

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des sciences Biologique



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du
Diplôme de Master en Sciences Biologiques
Spécialité : Parasitologie

Thème :

**Effet des huiles essentielles et extraits aqueux des plantes
de la région de Tizi Ouzou sur les larves de *Culex pipiens*
(Diptera ; Nematocera)**

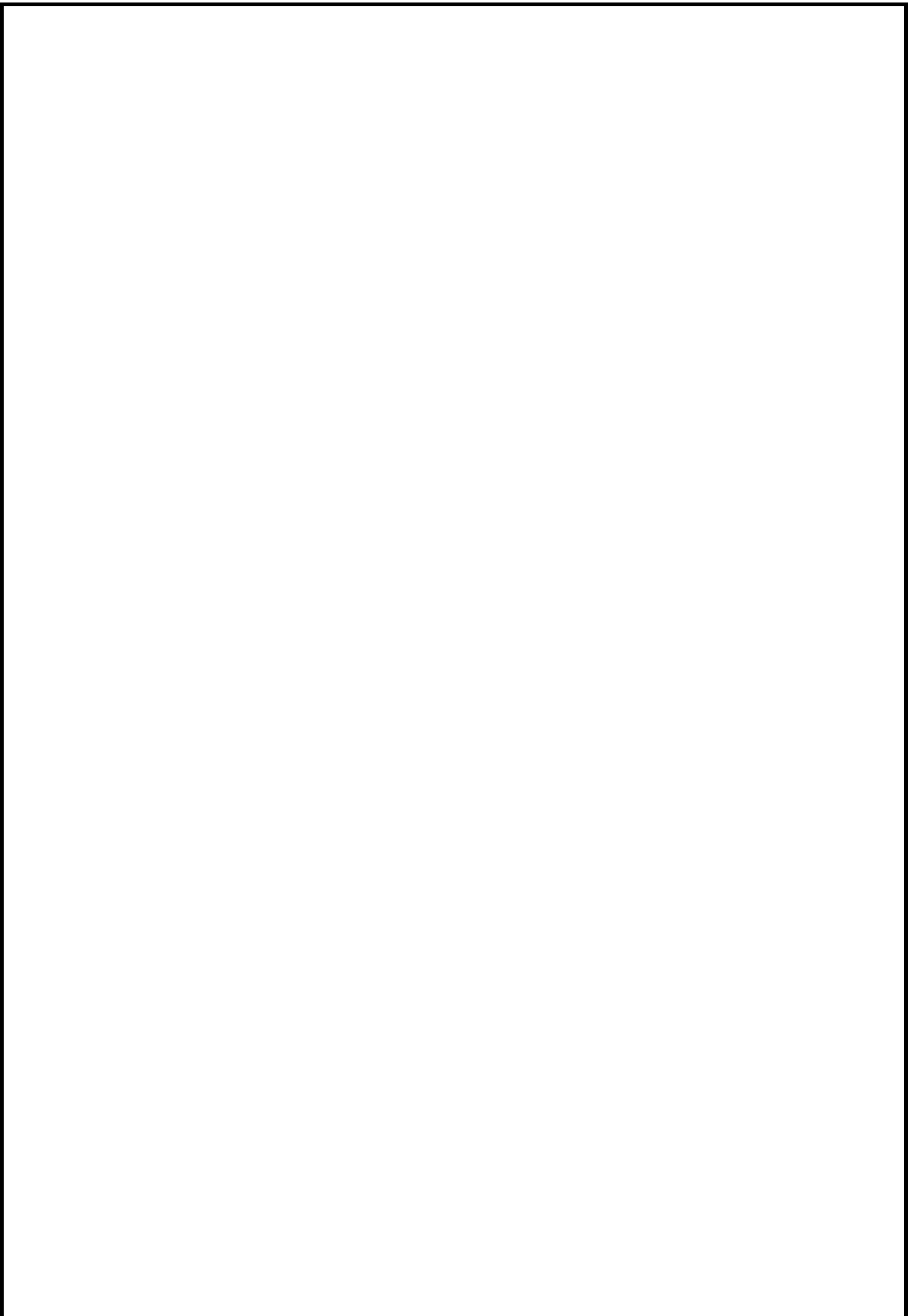
Présenté par : M^{elle} ABDELHAMID Nardjes

M^{elle} SLIMANI Mounia Nihal

Devant le jury :

Présidente	Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	UMMTO
Examinatrice	Mme CHAOUCHI-TALMAT N.	M.C.A	UMMTO
Promotrice	Mme LOUNACI-ALI BENALI Z.	M.C.A	UMMTO
Co-promotrice	Mme MEKLCHE D.	Doctorante	UMMTO

2021-2022



Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre promotrice Mme Zohra ALI BENNALILOUNACI (Maître Conférence Assistante à l'U.M.M.T.O) pour l'orientation, la confiance, la patience qui a constitué un apport considérable sans laquelle ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port.

Nos vifs remerciements aux membres du jury, la présidente de jury Mme MEDJDOUB-BENSAAD F, et l'examinatrice Mme CHAOUCHI-TALMAT N, pour l'intérêt qu'elles ont porté à cette recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs remarques et propositions.

Nos remerciements à la Co-promotrice Mme MEKLCHE D qui nous a guidées dans la réalisation de ce travail et pour sa gentillesse et sa patience.

On remercie très sincèrement Mr HOUALI, Mme LAOUDI T pour l'aide, disponibilité, orientations, conseils.

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

Un grand merci aux ingénieures des laboratoires pour l'aide, disponibilité, sympathie au quotidien.

Nos sincères remerciements à tous les enseignants du département de Biologie, U.M.M.T.O.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Merci à tous et à toutes.

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à :

La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

Mon exemple éternel qui m'a toujours soutenu, qui a sacrifié sa vie pour notre bien, qui s'est privé de tous pour répondre à nos besoins ; mon père que j'adore

A mon défunt frère Massi qui nous a quittés trop tôt. Que dieu t'accueille dans son vaste paradis

Mes sœurs Nadjia, Naima et frères Hamada, Rezak, Moh-said, Bob, A mes nièces et neveux, sans oublié ma belle-sœur Radia et mes beaux-frères Areski, Nordine

Mes chers oncles, tantes, cousins et cousines

Mes meilleures amies : Tinhinane, feriel

Mon binôme et amie d'enfance Nihel, et sa famille

Tous mes amis et collègues d'étude

Et à toute personne qui est loin de moi, mais si proche du cœur

Tout mon amour vous est destiné.

Nardjes

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

En premier lieu ceux que personne ne peut compenser leurs sacrifices, à mon cher papa HAKIM et ma chère maman NABILA, qui m'ont soutenue dans chaque pas, je ne saurais point vous remercier comme il se doit, vous êtes ma source de force et l'origine de ma réussite que dieu vous gardes et vous protèges.

Mes sœurs ZOUZOU et CHOUCYOU,

Mes deux frères AZIZ et ZINOÛ,

Ma grand-mère AÏ,

La mémoire de mes grands-parents, que dieu les accueillent dans son vaste paradis,

A toute ma famille,

A ma copine NARDJES avant d'être mon binôme pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet, sans oublier toute la famille ABDELHAMID,

A mes amies chéries LYLIA, FERIËL, TINHINANE, qui me donne la joie et la vivacité,

A mes meilleurs amis

Et à toute personne que j'aime et qui m'aime,

Je dédie ce travail à toute personne qui a participé à sa réussite et à tous ceux qui aime la science et la recherche.

MOUNIA NIHAL

Liste de figures

Figure 1 :Phylogénie des Culicidae (Harbach, 2007).....	3
Figure 2: Systématique générale des Culicidae présents dans la région méditerranéenne (Brunhes et al. 1999).	5
Figure 3: Les genres représentés en Algérie.	6
Figure 4: Distribution géographique des moustiques dans le Monde (Labeled, 2019).....	10
Figure 5 : Distribution géographique des moustiques en ALGERIE (A) et dans la région de	11
Figure 6: Les œufs des trois genres de Culicidae (a : Anopheles, b : Culex, c : Aedes).....	13
Figure 7: Vue générale d'une exuvie larvaire (Culicinae) (BRUNHES et al., 2000).	14
Figure 8: Morphologie externe de la nymphe.	15
Figure 9: Aspect général d'un Culicinae femelle adulte (Brunche et al., 2000).	16
Figure 10: Cycle de développement de Culex pipiens (Poupardin, 2011).....	17
Figure 11: Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et la population de Culex.....	19
Figure 12: Emergence de Culex.	20
Figure 13 : Situation géographique de la région de Tizgirt (WIKIMEDIA, 2020).....	26
Figure 14: Chaines et massifs montagneux de la Kabylie Djurdjurienne (Microsoft Expediamaps, 1997)	28
Figure 15: Carte hydrographique de la Kabylie (MATET, 2008).....	29
Figure 16: Histogramme de Précipitations moyennes mensuelles, période 2010 -.....	31
Figure 17 : Courbe des températures maximales et minimales, période 2010-2020. (Originale, 2022).....	32
Figure 18: histogramme des valeurs de l'humidité enregistré à la période de 2010-2020.....	35
Figure 19 : Diagramme Ombro-thermique de la wilaya de Tizi-Ouzou. (Originale.2022)	36
Figure 20 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou.....	38
Figure 21: Genêt à balais Cytisus scoparius, a : partie aérienne, b : feuilles (Photographie originale, 2022). 41	
Figure 22: Citronnelle (Cymbopogon citratus) (Images.google.fr)	43
Figure 23: Pelargonium graveolens ; a- Image Wikipédia. b -Photographie (Originale 2022). ...	45
Figure 24: Appareil d'hydro-distillation de type Clevenger. (Originale, 2022)	46
Figure 25: La récolte des plantes (Originale ,2022).....	48
Figure 26: Séchage des plantes a l'air libre (Originale,2022).....	48
Figure 27: 100g de chaque plante séchée. (Originale, 2022)	49

Figure 28: Préparation des huiles essentielles (Originale, 2022).	49
Figure 29: Préparation des extraits aqueux (Originale, 2022).	50
Figure 30: Les gites prospectés. (Photographies originales, 2022).	53
Figure 31: Technique de la capture directe par la louche. (photographie originale).	54
Figure 32 :Montage des larves (Originale,2022)	56
Figure 33 : Illustration des principaux genres de larves de Culicidae. (Sinigre et al., 1979).	57
Figure 34 : Technique d'identification (Originale, 2022)	58
Figure 35 : Préparation de l'huile essentielle de chaque plante (Originale, 2022).	60
Figure 36: Bio-essais toxicologiques des trois huiles (Originale ,2022).	60
Figure 37: Bioessais toxicologiques des extraits aqueux.	61
Figure 38: Mortalité cumulée des larves de Culex pipiens en fonction du temps et des différentes doses de Cymbopogon citratus.	62
Figure 39: Droites de régression des conczntrations de l'extrait de C.Citratus en fonction de la mortalité des larves de Cx pipiens après : a) 24h, b) 48h, c) 72h d'exposition.	65
Figure 40 : Mortalité cumulée des larves de Cx. pipiens en fonction du temps et des différentes doses de Pelargonium graveolens.	66
Figure 41: Droites de régressions des concentrations de l'extrait de P. graveolens en fonction de la mortalité des larves de Culex pipiens après : a) 24h, b) 48h, c) 72h d'exposition.	69
Figure 42: Mortalité cumulée des larves de Culex pipiens en fonction du temps et des différentes doses de C. scoparius.	70
Figure 43: Droites de régressions des concentrations de l'extrait de C. scoparius en fonction de la mortalité des larves de Culex pipiens après : a) 24h, b) 48h, c) 72h d'exposition.	73
Figure 44: L'aspect des larves (L4) de Culex pipiens traitées avec les extraits aqueux de C.citratus, P.graveolens et C.scoparius.	77
Figure 45: Mortalité cumulée des larves de Culex pipiens en fonction du temps et des différentes doses de Cymbopogon citratus commerciale.	78
Figure 46: Droite de régression des concentrations de l'huile essentielle commercialisée de C.citratus en fonction de la mortalité des larves de Cx. pipiens après a.24h, b.48h et c.72h.	81
Figure 47: Mortalité cumulée des larves de Culex pipiens en fonction du temps et des différentes doses de Cymbopogon citratus extrait.	82
Figure 48: Droites de régressions des concentrations de l'huile essentielle extrait de C. citratus en fonction de la mortalité des larves de Cx. Pipiens après a.24h, b.48h, et c.72h d'exposition.	85

Figure 49: Mortalité cumulée des larves de <i>Culex pipiens</i> en fonction du temps et des différentes doses de <i>Pelargonium graveolens</i>	86
Figure 50: Droites de régressions des concentrations de l'huile essentielle extrait de <i>P. graveolens</i> en fonction de la mortalité des larves de <i>Cx. Pipiens</i> après a.24h, b.48h, et c.72h d'exposition.	89
Figure 51: L'aspect des larves (L4) de <i>Culex pipiens</i> traitées avec huiles essentielles de <i>C.citratus</i> (Cm et Ex), <i>P.graveolens</i>	94

Liste des tableaux

Tableau 1: Position systématique phylogénétique des Culicidae (Source Wikipédia).....	4
Tableau 2: Espèces de Culicidae connues en Algérie (Brhunes et al., 1999)	6
Tableau 3: Les valeurs de précipitations mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou durant l'année 2010 à 2020 (S.M.B, 2020).	30
Tableau 4: Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales de la ville de Tizi-Ouzou durant une période de 10 ans allant de 2010 à 202. (S.M.B, 2020).....	32
Tableau 5: valeurs du vent maximal enregistré durant la période 2010-2020. (S.M.B, 2020)	33
Tableau 6: valeurs de l'humidité moyenne enregistré de la période 2010-2020 (S.M.B Tizi-Ouzou, 2020).....	34
Tableau 7: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Cymbopogon citratus pendant 24h.....	63
Tableau 8: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Cymbopogon citratus pendant 48h.	63
Tableau 9: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Cymbopogon citratus pendant 72h.	64
Tableau 10: Valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de Cx pipiens.	65
Tableau 11: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Pelargonium graveolens pendant 24h.	67
Tableau 12: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Pelargonium graveolens pendant 48h.	67
Tableau 13: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Pelargonium graveolens pendant 72h.	68
Tableau 14: valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de culex pipiens.	69
Tableau 15: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Cytisus scoparius pendant 24h.	71
Tableau 16: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Cytisus scoparius pendant 48h.	72
Tableau 17: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Cytisus scoparius pendant 72h.	73
Tableau 18: Valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de culex pipiens.	73
Tableau 19: Effet des doses de C.citratus ,P.graveolens et C.scoparius sur les larves de culex pipiens après 24h, 48h et 72h d'exposition.	74

Tableau 20: résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des extraits des plantes sur la mortalité des larves de culex pipiens.	75
Tableau 21: résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des doses sur la mortalité des larves de culex pipiens.....	75
Tableau 22: Résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de culex pipiens.....	76
Tableau 23: taux de mortalité corrigée des larves de Cx. pipiens soumises à l'huile essentielle de Cymbopogon citratus pendant 24h.	79
Tableau 24: Taux de mortalité des larves de Culex pipiens soumises à l'huile essentielle de Cymbopogon citratus pendant 48h.....	79
Tableau 25: Taux de mortalité des larves de Culex pipiens soumises à l'huile essentielle de Cymbopogon citratus pendant 72h.....	80
Tableau 26: Les valeurs de DL 50 et DL90 de mortalité des larves de Culex pipiens.	81
Tableau 27: Taux de mortalité corrigée des larves de Culex pipiens soumises à Cymbopogon citratus extrait pendant 24h.	83
Tableau 28: Taux de mortalité des larves de Culex pipiens soumises à Cymbopogon citratus extrait pendant 48h.	83
Tableau 29: Taux de mortalité des larves de Culex pipiens soumises à Cymbopogon citratus extrait pendant 72h.	84
Tableau 30 : Les valeurs de DL 50 et DL90 de mortalité des larves de Culex pipiens.	85
Tableau 31: Taux de mortalité des larves de Culex pipiens soumises à Pelargonium graveolens pendant 24h.	87
Tableau 32 : Taux de mortalité des larves de Culex pipiens soumises à Pelargonium graveolens pendant 48h.....	87
Tableau 33 : Taux de mortalité des larves de Culex pipiens soumises à Pelargonium graveolens pendant 72h.	88
Tableau 34: Les valeurs de DL 50 et DL90 de mortalité des larves de Culex pipiens.	89
Tableau 35: Effet dose de C. citrus appliqué sur les larves du 4ème stade de Culex pipiens après 3jours d'exposition. (ANOVA)	90
Tableau 36: Résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des doses sur la mortalité des larves de culex pipiens F2 : DOSES.....	91
Tableau 37 : Résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des doses sur la mortalité des larves de culex pipiens F2 : DOSES.....	91
Tableau 38: Effet des doses de C. Citratus (Cm, Ex) et P. graveolens sur les larves de culex pipiens après 24h, 48h et 72h d'exposition.	92

Tableau 39: Résultats de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des doses sur la mortalité des larves de culex pipiens F2 : DOSES.....	93
Tableau 40: Résultats de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de culex pipiens. F3 : TEMPS.....	93

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....	1
Chapitre I : Recherches bibliographiques	
I.1 Phylogénie des Culicidae	3
I.2 Position systématique.....	3
I.3 Classification des Culicidae dans l'Afrique méditerranéenne.....	5
I.4 Classification des Culicidae en Algérie	5
I.5 Répartition des Culicidae en Algérie	9
I.6 Morphologie des Culicidae	11
I.6.1 Œuf.....	11
I.6.2 Larve	12
I.6.3 Nymphe	13
I.6.4 Adulte.....	14
I.7 Cycle de vie.....	15
I.8 Bioécologies des stades larvaires	16
I.9 Bioécologie des adultes.....	18
I.10 Intérêt des Culicidae dans l'écosystème	20
I.11 Intérêt épidémiologique et médical.....	20
I.11 Les différents moyens de lutte anti-vectorielle	21
I.12.1 La lutte mécanique (physique) : lutte environnementale	21
I.12.2 La lutte biologique	21
I.12.3 La lutte génétique.....	24
I.12.4 La lutte chimique.....	25

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

II.1 Situation géographique des régions d'études.....	26
II.1.1 Région de Tigzirt	26
II.1.2 Région de Tamda :	26
Les facteurs écologiques.....	27
Les facteurs abiotiques	27
II.2 Caractéristiques géomorphologiques	27
II.2.1 Hydrologie	28
II.2.2 Caractéristiques climatiques	29
II.2.3 Précipitation	30
II.2.4 Température	31
II.2.5 Le vent	33
II.2.6 L'humidité	33
II.3 Synthèse climatique	35
II.3.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	35
II.3.2 Climagramme pluviothermique d'Emberger	36
(2010-2022)	38
II.4 Facteurs biotiques	38
o Richesse floristique	38
o Richesse faunistique	39

Chapitre III : matériel et méthode

III.1 Matériel végétal	40
III.1.1 Le genêt à balais <i>Cytisus scoparius</i> (Dit Azuu en Tamazight)	40
□ Systématique	40
III.1.2 La citronnelle <i>Cymbopogon citratus</i> (verveine des Indes).....	41
□ Systématique	42

III.1.3 Le géranium odorant (<i>Pelargoniumgraveolens</i>)	43
□ Systématique	44
III.1.4 Préparation des extraits de plantes	45
III.1.4.1 L'extrait des huiles essentielles	45
III.1.4.2 Mode opératoire.....	46
III.1.5 L'extrait aqueux.....	47
• La récolte	47
• Le séchage	47
• Broyage et conservation	47
III.1.5.1 Préparation.....	47
III.1.5.2 Estimation des quantités du résidu sec	47
III.2 Recherche des gites potentiels.....	50
III.2.1 Choix et descriptions des stations d'étude.....	51
▪ Station I (Oued Tamda) (36.70N, 4.18E).....	51
▪ Station II (Tigzirt : Mazer)	51
▪ Station III (Tigzirt : Mazer).....	51
▪ Station IV (Tigzirt : Mazer).....	51
▪ Station V : (Tigzirt : Tiza).....	51
▪ Station VI : (Tigzirt : Mazer).....	52
III.3 Matériel animal.....	53
III.3.1 Méthode adapté sur terrain	53
III.3.1.1 Echantillonnage des larves de Culicidae	53
III.3.2 Méthodes adaptées au laboratoire	54
III.3.2.1 Elevage des larves	54
III.3.2.2 Préparation et montage des larves	55
III.3.2.3 Identification des larves.....	55
III.4 Réalisation des tests de toxicité.....	57

▪ Avec les huiles essentielles	57
▪ Avec les extraits aqueux :	60
III.5 Analyses statistiques.....	60
Chapitre IV : Résultats et discussion	
IV.1 Etude de la toxicité des extraits aqueux sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i>	62
IV.1.1 Etude de la toxicité de l'extrait aqueux de <i>Cymbopogon citratus</i> sur les larves.....	62
L4 de <i>Culex pipiens</i>	62
IV.1.1.1 Mortalité cumulée	62
IV .1.1. 2 Mortalité corrigée	63
IV .1.1.3 Régressions linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h d'exposition à	
<i>Cymbopogon citratus</i>	64
IV.1.2 Etude de la toxicité de l'extrait aqueux de <i>Pelargonium graveolens</i> sur les larves	
L4 de <i>Cx pipiens</i>	66
IV .1.2.1 Mortalité cumulée	66
IV .1.2.2 Mortalité corrigée.....	67
IV.1.2.3 Régressions linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h d'exposition à.....	68
<i>Pelargonium graveolens</i>	68
IV.1.2.4. La détermination de dose ou concentration létale de 50% et 90%(CL50 et	
CL90%)	69
IV.1.3 Etude de la toxicité de l'extrait aqueux de <i>Cytisus scoparius</i> sur les larves L4 de	
<i>Cx. pipiens</i>	70
IV.1.3.1 Mortalité cumulée	70
IV.1.3.2 Mortalité corrigée.....	71
IV.1.3.3. Régression linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h d'exposition à <i>C.</i>	
<i>scoparius</i>	72
IV.1.3.4. La détermination de dose ou concentration létale de 50% et 90%(CL50 et	
CL90%)	73
V1.1.4 Analyse de la variance à trois critères extraits -dose –temps	74

➤ TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%	74
IV.5 Aspect morphologique des larves de <i>Cx. Pipiens</i> traitées avec les extraits aqueux de <i>C. citratus</i> , <i>P.graveolens</i> et <i>C.scoparius</i>	76
IV.2 Etudes de la toxicité des huiles essentielles de <i>Cymbopogon citratus</i> (commerciale et extrait) et <i>P. graveolens</i>	77
IV.2.1 Etude de la toxicité de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon citratus</i> commerciale sur les larves L4 de <i>Cx. Pipiens</i>	77
IV .2.1.1 Mortalité cumulée	77
IV .2.1.2 Mortalité corrigée :.....	78
IV .2.1.3.Régression linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition à <i>Cymbopogon citratus</i> commerciale.....	80
IV .2.1.4. La détermination de la dose ou concentration létale 50% et 90% (DL50 et.....	81
DL90)	81
IV.2.2 Etude de la toxicité de l'huile essentielle de <i>Cymbopogon citratus</i> extrait sur les larves L4 de <i>Culex pipiens</i>	82
IV.2.2.1. Mortalité cumulé	82
IV.2.2.2 Mortalité corrigé.....	83
IV.2.2.3 Régressions linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition à <i>Cymbopogon citratus</i> extrait	84
IV.2.2.4. La détermination de la dose ou concentration létale 50% et 90% (DL50 et DL90)	85
IV.2.3 Etude de la toxicité de l'huile essentielle de <i>Pelargoniumgraveolens</i> sur les larves L4 de <i>Cx. pipiens</i>	86
IV.2.3.1 Mortalité cumulé	86
IV.2.3.2 Mortalité corrigé.....	87
IV.2.3.3 Régressions linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition à <i>Pelargonium graveolens</i> extrait	88
IV.2.3.4 La détermination de la dose ou concentration létale 50% et 90% (DL50 et DL90)	89

IV.2.4 Analyse de la variance à deux critères entre l'huile <i>C. citrus</i> commercial et extrait.....	90
➤ TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%	91
IV.2.5 Analyse de la variance à trois critères huiles-doses-temps :	92
➤ TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%	93
IV.2.6 Aspect des larves traitées avec les huiles essentielles <i>C. citratus</i> (commerciale et extrait), <i>P. graveolens</i>	94
Conclusion et perspectives	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Les Culicidae, sont sans doute les insectes diptères les plus connus et les plus redoutés tant pour le désagrément et nuisance que constitue leur présence, que par les maladies parasitaires qu'ils peuvent inoculer pendant leur repas sanguin tel que la filariose, la fièvre jaune, la fièvre du virus du Nile Occidental y compris (**ZAIADI, 2017**) le complexe *Culex pipiens* comprend d'importants vecteurs du virus du West Nile et de la filariose. Les bons exemples sont représentés par *Culex pipiens* L, et *Culex quinquefasciatus*. La lutte anti-moustique a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages, c'est un outil essentiel de la prévention contre les maladies vectorielles et le contrôle des insectes nuisibles (**Hmaidia et al., 2018**).

Il existe différentes méthodes pour contrôler la population moustiquaire, le contrôle chimique en utilisant des insecticides et larvicides qui réduit la taille de la population larvaire et adulte.

La lutte mécanique qui consiste à éliminer les sites de reproduction où les femelles pondent leurs œufs. Le contrôle génétique en introduisant des males stériles dans la population et aussi l'introduction des prédateurs qui se nourrissent des larves ou même des adultes considéré comme lutte biologique.

La lutte à l'aide d'insecticides chimiques et la prévention personnelle des piqûres de moustiques sont actuellement les méthodes les plus utilisées. Cependant, la résistance chimique a augmenté, d'où la résurgence des ravageurs. De plus, les insecticides ont des effets négatifs sur la santé humaine, l'environnement et les organismes non ciblés. Afin d'éviter ces problèmes, un contrôle biologique est proposé (**Kenedie, 2020**).

La lutte biologique présente de nombreux avantages en tant que méthode de lutte antiparasitaire, en particulier par rapport aux insecticides chimiques. L'un des avantages les plus importants qu'elle est respectueuse de l'environnement et n'introduit pas de polluants dans l'environnement. L'autre grand avantage est sa sélectivité. La lutte biologique contre les larves de moustiques par l'utilisation de poissons larvivores a montré de nombreux avantages par rapport aux produits chimiques, mais les moustiques exotiques peuvent avoir des effets négatifs sur d'autres poissons indigènes et détruire les habitats locaux. La recherche effectuée sur les virus pathogènes des moustiques a été réduite en raison de l'incapacité de les transmettre à l'hôte larvaire des moustiques, alors la communauté scientifique se voit obligée d'orienter ses recherches vers de nouvelles alternatives à faible coût et avec une efficacité irréprochable.

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

L'utilisation d'extraits de plantes pour repousser les moustiques est un moyen très ancien et bon marché et sont toujours utilisés dans les pays d'Afrique.

De nombreuses études se développent actuellement pour isoler ou identifier des substances secondaires, extraits de plantes, dotées d'activité insecticide contre les moustiques (Sukumar *et al.*, 1991). Dans ce contexte, plusieurs travaux précédents attestent le pouvoir insecticide des huiles essentielles des plantes contre *Cx pipiens* (El Akhal *et al.*, 2014, 2015, 2016 ; Dris *et al.*, 2017; Bouguerra *et al.*, 2017, 2018), et constituent des sources larvicides potentielles de moustiques. Les huiles essentielles exercent des effets physiques (Isman., 1999) ou physiologiques, et peuvent agir à plusieurs voies : anti-appétant, perturbation de la croissance des insectes, blocage de l'oviposition, diminution de la fécondité et de la fertilité et la toxicité (In Bouguerra, 2019).

Des travaux sur les bio-pesticides d'origine végétale ont montré des effets délétères sur la croissance et le développement des insectes (Talukder, 2006), ce qui provoque une perturbation des paramètres morphométriques chez les insectes.

Au regard de tout ce qui précède, notre travail s'inscrit dans cette optique à évaluer l'effet toxicologique des extraits aqueux et des huiles essentielles de trois plantes : *Cytisus scoparius*, *Cymbopogon citratus*, *Pelargonium graveolens* sur les larves d'une espèce de moustique *Culex pipiens* la plus abondante dans la région de Tizi Ouzou en apportant un intérêt majeur à leur utilisation comme bio-insecticide.

Le présent tapuscrit s'articule autour de quatre chapitres. Le première porte une synthèse bibliographique sur les Culicidae (Diptera ; Nematocera) en particulier *Cx pipiens* ainsi qu'au extraits des plantes comme moyens larvicides. Le deuxième chapitre est consacré à la description de la région d'étude. Le troisième chapitre comporte la méthodologie adaptée sur le terrain et au laboratoire. Le quatrième chapitre englobe les résultats et discussion obtenus sur des bioessais toxicologiques des extraits aqueux et des huiles essentielles de quelques plantes de la région de Tizi-Ouzou. Le travail s'achève par une conclusion générale qui met l'accent sur les perspectives et les travaux qui restent a menés en se référant à de nouvelles voies d'approche qui pourraient peut-être élucider certains problèmes causés par ces insectes.

CHPITRE I : Synthèse bibliographique

I.1 Phylogénie des Culicidae

Les moustiques sont apparus probablement au Jurassique, il y a environ 170 millions d'années. Le fossile le plus ancien date du Crétacé. Les moustiques étaient alors environ trois fois plus gros que les espèces actuelles et étaient un groupe voisin des Chaoboridae (moucheons piquants).

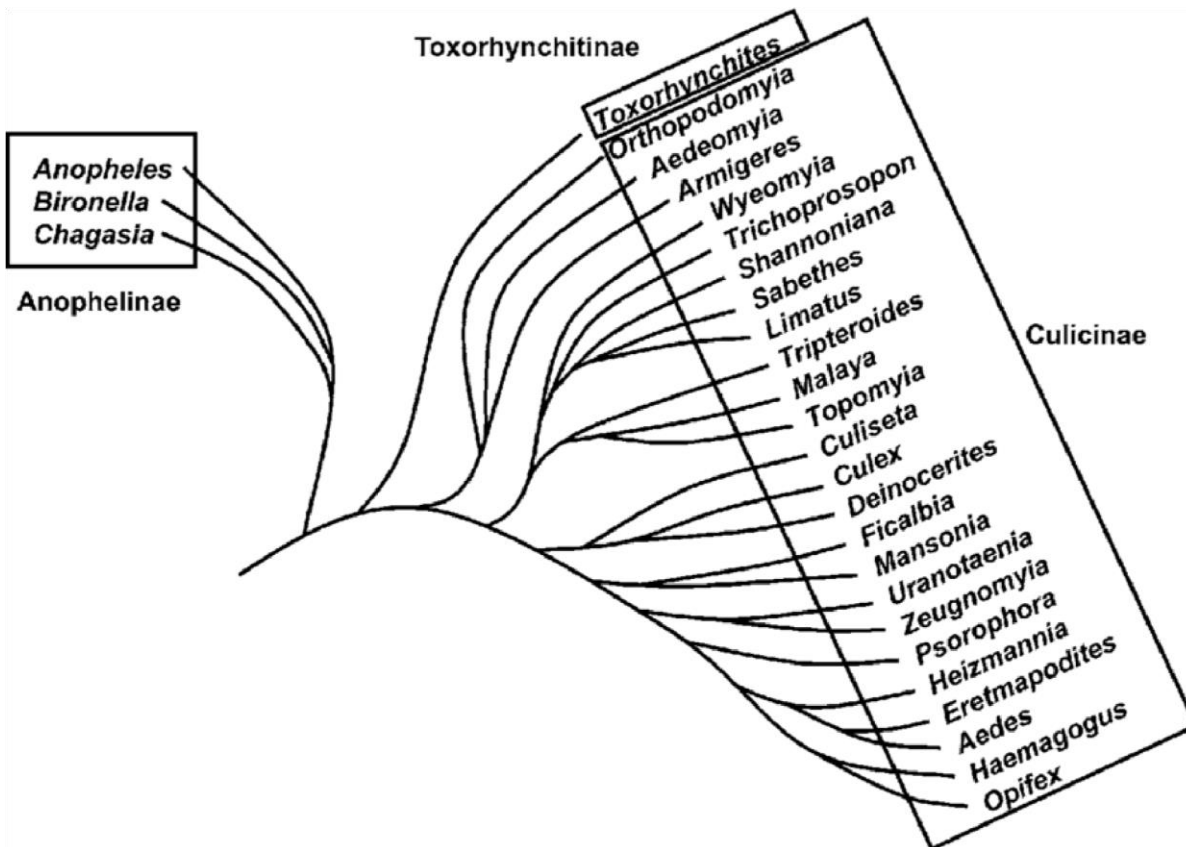


Figure 01 : Phylogénie des Culicidae (Harbach, 2007)

I.2 Position systématique

Les Culicidae, communément appelés « moustiques » ou « maringouins » au Québec et « cousin » en France, forment une famille d'insectes ; ils font partie de l'ordre des Diptères : *Diptera* (1 paire d'ailes + haltères) et du sous-ordre de Nématocères : *Nematocera* (antennes longues), la Classe des Insectes Selon (Seguy, 1951) les moustiques se distinguent des autres Nématocères piqueurs par leur trompe longue et fines à multiples articles (6 à 40 articles) et des ailes pourvues d'écailles (Tableau 1).

Tableau 1 : Position systématique phylogénétique des Culicidae (Source Wikipédia)

Domaine	Eukaryota
Sous domaine	unikota
Règne	Opisthokonta/ Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous embranchement	Hexapoda
Classe	Inescta
Sous classe	Pterygota
ordre	Diptera
Sous ordre	Nematocera
Infra ordre	Culicomorpha
Super famille	Culicoidea
Famille	Culicidea

En 2020, 3 578 espèces de moustiques sont inventoriées au niveau mondial ; divisée en trois sous-familles (Anophelinae, Culicinae et Taxorhynchinae) et plus de 44 genres (Senevet&Andarelli, 1959). Pour être complet, il faut rajouter à cette liste 157 sous espèces (**Harbach,2010**).

-La sous-famille des Toxorhynchitinae qui est formée d'un seul genre n'est pas représentée en Europe occidentale (**Matille, 1993 ; Duchauffour, 1976**) ni en Afrique méditerranéenne (**Brunhes et al., 1999**).

