

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques

Département de Biologie



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie des Populations et des Organismes

Thème :

***Inventaire et Etude moléculaire des Culicidae
(Nematocera, Diptera) dans la région de Tizi-Ouzou
(Algérie)***

Présenté par :

Mlle ABROUS Lina

Mlle MAAKNI Lilia

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} DJIOUA Ouiza

MAA à UMMTO

Promotrice : M^{me} BRAHMI Karima

Professeur à UMMTO

Co-promotrice : M^{me} BENCHERIFA Souad

Attaché de Recherche à IPA

Examinatrice : M^{me} KHAMMES -TALBI.Nassima

MAA à UMMTO



Promotion: 2022/2023



Remerciements

*Nous tenons à remercier tout d'abord omniscient **Dieu**, le tout puissant, pour nous avoir permis d'accéder à ce stade, pour le bonheur que nous vivons après n'importe quelle expérience de la vie de réaliser ce modeste travail.*

*Un énorme merci à vous à notre promotrice **Madame BRAHMI Karima**, pour nous avoir ré-initié à la réflexion en nous la soif de comprendre. Nous tenons à vous présenter notre grande admiration envers la sagesse, le calme, l'intelligence et surtout la patience dont vous avez preuve. Mille mercis.*

*Nos remerciements iront aussi à notre Co-promotrice **Mme BENCHRIFA Souad**, d'avoir porté un intérêt particulier pour l'élaboration de ce travail et son aide précieuse et sa contribution.*

*Nous remercions **Mme CHAHED Soumeya** Doctorante à l'UMMTO pour son aide et ses conseils.*

*Je m'adresse mes sincères remerciements à **Mme DJIOUA Ouïsa** Professeur à l'UMMTO qui nous a fait l'honneur de présider notre Jury. **Mme KHAMMES Nassima** pour avoir bien voulu examiner et jury ce travail.*

Merci à vous chers amis, qui nous ont accompagnés dans nos aventures pour la recherche des échantillons dans des endroits difficilement accessibles parfois, merci pour votre aide précieuse.

Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à tous les enseignants qui nous ont enseignés et qui par leurs compétences nous ont soutenues dans la poursuite de nos études.

Dédicace

Je dédie ce mémoire de fin d'étude à :

*A Ma Très chère mère **Fariza** , tu as été mon plus grand soutien. Ta foi en moi m'a donné la force de persévérer, même lorsque les défis semblaient insurmontables. Je veux que tu saches que tout ce que j'ai accompli, je le dois en grande partie à toi. Puisse Dieu tout puissant te préserver et te procurer santé et bonheur.*

*A Mon très cher Père **Nadir**, je t'offre ce travail avec une profonde gratitude. Il est le fruit de ton dévouement envers mon éducation et reconnaissance de tout ce que tu as fait pour moi. Puisse Dieu tout puissant te préserver et te procurer santé et bonheur.*

*A ma sœur unique **Litissia** je veux que tu saches à quel point je suis reconnaissante pour ta présence constante dans ma vie malgré la distance. Ton encouragement, tes mots de sagesse et ton amour inconditionnel ont été mes compagnons constants, tu as été toujours ma source d'inspiration, et mon modèle à suivre.*

*A mon très cher frère **Amine** , je te remercie du fond du cœur pour le soutien inestimable que tu m'as apporté tout au long de mon parcours d'études, et en particulier pour ton aide précieuse dans la réalisation de ce travail.*

A mes chers grand-parents maternelle et paternelle A la mémoire de mon grand-père maternelle décidé.

*A mes chers cousins : **Moumouh, Khider, Chrif, Ahmed, Rayane** et **Sarah** ainsi tous les membres de ma famille. Je vous remercie pour votre aide.*

*A mon très cher ami **Mazigh** je te remercie pour ton soutien ainsi que ton incroyable capacité à me remonter le moral dans les moments difficiles*

*A mes enseignants spécialement Madame **BRAHMI Karima** , Madame **AMROUN Thelleli** et Madame **CHAHED Soumeya**.*

*A mes amies : **Rabah, Faiza, Dyhia, Katia** Je vous remercie pour votre support*

A ma binôme et toute sa famille.

LINA

Dédicaces

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

Je dédie ce modeste travail :

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

*A mes chers frères **MENAD** et **SOUFIANE** qui n'ont pas cessé de me
conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études, Que dieu
les protège et leur offre la chance et le bonheur.*

*A ma chère unique sœur **RACHIDA**(ma complice depuis toujours), son
époux **HAKIM** ; je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de
succès et que dieu vous protège et vous gardes l'un pour l'autre.*

A ma binôme et toute sa famille.

*A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce
travail.*

LILA

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01

Chapitre I : Généralités sur les Culicides

I.1. - Position systématique	03
I.1.1. - La différence entre la sous-famille des Anophelinae et des Culicinae	04
I.1.1.1. - La sous-famille des Anophelinae	04
I.1.1.2. - La sous-famille des Culicinae	04
I.2. – Cycle de vie des moustique.....	05
I.2.1. –L'accouplement.....	05
I.2.2. –Le repas sanguin.....	05
I.2.3. – La Ponte	05
I.2.4. –L'éclosion.....	06
I.2.5. –Le développement larvaire	06
I.2.6. – La nymphose.....	06
I.2.7. – L'urgence.....	07
I.3.- Morphologie générale des Culicidae	07
I.3.1. – L'oeuf.....	08
I.3.2. – La larve.....	08
I.3.2.1 - La tête.....	09
I.3.2.2. - Le thorax	09
I.3.2.3. - L'abdomen	10
I.3.3. –La nymphe	10
I.3.4 –L'imago.....	11
I.3.4.1 –La Tête.....	11
I.3.4.2. –Le thorax.....	12
I.3.4.3. –L'abdomen.....	12
I.3.5 –La différence entre mâle et femelle	13

I.4. –Etude éthologique des Culicidae.....	14
I.4. 1.– Comportement trophique, longévité et activité	14
I.4.2. –Piqueur	14
I.5. – Rôle écologique des Culicidés.....	15
I.6. – Importance médicale et vétérinaire des Culicidés.....	15
I.6.1. –Maladies à transmission vectorielle.....	15
I.6.2. – Maladies à transmission parasitaire	16
I.6.2.1.– Pludisme.....	16
I.6.2.2.–Filariose.....	17
I.6.3. –Les maladies d’origine virale.....	18
I.6.3.1. –La dengue ou la Fièvre tropicale	18
I.6.3.2 – Le virus du Nil occidental.....	19
I.6.3.3 – La fièvre de Vallée de Rift.....	20
I.7. – Méthode de lutte contre les moustiques.....	20
I.7.1 – Définition d’un vecteur.....	21
I.7. 2.–La lutte anti-vectorielle	21
I.7.2.1. – Lutte physique	22
I.7.2.2. – Lutte chimique.....	23
I.7.2.3. – La lutte biologique	24
I.7.2.3.1– Les bactéries entomopathogènes	24
I.7.2.3.2– Les champignons entomopathogènes	25
I.7.2.3.3– Les virus entomopathogènes	25
I.7.2.3.5– Les poissons prédateurs	26
I.7.2.4– La lutte génétique	27

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

II.1. – Situation géographique	29
II.2. – Facteurs écologiques	30
II.2.1. – Facteurs abiotiques.....	30
II.2.1.1. –Température.....	30
II.2.1.2. – Les précipitations.....	31
II.2.1.3. –Humidité relative.....	32
II.2.1.4. –le vent	32
II.2.1.5. – Synthèse climatique.....	33

II.2.1.5.1. – Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN	33
II.2.1.5.2. – Quotient pluviométrique et climagramme d’Emberger	34
II.2.2. – Facteurs biotiques.....	36
II.2.2.1. – La flore.....	36
II.2.2.2. – La faune.....	37

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. - Choix et présentation des stations prospectées.....	38
III.1.1. – Présentation de la station Tizi-Ouzou.....	38
III.1.1.1. –Site de Nouvelle ville	38
III.1.1.2.- Site d’Ihesnaouen.....	39
III.1.1.3. –Site de Bouhinoun.....	41
III.1.1.4. –Site de Boukhalfa	42
III.1.1.5- Site de Betrouna.....	43
III.1.1.6. – Site de Oued-Aissi	43
III.1.2. – Présentation de la station de Beni Douala.....	44
III.1.3. –Présentation de la station de Larebaa Nath Irathen.....	44
III.1.3.1. – Site de Tagmout Iheddaden.....	45
III.1.3.2. –Site d’Agouni Uragh.....	45
III.1.4. - Présentation de la station de Maatkas.....	46
III.1.4. 1.- Site d’Ait Zaim	46
III.1.4.2. –Site d’Ait Ahmed.....	46
III.1.4. 3–Site de Berkouka.....	47
III.1.5. – Présentation de la station d’Ain Zaouia	47
III.1.5.1 –Site d’Ain Zaouia.....	48
III.1.6. – Présentation de la station d’Iflissen.....	48
III.1.6. 1.–Site d’Iflissen.....	48
III.1.7. – Présentation de la station d’Ouaguenoun.....	49
III.1.7.1 –Site de Tamda.....	49
III.1.7.2. – Site de Timizer Leghvar.....	50
III.1.8. - Présentation de la station de Makouda.....	51
III.1.8.1 –Site de Zaouia.....	51
III.1.9. - Présentation de la station d’Azazga.....	52
III.1.9.1 –Site de Cheurfa Bahloul.....	52

III.2.–Méthodes d'échantillonnage	52
III.2.1. – Techniques du coup de louche	53
III.2.2. – Capture directe.....	54
III.2.3. – Techniques de piège pondoir.....	54
III.3. – Méthodes utilisées au laboratoire.....	55
III.3.1. - Technique de conservation.....	55
III.3.2. - Technique d'élevage.....	56
III.3.3. - L'éclaircissement et le montage des larves.....	57
III.3.4. - Identification des spécimens récoltés.....	58
III.4. – Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats	59
III.4.1. – Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage	59
III.4.2. – Exploitation des résultats par les indices écologiques.....	59
III.4.2.1.- Indices écologiques de composition.....	59
III.4.2.1.1. – La richesse totale ou spécifique S.....	60
III.4.2.1.2. – Richesse moyenne.....	60
III.4.2.1.3.– La fréquence centésimale ou abondance relative.....	60
III.4.2.1.4. – La fréquence d'occurrence ou constance.....	60
III.4.3. – Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure	61
III.4.3.1. – Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	61
III.4.3.2 - Indice Equitabilité.....	62
III.5. – Etude moléculaire.....	62
III.5.1.- Extraction de l'ADN génomique.....	62
III.5.1.1- Extraction de l'ADN génomique par le Kit INDIMAG.....	63
III.5.1.2.- Extraction de l'ADN génomique par Kit QIAamp	66
III.5.1.3.- Extraction de l'ADN génomique par la méthode de phénol chloroforme	67
III.6.- Mesure de la Densité Optique	71
III .7.- Préparation du Gel de qualité.....	72

Chapitre IV : Résultats

IV.1. --Inventaire globale des moustiques dans la Région de Tizi-Ouzou.....	75
IV.2. – Exploitation des résultats par les indices écologiques	77
IV.2.1. - Station de Tizi-Ouzou	77
IV.2.2. - Richesse spécifique.....	77
IV.2.3. - Abondance relative.....	79

IV.2.4. - Indices de structure.....	80
IV.2.2. - Station de Beni Douala.....	81
IV.2.2.1. - Richesse spécifique	81
IV.2.2.2. - Abondance relative.....	82
IV.2.2.3. - Indices de structure.....	83
IV.2.3.- Station de Larebaa Nath Irathen.....	83
IV.2.3.1. - Richesse spécifique	83
IV.2.3.2. - Abondance relative.....	84
IV.2.3.3. - Indices de structure.....	85
IV.2.4. - Station de Maatkas	85
IV.2.4.1. - Richesse spécifique	85
IV.2.4.2. - Abondance relative.....	86
IV.2.4.3. - Indices de structure.....	87
IV.2.5. - Station d'Ain Zaouia.....	87
IV.2.5.1. - Richesse spécifique	87
IV.2.5.2. - Abondance relative.....	88
IV.2.5.3. - Indices de structure.....	89
IV.2.6. - Station d'Iflissen.....	89
IV.2.6.1. - Richesse spécifique	89
IV.2.6.2. - Abondance relative.....	90
IV.2.6.2. - Indices de structure.....	91
IV.2.7. - Station d'Ouaguenoun.....	91
IV.2.7.1. - Richesse spécifique	91
IV.2.7.2. - Abondance relative.....	92
IV.2.7.3. - Indices de structure.....	93
IV.2.8. - Station de Makouda.....	93
IV.2.8.1. - Richesse spécifique	93
IV.2.8.2 - Abondance relative.....	94
IV.2.8.3. - Indices de structure.....	95
IV.2.9. - Station d'Azazga.....	96
IV.2.9.1. - Richesse spécifique	96
IV.2.9.2. - Abondance relative.....	96
IV.2.9.3. - Indices de structure.....	97

IV.3. - Présentation des espèces trouvées et leurs intérêts médicaux et vétérinaires.....	98
IV.3.1. - <i>Culiseta longiareolata</i>	98
IV.3.2. - <i>Culex pipiens s.l.</i>	100
IV.3.3. - <i>Aedes albopectus</i>	102
IV.3.4. - <i>Culex territans</i>	103
IV.3.5. - <i>Anopheles claviger</i>	104
IV.3.6. - <i>Aedes geniculatus</i>	105
IV.4.- Quantification et analyse de la pureté des acides nucléiques par spectrophotometrie.....	107
IV.5.- Evaluation de la qualité de l'ADN sur gel d'agarose	110

Chapitre V : Discussion

V.1. - Inventaire globale des espèces des Culicidae dans la région de Tizi-Ouzou.....	112
V.2. -Indices écologiques	114
V.2. 1.-Indices écologiques de composition	114
V.2.1.1 – Richesse totale.....	114
V.2.1.2 - Abondance relative	115
V.2.2 - Indices écologiques de structure	116
V.3. – Les Techniques d' Extraction d'ADN.....	116
Conclusion et perspectives.....	119

Références bibliographiques

Liste des figures

Figure 1. -Classification des Culicidae en Algérie (BERCHI, 2000).....	03
Figure 2. - Principales différences entre les familles Culicidae et Anophelina.....	04
Figure 3. - Cycle de développement des moustiques.....	07
Figure 4. - Œufs de <i>Culex s.l.</i> groupés en nacelles.....	08
Figure 5. -Vue générale d'exuvie d'une larve de Culicinae.....	09
Figure 6. - Aspect générale d'une larve moustique observée sous une loupe binoculaire.....	10
Figure 7. - Vue latérale d'une nymphe de Culicidé observée sous une loupe binoculaire.....	11
Figure 8. - Morphologie schématique de la tête chez les moustiques.....	12
Figure 9. – Morphologie générale schématique du moustique adulte.....	13
Figure 10. -Quelques symptômes de paludisme	17
Figure 11. - Quelques symptômes de la filariose lymphatiques.....	18
Figure 12. - Vecteur de la dengue <i>Aedes (Ae. aegypti)</i>	19
Figure 13. Infection par le virus West Nil.....	19
Figure 14. - Image en microscope électronique de particule virale de FVR.....	20
Figure15. Les vestes en gaze ou en tulle à large mailles	22
Figure 16. - L'application d'insecticides sur les murs et les toits se fait en général par pulvérisation.....	24
Figure 17. - Localisation géographique des stations prospectées dans la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023.....	29
Figure 18 - Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Tizi-Ouzou.....	34
Figure 19 - Localisation de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger.....	35
Figure 20- Les gîtes prospectés dans le site de nouvelle ville.....	39
Figure 21- Les gîtes prospectés à Ihesnaouen.....	41
Figure 22. - Le gîte prospecté à Bouhinoun.....	42
Figure 23 - Les gîtes prospectés à Boukhalfa	42
Figure 24. - Le gîte prospecté à Betrouna.....	43
Figure 25. - Le gîte prospecté à Oued Aissi.....	44
Figure 26. - Le gîte prospecté à Beni Douala.....	44
Figure 27. - Le gîte prospecté à Tagmout Iheddaden.....	45
Figure 28- Le gîte prospecté à Agouni Uragh.....	45
Figure 29. - Les gîtes larvaires prospectées à Ait Zaim.....	46
Figure 30. - Le gîte prospecté dans le site d'Ait Ahmed.....	47

Figure 31.- Le gîte prospecté dans le site de Berkouka.....	47
Figure 32. - Le Gîte prospecté à Ain Zaouia.....	48
Figure 33. - le gîte prospecté à Iflissen.....	48
Figure 34.- Le gîte prospecté à Tamda.....	50
Figure 35. - Le gîte prospecté à Timizer Leghvar.....	51
Figure 36. - Le gîte prospecté à la station de Makouda.....	51
Figure 37 - Le gîte prospecté à la station d’Azazga	52
Figure 38. - Présentation du matériel utilisé sur le terrain.....	53
Figure 39 - Capture directe.....	54
Figure 40 - Piège pondoir.....	55
Figure 41 - Conservation des larves	55
Figure 42. - Technique d’élevage.....	56
Figure 43. - Technique d’éclaircissement et montage des larves.....	58
Figure 44 - Les larves et adultes destinées à l’identification.....	59
Figure 45.- Protocole d’extraction d’ADN par la méthode Indimag	65
Figure 46. - Principales étapes d’extraction d’ADN par la méthode de QIAGEN	67
Figure 47. - Protocole d’extraction d’ADN par la méthode Phénol chloroforme	70
Figure 48 . - Protocole de la Mesure de la Densité Optique.....	72
Figure 49 . - Protocole de la Préparation du Gel de qualité.....	74
Figure 50. - Effectifs des individus trouvés dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d’étude année 2023.....	77
Figure 51. - Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant l’année 2023.....	80
Figure 52 - Abondance relative des moustiques trouvés dans la station de Beni Douala durant la période d’étude 2023.....	82
Figure 53. - Abondance relative des moustiques trouvés dans la station de Larebaa Nath Irathen durant la période d’étude 2023.....	84
Figure 54. - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d’étude 2023.....	86
Figure 55.- Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Ain Zaouia durant la période d’échantillonnage 2023.....	88
Figure 56. - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d’Iflissen durant la période d’échantillonnage 2023.....	90
Figure 57. - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d’Ouaguenoun durant la période d’échantillonnage 2023.....	92

Figure 58. - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'échantillonnage 2023.....	95
Figure 59. - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Azazga durant la période d'échantillonnage 2023.....	97
Figure 60. -Morphologie externe de <i>Culiseta longiareolata</i> , a : Larve ; b: Adulte. (Gx10)..	99
Figure 61.- Critères d'identification d'une larve de <i>Culiseta longiareolata</i> observée sous un microscope optique (Gx10).....	99
Figure 62.- Critères d'identification de <i>Culex pipiens.l.</i> observée sous un microscope optique (Gx 10).....	101
Figure 63. Critères d'identification des adultes de <i>Culex pipiens</i> observée sous une loupe binoculaire (Gx10).....	101
Figure 64. - Critères d'identification <i>Aedes albopectus</i> , observée sous un microscope optique (Gx 10).....	102
Figure 65. -Critères d'identification d'un adulte <i>Aedes albopectus</i> sous une loupe binoculaire(Gx10)	103
Figure 66. - Critères d'identification d'une larve de <i>Culex territans</i> observée sous un microscope optique (Gx 10)	104
Figure 67 . -Critères d'identification d'une larve d' <i>Anopheles claviger</i> observée sous un microscope optique (Gx 10).....	105
Figure 68. -Critères d'identification d'un adulte femelle d' <i>Aedes geniculatus</i> observé sous une loupe binoculaire (Gx 10).....	106
Figure 69. - Exemple de la qualité de l'extraction d'ADN sur gel d'agarose.....	110
Figure 70. - Evaluation de la qualité de l'extraction d'ADN sur gel d'agarose (0.8 %).....	111

