant ces larvicides sur la morphométrie des larves. De même, il serait souhaitable d'évaluer l'effet de ces larvicides sur d'autres paramètres comme la morphométrie, la longévité et le potentiel reproducteur



Références bibliographiques

A

- ABEDERRAHIM M. et OURAHMOUNE F., 2015** - Inventaire des culicidae dans la région de Tizi-Ouzou.,Mém, Mast. Univ. U.M.M. Tizi-Ouzou, 85p.
- **Abbot W.S., 1925** - A method of computing the effectiveness of an insecticide. JEcon Entomol 18:265-66.
- **Ait Guenissaid O., Elharani S., 2008.** Extractions des huiles essentielles de *Laurus nabilis* et de *Salvia officinalis* et évaluation de leur activité antimicrobienne, mémoire de DES., Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 77 p.
- **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, Thés. Magister, Dép. Bio., Fac. Sci., Uni. Badji Mokhtar -Annaba- Algérie.
- **Anonyme (2013)** <http://larodz.chez-alica.fr/plants/sauge.html>. Le 03 Mai 2013¹⁵.
- Anonyme (2011)** <http://www.eurekasante.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/sauge-officinale-salvia-officinalis.html>. Le 14 Juin 2011 ¹⁶.
- **Anonyme (2014)** ¹⁴. <http://www.Creapharma.ch/sauge.html>. Le 25 Janvier 2014
- Anonyme, 2004a** - Les vecteurs. Adresse URL : <http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery> 2008. Html.
- **Anonyme, 2020**-https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plasmodium_falciparum_01.png.
- Anonyme, 2021a** - Fièvre du Nil (Fièvre à virus West Nile) <https://www.vidal.fr/sante/voyage/maladies-voyage/fievre-nil.html>.
- **Aouati, A ; 2016** - Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae).Doctorat; entomologie, Constantine : UNV des Frère Mentouri, p2-21-11_16_34_35.

B

- Balenghien T., 2006** - Identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection en Camargue. Thèse d'Université en ligne à <http://tel.archives-ouvertes.fr>
- BalenghienT., 2007**-Les moustiques vecteurs de la Fièvre du Nil occidental en Camargu. In.Insectes. 146(3) :13-17
- Barbault R., 1981** - Ecologie des populations et peuplements. Ed. Masson, Paris, 200p.

- Basch E ., Foppa L ., Liebowitz R ., Nelson J., Smith M ., Sallars D ., Ulbricht C .2004.** Lavender (*Lavandula angustifolia* Miller). Journal of Herbal Pharmacotherapy 4(2) : 63-78.
- 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.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Dahl, C., Boase, C., Lane, J., et Kaiser, A. 2010 -** *Mosquitoes and their control*. Springer-Verlag, Heidelberg, Allemagne.
- Beloued, a. 1998** Plantes médicinales d'Algérie. 2ème Edition. Office des publications universitaires (Ed). Alger, 274p.
- Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K., Masna F., 2019 -** Bioactivité des extraits foliaires de *Ruta Chalepensis* L. (Rutaceae) sur la mortalité des larves de *Culiseta Longiareolata* (Diptera, Culicidae)., Journal Scientifique Libanais. 20(1): 1-9.
- BEZZAOUI OUARDA;2013 -** Comparaison de l'efficacité des extraits aqueux et des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* (le Romarin) et de *Salvia officinalis* (la Sauge) avec un insecticide chimique la cyperméthrine sur les larves de culex pipiens en conditions contrôlées ; mémoire de fin d'étude ; Université Saad Dahleb Blida. P10.
- Blažeković B., Vlamić S., Branter A., Stefan M .B. 2010.** Evaluation of Antioxidant Potential of *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. 'Budrovka': A Comparative Study with. Molecules 15(9): 5971-5987.
- Bouabida H, Djebbar F & Soltani N., 2012-** Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera :Culicidae) dans la région de Tébessa (Alegria).
- Bouda S., Rekaï A., 2015-** Inventaire des Culicidae dans la région de la Kabylie et la confirmation de la présence de l'*Aedes albopictus* à Larbaa-Nath-Irathen., mémoire., univ Mouloud Mammeri Tizi-ouzou., 73p.
- 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).