-Le genre *Aedes* est divisé en différents sous-genres, notamment *Aedimorphus*, dans lequel on trouve *Aedes vexans* et *Aedes ochraceus* qui sont décrits pour la première fois respectivement par **Meigan (1830)** et **Theobald (1901)**.

-Le genre *Culex* est aussi divisé en plusieurs sous-genres dont le sous-genre *Culex* auquel appartient *Culex poicilipes* décrit pour la première fois par (**Theobald, 1903**).

I.3 Classification des Culicidae dans l'Afrique méditerranéenne

La liste des Culicidae d'Afrique méditerranéenne a été établie par **Brunhes et al. (2000)**, ils signalent 66 espèces appartenant à la famille de Culicidae réparties en deux sous-familles, en sept genres et en dix-sept sous-genres (**Hassain, 2002**).

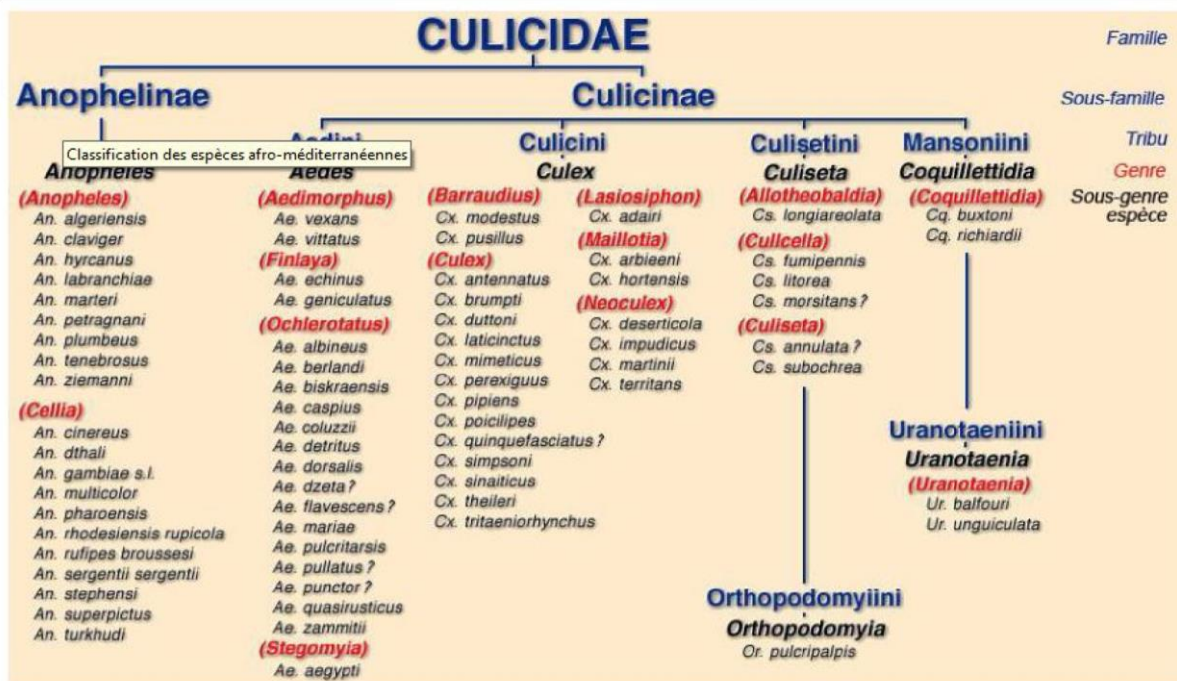


Figure 02 : Systématique générale des Culicidae présents dans la région méditerranéenne (**Brunhes et al. 1999**).

I.4 Classification des Culicidae en Algérie

En Algérie seule les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées (**Kettle, 1990**). D'après **Brunhes (1999)**, les espèces culicidiennes en Algérie sont au nombre de 47, plus une nouvelle espèce qui a été rajoutée du genre *Aedes* (*Ochlerotatus*) récoltée par **Orain en 1972** à Biskra, d'où le nom de *Aedes biskraensis*. La classification des Culicidae présents en Algérie est illustrée dans la Fig.2 et Tableau 2 :

Classe : Insecta

Ordre : Diptera (Linné, 1759)

Sous /ordre : Nematocera (Latreille, 1825)

Famille : Culicidae (Latreille, 1907)

Sous-famille (1) : Anophelinae, **genre** Anopheles (Meigen, 1918).

Sous-famille (2) : Culicinae, **cinq genres :**

Culex (Linné, 1758).

Aedes (Meigen, 1818).

Culiseta (Neveu –Lemaire, 1902).

Orthopodomyia (Theobald, 1904).

Uranotaenia (Lynch Arribalzaga, 1904).

(Kettle, 1990 in Berchi, 2000).

Figure 03 : Les genres représentés en Algérie.

Tableau 2 : Espèces de Culicidae connues en Algérie (Brhunes et al., 1999)

Sous famille Anophilina	Sous famille Culicinae	
Genre <i>Anopheles</i>	Genre <i>Aedes</i>	Genre <i>Culex</i> , <i>Culiseta</i> et <i>Uranotaenia</i>
Anopheles (Anopheles) algeriensis Theobald, 1903	Aedes (Stegomyia) aegypti Linné, 1762.	Culex (Mailloti) arbieeni Salem, 1938.
Anopheles (Cellia) cinereus hispaniola Theobald, 1903	Aedes (Ochlerotatus) albineus Seguy, 1923.	Culex (Neoculex) deserticola Kirkpatrick, 1924.
Anopheles (Anopheles) claviger Meigen, 1804	Aedes (Ochlerotatus) berlandi Seguy, 1921.	Culex (Neoculex) hortensis Ficalbi, 1924. Culex (Neoculex)
Anopheles (Cellia) dthali Patton, 1905.	Aedes (Ochlerotatus) biskraensis Brunches, 1999.	impudicus Ficalbi, 1889. Culex (Culex) laticinctus Edwards, 1913.
Anopheles (Anopheles) labranchiae Falleroni, 1926.	Aedes (Ochlerotatus) caspius Pallas, 1771.	Culex (Culex) mimeticus Noe, 1899.
Anopheles (Anopheles) marteri Senevet et Prunelle, 1927	Aedes (Ochlerotatus) coluzzii Rioux, Guilvard et Pasteur, 1998.	Culex (Culex) perexiguus Theobald, 1903.
Anopheles (Myzomyia) multicolor Caamboliu, 1902.	Aedes (Ochlerotatus) detritus Halliday, 1833.	Culex (Culex) pipiens Linné, 1758.
Anopheles (Anopheles) petragnanii Del Vecchio, 1939.	Aedes (Ochlerotatus) dorsalis Meigen, 1830	Culex (Culex) theileri Theobald, 1903.
Anopheles (Anopheles) plumbeus Stephens, 1828	Aedes (Ochlerotatus) echinus Edwards, 1920	Culex (Neoculex) territans walker, 1856
Anopheles (Myzomyia)		Culex (Barraudcus) modestus Ficalbi, 1890.
		Culex (Barraudius) pussillus Macquart, 1850.

rufipes brousesi Edwards, 1929.	Aedes (Finlaya) geniculatus Olivier, 1791.	Culiseta (Culisella) fumipennis Stephens, 1825.
Anopheles (Myzomyia) <i>Rhodesiensis rupicola</i> Lewis, 1929.	Aedes (Ochlerotatus) mariae Sergent et Sergent, 1903. Aedes (Ochlerotatus) pulcritarsis Rondani, 1872.	Culiseta (Culisella) litorea Shute, 1928. Culiseta (Culisella) morsitans Theobald, 1901.
Anopheles (Myzomyia) sergentii Theobald, 1907.	Aedes (Ochlerotatus) punctor, Kirby, 1937 Aedes (Ochlerotatus) quasirustus, Torres ca' amares, 1951.	Culiseta (Culiseta) subochrea Edwards, 1921.
Anopheles (Myzomyia) superpictus Grassi, 1899.	Aedes (Aedimorphus) vexans Meigen, 1930 Aedes (Aedimorphus) vittatus Bigot, 1861.	Culiseta (Culiseta) annulata Chrank, 1770. Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata Macquart, 1828. Uranotaenia (Uranotaenia) anguiculata, Edwards, 1913.

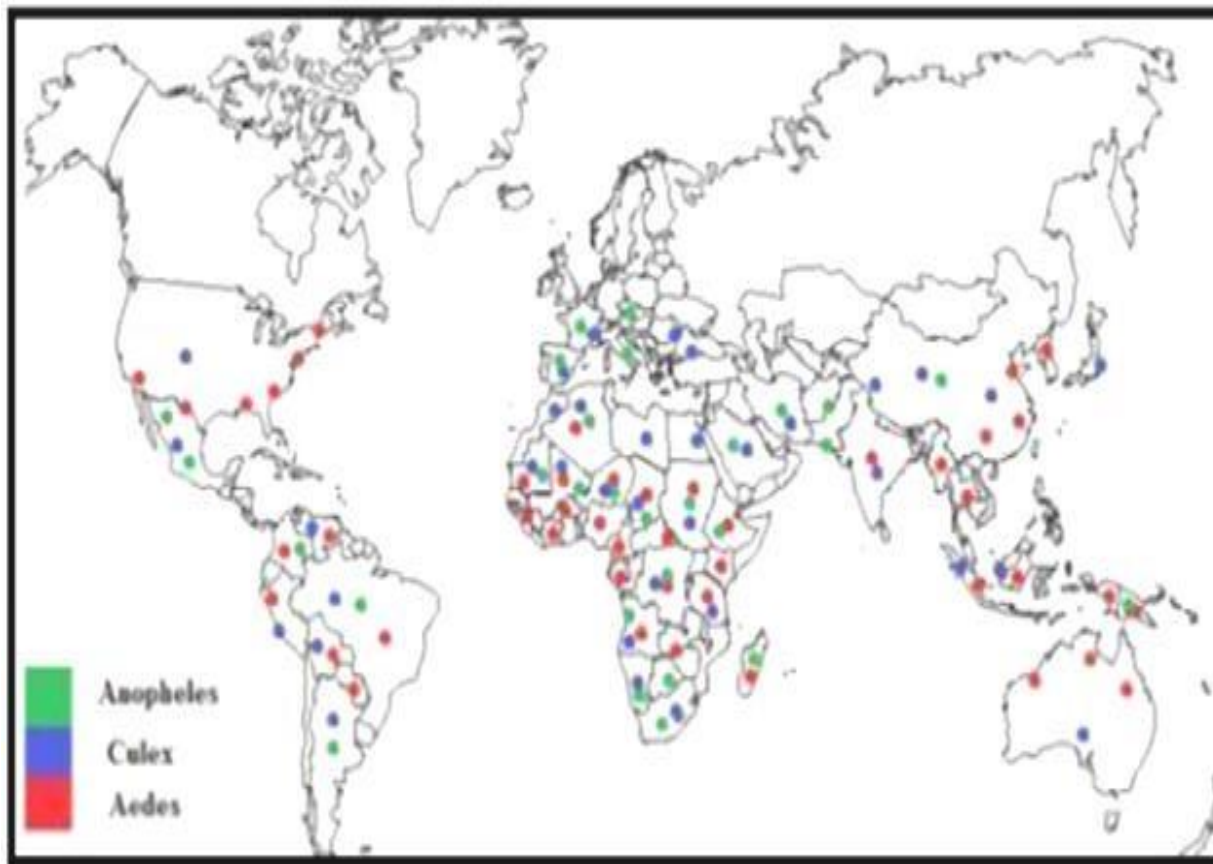


Figure 04 : Distribution géographique des moustiques dans le Monde (Labeled, 2019).

I.5 Répartition des Culicidea en Algérie

Au cours des vingt dernières années, la faune culicidienne d'Algérie a fait l'objet d'un grand nombre de travaux qui s'intéressent plus particulièrement à la systématique, la biochimie, la morphométrie, la lutte chimique et à la biologique (Bouabida et al., 2012). Dans le but d'avoir plus d'idées sur la distribution des moustiques en ALGERIE. La figure suivante illustre la distribution des moustiques rapportés en ALGERIE et particulièrement dans la région de Tizi Ouzou (Fig.3).

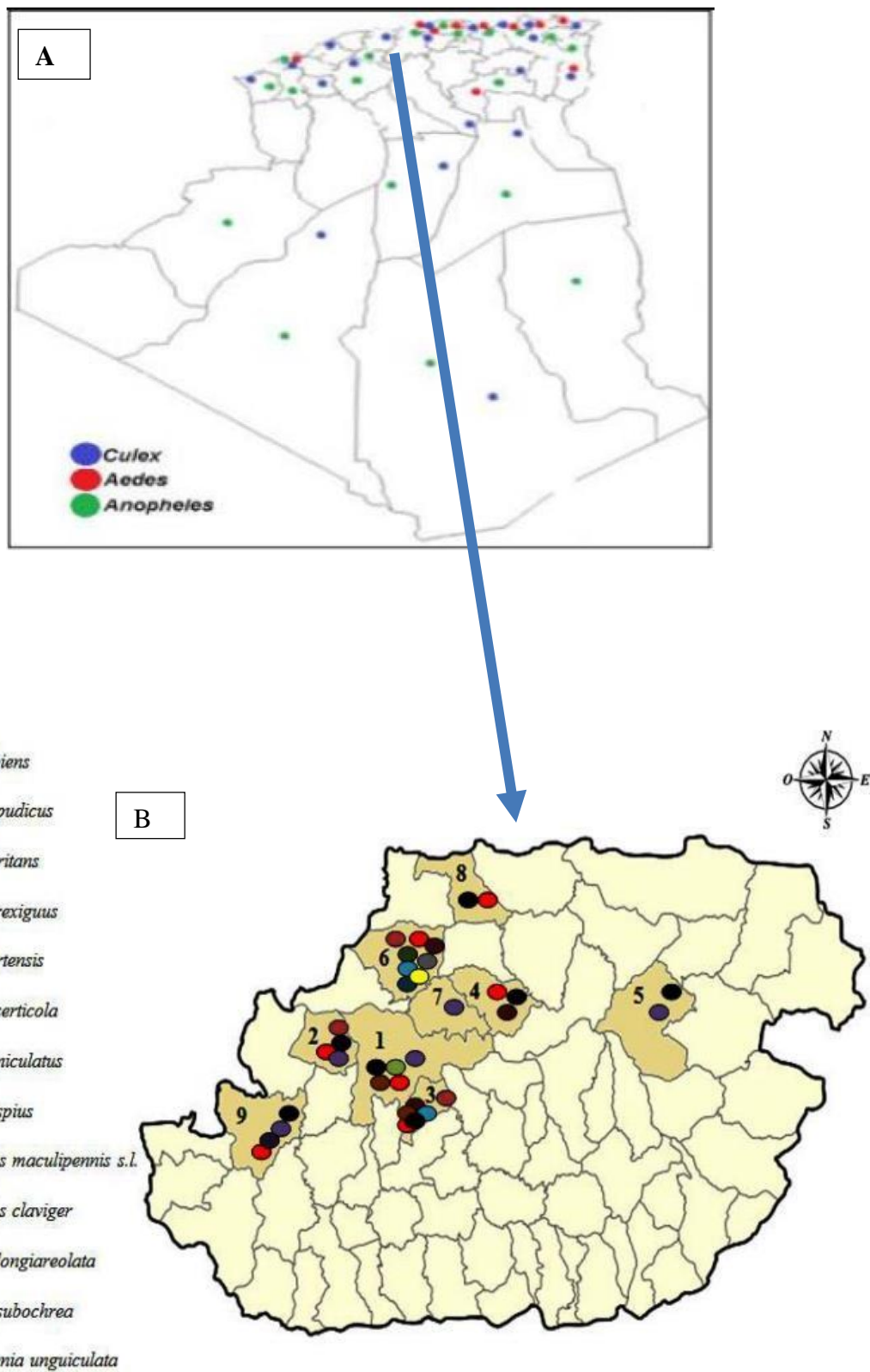


Figure 05 : Distribution géographique des moustiques en ALGERIE (A) et dans la région de Tizi Ouzou (B)

I.6 Morphologie des Culicidea

La morphologie des Culicidae est caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles, des ailes pourvues d'écailles, dont les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-suceur. Ce sont des insectes Holométaboles à métamorphose complète (**senevet, 1959**). Les trois stades de développement (larve, nymphe et adulte) se différencient morphologiquement afin de s'adapter à leurs modes de vie : aquatique pour les stades pré-imaginaux, et aérien pour le stade imaginal (**Carnevale & Robert, 2009**) ; qui permet aussi la différenciation des espèces.

I.6.1 Œuf

L'œuf des moustiques est généralement fusiforme et mesure environ 0.5 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. La couche externe de l'œuf ou exochorion, présente des ornements particuliers caractéristiques des genres et espèces. Ces formations assurent aux œufs leur flottaison et leur position relative par rapport à la surface de l'eau (**BERCHI, 2000**). La forme des œufs est variable selon les espèces :

- **Les œufs du genre *Anopheles*** sont incurvés aux extrémités, pourvus latéralement de deux flotteurs remplis d'air leur permettant de conserver une position horizontale. Le nombre d'œufs déposé chez les anophèles varie d'une espèce à l'autre, il est de 150 à 300 œufs (Fig. a.6).
- **Les œufs du genre *Culex*** sont agglomérés en nacelles, chaque œuf est muni d'un flotteur micropylaire en socle. Ces nacelles flottent à la surface de l'eau. Le nombre d'œufs déposé est de 200 à 400 œufs, elles peuvent éclore deux journées après leur ponte (Fig .b.6).
- **Les œufs du genre *Aedes*** sont pondus isolément, et sont allongés, rétrécis, fusiformes, dépourvus de flotteurs latéraux et munis de petites saillies qui assurent leur stabilité sur le fond de l'eau. Ces œufs sont entourés d'une épaisse coquille pourvue au pôle antérieur d'un micropyle. Elles flottent horizontalement à la surface de l'eau (Fig.c.6).

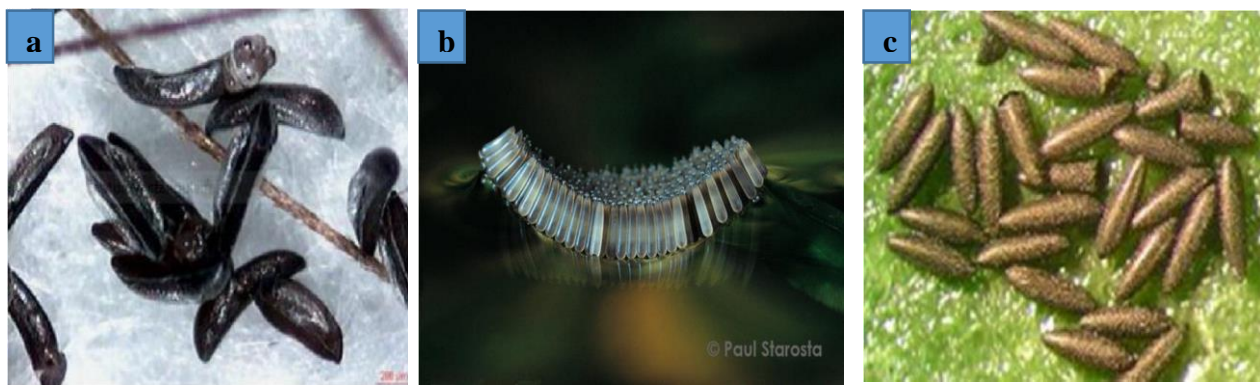


Figure 06 : Les œufs des trois genres de Culicidae (**a** : *Anopheles*, **b** : *Culex*, **c** : *Aedes*).

I.6.2 Larve

La larve est vermiforme, cylindro-conique est apode, a une taille d'environ 2 à 12 mm, son corps est divisé en trois régions : la tête, le thorax et l'abdomen (**ROBERT, 1989**) (Figure 07).

La tête est la partie du corps fortement chitineux légèrement allongée, et plus au moins aplatie dorso-ventralement, elle porte une paire d'antennes, deux paires d'yeux composées (tâches oculaires), des palpes maxillaires et des pièces buccales (mandibules, maxilles, brosse) (**HIMMI, 2007**).

Le thorax est plus large que la tête et l'abdomen. Sa forme est grossièrement quadrangulaire ; il est formé de trois segments soudés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Les faces ventrales et dorsales sont ornementées de soies.

L'abdomen est allongé. Sub-cylindrique, composé de neuf segments individualisés dont le huitième possède un intérêt majeur en taxonomie et où se détache le siphon respiratoire caractérisant la sous-famille des *Culicinae* (**SINERGE, 1974**).

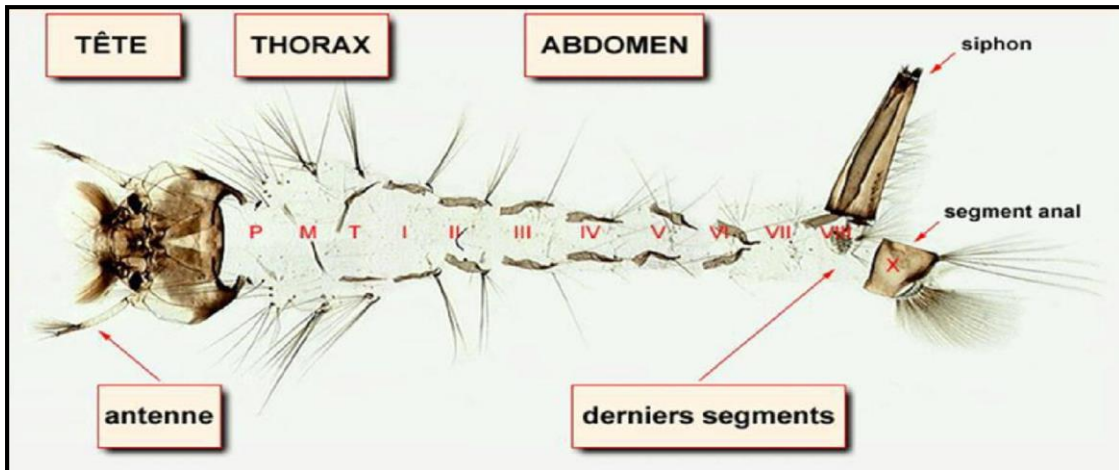


Figure 7 : Vue générale d'une exuvie larvaire (Culicinae) (BRUNHES *et al.*, 2000).

I.6.3 Nymphe

C'est une pupa mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas. Son corps comprend deux parties :

- La tête et le thorax sont regroupés en céphalothorax globuleux, surmonté de deux trompettes respiratoires.
- L'abdomen segmenté, possède à son extrémité postérieure deux palettes natatoires. Conférents aux nymphes leur vivacité.

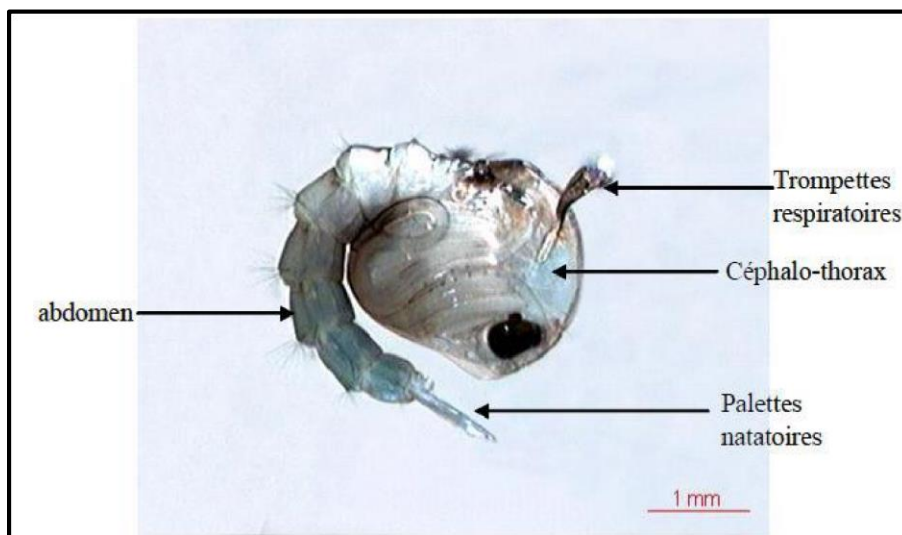


Figure 08 : Morphologie externe de la nymphe.

I.6.4 Adulte

Le moustique adulte a un corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long (**RODHAIN et PEREZ, 1985**). Le corps comporte trois parties : la tête, le thorax, l'abdomen (Fig. 09).

- **La tête** : est un des éléments permettant de différencier les mâles des femelles, ainsi que les genres et espèces. Elle comprend deux yeux composés, de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces latérales mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et sur la face ventrale. Entre les yeux s'insèrent deux antennes constituées de 15 articles chez les mâles, 16 chez les femelles. Chez les mâles, elles portent de longs et nombreux verticilles de soies (antennes plumeuses). Chez les femelles, les soies sont plus courtes et nettement moins nombreuses (antennes glabres). En dessous des antennes et de part et d'autre du proboscis se situent deux palpes maxillaires penta-articulés. Les palpes maxillaires sont longs, dilatés ou non à leur extrémité, suivant le genre et le sexe. Les six pièces buccales, transformées en stylets vulnérants, se disposent dans une gouttière formée par le labium pour constituer la trompe vulnérante. Le labium présente à son extrémité deux languettes mobiles appelées labelles (**SEGUY, 1950**).
- **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 qui porte la 1^{ère} paire de pattes,
 - Un mésothorax 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 présentent des nervures costales bariolées, des écailles sombres et des écailles claires. Les nervures et les balanciers sont en rapport avec la puissance du vol des moustiques (**SEGUY, 1950**).

Les pattes des culicidés sont constituées de cinq parties : la hanche ou coxa, le trochanter distinct, le fémur, le tibia, et un tarse subdivisé en cinq segments, dont le premier est appelé protarse et le cinquième le distarse qui porte deux griffes.

- **L'abdomen** : couvert d'écailles plates, se compose de dix segment ; les huit premiers sont bien différenciés, les deux segments apicaux étant modifiés pour les fonctions sexuelles, les pièces du mâle (hypopygium ou génitalia. La coloration des écailles et leur disposition, présentent un intérêt majeur dans la systématique des Culicidae (**SEGUY, 1950**).

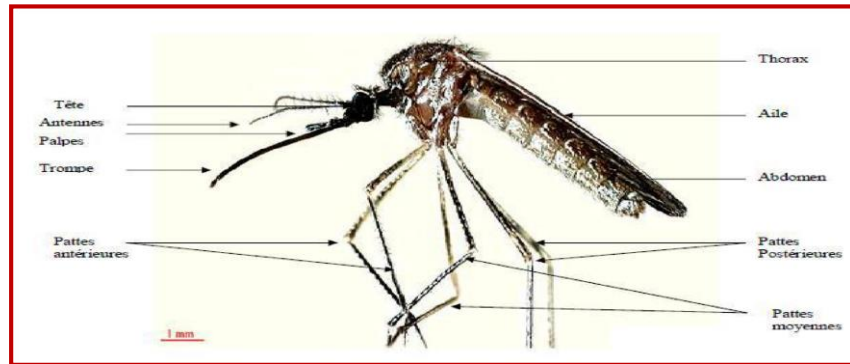


Figure 09 : Aspect général d'un Culicinae femelle adulte (**Brunche et al., 2000**).

I.7 Cycle de vie

Le cycle biologique des moustiques comprend deux phases (Fig. 10) (**Robert et al. 2017**)

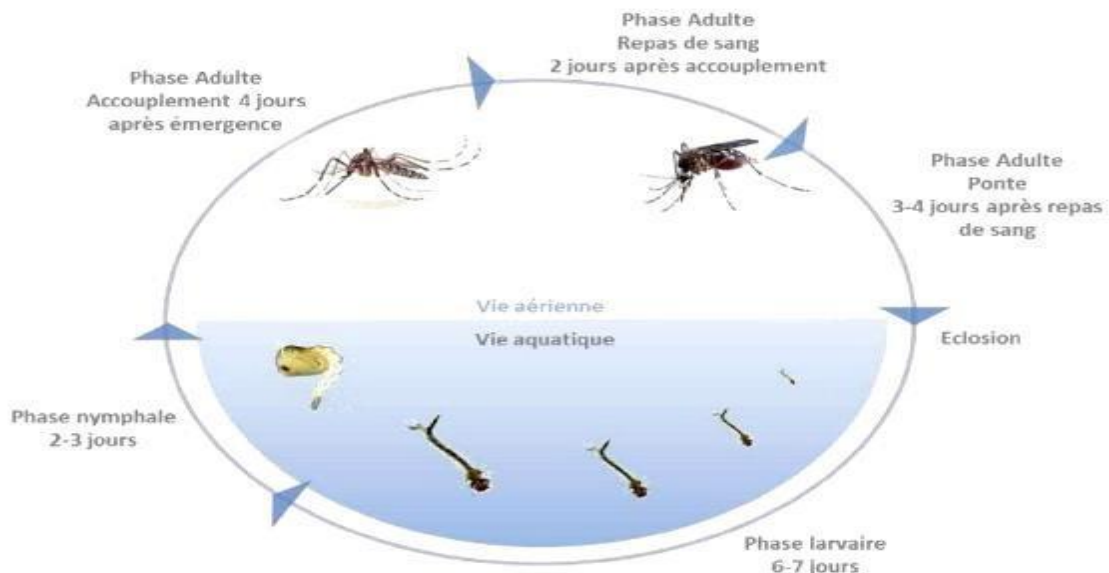


Figure 10 : Cycle de développement de *Culex pipiens* (**Poupardin, 2011**).

- La phase aquatique pour les stades pré-imaginaux ou immatures : œuf, larve, (avec 4 stades larvaires entrecoupés chacun d'une mue) et nymphe ; les stades larvaires concernent une période de croissance avec une augmentation notable de taille, du stade I au stade IV ; ce phénomène d'accroissement ne se retrouvera plus dans la phase ultérieure.
- La phase aérienne pour le stade adulte ou imago, avec des mâles et des femelles. C'est la période de reproduction et de dispersion.

Les moustiques ont une activité rythmée, saisonnière et nyctémérale.

Dans les conditions favorables, ils se reproduisent rapidement sous une température comprise entre 26° C et 28°C et une humidité relative de 70 à 80%, et une) luminosité située entre 10 et 14 heures.

I.8 Bioécologies des stades larvaires :

□ Nourriture et respiration :

Les larves de Culicidae ont des pièces buccales adaptées à un régime saprophytique (Rodhain & Perez, 1985). En général, elles s'alimentent de matières végétales en décomposition soit vivantes (algues) soit mortes.

En absence de photosynthèse, les bactéries peuvent constituer le régime alimentaire pour quelques espèces tel *Aedes echinus*, les protozoaires et les larves de chironomes pour d'autres espèces (**Metge & Elalaoui, 1987 ; Metge & Belakoul, 1989**).

Il y a des larves qui sont adaptés pour se nourrir de matières en suspension à la surface de l'eau (*Anopheles*) alors que d'autres larves se nourrissent de matières déposées au fond (**Rodhain & Perez, 1985**).

Elles se retrouvent au repos sous la surface de l'eau, respirant l'air atmosphérique en faisant affleurer leurs siphons respiratoires. Chez d'autres espèces le siphon est modifié pour fixer aux tiges de certaines plantes aquatiques et prélever ainsi l'oxygène, c'est le cas du genre *Orthopodomyia* (**Rodhain & Perez, 1985**).

□ Gîtes larvaires et influence de leurs composantes sur le développement des larves :

L'eau est choisie par la femelle pondreuse. Les Culicidae sont capables de peupler les gîtes les plus variés, en effet, ceux-ci, de taille et de nature diverses, peuvent être constitués par un pot de fleurs, une empreinte de sabot, ou une étendue d'eau (marais, marécages, rizières...), ils sont classés par Rodhain et Perez (1985) comme suit :

- Les eaux courantes (espèces rhéophiles) et les eaux stagnantes.
- Les eaux à forte teneur en sels minéraux (espèces halophiles).
- Les eaux ombragées (espèces sciaphiles), ou ensoleillées (espèces héliophiles).
- Les gîtes de grandes dimensions, et autres de petite taille.
- Les gîtes permanentes, temporaires, naturels, et artificielles.

De multiples facteurs peuvent aussi être pris en considération, tels que la température, le pH de l'eau, la lumière et les facteurs biotiques comme l'abondance de la végétation aquatique et la faune associée. La température de l'eau n'est pas un facteur limitatif, mais peut être considérée comme importante, car elle agit sur la vitesse de développement des larves et des nymphes des *Culicidae*. Selon Séguy (1955), la lumière a une grande influence sur quelques espèces culicidiennes, et les larves sont plus nombreuses dans les mares abritées des rayons du soleil.