Liste des tableaux

Tableau 1 - Températures mensuelles de la région Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023.....	31
Tableau 2 - Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023.....	31
Tableau 3 - Humidité relative moyenne de la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023.....	32
Tableau 4 - Vitesse maximale du vent dans la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023.....	33
Tableau 5 - Liste des espèces culicidiennes recensées dans la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023.....	75
Tableau 06 - Effectifs des individus recensés dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.....	76
Tableau 07 - Richesse spécifique des moustiques trouvés dans la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2023.....	77
Tableau 08 - Abondance relative des moustiques trouvés dans la station de Tizi-Ouzou de février à mai 2023.....	79
Tableau 09 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2023.....	81
Tableau 20 - Richesses totales des espèces de Culicidae dans la station de Beni Douala durant l'année 2023.....	81
Tableau 21 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Beni Douala durant l'année 2023.....	82
Tableau 22 - l'indice de Shannon, l'indice de diversité maximale et l'indice d'équitabilité des moustiques inventoriés dans la station de Beni Douala durant l'année 2023.....	83
Tableau 23 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Larebaa Nath Irathen durant l'année 2023.....	83
Tableau 24 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Larebaa Nath Irathen durant l'année 2023.....	84
Tableau 25 - l'indice de Shannon, l'indice de diversité maximale et l'indice d'équitabilité des moustiques inventoriés dans la station de Larebaa Nath Irathen durant l'année 2023.....	85
Tableau 26 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude année 2023.....	85
Tableau 27 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude année 2023.....	86

Tableau 28 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude.....	87
Tableau 29 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ain Zaouia durant la période d'étude année 2023.....	87
Tableau 30 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Ain Zaouia durant l'année d'étude2023.....	88
Tableau 31 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station de Ain Zaouia durant la période d'étude année 2023.....	89
Tableau 32 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Iflissen durant la période d'étude année 2023.....	89
Tableau 33 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Iflissen durant l'année d'étude 2023.....	90
Tableau 34 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station d'Iflissen durant la période d'étude année 2023.....	91
Tableau 35 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant la période d'étude année 2023.....	91
Tableau 36 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de d'Ouaguenoun durant l'année d'étude 2023.....	92
Tableau 37 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant la période d'étude année 2023.....	93
Tableau 38 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'étude année 2023.....	94
Tableau 39 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant l'année d'étude2023.....	94
Tableau 40 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'étude année 2023.....	95
Tableau 41 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Azazga durant la période d'étude année 2023.....	96
Tableau 42 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Azazga durant l'année d'étude2023.....	96
Tableau 43 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station d'Azazga durant la période d'étude année 2023.....	97
Tableau 44 - les résultats de la concentration d'ADN (ng /ml) des moustiques.....	98

Listes des Abréviations

Ae : Aedes

An : Anopheles

ANIREF : Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques

ANSES : Agence Nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail

CFT : Conservation des Forêts de Tizi-Ouzou

Cx Culex DET : Direction de l'Environnement de Tizi-Ouzou

DPSB : Direction de la programmation et suivi budgétaire

Fig : Figure

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONM : Office National de la Météorologie

Tab : Tableau ARS-OI : Agence de Santé Indien Océan Indien

Cs : Culiseta

WHO : World Health Organisation

Introduction

Introduction

L'embranchement des arthropodes est composé de nombreux invertébrés aux milieux et modes de vie très variés ; ils sont rencontrés dans les domaines marins, d'eau douce et terrestre, où ils mènent une vie libre ou fixée (**HEUSSER&DUPUY,2008**). Les recherches sur les invertébrés du milieu aquatique sont nettement insuffisantes et leurs richesses spécifiques font l'objet de beaucoup de controverses (**DAJOZ,2003**). Les moustiques (Diptera :Culicidés) sont des arthropodes nématocères à un intérêt écologique très important, leur stade subimaginal est aquatique, inféodé aux eaux stagnantes (**RAMADE, 2008**) ; ils se trouvent dans une grande variété d'habitats, allant des grandes étendues d'eau telles que les marécages, les marais et les rizières, aux petites collections d'eau comme les trous d'arbres, les aisselles de plantes, les coquilles d'escargots et les feuilles mortes (**SERVICE,1993**). En effet, l'homme par ces activités anthropiques contribue à l'apparition des milieux propices au développement des moustiques (**DARRIET,2014**) ce qui favorise l'augmentation de leur aire géographique.

Les moustiques ont un rôle extrêmement important en santé humaine et animale, car ils constituent au-delà de leur rôle de nuisant par les piqûres douloureuses qu'ils infligent, le plus important groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'être humain. Les moustiques sont responsables de la transmission du paludisme (**WHO,2016**) et de nombreuses maladies à transmission vectorielle (arboviroses) telles que la dengue, la fièvre jaune, la fièvre de la vallée du Rift, le Chikungunya et l'encéphalite virale. Ils constituent à ce titre l'un des sujets majeurs d'études en entomologie médicale (**GULBER,2002**). Les moustiques sont présents naturellement dans la nature, mais d'autre part l'Homme contribue à l'apparition des endroits propices au développement des moustiques par la création des gîtes artificiels (**DARRIET,2014**), ce qu'il induit à la prolifération de ces insectes et à l'expansion de leurs aires de répartition, ainsi que la contribution à la transmission des maladies mortelles.

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 biologique. Dans le nord-est, nous notons les travaux de **BERCHI (2000)**, **BOUABIDA et al. (2012)** et **BOUDEMAGH et al. (2013)**, dans les hauts plateaux (Sétif), nous citons l'étude de **NABTI & BOUNECHEDA (2020)**. A l'ouest à Tlemcen, le travail de **HASSAINE (2002)**. Aussi quelques inventaires sont entrepris dans les zones arides, nous signalons les travaux de **MERABTI & OUKID (2010)** et **BENHISSEN et al. (2017)**.

Au nord centre d'Algérie, dans la région d'Alger, nous citons les travaux de **TAMALOUST (2007)** et dans l'Algérie, le marais de Réghaia et la vallée du moyen Sébaou de Tizi-Ouzou, nous citons **LOUNACI (2015)**, nous citons encore le travail récent de **CHAHED et al. (2021)**.

Tenant compte de ce qui précède, ce travail est réalisé dans le but d'apporter une contribution utile à la vulgarisation des connaissances scientifiques relatives à la faune culicidiène de Tizi-Ouzou.

Le présent manuscrit s'articule autour d'une introduction et quatre chapitres.

- Chapitre I : porte sur la recherche bibliographique des culicidés et les maladies qu'ils transmettent, nous y donnons un aperçu sur les critères généraux, la classification, la bio-écologie des différents stades et sur le rôle vecteur du modèle biologique étudié.
- Chapitre II : est consacré à la présentation de la région d'étude dans laquelle les caractéristiques abiotiques et biotiques sont développées.
- Chapitre III : nous avons présenté le choix des stations d'étude et la description des gîtes larvaires, ainsi que les méthodes utilisées pour l'échantillonnage et l'identification des culicidés.
- Chapitre IV : est consacré aux résultats de notre étude, dont les résultats sont exploités par des indices écologiques.
- Chapitre V : est consacré à la discussion des résultats enregistrés par rapport aux études précédemment menées dans la région de Tizi-Ouzou et dans d'autres régions.

Le présent mémoire s'achève avec une conclusion générale qui met l'accent sur les perspectives et les travaux qui restent à mener, en optant à de nouvelles voies d'approche qui pourraient éventuellement élucider certains problèmes causés par ces diptères.

Chapitre I

Généralités sur les moustiques

Cette partie déballe la position systématique des Culicidae, le cycle de vie, la morphologie, l'étude éthologique, leur rôle écologique en tant que vecteur de maladies et enfin, les différentes méthodes de lutte utilisées contre leur propagation.

I. 1. -Position systématique

Les Culicidae désignent l'ensemble des moustiques, ce sont des insectes piqueurs suceurs, classés dans l'ordre des diptères et le sous ordre des nématocères (HAMAIDIA & BERCHI, 2018), à l'embranchement des arthropodes et aux clades des métazoaires triploblastiques coelomates (AMARA, 2016). La famille des Culicidae se divise en trois sous familles, Les Toxorhynchitinae, les Culicinae et les Anophelinae (MATILE, 1993 ; BRUNHES *et al.*, 1999). En Algérie, six genres regroupés dans les sous familles des Anophelinae et les Culicinae (Fig.1); les Toxorhynchitinae ne sont pas représentés (BERCHI, 2000). Pour l'heure, environ 3546 espèces de moustiques appartenant à la famille des culicidés, sont réparties en 111 genres (AHONZIALA KOYABIZO, 2019).

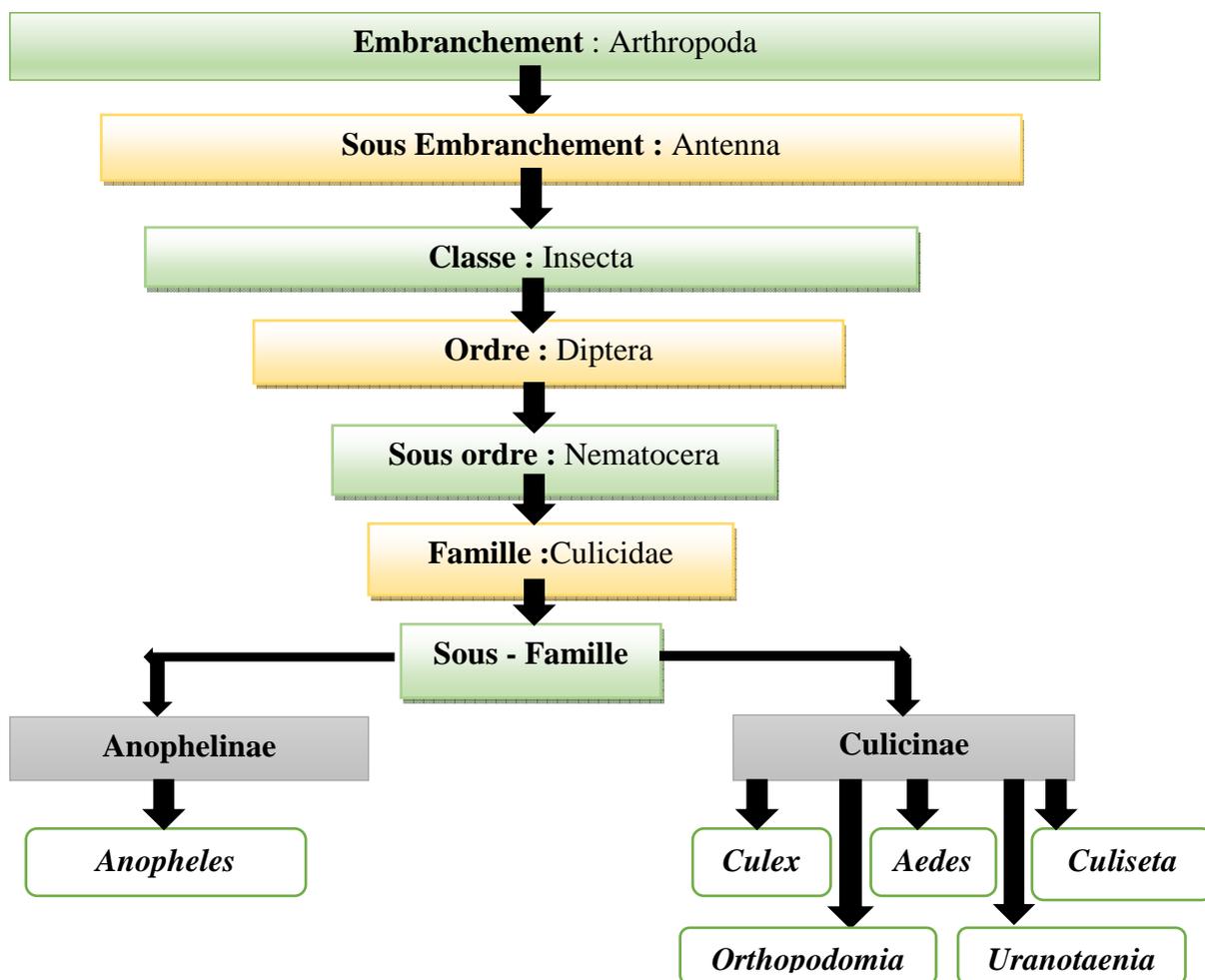


Figure 1. -Classification des Culicidae en Algérie (BERCHI, 2000).

I.1.1.-Les différences entre la sous-famille des Anophelinae et des Culicinae

I.1.1.1. -La sous famille des Anophelinae

Les Anophelinae se caractérisent par des flotteurs au niveau des œufs et des larves dépourvues du siphon respiratoire. La respiration s’effectue à travers les stigmates situés à l’extrémité abdominale. Selon **DAJOZ (2010)**, les larves se maintiennent horizontalement dans l’eau. Au stade adulte, ils possèdent des palpes maxillaires longs(**DUVALLET&CHABASSE,2020**) et ils se reconnaissent à leurs positions au repos. Dans l’abdomen très relevé et oblique par rapport au support (**Fig.2**). Les Anophèles ont une large répartition en Afrique et en Europe, ce sont des moustiquesanthrophophiles ou zoophiles selon les espèces qui sont attirés par diverses substances responsables de l’odeur du corps.

I.1.1.2.-La sousfamille des Culicinae

Les Culicinae ont des larves qui se distinguent par un siphon respiratoire bien développé à l’extrémité abdominale, se reconnaissent à leur position oblique par rapport à la surface de l’eau (**Fig.2**).Les œufs sont pondus à la surface de l’eau regroupés dans une masse. Les femelles ont des palpes maxillaires courts(**DUVALET & CHABASSE**).

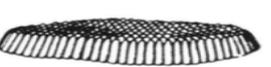
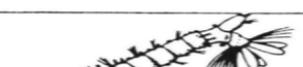
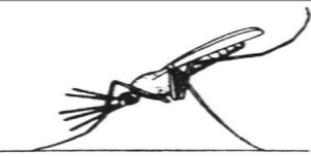
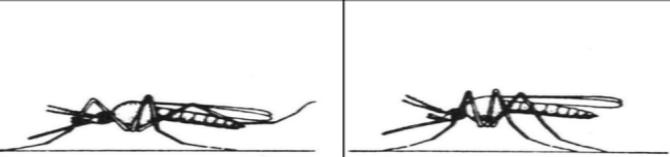
	ANOPHELINAE		CULCINAE	
	<i>Anopheles</i>		<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Œufs				
Larves				
Tête				
Position au repos				

Figure 2. - Principales différences entre les familles Culicidae et Anophelinae (**CARNEVALE & ROBERT, 2009**)

I.2. - Cycle de développement des Culicidés

Les moustiques sont des insectes qui suivent un cycle de métamorphose complète, appelé holométabolie. Ce processus comprend plusieurs étapes, de l'œuf à l'adulte en passant par la larve et la nymphe. (CARNEVALE et ROBERT, 2009). Le cycle de vie du moustique est un processus fascinant qui comprend deux phases distinctes : une phase aquatique et une phase aérienne. Les stades pré-imaginaux, à savoir les œufs, les larves et les nymphes sont aquatiques, ils passent la majorité de leur temps dans l'eau douce ou parfois dans l'eau saumâtre, alors que les adultes ou imago sont aériens (CLEMENTS, 1999).

I.2.1. - Accouplement

L'accouplement des moustiques se produit en vol dans la végétation, un moustique mâle peut plus ou moins s'accoupler avec plusieurs moustiques femelles (SEGUY, 1950). La femelle ne s'accouple qu'une seule fois (DARRIET, 1998). Tout au long de sa vie elle conserve les spermatozoïdes dans ses spermathèques (LEFÈVRE et al., 2003). Les mâles, en revanche, ne vivent généralement que quelques jours, aspirant le sucre qui les alimente à partir du nectar des fleurs (ANONYME, 2004). Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas de sang.

I.2.2. - Le Repas sanguin

Les moustiques femelles ont une stratégie alimentaire particulière, elles ont besoin d'un repas sanguin pour obtenir les protéines nécessaires à la maturation de leurs ovocytes. Cependant, toutes les espèces ne fonctionnent pas de la même manière. Certaines sont anautogènes, ce qui signifie qu'elles doivent absolument se gorger de sang avant de pouvoir pondre. D'autres, appelées espèces autogènes, elles sont capables de pondre une première fois sans prendre de repas sanguin, mais devront en prendre un par la suite pour pouvoir continuer à pondre (BERCHI, 2000).

I.2.3. - Ponte

Une fois qu'elles ont nourri leur soif de sang, les femelles des moustiques trouvent un emplacement approprié pour pondre leurs œufs, que ce soit dans des milieux aquatiques ou sur des sols humides. Après avoir déposé leurs œufs, elles retournent chercher un autre repas sanguin avant de pondre à nouveau, et elles continuent ainsi jusqu'à ce qu'elles meurent. (HIMMI, 2007).

I.2.4. - L'éclosion

Selon l'espèce et la période de l'année, l'éclosion des œufs peut être retardée en fonction des conditions environnementales, telles que la température, l'humidité et la disponibilité des ressources. L'éclosion peut se produire immédiatement ou être retardée de plusieurs mois, voire même plusieurs années. Certains œufs de cette espèce peuvent même résister à des périodes de sécheresse extrêmes, allant jusqu'à trois à cinq ans (ANONYME, 2003).

I.2.5. - Le développement larvaire

Les larves de moustique ont une alimentation basée sur la filtration des particules organiques fines et d'autres microorganismes (tels que les bactéries, les protistes et les micro-métazoaires) présents dans leur milieu. Néanmoins, certaines espèces ont développé des modes de nutrition alternatifs ou complémentaires, de sorte qu'il existe des espèces dont les larves sont racleuses, broyeuses et/ou prédatrices. Si les conditions de l'environnement sont favorables, la larve subit quatre stades larvaires distincts, précédés chacun d'une mue. Lors du dernier stade larvaire, la larve finit par se nymphoser et, après quelques jours, subit une mue imaginale pour laisser émerger un moustique adulte. (TALAGA, 2016). La durée des différents stades larvaires varie en fonction des saisons et du milieu environnant. Ces stades sont déterminés en fonction des mesures des parties en chitine de la larve, la largeur de la capsule céphalique en particulier (HIMMI, 1991).

I.2.6. - La Nymphe

Une fois leur croissance terminée, les larves deviennent moins actives. Elles se transforment en nymphes ou pupes, qui sont plus trapues et ont la forme d'une virgule. Bien que les nymphes soient actives, elles peuvent rester immobiles juste sous la surface de l'eau pour respirer de l'air à travers leurs tubes respiratoires. Elles plongent vers le fond pour éviter les prédateurs en cas de dérangement, elle ne se nourrit pas pendant cette phase de leur développement (PIHAN, 1986). Le stade nymphal dure de 24 à 48 heures généralement, une période au cours de laquelle une métamorphose interne importante se produit, entraînant la transformation en adultes ailés (SINGH *et al*, 2012).

I.2.7. - L'émergence

La période d'émergence ne dure que quelques minutes, mais elle représente un moment critique pour le moustique. Durant cette période, le moustique est vulnérable aux prédateurs et

est également susceptible de se noyer (GOULU, 2015). Lorsque l'insecte adulte émerge, cela se produit à la surface de l'eau. La nymphe commence à s'étirer et son tégument se fend dorsalement et lentement. Finalement, le moustique s'échappe rapidement de l'exuvie. Lorsqu'il émerge, l'adulte est souvent mou et fragile. Il reste souvent à la surface de l'eau pour permettre à ses ailes et à son corps de sécher et de durcir avant de s'envoler. Les mâles émergent souvent avant les femelles car ils ont besoin de plus de temps pour développer leurs glandes sexuelles (ANONYME, 2003)(Fig.3).