C

- Carnevale., P et Robert V., 2009 -** *Les anophèles* : Biologie, transmission du plasmodium et lutte anti-vectorielle, Marseille: Ed. IRD.
- Chaumeton H., 1959.** Les plants aromatiques, comment les reconnaître. Paris. Solar. 355-358p.

- **Chikh S., Djema K., 2019** - Synthèse bibliographique sur les moustiques (Diptera : Culicidea) en Algérie et lutte employée., mémoire., univ Mouloud Mammeri Tizi Ouzou., 59p.

-**Chansang U., N. Zahiri, S. Bansiddhi, Jaree, B. Thidarat, T. Ratom, M. Jiranuch, B. Nipa, Mulla, S. Mir., 2005**-Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*Piperretrofractum vahl*) from Thailand, *J. vect. Ecol.*, 30 (2005) 195.

-**Claude M., 2003**- *Parasitologie et mycologie médicale*, éléments de morphologie et de biologie. Edition.

-**Coutin R., 1988**- Les moustiques: des insectes nuisibles présents partout. Biologie des espèces.de *Bacillus sphaericus*, Neide, 1904, pour la lutte contre les moustiques. Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 215, 215 pp.

D

Darriet F., 1998 - La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies. Khartala-orstom, Paris. 91p.

Diakite B., 2008 - La Susceptibilité Des Larves d'anophèles Gambiae S.L. A Des extraits de plantes médicinales du Mali. Thés Doc. Médecine. Fac. Médecine de Pharmacie et d'Odonto Stomatologie. Uni. Médecine de Pharmacie et D'Odonto –Stomatologie 1p.

Darriet F., Marcombe S et Corbel V., 1984- Insecticides larvicides et adulticides alternatifs pour les opérations de démoustication en France. Institut des recherches pour le développement IRD.

E

Euzeby J., 2008- Grand dictionnaire illustre de parasitologie medicale et veterinaire. Paris: Editions Tec & Doc. p 818.

-**Elouard J. M., 1981** - *Diptères* : caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes. (24): 554- 567p.

F

-**Fawzia M. Z. 2012** . Pouvoir antifongique et antioxydant de l'huile essentielle de *Lavandula stoechas* L. Nature & Technologie 6 :34 - 39.

-**Farajollah A., 2015**- Crans Wj., Bryant P., Burkhalter K.I et Godsey Ms. Detection of West Nile viral RNA from an overwintering pool of *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae) in New jersey. J Med Entomol. 42 : 490-494.

G

- **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.

- **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.
- **Ghosh A., Chowdhury N. & Chandra G., 2012**- Plant extracts as potential mosquito larvicides. *The Indian journal of medical research* **135**(5), 581.
- **Grid N., Hamaidi A., 2018** - Etude comparative de l'effet des extraits aqueux et des huiles essentielles de certaines plantes contre les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae)., mémoire., univ Frères Mentouri de Constantine., 70p.
- **Guemini H., Zerzezi D., 2020** - Inventaire systématique et diversité biologique des Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Meskiana (Nord est algérien)., mémoire., Univ L'arbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi. 93p.
- **Guillaumot L., 2006**-Les moustiques et la dengue. Institut pasteur de Nouvelle. Caledonie. 15p. Article. Site: Institut pasteur. Hyperlien(url): http://www.institutpasteur.nc/article.php?id_article=78 consulté le 13.09.10.

H

- **Hedjaz Dj., Naili N., 2021** L'effet larvicide des extraits aqueux de quatre plantes à l'égard de l'espèce *Culex pipiens*., mémoire., univ Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou., 60p.
- **Himmi O., 2007**-Les diptères (Insectes, Diptères) du Maroc systématiques, Ecologie et études de épidémiologiques pilotes. Thés.Doc., Univ Mohamed V, Rabat, pp289.
- **Himmi O., Dakk M., Trari 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).