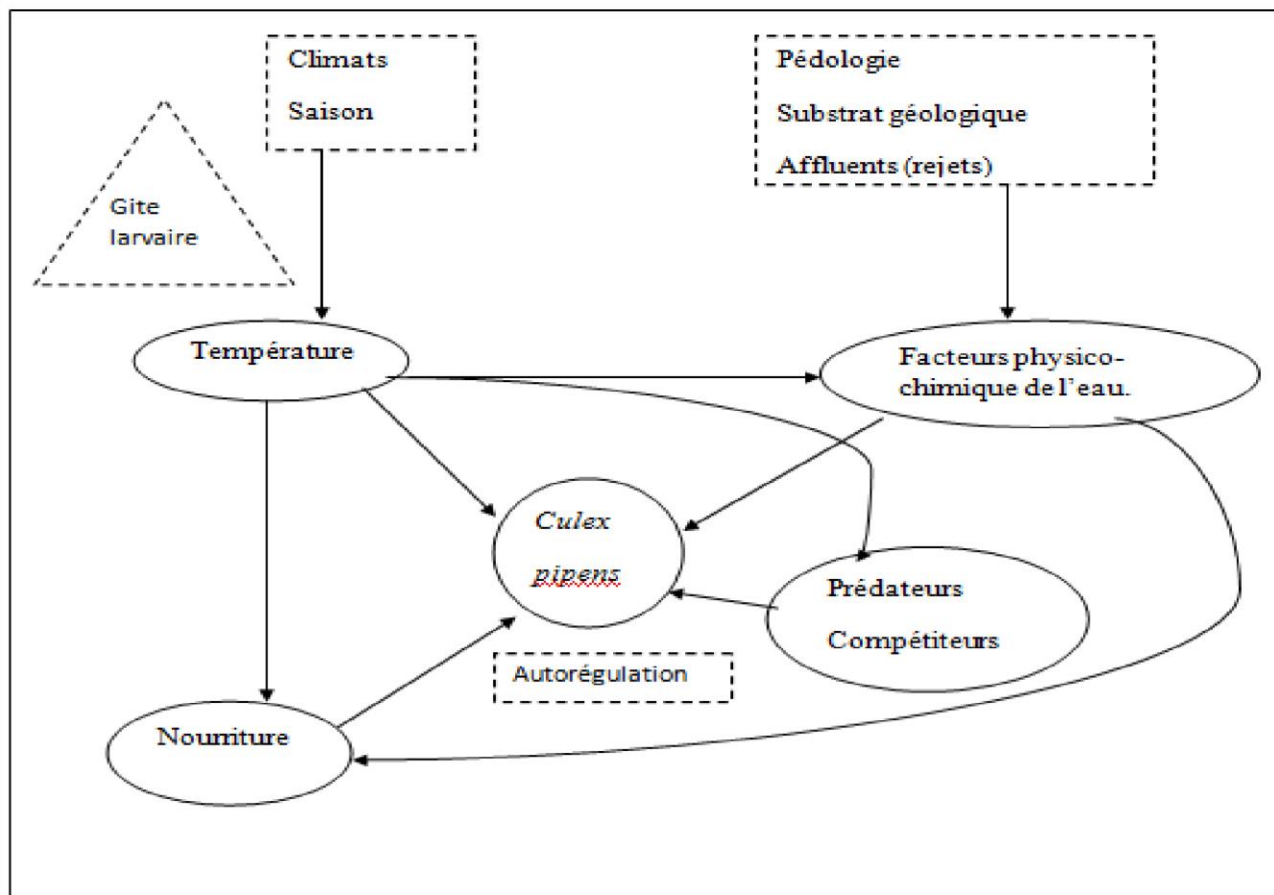


Figure 11 : Schéma des principales relations entre un gîte larvaire et la population de *Culex*

pipiens. (Berchi, 2000)

I.9 Bioécologie des adultes

- **Emergence**

Le moustique, entièrement développé à l'intérieur de la nymphe, insuffle de l'air sous le tégument nymphal à travers ses orifices respiratoires. Le tégument se gonfle, élevant un peu la nymphe au-dessus de l'eau, puis se fend longitudinalement et circulairement. L'insecte avale de l'air, grimpe sur la dépouille flottante et s'envole ; il faut noter que le thorax et la tête sont les premiers à sortir, les pattes et l'abdomen ensuite.



Figure 12 : Emergence de Culex.

D'après **Neuveu _ Lemaire (1938)** ; à l'issue de l'éclosion véritable, l'insecte est encore mou et humide ; ses ailes sont pendantes et plissées. Il lui faut quelques temps pour se sécher, se durcir et devenir un véritable imago.

- **Alimentation et activité**

Le moustique adulte et un nectarivore, soit mâle ou femelle, étant équipé seulement avec des pièces buccales suceuses, ne peut prendre la nourriture que sous la forme liquide ; Les liquides végétaux sont le nectar, les miellées, le jus de fruits, etc.

En outre, les femelles hématophage (à l'exception des espèces du genre *Toxorhynchites*), à seule fin d'assurer le développement de leurs œufs, ont recours à des repas de sang (la quantité de sang ingérée varie de 4 à 10 mm³) sur des vertébrés divers à sang chaud (oiseaux, mammifères dont l'Homme) ou à sang froid comme les batraciens (grenouille, crapaud), les reptiles (serpent, tortue) ou même d'autres insectes (larves de Lépidoptères, nymphes de cicadelle, mantes). Traversant la peau jusqu'à un vaisseau, elles effectuent une prise de sang.

Pour la recherche de l'hôte, elle est basée sur des stimuli olfactifs, visuels et thermiques comme le gaz carbonique, l'humidité, l'acide lactique ...etc. (**Rodhain& Perez, 1985 ; Harrington et al., 2001**).

I.10 Intérêt des Culicidae dans l'écosystème

- **Rôle des Culicidea**

Le moustique joue un rôle au sein de nombreuses chaînes alimentaires, puisqu'il se nourrit du nectar des fleurs donc ils participent à la pollinisation des plantes,

Les moustiques (larves et adultes) sont une source de nourriture pour de nombreux prédateurs (insectes, lézards, batraciens, oiseaux...), transférant de l'eau à la terre une importante quantité d'énergie et de biomasse, service assuré seulement par quelques groupes d'insectes et les oiseaux marins ou aquatiques. Certaines larves, représentant parfois une part importante de la biomasse des écosystèmes aquatiques, filtrent jusqu'à deux litres par jour en se nourrissant de microorganismes et déchets organiques. Elles participent donc à la bioépuration des eaux marécageuses et, par leur cadavre ou leurs déjections, rendent des éléments indispensables à la croissance des plantes, tel l'azote.

I.11 Intérêt épidémiologique et médical

Les moustiques ont un rôle important en épidémiologie le fait qu'ils sont source de nuisance par les piqûres qu'ils infligent, ils sont le plus intéressant groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'être humain, dont des zoonoses. Ils sont vecteurs de trois groupes d'agents pathogènes pour l'humain : Plasmodium, filaires ainsi que de nombreux arbovirus.

(Source Wikipédia)

C'est à l'aide de sa trompe (proboscis) qu'il transmet ses agents, aux animaux et à l'être humain. Mêlé au sang aspiré, le parasite pathogène -excepté les filaires- (*Plasmodium sp* responsables du paludisme, le virus de la dengue, de la fièvre jaune, le virus du Nil occidental ou le virus du Chikungunya...) parvient dans l'estomac du moustique, puis franchit la paroi stomacale. Une fois multiplié, il se retrouve dans les glandes salivaires du moustique qui l'inocule à son hôte lors de la piqûre, par la salive infectée, via l'hypopharynx (**Balenghien, 2006**).

I.12 Les différents moyens de lutte anti-vectorielle

Les moyens de lutte sont variés et peuvent être des méthodes physiques, chimique, biologique, mécanique.

I.12.1 La lutte mécanique (physique) : lutte environnementale

Regroupe toutes les actions menées sur l'environnement pour rendre ce dernier hostile au développement des populations de vecteurs.

L'élimination des gîtes larvaires du vecteur doit être ciblée, il peut s'agir d'actions de drainage (assécher les zones marécageuses, modifier la salinité de l'eau) ou de suppression des gîtes anthropiques (coupelle de pot de fleur, pneus abandonnés, gouttière bouchée).

I.12.2 La lutte biologique

Le principe de la lutte biologique est d'utiliser un « ennemi naturel » d'un arthropode pour en diminuer les populations et ainsi réduire les risques de transmission du pathogène.

L'apparition et la diffusion des phénomènes de résistances aux insecticides chimiques, les effets de ces substances sur les écosystèmes, l'impossibilité d'intervenir sur certains arthropodes sauvages avec des méthodes classiques sont autant de raisons qui ont fait rechercher d'autres méthodes pour pallier ces inconvénients. On peut séparer les agents de lutte biologique en prédateur et pathogène.

▪ Prédateurs

Certaines espèces de poissons sont utilisées notamment dans les rizières dans la lutte contre les larves de moustiques :

❖ Poissons larvivores

La gambusie (*Gambusia affinis*) aussi appelé « guppy sauvage » poisson qui se nourrit de larves de moustique.

Autres poissons larvivores :

Le guppy, *Poecilia reticulata*

Le panchax, *Aplocheilichthys panchax*

Le poisson perle d'Argentine, *Cynolebias bellottii*

Le tilapia, *Oreochromis (Tilapia) mossambicus*

La carpe, *Cyprinus carpio*

❖ **Quelques insectes prédateurs de moustiques**

Les *Toxorhynchites* aussi appelé les « les moustiques éléphants » ce genre est prédateur des œufs et larves de Culicidae divers.

Coléoptère : *Cybister chinensis* une espèce plongeuse, il est prédateur, se nourrissant de têtards, de petits poissons et d'insectes aquatiques

De larves de libellules

De nêpes

De notonectes Sont de petites punaises aquatiques prédatrices, peut aussi dissuader les femelles moustiques de pondre dans le même bassin.

- **Autres prédateurs**
- Les batraciens (grenouilles, crapaudes...)
- **Azolla** (fougère moustique) une fougère flottante, qui peut recouvrir des plans d'eau entiers, les rendant impropres à la reproduction des moustiques.
- **L'huile de neem**, extraite du neem, un arbre dont le nom scientifique est *Azadirachta indica*. Elle est dotée de propriétés larvicides.
- Certains arthropodes sont aussi des prédateurs de larves de moustiques, comme **les copépodes** qui sont de petits crustacés parasites. Ainsi, il a été observé au Vietnam que l'utilisation de copépodes dans les grands réservoirs d'eau permettait d'éliminer les larves d'*Aedes* et *Anopheles* (**Kay and Vu, 2005**).

- Parmi les prédateurs aériens, on retrouve aussi de nombreux **oiseaux** comme les hirondelles ou les martinets.
- **Les pathogènes des moustiques**

Peuvent être des virus, des bactéries, des rickettsies, des champignons, ou des parasites

Bactéries : La toxine d'une bactérie *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Ce produit biologique représente un outil idéal vis-à-vis des larves de moustiques, lors de son ingestion par les larves de moustiques provoquant des lésions importantes de leur tube digestif entraînant leur mort.

Bacillus sphaericus : *Bacillus sphaericus* est une autre bactérie utilisée comme biolarvicide en lutte anti-vectorielle. Produisant elle aussi des toxines lorsqu'elle sporule, elle est principalement utilisée contre les moustiques du genre *Culex*, notamment dans les eaux usagées (Mittal, 2003).

Autres bactéries : *Clostridium sporulés*, *Clostridium bifementans*.

Les nématodes parasites

Le nématode *Romanomermis culicivorax* parasite les moustiques et provoque une infection souvent mortelle pour les larves (il est rarement utilisé à cause de son prix).

Les champignons

Les champignons exercent dans la plupart des milieux aquatiques un rôle de régulation naturelle des larves de moustiques. Parmi ceux qui manifestent une activité parasitaire intéressante, citons : *Lagenidium giganteum* (L'espèce d'Oomycètes la plus connue et étudiée est un parasite facultatif des larves de moustiques), *Culicinomyces esclavosporus*, *Tolypocladium cylindrosporum*. **Les virus**

Le concept de contrôle des moustiques par l'utilisation d'agents viraux est très récent. Il existe 5 grands groupes de virus entomo-pathogènes : iridovirus, baculovirus, poxvirus, parvovirus et reovirus (**Sokolova, 1983**). Les symptômes sont variables suivant le groupe viral mais dans leur ensemble ils affectent pratiquement tous les tissus et les organes de la larve, que ce soit au niveau des corps gras et de la cuticule qu'au niveau de l'estomac, du caecum, du cardia et du système nerveux.

Lutte par les plantes médicinales

A côté de la lutte microbiologique (virus, bactéries), l'utilisation des pesticides d'origine végétale constitue à la fois une alternative de la lutte chimique (**Pavela, 2015**) et elle a montré une efficacité contre les insectes y compris les moustiques (**In BOUGUERRA, 2019**).

L'utilisation de plantes est décrite comme étant la troisième génération d'insecticide dans la lutte anti vectorielle, en effet ces extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement sur les moustiques. C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal. L'histoire des plantes aromatiques et médicinales est associée à l'évolution des civilisations (**Aouati., 2016**). L'utilisation des extraits de plantes comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone était connue depuis longtemps déjà comme agents de lutte contre les insectes (**Aouati, 2016**).

I.12.3 La lutte génétique

Plusieurs méthodes susceptibles de réduire le potentiel reproducteur des nématocères par une altération ou un remplacement du matériel héréditaire ont été développées dans le passé (stérilisation par rayonnement ou chimio stérilisant, stérilité parmi les hybrides issus d'un croisement entre espèces proches, stérilité due à une incompatibilité cytoplasmique entre différentes souches d'une espèce, introduction dans la population naturelle de gènes défavorables obtenus par des manipulations chromosomiques ou substitution d'une population à capacité vectorielle importante par une autre à capacité réduite ou nulle et occupant la même niche écologique). Bien que ces techniques soient probablement appelées à un grand avenir, aucune n'est vraiment opérationnelle actuellement à cause de leur extrême complexité.

I.12.4 La lutte chimique

A ce jour, la lutte chimique ou biocide en LAV reste largement employée à travers le monde, malgré les questionnements sur l'impact environnemental. Pouvant être utilisés à tous les stades de développement, les insecticides font partie de diverses familles chimiques (organophosphorés, pyrèthrinoïdes...) avec des modes d'action distincts. Le choix de l'insecticide dépend du contexte épidémiologique et de l'écologie des espèces vectrices présentes sur le terrain. Ainsi pour certaines

espèces, il est préférable d'utiliser un produit larvicide, tandis que pour d'autres espèces, la lutte chimique sera plus efficace contre les adultes.

- **Lutte larvicides**

Elle vise à éliminer les moustiques au stade larvaire, par l'utilisation de produits chimiques spécifiques. Cependant, contrairement à certains traitements antilarvaires (Bti ou spinosad), les insecticides ne peuvent être utilisés dans les eaux consommées par les populations humaines. Il s'agit donc de traitements employés dans le cas de gîtes permanents, généralement dans les zones agricoles. Ces insecticides sont essentiellement des organophosphorés, le fenthion étant utilisé contre les moustiques Culex, le chlorpyrifos étant plus efficace dans les eaux polluées et le téméphos servant généralement contre les larves d'Anopheles (**Carnevale et Robert, 2009**).

- **Lutte adulticide**

La lutte chimique consiste à l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustique. Les compositions utilisées au début contre la lutte chimique consistent à l'utilisation des produits chimiques de synthèse pour lutter contre organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés de pétrole, de substance à base de fluor ou extrait de plantes comme la nicotine. Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout par leur rémanence, ou encore leur lente décomposition dans l'environnement (**Philogène, 1991**). Par la suite, des composés synthétiques de deuxième génération de nature organochlorés, organophosphorés ou carbamates, ont été mis en place (**Philogène, 1991**).

CHAPITRE II : Présentation de la région d'étude

Dans ce chapitre deux aspects sont présentés, d'une part la situation géographique des régions prises en considération à savoir Tizirt et Tamda et d'autre part les facteurs abiotiques et biotiques associés à ces régions.

II.1 Situation géographique des régions d'études

II.1.1 Région de Tizirt

La région d'étude Tizirt est située à 45km au Nord de la ville de Tizi-Ouzou. Elle est dotée d'une superficie de 41,68 km² (36° 53' 35" N. ; 4° 07' 21" E.). C'est est une ville côtière (Fig.14). Elle est limitée par la mer méditerranéen au Nord, et par la forêt de Mizrana au Sud, au cotée Est en trouve la région d'Azefoune et à l'Ouest la région de Dellys. (ABDERRAHIM *et al*, 2015).

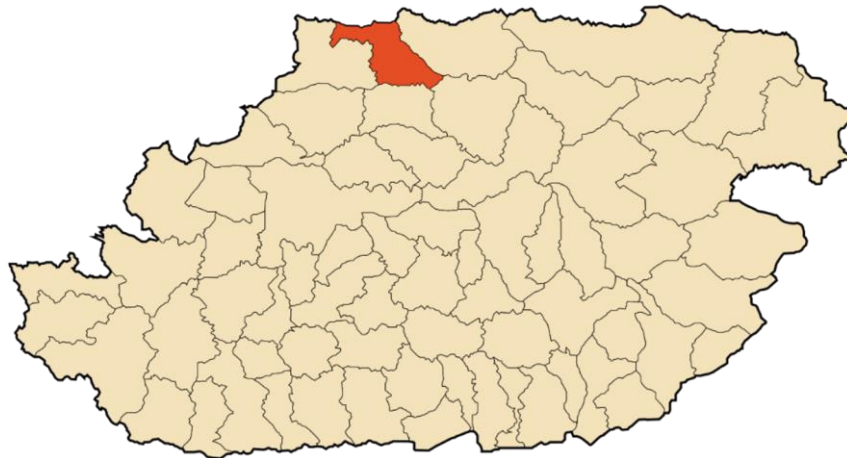


Figure 13 : Situation géographique de la région de Tizirt (WIKIMEDIA, 2020)

II.1.2 Région de Tamda :

La région de Tamda se situe à l'extrême sud de la commune d'Ouaguenoun, dans une région à forte potentialité agricole. Cet ancien village de la commune de Freha fut intégré à la commune d'Ouaguenoun lors du découpage administratif de 1984. Cette région est située à environ 15km à l'est du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou et à l'extrême sud de la commune d'Ouaguenoun. Cette commune à une population de 20957 habitants. Elle est située entre 36°42 latitude nord et 4°11 longitude Est. (BACHIR, 2016)

- **Les facteurs écologiques**

Selon **DAJOZ (1979)**, tout organisme est soumis dans le milieu où il vit aux actions simultanées climatiques, édaphiques, chimiques, ou biotiques très variés. Nous appelons facteurs écologiques tout élément du milieu susceptible d'agir directement sur les êtres vivants au moins durant une phase de leur cycle de développement. On va donc s'intéresser aux facteurs biotiques et abiotiques.

- **Les facteurs abiotiques**

Les facteurs abiotiques sont les facteurs édaphiques et les facteurs climatiques. Et selon **RAMADE (1984)**, le sol et la géomorphologie constituent l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes.

II.2 Caractéristiques géomorphologiques

La structure géomorphologique locale des régions est profondément insérée dans la structure géomorphologique globale de la région de Kabylie. C'est pourquoi la présentation de la géomorphologie locale nécessite la prise en considération de l'ensemble de la géomorphologie Kabyle.

Du point de vue géographique, la Kabylie du Djurdjura (Grande Kabylie) occupe la partie du territoire situé entre les limites naturelles suivantes :

- la mer Méditerranée au Nord ;
- l'oued Isser et l'oued Djemâa à l'Ouest ;
- l'oued Sahel au Sud ;
- et l'oued Soummam à l'Est.

La Kabylie du Djurdjura se distingue par la diversité de ses milieux physiques et naturels par rapport au reste des régions d'Algérie (**MEDDOUR, 2010**). La géomorphologie est très variable avec un relief très accidenté où se différencient deux chaînes et deux massifs montagneux :

- Massif montagneux de Beni Ghobri-Akfadou.
- Massif ancien kabyle (ou contreforts du Djurdjura).
- Chaîne du Djurdjura.
- Zone de vallées, plaines et dépressions.
- Chaîne côtière.

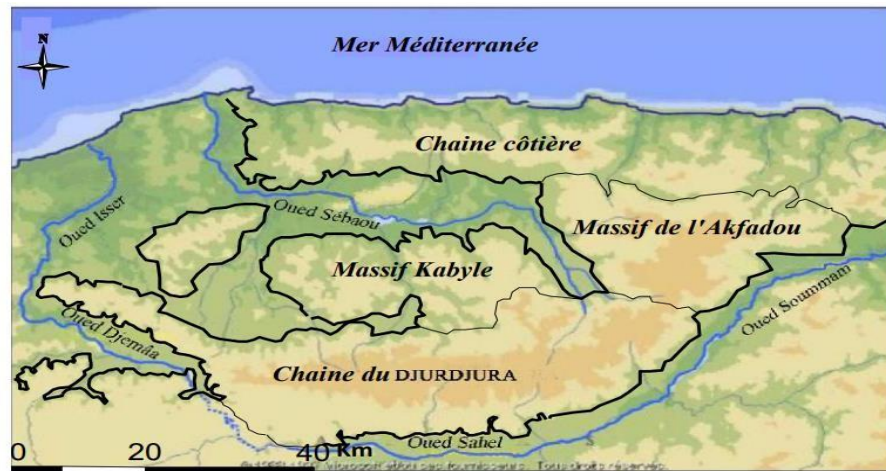


Figure14 : Chaines et massifs montagneux de la Kabylie Djurdjurienne (**Microsoft Expediamaps, 1997**)

II.2.1 Hydrologie

Le réseau hydrographique des montagnes de la Kabylie est très dense. Il est composé de trois oueds majeurs qui sont l'oued Isser, qui draine la partie ouest du massif et la délimite(Fig.15). L'oued Soummam, qui draine la partie sud du massif et la délimite. L'oued Sébaou, qui draine presque la totalité de la wilaya de Tizi-Ouzou et la partie est de la wilaya de Boumerdès .Ces oueds, qui drainent les eaux pluviales vers la mer, sont alimentés par un important réseau hydrographique composé de petits oueds (oueds côtiers et oueds de l'arrière-pays montagneux) et de quelques affluents de ce dernier sont les suivants l'Oued Aissi

(Takhoukht – Oued Sébaou : 20 km). L'Oued Bougdoura (Pont de Boghni Draa El Mizan – oued Sébaou : 08 km), l'Oued Boubhir (IlloulaOumalou – pont de freha : 10 km) ; Oued Dis (06 km) ; Oued Rabta (05 km). Oued Boghni (13 km) et Oued Sidi Khelifa, (**MATET ,2008**).

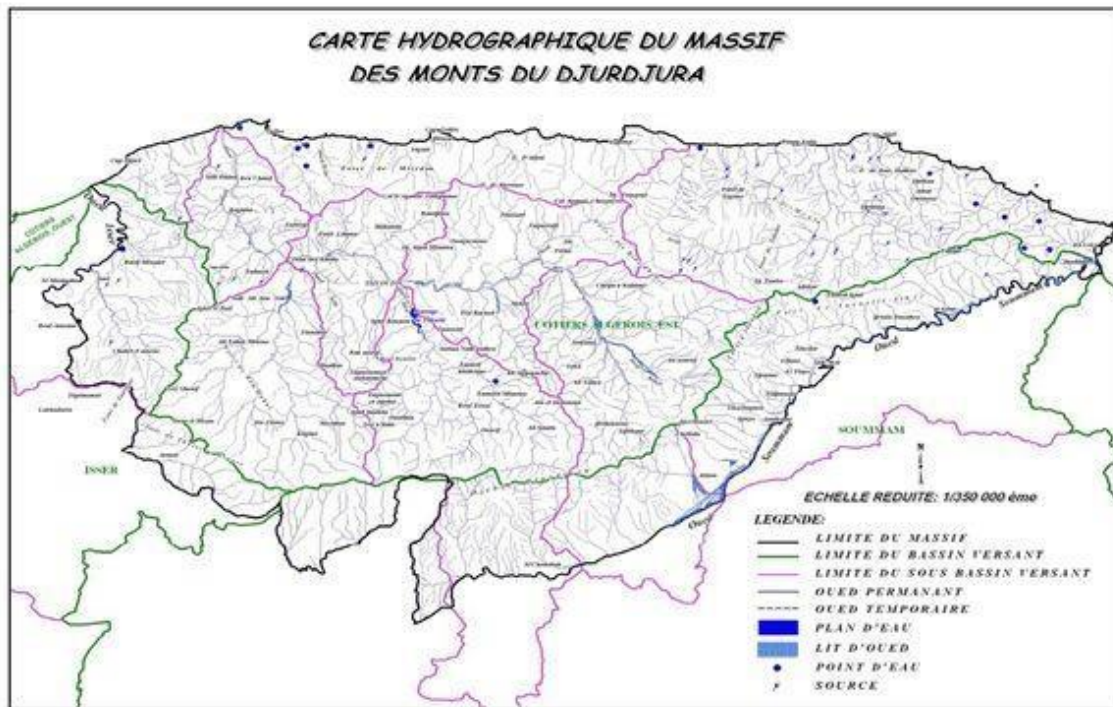


Figure 15 : Carte hydrographique de la Kabylie (MATET, 2008).

II.2.2 Caractéristiques climatiques

La position géographique de la Kabylie, qui se situe tout près de la mer Méditerranée mais pas loin des régions désertiques, joue un rôle important dans la détermination de son climat.

La Kabylie s'ouvre aux influences maritimes par une série de trouées et de vallées ce qui permet un adoucissement des températures en hiver et l'atténuation de l'effet de l'altitude. Les précipitations sont abondantes pour la même saison. Les masses d'air qui arrivent du Nord dominant et déterminent une saison hivernale froide et humide qui s'étale du mois de décembre jusqu'au mois de février.

La présence de la chaîne montagneuse de l'Atlas Tellien sur le flanc sud, la protège de la remontée des masses d'air chaud et sec. Durant les autres mois de l'année, les masses d'air tropical remontent progressivement et entraînent chaleur et sécheresse. En effet, l'été est chaud, sec et long. Le temps variable, fréquent sur la région, est créé par des fronts discontinus dus à la circulation zonale (d'Ouest en Est) de l'air. Les vents pluvieux du NW pénètrent jusqu'au cœur du massif ancien par la trouée du Sébaou et jusqu'au Djurdjura par la vallée inférieure de l'Isser.

II.2.3 Précipitation

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres (RAMADE, 2009).

La pluviométrie agit sur la vitesse du développement des animaux, sur leur longévité et sur leur fécondité (DAJOZ, 1982). La pluviométrie a une influence importante sur la flore et sur la biologie des espèces animales (MUTIN, 1977). Elles influent sur la vitesse de développement des animaux, sur leur répartition dans le biotope et sur la densité de leurs populations (DAJOZ, 2006). Ainsi, elle permet l'humidification du sol sur lequel se forment des gîtes favorables à la pullulation des moustiques. La pluie légère n'arrête pas les différentes activités des diptères, mais une forte pluie les supprime complètement (SEGUY, 1951) explique que les animaux terrestres ont tous besoin d'eau dans leurs alimentations, pour compenser les pertes inévitables dues à la transpiration et à l'excrétion.

Tableau 3 : Les valeurs de précipitations mensuelles de la wilaya de Tizi-Ouzou durant l'année 2010 à 2020 (S.M.B, 2020).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations mm	117.01	105.03	99.02	69.18	48.35	17.43	1.66	5.65	29.62	60.93	148.58	95.3

(S.M.B Tizi-Ouzou, 2020) (Original, 2022).

Le tableau 3 montre que le mois le plus pluvieux durant les 10 ans dernières est le mois de janvier avec 117.01mm, tandis que le moins pluvieux est le mois juin avec 1.66mm seulement.

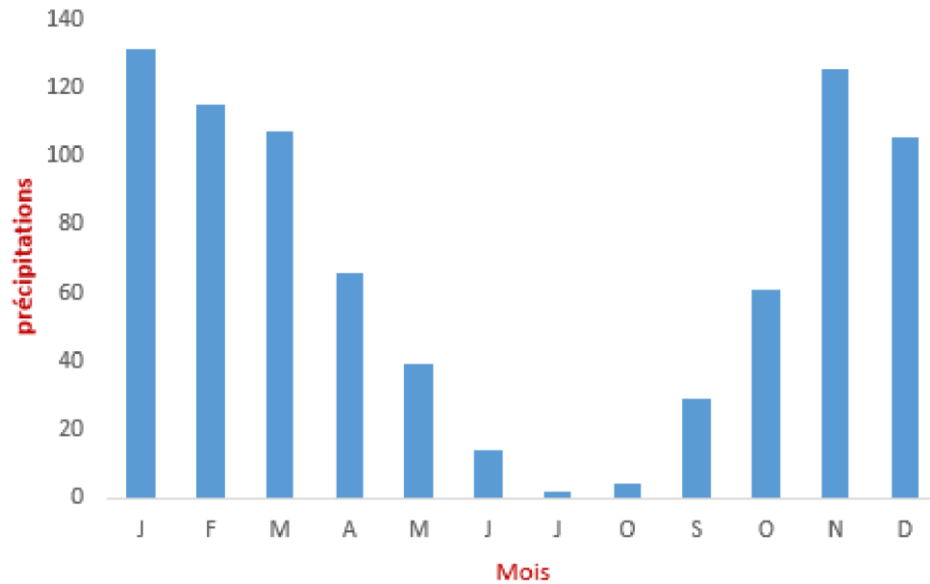


Figure 16 : Histogramme de Précipitations moyennes mensuelles, période 2010 - 2020(Originale, 2022)

II.2.4 Température

La température est le facteur le plus important au sein des agents climatiques. (DREUX, 1980 ; DAJOZ, 2006). Elle représente chez la totalité des espèces un des facteurs limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984).

D'après DAJOZ(1972), généralement chaque être vivants ne peut subsister que dans un intervalle de température comprise entre 0°C et 50°C.

Il est à signaler que les données climatiques proviennent de la station météorologique de Tizi-Ouzou qui se situe à 153 m d'altitude.

Selon SELTZER (1946), pour chaque élévation de 100 m en altitude, les températures minimales diminuent de 0,4°C. Et les températures maximales chutent de 0,7°C.

Le tableau ci-dessous renferme les valeurs des températures moyennes, maximales et minimales enregistrées sur une période de 10 ans allant de 2010 à 2020 notées dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Tableau 4 : Températures mensuelles moyennes, minimales et maximales de la ville de Tizi-Ouzou durant une période de 10 ans allant de 2010 à 2020. (S.M.B, 2020)

Mois	J	F	M	A	Ma	J	J	A	S	O	N	D
M°C	16.1	16.83	16.04	24.76	26.85	31.54	36.06	35.59	31.62	27.64	21.46	17.02
m°C	7	7.2	9.09	11.56	14.03	17.75	21.38	22.2	19.26	15.49	12.22	8.14
T° moy	10.88	11.48	13.6	16.5	20.48	24.34	29.1	28.52	24.73	20.86	15.16	10.85

(S.M.B, 2020) (Originale, 2022)

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

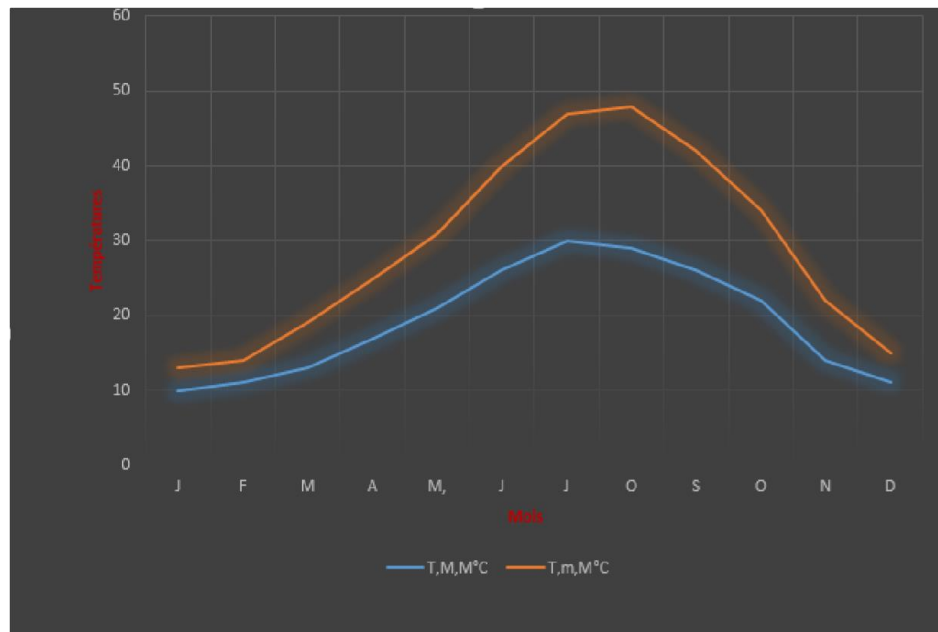


Figure 17 : Courbe des températures maximales et minimales, période 2010-2020. (Originale, 2022)

II.2.5 Le vent

Le vent exerce une grande influence sur les êtres vivants (FAURIE *et al.*, 1980). Il constitue dans certain biotope un facteur limitant (RAMADE, 1984).

Tableau5 : valeurs du vent maximal enregistré durant la période 2010-2020. (S.M.B, 2020)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Le vent maximal m/s	18.9	17.9	16	15.5	15.2	12	12.1	10.4	14.3	14	15.5	11.6

(S.M.B, 2020)(Originale, 20222)

Le tableau 5 montre que la valeur importante de la vitesse du vent maximal est enregistrée au mois de janvier 18.9m/s.

II.2.6 L'humidité

Selon DAJOZ (1985), l'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air, elle a une influence sur la longévité et la vitesse du développement des espèces, sur la fécondité et le comportement.

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

Tableau 6 : valeurs de l'humidité moyenne enregistré de la période 2010-2020 (S.M.B Tizi-Ouzou, 2020)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
Humidité moyenne	80,81	78,45	76,27	74,72	70,36	63,36	57,27	58,27	66,18	69,81	76,81	81,36

(S.M.B, 2020)(Originale, 2022)

Le tableau 6 montre que le mois le plus humide est le mois de décembre avec une valeur de 81.36% tandis que le mois le moins humide est le mois de juillet avec une valeur de 57.27%.

Les données relatives à l'humidité de l'aire de la wilaya de Tizi-Ouzou durant la période allons de 2010 à 2020 sont mentionnées dans la (figure 18).

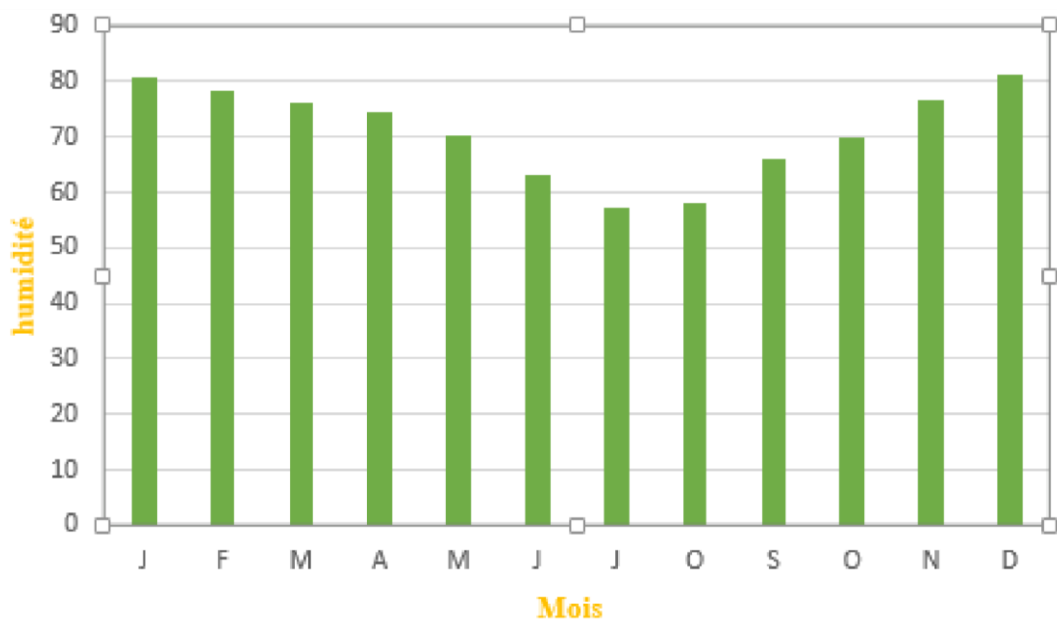


Figure 18 : histogramme des valeurs de l'humidité enregistrée à la période de 2010-2020. (originale.2022).