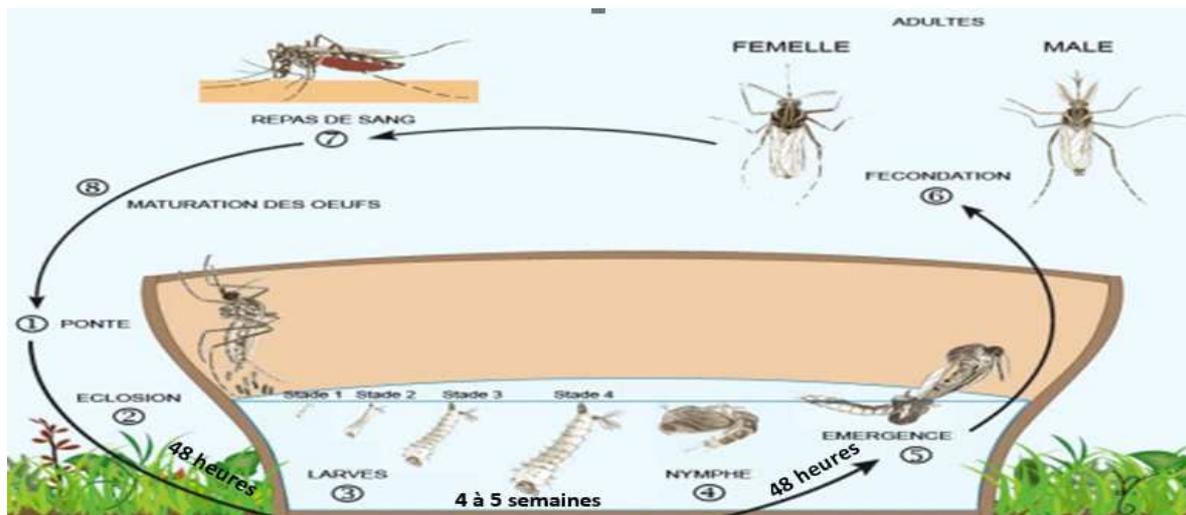


Figure 3. - Cycle de développement des moustiques (GUILLAUMOT, 2013)

I.3. -Morphologie générale des Culicidae

Les moustiques sont des insectes à métamorphose complète (insectes holométaboles) desorte que l'adulte, la larve et la nymphe ont des morphologies très différentes, adaptées à leurs modes de vie, aquatique pour les stades pré-imaginaux et aérien pour le stade adulte ou imaginal. Au niveau de la sous-famille (Anophelinae versus Culicinae) et des genres, la différenciation rapide est faite grâce à la morphologie externe des larves et des adultes. Au niveau spécifique, la morphologie externe permet aussi de différencier les espèces entre elles. Cependant, dans le cas d'espèces jumelles, il faut souvent faire appel à des techniques complémentaires (CARNEVALE & ROBERT, 2009). Il est donc primordial de décrire dans ce chapitre les différents critères morphologiques de l'adulte (mâle et femelle), de la larve, de la nymphe et de l'œuf.

I.3.1.- L'œuf

Les œufs des culicidés ont une forme allongée et mesurent environ 0.5mm. Communément les œufs des culicidés comprennent de l'intérieur à l'extérieur, le vitellus et l'embryon, l'endochorion épais qui est dur et noir et l'exochorion plus ou moins pigmenté, gaufrée ou aréolé (**RIOUX,1958**). Au moment de la ponte ; ils sont blanchâtres et prennent rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque une couleur marron ou noire (**BERCHI,2000**). Les œufs sont très dissemblables selon les genres et les espèces(**Fig.4**). D'après **SCHAFFNER (2004)**, les œufs sont pondus isolément sur le sol ou sur un support à proximité de l'eau (*Aedes*) ou sur l'eau (munis de flotteurs : *Anopheles*) ou en amas flottant ou nacelle (*Culex* , *Culiseta*).

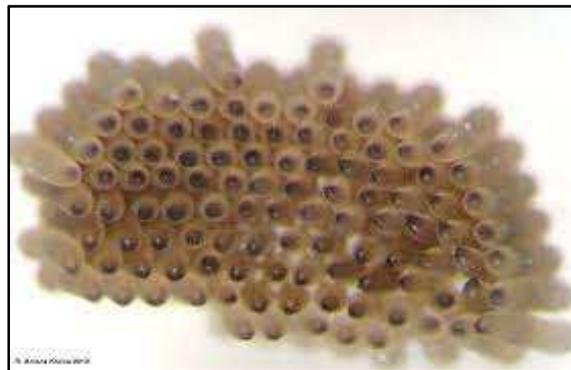


Figure 4. -Œufs de *Culex s.l.* groupés en nacelles(**AMARA-KORBA, 2016**)

I.3.2.- La larve

Les larves des moustiques se différencient des autres larves d'insectes aquatiques par l'absence de pattes, la présence d'un thorax relativement gros que la tête et l'abdomen. Ainsi, la présence de papilles anales postérieures et d'une paire d'ouverture respiratoire (sous-famille des Anophelinae) ou d'un siphon allongé (sous-famille des Culicinae) à l'extrémité abdominale (**TRARI, 2017**), au cours de son développement, la larve passe successivement par 4 stades larvaires notés généralement L1, L2, L3, L4, qui sont séparés par des mues successives. Le corps est divisé en 3 parties nettement distinctes et plus particulièrement au quatrième stade larvaire (**Fig.5**). Parmi les quatre stades de l'évolution larvaire, seul le dernier est pris en compte dans l'identification des espèces (**RIOUX, 1958**).

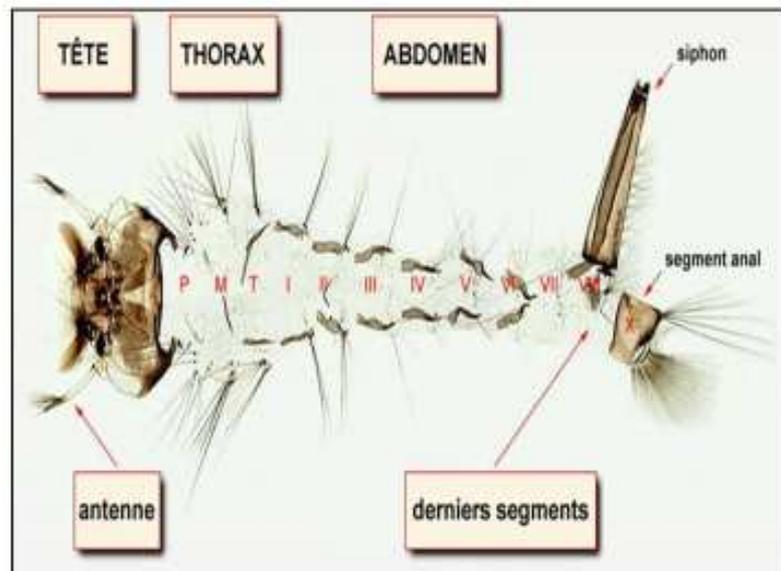


Figure 5.-Vue générale d'exuvie d'une larve de Culicinae (Brunhes et al.,2000)

I.3.2.1. - La tête

Partie du corps fortement chitinisées (HIMMI, 2007), une plaque médiodorsale (fronto-clypéus), losangiques portant chez la larve du stade 1 une dent d'éclosion qui sert à percer le chorion de l'œuf et qui n'existe plus chez les stades ultérieurs. Deux plaques latérales (plaques épicroâniennes), symétriques portant les antennes et les yeux. Ces sclérites portent des sois d'une véritable importance taxonomique. Le labre porte une paire d'organes particulières, les brosses buccales, constituées de longues soies courbes, ayant un rôle dans la création d'un courant d'eau apportant les particules alimentaires au niveau de la bouche.

I.3.2.2.-Le thorax

De forme globuleuse, légèrement aplatie dorso-ventralement, il se compose de trois segments coalescents (prothorax, mésothorax et métathorax) dont la distinction se fait grâce à la chétotaxie (BECHERet al.,2010). Surtout sont utilisées pour la détermination systématique des larves d'Anophèles.

I.3.2.3.- L'abdomen

Il est composé de neuf segments bien visible. Les sept premiers sont relativement comparables et peuvent porter des sois ou des sclérites ayant souvent une grande importance taxonomique. Dont le huitième segment de grandes modifications apparaissent qui permet la distinction entre les genres qui porte notamment des organes respiratoires tels que : L'orifice

stigmatique, sessiles chez les Anophelinae et formant le siphon dorsal chez les Culicinae et les Aedinae , qui porte 2 types de formation systématique : le peigne siphonique , constitué de 2 rangées d'épines ventro-latérales , longitudinales et symétrique disposées le plus souvent en touffes subventrales ou basales, quelques fois latérales ou subdorsales(**Fig.6**) (**HIMMI,2007**).



Figure 6. -Aspect générale d'une larve moustique observée sous une loupe binoculaire (Gx 10)(**Originale 2023**).

I.3.3. - La nymphe

La nymphe des Culicidae ou pupae en anglais, se caractérise par une tête et un thorax réunis en une seule masse globuleuse. Le céphalothorax et une partie postérieure effilée et recourbée constituant l'abdomen ce qui donne à la forme générale de la nymphe un aspect d'une virgule, elle est aquatique et très mobile, mais ne se nourrit pas, elle prélève l'air atmosphérique grâce à ses 2 trompettes respiratoires. Les larves des moustiques muent et deviennent des nymphes ou pupes lorsqu'ils atteignent le quatrième stade larvaire L4, dont le stade des pupes est l'intervalle entre les stades larvaires et adulte chez les moustiques ; qui s'étend de 1à4 jours, cependant les larves et les pupes ne mangent pas notamment elles atteignent la surface de l'eau pour respirer(**Fig.7**).

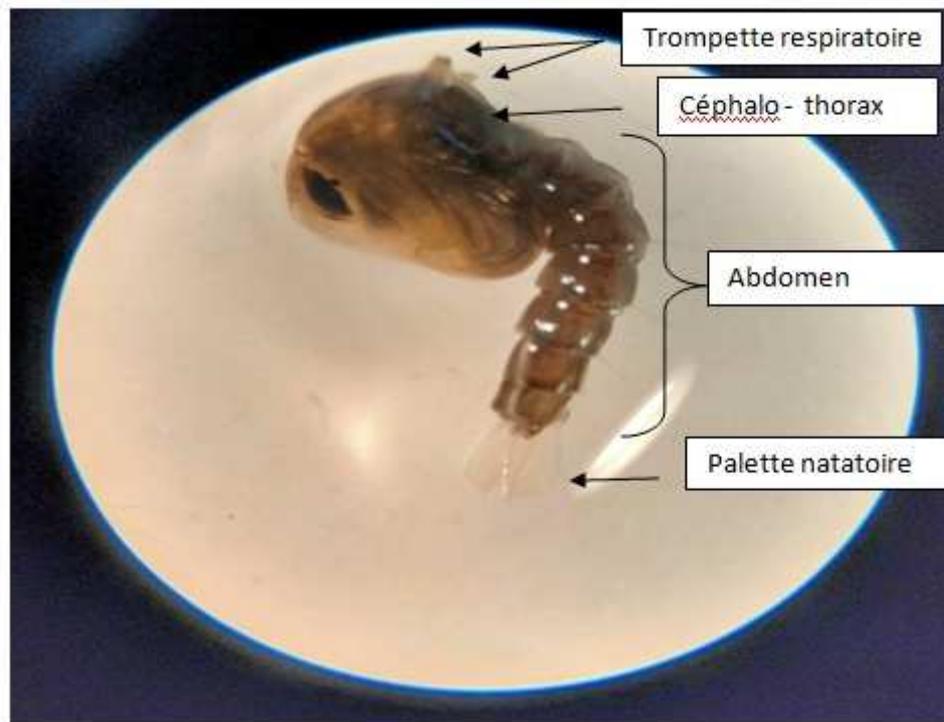


Figure 7. - Vue latérale d'une nymphe de Culicidé observée sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2022)

I.3.4.-L'imago

Les adultes des Culicidés sont des petits insectes brun clair globalement à un corps allongé de 5 à 20mm de long selon l'espèce (GOULOU,2015). Le corps des moustiques adultes est composé de trois parties bien distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen, dont la connaissance est indispensable en systématique (BECKER et al., 2003).

I.3.4.1.-La tête

Est un élément permettant de différencier les mâles des femelles, ainsi que les genres et les espèces, elle est de forme globuleuse, comporte des yeux à facettes, de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces latérales mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et une paire d'antennes à quinze segments plumeuses chez le mâle, presque glabres chez la femelle (Fig.8). Les appendices buccaux sont de type piqueur- suceur (HIMMI,2007)

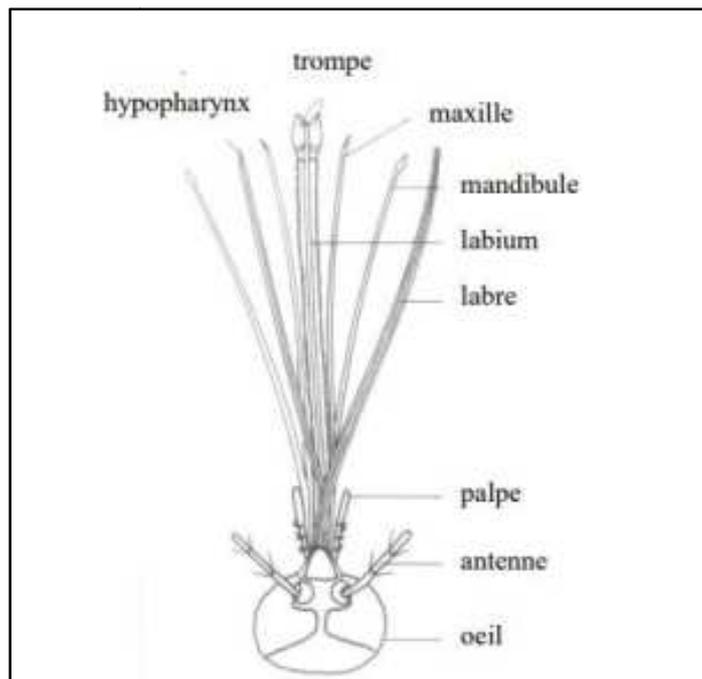


Figure 8. - Morphologie schématique de la tête chez les moustiques(GUEYE FALL, 2013).

I.3.4.2.-Le thorax

Est la partie centrale du corps à laquelle sont attachées les ailes et les pattes, composée de trois segments fusionnés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Chaque segment porte une paire de pattes ; le mésothorax est très volumineux et porte les ailes ainsi que la paire de pattes médianes. Le métathorax porte les balanciers (haltères) (VACUS,2012). Trois paires de pattes articulées et les ailes ; ces dernières sont étroites et longues, formées par deux membranes soutenues par des nervures longitudinales et transverse.Le prothorax est réduit et ne porte que la paire de pattes antérieures.

I.3.4.3.-L'abdomen

L'abdomen des Culicidés est allongé et beaucoup plus étroit que son thorax, il est formé de dix segments mais seuls les huit premiers sont différenciés et visiblesexternement(Fig.9). Ils sont composés chacun d'une plaque ventrale ou sternite. La localisation des écailles et leur disposition sur les tergites abdominaux, aident à déterminer les espèces, les 2 derniers segments sont modifiés pour les fonctions reproductrices (BERCHI,2000). Chez les *Aedes*, l'alternance de bandes claires et de bandes sombres permettant de les reconnaître d'où l'appellation du moustique tigre.

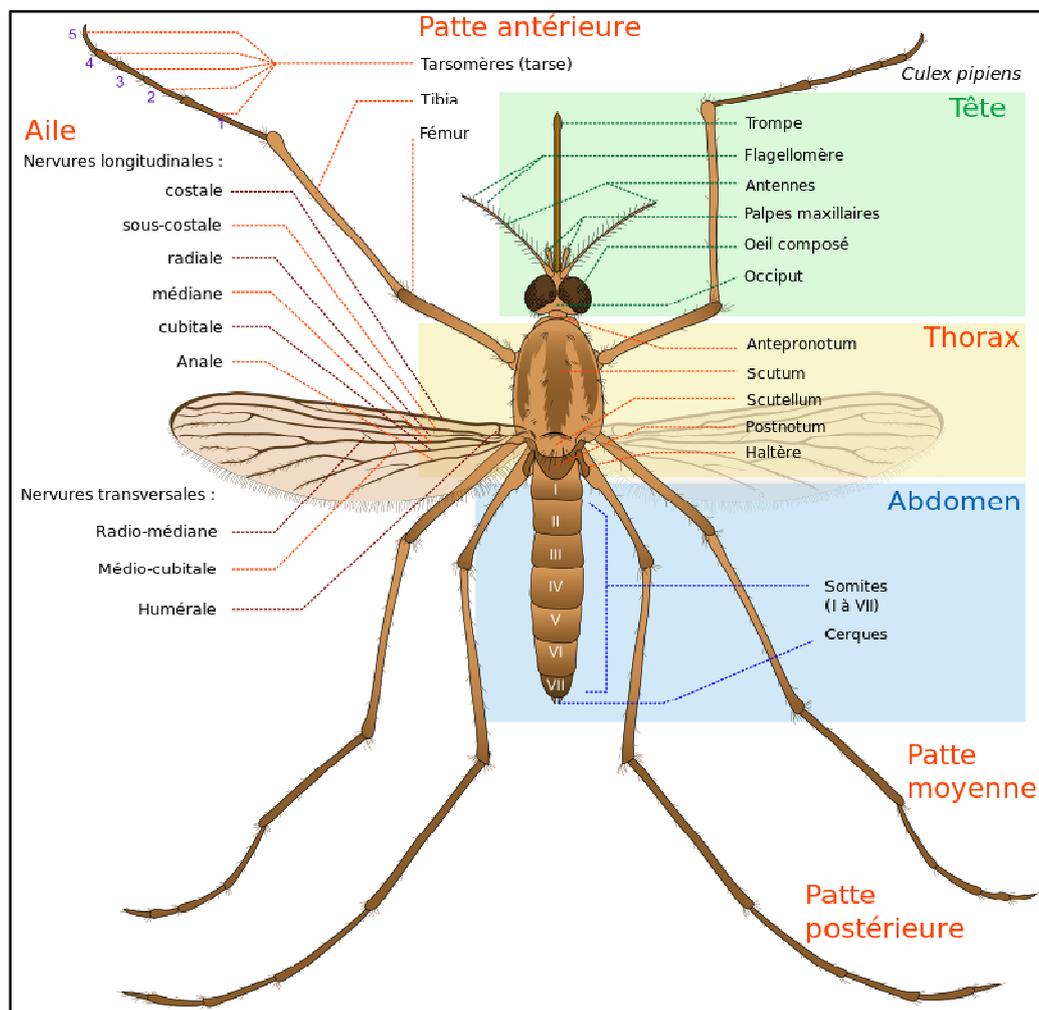


Figure 9.- Morphologie générale schématique du moustique adulte (VILLARREAL, 2010)

I.3.5.-La différence entre mâle et femelle

Les moustiques mâles en plus de flagelles, c'est-à-dire des soies ou poils fins, sur leurs antennes, à tel point qu'ils ont l'air beaucoup plus fournis à l'œil nu. Ces flagelles sont importants pour l'ouïe du moustique, car il en a besoin pour rechercher des moustiques femelles. Les antennes de la femelle sont moins poilues et contiennent plusieurs récepteurs olfactifs qui les aident à cibler leurs sources de sang, sans lesquelles elles ne peuvent se nourrir et se reproduire. Les moustiques femelles sont les seules à piquer et donc, les seules à transmettre le paludisme (TARGET MALARIA, 2020).