I

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

J

- **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).
- **Jolivet., 1980** - Les insectes et l'homme. PUF, collect. Que sais-je ?, 128 p.

K

- **Karray K., Bouraoui N., Rabhi M., Neffati M., Baldan B., Ranieri A., Marzouk B., 2009.** Salt effect on yield and composition of shoot essential oil and trichome morphology and density on leaves of *Mentha pulegium*. Ed., Industrial Crops and Products; **vol30**:338343.
- Kettle D.S., 1995** - Médical and veterinary Entomology, 2nd ed. Walling forde :CAB International, 725p.
- **KHALFAOUI L., BELHADDAD Kh., 2020** - Caractérisation des habitats des moustiques (Diptera, Culicidae) dans la région de Bordj Bou Arreridj., mémoire., Univ Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A., 42p.
- Kıvrak.Ş .2018** . Essential oil composition and antioxidant activities of eight cultivars of Lavender and Lavandin from western Anatolia .IndustrialCrops&Products 117 : 88-96.

L

- Lobstein A., Couic-Marinier F. 2017.** Huile essentielle de Lavande officinale. Actualités Pharmaceutiques (56) 565 : 57-60.
- Lefèvre P.C., Blancou J., Chermette R., 2003** - Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail en Europe et en Régions Chaudes, Editions Tec&Doc. Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France Année 2005 158-1 p. 77.

M

- **Matile L., 1993**-Ré Diptères d'Europe occidentale. Ed. Boubée, Paris ,T. I,439 p.
- **Madenne N., 2013** - Activité biologique de trois extraits végétaux et d'un insecticide sur *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae) et *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae)., mémoire., Ecole Nationale Supérieure Agronomique EL-HARRACH-ALGER., p158.
- Meryem ALAOUI BOUKHRIS;2009** -Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires; mémoire de fin d'études. Faculté des sciences et techniques Fès.
- Morin A., 2002** - Note de Cour : Les Arthropodes. Biologie U. d4ottawa.
- Mustafa M.A. Al-Khazraji A., 2008** - Effect of some plant extracts on the *Culex pipiens molestus* Forskal larvae. Iraqi Journal of Veterinary Sciences , 22(1) : 9-12 .

N

-**Nait larbi M.,Djaout Dj;2020.2021**-Recherche faunistique des cullicidae dans la region Tizi-ouzou et lute biologique à l'aide d'huile essentielle de lavande papiollon (*lavandula stoechas*). Diplmoe de master.univ Tizi-ouzou p 11-19.

-**Ndione R.D.,Faye O., Ndiaye M., dieye A.et Aeoutou J.M.,2007**-Toxic effects of neem products (*Azaadirachta indica* A.Juss) on *Aedes aegypti* Linnaeus 1762 larvae. African Journal of Biotechnology 6(24).

O

-**OMSb ,1988**- lutte contre les vecteurs et les nuisible en milieu urbain. Onzième rapport du comité OMS d'expert de la biologie des vecteurs.et de la lutte anti vectorielle.

-**OMSc., 1974**- Manual pratique de la lutte antilarvaire dans les programmes anti paludiques.

P

-**Pavela R., 2008**-Larvicidal effects of various Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* **102**(3), 555–559, DOI:10.1007/s00436-007-0821-3.

-**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.

-**Pavela R., 2008**-Larvicidal effects of various Euro-Asiatic plants against *Culex quinquefasciatus* Say larvae (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res* **102**(3), 555–559, DOI:10.1007/s00436-007-0821-3.

-**PrusinowkaR., Smigielski K.B. (2014)**. Composition biological properties and- Therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L.). A review .Herbapolonica 60(2): 56-66.