II.3 Synthèse climatique

Afin de pouvoir caractériser le climat d'une localité ou d'une région, de nombreux indices, formules et expressions graphiques sont proposées. Mais ces formulations font toutes intervenir les températures et les précipitations comme principales variables (**LOCUSTE et SALOMON, 2001**).

Ces deux facteurs sont utilisés pour élaborer le diagramme Ombrothermique de Gausсен et le climagramme pluviométrique d'Emberger.

II.3.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de **GAUSSEN** et **BAGNOULS** est une méthode graphique qui permet de définir les périodes sèche et humide de l'année, où sont portés en abscisses les mois, et en ordonnées les précipitations (**P**) et les températures (**T**), avec $P=2T$.

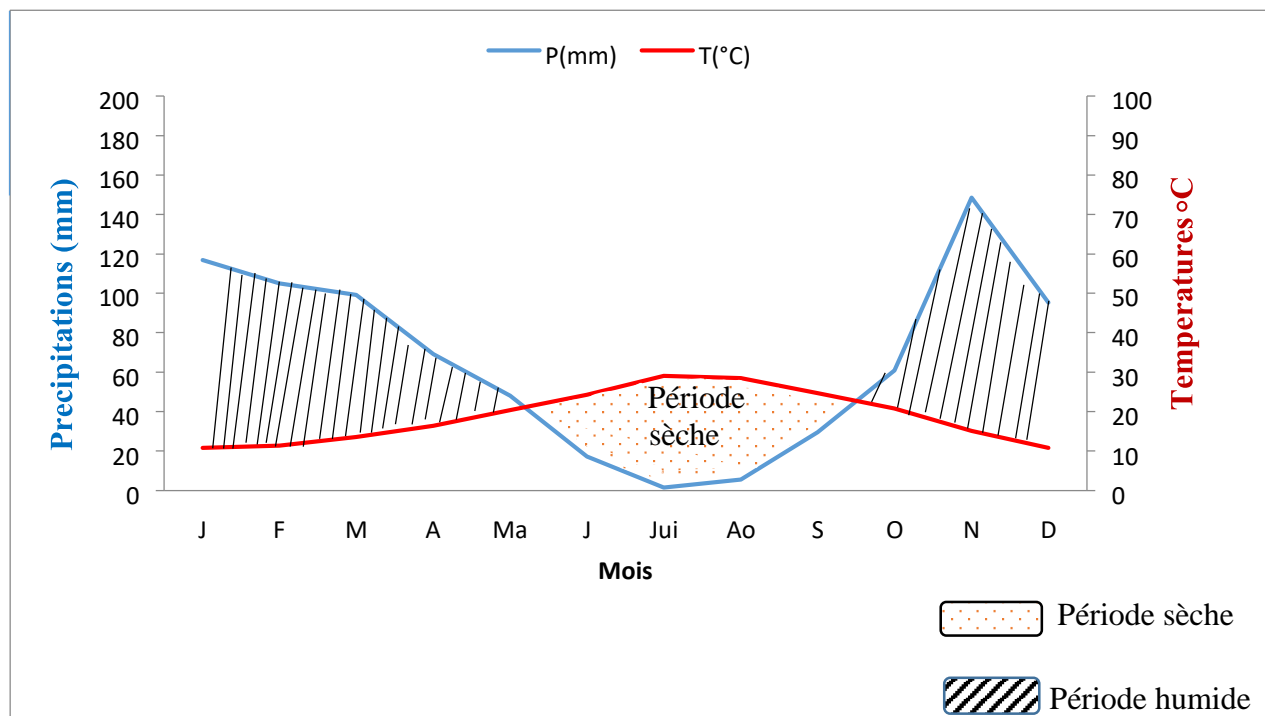


Figure 19 : Diagramme Ombro-thermique de la wilaya de Tizi-Ouzou. (Originale.2022)

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен indique une période sèche qui s'étend sur 4 mois allant de fin mai au début septembre et une période humide assez longue s'étalant sur le reste de l'année.

II.3.2 Climagramme pluviothermique d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de montrer à quel étage bioclimatique une région donnée appartient. EMBERGER cité par (MUTIN, 1977) définit un quotient pluviométrique qui permet de préciser les différentes nuances du climat méditerranéen.

Emberger a précisé cinq étages bioclimatique : humide, subhumide, aride, semi-aride, et saharien, et quatre variantes thermiques :

- Hiver froid : $m < 0^{\circ}\text{C}$
- Hiver frais : $0 < m < 3^{\circ}\text{C}$
- Hiver doux ou tempéré : $3 < m < 7^{\circ}\text{C}$ □ Hiver chaud : $m < 7^{\circ}\text{C}$

Le climagramme est déterminé à partir de la formule modifiée :

$$Q_2 = 2000 P / (M - m)$$

La formule d'Emberger a été simplifiée par Stewart pour l'Algérie et le Maroc :

$$Q_2 = 3.43P / (M - m)$$

Q_2 : Quotient pluviothermique.

P : précipitations moyennes annuelle.

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

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

$M - m$: L'amplitude thermique.

$P = 797.78\text{mm}$; $M = 36.06^{\circ}\text{C}$; $m = 7^{\circ}\text{C}$; D'où $Q_2 = 94.17$.

Le calcul de quotient (Q_2) nous permet de classer la zone d'étude de Tizi-Ouzou dans l'étage bioclimatique Subhumide a hiver doux. (Fig. 20)

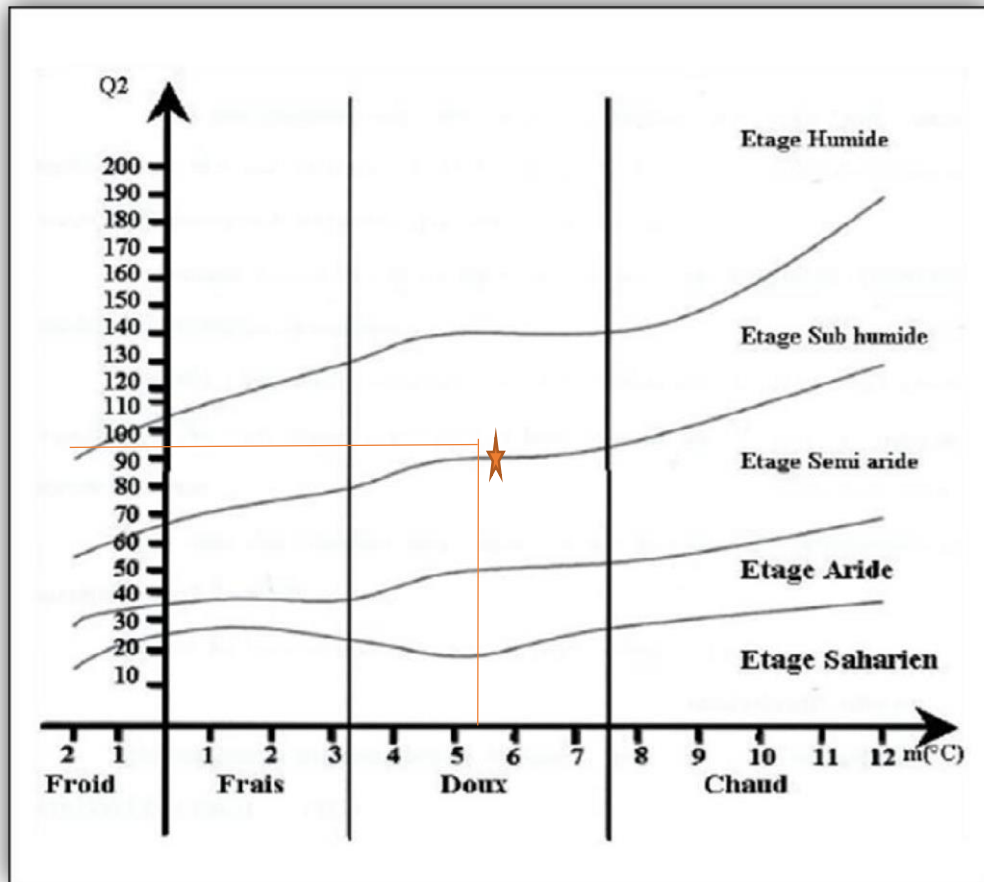


Figure 20 : Climagramme pluviothermique d'Emberger de la région de Tizi-Ouzou 2010-2022. (Originale, 2022)

II.4 Facteurs biotiques

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

La région de Tizi-Ouzou recèle une grande richesse naturelle dont une diversité biologique très importante tant floristique que faunistique.

○ Richesse floristique

La végétation joue un rôle important dans la répartition des espèces, elle constitue une sorte d'encrent entre l'insecte et les conditions de son environnement cité par (Ould el Hadj, 2004). Globalement la couverture végétale de la zone d'étude est assez dense. Elle varie en fonction de l'altitude et présente un étagement visible de type méditerranéen.

- En altitude supérieur à 1100 m, les sommets sont dénudés ou couverts à quelques endroits par des pelouses écorchées à xérophytes épineux et rampants : ronces (*Rebus sp.*) (Fig.a) et genets (*Genista sp.*) (Fig.b). On note aussi la présence de quelques pieds de cèdre épars (*Cedrus atlantica*) (Fig.c).
- En aval, aux altitudes inférieures à 1100 m, la végétation est constituée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*) (Fig.d), de frêne (*fraxinus sp.*) (Fig.e) et de quelques pieds d'érables (*Acer sp.*) (Fig.f). Ce sont des feuillus qui empêchent le réchauffement excessif des eaux en été.
- Entre 600 et 800 m d'altitude, on rencontre l'olivier (*Olea europea*) sur les terrasses alluviales anciennes et des cultures maraichères sur les basses terrasses d'alluvions récentes.
- Entre 300 et 500 m d'altitude, la strate arborée y domine, elle est composée essentiellement de l'olivier (*Olea europea*). (Fig.g)

En plaine, les formations végétales sont représentées

- Principalement par des vergers (orangers, pommiers, poiriers, figuiers...), qui participent à la dégradation des formations végétales naturelles dans la vallée de Sébaou.

Le long des cours d'eau, sur les berges on rencontre :

- Aux altitudes supérieures à 500m, une végétation bourdante est représentée essentiellement par l'aulne (*Alnus glutinosa*) (Fig.h), le merisier (*Cerasus avium*) (Fig.i), le figuier (*Ficus*

carica)(Fig.j) le pistachier (*Pistacia lentiscus*)(Fig.k), le mucocolier (*Celtis australis*) (Fig.l) , le dyss(*Ampelodes mauritanica*)(Fig.m).

- Aux altitudes inférieures à 500m, la végétation est constituée par le peuplier blanc (*Populus alba*) (Fig.m), le peuplier noir (*Populus nigra*) (Fig.n), le laurier rose (*Nerium oleander*) (Fig.o), l'aulne (*Alnus glutinosa*) (Fig.p), le tamaris (*Tamarix sp*) (Fig.q), le roseau (*Arundo donax*) (Fig,r)l'eucalyptus (Fig.s) et par endroit des épineux (genêts, ronces...). Quant à la végétation aquatique, elle est représentée principalement par les mousses (Fig.t) dans les parties supérieures des cours d'eaux, tandis que les algues (*Oedogonae*, *Spirogyra*, *Zygnema* et *Ulothrix*) et les macrophytes se rencontrent dans les cours d'eaux de basse altitude.

Les figures les concernant ont été reportées dans l'annexe(6).

○ Richesse faunistique

Les massifs kabyles abritent de nombreuses espèces animales.

On distingue la présence des mammifères sauvages parmi lesquels on trouve :

le chacal doré (*canis aureus*) (fig.a)macaque berbère (*Macac asylvanus*) (fig.b) la mangouste, la genette (fig.c) (dit chbirdou en tamazight), le porc-épic (Fig.e), le sanglier (Fig.f) la hyène rayée (Fig.g), la belette (Fig.i), le renard roux (Fig.h) , le lièvre brun (Fig.i)et hérisson(Fig.g) d'Algérie sont signalés dans les parcs du Djurdjura et de Taza, le lapin de garenne (Fig.k) à Taza et Gouraya et le lynx caracal (Fig.l) à Gouraya et dans le Djurdjura.

Ainsi que quelques espèces d'oiseaux comme le Canard siffleur (*Anas penelope*) (Fig.a), Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) (Fig.c), Cigogne blanche (*Ciconia.*)(Fig.b)Sittelle Kabyle (*Sitta ledanti*) (Fig.i) ; Balbuzard pecheur (*Pandion haliaetus*) (Fig.d) ; Pic-épeiche (*Dendrocopos major*) (Fig.e) et Aigrette garzette (*Egretta garzetta*) (Fig.f) ; Etourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) (Fig.g). On trouve aussi aux zones littorales le goéland (Fig.h).

La Kabylie abrite aussi quelques espèces d'arthropodes qui regroupent trois classes arachnides, les crustacés et les insectes. Cette dernière regroupe 12 ordres (Ephéméroptères, Plécoptères, Odonates, Hétéroptères, Coléoptères, Trichoptères, Diptères, Lépidoptères, Hyménoptères.

Les figures les concernant ont été reportées dans l'annexe (8 et7).

CHAPITRE III : Matériel et méthode

La mise en évidence de l'activité larvicide des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes sur les formes larvaires de *Culex pipiens* (Linnée, 1758) nécessite une production de larves par un élevage, la récolte des plantes, l'extraction des substances aqueuses ainsi que les tests de toxicité.

III.1 Matériel végétal

Trois plantes différentes à savoir le genet (*Cytisus scoparius*), la citronnelle (*Cymbopogon citratus*), le géranium (*Pelargonium graveolens*), ont été collectés aux alentours de la région de Tizirt au début du mois de mai 2022.

Les plantes ont été récoltées au crépuscule (géranium et citronnelle) et à l'aube (le genet) car à cette période le végétal se protège et stocke en partie ses propriétés à l'ombre hors de portée du soleil.

III.1.1 Le genêt à balais *Cytisus scoparius* (Dit Azuu en Tamazight)

Le genet à balais est une espèce d'arbustes à feuillage caduc de la famille des Fabaceae originaire du nord-ouest de l'Europe (Fig.21). Il atteint une hauteur de 1 à 3 mètre rarement 4. Les branches principales ont un diamètre pouvant atteindre de 5 à 10 cm. C'est un arbuste très ramifié à port colonnaire, aux tiges vertes anguleuses, aux petites feuilles caduques. Aux printemps, il se couvre entièrement d'une multitude de fleurs jaunes de 15 à 20 mm de largeur et de 20 à 30 mm de longueur qui laissent voir rapidement les étamines. A la fin de l'été ses gousses oblongues de 2 à 3 cm de long, 8 mm de large et 2 à 3 mm d'épaisseur, deviennent noires éclatent avec un bruit sec et répandent leurs graines autour de la plante mère.

□ Systématique

Classification

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Genre : *Cytisus*

Espèce : *Cytisus scoparius* (L.) Link, 1822.



Figure 21 : Genêt à balais *Cytisus scoparius*, **a** : partie aérienne, **b** : feuilles (**Photographie originale, 2022**).

III.1.2 La citronnelle *Cymbopogon citratus* (verveine des Indes)

La citronnelle ou verveine des Indes (*Cymbopogon citratus*), est une espèce de plantes herbacées tropicales de la famille des poacées ou graminées (Fig.22). La plante est formée de tiges

serrées pouvant atteindre 1.5 m de haut, lisses et glabres (Elles forment des touffes composées de feuilles linéaires (terminées en pointe, de 90 cm de long sur 3 à 5 cm de large ; ces feuilles sont raides, coupantes, lisses sur leurs deux faces et de couleur vert clair grisâtre. Elles dégagent une forte odeur de citron quand on les froisse (**Pousset, 2004 ; McVicar, 2006**).

La plante se termine dans sa partie souterraine par une base renflée comme un oignon mais qui ne correspond pas à un bulbe (**Teuscher et al, 2005**).

L'huile essentielle de citronnelle se compose principalement de citral, qui peut représenter 70 à 85% de son volume. Les autres 15 à 30% restants peuvent varier en fonction de la fraîcheur des feuilles utilisées lors de la distillation et de la variété employée ; cependant toutes les variétés contiennent du géraniol, farnesol, nérol, citronellol, myrcène, et aldéhydes.

L'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* montre des effets larvicide, ovicide et répulsif contre le moustique *Culex quinquefasciatus* (**Pushpanathan et al, 2006**).

□ **Systématique**

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Ordre : Cyperales

Famille : Poaceae

Genre : Cymbopogon

Espèce : Cymbopogon citratus(D.) Stapf, 1906.



A : Tiges et feuilles



B : Partie aérienne de la plante

Figure 22 : Citronnelle (*Cymbopogon citratus*) (Images.google.fr)

III.1.3 Le géranium odorant (*Pelargonium graveolens*)

Le *Pelargonium graveolens* est une plante aromatique médicinale vivace (Fig.23). Elle porte différents noms dont les plus connus sont : géranium rosat (nom à l'île de la Réunion), géranium odorant, pelargonium xasperum Ehrh. Ex Willd (nom scientifique) (JANIN, 2006).

Son nom « *Pelargonium* » vient du grec «Pélargos qui signifie cigogne, à cause de la forme de son fruit qui ressemble au bec des cigognes droit et pointu (Miller, 2002). La plante est originaire de l'Afrique du Sud, cultivée dans de nombreuses régions méditerranéennes et subtropicales. Elle est introduite en Algérie au 19^{ème} siècle dans la plaine de Mitidja, dans les jardins et dans les cimetières. (Boukhatem et al., 2010).

La composition chimique des huiles de Pélargonium est variée selon les cultivars utilisés, le climat (y compris la lumière du soleil, les précipitations et la température), le moment de la récolte, les engrais appliqués, etc. (**Lis-Balchin, 2002**). Cependant, les composants majeurs sont : Citronellol, géraniol et linalol (**Williams et Harborne, 2002 ; Ben Hsouna et Hamdi, 2012 ; Džamić et al, 2014 ; Atailia et Djahoudi, 2015**).

□ **Systematique**

Règne : Plantae (Plantes)

Sous-règne : Tracheobionta (Trachéophytes)

Super division : Spermatophyta (plantes à graines)

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Rosidae

Ordre : Geraniales

Famille : Geraniaceae

Genre : Pelargonium

Espèce : Pelargonium graveolens L., 1789



Figure 23 : *Pelargonium graveolens* ; **a-** Image Wikipédia. **b** -Photographie Originale (2022).

III.1.4 Préparation des extraits de plantes

III.1.4.1 L'extrait des huiles essentielles

- **La récolte**

Les parties aériennes de chaque plante sont récoltés à l'aide des ciseaux, elles sont ensuite placées dans un journal puis dans un sachet noir pour éviter l'exposition de la plante au soleil, elles sont ensuite transportées au laboratoire.

- **Le séchage**

Une fois au laboratoire les plantes sont lavées à l'eau distillée et laissés sécher à l'aire libre à l'abri de la lumière à une température égale à 20°C.

- **L'extraction**

L'extraction d'huile essentielle des plantes est effectuée par la méthode de l'hydrodistillation à l'aide de l'appareil de type Clevenger (fig.24).



Figure 24 : Appareil d'hydro-distillation de type Clevenger. (Originale, 2022)

III.1.4.2 Mode opératoire

-100 g de chaque plante est introduit dans le ballon contenant 1 litre de l'eau distillée. Ce mélange est porté à ébullition pendant 3 heures.

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

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

-L'huile essentielle et l'eau s'accumulent dans le tube en raison de différence de densité notre l'huile surnage sur l'eau.

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

III.1.5 L'extrait aqueux

- **La récolte**

Les plantes récoltées sont placées dans des sacs et transportées au laboratoire. (Fig.25)

- **Le séchage**

Une fois au laboratoire les plantes sont lavées à l'eau distillée puis séchées dans une étuve portée à 40°C pendant trois jours. (Fig.26)

- **Broyage et conservation**

La matière végétale est broyée à l'aide d'un broyeur à café jusqu'à sa réduction en poudre ensuite conservée à l'obscurité dans des boîtes en verre.

III.1.5.1 Préparation

Une quantité de 100 g de poudre de chaque plante est diluée dans un litre d'eau distillée préalablement portée à ébullition, puis laissée refroidir sous agitation magnétique pendant 30 minutes. Le mélange obtenu est filtré à l'aide d'un papier filtre. Le filtrat récupéré représente une solution stock initiale à 100g / l soit 10 %.

III.1.5.2 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.

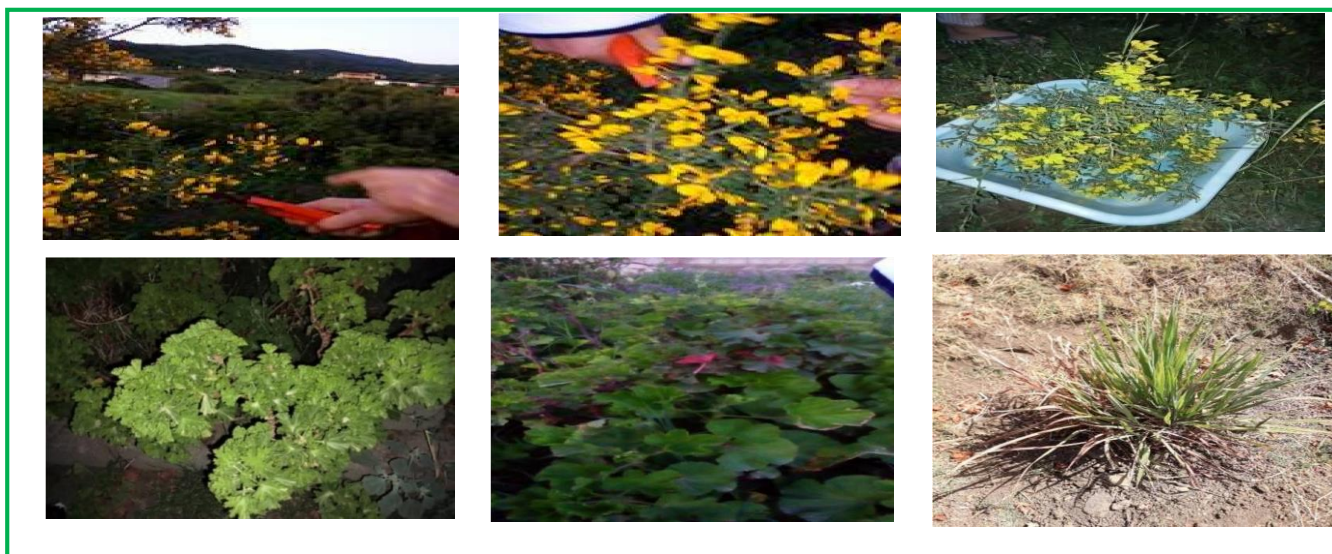


Figure 25 : La récolte des plantes (Originale ,2022)

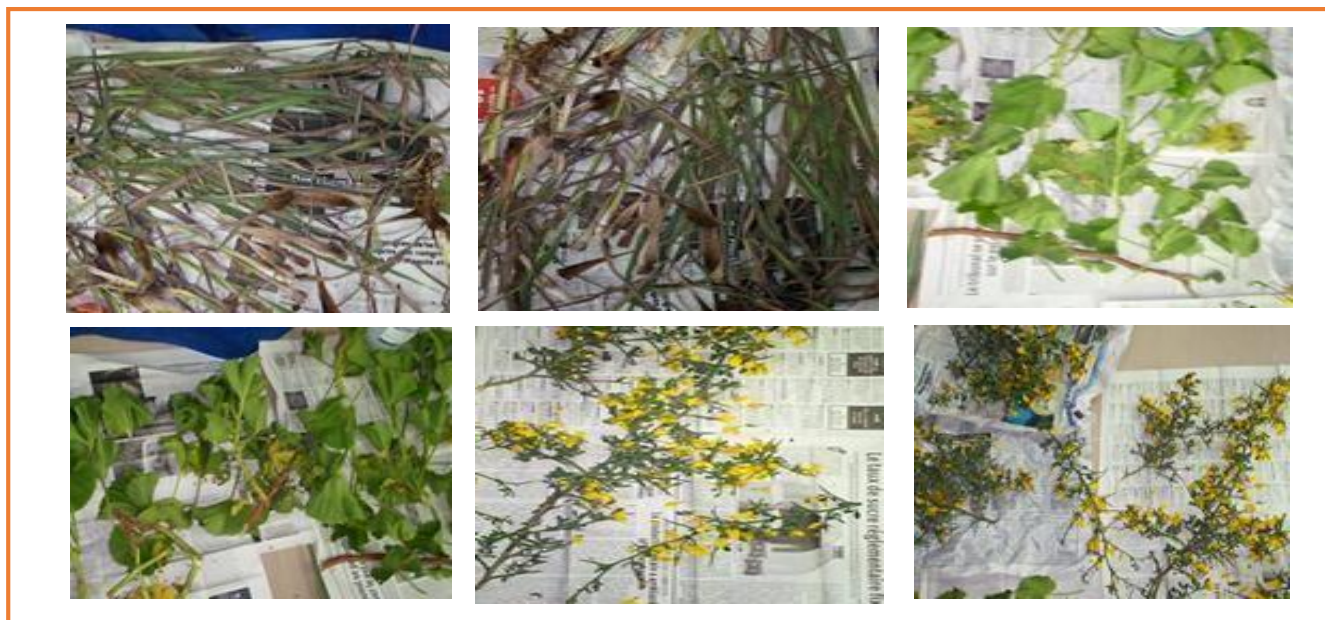


Figure 26 : Séchage des plantes a l'air libre (Originale,2022)



Figure 27 : 100g de chaque plante séchée. (Originale, 2022)



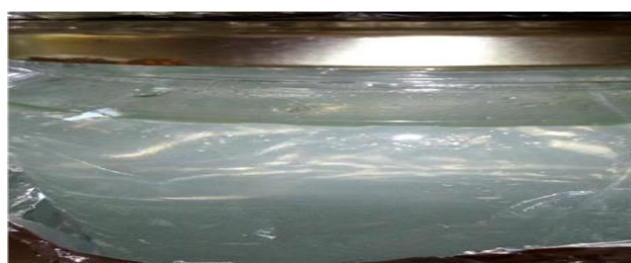
Peser 100g de chaque plante



verser 1l d'eau distillée et le végétal dans le ballon



Faire l'extraction de chaque
plante



Flacon contenant le distilla et une
couche de surnageant d'huile
essentielle

Figure 28 : Préparation des huiles essentielles (Originale, 2022).



Figure 29 : Préparation des extraits aqueux (Originale, 2022).

III.2 Recherche des gîtes potentiels

Il s'agit de prospecter les lieux à la recherche de l'existence de collections d'eau stagnante, grandes ou petites, naturelles ou artificielles, potentiellement favorables au développement des larves de moustiques. Toutes les collections d'eau stagnantes ont été considérées comme des gîtes larvaires potentiels et ont été prises en considération.

Durant nos prospections, les différentes caractéristiques des gîtes potentiels ont été notées :

- **Localisation** : nous avons utilisé un smartphone et l'application Google MAPS pour obtenir les coordonnées géographiques de Chaque gîte prospecter.
- **Type de gîte** : naturel ou artificiel.
- **Pérennité** : gîte permanent ou temporaire.
- **Végétation** : environnante, sur la bordure ou en surface, abondante ou absente.
- **Faune aquatique potentiellement prédatrice de larves** : poissons ou autres larvivores.
- **Ensoleillement** : milieu exposé au soleil ou ombragé.
- **Présence de stades pré-imaginaux** : Présence de larves ou d'œufs de moustiques par observation directe.
- **Photographies** : chaque gîte a été illustré.
Les données les concernant ont été reportées dans l'annexe (Annexes 1, 2,3).

III.2.1 Choix et descriptions des stations d'étude

L'étude a été effectuée sur deux régions biogéographique et bioclimatique différentes (Tamda et Tizirt) dans la wilaya de Tizi Ouzou (la Kabylie). Six gites sont retenues comme stations d'études.

- **Station I (Oued Tamda) (36.70N, 4.18E)**

Est un gite naturel temporaire peu profond situé sur la rive droite sous le pont Tamda (Fig. 30-d). C'est une station très polluée par les eaux drainées du bassin versant de Tamda ; Elle est entourée par une végétation abondante : voir (Annexe 2).

- **Station II (Tizirt : Mazer)**

C'est un réservoir de fontaine à eau permanente (Fig. 30 - a) situé dans une zone suburbaine du village Mazer à 7 km de la ville de Tizirt a une altitude de 151 m.

- **Station III (Tizirt : Mazer)**

Correspond à un gite naturel permanent (Fig. 30-b). C'est un fossé localisé au bord d'une route du village Mazer. Ces eaux proviennent d'une source naturelle et doté d'eau claire.

- **Station IV (Tizirt : Mazer)**

Est représentée par un Puits situé à proximité d'une habitation du village de Mazer (Fig. 30-e) dans une zone suburbaine à 5 km Ouest du chef-lieu de la daïra de Tizirt au village de Mazer.

C'est un gite artificiel permanent caractérisé par de l'eau claire. Il est rond et d'un mètre et demi de diamètre, d'une profondeur de 7 mètre, la végétation est absente, la lumière du jour pénètre le puits par tous les accès.

- **Station V : (Tizirt : Tiza)**

C'est un gîte artificiel temporaire représenté par un bassin d'irrigation d'une habitation (Fig. 30-f). Ce gîte est situé dans une zone rurale de région de Tiza à 6 km de la ville de Tizirt. Il Renferme de l'eau trouble et une dense couche végétale.

- **Station VI : (Tizirt : Mazer)**

Correspond à un gîte naturel permanent (Fig. 30-c). C'est un fossé situé à bord d'une route dans le village Mazer.



- **Station II Mazer**



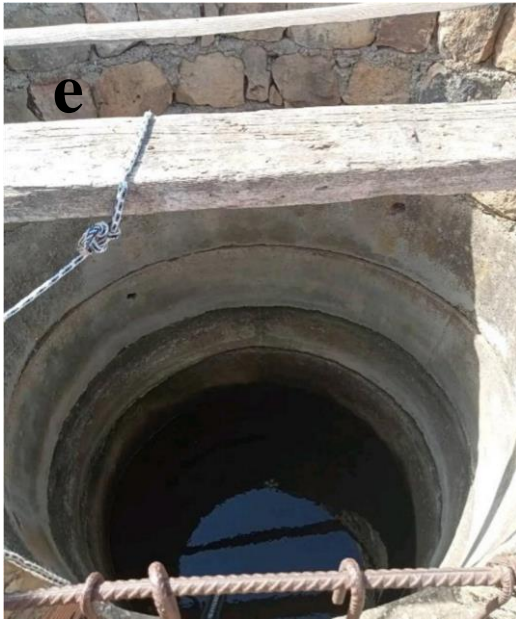
- **Station III Mazer**



- **Station VI Mazer**



- **Station I Oued Tamda**



- Station IV Mazer



- Station V Tiza

Figure 30 : Les gites prospectés. (Photographie originales, 2022)

III.3 Matériel animal

III.3.1 Méthode adapté sur terrain

III.3.1.1 Echantillonnage des larves de Culicidae

Pour la récolte des larves nous avons adaptés la technique de la louche dipping (en Anglais) (Messai et al. 2010). Une technique qui est sans aucun doute l'outil le plus couramment utilisé pour la collecte des larves de moustiques et des nymphes d'une grande variété d'habitats. (Fig.31)



Figure 31 : Technique de la capture directe par la louche (Originale, 2022).

L'opérateur doit se mettre en face du soleil pour éviter de créer une ombre qui va faire fuir les larves au fond du gîte. La louche est plongée doucement, avec un angle de 45° . Le mouvement doit être fluide et surtout pas brusque. Dans le cas du filet (ou passoire), il doit être glissé à la surface de l'eau à une certaine profondeur. Le contenu est versé dans des bouteilles en plastique en prenant soin de prélever assez d'eau du gîte pour permettre l'élevage temporaire des premiers stades larvaires. Une passoire est utilisée pour vider le contenu récolté dans un bac contenant l'eau du gîte puis transvaser le tout dans des bouteilles en plastiques. Il faut attendre quelques minutes, le temps que les larves remontent à la surface de l'eau pour refaire le prélèvement. Les bouteilles ne doivent pas être remplies entièrement, il faut laisser assez d'air aux larves pour respirer. Ne pas fermer hermétiquement, installés à l'ombre jusqu'à ce que les échantillons soient ramenés au laboratoire.

III.3.2 Méthodes adaptées au laboratoire

III.3.2.1 Elevage des larves

Une fois au laboratoire les larves sont conservées dans des bacs en plastiques contenant l'eau du gîte, et recouvert avec un tulle moustiquaire.

La moitié des larves ont laissées poursuivre leur développement qui passe par quatre stades successifs. Seules les larves du quatrième stade sont récupérées et prises en considération pour des montages entre lame et lamelle.

L'élevage a été réalisé sous les conditions de laboratoire avec une température de $26,4^{\circ}\pm 3,8$ et une humidité relative de 48%.

III.3.2.2 Préparation et montage des larves

Pour la détermination des genres et espèces de Culicidae, les larves du quatrième stade sont utilisées, vu la facilité de leur manipulation et leur chétotaxie (Bouabida *et al.*, 2012).