I.4. -Étude éthologique des Culicidae

I.4.1.- Comportement trophique, longévité et activité

Le comportement trophique des Culicidés est très différent entre les mâles et les femelles. Les mâles floricoles et saprophages se nourrissent de sucres d'origine végétale. Seules les femelles sont hématophages (**SINEGRE, 1974**). On pensait qu'un repas sanguin était nécessaire pour le développement des œufs, mais la découverte de (**ROUBAUD, 1933**) sur le phénomène d'autogénèse chez *Culex pipens* a remis cette idée en question. Les moustiques autogènes peuvent parfois atteindre la maturité des œufs après un seul repas de sang, bien que le premier cycle gonotrophique de leur vie imaginaire puisse nécessiter deux repas. En revanche, d'autres espèces de moustiques sont anautogènes, nécessitant plusieurs repas sanguins pour permettre le développement complet de leurs œufs (**HADRI, 2006**). Les larves se nourrissent de matières organiques en décomposition et de micro-organismes tels que des algues et des bactéries. Certaines espèces de moustiques préfèrent les animaux, d'autres les humains, et d'autres encore exophiles ou endophiles (piquent à l'intérieur des maisons) (**HIMMI, 2007**). En plus de l'homme, les femelles sont hématophages ; le sang nécessaire est pris soit des mammifères, soit des batraciens, soit des reptiles (**SEGUY, 1950**). Elles préfèrent piquer les vertébrés à sang chaud (**SEGUY, 1951**). Les espèces d'endolimniques piquent essentiellement l'homme (**HARANT et al., 1955 ; RIBEIRO et al., 1988 ; ROMAN, 1939**). Ces espèces vivant dans les eaux intérieures ont une forte préférence pour l'homme et se nourrissent principalement de son sang. Leurs piqûres diurnes sont souvent très gênantes, surtout dans des habitats urbains où elles sont susceptibles de causer des nuisances (**BENBARKA, 2005**).

I.4.2. - Pique

Les moustiques choisissent un endroit spécifique sur le corps de leur hôte pour se poser, ce choix dépend de l'espèce de moustique ainsi que de la position de l'individu. Plusieurs facteurs augmentent le risque d'être piqué, notamment les conditions environnementales telles que la luminosité, la température ambiante (15 à 32°C) et l'humidité (jusqu'à 85%). De plus, les odeurs émises par l'homme peuvent attirer les moustiques femelles. (**CARNEVALE & ROBERT, 2009**).

I.5. - Rôle écologique des Culicidés

Les moustiques, qu'ils soient à l'état larvaire ou adulte, occupent une place importante dans plusieurs chaînes alimentaires. Ils constituent une source d'énergie considérable pour de

nombreux prédateurs, tant dans les milieux aquatiques que terrestres. Dans l'eau, les stades immatures sont consommés par des insectes tels que les larves de libellules et de dytiques, ainsi que par des poissons. Les adultes sont quant à eux la proie d'insectes, de chauves-souris, de batraciens, , d'oiseaux et de reptiles (**BENYOUB, 2007**). Les moustiques passent par une phase larvaire durant laquelle ils se nourrissent de minuscules particules organiques mortes dans les eaux stagnantes. Après cette étape, les larves se transforment en moustiques adultes qui font partie de la chaîne alimentaire des prédateurs terrestres. En tant que détritivores, les moustiques jouent un rôle important dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques stagnants en tant que saprophages (**BOURASSA, 2000 ; COLDREY & BERNARD, 1999**).

I.6.- Importance médicale et vétérinaire des Culicidés

Les moustiques du genre *Anopheles* ont une valeur sanitaire très importante en santé animale et humaine. De plus, leurs dégâts sur près de 60 espèces assurent la transmission des plasmodiums de mammifères, l'agent causal du paludisme, y compris le paludisme humain. Les premiers parasites qui ont parasités les humains se sont donc des vecteurs de filaires, *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* et *Brugia timori* et les arbovirus (O 'Nyong – Nyong, Tataguine, Ross River, etc.). Les moustiques anophèles ont aussi un certain intérêt pour la santé animale, responsable de la transmission des parasites du paludisme par les mammifères, en particulier par les rongeurs, de filaires animales et participent en tant que vecteurs secondaires dans la transmission de virus tels que la myxomatose et la fièvre de la vallée du Rift. Ces moustiques anophèles ne sont pas impliqués dans la transmission des bactéries (**DUVALLET et al., 2017**). Les moustiques, notamment les genres *Aedes* et *Culex*, jouent un rôle original dans la transmission des arbovirus (contractions des virus transmis par les arthropodes anglo-saxonnes), entre autres deuxièmement, chez les filaires animales et les parasites du paludisme. Ces virus et parasites sont l'une des principales causes de morbidité et de mortalité chez les humains et les animaux et leurs impacts économique sur la production animale est considérable (**FONTENILLE et al., 2017**).

I.6.1. - Maladies à transmission vectorielle

Les maladies à transmission vectorielle sont des maladies pour lesquelles l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) est transmis d'un individu infecté (un hôte vertébré: homme ou animal) à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode (insecte, tique) hématophage. Ces maladies, notamment les maladies humaines comme le paludisme ou la

dengue, contribuent de façon majeure à l'impact global des maladies dans le monde (O.M.S, 2004). La production animale est également souvent sérieusement affectée par des maladies vectorielles comme la trypanosomose animale, la fièvre de la vallée du Rift ou la fièvre catarrhale du mouton (OIE, 2003).

I.6.2. - Maladies parasitaires

I.6.2.1.- Paludisme

Est une maladie infectieuse de l'homme due à plusieurs espèces de protozoaires parasites du genre plasmodium . La transmission du paludisme est liée exclusivement aux piqûres de moustiques Anophèles dont l'intensité de la transmission dépend de facteurs liés au parasite, au vecteur, à l'hôte humain et à l'environnement(O.M.S,2013) ce qui concerne l'homme, l'infection est également transmise par transfusion sanguine (Institutpasteur, 2021) et par greffe d'organes. La contamination interhumaine est également possible concernant la transmission Trans placentaire « materno- fœtale » d'une femme enceinte infectée à son enfant (Fig.10).



Figure 10. -Quelques symptômes de paludisme (ANONYME, 2006 ; BOUBIDI, 2008).

I.6.2.2 - Filariose

La filariose dite filariose lymphatique ou éléphantiasis ,ces aspects ont de graves incidences psychologiques et sociales (**SCIAMA ,2006**).L'infection aura lieu lorsque les parasites filaires responsables de la maladie sont transmis à l'homme par des moustiques .Quand un moustique porteur de larves ayant déjà atteint les stades infectant pique une personne ; par la suite les parasites pénètrent dans la peau suivant de cette piqûre ; les larves migrent vers les vaisseaux lymphatiques où elles se développent pour devenir des vers adultes dans le système lymphatique humain (**O.M.S,2014**) (**Fig 11**).



Figure 11. - Quelques symptômes de la filariose lymphatiques (**ANONYME, 2006 ; BOUKRAA, 2010**).

I.6.3. - Les maladies d'origine virale

I.6.3.1. - La dengue ou la fièvre tropicale

En termes de santé publique la dengue est parmi les plus importantes des arbovirus ; qui est une maladie humaine des zones urbaines dont l'agent causal est un flavivirus transmis à son hôte par piqûre du moustique domestique *Aedes aegypti*. Les virus DEN se divisent en quatre types sérologiquement distincts (1à4). Aucune corrélation établie entre l'infection par des sérotypes spécifiques du virus de la dengue et la gravité de la maladie (**OHMANN,2000**)(**Fig 12**).



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

I.6.3.2. - Le virus du Nil occidental (V, W, O)

La fièvre du Nil ou fièvre du Nil occidental ou fièvre à virus West Nile est une infection virale transmise par les moustiques à partir d'un réservoir constitué par certaines espèces d'oiseaux. Elle est due à un arbovirus de la famille des Flaviviridae. Ce flavivirus est transmis par divers moustiques selon les régions, mais le genre le plus pertinent est *Culex*. En Europe le principal vecteur est *Culex pipiens*(LINNAEUS, 1758) est l'espèce responsable des épidémies de grande ampleur du virus West Nile, est l'espèce la plus répandue dans nos zones urbaines et préurbaines (BENMECHTA, 2017) (Fig.13).



Figure 13. Infection par le virus West Nil (ANONYME).

I.6.3.3.- La fièvre de Vallée de Rift (F.V.R)

Selon (OMS, 2018), la fièvre de la vallée du Rift est une zoonose virale qui touche principalement les animaux leurs infections peut provoquer tant une pathologie sévère que chez l'homme qui peut aussi être contaminer. Elle provoque également des pertes économiques considérables liées à l'avortement et à la mort des animaux dans les troupeaux infectés. Elle est due à un arbovirus appartenant au genre phlebovirus, à la famille des bunyaviridae, possédant un génome d'ARN simple brin de polarité négative et formé de 3 segments : (L)arge, (M)edium et (S)mall. (Fig14).

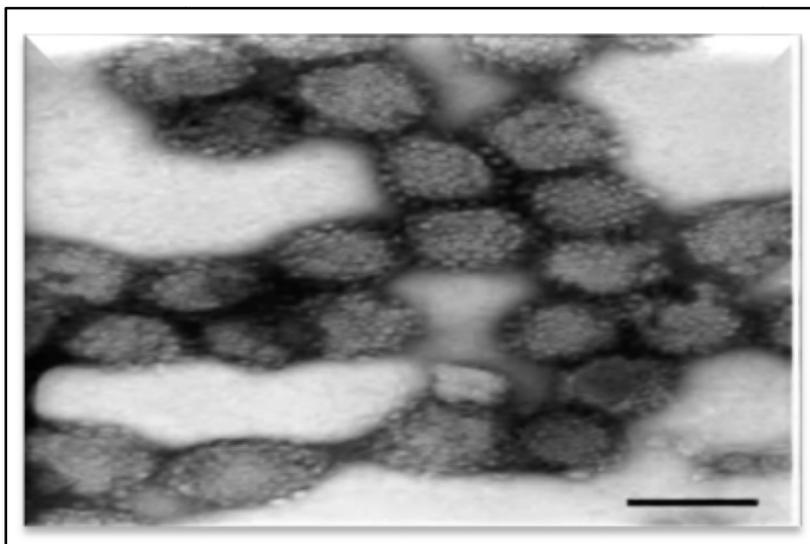


Figure 14. -Image en microscope électronique de particule virale de FVR (King et al., 2011, courtesy of A. Freiburg and R. Flick) .

I.7. - Méthode de Lutte contre les moustiques

Depuis des temps anciens, l'homme a cherché à se protéger des arthropodes nuisibles et vecteurs. Dans de nombreuses régions tropicales, des pratiques traditionnelles ont été mises en place pour réduire les piqûres de moustiques dans les habitations. Ces pratiques consistaient principalement en des mesures d'aménagement de l'environnement ou de lutte physique. Ces moyens ont été utilisés pour prévenir les effets négatifs des arthropodes sur la santé humaine. (MOUCHET et CARNEVALE, 1991). Actuellement, le seul moyen de prévenir ou de contrôler la propagation des maladies à transmission vectorielle est de contrôler et lutter contre les vecteurs (OMS, 2013).

I.7.1 - Définition d'un vecteur

Un vecteur est un insecte qui peut transmettre une infection à l'homme. Le terme "vecteur" vient du latin "vector", qui signifie "transporter, porter, déplacer". Les insectes vecteurs portent des parasites pathogènes et les transmettent généralement à l'homme par des piqûres. C'est pourquoi ces insectes sont souvent associés à la propagation de maladies infectieuses.

Les vecteurs jouent un rôle crucial dans la transmission de maladies à travers le monde. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ils ne sont pas de simples transporteurs d'agents pathogènes, mais plutôt des hôtes essentiels pour la multiplication et la transmission de ces maladies. Il s'infecte en prélevant **le virus, la bactérie, la rickettsie, le parasite protozoaire ou helminthe** sur un animal porteur lorsqu'ils se nourrissent de leur sang. Après une période de développement extrinsèque de plusieurs jours, l'agent pathogène se multiplie ou se transforme à l'intérieur du vecteur, avant d'être transmis à un nouvel hôte vertébré lors d'un repas de sang ultérieur. Les vecteurs ne transmettent que des parasites sanguins ou dermiques, ce qui signifie que certaines maladies ne peuvent être transmises que par des vecteurs spécifiques. Les moustiques, par exemple, sont connus pour transmettre des maladies telles que la dengue, le paludisme ou le virus Zika (**FONTENILLE, 2008**).

Comprendre le rôle des vecteurs dans la transmission des maladies est crucial pour prévenir et contrôler leur propagation. Les efforts visant à limiter l'exposition aux vecteurs, tels que l'utilisation de répulsifs ou la mise en place de mesures de lutte anti vectorielle, peuvent aider à réduire le risque d'infection et à protéger la santé publique.

I.7.2- La lutte anti-vectorielle

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages (**GUILET ET AL., 1997**). La lutte anti vectorielle est l'ensemble des mesures visant à réduire la population de vecteurs ou à empêcher leur propagation afin de prévenir ou de contrôler les maladies infectieuses qu'ils transmettent. La lutte anti vectorielle comprend différentes stratégies telles que la prévention et la réduction de l'exposition aux piqûres de vecteurs, la destruction des habitats des vecteurs, la réduction de la population de vecteurs par des moyens **chimiques, biologiques ou physiques**, et la prévention de la transmission des maladies par des **vaccins ou des traitements médicaux**. Ces stratégies sont souvent combinées pour une efficacité maximale

et adaptées aux spécificités de chaque maladie et de chaque zone géographique. La lutte antivectorielle est un enjeu de santé publique majeur dans de nombreuses régions du monde où les maladies vectorielles sont endémiques. Elle nécessite la mise en place d'un système de surveillance et de suivi des vecteurs et des maladies qu'ils transmettent, ainsi que la collaboration entre les différents acteurs de la santé publique, les autorités sanitaires, les scientifiques, les communautés locales et les organisations internationales (OMS, 2021).

I.7.2. 1. La lutte physique

La lutte physique contre les moustiques est une méthode efficace et écologique qui consiste à modifier l'environnement et à utiliser des méthodes physiques pour éliminer les moustiques. Cela permet de réduire leur accès aux humains et de prévenir la transmission de maladies telles que le paludisme, la dengue et le virus Zika.

Parmi les méthodes physiques, on trouve l'utilisation de moustiquaires pour les fenêtres et les portes, sont particulièrement utiles la nuit, lorsque les moustiques sont les plus actifs. Des recherches ont montré que les moustiquaires peuvent réduire le nombre de moustiques à l'intérieur des maisons et ainsi réduire les risques de piqûres de moustiques et de transmission de maladies. Les moustiquaires traitées avec des insecticides peuvent également être utilisées pour renforcer leur efficacité. D'autres méthodes de lutte physique contre les moustiques incluent l'utilisation de ventilateurs pour maintenir les moustiques à distance des humains. Ainsi que l'utilisation de vêtements qui couvrent tout le corps (Figure 15). Il existe également des pièges à moustiques qui utilisent la lumière ultraviolette pour attirer les moustiques, puis les piéger à l'aide d'un ventilateur. Ces pièges sont particulièrement utiles pour les espaces extérieurs tels que les jardins et les patios. (OMS, 2019).



Figure 15. Les vestes en gaze ou en tulle à large mailles imprégné de répulsif protègent des moustiques et autres insectes piqueurs (OMS, 1999)

En outre, l'utilisation de pièges à oviposition, qui attirent les femelles à pondre leurs œufs dans des récipients contenant de l'eau, a également montré une certaine efficacité dans la réduction du nombre de moustiques. Ces pièges sont souvent remplis de larvicides pour tuer les larves de moustiques avant qu'elles ne se transforment en moustiques adultes. (KWEKA, E.J et *a.*, 2018).

I.7.2. 2.La lutte chimique

Roger et Regnault étaient des scientifiques français du 19^{ème} siècle qui ont travaillé sur la lutte contre les moustiques en utilisant des produits chimiques. Ils ont constaté que le sulfure de carbone pouvait être utilisé pour tuer les larves de moustiques dans l'eau stagnante, réduisant ainsi les populations de moustiques adultes. Cette découverte a jeté les bases de la lutte chimique moderne contre les moustiques, qui utilise des insecticides pour tuer les moustiques à différents stades de leur développement(Fig.16).

- **Les types d'insecticides**

-La première génération d'insecticide: sont des insecticides de synthèse qui datent d'avant 1940 (ex : dinitro-o-cresylate de potassium, dinitroorthocresol) et côtoyait des insecticides inorganiques (aceto-arsenate de cuivre), fluores (fluore de sodium), soufres (sulfure de carbone).

-La deuxième génération d'insecticide : correspond aux organiques de synthèse divisée en organochlorés (DDT, lindane, endosulfan), organophosphorés (dichlorvos, chlorpyrifos, temephos) et carbamates (carbaryl, aldicarbe, propoxur).

-La troisième génération d'insecticides :apparue plus tard, comprend les pyrethrinoides de synthèse, les phenylpyrazoles (fipronil), les neonicotinoides (imidaclopride) et aussi les régulateurs de croissance d'insectes (RCI : fenoxycarbe, lufenuron) (REGNAULT-ROGER 2005).

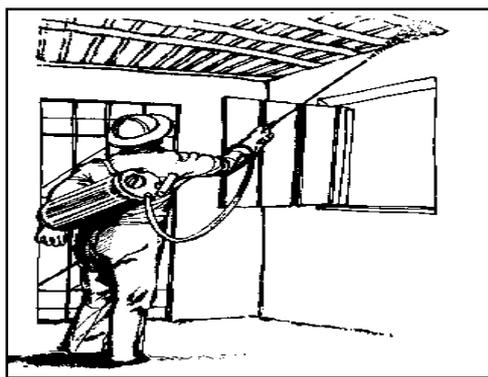


Figure 16. -L'application d'insecticides sur les murs et les toits se fait en général par pulvérisation.

I.7.2.3 - La lutte biologique

L'Organisation mondiale de la santé (**O.M.S**) recommande la lutte biologique comme l'une des méthodes pour lutter contre les moustiques. Cette méthode consiste à utiliser des agents biologiques tels que des **bactéries, des champignons et des virus, de protozoaires, de plantes, de vers parasites et de moustiques ou de poissons prédateurs**. Pour contrôler les populations de moustiques. L'utilisation de ces agents biologiques peut être plus sûre et plus respectueuse de l'environnement que l'utilisation d'insecticides chimiques. Cependant, la lutte biologique contre les moustiques peut être plus coûteuse que la lutte chimique. Elle nécessite souvent une connaissance approfondie de l'écologie des moustiques et de leur environnement, ainsi que des ressources financières pour être mise en place de manière efficace et durable. De plus, cette méthode peut ne pas être aussi efficace que la lutte chimique dans les zones de forte infestation de moustiques = est une méthode prometteuse pour lutter contre les moustiques, en particulier dans les zones où les populations de moustiques sont relativement faibles (**O.M.S, 2021**). C'est l'un des moyens de lutte alternative couramment envisagés pour minimiser l'usage de produits chimiques (**GOULU, 2018**).

I.7.2.3.1- Les bactéries entomopathogènes

Bacillus thuringiensis israelensis et *Bacillus sphaericus* sont les bactéries les plus connues et les plus utilisées pour lutter contre les larves de moustiques (**ZAHIRI ET AL., 2002 ; MONNERAT ET al., 2004**).

- **Bacillus thuringiensis israelensis (Bti)**: Cette bactérie est l'un des agents biologiques les plus couramment utilisés pour lutter contre les moustiques. Elle produit une

protéine qui est toxique pour les larves de moustiques, mais inoffensive pour les autres organismes. Bti est généralement utilisé dans les zones où les moustiques pondent leurs oeufs dans des eaux stagnantes, telles que les marais et les étangs.

- **Bacillus sphaericus (Bs):** Cette bactérie produit une toxine qui est spécifique aux larves de moustiques. Elle est utilisée pour lutter contre les moustiques dans les zones où l'eau est riche en matières organiques(OMS,2021) .

I.7.2.3.2- Les champignons entomopathogènes

Plusieurs espèces de champignons entomopathogènes ont été isolées et testés sur la plupart des moustiques vecteurs de maladies et qui peuvent tuer à la fois la forme larvaire et les adultes (SCHLTE, 2004).