R

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

- **REHIF Kh., DJAIDJI Y., 2020** - Effet insecticide par inhalation de l'huile essentielle des feuilles de *Mentha pulegium* sur l'insecte ravageur de blé en post-récolte « *Tribolium castaneum* » (Herbst)., mémoire., UnivDjilali Bounaama de Khemis- Miliana., 63p.

-**Robert V., 1989**-La transmission du paludisme humain : La zone des savanes d'Afrique de l'Ouest. Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 325pp.

-**Roth M. 1980** - Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes,

ORSTOM, Paris. 259P.

S

-**Seguy E., 1947**-La vie des mouches et des moustiques. P. *Lechevalier* (ed.), Paris, 252 p.

-**Sinegre G., 1974** - *Contribution à l'étude physiologique d'Aedes (O) caspius (Pallas 1777) (Nematocera : Culicidae)*. Eclosion. Dormance. Développement. Fertilité. Thés. Doc. es-Science. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpelle. 285 p.

T

- **Tabti N., 2017** - Etude comparée de l'effet *Bacillus thuringiensis* sur les populations purifiées et des populations des gîtes artificielles de *Culex pipiens* (Diptera- Culicidae) dans la ville de Tlemcen., Thèse Doctorat., Univ de Tlemcen., 180p.

- **Touati Z., 2018** - Biodiversité des Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Tizi-Ouzou., Univ Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou., 97p.

- **Thierry Damien A.O., 2011** - Lutte bio-écologique contre *Culex pipiens quinquefasciatus* en milieu urbain au Burkina faso., Thèse de doctorat en Entomologie., Univ de Ouagadougou.127p.

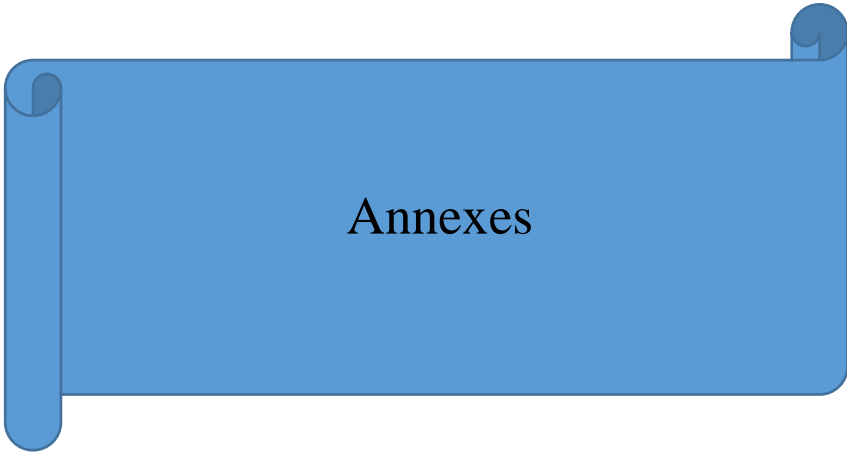
Y

-**Yébakima A., 1991**- Recherches sur *Aedes aegypti* et *Culex pipiens* en Martinique : écologie larvaire, résistance aux insecticides, application à la lutte., Thèse de doctorat d'Étatès sciences., univ Montpellier-II.

Z

-**ZERROUG.S.,2018** -Etude biométrique et histologique sur des larves de *Culex pipiens* Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes ; diplôme de doctorat; Biologie Animale ; Biodiversité et Écologie des Arthropodes ; Université des Frères Mentouri Constantine. P38 – 39_4_7_12_13.

- **Zouaoui A., 2017** - Evaluation de l'effet larvicide de l'extrait aqueux des feuilles de *Laurus nobilis* L. à l'égard de *Culex pipiens*., mémoire., univ Frères Mentouri de constantine., 61p.



Annexe 01 : Matériels utilisés au laboratoire

Matériels et produit de laboratoire

- Becher gradué La glycérine
- Récipients (Goblet) Eau distillé
- Lame et lamelle Ethanol ou alcool à 70%
- Papier filtre
- Boite de pétri
- Plaque chauffante
- Agitateur magnétique

L'appareillage

- Loupe binoculaire
- Microscope optique
- Une balance
- Une étuve

Annexe 02 : Résultats de logiciel stat box (version 4.6).