Pour notre étude, nous avons adopté la technique de préparation proposée par (Matile ,1993). (Fig.32)

III.3.2.3 Identification des larves

Les larves de Culicidae capturées ont été identifiés à l'aide des clés d'identification morphologique nous nous somme référer d'une part aux clés de (SINEGRE *et al.*, 1979) (Fig.33)

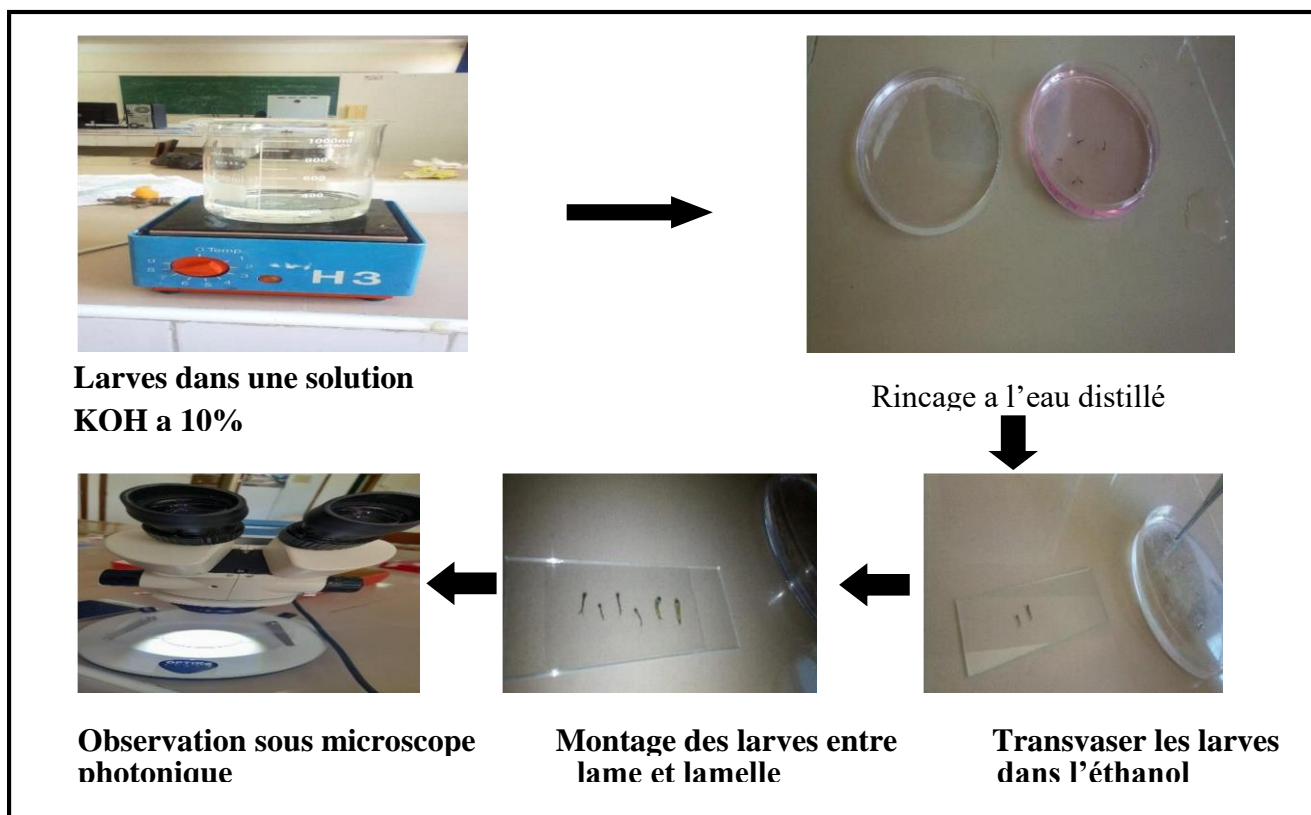


Figure 32 : Montage des larves (Originale, 2022).

D'autre part au logiciel d'identification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne réalisé par (BRUHNE et al.1999).

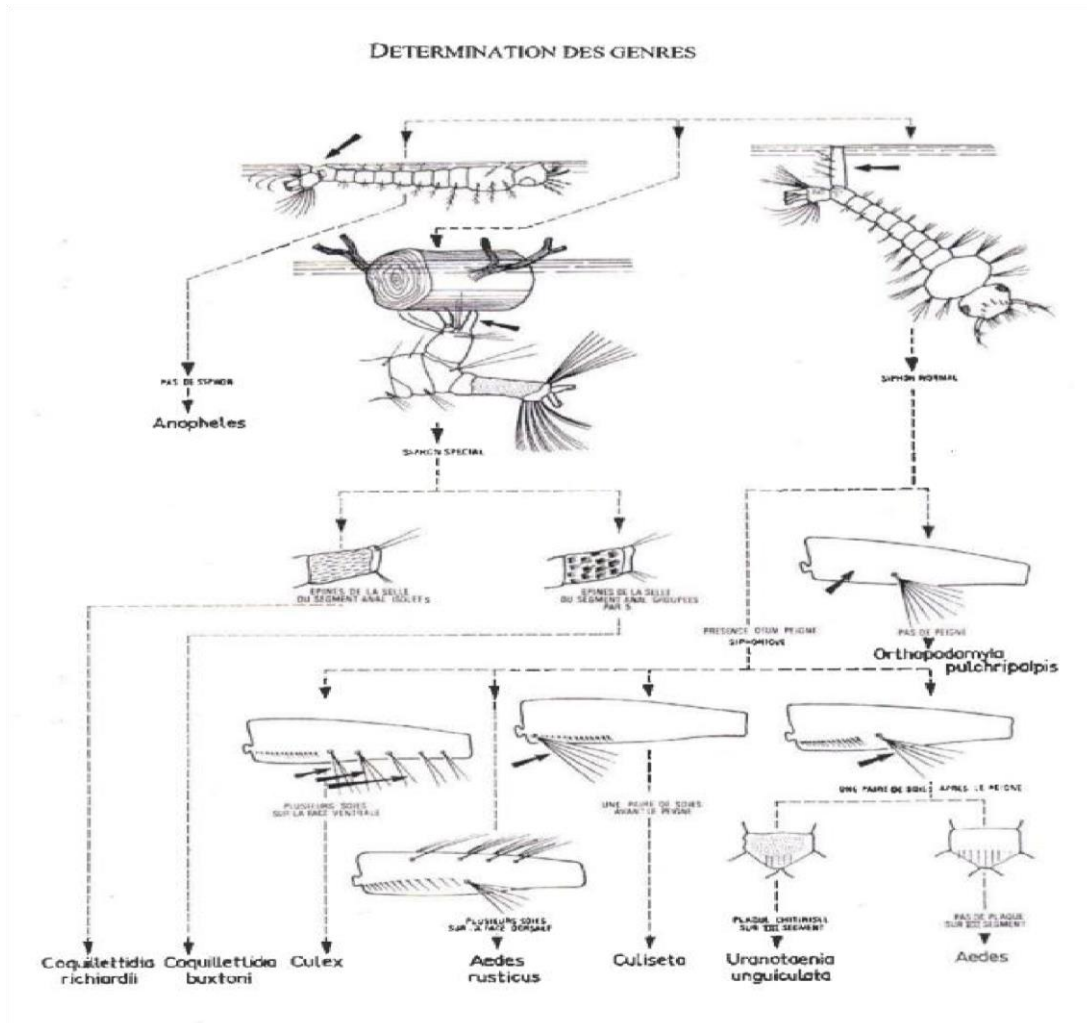


Figure 33 : Illustration des principaux genres de larves de Culicidae. (Sinigre et al., 1979).

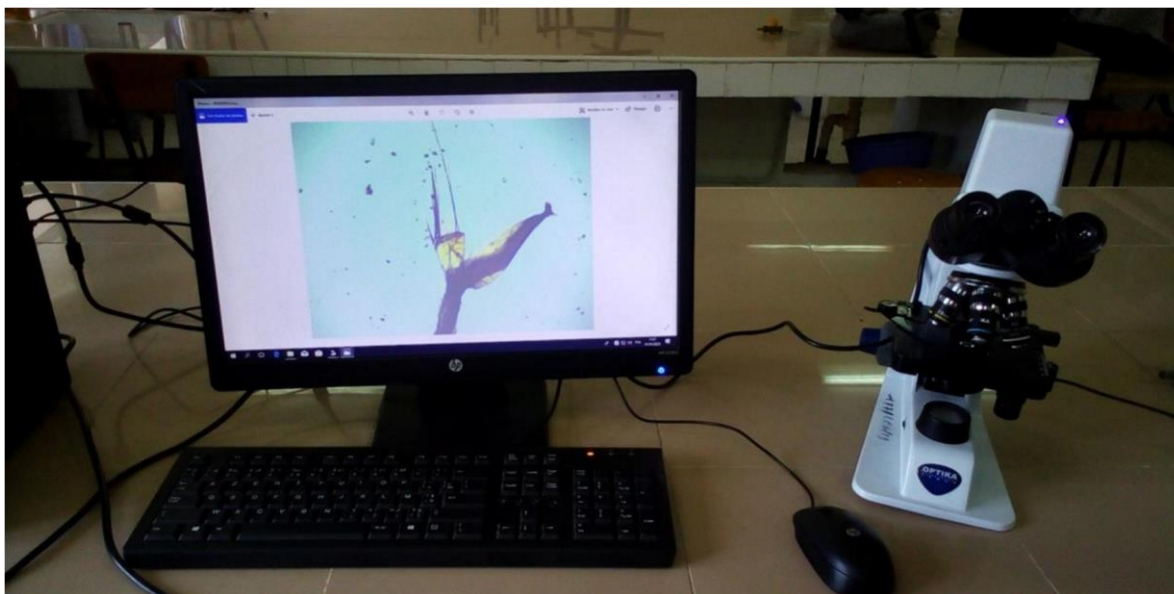


Figure 34 : Technique d'identification (Originale, 2022)

Une seule espèce est sélectionnée pour une étude toxicologique, *Culex pipiens*, Les larves du quatrième stade sont très utilisées, vu la facilité de leur pêche et leur chétotaxie qui permet leur identification.

III.4 Réalisation des tests de toxicité

- **Avec les huiles essentielles**

Selon le protocole d'OMS 2005, des concentrations d'extraits de plantes sont préparées et testées contre les larves du 4^{ème} stade du *Culex pipiens* (pour le cas du stage) nouvellement exuvies (tête blanche à soies très apparentes).

Les huiles essentielles sont insolubles dans l'eau, elles doivent être dissoutes dans des solvants tels que l'acétone ou l'éthanol afin de préparer des solutions diluées. Le volume de solution mère doit être de 20 ml de 1%, obtenu en pesant 200 mg (0.20g) de l'huile essentielles et en lui ajoutant 20 ml de solvant (éthanol). Il faut Agiter pour dissoudre l'huile dans le solvant. La solution mère est ensuite diluée en série (cinq fois) dans l'éthanol (2 ml de solution à 18 ml solvant). Les concentrations d'essai sont ensuite obtenues en ajoutant 0,1-1,0 ml (100-1000 μ l) de la dilution appropriée à 100 ml ou 200 ml d'eau déchloruré ou distillée Pour les autres volumes

d'eau d'essai, 15 larves du quatrième stade sont ajoutées par des compte-gouttes aux petits récipients contenant chacun 100-200 ml d'eau.

Quatre répliques ou plus sont établies pour chaque concentration.

- En faisant une série de Concentrations, la concentration la plus faible doit être préparée en premier (on a fait le contraire la dose 5 c'est la plus faible). (Fig.35 et 36)
- Les petits volumes de dilutions doivent être prélevés et injectés avec des pipettes à pointes jetables.
- La solution mère doit être conservée dans un flacon à bouchon à vis, avec une feuille d'aluminium entourée sur le tube à essai pour éviter toute exposition à la lumière.
- Pour la profondeur de l'eau dans les tasses ou les récipients, il doit rester entre 5 cm et 10 cm d'espace libre.
- Tous les tests doivent être contrôlés chaque 24h pendant 72h, les larves mortes sont comptées et retirées à chaque fois.
- Après les premières 24h, l'eau des récipients testée est remplacée par une eau potable, et ses larves sont ensuite nourries avec une fine quantité du mélange de biscuits et levure moulu en poudre.
- Les récipients d'essai sont maintenus à une température variant de 25 à 28°C et une préférence une photopériode de 12 h de lumière suivie de 12 h d'obscurité.



Figure 35 : Préparation de l'huile essentielle de chaque plante (Originale, 2022).



Figure 36 : Bio-essais toxicologiques des trois huiles (Originale ,2022).

- Avec les extraits aqueux :

Les bioessais sont inspirés des tests de sensibilité (OMS, 1963). A partir de la solution mère (100g/l ou 10%) de chaque plante et l'eau du gîte larvaire, des doses de 5%, 4%, 3%, 2% et 1% ont été préparées pour chaque plante. Les tests sont réalisés dans des bécjers de 5cm de diamètre contenant chacun 100ml de la solution et 10 larves de moustiques de la même espèce et du même calibre (L4 de *Cx pipiens*). Le même nombre larvaire est placé dans un bécjers ou gobelet.

Quatre répétitions sont effectuées pour les différentes concentrations de l'extrait ainsi que pour le témoin, et le taux de mortalité est déterminé après 4h, 24h, 48h et 72h. (Fig. 37)



Figure 37 : Bioessais toxicologiques des extraits aqueux (Originale,2022).

III.5 Analyses statistiques

- Pour chaque répétition R1, R2, R3, R4 (témoin), les mortalités des larves sont exprimées en pourcentage par la formule suivante :

$$\% \text{ de mortalité observé} = \frac{\text{nombre d'individus morts ou bloqués}}{\text{nombre total d'individus traités}} \times 100$$

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

$$\% \text{ de mortalité corrigé} = \frac{\% \text{ mortalité des larves traitée} - \% \text{ mortalité des témoins}}{100 - \% \text{ mortalité des témoins}} \times 100$$

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

Calcul de l'équation de la droite de régression :

$$Y = ax + b \rightarrow X = \frac{y - b}{a} \rightarrow X = \text{DL50 et } Y = \text{probits à 50\%}$$

$$Y = ax + b \rightarrow X = \frac{y - b}{a} \rightarrow X = \text{DL90 et } Y = \text{probits à 90\%}$$

Les logarithmes des concentrations létales (CL50 et CL90) sont déterminés à partir d'une droite de régression selon le procédé mathématique de (**Finney ,1971**). La méthode de (**Swaroop et al., 1966**) précise l'intervalle de confiance avec une probabilité de 95%.

Les données normalisées font l'objet d'une analyse de la variance (ANOVA) à deux ou trois critères de classification (la dose, temps, l'huile) équilibré puisque le nombre de répétitions est le même pour les différentes doses utilisées. Par l'ANOVA nous avons tenté de déterminer s'il existe une différence significative entre les différentes doses d'huiles utilisées, et si tel est le cas, quel est la dose la plus efficace en termes de mortalité.

D'après (**Dagnélie, 1970**), l'analyse de la variance permet la comparaison des moyennes à partir de la variabilité des échantillons. Elle permet suivant le niveau de la signification de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre les facteurs. La probabilité inférieure à 0,01 donne un effet hautement significatif ; à 0,05, un effet significatif et pour une probabilité supérieure à 0,05 on considère que l'effet n'est pas significatif.

CHAPITRE IV : Résultats et discussion

Dans le but de connaître l'effet larvicide des huiles essentielles et celui des extraits aqueux des 3 plantes testées à savoir : *Cytisus scoparius*, *Cymbopogon citratus* et *Pelargonium graveolens*, 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.

IV.1 Etude de la toxicité des extraits aqueux sur les larves L4 de *Culex pipiens*

IV.1.1 Etude de la toxicité de l'extrait aqueux de *Cymbopogon citratus* sur les larves L4 de *Culex pipiens*

IV.1.1.1 Mortalité cumulée

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de l'extrait aqueux de *Cymbopogon citratus* après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure suivante.

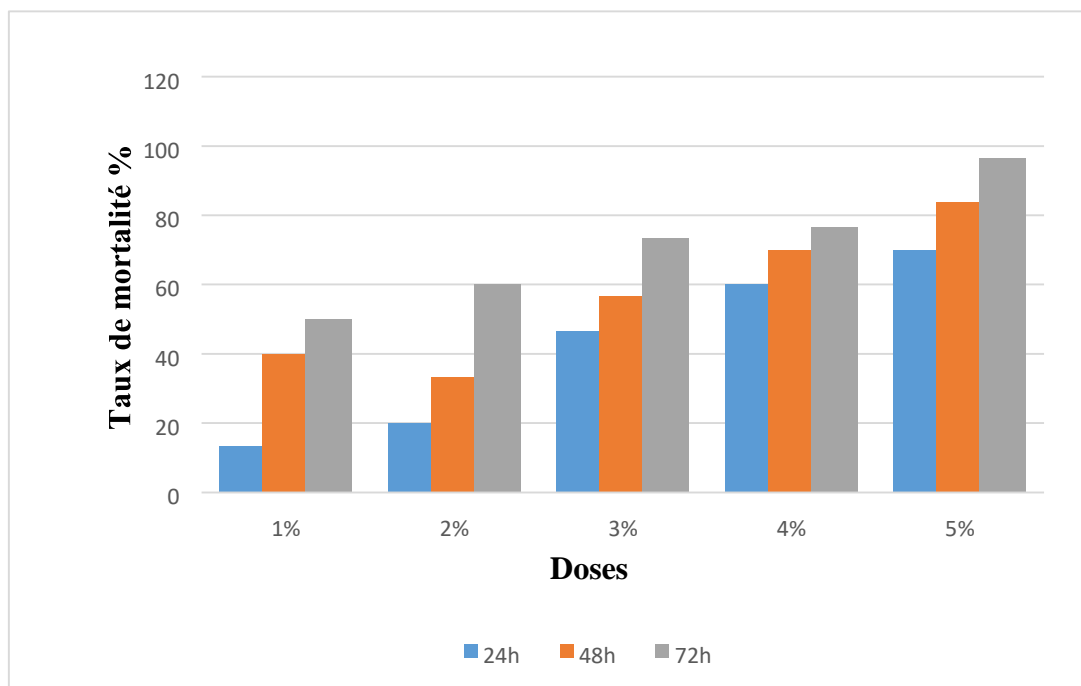


Figure 38 : Mortalité cumulée des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et des différentes doses de *Cymbopogon citratus*.

La figure 38 montre une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps. La mortalité a augmenté avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité élevée avoisinant les 100% a été enregistrée 72 heures après l'exposition à une concentration de 5%.

IV .1.1. 2 Mortalité corrigée

Les tableaux 7,8 ,9 représentent les pourcentages de mortalité dans les trois répétitions en fonction des concentrations utilisées à savoir 1.63g/l ,3.27g/l ,4.90g/l, 6.54g/l,8.18g/l, pendant 24h 48h 72h d'exposition.

Tableau 7 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cymbopogon citratus* pendant 24h.

Concentration	1.63g/l	3.27g/l	4.90g/l	6.54g/l	8.18g/l
Répétions					
R1	20	30	33.33	37.5	60
R2	10	20	44.44	50	70
R3	10	10	44.44	62.5	80
Moyenne	13.33	20	40.73	50	70
Ecart-type	5.77	10	6.41	12.5	10

Tableau 8 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cymbopogon citratus* pendant 48h.

Concentration	1.63g/l	3.27g/l	4.90g/l	6.54g/l	8.18g/l
Répétions					
R1	44.44	33.33	44.44	50	88.88
R2	11.11	22.22	55.55	62.5	77.77
R3	44.44	22.22	55.55	75	88.88
Moyenne	33.33	25.92	51.84	62.5	85.17
Ecart-type	19.24	6.41	6.41	12.5	6.41

Tableau 9 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cymbopogon citratus* pendant 72h.

Concentration	1.63g/l	3.27g/l	4.90g/l	6.54g/l	8.18g/l
Répétitions					
R1	50	62.5	66.66	71.43	10
R2	12.5	25	66.66	57.14	87.5
R3	50	62.5	77.77	71.43	100
Moyenne	37.5	50	70.36	66.66	95.83
Ecart-type	21.65	21.65	6.41	8.25	7.21

La plus forte concentration testée qui est de 8.18 g/l a causé une mortalité élevée de 95.83% pendant 72h chez les larves L4 contre une mortalité de 13.13% marquée pour la plus faible dose (1.63g/l) pendant 24h.

IV .1.1.3 Régressions linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h d'exposition à *Cymbopogon citratus*

Le traçage des droites de régression Probits= f (log doses), nous a permis d'obtenir les courbes illustrées par la figure 39, avec Y : valeur de probit, correspondant à l'effet insecticide (probit de mortalités) ; X : log de dose de l'extraits testé.

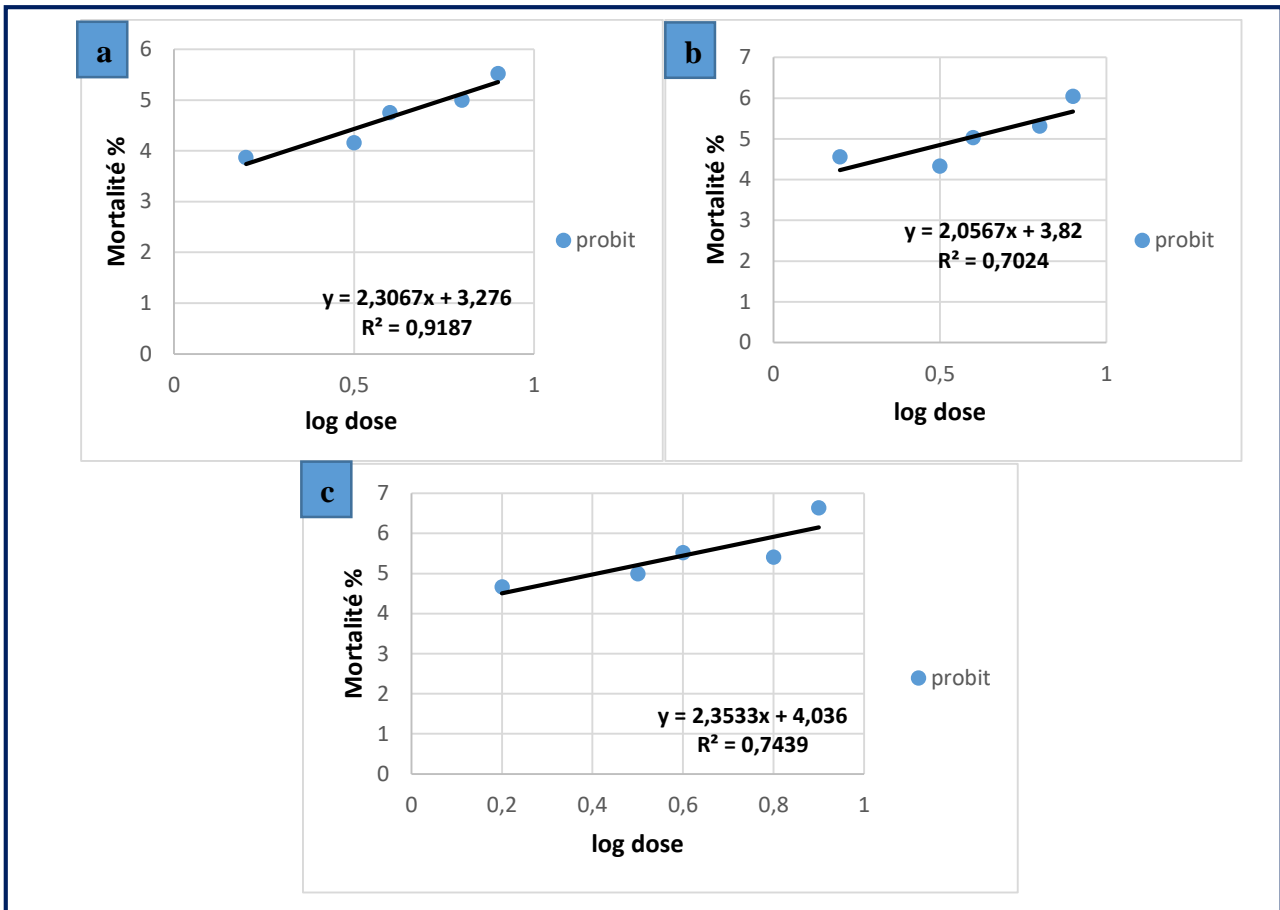


Figure 39 : Droites de régression des concentrations de l'extrait de *C.Citratus* en fonction de la mortalité des larves de *Cx pipiens* après : a) 24h, b) 48h, c) 72h d'exposition.

IV 1.1.4 La détermination de dose ou concentration létale de 50% et 90%(CL50 et CL90%)

Les résultats concernant les doses létales DL50 et DL90 de l'extrait aqueux de *C.citratus* sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de *Cx pipiens*.

Le végétal	Temps	DL50 g/l	DL90 g/l	R ²	Equation de régression
<i>C. citratus</i>	24h	5.58	303	0.918	Y=2.3067x+3.276
	48h	3.74	330	0.702	Y=2.0567x+3.82
	72h	2.56	128	0.743	Y=2.3533x+4.036

Les droites de régressions après une exposition à l'extrait aqueux de *C. Citratus* de 24h, 48h et 72h sont respectivement de la forme $Y=2.3067x+3.276$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.918$, $Y=2.0567x+3.82$ avec un coefficient de corrélation $R^2=0.702$ et $Y=2.3533x+4.036$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0.743$. Ces droites de régressions ont une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration des extraits et les taux de mortalités enregistrés (Fig. 41). Dans ce cas les valeurs de DL50 après 24h, 48h et 72h sont respectivement de 5.58 g/l, 3.74g/l et 2.56g/l. Ainsi les valeurs de la DL90 après 24h, 48h et 72h sont 303g/l, 330g/l, 128g/l. (Tableau .10)

IV.1.2 Etude de la toxicité de l'extrait aqueux de *Pelargonium graveolens* sur les larves L4 de *Cx pipiens*

IV .1.2.1 Mortalité cumulée

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de l'extrait aqueux de *Pelargonium graveolens* après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure suivante.

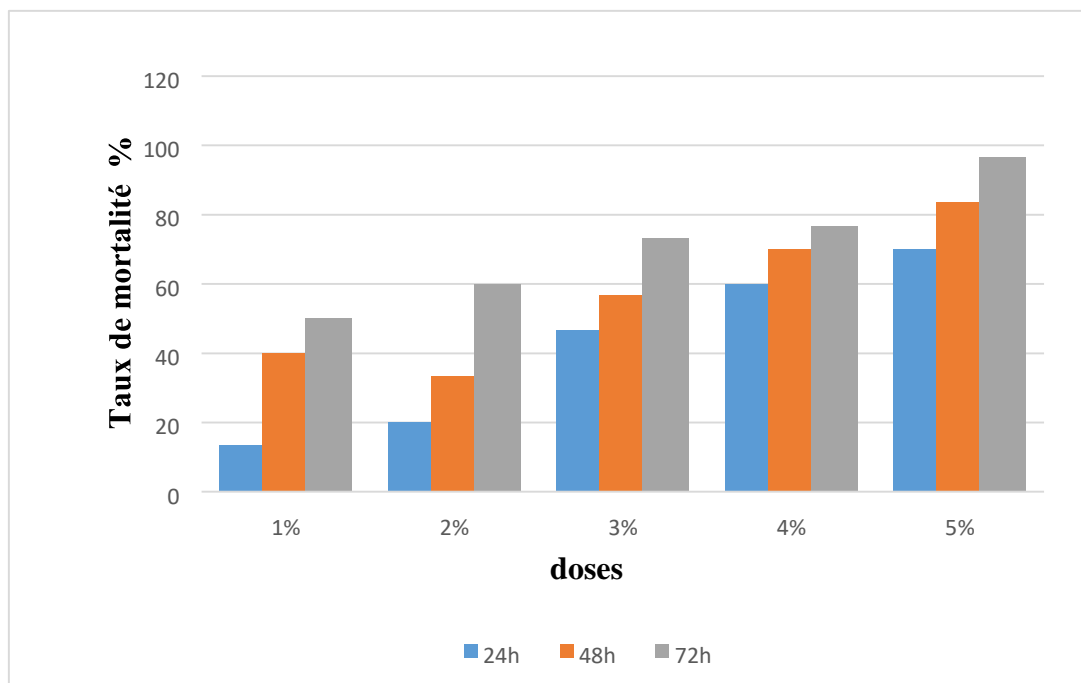


Figure 40 : Mortalité cumulée des larves de *Cx. pipiens* en fonction du temps et des différentes doses de *Pelargonium graveolens*.

La figure montre une variation graduelle du taux de mortalité de larves traitées avec l'extrait aqueux de *Pelargonium graveolens* par différentes doses en fonction du temps. La mortalité a augmenté avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité élevée avoisinant les 100% a été enregistrée 72 heures après l'exposition à une concentration de 5%.

IV .1.2.2 Mortalité corrigée

Les tableaux 11, 12,13 représentent les pourcentages de mortalité dans les trois répétitions en fonction des concentrations utilisées à savoir 1.76g/l, 3.52g/l, 5.28g/l, 7.04g/l ,8.8g/l pendant 24h 48h 72h d'exposition.

Tableau 11 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Pelargonium graveolens* pendant 24h.

Concentration	1.76g/l	3.52g/l	5.28g/l	7.04g/l	8.8g/l
Répétions					
R1	0	10	11.11	30	44.44
R2	20	30	33.33	50	66.66
R3	20	30	44.44	70	77.77
Moyenne	13.33	23.33	29.62	50	62.95
Ecart-type	11.54	11.54	16.97	20	16.97

Tableau 12 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Pelargonium graveolens* pendant 48h.

Concentration	1.76g/l	3.52g/l	5.28g/l	7.04g/l	8.8g/l
Répétions					
R1	22.22	20	22.22	33.33	75
R2	22.22	40	44.44	66.66	75
R3	33.33	50	55.55	77.77	87.5
Moyenne	25.92	36.66	40.73	59.25	79.16
Ecart-type	6.41	15.27	16.97	23.12	7.21

Tableau 13 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Pelargonium graveolens* pendant 72h.

Concentration	1.76g/l	3.52g/l	5.28g/l	7.04g/l	8.8g/l
Répétitions					
R1	44.44	40	33.33	60	90
R2	22.22	50	55.55	80	90
R3	33.33	60	66.66	90	100
Moyenne	33.33	50	51.84	76.66	93.33
Ecart-type	11.11	10	16.97	15.27	5.77

La plus forte concentration testée qui est de 8.18 g/l a causé une mortalité élevée de 93.33% pendant 72h chez les larves L4 contre une mortalité de 13.13% marquée pour la plus faible dose (1.63g/l) pendant 24h.

IV.1.2.3 Régressions linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h d'exposition à *Pelargonium graveolens*

Le traçage des droites de régression Probits= f (log doses), nous a permis d'obtenir les courbes illustrées par la figure 41, avec Y : valeur de probit, correspondant à l'effet insecticide (probit de mortalités) ; X : log de dose de l'extraits testé.

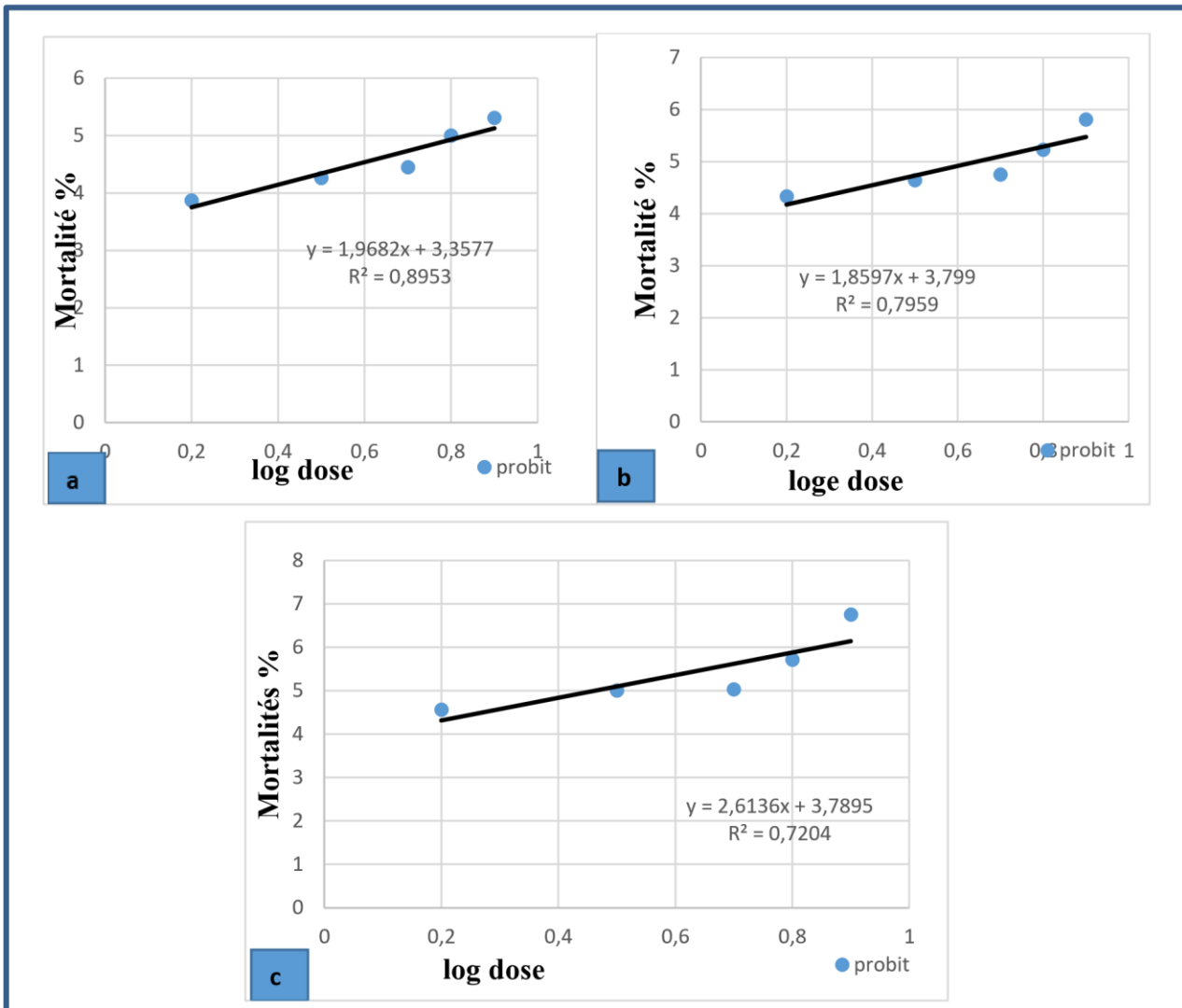


Figure 41 : Droites de régressions des concentrations de l'extrait de *P. graveolens* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après : a) 24h, b) 48h, c) 72h d'exposition.