- **Lagenidium giganteum :** Ce champignon est utilisé pour lutter contre les larves de moustiques qui vivent dans l'eau. Il infecte les larves et les tue en quelques jours.
- **Metarhizium anisopliae :** Ce champignon est utilisé pour lutter contre les moustiques adultes. Il infecte les moustiques lorsqu'ils entrent en contact avec le champignon et les tue en quelques jours .

Ces champignons sont généralement utilisés sous forme de poudre qui est appliquée sur les surfaces où les moustiques se posent ou dans l'eau où les larves se développent. Comme pour les bactéries. La lutte biologique avec des champignons est une méthode efficace et écologique pour lutter contre les moustiques, mais elle nécessite une expertise spécifique et une planification appropriée pour être efficace(OMS, 2021) . Ils peuvent également être appliqués sur les plantes pour tuer les moustiques adultes lorsqu'ils se posent dessus. (FARJANA T.,2019).

I.7.2.3.3 - Les virus entomopathogène

Il n'y a pas beaucoup de virus utilisés dans la lutte biologique contre les moustiques. Cependant, il existe une méthode de lutte biologique appelée "lâcher de mâles stériles" qui utilise des virus pour stériliser les mâles de moustiques et réduire la population de moustiques. Voici un exemple de virus utilisé dans cette méthode :

- **Wolbachia** : Bien qu'il ne s'agisse pas d'un virus, Wolbachia est une bactérie intracellulaire qui est transmise de la mère à ses descendants. Lorsqu'elle est présente dans les moustiques mâles, elle peut provoquer la stérilité des œufs fécondés lorsqu'ils sont pondus par une femelle non infectée. Les mâles infectés par Wolbachia sont donc relâchés dans la nature pour se reproduire avec des femelles non infectées, ce qui réduit la population de moustiques. (OMS , 2021).

I.7.2.3.4 - Les plantes

Il existe plusieurs plantes qui peuvent être utilisées dans la lutte biologique contre les moustiques en raison de leurs propriétés répulsives ou insecticides. Voici quelques exemples :

- **Citronnelle** : Cette plante, également connue sous le nom de "herbe à citron", est connue pour ses propriétés répulsives contre les moustiques. Elle contient des composés tels que le citronellol et le géraniol qui ont un effet répulsif sur les moustiques .
- **Neem** : Le neem est un arbre originaire d'Inde dont l'huile est connue pour avoir des propriétés insecticides contre les moustiques. Les extraits de neem peuvent être utilisés dans des formulations de pulvérisation pour contrôler les populations de moustiques.
- **Pyrèthre** : Cette plante contient des composés appelés pyréthrine qui ont un effet insecticide sur les moustiques. Les extraits de pyrèthre sont souvent utilisés dans les formulations d'insecticides naturels (NGOH ET *al.* 2017) .

I .7.2.3.5. Les poissons prédateurs

Il existe plusieurs espèces de poissons prédateurs qui sont utilisées dans la lutte biologique contre les moustiques. Les poissons sont utilisés pour contrôler les larves de moustiques dans les plans d'eau où les moustiques pondent leurs œufs. Voici quelques exemples de poissons prédateurs utilisés dans la lutte biologique contre les moustiques :

- **Gambusia** : Cette espèce de poisson, également connue sous le nom de "molly d'eau", est souvent utilisée pour contrôler les larves de moustiques dans les plans d'eau. Les gambusias sont des poissons voraces qui mangent les larves de moustiques.
- **Tilapia** : Les tilapias sont des poissons d'eau douce qui se nourrissent de larves de moustiques. Ils sont souvent utilisés dans les pays tropicaux pour contrôler les populations de moustiques.
- **Guppy** : Les guppys sont des petits poissons qui se nourrissent de larves de moustiques. Ils sont souvent utilisés dans les petits plans d'eau tels que les étangs, les bassins et les fontaines (Novak ET Mitchell, 2005).

I.7.2. 4 - La lutte génétique

C'est une technique ou méthode plus moderne que la lutte mécanique ou la lutte biologique, (GOULU, 2018). Egalement connue sous le nom de "technologie de l'ADN recombinant", consiste à introduire des gènes modifiés dans les populations de moustiques pour réduire leur capacité à transmettre des maladies. (ADELMAN, Z. N., 2018). La méthode de lutte génétique contre les moustiques est une stratégie prometteuse pour contrôler les populations de moustiques vecteurs de maladies. Elle repose sur l'utilisation de techniques génétiques pour modifier les populations de moustiques de manière à réduire leur capacité à transmettre des maladies :

- **Technique de l'incompatibilité cytoplasmique** : consiste à introduire dans les populations de moustiques des gènes qui inhibent leur capacité à transmettre des maladies. Cette méthode implique l'introduction de moustiques porteurs d'un gène qui empêche la reproduction avec les moustiques sauvages. Cela peut réduire la population de moustiques au fil du temps. (OMS, 2020).
- **Technique de suppression génétique** : consiste à utiliser des moustiques génétiquement modifiés pour supprimer les populations sauvages. En relâchant des mâles génétiquement modifiés qui ne peuvent pas produire de progéniture viable, ou en introduisant des gènes qui limitent la transmission des maladies telles que la dengue, le chikungunya et le Zika. (ADELMAN & OLSEN, 2018).

Cette méthode est prometteuse mais nécessite encore des recherches approfondies pour évaluer son efficacité et ses impacts sur l'environnement. Bien que la méthode de lutte génétique contre les moustiques soit encore en développement, elle montre un grand potentiel pour réduire les populations de moustiques et prévenir la transmission de maladies graves. **(OMS, 2020).**

Chapitre II

Présentation de la région d'étude

Dans ce chapitre nous avons traité la situation géographique de la région de Tizi-Ouzou et les divers facteurs écologiques influençant sur cette région.

II.1. - Situation géographique et limite

La wilaya de Tizi-Ouzou est située sur le littoral centre-est d'Algérie, à 100 kilomètres de la capitale et à 80 kilomètres de l'aéroport international d'Alger (ANIREFA, 2011), et s'étend sur une superficie de 2.958 Km² dominée par des ensembles montagneux un potentiel agricole cultivable très faible (32%). Elle est limitée au sud par la wilaya de Bouira, à l'est par Bejaia, à l'ouest par Boumerdès et ouvre au nord sur la mer méditerranée par 85 Km de côtes (CHEDDED, 2015). Schématiquement, cette région est un vaste bastion constitué d'une succession de chaînes de montagnes (36°42'42''N. ; 4°02'45''E., 184m)(ANIREF, 2011)Fig 17.

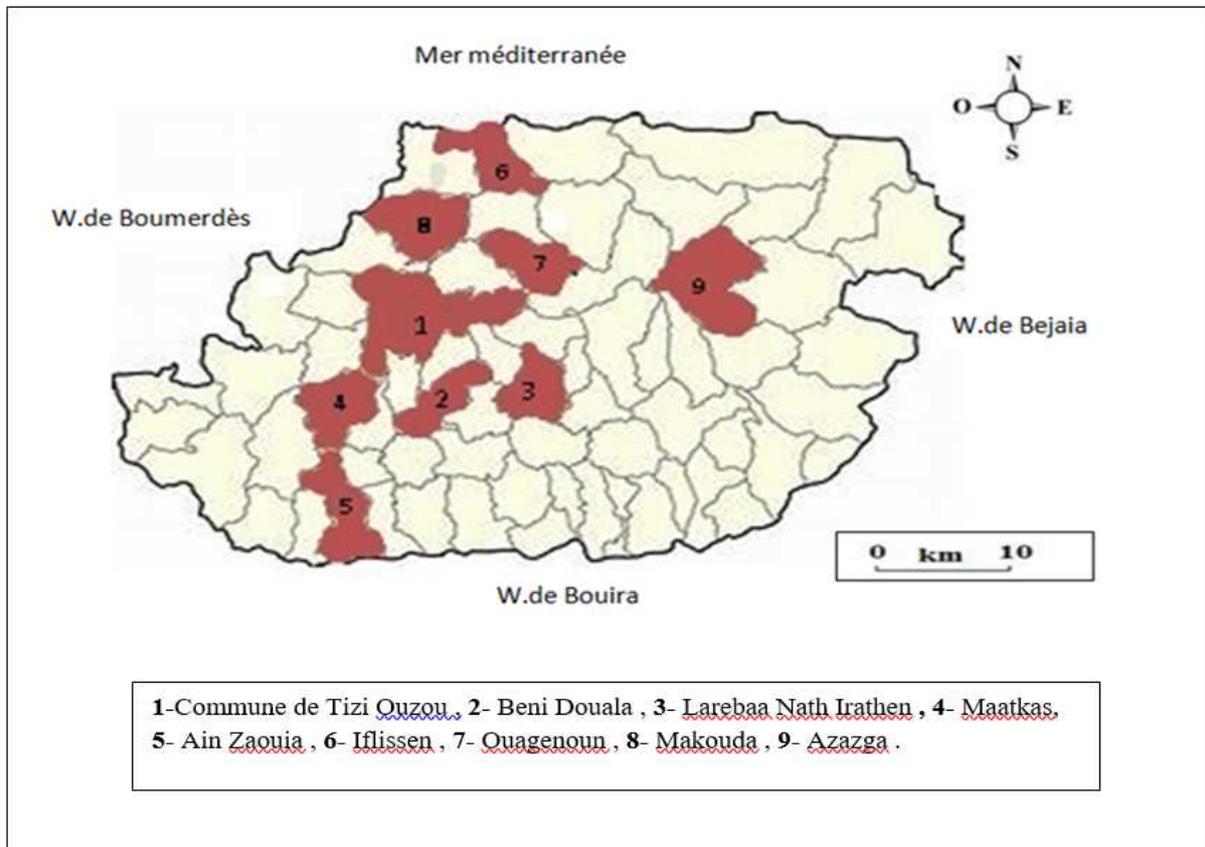


Figure 17. - Localisation géographique des stations prospectées dans la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023 (Originale, 2023).

II.2. - Les facteurs écologiques

Les facteurs écologiques font référence aux composants de l'environnement biotique et abiotique qui influencent la répartition et l'abondance des organismes vivants dans un écosystème donné (DAJOZ, 1979). Ces facteurs peuvent être regroupés en deux catégories principales : les facteurs biotiques et les facteurs abiotiques. La combinaison et l'interaction de ces facteurs déterminent les conditions écologiques d'un habitat spécifique, permettant ainsi des niches écologiques uniques pour les organismes vivants. Les espèces s'adaptent à ces conditions et développent des stratégies pour exploiter les ressources disponibles et échapper à la prédation ou à la concurrence. Selon RAMADE (2003), la compréhension des facteurs écologiques est essentielle pour étudier les interactions au sein des écosystèmes, prédire les changements environnementaux et formuler des stratégies de conservation et de gestion des ressources naturelles.

II.2.1. - Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont les composantes non vivantes de l'environnement, tels que les conditions climatiques (température, humidité, précipitations), la disponibilité des ressources (eau, nutriments), la topographie du terrain, la qualité du sol, la luminosité, etc. Ces facteurs influencent directement la survie, la croissance, la reproduction et la distribution des espèces dans un écosystème (DAJOZ, 1975, 2003).

II.2.1.1. - Température

La température est le facteur indispensable au sein des agents climatiques (DREUX, 1980 ; DAJOZ, 2006). C'est un facteur critique et fondamental pour l'ensemble des espèces, car elle joue un rôle déterminant dans le contrôle de tous les processus métaboliques. En conséquence, elle conditionne la répartition des espèces individuelles et des communautés d'organismes vivants dans la biosphère. La température est ainsi un élément limitant essentiel qui influence de manière significative la présence et la distribution des êtres vivants à travers les écosystèmes (RAMADE, 1984). Chaque espèce ne peut vivre dans un certain intervalle de température, il existe une température optimum à laquelle les fonctions vitales se réalisent mieux (DREUX, 1980). Les êtres vivants n'exercent leur activité que dans une gamme de température comprise entre 0°C et 50°C (SEGUY, 1951). Le **tableau 1** renferme les valeurs mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales enregistrées pour la région de Tizi-Ouzou

durant la période d'étude.

Tableau 1 - Températures mensuelles de la région Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023

<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2022/tizi-ouzou/valeurs/60395.html>

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
T max (°C)	20,7	15	17,2	21,4	25,3	24
T min (°C)	16,2	7,1	7,2	9,4	10,8	14,5
T moy(°C)	11,8	11,1	12,2	15,4	18,1	20,4

Après avoir exploité les données du tableau 1, nous déduisant que les températures froides sont enregistrées durant l'hiver en mois de janvier et février avec des valeurs égales à 7,1°C ; 7,2°C ; respectivement, alors que les températures chaudes sont enregistrés durant le printemps en mois d'avril et mai avec des valeurs respectives de 25,3°C et 24 °C. Les températures extrêmes sont égales à 7,1°C au moins de janvier et 25,3 °C en avril.

II.2.1.2. - Les précipitations

Les précipitations jouent un rôle écologique essentiel, non seulement dans le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais également dans certains écosystèmes d'eau douce tels que les mares, les lacs temporaires et les lagunes saumâtres qui connaissent des périodes d'assèchement. Les quantités de précipitations influencent de manière significatives sur ces écosystèmes, impactant leur dynamique et leur structure. Les précipitations sont un facteur écologique crucial qui conditionne la présence et la survie des espèces, ainsi que la composition des communautés biologiques, dans ces habitats spécifiques (**RAMADE, 2003**). Il est nécessaire de connaître les précipitations tombées dans notre région d'étude, car selon **DAJOZ (2006)**, elles influent sur la vitesse de développement des animaux, sur leur répartition dans le biotope et sur la densité de leurs populations. Ainsi, les précipitations permettent l'humidification du sol sur lequel se formant des gîtes favorables à la pullulation des moustiques (**SEGUY, 1950**). Les valeurs des précipitations mensuelles dans la région de Tizi-Ouzou de la période d'étude sont rapportées dans le **tableau 2**.

Tableau 2 - Précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023. <https://fr.tutiempo.net/climat/ws-603950.html>

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Cumul
Pm (mm)	38	155,1	64,6	42,5	6	143,51	449,71

Pm : Précipitation mensuelle

Selon les données du tableau 2, la région de Tizi-Ouzou a enregistré un cumul de précipitations de 449,71 mm au cours de l'année 2023. Le mois de janvier a été le plus pluvieux, avec une moyenne de 155,1 mm, tandis que le mois d'avril a été le moins pluvieux, avec une moyenne de seulement 6 mm.

II.2.1.3. - Humidité relative

Il est primordial de considérer l'humidité en relation avec d'autres variables environnementales, notamment la température, afin de comprendre pleinement leur impact sur les organismes vivants (BOUSSAD, 2006). 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 (DAJOZ, 1985). L'humidité relative favorise en particulier la dispersion des adultes (TAKAHASHI *et al.*, 2005 ; TACHIIRI *et al.*, 2006 ; TRAN & RAFFY, 2006). Ce facteur influence sur la longévité et la vitesse de développement des espèces sur la fécondité et le comportement, elle est donnée en pourcentage par rapport à la tension de vapeur d'eau observée et la tension maximale à la même température (FAURI *et al.*, 2012). Le taux d'humidité relative enregistré au niveau de la région d'étude est rapporté dans le **Tableau 3**.

Tableau 3 - Humidité relative moyenne de la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023. <https://fr.tutiempo.net/climat/ws-603950.html>

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
H (%)	69	78	70	66	51	67

H% : Humidité relative

La valeur maximale de l'humidité relative de l'air est enregistrée en hiver durant le mois de janvier, elle égale à 78 %, tandis que la valeur la plus faible de l'humidité relative de l'air est enregistrée au mois d'avril, elle égale à 51%.

II.2.1.4. - Le vent

Le vent se caractérise par le déplacement naturel d'une masse d'air selon une direction spécifique (EMILE LITRE ; HACHETTE 1970). Il exerce une grande influence sur les êtres vivants (FAURIE et al., 2012). Le vent est un facteur de dispersion des animaux et des végétaux. L'activité des insectes comme les moustiques est très ralentie par le vent, chez les culicidés l'activité est fortement inhibée lorsque le vent souffle à plus de 12,87 km/h (DAJOZ 1975, 2006). Les données mensuelles de la vitesse du vent enregistrées pendant la période d'étude sont rapportées dans le **tableau 4**.

Tableau 4 - Vitesse maximale du vent dans la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023. <https://fr.tutiempo.net/climat/ws-603950.html>

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
V (m/s)	6,9	7,2	6,8	8,8	10,2	8,4

V (m/s) : Vent

Le tableau montre qu'en avril les vents atteignent leur vitesse maximale enregistrée à 10,2 m/s dans la région de Tizi-Ouzou pendant la période d'étude, tandis qu'en février, la vitesse moyenne des vents est de 6,8 m/s.

II.2.1.5. - Synthèse climatique

La synthèse climatique fait référence à une analyse intégrée et globale des données climatiques, des modèles et des connaissances scientifiques disponibles afin de fournir une vision d'ensemble et une compréhension approfondie du système climatique d'une région donnée. Pour cela on utilise le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussien et le diagramme pluviométrique d'Emberger. Elle fait appel à des indices calculés à partir de la température et des précipitations (DEHANE, 2011).

II.2.1.5.1. - Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de BAGNAULS et GAUSSEN est un outil graphique utilisé en climatologie pour représenter la distribution des précipitations (ombre) et des températures (thermo) sur une base mensuelle. Il permet de visualiser les variations saisonnières des précipitations et des températures dans une région spécifique (**Figure 18**). Sur le diagramme, l'axe vertical représente les précipitations, généralement exprimées en millimètres, tandis que

l'axe horizontal représente les mois de l'année. Les barres ou les courbes tracées sur l'axe vertical représentent les valeurs des précipitations mensuelles, et les lignes tracées sur l'axe horizontal correspondent aux mois de l'année. **BAGNOULS & GAUSSEN (1953)** ont défini comme mois sec, celui où la somme des précipitations moyennes exprimée en (mm) est inférieure au double de la température moyenne de ce mois ($P \geq 2T$). En effet selon (**DREUX, 1980**). Quand la courbe des températures s'élève au-dessus de celle des précipitations, le climat est sec. Il est humide dans le cas contraire. Ce diagramme permet de montrer les périodes sèches et humides de notre région d'étude en comparant mois par mois la température et la pluviosité (**DAJOZ, 2003**).

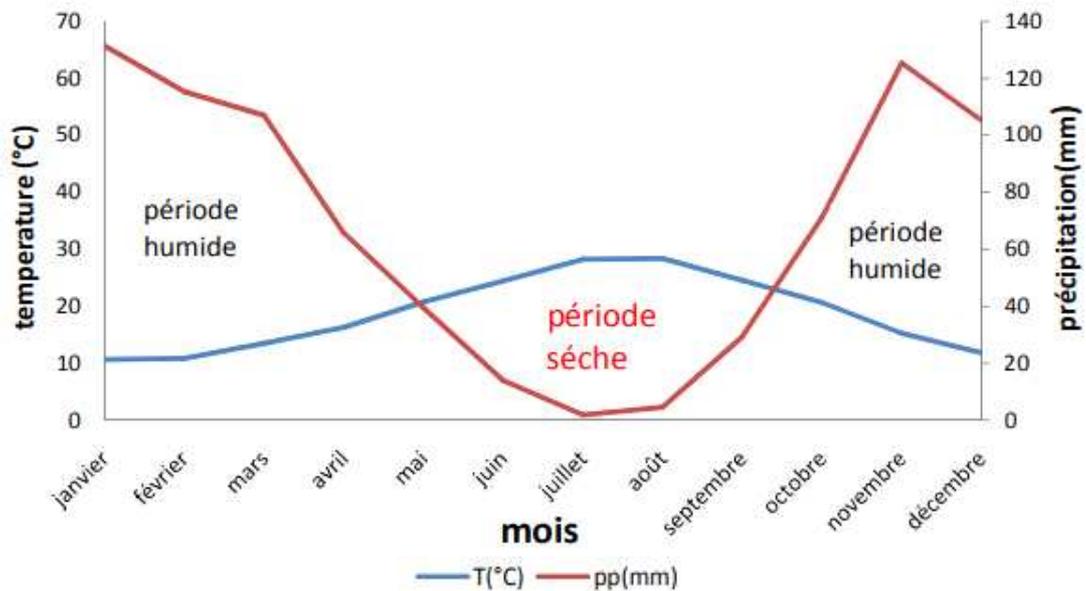


Figure 18 - Diagramme de **BAGNOULS** et **GAUSSEN** de la région de Tizi-Ouzou de 2012 à 2020 (**ARKAK et al., 2022**).