1. Puissance de l'essai

Facteur 1 : extrait

RISQUE de 1ere ESPECE				
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	2,4	8%	14%	26%
10%	4,8	17%	26%	40%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		99%	99%	99%

Facteur 2 : Dose

RISQUE de 1ere ESPECE				
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	2,4	6%	12%	23%
10%	4,8	10%	18%	31%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		99%	99%	99%

Facteur3 : Temps

RISQUE de 1ere ESPECE				
ECARTS	ECARTS	5%	10%	20%
En %	V. Absolue	PUISSANCE A PRIORI		
5%	2,4	10%	17%	29%
10%	4,8	24%	34%	72%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		99%	99%	99%

2. Moyennes

Moyennes facteur 1 : Extrait

1 (menthe)	2 (sauge)	3 (inule)	4 (lavande)
65	55	42,5	29,583

Moyenne facteur 3 : Dose

1 (témoin)	2 (d1)	3 (d2)	4 (d3)	5 (d4)	6 (d5)
2,5	19,375	36,875	66,458	77,5	85,417

Moyenne facteur 3 : Temps

1 (t1)	2 (t2)	3 (t3)
34,896	50,104	59,063

Annexe 03 : Table de de transformation des pourcentages en 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	4.10	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.46
30	4.48	4.59	4.63	4.66	4.69	4.71	4.74	4.77	4.80	4.82
40	4.76	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	5.52	5.55	5.58	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 ⁴	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

Résumé :

Dans cette étude nous avons élaboré une expérience relative à l'utilisation de biopesticides extraits de quatre plantes à savoir la menthe pouliot (*Mentha pulegium*), Inule visqueuse (*Inula viscosa*), la sauge (*Salvia officinalis*) et la lavande (*Lavandula angustifolia*) sur les larves de *Culex pipiens L*, espèce connue pour sa nuisance et son pouvoir de transmettre le virus West Nile dans les conditions du laboratoire à différentes concentrations 1%, 2%, 3%, 4% et 5% avec un total de 4 répétitions, selon le Protocole d'OMS.

Les résultats préliminaires ont montré une sensibilité variable des larves; cette sensibilité est encore plus élevée avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. Par ailleurs, la toxicité est bien marquée lorsque la durée d'exposition des larves est plus longue. L'extrait de la menthe pouliot est celui qui engendre le plus grand taux de mortalité en agissant à des concentrations relativement faibles. Les tests de sensibilité ont permis d'établir grâce à l'analyse des probits, les doses létales DL50 et DL90 et de mettre en évidence l'effet toxique du produit avec une relation dose-réponse.

Mots clés : Extraits aqueux, *Mentha pulegium*, *Inula viscosa*, *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia*, *Culex pipiens*.

Abstract :

In this study we have developed an experimental relating to the use of biopesticides extracted from four plants namely pennyroyal (*Mentha pulegium*), slimy inula (*Inula viscosa*), sage (*Salvia officinalis*) and lavender (*Lavandula angustifolia*) on the larvae of *Culex pipiens L*, a species known for its nuisance and its power to transmit the West Nile virus under laboratory conditions at different concentrations 1%, 2%, 3%, 4% and 5% with a total of 4 repetitions, according to the WHO protocol.

Preliminary results showed variable susceptibility of larvae; this sensitivity is even higher with the increase in the concentration of the extract. Moreover, the toxicity is well marked when the duration of exposure of the larvae is longer. Pennyroyal extract is the one that causes the highest mortality rate when acting at relatively low concentrations. The sensitivity tests made it possible to establish, grace to probit analysis, the lethal doses DL50 and DL90 and to highlight the toxic effect of the product with a dose- response relation.

Keywords: Aqueous extracts, *Mentha pulegium*, *Inula viscosa*, *Salvia officinalis*, *Lavandula angustifolia*, *Culex pipiens*