IV.1.2.4. La détermination de dose ou concentration létale de 50% et 90%(CL50 et CL90%)

Les résultats concernant les doses létales DL50 et DL90 de l'extrait aqueux de *P. graveolens* sont présentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de culex pipiens.

Le végétal	Temps	DL50 g/l	DL90 g/l	R ²	Equation de régression
<i>P.graveolens</i>	24h	6.76	735	0.895	Y=1.9682x+3.3577
	48h	4.36	626	0.795	Y=1.8597x+3.799
	72h	2.90	98.5	0.720	Y=2.6136x+3.7895

Les droites de régression établis ont une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration et les taux de mortalités enregistrés après une exposition à l'extrait aqueux de *P. graveolens* de 24h ,48h et 72h (Fig. 44). Ces courbe sont respectivement de la forme $Y=1.9682x+3.3577$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0.895$, $Y=1.8597x+3.799$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0.795$ et $Y=2.6136x+3.7895$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0.720$. Dans ce cas les valeurs de DL50 après 24h, 48h et 72h sont respectivement de 6.76 g/l, 4.36g/l et 2.90g/l. Ainsi les valeurs de DL90 après 24h, 48h et 72h sont de 735g/l, 626g/l et 98.5g/l (Tableau 14).

IV.1.3 Etude de la toxicité de l'extrait aqueux de *Cytisus scoparius* sur les larves L4 de *Cx. pipiens*

IV.1.3.1 Mortalité cumulée

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de l'extrait aqueux de *Cytisus scoparius* après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure suivante.

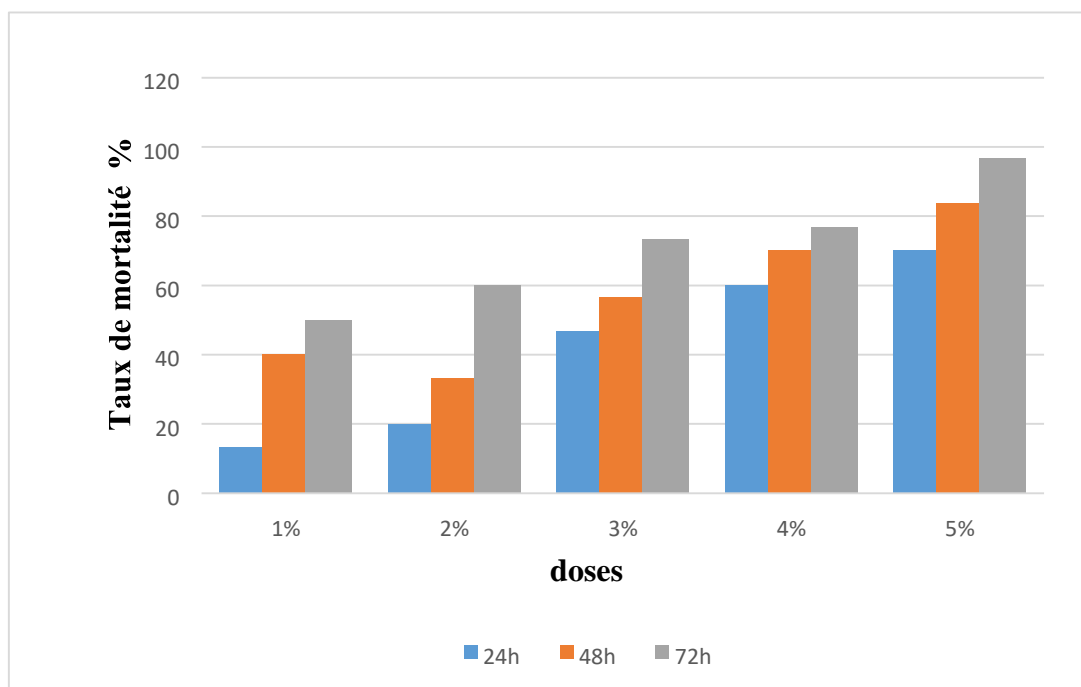


Figure 42 : Mortalité cumulée des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et des différentes doses de *C. scoparius*.

La figure montre une variation graduelle du taux de mortalité de larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps des trois plantes. La mortalité moyenne a augmenté avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité élevée avoisinant les 100% a été enregistrée 72 heures après l'exposition à une concentration de 5%.

IV.1.3.2 Mortalité corrigée

Les tableaux 15, 16, 17 représentent les pourcentages de mortalité dans les trois répétitions en fonction des concentrations utilisées à savoir 2.33g/l, 4.66g/l, 6.99g/l, 9.32 g/l, 11.65g/l pendant 24h 48h 72h d'exposition.

Tableau 15 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cytisus scoparius* pendant 24h.

Concentration	2.33g/l	4.66g/l	6.99g/l	9.32g/l	11.65g/l
Répétions					
R1	20	30	44.44	55.55	70
R2	30	40	55.55	66.66	80
R3	20	30	44.44	66.66	80
Moyenne	23.33	33.33	48.14	62.95	76.66
Ecart-type	5.77	5.77	6.41	6.41	5.77

Tableau 16 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cytisus scoparius* pendant 48h.

Concentration	2.33g/l	4.66g/l	6.99g/l	9.32g/l	11.65g/l
Répétions					
R1	12.5	33.33	55.55	66.66	77.77
R2	25	33.33	66.66	77.77	100
R3	12.5	22.22	55.55	88.88	100
Moyenne	16.66	29.62	59.25	77.77	92.59
Ecart-type	7.21	6.41	6.41	11.11	12.83

Tableau 17 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cytisus scoparius* pendant 72h.

Concentration	2.33g/l	4.66g/l	6.99g/l	9.32g/l	11.65g/l
Répétitions					
R1	25	44.44	66.66	75	87.5
R2	37.5	33.33	77.77	87.5	90
R3	12.5	33.33	66.66	100	100
Moyenne	25	37.03	70.36	87.5	92.5
Ecart-type	12.5	6.41	6.41	12.5	7.21

La plus forte concentration testée qui est de 11.65 g/l a causé une mortalité élevée de 92.5% pendant 72h chez les larves L4 contre une mortalité de 23.33% marquée pour la plus faible dose 2.33g/l pendant 24h.

IV.1.3.3. Régression linaires des cinq doses durant 24h, 48h 72h d'exposition à *C. scoparius*

Le traçage des droites de régression Probits= f (log doses), nous a permis d'obtenir les courbes illustrées par la figure 43, avec Y : valeur de probit, correspondant à l'effet insecticide (probit de mortalités) ; X : log de dose de l'extrait testé.

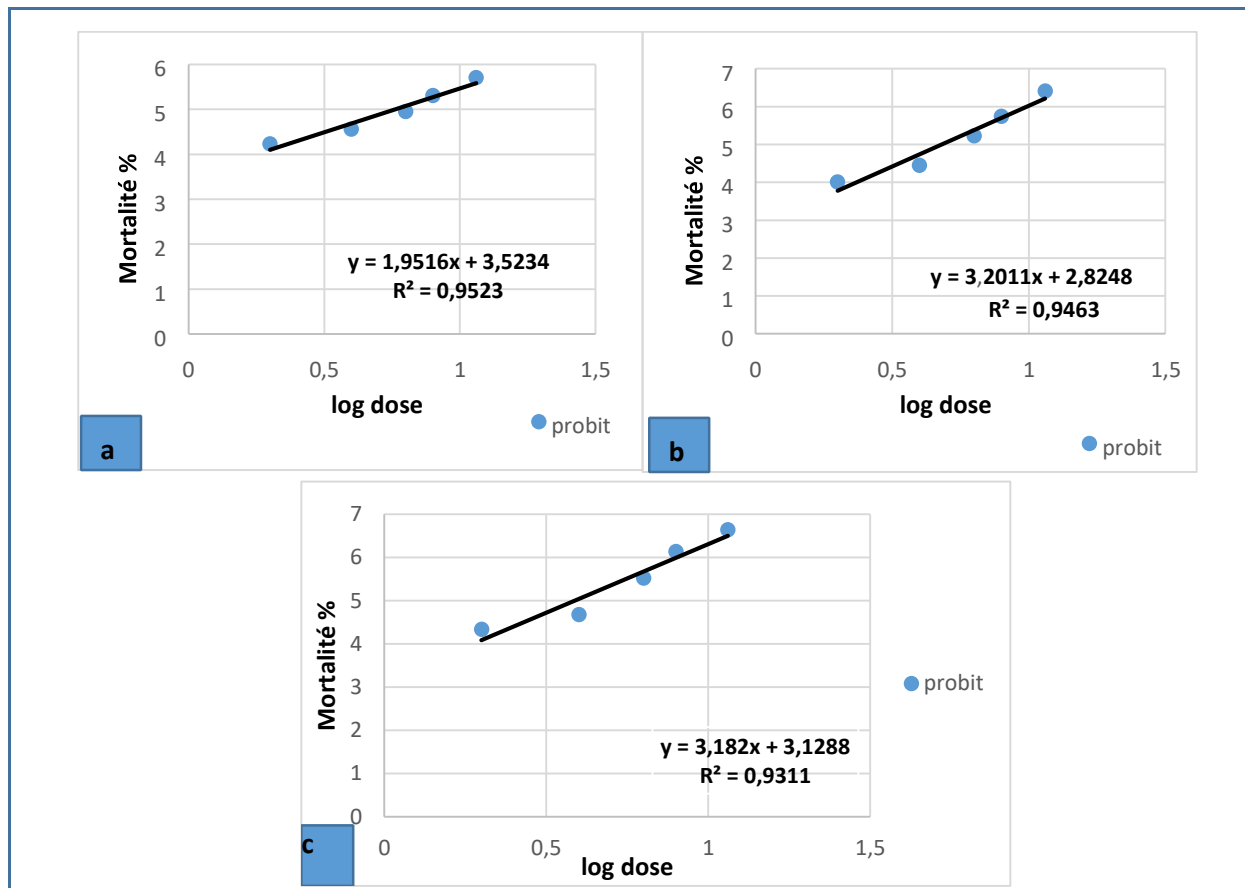


Figure 43 : Droites de régressions des concentrations de l'extrait de *C. scoparius* en fonction de la mortalité des larves de *Culex pipiens* après : a) 24h, b) 48h, c) 72h d'exposition.

IV.1.3.4. La détermination de dose ou concentration létale de 50% et 90%(CL50 et CL90%)

Les résultats concernant les doses létales DL50 et DL90 de l'extrait aqueux de *C.scoparius* sont présentés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Valeurs de DL50 et DL90 de mortalité des larves de *culex pipiens*.

Le végétal	Temps	DL50 g/l	DL90 g/l	R ²	Equation de régression
<i>C.scoparius</i>	24h	5.70	640	0.952	Y=1.9516x+3.5234
	48h	4.78	84.93	0.946	Y=3.2011x+2.8248
	72h	3.87	70	0.931	Y=3.182x+3.1288

Les droites de régressions établis ont une tendance linéaire montrant une corrélation entre l'augmentation de la concentration et les taux de mortalités enregistrés après une exposition à l'extrait aqueux de *C.scoparius* de 24h ,48h et 72h (Fig. 47). Ces courbe sont respectivement de la forme $Y=1.9516x+3.5234$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0.952$, $Y=3.2011x+2.8248$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0.946$, $Y=3.182x+3.1288$ avec un coefficient de corrélation $R^2 =0.931$. Dans ce cas les valeurs de DL50 après 24h, 48h et 72h sont respectivement 5.70g/l ,4.78 g/ et 3.87 g/l. Ainsi les valeurs de DL90 après 24h, 48h et 72h sont 640g/l, 84.93g/l, 70g/l.

V1.1.4 Analyse de la variance à trois critères extraits -dose –temps

Dans le but de voir l'effet des doses de *C. citratus*, *P. graveolens* et *C. scoparius* sur les larves de *Cx. pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition, une analyse de la variance à trois critères est présentée dans le tableau ci-après

Tableau 19 : Effet des doses de *C.citratus* ,*P.graveolens* et *C.scoparius* sur les larves de culex pipiens après 24h, 48h et 72h d'exposition.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
var. Totale	135180,9	161	839,633				
var.Facteur extrait	1749,406	2	874,703	8,747	0,00037		
var.Facteur dose	105647,6	5	21129,52	211,295	0		
var.facteur temps	13201,28	2	6600,641	66,006	0		
var.inter f1*2	1161,703	10	116,17	1,162	0,32437		
var.inter f1*3	513,555	4	128,389	1,284	0,28023		
var.inter f2*3	1154,266	10	115,427	1,154	0,32952		
var.inter f1*2*3	953,117	20	47,656	0,477	0,97015		
var.résiduelle1	10800	108	100			10	20,74%

DDL:degrès de liberté; **SCE** : somme des carrès entre les groupes; **CM** : moyenne des carrès; **Fobs** : valeur de Fisher observée; **P** : valeur de probabilité.

L'analyse de la variance montre qu'il n'y a une différence très hautement significatif (var. extrait) : $0.00037 < 0.001$, (var. dose) : $0 < 0.001$, (var. temps) : $0 < 0.001$ révélant ainsi, des

différences d'action en terme de mortalité entre les extraits aqueux des trois plantes testés en fonction du temps d'exposition.

➤ **TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%**

Les résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des extraits des plantes étudiées sur la mortalité des larves de *Cx. pipiens* sont présentés dans le (Tableau 20).

Tableau 20 : résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des extraits des plantes sur la mortalité des larves de culex pipiens.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	Géranium	51,852	A	
3.0	citronnelle	48,889	A	
1.0	genêt	43,889		B

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les deux plante *C.Citratus*, *P.graveolens* dans le même groupe homogène A et *C.scoparius* dans un groupe homogène B.

- Pour voir l'effet des doses sur la mortalité des larves de *Cx. pipiens* le test de Newman et Keuls au seuil 5% est calculé (Tableau 21).

Tableau 21 : résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des doses sur la mortalité des larves de culex pipiens.

F2	LIBELLE	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES					
	S	S						
6.0	d5	85,185	A					
5.0	d4	70,37		B				
4.0	d3	56,296			C			
3.0	d2	37,407				D		
2.0	d1	31,852					E	
1.0	d0	8,148						F

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les doses dans différents groupes homogènes.

- Les résultats du test Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de *Cx. pipiens* sont présentés dans le (Tableau 22).

Tableau 22 : Résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de *Culex pipiens*.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	t3	58,704	A		
2.0	t2	49,259		B	
1.0	t1	36,667			C

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les temps d'expositions dans différents groupes homogènes.

IV.5 Aspect morphologique des larves de *Cx. pipiens* traitées avec les extraits aqueux de *C. citratus*, *P. graveolens* et *C. scoparius*

L'aspect des larves (L4) de *Culex pipiens* traitées avec les extraits aqueux de *C.citratus*, *P.graveolens* et *C.scoparius* sont représentés dans la (figure 44).

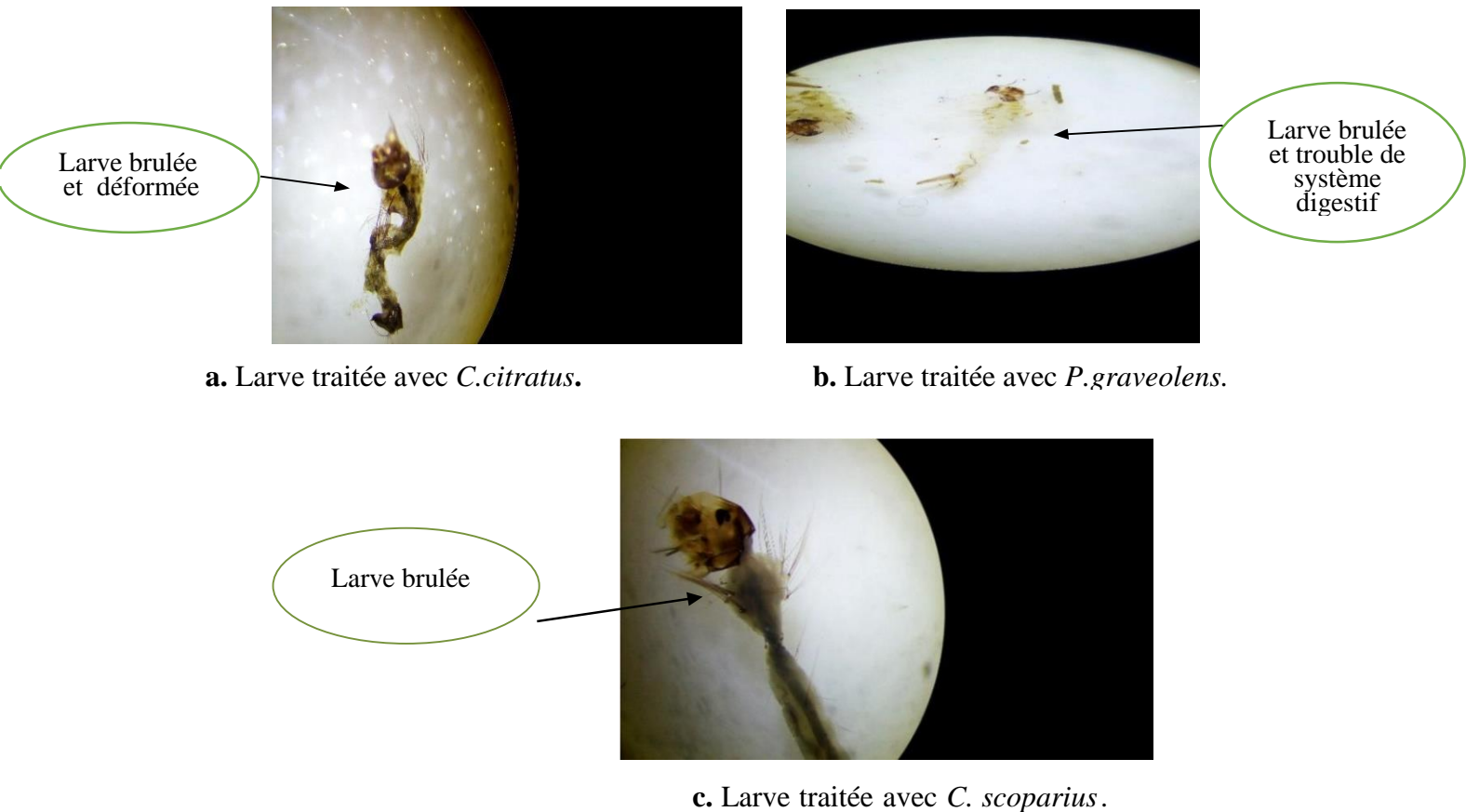


Figure 44 : L'aspect des larves (L4) de *Culex pipiens* traitées avec les extraits aqueux de *C.citratus*, *P.graveolens* et *C.scoparius*.

L'effet de *C. citratus* sur la larve de *Cx. pipiens* est marqué par des modifications morphologiques apparentes, telle que des brûlures entraînant l'assombrissement de la cuticule et sa déformation (Fig a.44).

L'effet de l'extrait aqueux de *P. graveolens* en sur les larves de *Cx. pipiens* est marqué par des brûlures apparentes de la cuticule et la section de l'intestin en deux parties qui va causer par conséquent des troubles du système digestif et la mort certaine des larves (Fig b.44).

L'effet de l'extrait aqueux de de *C. scoparius* sur les larves de *Cx. pipiens* est marqué par des brûlures morphologiques apparentes de la cuticule (Fig c.44).

IV.2 Etudes de la toxicité des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* (commerciale et extrait) et *P. graveolens*

IV.2.1 Etude de la toxicité de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* commerciale sur les larves L4 de *Cx. Pipiens*

IV .2.1.1 Mortalité cumulée

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* commerciale après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure suivante.

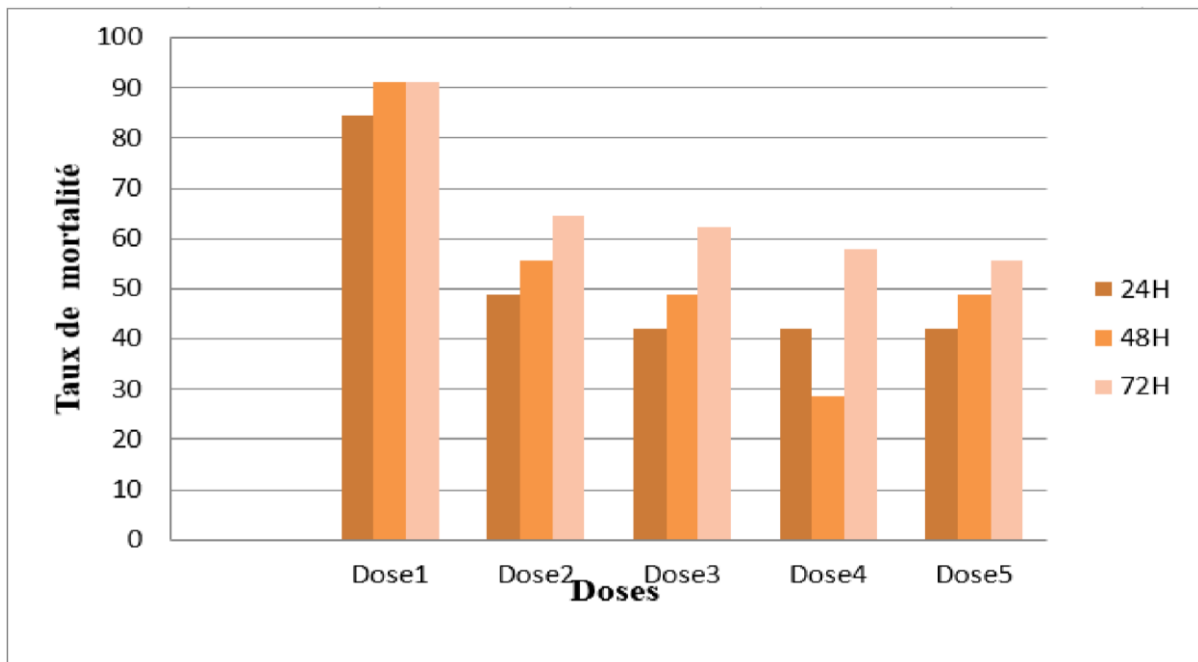


Figure 45 : Mortalité cumulée des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et des différentes doses de *Cymbopogon citratus* commerciale.

La figure montre une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps, la mortalité moyenne augmente avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité élevée d'une valeur de 91.11% a été enregistré dans les 72h après l'exposition à la dose 1 (98.10^{-3} g/l).

IV .2.1.2 Mortalité corrigée :

Les tableaux 23,24,25 représentent les pourcentages de mortalité dans les 3 répétitions en fonction des 5 doses utilisés à savoir : ,98. 10⁻³mg/ l, 98.10⁻⁴g/l 98. 10⁻⁵g/l, 98.10⁻⁶g/l, 98.10⁻⁷g/l pendant 24h, 48h ,72h.

Tableau 23 : taux de mortalité corrigée des larves de *Cx. pipiens* soumises à l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* pendant 24h.

Concentrations Répétitions	98. 10 ⁻³ g/l	98.10 ⁻⁴ g/l	98.10 ⁻⁵ g/l	98.10 ⁻⁶ g/l	98.10 ⁻⁷ g/l
	R1	92.8	66.66	15.38	21.42
R2	85.70	13.33	38.46	50	38.45
R3	71.42	66.66	38.45	42.85	38.45
Moyenne	83.30	48.88	30.76	38.09	33.41
Ecart-type	10.88	30.79	13.32	14.87	8.72

Tableau 24 : Taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* soumises à l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* pendant 48h.

Concentrations Répétitions	98. 10 ⁻³ g/l	98.10 ⁻⁴ g/l	98. 10 ⁻⁵ g/l	98.10 ⁻⁶ g/l	98.10 ⁻⁷ g/l
	R1	100	80	23.07	28.57
R2	100	13.33	61.53	57.14	46.15
R3	71.42	73.33	46.16	42.85	46.15
Moyenne	90.47	55.55	43.58	42.85	41.02
Ecart-type	16.50	36.71	19.35	14.28	8.87

Tableau 25 : Taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* soumises à l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* pendant 72h.

Concentrations					
	98.10^{-3}g/l	98.10^{-4}g/l	98.10^{-5}g/l	98.10^{-6}g/l	98.10^{-7}g/l
Répétitions					
R1	100	85.70	46.15	42.85	46.15
R2	100	21.4	84.60	71.42	46.15
R3	69.22	78.57	38.45	50	53.84
Moyenne	89.74	61.89	56.4	54.75	48.71
Ecart –type	17.77	35.24	24.72	14.86	4.43

La plus forte dose testée 98.10^{-3}g/l a causé une mortalité élevée de 100% pendant 72h chez les larves L4 contre une mortalité faible de 13.33% marqué pour la dose 2 (98.10^{-4}g/l) pendant 24h et 48h mais elle augmente à 21.4% dans les 72h qui suit.

IV .2.1.3.Régression linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition à *Cymbopogon citratus* commerciale

Le traçage des droites de régression Probit = f (log doses) nous a permis d'obtenir les courbes illustrées par la figure 46 avec Y : valeur de Probit correspondant à l'effet larvicide (probit de mortalité), X : log de dose de l'huile testée.

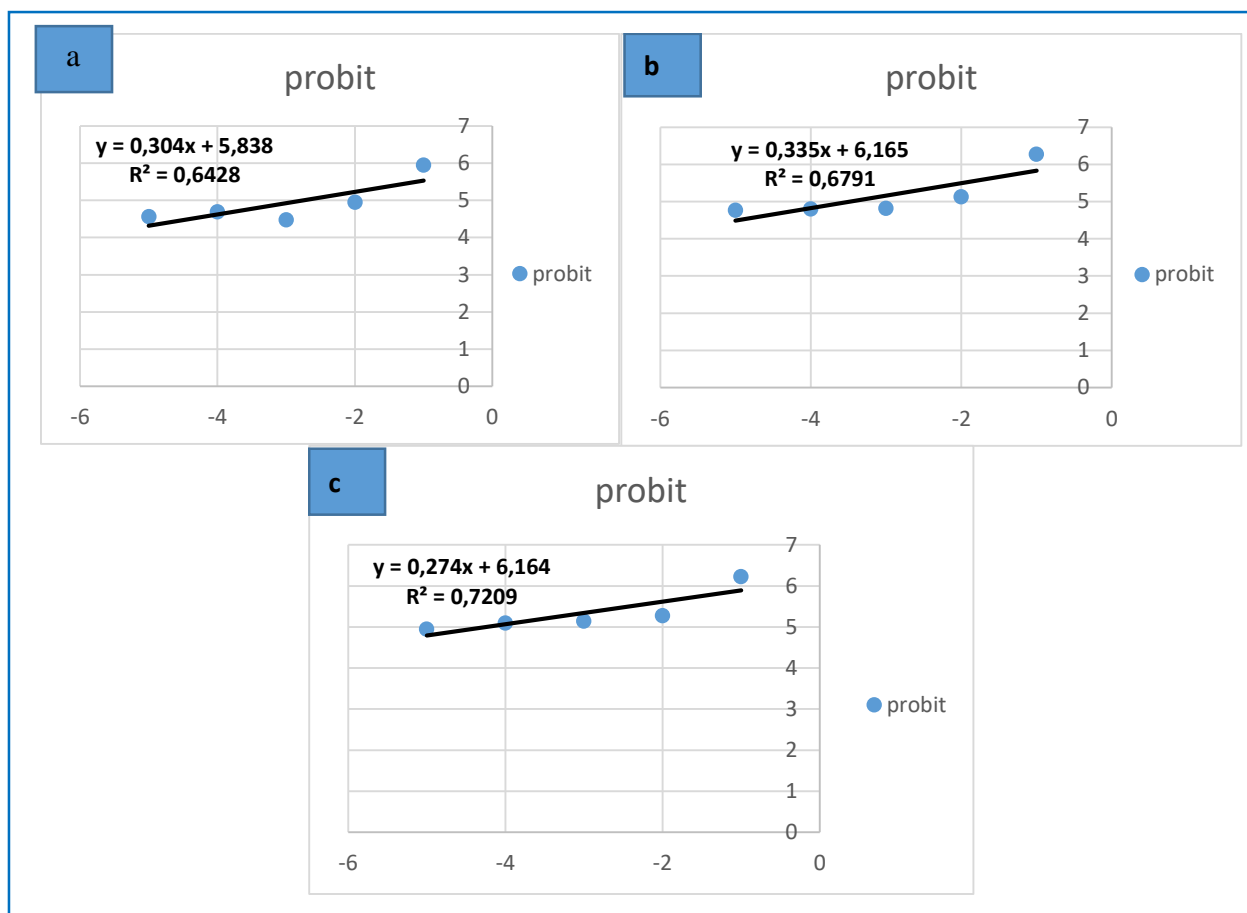


Figure 46 : Droite de régression des concentrations de l'huile essentielle commercialisée de *C.citratus* en fonction de la mortalité des larves de *Cx. pipiens* après **a.24h**, **b.48h** et **c.72h**.

IV .2.1.4. La détermination de la dose ou concentration létale 50% et 90% (DL50 et DL90)

Les résultats exprimant les doses létales DL50 et DL 90 de l'huile essentielle de *C.citratus* en fonction du temps d'exposition des larves de *Cx. pipiens* sont présentés dans le tableau 26.

Tableau 26 : Les valeurs de DL 50 et DL90 de mortalité des larves de *Culex pipiens*.

végétal	Temps	DL50g/l	DL90g/l	R ²	Equation de régression
C.Citratus commerciale	24h	2.75	10.4	0,64	$y = 0,304x + 5,838$
	48h	3.47	8.46	0,67	$y = 0,335x + 6,165$
	72h	4.24	10.35	0,72	$y = 0,274x + 6,164$

Les droites de régressions après une exposition à l'huile essentielle de *C. citratus* après 24h, 48h et 72h sont respectivement de la forme $y = 0,304x + 5,838$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,64$, $y = 0,335x + 6,165$ avec un coefficient de corrélation de 0,67 $y = 0,274x + 6,164$ avec un coefficient de corrélation de 0,72. Dans ce cas les valeurs de DL50 après 24h, 48h et 72h sont respectivement 2.75g/l, 3.47 g/l, 4.24 g/l. Ainsi les valeurs de la DL90 sont 10.4 g/l, 8.46 g/l, 10.35 g/l.

IV.2.2 Etude de la toxicité de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* extrait sur les larves L4 de *Culex pipiens*

IV.2.2.1. Mortalité cumulé

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de l'huile essentielle de *Cymbopogon citratus* extrait après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure suivante.

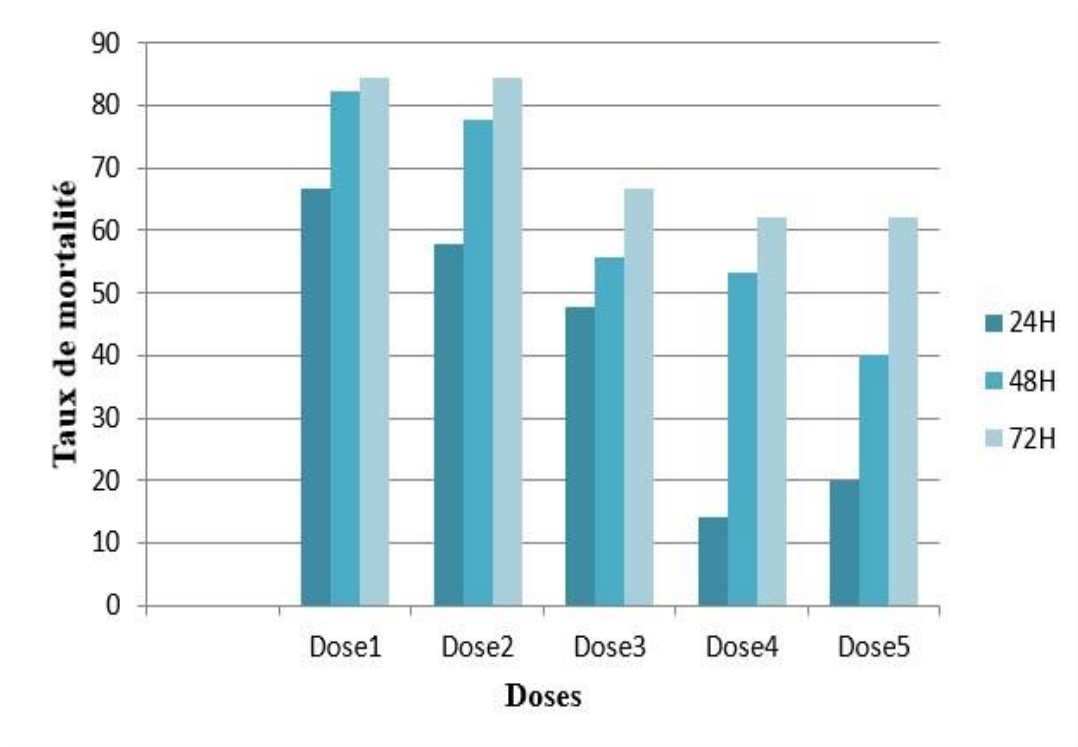


Figure 47 : Mortalité cumulée des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et des différentes doses de *Cymbopogon citratus* extrait.

La figure montre une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps. La mortalité moyenne augmente avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité élevée d'une valeur de avoisinant les 100% est enregistré dans les 72h après l'exposition à la dose 1 ($98.10^{-3}g/l$) et la dose 2 ($98.10^{-4}g/l$).

IV.2.2.2 Mortalité corrigé

Les tableaux 27, 28,29 représentent les pourcentages de mortalité dans les 3 répétitions en fonction des 5 doses utilisés à savoir : $98.10^{-3}mg/l$, $98.10^{-4}g/l$, $98.10^{-5}g/l$, $98.10^{-6}g/l$, $98.10^{-7}g/l$, pendant 24h, 48h ,72h.

Tableau 27 : Taux de mortalité corrigée des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cymbopogon citratus* extrait pendant 24h.