Après l'analyse du diagramme ombrothermique de la région de Tizi-Ouzou, nous mettons en évidence la présence d'une période sèche qui s'étend du mois de mai à la mi-octobre. Les autres zones extrêmes du graphique représentent la période humide qui débute en mi-octobre et se terminent en mois de mai.

II.2.1.5.2. - Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

Le climagramme d'Emberger est utilisé dans le but de déterminer l'étage bioclimatique auquel une région spécifique appartient en combinant les informations sur les

précipitations et les températures. Son utilisation permet de subdiviser le climat méditerranéen en différentes catégories d'étages bioclimatiques. Il existe cinq étages bioclimatiques en Algérie (Sahariens, arides, semi-arides, sub-humides et humides) (Figure 19).

- L'étage bioclimatique est déterminé à partir de la formule :

$$Q2 = 2000p/M2-m$$

- STEWART (1969) a modifié le quotient pluviométrique d'EMBERGER :

$$Q2=3,43 \times P / (M-m)$$

Q : le quotient pluviométrique d'Emberger

P : pluviométrie annuelle moyenne en mm

M : moyenne maximale du mois le plus chaud en °C

m : moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

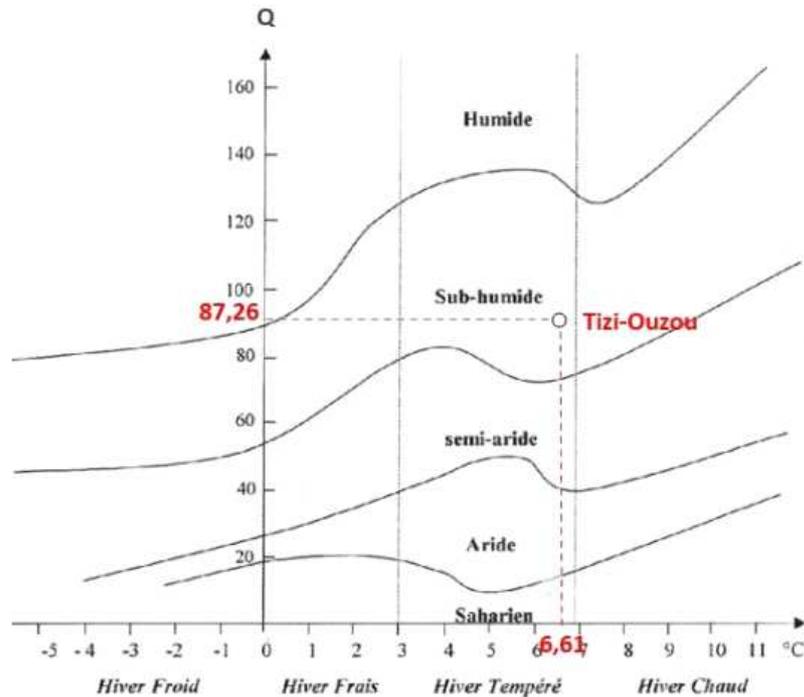


Figure 19 - Localisation de la région de Tizi-Ouzou sur le climagramme d'Emberger de 2011 à 2021 (CHAHED, 2022).

Le quotient pluviométrique d'Emberger est calculé pour une période de 10 ans pour la région de Tizi-Ouzou, il égal à $Q = 87,26$ avec $P = 774,87$ mm, $m = 6,61^{\circ}\text{C}$ et $M = 36,8^{\circ}\text{C}$. Ce qui fait que

nous classons notre région d'étude dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré.

II.2.2. - Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont liés aux interactions entre les organismes vivants eux-mêmes. Ils comprennent notamment les relations alimentaires (prédateurs, proies, parasites), les compétitions interspécifiques (lutttes pour les ressources, l'espace, le territoire) ainsi que les interactions de type symbiotique (mutualisme, commensalisme, parasitisme) (DAJOZ, 1979).

II.2.2.1. - La flore

La région de Tizi-Ouzou abrite une diversité remarquable de flore en raison de sa géographie variée et de son climat méditerranéen. La flore de Tizi-Ouzou compte environ 1 200 espèces végétales différentes, réparties dans différents écosystèmes tels que les forêts, les maquis, les pelouses montagnardes et les zones humides (HADDADOU et al., 2013).

- **Forêts de montagne** : Les montagnes de Tizi-Ouzou sont couvertes de forêts de chênes verts (*Quercus ilex*) et de chênes-lièges (*Quercus suber*). Ces forêts abritent également d'autres espèces telles que le genévrier rouge (*Juniperus oxycedrus*), le pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et diverses espèces d'arbustes méditerranéens (DAJOZ, 2003).

- **Maquis méditerranéen** : Les zones plus basses de la région sont caractérisées par un maquis méditerranéen dense et diversifié. On y trouve des espèces telles que l'arbousier (*Arbutus unedo*), le lentisque (*Pistacia lentiscus*), le ciste (*Cistus spp.*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) et le thym (*Thymus spp.*) (DAJOZ, 2003).

- **Plantes endémiques** : La région de Tizi-Ouzou abrite également plusieurs espèces de plantes endémiques, c'est-à-dire des espèces qui ne se trouvent que dans cette région spécifique. Parmi celles-ci, on peut citer l'orchidée (*Ophrys numidica*), l'ancolie (*Aquilegia numidica*) et le lys sauvage (*Lilium pomponium*) (SAAD et al., 2015).

- **Plantes médicinales** : La flore de la région de Tizi-Ouzou comprend également de nombreuses plantes utilisées traditionnellement à des fins médicinales. Parmi elles, on trouve la lavande (*Lavandula spp.*), le fenouil (*Foeniculum vulgare*), la camomille (*Matricaria chamomilla*) et l'absinthe (*Artemisia absinthium*) (LAMIRI et al., 2014).

- **Espèces en voie de disparition** : Comme de nombreuses régions méditerranéennes, la région de Tizi-Ouzou fait face à des pressions environnementales et à la dégradation des habitats naturels, ce qui met certaines espèces de flore en voie de disparition. Des efforts de conservation sont déployés pour protéger des espèces telles que l'endémique (*Astragalus numidicus*) et (l'orchidée *Orchis coriophora*) (**BENDIFALLAH & LEBRUN, 2013**).

II.2.2.2. - La faune

La région de Tizi-Ouzou abrite une diversité remarquable de faune. Elle est peut être classée comme l'une des très riches en espèces animales, qu'ils soient des macromammifères abondants ou menacés d'extinction, des micromammifères locaux, des oiseaux, des reptiles, des mollusques, des poissons et même d'arthropodes (**CHAHED, 2022**).

- **Mammifères** : La faune mammalienne de Tizi-Ouzou comprend plusieurs espèces emblématiques, telles que le sanglier (*Sus scrofa*), le renard roux (*Vulpes vulpes*) et le lièvre du Cap (*Lepus capensis*) (**HADJ-MOUSSA & GEERAERT, 2016**).

- **Oiseaux** : Tizi-Ouzou est un lieu d'observation privilégié pour les ornithologues, avec une grande variété d'espèces d'oiseaux. On y trouve notamment le milan royal (*Milvus milvus*), la perdrix gabra (*Alectoris barbara*) et le faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) (**SENMANN et al., 2005**).

- **Reptiles et amphibiens** : La région de Tizi-Ouzou abrite une diversité de reptiles et d'amphibiens, tels que la tortue d'Hermann (*Testudo hermanni*), le lézard des murailles (*Podarcis vaucheri*) et la grenouille verte (*Pelophylax saharicus*) (**SLIMANI et al., 2013**).

- **Insectes** : Les insectes sont également très présents dans la région de Tizi-Ouzou, avec une multitude d'espèces, notamment des papillons, des coléoptères et des libellules (**CFTO, 2023**).

Chapitre III

Matériel et méthodes

Ce chapitre traite de la sélection et de la description des différentes stations qui ont été étudiées pour la prospection, ainsi que les méthodes utilisées sur le terrain et en laboratoire pour analyser les échantillons. Les résultats obtenus sont ensuite exploités à travers l'évaluation de la qualité de l'échantillonnage, les indices écologiques et l'indice de Jaccard.

III.1. - Choix et présentation des stations prospectées

Nous avons entrepris une prospection dans diverses régions de la wilaya de Tizi-Ouzou afin d'obtenir un inventaire aussi complet que possible des Culicidae, d'enrichir notre étude et d'approfondir notre connaissance de ces insectes. Le choix des sites a été effectué en fonction de la présence d'un accompagnateur bénévole, de l'accessibilité des lieux et de la présence de larves de Culicidae, la pérennité et le non traitement par les insecticides. En tenant compte de la nature écologique des habitats larvaires (urbains, semi-urbains ou ruraux). Grâce à cette prospection préliminaire, nous avons identifié un total de 44 gîtes larvaires répartis en 9 stations.

III.1.1. - Présentation de la station de la commune de Tizi-Ouzou

Cette station regroupe 21 gîtes larvaires, distribués dans 5 sites différents : Nouvelle ville, Ihesnaouen, Bouhinoun, Boukhalfa, et Oued Aissi.

III.1.1.1. - Site de nouvelle ville.

Le site de la Nouvelle ville regroupe 3 gîtes larvaires (**Fig. 20**).

Gîte 01 : (36°41'45''N. ; 4°02'18''E. 91m).

Ce gîte se présente sous forme d'un bassin d'eau en ciment incrusté dans une cour d'un bâtiment, c'est un gîte artificiel temporaire.

Gîte 02 : (36°41'43''N. ; 4°01'58''E. 91m).

Ce gîte est formé par une retenue d'eau, son eau est claire provient des pluies contient une végétation herbacée. C'est un gîte larvaire naturel et temporaire qui se situe entre deux bâtiments.

Gîte 03 : (36°41'12''N. ; 4°01'12''E. 106m).

Ce gîte est un réservoir métallique remplie d'eau de robinet destinée pour les travaux de construction, c'est un gîte artificiel et temporaire, localisé dans une station urbaine.

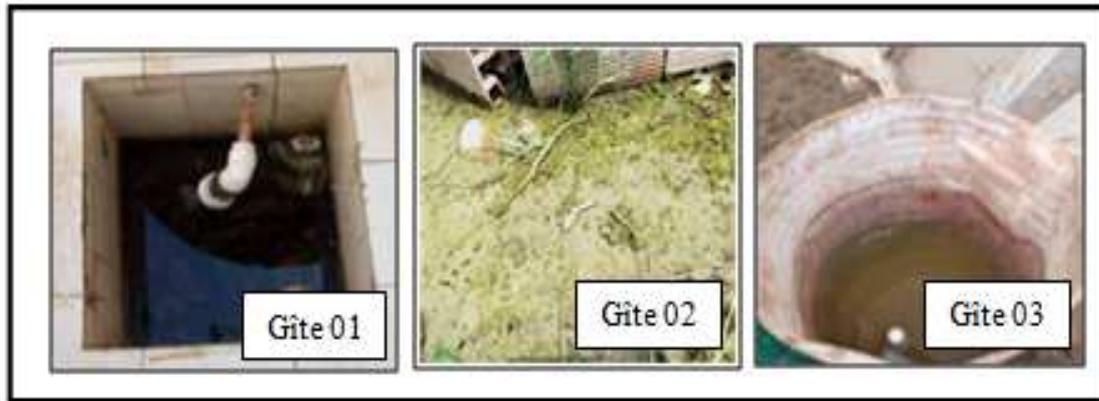


Figure 20 . - Les gîtes prospectés dans le site de nouvelle ville (Originale, 2023).

III.1.1.2. - Site d'Ihesnaouen

Ce site est représenté par 11 gîtes larvaires retrouvés dans le village d'Azib Ahmed (Fig.21).

Gîte 01 : (36°41'51''N. ; 4°4'18''E. 91m).

Il s'agit d'un gîte artificiel et temporaire qui est représenté par une baignoire d'environ 60 L, qui se trouve dans un champ d'une maison, il sert à arroser les plantes dans une zone semi urbaine au village d'Azib Ahmed, caractérisé par de l'eau de robinet qui devient saumâtre avec le temps et une densité moyenne de végétation.

Gîte 02 : (36°41'78''N. ; 4°3'52''E. 277m).

Il est représenté par un Fût en métal de (200 L de contenance), il se trouve à côté d'un vieux puits construit en pierre situé dans un jardin, aux alentours envahi par une végétation abondante de hautes herbes de buissons, de ronces et d'autres arbustes en zone rurale, située dans une zone semi-urbain.

Gîte 03 : (36°41'24''N. ; 4°4'84''E. 172m).

C'est un gîte artificiel et temporaire qui est représenté par une baignoire d'environ 60 L, situé à côté d'une maison dans un jardin, il sert à arroser les plantes dans une zone semi

urbaine. Il est caractérisé par de l'eau de robinet et une végétation de moyenne densité.

Gîte 04 : (36°41'75''N. ; 4°3'09''E. 228m).

Il s'agit d'un baril en plastique bleu de 100 L de contenance, laissé dans la cour d'une maison, située dans une zone semi-urbaine.

Gîte 05 : (36°41'24''N. ; 4°02'82''E. 160m).

Ce gîte est un seau de peinture en plastique rempli d'eau de pluie abandonné d'un jardin d'une maison au village d'Azib Ahmed. C'est un gîte artificiel temporaire dans un environnement semi urbain.

Gîte 06 : (36°41'24''N. ; 4°02'52''E. 171m).

Il s'agit d'un seau trouvé derrière une maison et contient de l'eau du robinet mélangé avec de l'eau de pluie. Il présente un gîte artificiel temporaire dans une zone semi urbaine.

Gîte 07 : (36°41'25''N. ; 4°04'36''E. 170m).

Ce gîte est une fosse creusée remplie d'eau, ce gîte est naturel permanent dans une zone semi urbaine, il a été trouvé à côté d'une maison à Azib Ahmed.

Gîte 08 : (36°41'18''N. ; 4°4'12''E. 182m).

Ce gîte est naturel permanent, il s'agit d'une ruine romaine, sous forme d'un bassin en pierre remplie d'eau, il se trouve dans une forêt au village d'Azib Ahmed dans une zone semi urbaine.

Gîte 09 : (36°41'06''N. ; 4°03'86''E. 249m).

Il s'agit d'un baril en plastique trouvé dans un jardin d'une maison, rempli de l'eau de robinet, il sert d'arrosage pour les plantes, ainsi il représente un gîte artificiel temporaire dans une zone semi urbaine.

Gîte 10 : (36°41'89''N. ; 4°3'52''E. 243m).

Il présente un gîte artificiel temporaire, c'est un seau en plastique blanc remplie d'eau de pluie, laissé dans le jardin d'une maison dans une zone semi urbaine.

Gîte 11 : (36°41'05''N. ; 4°3'26''E. 277m)

Il s'agit d'une casserole en aluminium remplie d'eau du robinet pour arroser les plantes, il se situe dans un champ d'une maison, c'est un gîte artificiel temporaire, d'un un environnement est semi-urbain.



Figure 21.- Les gîtes prospectés à Ihesnaouen (Originale, 2023).

III.1.1.3. - Site de Bouhinoun

Ce site est représenté par un seul gîte larvaire (Fig.22).

Gîte 01 : (36°41'12''N. ; 4°01'18''E. 106m).

Ce gîte s'agit d'un canal d'évacuation situé au village de Thala Mansour, c'est un gîte temporaire anthropique qui se trouve dans une zone semi-urbaine.



Figure 22. - Le gîte prospecté à Bouhinoun (**Originale, 2023**).

III.1.1.4. - Site de Boukhalfa

Ce site est représenté par trois gîtes larvaires (**Fig.23**).

Gîte 01 : (36°44'32''N. ; 4°0'40''E. 48m).

Retenue collinaire utilisée pour arroser les plantes, il s'agit d'un gîte temporaire anthropique, situé dans une zone semi-urbaine à Boukhalfa.

Gîte 02 : (36°44'28''N. ; 4°0'57''E. 96m).

Ce gîte est un pneu trouvé dans un champ. Il contient une faible quantité d'eau provenant de la pluie et des feuilles d'arbres. Il forme un gîte artificiel et temporaire.

Gîte 03 : (36°44'28''N. ; 4°0'58''E. 84m).

C'est un bassin en pierre à eau encrassée. Il est considéré comme un gîte artificiel permanent situé à Boukhalfa dans une zone semi-urbaine.



Figure 23. - Les gîtes prospectés à Boukhalfa (**Originale, 2023**).

III.1.1.5. - Site de Betrouna

Ce site contient un seul gîte larvaire (**Fig. 24**).

Gîte 01 : (36°39'58''N. ; 3°59'31''.521m)

C'est un ancien puits construit avec des pierres taillées entouré de végétation, il est situé dans une zone rurale et utilisée pour l'irrigation d'un verger, c'est un gîte permanent.



Figure 24. - Le gîte prospecté à Betrouna (**Originale, 2023**).

III.1.1.6. - Site d'Oued-Aissi

Ce site renferme deux gîtes larvaires (**Fig. 25**).

Gîte 01 : (36°42'02''N. ; 4°06'33''E. 75m).

C'est une mare, au beau milieu de la rive d'Oued Aissi, d'une profondeur d'environ 1m, où une flore et une faune riche et variée évoluent. C'est un gîte naturel temporaire. Ce gîte est composée d'une végétation dense dotée de trois strates végétales : herbacées, arbustives et arborescentes.

Gîte 02 : (36°42'09''N. ; 4°06'33''E. 76m).

C'est un gîte naturel semi-urbain, son eau provient du ruissellement du barrage Taksebt qui déborde en hiver et qui stagne en été, tout au long du lit de l'oued, il existe une flore importante sur les bords et une faune riche et variée.

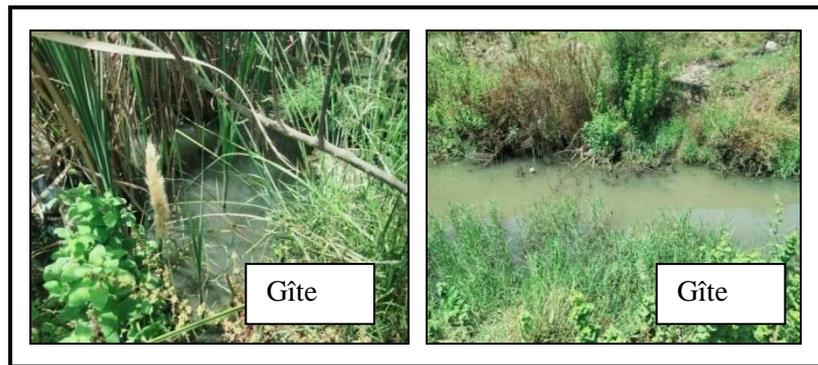


Figure 25. - Le gîte prospecté à Oued Aissi (Originale, 2023).

III.1.2. - Présentation de la station de Beni Douala

Cette station regroupe deux gîtes larvaires (Fig. 26).

Gîte 01 : (36°41'49''N. ; 4°04'28''E. 120m).

Il s'agit d'un gîte artificiel et temporaire qui est représenté par une baignoire d'environ 60 L, située à côté d'une maison dans un jardin, elle est utilisée pour arroser les plantes dans une zone semi urbaine, située au village Azib Ahmed, caractérisée par de l'eau claire qui devient saumâtre avec le temps et une densité moyenne de végétation.

Gîte 02 : (36°41'56''N. ; 4°04'26''E. 119m).