Concentrations Répétitions	$98.10^{-3}g/l$	$98.10^{-4}g/l$	$98.10^{-5}g/l$	$98.10^{-6}g/l$	$98.10^{-7}g/l$
	R1	66.66	57.14	66.66	33.33
R2	66.66	57.14	20	33.33	20
R3	66.66	50	46.66	60	13.33
Moyenne	66.66	54.76	44.44	42.22	19.99
Ecart-type	0	4.12	23.40	15.39	6.66

Tableau 28 : Taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cymbopogon citratus* extrait pendant 48h.

Concentrations Répétitions	$98.10^{-3}g/l$	$98.10^{-4}g/l$	$98.10^{-5}g/l$	$98.10^{-6}g/l$	$98.10^{-7}g/l$
	R1	73.33	85.70	73.33	35.71
R2	85.70	64.28	40	42.85	35.71
R3	92.85	78.57	53.33	71.07	28.57
Moyenne	82.22	76.18	55.55	49.87	35.71
Ecart-type	9.87	10.90	16.77	18.69	7.14

Tableau 29 : Taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* soumises à *Cymbopogon citratus* extrait pendant 72h.

Concentrations					
	$98.10^{-3}g/l$	$98.10^{-4}g/l$	$98.10^{-5}g/l$	$98.10^{-6}g/l$	$98.10^{-7}g/l$
Répétions					
R1	71.07	84.53	80	53.84	71.07
R2	85.70	84.53	46.66	38.45	78.57
R3	92.85	76.92	73.33	76.92	28.57
Moyenne	83.20	81.99	66.66	56.40	59.40
Ecart –type	11.10	4.39	17.64	19.36	26.96

Les plus fortes concentrations testées qui sont $98.10^{-3}g/l$ et $98.10^{-4}g/l$ ont causés une mortalité de 92.85% et 84.53% pendant 72h chez les larves L4 contre une mortalité de 26.66% marqué pour la dose la plus faible $98.10^{-7}g/l$ pendant 24h.

IV.2.2.3 Régressions linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition à *Cymbopogon citratus* extrait

Le traçage des droites de régression Probit = f (log doses) nous a permis d'obtenir les courbes illustrées par la figure 48 avec Y : valeur de Probit correspondant à l'effet larvicide (probit de mortalité), X : log de dose de l'huile testé.

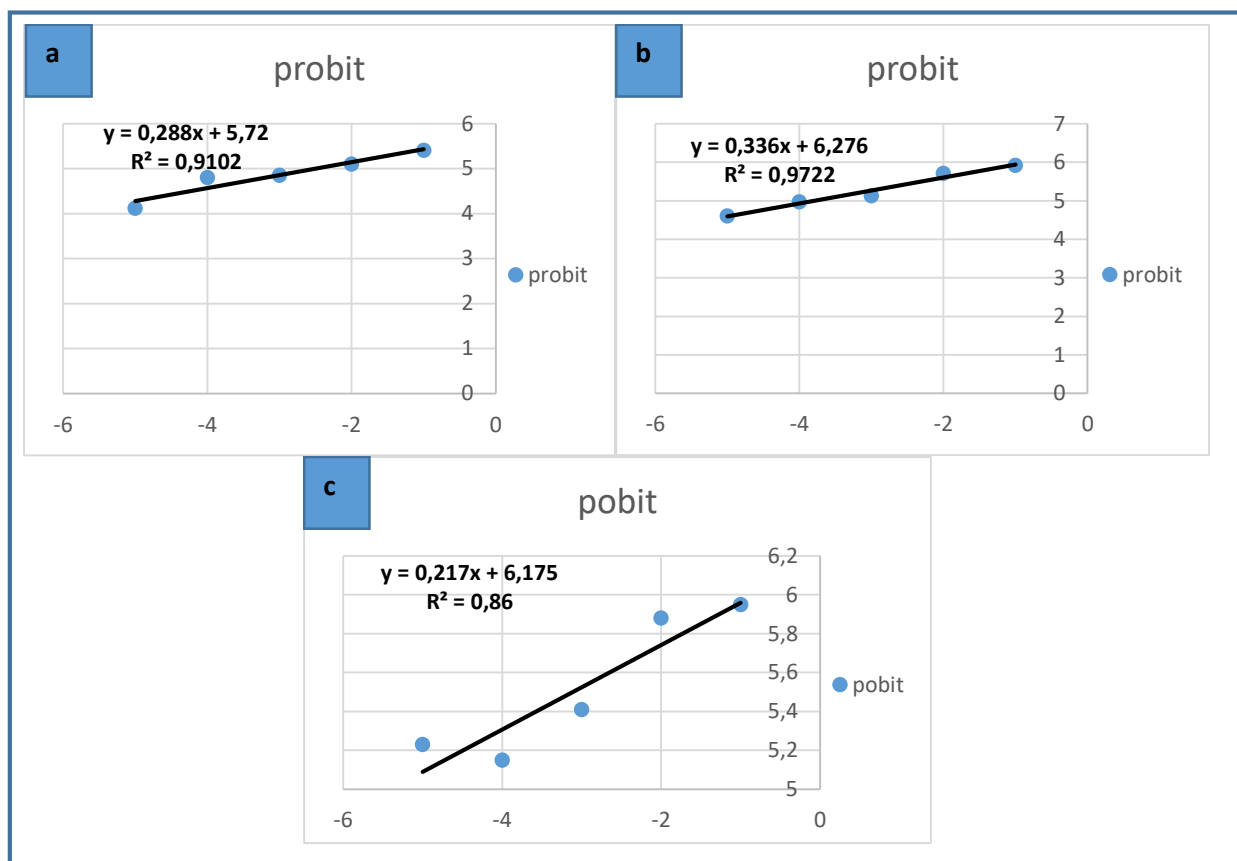


Figure 48 : Droites de régressions des concentrations de l'huile essentielle extrait de *C. citratus* en fonction de la mortalité des larves de *Cx. pipiens* après **a.24h**, **b.48h**, et **c.72h** d'exposition.

IV.2.2.4. La détermination de la dose ou concentration létale 50% et 90% (DL50 et DL90)

Tableau 30 : Les valeurs de DL 50 et DL90 de mortalité des larves de *Culex pipiens*.

végétal	Temps	DL50g/l	DL90g/l	R ²	Equation de régression
<i>C.Citratus</i> Extrait	24h	2.5	11.38	0,91	$y = 0,288x + 5,72$
	48h	3.79	8.10	0,97	$y = 0,336x + 6.276$
	72h	5.41	13.04	0,86	$y = 0,217x + 6.175$

Les droites de régressions après une exposition à l'huile essentielle extrait de *C. citratus* après 24h, 48h et 72h sont respectivement de la forme $y = 0,288x + 5,72$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,91$, $y = 0,336x + 6,276$ avec un coefficient de corrélation de 0,97, $y = 0,217x + 6,175$ avec un coefficient de corrélation de 0,86. Dans ce cas les valeurs de DL50 après 24h, 48h et 72h sont respectivement 2.5 g/l, 3.79g/l et 5.41g/l. Ainsi les valeurs de la DL90 sont 11.38g/l, 8.10g/l, 13.04g/l.

IV.2.3 Etude de la toxicité de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* sur les larves L4 de *Cx. pipiens*

IV.2.3.1 Mortalité cumulé

Les résultats obtenus concernant le taux de mortalité cumulée sous l'effet de différentes doses de l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* après 24h, 48h et 72h sont représentés dans la figure suivante.

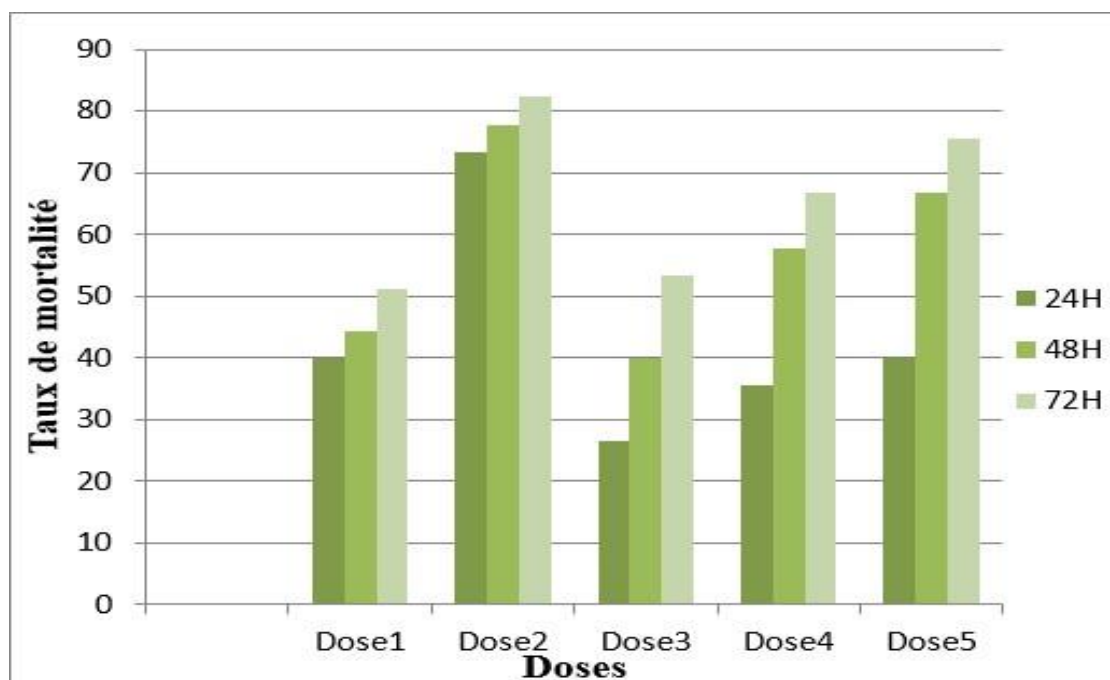


Figure 49 : Mortalité cumulée des larves de *Culex pipiens* en fonction du temps et des différentes doses de *Pelargonium graveolens*.

La figure montre une variation graduelle du taux de mortalité des larves traitées avec les différentes doses en fonction du temps, la mortalité moyenne augmente avec l'augmentation de la concentration et du temps d'exposition. Un taux de mortalité élevée d'une valeur avoisinant les 100% a été enregistré dans les 72h après l'exposition à la dose 2 (98.10^{-4} g/l).

IV.2.3.2 Mortalité corrigé

Les tableaux 31, 32,33 représentent les pourcentages de mortalité dans les 3 répétitions en fonction des 5 doses utilisés à savoir : ,98. 10⁻³g/l, 98.10⁻⁴ g/l 98. 10⁻⁵g/l, 98.10⁻⁶g/l, 98.10⁻⁷g/l, pendant 24h, 48h ,72h.

Tableau 31 : Taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* soumises à *Pelargonium graveolens* pendant 24h.

Concentrations Répétitions	98. 10 ⁻³ g/l	98.10 ⁻⁴ g/l	98. 10 ⁻⁵ g/l	98.10 ⁻⁶ g/l	98.10 ⁻⁷ g/l
	R1	40	86.66	33.33	50
R2	53.33	40	40	28.57	33.33
R3	26.66	93.33	6.66	14.29	40
Moyenne	39.99	54.12	26.66	30.95	39.99
Ecart-type	13.33	29.05	17.64	17.97	6.66

Tableau 32 : Taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* soumises à *Pelargonium graveolens* pendant 48h.

Concentrations répétitions	98. 10 ⁻³ g/l	98.10 ⁻⁴ g/l	98. 10 ⁻⁵ g/l	98.10 ⁻⁶ g/l	98.10 ⁻⁷ g/l
	R1	40	100	53.33	71.42
R2	60	50	46.66	40	61.53
R3	33.33	92.85	20	42.85	69.22
Moyenne	44.44	80.95	39.99	54.75	61.53
Ecart-type	13.87	27.04	17.63	17.37	7.69

Tableau 33 : Taux de mortalité des larves de *Culex pipiens* soumises à *Pelargonium graveolens* pendant 72h.

Concentrations Répétitions	98. 10 ⁻³ g/l	98.10 ⁻⁴ g/l	98. 10 ⁻⁵ g/l	98.10 ⁻⁶ g/l	98.10 ⁻⁷ g/l
	R1	46.66	100	53.33	71.42
R2	66.66	50	60	57.14	61.53
R3	40	92.85	46.66	64.28	84.60
Moyenne	47.61	80.95	53.33	64.28	71.78
Ecart -type	13.87	27.04	6.67	7.14	11.74

La plus forte concentration testée qui est de 98.10⁻⁴g/l a causé une mortalité de 100% pendant 72h chez les larves L4.

IV.2.3.3 Régressions linéaires des cinq doses durant 24h, 48h et 72h d'exposition à *Pelargonium graveolens* extrait

Le traçage des droites de régression Probit = f (log doses) nous a permis d'obtenir les courbes illustrées par la figure 50 avec Y : valeur de Probit correspondant à l'effet larvicide (probit de mortalité), X : log de dose de l'huile testé.

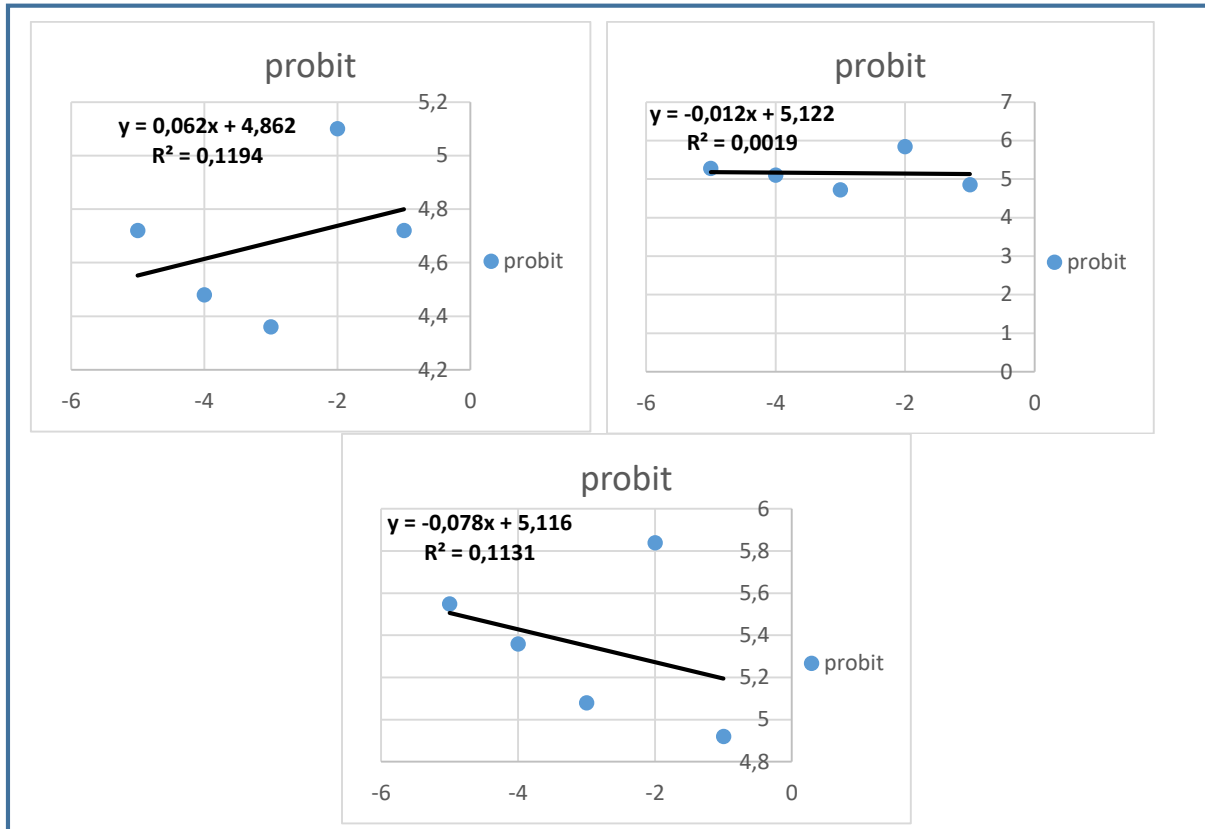


Figure 50 : Droites de régressions des concentrations de l’huile essentielle extrait de *P. graveolens* en fonction de la mortalité des larves de *Cx. Pipiens* après **a.**24h, **b.**48h, et **c.**72h d’exposition.

IV.2.3.4 La détermination de la dose ou concentration létale 50% et 90% (DL50 et DL90) Tableau 34 : Les valeurs de DL 50 et DL90 de mortalité des larves de *Culex pipiens*.

végétal	Temps	DL50g/l	DL90g/l	R ²	Equation de régression
<i>P.graveolens</i>	24h	8.90	66.7	0,11	$y = 0,062x + 4.862$
	48h	10.16	323	0,001	$y = -0,012x + 5,122$
	72h	1.48	49	0,11	$y = -0,078x + 5.116$

Les droites de régressions après une exposition à l’huile essentielle de *P. graveolens* après 24h, 48h et 72h sont respectivement de la forme $y = 0.062x + 4.462$ avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,11$, $y = -0.012x + 5.122$ avec un coefficient de corrélation de 0.001, $y = -0.078x + 5.116$ avec un coefficient de corrélation de 0,11. Dans ce cas les valeurs de DL50 après 24h, 48h et 72h sont respectivement 8.90g/l, 10.16g/l et 1.48 g/l. Ainsi les valeurs de la DL90 sont 66.7g/l ,323g/l et 49 g/l.

IV.2.4 Analyse de la variance à deux critères entre l'huile *C. citrus* commercial et extrait.

Tableau 35 : Effet dose de *C. citrus* appliqué sur les larves du 4^{ème} stade de *Culex pipiens* après 3 jours d'exposition. (ANOVA)

	S.C.E	DDL	C.M.	Fobs	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	94081,19	107	879,263				
VAR.FACTEUR 1 HUILE	23,5	1	23,5	0,098	0,7532		
VAR.FACTEUR 2 DOSE	67061,09	5	13412,22	56,004	0		
VAR.FACTEUR 3 TEMPS	5050,227	2	2525,113	10,544	0,00013		
VAR.INTER F1*2	2321,906	5	464,381	1,939	0,09749		
VAR.INTER F1*3	466,32	2	233,16	0,974	0,38455		
VAR.INTER F2*3	1460,438	10	146,044	0,61	0,80144		
VAR.INTER F1*2*3	454,758	10	45,476	0,19	0,99		
VAR.RESIDUELLE 1	17242,95	72	239,486			15,475	31,14%

DDL : degrés de liberté ; **SCE** : somme des carrés entre les groupes ; **CM** : moyenne des carrés ; **Fobs** : valeur de Fisher observée ; **P** : valeur de probabilité.

Les résultats de l'analyse de la variance-huile montrent qu'il n'y a pas de différence significative $p=0.7532$ indiquant ainsi que il n'y a pas de différence entre les deux huiles (l'huile extrait et l'huile commercialisé) contrairement à l'analyse de la variance-dose qui indique que y'a une différence significative $p=0$ et la variance-temps $p=0.00013$ qui indique une différence très hautement significative. L'analyse de la variance pour l'interaction entre l'huile essentielle-dose ($p=0.09$) montre que il y a une faible différence significative, l'interaction entre l'huile essentielle- temps ($p=0.3$), l'interaction dose – temps ($p=0.8$) et l'interaction huile-dosetemps montrent qu'il n'y a pas de différence significative.

➤ **TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%**

- Pour voir l'effet des doses sur la mortalité des larves de *Cx. pipiens* le test de Newman et Keuls au seuil 5% est calculé (Tableau 36).

Tableau 36 : Résultats du test de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des doses sur la mortalité des larves de culex pipiens F2 : DOSES.

F2	LIBELLES	MOYENNES	G ROUPES HOMOGE			NES
2.0	d1	83,163	A			
3.0	d2	64,811		B		
4.0	d3	53,329			C	
5.0	d4	50,737			C	
6.0	d5	44,812			C	
1.0	d0	1,333				D

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les doses dans différents groupes homogènes, la dose 1 dans groupe A, la dose 2 dans groupe B et dose 3,4,5 dans un seul groupe C, enfin dose 0 qui est le témoin dans groupe D.

- Les résultats du test Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de *Cx. pipiens* sont présentés dans le (Tableau 37).

Tableau 37 : Résultats de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de *culex pipiens*. F3 : TEMPS.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	t3 72H	57,784	A		
2.0	t2 48H	50,247		B	
1.0	t1 24H	41,061			C

Le test de Newman et Keuls au seuil 5% a classé les temps d'expositions dans différents groupes, A pour les 72h, B pour les 48h et C pour les 24h.

IV.2.5 Analyse de la variance à trois critères huiles-doses-temps :

Les résultats de l'analyse de la variance exprimant effet des doses des huiles essentielle des plantes étudiées sur les larves de *Culex pipiens* après 24h, 48h et 72h d'exposition sont présentés dans le tableau 38.

Tableau 38 : Effet des doses de *C. Citratus* (Cm, Ex) et *P. graveolens* sur les larves de culex pipiens après 24h, 48h et 72h d'exposition.

	S.C.E	DDL	C.M.	Fobs	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	138637	161	861,1				
VAR.FACTEUR 1 HUILE	434,563	2	217,281	0,894	0,41471		
VAR.FACTEUR 2 DOSE	85343,93	5	17068,79	70,22	0		
VAR.FACTEUR 3 TEMPS	8350,656	2	4175,328	17,177	0		
VAR.INTER F1*2	14204,34	10	1420,434	5,844	0		
VAR.INTER F1*3	519,219	4	129,805	0,534	0,714		
VAR.INTER F2*3	2443,5	10	244,35	1,005	0,4441		
VAR.INTER F1*2*3	1088,789	20	54,439	0,224	0,99		
VAR.RESIDUELLE 1	26252,04	108	243,074			15,591	32,10%

DDL : degrés de liberté ; **SCE** : somme des carrés entre les groupes ; **CM** : moyenne des carrés ; **Fobs** : valeur de Fisher observée ; **P** : valeur de probabilité.

L'analyse de la variance-huile ($p=0.4$) montre que n'y a pas de différence significative. Contrairement à l'analyse variance-dose et variance – temps qui indique une différence très hautement significative. L'analyse de la variance pour l'interaction entre huile-dose ($p=0$) indique une différence très hautement significative, et l'interaction huile-temps ($p=0.7$), dosetemps ($p=0.4$) et l'interaction huile-dose-temps ($p=0.9$) montrent qu'il n'y a pas de différence significative.

➤ **TEST DE NEWMAN-KEULS - SEUIL = 5%**

- Pour voir l'effet des doses sur la mortalité des larves de *Cx. pipiens* le test de Newman et Keuls au seuil 5% est calculé (Tableau 39).

Tableau 39 : Résultats de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet des doses sur la mortalité des larves de culex pipiens F2 : DOSES.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGÈNES		
2.0	d1	70,503	A		
3.0	d2	69,133	A		
5.0	d4	51,601		B	
6.0	d5	50,12		B	
4.0	d3	48,885		B	
1.0	d0	1,185			C

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, classe les doses dans différents groupes homogènes, la dose 1 et 2 dans groupe A, la dose 3,4 et 5 dans groupe B enfin dose 0 qui est le témoin dans groupe c. Ces résultats attestent que l'augmentation des doses a un effet significatif sur la mortalité des larves.

- les résultats du test Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de *Cx. pipiens* sont présentés dans le (Tableau 40).

Tableau 40 : Résultats de Newman et Keuls au seuil 5% concernant l'effet de temps d'exposition sur la mortalité des larves de *culex pipiens*. F3 : TEMPS.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGÈNES		
3.0	t3 72h	56,886	A		
2.0	t2 48h	49,461		B	
1.0	t1 24h	39,367			C

Le test de Newman et Keuls au seuil 5% a classé les temps d'expositions dans différents groupes, A pour les 72h, B pour les 48h et C pour les 24h. Ces résultats montrent une corrélation entre le temps d'exposition des larves à l'huile essentielle et la mortalité de celles-ci.

IV.2.6 Aspect des larves traitées avec les huiles essentielles *C. citratus* (commerciale et extrait), *P. graveolens*

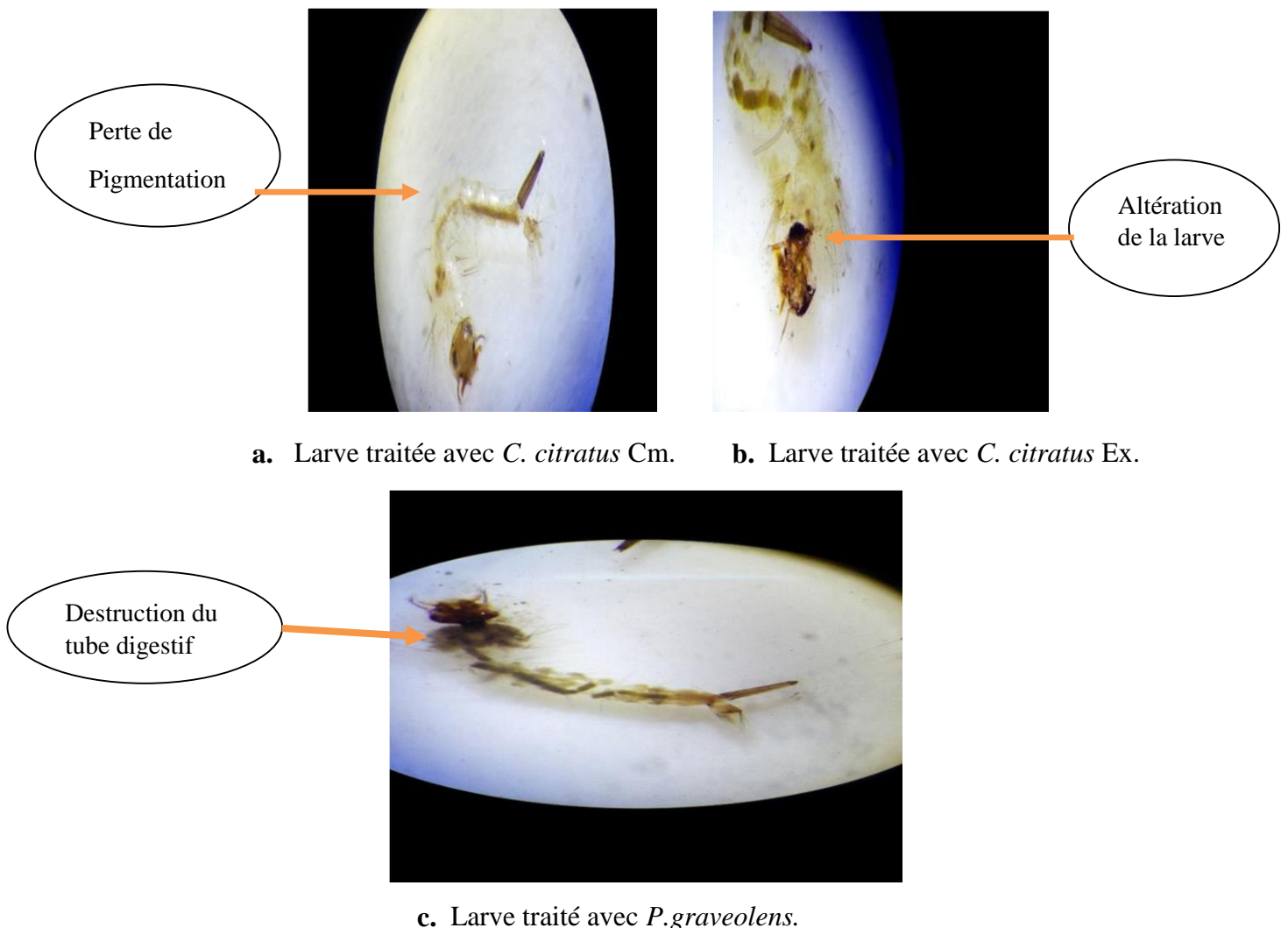


Figure 51 : L'aspect des larves (L4) de *Culex pipiens* traitées avec huiles essentielles de *C. citratus* (Cm et Ex), *P. graveolens*.

L'effet d *C. citratus* (Cm) sur la larve de *Culex pipiens* se traduit par une perte de pigmentation morphologique apparente. (Fig a.51)

L'effet de *C. citratus* (Ex) sur la larve de *Cx. pipiens* est marqué par l'altération du tube digestif et le tégument de la larve. (Fig b.51)

L'effet de *P. graveolens* sur la larve de *Cx. pipiens* est marqué par une destruction du tube digestif perturbant le système digestif et la mort des larves. (Fig c.51).

Pour pallier aux inconvénients des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, les chercheurs ont eu recours à des alternatives naturels remplissant le même rôle et présentant des avantages écologiques et économiques. Il s'agit principalement des extraits de plantes aromatiques et médicinales, qui ont depuis toujours occupé une place importante dans la vie des peuples. Ainsi l'étude de l'activité biologique et biotechnologique de ces extraits n'a jamais cessé de se développer.

Elle a souvent abouti à affirmer les propriétés toxiques antivirale, antibactérienne ou antifongique de ces plantes dans leur intégralité (feuilles, fruits, fleurs, racines et l'écorce) (Tennyson et al., 2012).

Le géranium (*Pelargonium graveolens*), est citée comme l'une des plantes les mieux appréciées et les plus utilisées en médecine traditionnelle, depuis longtemps et cela pour ses nombreuses propriétés thérapeutiques. C'est une source potentielle d'ingrédients actifs pour l'industrie alimentaire et pharmaceutique (Lis-Balchin, 2002 ; Saraswathi et al., 2011; Ben Hsouna et Hamdi, 2012 ; Asgarpanah et Ramezanloo, 2015).

Selon El Ouadia et al., (2017), la fraction acétate d'éthyle et la fraction éther diéthylique de l'extrait aqueux de *Pelargonium graveolens* présentent une bonne activité antioxydante, antibactérienne, antifongique ainsi qu'un effet acaricide.

Deux points importants ont été menés tout au long de notre étude. Le premier concerne la toxicité des extraits aqueux de *Cymbopogon citratus*, *Pelargonium graveolens* et *Cytisus scoparius* sur les larves L4 de *Culex pipiens* et la toxicité des huiles essentielles de *Cymbopogon citratus* (commercial et extraction) et *Pelargonium graveolens* sur le même stade larvaire de cette espèce de moustique. Le second est de tenter de trouver éventuellement la dose létale la plus toxique occasionnant le taux le plus élevé de mortalité des larves en calculant la DL50 et DL90.

Nos résultats prouvent que l'activité larvicide évolue progressivement avec le temps, en effet, une augmentation de la mortalité est enregistrée, au fur et à mesure qu'on avance dans le temps d'exposition, parfois occasionnant un taux de mortalité qui avoisine les 100% (le cas des extraits aqueux) et cela pour les doses les plus élevés.

Des résultats similaires ont été également rapportés par Zerroug (2018), après étude de l'activité larvicide de huit plantes (*Eucalyptus globulus*, *Nerium oleander*, *Ocimum basilicum*, *Myrtus communis*, *Origanum majorana*, *Salvia officinalis*, *Nicotiana tabacum* et *Jasminum polyanthum*), sur les larves de *Culex pipiens*. Nos résultats concordent ainsi parfaitement avec

l'étude toxicologique effectuée par **Ndione et al. (2007)**, qui indique que les substances actives contenues dans l'extrait de *Azadirachta indica* sont libérées lentement induisant une mortalité progressive.

Pour mieux présenter l'efficacité des extraits aqueux et les huiles essentielles testés, nous avons calculé les concentrations létales (DL50, DL90) pour chaque extrait de plante. Il apparaît clairement que la citronnelle (*C.citratrus*) possède une activité larvicide intéressante et supérieure aux autres plantes testées, engendrant un taux de mortalité de 95.83%, 89.74% et 83.20% respectivement pour l'extrait aqueux, l'huile essentielle (Commerciale) et l'huile essentielle (Extrait). C'est également la plante qui agit à des concentrations faibles DL50= 2.56g/l et DL90=128g/l pour l'extrait aqueux, et une DL50=2.75g/l, DL90=8.46g/l pour l'huile essentielle (Commerciale) et DL50=2.5g/l, DL90= 8.10 g/l pour l'huile essentielle (Extrait).

Le géranium (*P. graveolens*) prend la deuxième place en termes d'efficacité avec une mortalité de 93.33% et DL50=2.90g/l, DL90=98.5g/l pour les extraits et une mortalité 92.85% et une DL50=1.48g/l, DL90=49g/l pour l'huile essentielle.

Enfin l'extrait aqueux du genêt (*C. scoparius*) qui a causé une mortalité de 92.5% présente une DL50=3.87g/l et DL90=70g/l.

Toutefois, ces extraits et huiles agissent à des concentrations légèrement plus faibles en les comparant aux concentrations létales d'autres plantes tel que *Eucalyptus globulus* dont le DL50=3.57 g/l (**Zarroug, 2018**) et *Urtica dioica* L. avec une DL50=4,48g/l, testé par **Toubal et al., (2019)** dont l'effet toxique semble moins important.

Des travaux effectués par **Mwaiko (1992)**, **Mwaiko et Savaeli (1994)** ont rapporté que les extraits de *Citrus* possèdent un bon potentiel larvicide contre les culicidés, notamment contre *Aedes Albopictus*. D'autres auteurs tel que **Chansang et al., (2005)** ont indiqué une toxicité élevée des extraits de cinq plantes médicinales du genre *Citrus* contre le quatrième stade larvaire de *Culex quinquefasciatus*. Les mêmes observations sont également rapportés dans d'autres études portant sur l'effet bioinsecticide des huiles essentielles de *Citrus aurantium* sur *Culex pipiens* (**Melliou Eleni, 2009 ; Michaelakis, 2009 ; El Akhal et al., 2014; Sayah, 2014**).

En dehors des moustiques, le genêt à balais (*Cytisus scoparius*) qui a engendré une mortalité de 92.50% au bout de 72h d'exposition sur les larves de *Culex pipiens* est également identifié par **Ben Mammam et al. (2018)** comme étant un bon biocide à l'égard de l'espèce ravageuse de puceron noir de la fève (*Aphis fabae*).

Quant à *Pelargonium graveolens*, ce sont surtout les extraits des huiles essentielles qui ont fait l'objet de l'étude. (Fanny, 2008).

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 al. (1994), 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. Les cellules de la partie antérieure de l'estomac chez les moustiques absorbent les graisses, tandis que celles de la partie postérieure, absorbent majoritairement les éléments toxiques, ce qui laisse penser qu'elles sont les premières à être endommagées (Al-Mehmadi et al., 2010).

Zerroug (2018) a déduit que l'extrait aqueux de *Eucalyptus globulus* agit comme un poison sur le système digestif des larves du moustique. Ce même auteur révèle que la pathologie évolue par étapes jusqu'à la dégénérescence totale des cellules des larves exposées.

L'aspect morphologique des larves du 4^{ème} stade de *Cx. pipiens* traitées avec les huiles essentielles et les extraits aqueux montrent des anomalies corporelles traduites par des brûlures, altération de tube digestif, perte de pigmentation.

Selon Jeyabalan et al., (2003), l'extrait des feuilles de *Pelargonium citrosa* agit sur les larves d'*Anopheles stephensi* en induisant des malformations corporelles, une faiblesse, ainsi qu'un ralentissement des mouvements locomotrices. Ces mêmes effets étaient également remarqués, pendant nos expériences, où plusieurs larves ont présenté ces symptômes ainsi que des déformations morphologiques très apparentes.

Finalement, Dans le cadre de lutte anti-moustique, les extraits aqueux et les huiles essentielles de ces plantes peuvent être utilisés comme des biocides naturels.

Conclusion

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En Algérie, les culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations. Certaines espèces peuvent transmettre des agents pathogènes responsables de maladies infectieuses. L'élimination de ces maladies repose en grande partie sur la lutte contre le vecteur. Les moyens envisagés et adoptés se sont appuyés dans les premiers temps sur l'utilisation des produits chimiques. Cependant, en raison des problèmes liés à l'utilisation de ces produits derniers et leur impact nocif sur l'environnement, il s'avère nécessaire d'avoir recours à des alternatives naturelles ayant le même rôle et présentant des avantages écologiques et économiques.

De nos jours, un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales possède des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture. Ces plantes produisent naturellement des substances actives permettant de se protéger des insectes, de maladies ou d'attaques extérieures. Plusieurs méthodes de contrôle sont élaborées dans ce contexte et d'avantages encouragées, notamment celle relative à l'utilisation des huiles essentielles et extraits de plantes comme insecticides. Ce qui est la préoccupation première de notre étude, dans laquelle, nous avons choisis à faire un état des lieux sur les activités biologiques notamment propriétés insecticides des huiles essentielles et extraits aqueux de 3 plantes.

Les résultats obtenus révèlent un effet variable des plantes sur les larves, ce qui est traduit par les taux de mortalité variant de très faibles à très élevés. Les résultats indiquent également que l'évolution de la mortalité des larves dépend de la concentration de la matière active d'une part et de la durée d'exposition d'autre part. Pour les extraits aqueux testés, la citronnelle prend la première place comme bio insecticide avec un taux de mortalité de 95.83% ensuite le géranium 93.33% et le genêt avec une mortalité de 92.5%. Contrairement aux huiles essentielles qui ont donné une mortalité de 89.74%, 83.20%, 92.85% respectivement pour les huiles *C.citratus* Cm, *C.citratus* Ex et *P.graviolens*.

L'analyse des probits des extraits aqueux nous a permis de retenir des doses létales à 50% (DL50) et 90% (DL90) des plantes *C.citratus*, *P.graveolens*, *c.scoparius* qui sont respectivement DL50= 2.56g/l et DL90=128g/l, DL50=2.90g/l, DL90=98.5g/l, DL50=3.87g/l et DL=70g/l. De même pour les huiles essentielles la DL50 et DL90 des plantes *C.citratus* Cm, *C.citratus* Ex et *P.graviolens* sont respectivement DL50=2.75g/l, DL90=8.46g/l, DL50=2.5g/l, DL90= 8.10g/l, DL50=1.48g/l, DL90=49g/l.

Il ressort de cette étude que les extraits aqueux ont donnés des résultats meilleurs avec un taux de mortalité avoisinant les 100% contrairement aux huiles essentielles ces résultats pourrait être due à la composition chimique des extraits aqueux.

Cette présente étude ouvrent des perspectives intéressantes et fournissent une base scientifique pour le potentiel écologique de l'utilisation des extraits et des huiles essentielles de ces plantes et leurs principaux constituants dans les programmes de lutte intégrée contre les insectes nuisibles. Ces extraits peuvent être envisagés à l'avenir comme une stratégie de lutte intégrée contre les insectes nuisibles.

D'autres études doivent être envisagées afin de préciser la nature des composés responsables de l'effet toxique. Un essai « terrain » semble nécessaire pour étudier cette même efficacité dans des conditions naturelles.

Références bibliographiques

Agnihotri A., Khatoon S., Shanta M., 2003. *Pharmacognostical evaluation of an antioxidant plant Acorus calamus linn.* Nat.Prod.Sci.9 (4)264-269p.

Alenghien T., 2006. *De l'identification des vecteurs du virus West Nile à la modélisation du risque d'infection dans le sud de la France.* Thèse de doctorat, Grenoble, Univ.J. Fourier, 235p.

Al-Mehmadi R M., Al-Khalaf A A., 2010. *Larvicidal and histological effects of Melia azedarach extract on Culex quinquefasciatus Say larvae (Diptera : Culicidae).* Journal of King Saud University - Science 22(2), 77–85p.

Aouati A., 2016. *Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de culex pipiens (Diptera, Culicidae).* Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat en sciences spécialité : entomologie. Université Des Frères M'entourai faculté des sciences de la nature et de la vie, département de Biologie Animale, 129p.

Asgarpanah J., Ramezanloo F., 2015. *An overview of Phytopharmacology of Pelargonium graveolens L.* Indian Journal of traditional Knowledge. 14(4): 558-563p

Atailia I., Djahoudi A., 2015. Chemical composition and antibacterial activity of geranium essential oil (Pelargonium graveolens L'Hér.) cultivated in Algeria. *Phytothérapie*, 13(3) :156162.p

Bachir D., 2016. *Evaluation de la gestion des déchets et valorisation par compostage des biodéchets au niveau de la résidence universitaire Tamda III.* Gestion des Déchets Solides.Mém.Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.59p.

Beloucif A., MEGHENINE F., 2010. *Diagnostic et Evaluation du plan de gestion de la réserve naturelle du lac de Réghaia (Alger).* Mém. Ing. UMMTO. 110 p.

Ben-hsouna. A., HAMDI. N., 2012. *Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils and organic extracts from Pelargonium graveolens growing in Tunisia* Lipids Health Dis, 11(167):7.p

Benmenni M., Haddad.R., 2018. *Contribution à l'étude des moustiques (Diptera : Culicidae) de la région de Bordj Bou Arréridj : Biodiversité, importance médico-vétérinaire et perspective de*

lutte. Biodiversité et Environnement.Mém Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arréridj.

Berchi S. 2000a. *Résistance de certaines populations de Culex pipiens (L) au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae).* Bull. Soc. Ent. France. 105(2) :125-129p.

Berchi. S. 2000b. *Bioécologie de Culex pipiens L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés.* Thèse doc. Es – science. Université de Constantine, Algérie : 133p.

Bonzi S., 2007.*Efficacité des extraits aqueux de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (sorghum bicoior (L.) (Monch) : ces particulier de colletotrichum graminicola (Ces) wilson et Phoma sorghina (Sace.) Boerema, Dorenbosch et van Kesteren. Phytopathologie.*Mém.Université Polytechnique de BoBo-dioulasso.62p.

Bouabida H., 2012. Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie).*Entomologie faunistique.*65 : 99-103p.

Bouguerra IN., 2019. *Efficacité comparée des extraits de deux plantes, Thymus vulgariset Origanum vulgare à l'égard d'une espèce de moustique, Culex pipiens : Composition chimique, Toxicité, Biochimie et Biomarqueurs.*Thèse.Doctorat,Université Larbi Tébessi –Tébessa.166p.

Boukhatem M., Hamaidi MS., Saidi F., Hakim Y ., 2010. Extraction, composition et propriétés physicochimiques de l'huile essentielle du géranium rosat (*Pelargonium graveolens L.*) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Nat Technol* 3: 37–45p.

Boukhatem M N., Saidi F., Hamaidi M.S., Hakim Y., Mekarnia M., 2011.Culture et exploitation industrielle du géranium rosat (*Pelargonium graveolens*) en Algérie : état des lieux et perspectives. *Phytothérapie* 9: 304–305p.

Brunhes J., RHAIM A., GEOFFROYB ., ANGEL G., HERVY J P., 1999.*Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne.*Logiciel , I.R.D.Edition.

Brunhes J., Hassain K.,Rhaim A., Hervy J-P ., 2000.Les espèces de l'Afrique méditerranéen : espèces présentes et répartition (Diptera-Nematocera).*Bulletin de la société entomologique de France*,105(2) :195-204p.

Carnevale P., ROBERT V., 2009. *Les Anopheles : Biologie, transmission du plasmodium et lutte anti-vectorielle.* Edition : I. R. D, Marseille. PP : 280-389p.

Chansang U., Zahiri N., Bansiddhi S., Jaree., Thidarat B., Ratom T., Jiranuch M., Nipa B., Mulla., Mir S., 2005. Mosquito larvicidal activity of aqueous extracts of long pepper (*Piper retrofractum* vahl) from Thailand, *Journal of vector Ecology.* 30 (2): 195-200.

Cheng S S., Liu J Y., Tsa K H., Chen W J., Chang ST., 2004. Chemical composition and mosquito larvicidal activity of essential oils from leaves of different *Cinnamomum mosmophloeum* provenances. *J. Agric. Food Chem.* 52(2004)4395.

Cuisance D., 1989. *La lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies : L'évaluation de nouveaux insecticides utilisables contre les moustiques en Afrique tropicale.* Paris : Éditions KARTHALA.43-52p.

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

Dagnélie P., 1970. *Théorie et méthodes statistiques : applications agronomiques.* Gembloux, Pesses agronomiques,451p.

Dajoz R., 1972. *Précis d'écologie.* Ed., Dunod, Paris. 630p.

Dajoz R., 1979. *Précis d'écologie.* Ed., Dunod, Paris. 434p.

Dajoz R., 1982. *Précis de l'écologie.* Ed., Presses Universitaire, Paris, 320p.

Dajoz R., 2000. *Insect and forest environment.* Ed. Lavoisier, Paris, 668p.

Dreux P., 1980. *Précis de l'écologie.* Ed., Presses Universitaire, Paris, 320p

Duchauffour P.,1976. *Atlas écologique des sols du monde.* Edition: Masson. Paris.: 176-178p.

Dris D ., Bouabida H., 2020. Larvicidal Activity of an Algerian *Ruta graveolens* Essential Oil on Mosquito Species *Culex pipiens*, *Transylvanian Review*. 23(47) :17- 23p.

Dzamic A., Soković M ., Ristić M ., Grujić S., Mileski K., Marin P., 2014. Chemical composition, antifungal and antioxidant activity of *Pelargonium graveolens* essential oil. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*. 4 (03) : 001-005p.

El-akhal F., Greche H., Ouazzanichahdi F., Guemmouh R. et El oualilalami A., 2014.

Composition chimique et activité larvicide sur Culex pipiens d'huile essentielle de Thymus vulgaris cultivées au Maroc. J. Master. Environ. Sci., 6 (1), 214-21p.

Emberger L., 1955. Sur le quotient pluviométrique CR. AC. SCI. 134: 2508 – 2511p.

Fanny B., 2008. *Effet larvicide des huiles essentielles sur stomoxys calcitrans à la réunion.* Thèse Doct.. Université Paul-Sabatier de Toulouse. 78p.

Faurie C., Ferra C., Medori P., Devaux J., HEMPTINNE J L., 2012. *Ecologie-Approche scientifique et pratique.* ED TEC&DOC, paris, 467p.

Finney J.D., 1971. Statistical method in biological assay. 2nd edition, London, Griffin, p : 333.

Fontenille D., Lagneau C., Lecollinet S., ROBIN R., Setbon M., TIREL B., Yebakima A ., 2009. *La lutte antivectorielle en france.* Marseille : IRD Éditions. 533- 641 p.

Goulu M., (2015). *Développement d'une nouvelle stratégie de protection chimique contre les moustiques vecteurs de maladies : utilisation d'une association répulsif/insecticide afin d'optimiser l'efficacité du traitement tout en réduisant les doses utilisées.* Thèse de Doctorat. Sciences agricoles. Université d'Angers, France. 225p.

Haddouchi F., Benmansour A (janvier –février 2008). « Huiles essentielles, utilisation et activité biologiques ». *Application à deux plantes aromatiques.* (S.d). 27p.

Harbach R E., 2007. The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*. 1668(1), 591-638.

Harbach R., 2010). Mosquito Taxonomic Inventory. www.mosquito-taxonomic-inventory.info/ .

Harrington L C., Buonaccorsi J P., Edman J D., Costero A., Kittayapong P., Clark G G., Scott T W., 2001. Analysis of survival of young and old *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) from Puerto Rico and Thailand. *J. Med. Entomol.*, 38(4) :537-547p.

Hassaine K. (2002). *Bioécologie et biotypologie des Culicidae (Diptera : Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (Ae. Caspius, Ae. Detritus, Ae. Mariae et Cx. pipiens) dans la région occidentale algérienne.* Thèse de doctorat. Université de Tlemcen. 191 p.

Himmi., O., 2007. Les culicidés (Insectes, Diptères) au Maroc : Systématique, écologie et études épidémiologiques pilotes. Thèse. UNIVERSITE MOHAMMED V-AGDAL. 364p.

Hiva M P., Lehri A., Shiva A., 2002. Aromatic & medicinal plants: yielding essential oil for pharmaceutical, perfumery, cosmetic industries and trade. International Book Distributors, Dehradun, Inde. Springer. 341p.

Janin J., 2006. *Intoxication volontaire par ingestion d'huile essentielle de Géranium bourbon (Pelargonium Graveolens). A propos d'un cas réunionnais.* Thèse de doct. Université Henri Poincaré NANCY I: 108 p.

Jeyabalan et al, 2003. *Studies on effects of Pelargonium citrosa leaf extracts on malarial vector, Anopheles stephensi Liston.* Bioresource Technology 89 (2003) 185- 189p.

Kay B., Vu S N., 2005. New strategy against *Aedes aegypti* in Vietnam. *Lancet* 365, 613–617p. Doi : 10.1016/S0140-6736(05)17913-6.

Kettle D. S., 1990. *Medical and veterinary entomology.* Ed. C.A.B. International, Wallingford, Oxon, UK: 658 pp.

Khandelwal K., 2008. *Practical pharmacognosy.* Pragati Books. 220p.

Koua K H., 1994. *Mise en évidence de l'activité larvicide de Persea Americana sur Anopheles Gambiae, un moustique d'importance médicale.* Thèse de Doctorat. Université Nationale de Côte d'Ivoire. 133p.

- Linnee C., 1758.** *Systema naturae per regna tria naturae*. Edition 10. Vol.1.Holmiae: 824 p. **LIS-BALCHIN M., 2002.** *Geranium and Pelargonium*. The genera Geranium and Pelargonium (Ed) Taylor & Francis. South Bank University, London, UK, 11-19.308p.
- Locuste A., Salamon R., 2001.** *Elément de biogéographie et d'écologie*. Ed. Nathon, paris, 284p.
- Loic M., 1993.** *Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris, T. I, 439 p.
- Matille L., 1993.** *Les dipteres d'Europe occidentale. Introduction, technique d'etude et morphologie. Nematoceres, Brachyceres, Orthoraphes et Aschizes*. Edition : Boubee, T1, Paris. PP : 432-439.
- MEDDOUR R., 2010.** *Biogéographie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et pré-forestiers de la Kabylie Djurdjurienne*, Thèse d'État en sciences agronomiques, Université. Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 397 p.
- Meigen J W., 1818.** *Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen Insekten*. Aachen und Hamm, 7 fasc., 1818-1838.398p.
- Meigen JW., 1830.** *Systématique Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen*. Vol. 6. Ham, Schulz : xi : 300-410p.
- Melliou E., Michaelakis A., Koliopoulos G., Skaltsounis AL., Magiatis P ., 2009.** *Huile de bergamote de haute qualité de Grèce : analyse chimique par GC-MS énantiomère et activité larvicide contre le vecteur du virus du Nil occidental*. *Molécules* 14: 839–849p.
- Messai N., Berchi S., Boulknafd F. & Louadi K., 2010.** *Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie)*. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 63(3), p. 203- 206.
- Metge G., Alalaoui M., 1987.** *Etude de la dynamique des populations d'Aedes echinus (Culicidae dendrolimnique) en écophase aquatique au Maroc*. *Annls Limnol.*23 (2) : 129 – 134p.
- Metge G., Belakoul N., 1989.** *Colonisation d'un nouvel habitat par Culex pipiens (Diptera, Culicidae) : le creux d'arbres des subéraies en pays Zaer, Maroc*. *Annls limnol.*25 (1) 1989 : 73 - 80.
- Michaelakis A., Papachristos D., Kimbaris A et al., 2009.** *Huiles essentielles d'agrumes et quatre pinènes énantiomères contre Culex pipiens (Diptera : Culicidae)*. *Parasitol Res* 105, 769 (2009).

Miller M., 2002. *Geranium and Pelargonium. The taxonomy of Geranium species and cultivars, their origins and growth in the wild* (Ed) Taylor & Francis. South Bank University, London, UK, 49-79.

Mittal PK 2003. Biolarvicides in vector control: challenges and prospects. *J Vector Borne Dis*, Bulletin ICMR, VOL.33, n°1, p.1-10.

Mutin L., 1977. *La Mitidja décolonisations et espace géographiques*, Thèse de Doctorat en géographie. In : Cahiers de la Méditerranée n°14,1 ; 1977. Le Maghreb, les Maghrébins et la France. pp.107-112.

Mwaiko G L., Z X ., 1994. Savaeli., Lemon peel oil extract as mosquito larvicide. *East Afr. Med.J.*, 71 (1994) 797-799.

Mwaiko G L., 1992. Citrus peel oil extracts as mosquito larvae insecticides. *East Afr. Med. J.*, 69 (1992) 223-226.

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

Ould el hadj M D., 2004. *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse Doc. Sci. Agro. Inst. Nat. Agro, El-Harrach, 276 pp.

Pavela R., 2015. Essential oils for the development of ecofriendly mosquito larvicides: a review. *Industrial Crops and Products*. 76 : 174 – 187.

Philogène, B J R., Regnault-Roger C ., Vincent C., 2008. *Biopesticides d'origine végétale : bilan et perspectives*, p.I-24. In Regnault-Roger, c., Philogène, B.JR., Vincent, C. (éds) *Biopesticides d'origine végétale*, 2ème éd., Lavoisier, Paris.

Pierre C., Vincent R ., Sylvie M., Vincent C., Didier F., Claire G., Christophe R., 2009. *Les anophèles Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle*. Marseille : IRD Éditions.402p

Poupardin ,2011. *Interactions gènes –environnements chez les moustiques et leur impact sur la résistance aux insecticides*. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'université de Grenoble, Spécialité : Biodiversité, Ecologie et Environnement. P : 275. Professionnels de la santé et de la médecine sous la direction du docteur pierrick horde. Product. végét. Sér. Généralités, 3 (1), art. 8 : 47 p. + 1 carte.

Pousset J L., 2004. *Plantes médicinales d'Afriques : comment les reconnaître et les utiliser.* Secum/Edisud,Aix-en Provence.267p.

Pushpanathan T et al., 2006. *Larvicidal, ovicidal and repellent activities of Cymbopogon citratus Stapf (Graminae) essential oil against the filarial mosquito Culex quinquefasciatus (Say) (Diptera: Culicidae).* Tropical Biomedicine (2006) 23(2) : 208-212.

Radhika W., Ankita R., Jasdeep K. S., Roopa S., Naim W., Sarita K., 2012. Larvicidal and irritant activities of hexane leaf extracts of Citrus sinensis against dengue vector Aedes aegypti L. Asian Pac. J. Trop. Biomed. (2012)152-155

Ramade F., 1984 .*Eléments d'écologie - fondamentale.* Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.

Ramade F., 2009. *Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale.* Ed. Dunod, Paris, 689 p.

Robert V., 1989. *La transmission du paludisme humain : La zone des savanes d'Afrique de l'Ouest.* Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 325pp. **Robert V., Ayala D., Simard F., 2017.** *Entomologie médicale et vétérinaire.* Chapitre 10. Les anophèles (Diptera : Culicidae : Anophilinae).Ed.IRD.Marseille.688p.

Rodhain F., Perez C., 1985. *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire.* Ed. Maloine S. A., Paris, 458 p.

Roman Pavela., 2009. Larvicidal property of essential oils against Culex quinquefasciatus Say (Diptera : Culicidae). *Industrial Crops and Products*, 30(2) (2009) 311-315.

Rozendaal., Jan Arie., World Health Organization.,1999. *La Lutte antivectorielle : méthodes à usage individuel et communautaire.*Ed.OMS Genève.449p.

Saraswathi V ., Michael J., Puglisi A ., Hasty H., 2011.Le rôle du tissu adipeux dans la médiation des effets bénéfiques de l'huile de poisson alimentaire, *Le Journal de la biochimie nutritionnelle* P 101-108.

Sayah M., El Ouali Lalami A., Greech A., Errachidi F., Rodi El Kandri Y., Ouazzani Chahdi F., 2014. Activité Larvicide des Extraits de Plantes Aromatiques sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 7 : 832842.

Schaffner E., Guy A., Geoffroy B., Hervy J P., Rhaïem A., Brunhes J., 2001. *Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement*, France : Montpellier, édition IRD, 16^{ème} édition.

Seguy E., 1923. *Les moustiques de France* .Ed. Paul Le chevalier, Paris, 225p.

SEGUY E., 1924. *Les moustiques de l'Afrique mineure de l'Egypte et de Syrie*. Enclopédie entomologique. Ed paul le chevalier. Paris, 257p.

SEGUY E., 1951. *Nouvelle Atlas d'entomologie des Diptères de France, Belgique et Suisse*.

Tomes 1et2. Ed .N. Boubée, pp. 19-83,67et84-109.

SEGUY E., 1955. *Introduction à l'étude biologique et morphologique des insectes Diptères*. Ed. Muséum Nationale, Rio-de Janeiro. 260p.

Seltzer P., 1946. *Le climat de l'Algérie*. Inst. Météo. Et de Phys. Du globe. Univ. Alger, 219p.

Senevet G. & Andarelli L., 1959. *Un nouveau caractère pour la diagnose des larves de Culex*. Arch. Inst. Pasteur, Algérie, 37 (3) : 447 - 461.

Siengre G. ,1974. *Contribution à l'étude physiologique d'Aedes (Ochlerotatus) caspius (pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae). Eclosion, dormance, développement, fertilité*, Thèse d'état science. Univ du languedoc, 285p.

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

Sokolova., Bojka ., 1983. *Die albanische Mundart von Mandrica*. (Balkanologische Veröffentlichungen.) Wiesbaden : Harrassowitz. Vii 232pp.

STATION.M.B., 2020. Bulletin d'informations climatiques et agronomiques. Office nati. Météo, cent. clim. Tizi-Ouzou.

SEGUY E., 1950. *La biologie des diptères*. Encycl. Entomo. XXVI. E d. Paul le chevalier, Paris. 609p.

Tennyson S., Ravindran J. and Arivoli S., 2012. Screening of twenty five plant extracts for larvicidal activity against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera : Culicidae). *The Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. (12), 60372-4.

Teuscher E., Anton R., Lobstein A., 2005. *Plantes aromatiques épicées, aromates, condiments et leurs huiles essentielles*. Ed.Tec Doc.544p.

Theobald F.W., 1901. *A monograph of the Cuicidae or mosquitoes*. Vol. 2. London, British Meseum (nationan history). 391p.

Theobald., 1903. *A monograph of the Culicidae or mosquitoes*. London, British, Museum (Natural History). 3: 359 p.

Toubal S., Elhaddad Dj., Bouchenak O., Yahiaoui0 K., Sadaoui N., Arab.k.,2019.

L'importance des extraits d'Urtica dioica L. dans la lutte contre Culex pipiens (Linné, 1758) Vol 5, No 1 (2019).

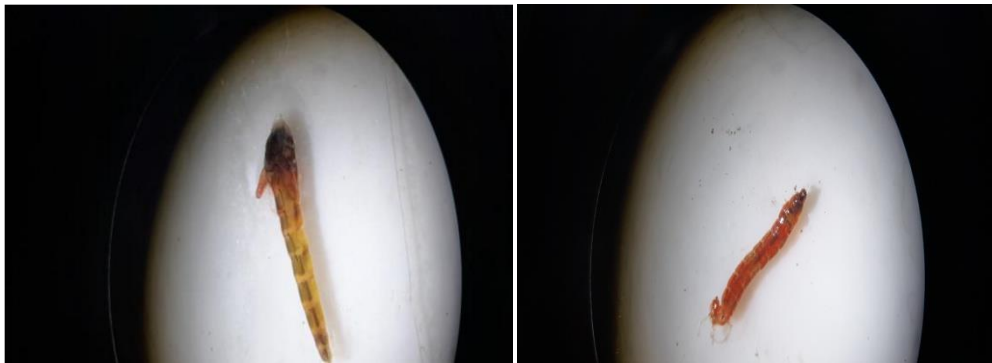
Traboulsi A., El-Haj S., Tueni M., Taoubi K., Nader N B., Mrad A., 2005. Repellency and toxicity of aromatic plant extracts against mosquito *Culex pipiens molestus* (Diptera : Culicidae). *Pest.Manage.Sci.* 61(2005)597–604.

Williams CA., Harborne JB., 2002. *Phytochemistry of the genus Pelargonium*. In: Lis-Balchin, M. (Ed.), *Geranium and Pelargonium*. London: Taylor and Francis, p. 172-205.

Zerroug S., 2018. *Etude biométrique et histologique sur des larves de Culex pipiens Linnée, 1758 (Diptera, Culicidae) Exposées aux extraits aqueux de plantes* .Thèse .Doc. : 759p.

Annexe 1.

Faune aquatique larvivore du gites



a. Des vers de vase : larves d'une famille de diptères qui ressemblent aux moustiques, les *Chironomidae*.



b. larves de stratiomyies d'une famille de diptères qui ressemblent aux mouches .



c. Coléoptère de la famille des Dytiscidae mangeur des larves de moustiques.

Annexe 2.

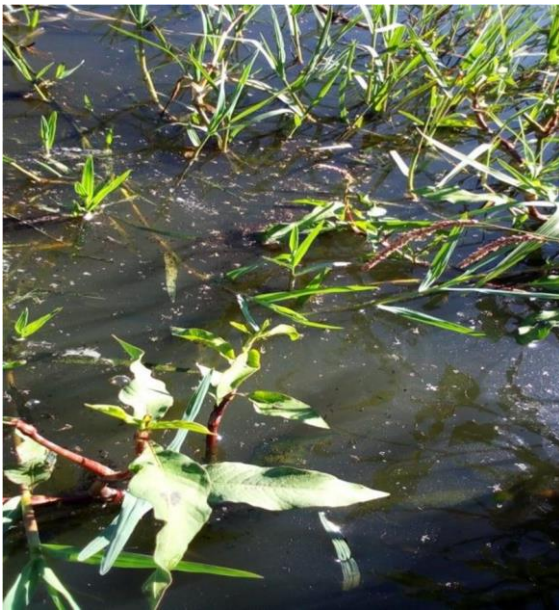
Flore aquatique du gite :



a. Roseau



b. menthe pouliout



c. Acorus roseau et Potamogeton richardsonii



d. Inula viscosa



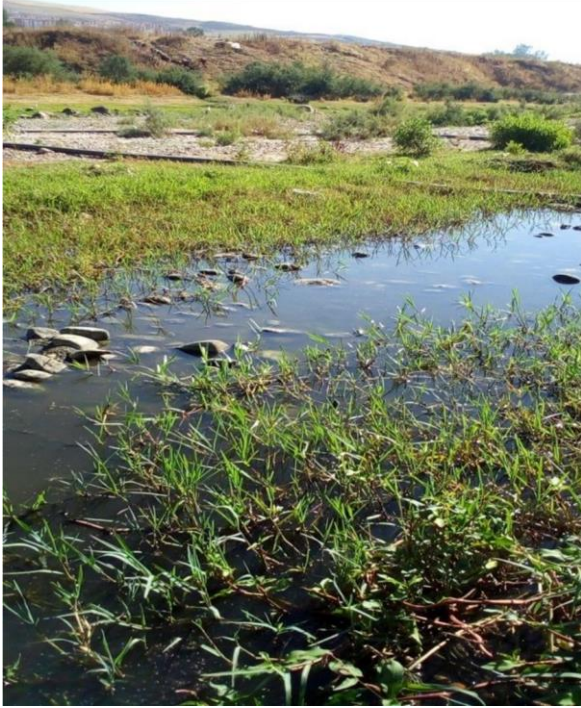
e. menthe pouliout fleurs séchés.



f. cédre

Annex 3.

Localisation du gite



Tableaux cumulé des huiles essentielles

		citronnelle		commercial	
Dose	Temps				
			24H	48H	72H
Dose1		84,44	91,11	91,11	
Dose2		48,88	55,55	64,44	
Dose3		42,21	48,88	62,21	
Dose4		42,21	28,66	57,77	
Dose5		42,21	48,88	55,55	

Tableau 1

		citronnelle		Tableau2 extraction	
Dose	Temps				
			24H	48H	72H
Dose1			66,66	82,22	84,44
Dose2			57,77	77,77	84,44
Dose3			47,77	55,55	66,66
Dose4			14,07	53,33	62,22
Dose5			19,99	39,99	62,21

		Géranium		Tableau 3	
Dose	Temps				
			24H	48H	72H
Dose1		39,99	44,44	51,1	
Dose2		73,33	77,77	82,22	
Dose3		26,66	39,99	53,33	
Dose4			35,55	57,77	66,66
Dose5			39,99	66,66	

Annexe 5.

Tableaux mortalité cumulé des extraits aqueux

Dose \ Temps	Temps		
	24h	48h	72h
1%	13,33	40	50
2%	20	33,33	60
3%	46,66	56,66	73,33
4%	60	70	76,66
5%	70	83,66	96,66

a. Citronnelle

Dose \ Temps	Temps		
	24h	48h	72h
1%	13,33	33,33	40
2%	23,33	36,66	50
3%	36,66	46,66	56,66
4%	50	63,33	76,66
5%	66,66	83,33	96,66

b. Géranium

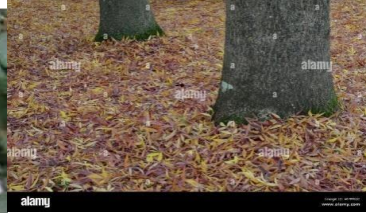
Dose \ Temps	Temps		
	24h	48h	72h
1%	13,33	33,33	40
2%	23,33	36,66	50
3%	36,66	46,66	56,66
4%	50	63,33	76,66
5%	66,66	83,33	96,66

c. Genet

ANNEXE



d- chêne vert



e- feuilles tombés de frênes



f-pied d'érable



a- les ronces



b- le genet



c-pied de cèdre



g-l'olivier (oleaeuropea)



h-l'aulne



i-le merisier



j- le figuier



k-le pistachier



l-le mucocoulier

ANNEXE



m- le dyss



n-peuplier blanc



o-le peuplier noir



p-le laurier rose



q-le tamaris



r-le roseau



s-l'eucalyptus.



t-les mousses.

Annexe 7.



le chacal doré



b- la mangouste



c- macaque berbère

a-



d- la genette



e- porc-épic



f- le sanglier



g- la hyène rayée



h- le renard roux



i- la belette

ANNEXE



i-le lièvre brun

g-hérisson

k-le lapin de garenne



l-le lynx caracal

Annexe 8.



a-le canard siffleur



b- cigogne blanche



c- canard colvert



d-le balbuzard pêcheur



e-le pic épeiche



f-aigrette garzette



g-Etourneau sansonnet



h-le goéland



I :la sitelle kabyle

Résumé

Dans cette étude, nous avons élaboré une expérience relative à l'utilisation de biopesticides extraits de trois plantes à savoir la Citronnelle (*Cambopogon citratus*), le géranium (*Pelargonium graveolens*) et le genêt (*Cytisus scoparius*) sur les larves de *Culex pipiens*. Différentes concentrations sont utilisées avec un total de cinq répétitions pour les extraits aqueux et les huiles essentielles selon le Protocole de l'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 et l'huile. Par ailleurs, la toxicité est bien marquée lorsque la durée d'exposition des larves est plus longue.

L'extrait aqueux et l'huile essentielle de citronnelle 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.

Les doses létales DL50 et DL90 de la plante *C.citratus* sont respectivement 2.56g/l et 128g/l pour l'extrait aqueux et 2.75 g/l, 8.46g/l (huile commerciale), 2.5g/l, 8.10g/l (huile extrait).

Mots clés : Extraits aqueux, huiles essentielles, *C. citratus*, *P.graveolens*, *C. scoparius*, *Culex pipiens*, DL50, DL90.

Abstract

In this study we developed an experiment related to the use of biopesticides of extracts of three plants namely Citronella (*Cambopogon citratus*), Geranium (*Pelargonium graveolens*) and Genet (*Cytisus scoparius*) on the larvae of *Culex pipiens*. Different concentrations were used with a total of five replicates for aqueous extracts and essential oils according to the WHO Protocol.

Preliminary results showed a variable sensitivity of the larvae; this sensitivity is even higher with the increase of the concentration of the extract and the oil. Furthermore, the toxicity is well marked when the duration of exposure of the larvae is longer.

The aqueous extract and essential oil of citronella is the one that generates the highest mortality rate by acting at relatively low concentrations.

The sensitivity tests, allowed to establish thanks to the analysis of the probits, the lethal doses LD50 and LD90 and to put in evidence the toxic effect of the product with a relation doseresponse.

The lethal doses LD50 and LD90 of the plant *C.citratus* are respectively 2.56g/l and 128g/l for the aqueous extract and 2.75g/l, 8.46g/l (commercial oil), 2.5g/l, 8.10g/l (oil extract).

Keywords : Aqueous extracts, essential oil, *C.citratus*, *P.graveolens*, *C.scoparius*, *Culex pipiens*, LD50, LD90.