Il s'agit d'un baril rouge de 50L abandonné dans un jardin agricole à côté d'une maison dans une zone semi-urbaine.



Figure 26. - Le gîte prospecté à Beni Douala (Originale, 2023).

III.1.3. - Présentation de la station de Larbaa Nath Irathen

Cette station regroupe deux gîtes larvaires répartis en deux sites.

III.1.3.1. - Site de Tagmout Iheddaden

Ce site contient un seul gîte larvaire (**Fig. 27**).

Gîte 01 : (36°39'28''N. ; 4°11'14''E. 599m).

Il s'agit d'un grand baril en plastique remplie d'eau d'une source qui se trouve à proximité, nommée Thala Tgamout mélangé avec l'eau de pluie, il contient des feuilles d'arbres et des insectes qui sont mort .Il formes un gîte artificiel et temporaire située dans le village de Tagmout Iheddaden à Larbaa Nath Irathen .



Figure 27. - Le gîte prospecté à Tagmout Iheddaden (**Originale, 2023**)

III.1.3.2. - Site d'Agouni Uragh

Ce site contient un seul gîte larvaire (**Fig. 28**).

Gîte 01 : (36°38'28''N. ; 4°10'39''E. 767m).

Ce gîte s'agit d'une source abandonnée nommée Thala Karma, sous forme d'un bassin en béton remplie d'eau claire avec des algues filamenteuses vertes. C'est un gîte artificiel temporaire située au village d'Agouni Uragh à Larbaa Nath Irathen qui présente une zone semi-urbaine.



Figure 28- Le gîte prospecté à Agouni Uragh (**Originale, 2023**).

III.1.4. - Présentation de la station de Maatkas

Cette station est représentée par trois sites, il s'agit du site d'Ait Zaim, Ait Ahmed et Berkouka.

III.1.4.1. - Site d'Ait Zaim

Ce site renferme 2 gîtes larvaires (**Fig. 29**).

Gîte 01 : (36°36'24''N. ; 3°58'52''E. 491m).

C'est un récipient en forme de baignoire, situé dans une zone rurale. C'est un gîte artificiel et temporaire

Gîte 02 : (36°36'24''N. ; 3°58'52''E.491m).

Il s'agit d'un fût métallique standard (200 L de contenance). C'est un gîte temporaire, situé dans une station rurale



Figure 29. - Les gîtes larvaires prospectées à Ait Zaim (**Originale, 2023**).

III.1.4.2. - Site d'Ait Ahmed

Ce site contient 2 gîtes larvaires (**Fig.30**).

Gîte 01 : (36°36'8''N. ; 3°59'4''E. 480m).

Il s'agit d'une retenue d'eau recevant l'eau d'une source, située dans un endroit ombragé par des figuiers et entouré de différentes herbes folles ; une faune s'y développe.

Gîte 02 : (36°36'18''N. ; 3°58'53''E.539m).

Jadis c'est une source d'eau potable abritée par des murs en pierres et couverte d'une dalle cimentée. Elle est entourée d'arbres à feuilles larges donc l'endroit est bien ombragé dans le creux de la source y vivent des insectes aquatiques.



Figure 30. - Le gîte prospecté dans le site d'Ait Ahmed (Originale, 2023).

III.1.4 .2. - Site de Berkouka

Ce site renferme un seul gîte larvaire (**Fig. 31**).

Gîte 01 : (36°36'15''N. ; 3°58'27''E.369m).

Il s'agit d'un grand puits aménagé pour l'irrigation d'un verger, il est ensoleillé en permanence. C'est un foyer qui recèle plusieurs espèces. En surface surtout dans le côté ombragé volent aussi plusieurs adultes.

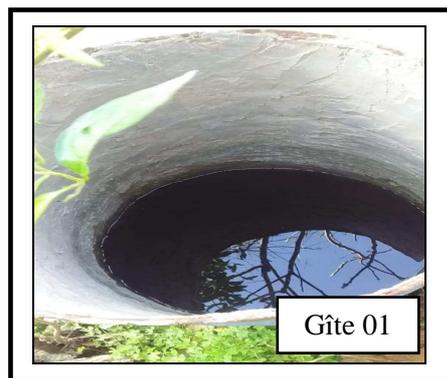


Figure 31.- Le gîte prospecté dans le site de Berkouka (Originale, 2023)

III.1.5. - Présentation de la station d'Ain Zaouia

Cette station est représentée par un seul site, il s'agit d'Ain Zaouia

III.1.5.1. - Site d'Ain Zaouia

Ce site renferme un seul gîte larvaire (**Fig. 32**).

Gîte 01 : (36°33'28''N. ; 3°53'58''E. 238m).

Il est représenté par une jarre à moitié remplie d'eau stagnante, abandonnée près d'une maison, il s'agit d'un gîte artificiel et temporaire.



Figure 32. - Le Gîte prospecté à Ain Zaouia (**Originale, 2023**)

III.1.6. - Présentation de la station d'Iflissen

Un seul site représenté par cette station, il s'agit du site d'Iflissen

III.1.6.1. - Site d'Iflissen

Le site d'Iflissen renferme un seul gîte larvaire (**Fig. 33**).

Gîte 01 : (36°53'31''N. ; 4°9'59''E.186m).

Il s'agit d'un puits creusé à 10m de profondeur aménagé avec des buses de béton abandonné plusieurs années. Ce gîte renferme plusieurs espèces vivantes au fond et en surface et en profondeur, c'est un gîte artificiel en terre agricole.



Figure 33. - le gîte prospecté à Iflissen (**Originale, 2023**).

III.1.7. - Présentation de la station d'Ouaguenoun

Cette station regroupe deux gîtes larvaires, répartis en deux sites.

III.1.7.1. - Site de Tamda

Ce site renferme 4 gîtes larvaires, dont 3 sont anthropiques et 1 est naturel (**Fig. 34**).

Gîte 01 : (36°42'38''N. ; 4°11'42''E. 129m).

Ce gîte est un seau noir à eau sale, trouvé dans un jardin d'une maison à Tamda. Il forme un gîte artificiel et temporaire, trouvé dans une zone urbaine.

Gîte 02 : (36°42'41''N. ; 4°11'32''E. 130m).

Il s'agit d'une bel d'un tracteur rouge dégradé abandonné au milieu d'un espace vert , c'est un gîte artificiel temporaire située dans un environnement urbain à Tamda .

Gîte 03 : (36°42'24''N. ; 4°11'55''E. 116m).

Il s'agit d'une source abandonnée appelée Thala Ialloulen, son eau est non potable. Il forme un endroit excellent pour l'évolution des larves de moustiques, d'ailleurs nous notons la présence d'une importante densité de larves de moustiques. Situé à la ville de Tamda une zone urbaine.

Gîte 04 : (36°42'38''N. ; 4°11'08''E. 148m).

Ce gîte est un seau est trouvé entres les bâtiments à Tamda ville, contient de l'eau de pluie, présente un gîte artificiel temporaire, qui se trouve dans un endroit urbain.



Figure 34.- Le gîte prospecté à Tamda(Originale, 2023).

III.1.7.2. - Site de Timizer Leghvar

Ce site renferme 2 gîtes larvaires anthropiques (Fig. 35).

Gîte 01 : (36°43'55''N. ; 4°8'57''E. 158m).

Il s'agit d'un gîte artificiel et temporaire qui est représenté par une baignoire d'environ 60 L, qui se trouve dans un champ d'une maison, il sert à arroser les plantes dans une zone semi urbaine au village de Timizer leghvar, caractérisé par de l'eau de robinet qui devient saumâtre avec le temps et une densité moyenne de végétation.

Gîte 02 : (36°43'56''N. ; 4°8'49''E. 160m).

Ce gîte est un réservoir métallique rempli d'eau de robinet situé dans un chantier destiné pour les travaux de construction, C'est un gîte artificiel et temporaire, localisé dans une station semi-urbaine.



Figure 35. - Le gîte prospecté à Timizer Leghvar (**Originale, 2023**).

III.1.8. - Présentation de la station de Makouda

Cette station renferme un seul site qui regroupe trois gîtes larvaires (**Fig. 36**).

III.1.8.1. - Site de Zaouia

Gîte 01 : (36°45'85''N. ; 4°3'49''E. 78m).

C'est un puits abandonné localisé dans une zone semi-urbain au niveau du site Zaouïa, il n'est pas couvert et son eau n'est pas potable. C'est un gîte artificiel et permanent.

Gîte 02 : (36°45'59''N. ; 4°3'45''E. 78m).

Il s'agit d'une retenue d'eau de pluie naturelle permanente, localisée dans une zone semi-urbaine du site de Zaouia.

Gîte 03 : (36°45'60''N. ; 4°3'45''E. 78m).

Il s'agit d'une retenue collinaire naturelle permanente, localisée dans une zone semi-urbaine du site de Zaouïa, elle est utilisée pour irriguer les champs agricoles. Il existe une flore importante sur les bords et une faune riche et variée. Elle est riche en végétation constituée essentiellement de roseaux touffus, d'algues, de bryophytes et d'herbe.

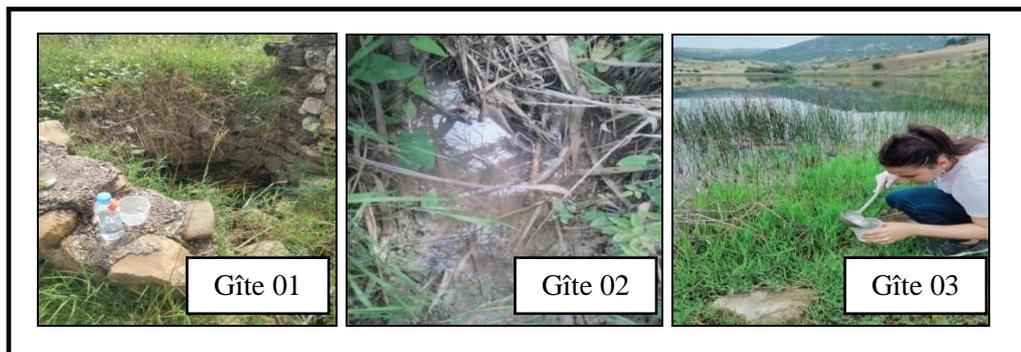


Figure 36. - Le gîte prospecté à la station de Makouda (**Originale, 2023**).

III.1.9. - Présentation de la station d'Azazga

Cette station regroupe trois gîtes larvaires répartis en un seul site, il s'agit du site de Cheurfa Bahloul.

III.1.9.1 - Site de Cheurfa Bahloul

Ce site renferme 03 gîtes larvaires (**Fig. 37**).

Gîte 01 : (36°43'15''N. ; 4°22'43''E. 468m).

Ce gîte s'agit d'une marmite de taille moyenne en aluminium non utilisable, remplie d'eau de pluie laissée dans le jardin d'une maison, c'est un gîte artificiel et temporaire, localisé dans une station semi-urbaine au village Cheurfa Bahloul à Azazga.

Gîte 02 : (36°43'27''N. ; 4°22'53''E. 513m).

Ce gîte est un seau noir à eau sale trouvé dans une cour d'une maison avec des feuilles d'arbres à l'intérieur. Il s'agit d'un gîte anthropique et temporaire, localisé dans un endroit semi-urbain.

Gîte 03 : (36°43'21''N. ; 4°23'03''E. 531m).

Il s'agit d'une gouttière située dans une cour d'une maison, où l'eau de pluie est retenue à l'intérieur. C'est un gîte anthropique et temporaire.



Figure 37 - Le gîte prospecté à la station d'Azazga (Originale, 2023).

III.2. - Méthodes d'échantillonnage

Dans cette étude, nous utilisons trois techniques d'échantillonnage différentes, afin d'augmenter nos chances de récolter un maximum de larves de culicidés présentes dans notre région d'étude ; **Technique du coup de louche**, **Capture directe** et **Technique des pièges pondoirs**.

III.2.1. - Technique du coup de louche

Pour échantillonner les larves de Culicidae, une méthode consiste à immerger une louche dans les habitats larvaires afin de collecter les œufs, les larves et les nymphes (Crosset *et al.*, 1976 ; Silver, 2008). Elle est également connue sous le nom de la méthode de plongée (Dipping) (Rioux *et al.*, 1965). Dans cette étude, nous utilisons une louche d'une capacité de 400 ml pour l'échantillonnage au niveau des gîtes profonds et une autre d'une capacité de 100mL dans les gîtes non profonds (Fig. 19). Pour chaque échantillonnage, nous effectuons dix coups de louche, puis grâce à une passoire à maille les larves sont récupérées, placées dans des bouteilles en plastiques et comptées en laboratoire. Lors de l'approche des habitats larvaires, il est essentiel de faire preuve de prudence. L'opérateur doit se positionner de manière à avoir le soleil en face, car si les larves sont perturbées par l'ombre ou les mouvements de l'eau, la plupart d'entre elles se réfugieront en profondeur et échapperont à notre observation. Dans ce cas, il faudra attendre plusieurs minutes avant qu'elles ne remontent à la surface pour respirer. (Crosset *et al.*, 1976 ; O.M.S., 1994). Les larves sont récoltées et placées dans des bouteilles en plastique remplies d'eau, dotées de bouchons perforés pour permettre le renouvellement de l'air (Fig. 38). Chaque bouteille est étiquetée avec les informations concernant l'habitat correspondant (lieu de prélèvement, numéro du gîte, date de la collecte et coordonnées GPS).

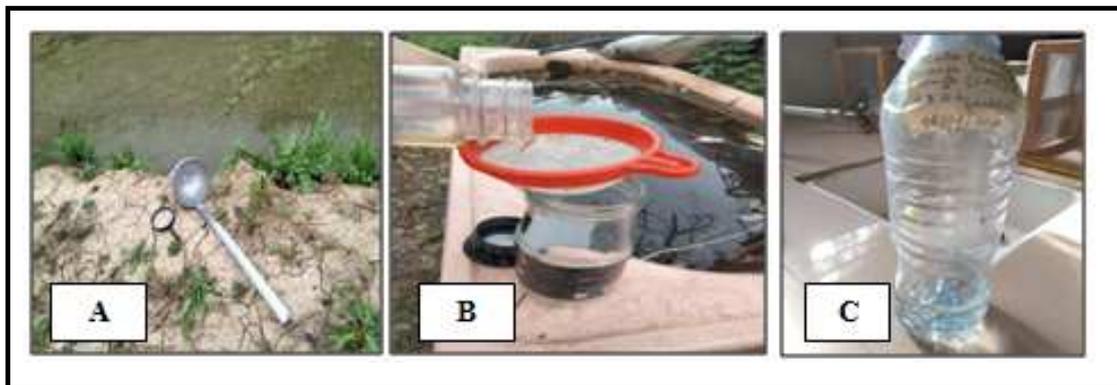


Figure 38. - Présentation du matériel utilisé sur le terrain **A** : La louche et la loupe ; **B** : passoire à maille, un bocal ; **C** : bouteille en plastique de 1 L pour la Récolte des larves de Culicidae par la technique de Dipping (Originale, 2023).

III.2.2. - Capture directe

Cette méthode implique la capture des adultes de moustiques pendant leur période de repos sur mur (Fig. 39) ou pendant qu'ils se nourrissent de sang sur le corps d'un être humain, en utilisant un tube sec ou un tube Eppendorf. Afin d'empêcher l'envol de l'adulte, il

est important de veiller à ce que le tube soit appliqué de manière à prévenir leur évaison. c'est à dire Le tube doit être appliqué sur la partie supérieure du thorax plutôt qu'en face de la tête (Chahed, 2022).

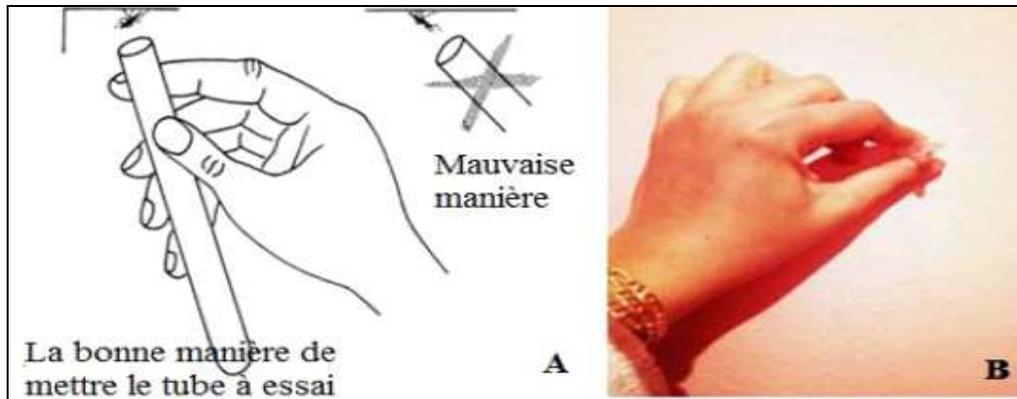


Figure 39 - Capture directe ; **A** : Capture d'adultes au repos à l'aide d'un tube à essai, **B** : Capture d'adultes sur mur par un tube eppendorf (Chahed, 2022).

III.2.3. - Technique des pièges pondoirs

Cette méthode implique le placement de récipients remplis d'eau dans des endroits ombragés, abondants en végétation et à proximité des habitations humaines (**Fig. 40**). Ces pièges doivent contenir un morceau de polystyrène ou de bois flottant à la surface de l'eau, créant ainsi un substrat humide propice à la ponte des femelles d'*Ae. albopictus*, ainsi récupérer les œufs pondus. La couleur noire du seau est connue par son attractivité aux femelles cherchant un gîte pour pondre.

Une surveillance du moustique tigre *Ae. albopictus* a été faite dans la région de Tizi-Ouzou pendant notre étude, afin de confirmer sa présence et sa prolifération, nous avons mis en place 12 pièges pondoirs dans plusieurs endroits au niveau de la station de la Nouvelle ville et deux pièges pondoirs ont été déposés aux jardins de deux maisons, l'une à Maatkas et l'autre à Boukhalfa durant la période d'étude. La surveillance des pièges a été effectuée chaque semaine.



Figure 40 - Piège pondoir (Originale, 2023).

III.3. - Méthodes utilisées au laboratoire

Une fois les activités de collecte sur le terrain terminées, les prélèvements sont transportés vers le laboratoire, où ils seront élevés, conservés, montés et soumis à des processus d'identification.

III.3.1. - Technique de conservation

Les larves qui sont transportées au laboratoire se trouvent à différents stades de croissance, à l'exception des larves qui ont déjà atteint le quatrième stade de développement sont placées dans des tubes contenant de l'éthanol dilué à 70%, ce qui permet de les déshydrater partiellement. Le tube porte une étiquette indiquant le lieu et la date du prélèvement puis seront soumises à une identification précise (Fig. 41).



Figure 41 - Conservation des larves (Originale, 2023).

III.3.2. - Technique d'élevage

Le but de cet élevage est d'avoir des larves du 4ème stade et des adultes qui servent à l'identification morphologique. Les larves du 1er, 2ème et 3ème stade collectées des habitats d'étude sont élevées au laboratoire dans des récipients contenant 300ml d'eau décolorée, recouverts d'une tulle à mailles fines, afin de les élever dans des conditions ambiantes (**Fig. 42**). Elles sont nourries avec un mélange composé de 75% de biscuits et de 25% de levure (**Rehimi et Soltani, 1999**). Il est important de changer l'eau tous les trois jours pour éviter que les individus ne meurent par asphyxie due à la décomposition des restes de nourriture présents dans l'eau. Les larves atteignant le stade nymphal, elles sont transférées dans des récipients et placées dans des cages cubiques avec une structure en bois, recouvertes de tulle. Les cages comportent également un manchon de tulle de 20 cm de long et 12 cm de diamètre, permettant l'introduction de la main (**Fig.42D**). A l'aide d'un dispositif d'aspiration buccale on capture directement les adultes qui émergent dans les cages d'élevage puis on les met au congélateur pendant 10 minutes pour arrêter leur mouvement (**Schaffner & Mathieu., 2020**) puis conserver à sec dans des boîtes de Pétri (**Chahed, 2022**).

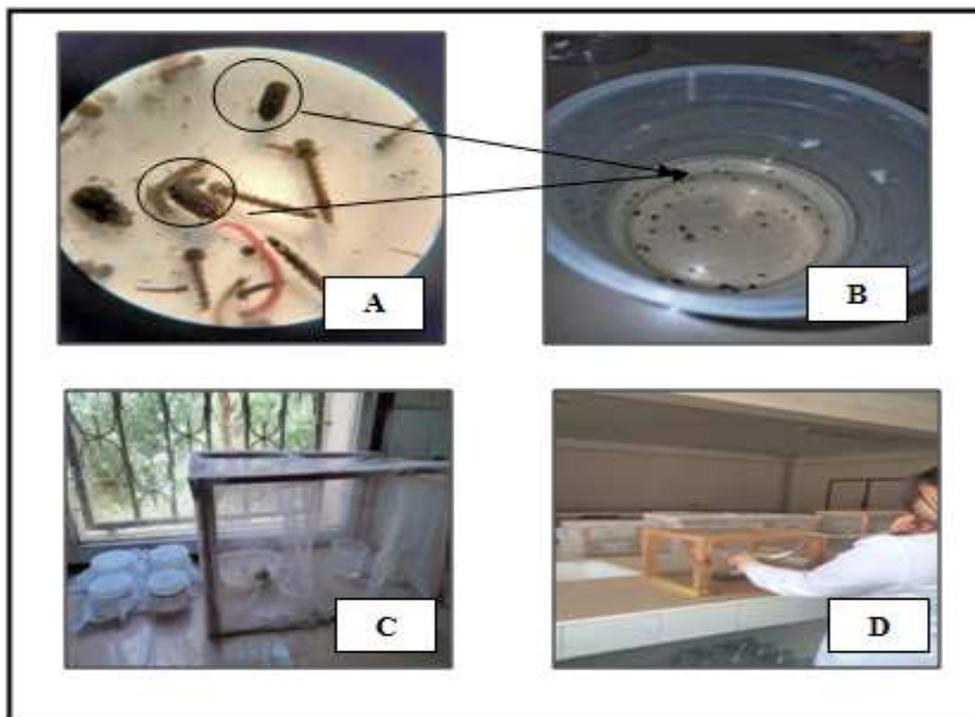


Figure 42. - Technique d'élevage (**Originale, 2023**).

III.3.3. - L'éclaircissement et le montage des larves

D'après **Krida et al. (1998)**, seules les larves du quatrième stade sont récupérées et prises en considération pour des montages entre lame et lamelle. Pour la préparation des échantillons, deux étapes sont primordiales : l'éclaircissement et le montage des larves.

- **L'éclaircissement (Matille, 1993).**

- Mettre les larves dans un chauffe-bain de KOH à 10% pendant 10 minutes, afin de les débarrasser de toutes traces de potasse.
- Les larves subissent trois bains de 3 minutes chacun dans l'eau distillée pour les débarrasser de KOH.
- Les larves sont mises successivement dans l'alcool absolu pendant 1 minute.
- Les larves sont conservées, jusqu'à leur montage dans l'éthanol dilué à 70% ou peuvent être montées directement entre lame et lamelle (**Fig. 43**).

- **Montage des larves**

- A l'aide d'une aiguille à dissection pointe fine les larves sont placées entre lame et lamelle dans une goutte de baume du Canada qui permet leur fixation.
- Sur la lame, on met une étiquette concernant les informations suivantes : le nom, le numéro du gîte et la date de la collecte.
- Les lames sont posées sur une surface plate pour séchage, puis examinées sous une loupe binoculaire et au microscope qui nous permettra d'observer les différents critères morphologiques des spécimens (**Fig. 43**).

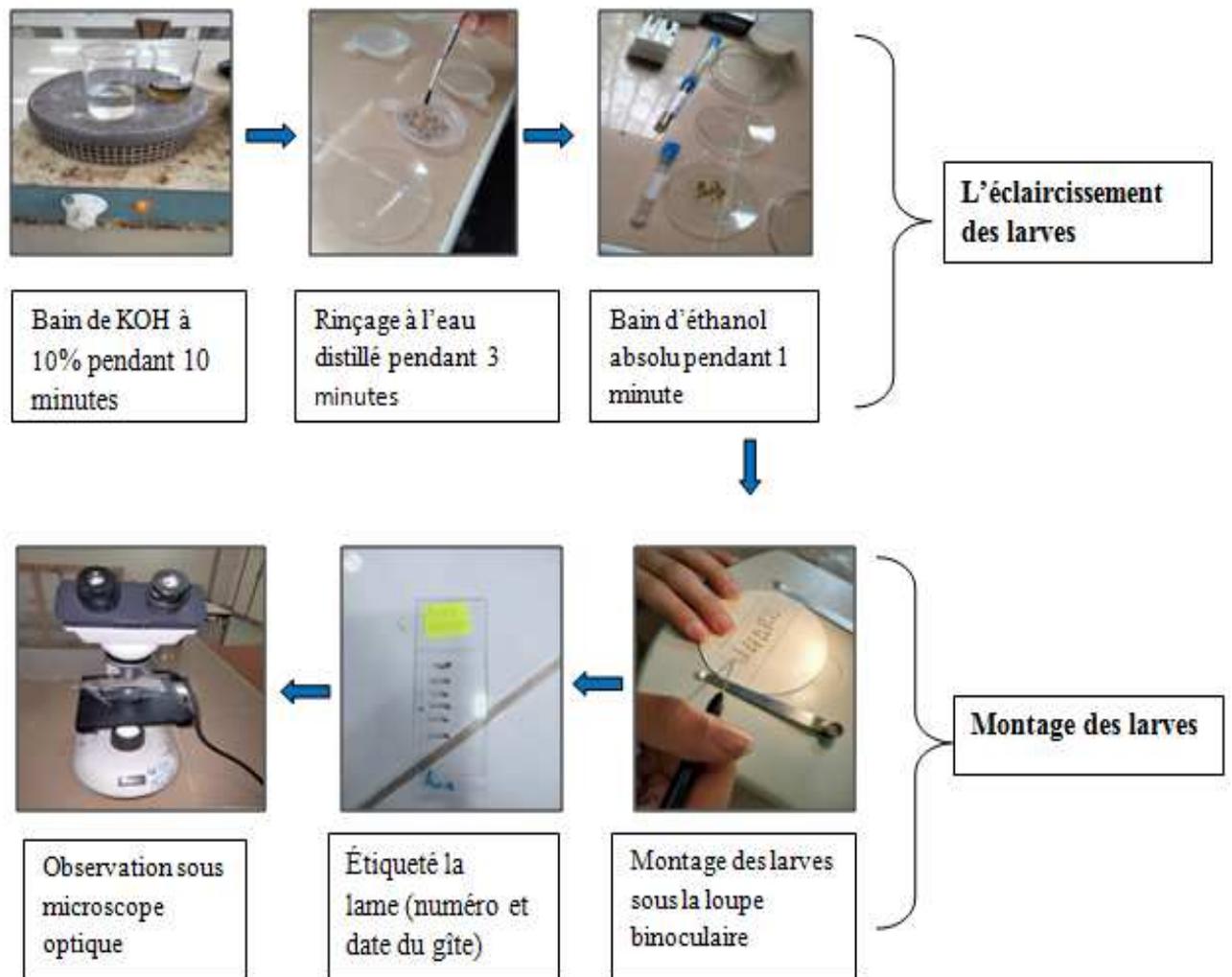


Figure 43. - Technique d'éclaircissement et montage des larves (Originale, 2023).

I.3.4. - Identification des spécimens récoltés

Nous avons employé des clés dichotomiques, notamment celles de **Rioux (1958)** et **Becker et al. (2010)**, pour l'identification des larves et les adultes des moustiques. Pour valider notre identification, nous avons également utilisé deux logiciels, il s'agit du logiciel d'identification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne de **Brunhes et al. (1999)** et de la dernière version du logiciel MosKeyTool de **Gunay et al. (2020)**, spécialement conçu pour l'identification des Culicidae. De plus, nous avons obtenu la confirmation de notre détermination grâce à l'expertise de **Dr. Chahed S.**, Maître assistante classe B à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (**Fig. 44**).



Figure 44 - Les larves et adultes destinées à l'identification (**Originale, 2023**).

III.4. - Méthodes d'analyse et d'exploitation des résultats

Dans le présent travail, les résultats sont traités d'abord par la qualité de l'échantillonnage, puis exploités par les indices écologiques et par l'indice de Jaccard.

III.4.1. - Exploitation des résultats par la qualité d'échantillonnage

Elle est déterminée par le rapport du nombre des espèces contractées une seule fois et en un seul exemplaire (a) au nombre total de relevés (N). Le rapport (a/N) : permet de mesurer la qualité de l'échantillonnage (**Blondel, 1975**).

$$Q = a / N$$

a : Le nombre d'espèces vues une seule fois et en un seul exemplaire par relevé dans chaque station et par type de piège au cours de toute la période prise en considération.

N: Le nombre total de relevés.

Quand le rapport a/N se rapproche de zéro, la qualité d'échantillonnage est bonne **Ramade (2003)**.

III.4.2. - Exploitation des résultats par les Indices écologiques

Les indices écologiques utilisés dans cette étude sont les indices de composition et les indices de structure.

III.4.2.1. - Indices écologiques de composition

Les indices écologiques de composition utilisés sont : la richesse totale, la richesse moyenne, les fréquences centésimales et les fréquences d'occurrences.

III.4.2.2. - Richesse spécifique ou totale (S)

Selon **Ramade (1984)**, la richesse spécifique est l'ensemble d'espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné. D'après notre travail la richesse totale est la somme des espèces piégées par la technique employée.

III.4.2.3. - Richesse moyenne

La richesse moyenne correspond au nombre moyen des espèces présentes dans un échantillon du biotope (**Ramade, 1984**). Au sein du présent travail, la richesse moyenne correspond au nombre moyen des espèces présentes dans N relevés.

III.4.2.4. - La fréquence centésimale ou abondance relative

L'abondance relative est le pourcentage d'individus de l'espèce n_i par rapport au total des individus N de toutes les espèces confondues (**Dajoz, 2000**). Elle permet d'étudier la distribution d'une espèce dans une région donnée et de dire si elle est commune, rare ou très rare. Elle est calculée par la formule suivante :

$$F = n_i \times 100 / N$$

n_i : nombre d'individus de l'espèce i prise en considération.

N : nombre total d'individus de toutes les espèces.

III.4.2.5. - La fréquence d'occurrence ou constance

La constance est exprimée par le pourcentage de relevés qui inclut l'espèce i par rapport au nombre total de relevés (**Dajoz, 1982**). La fréquence d'occurrence est calculée par la formule suivante :

$$C\% = P_i / N \times 100$$

P_i : nombre de relevés contenant l'espèce

N : nombre total de relevés effectués

Selon la valeur de C, on distingue les catégories suivantes :

- **C=100%** l'espèce est omniprésente.
- **75%≤C<100%** l'espèce est constante.
- **50% ≤C<75%** l'espèce est qualifiée de régulière.
- **25%≤C≤50%** l'espèce est accessoire.
- **5%≤C<25%** l'espèce est accidentelle.
- **C<5%** l'espèce est rare.

III.4.3. - Exploitation des résultats par des indices écologiques de structure

Les indices de structure permettent d'évaluer qualitativement les insectes étudiés, notamment à travers la diversité de Shannon-Weaver (**H'**) et l'indice d'équitabilité (**E**).

III.4.3.1. - Indice de diversité de Shannon-Weaver

Selon **Barbault (2008)**, la diversité spécifique est évaluée à l'aide de divers indices, parmi lesquels le plus couramment utilisé est l'indice de Shannon-Weaver.

Il est calculé par la formule suivante :

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

$$q_i = n_i/N$$

H' : Indice de diversité exprimé en unité bit.

q_i : Fréquence relative de l'espèce **i** par rapport aux individus de l'ensemble du peuplement, où **n_i** est l'effectif de chaque espèce dans l'échantillon et **N** la somme des **n_i** toutes espèces confondues.

Log₂ : logarithme à base 2.

Selon (**Barbault, 2008**), l'indice de diversité permet d'obtenir des informations sur la diversité de chaque environnement considéré. Si sa valeur est faible, proche de 0 ou de 1, cela indique que l'environnement est pauvre en espèces ou qu'il n'est pas propice. En revanche, si l'indice est élevé, supérieur à 2, cela signifie que l'environnement est très peuplé en espèces et qu'il est favorable. Cet indice de diversité varie en fonction à la fois du nombre d'espèces présentes et de l'abondance de chacune d'elles.

III.4.3.2. - Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité (E) correspond au rapport de la diversité observée (H') à la diversité maximale (H' max) (Weesi et Belemsobgo, 1997). Il est calculé par la formule suivante :

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

$$H'_{\max} = \text{Log}_2 S$$

S : La richesse totale.

La valeur de l'équipartition E varie entre 0 et 1, lorsque E tend vers 0, cela signifie que les effectifs des espèces récoltés ne sont pas en équilibre entre eux. Dans ce cas une ou deux espèces dominant tout le peuplement par leurs effectifs, alors que lorsque E tend vers 1, cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux. Leurs abondances sont très voisines (Barbault, 1981).

III.3.4. - Indice de Jaccard :

Le coefficient de ressemblance préconisée par Jaccard en 1902 prend en considération le nombre des espèces communes et le nombre total d'espèces prélevées dans chaque biotope.

$$J(\%) = \frac{s_{ab} \times 100}{(s_a + s_b) - s_{ab}}$$

S_a : Richesse spécifique de la station a.

S_b : Richesse spécifique de la station b.

S_{ab} : Nombre d'espèces communes aux deux stations.

En pratique, plus la valeur de l'indice de Jaccard s'approche de 100, plus les deux biotopes sont affins.

III.5. – Etude moléculaire

III.5.1.- Extraction de l'ADN génomique

L'extraction d'ADN génomique est un processus biologique qui consiste à isoler l'ADN contenu dans le noyau des cellules d'un organisme donné. Cette procédure permet de séparer l'ADN des autres composants cellulaires, tels que les protéines, les lipides et les ARN, afin de

le purifier et de le rendre utilisable pour diverses applications en biologie moléculaire, comme la PCR (réaction de polymérisation en chaîne) ou le séquençage génomique. Elle implique généralement l'utilisation de réactifs chimiques et de techniques de laboratoire spécialisés pour extraire l'ADN de manière efficace et précise. Dans notre cas, nous avons testé trois méthodes d'extractions.

III.5.1.1- Extraction de l'ADN génomique par le Kit INDIMAG

L'extraction d'ADN est réalisée à l'aide d'un Kit spécial INDIMAG, selon le protocole ci-dessous :

➤ La lyse

1. Prendre six tubes d'ependorfs, on met dans chacun un spécimen.
2. Préparer le tube **Mix** pour 6 échantillons :

Reagent	1 reaction	6 reactions
Ruffer VXL	100 ul	600 ul
Buffer ACB	400 ul	2400 ul
magAttract Suspension G	25 ul	150 ul
Carrier RNA (1 ug/ul)	1 ul	6 ul

- Pipeter à l'aide d'une micropipette 600 ul de **Buffer VXL** puis le mettre dans le tube.
 - Ajouter 2400 ul de **Buffer ACB**.
 - Ajouter 150 ul de **MagAttract Suspension G**.
 - Ajouter 20 ul **protéinase K solution**.
3. Agiter rapidement le **Mix** à l'aide du vortex.
 4. Prendre 500 ul du **Mix** et le verser dans chaque eppendorfs contenant le moustique.
 5. Ecraser les moustique contre la paroi des tubes Eppendorfs.
 6. Fermer les tubes Eppendorfs puis les numéroter.
 7. Mettre les échantillons au bain marie à 56° C, puis laisser incubé pendant toute la nuit.

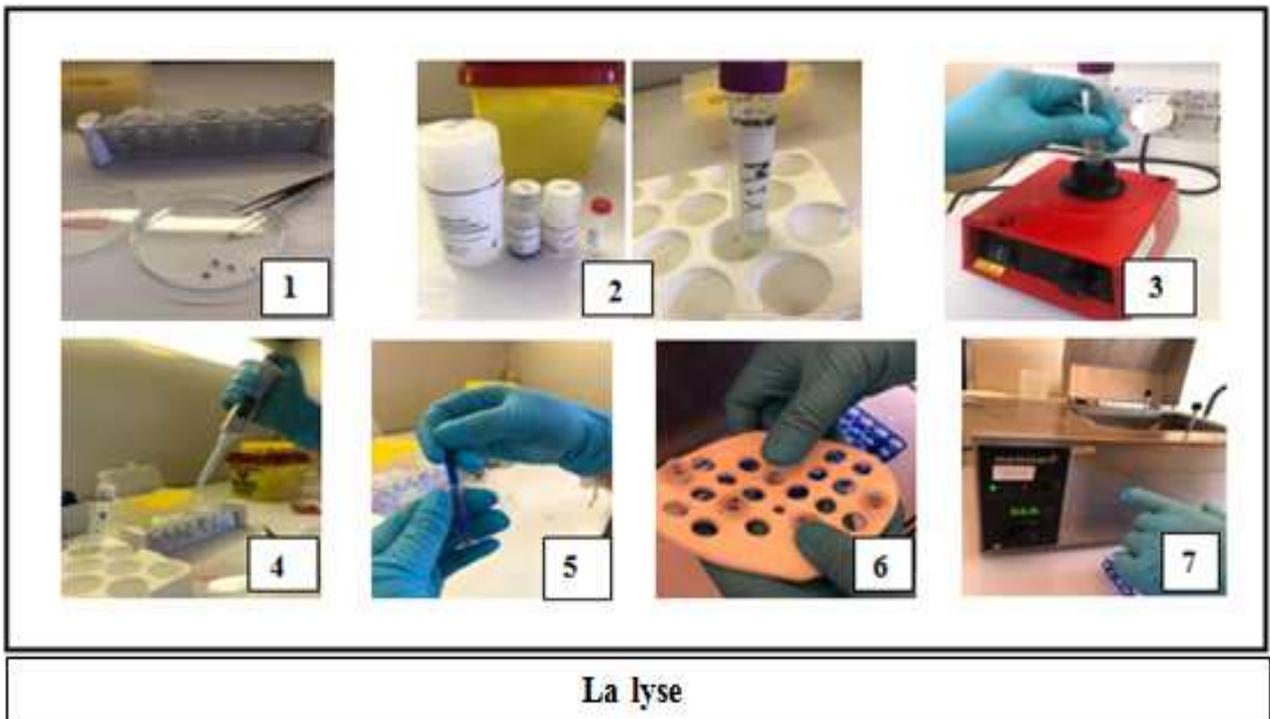
➤ Purification

1. Pipeter le liquide des échantillons incubé en utilisant une micropipette en gardant les billes collés contre la paroi du tube à cause d'un électroaimant.

2. Mettre dans tous les tubes 500 µl du premier **Tampon de lavage AW1** (premier lavage). Mélanger bien à chaque fois en changeant l'embout de la pipette.
3. Agiter bien les tubes en utilisant le vortex.
4. Pipeter le liquide du premier lavage de tous les tubes .
5. -Mettre dans tous les tubes 500 µl du deuxième **Tampon de lavage AW2**(deuxième lavage). - Mélanger bien à chaque fois en changeant l'embout de la pipette.
6. Agiter les tubes avec le Vortex.
7. Enlever le liquide de tous les tubes avec une micropipette.

➤ **Elution**

1. Ajouter dans les tubes d'ependorfs 50 µl de **Buffer AVE**, puis bien mélanger les tubes.
 2. On récupère l'ADN (le liquide) , et les introduire dans des tubes Eppendorfs préalablement numérotés et codés.
- Conserver les tubes pour tester l'ADN sur un gel de qualité(**Fig.45**).



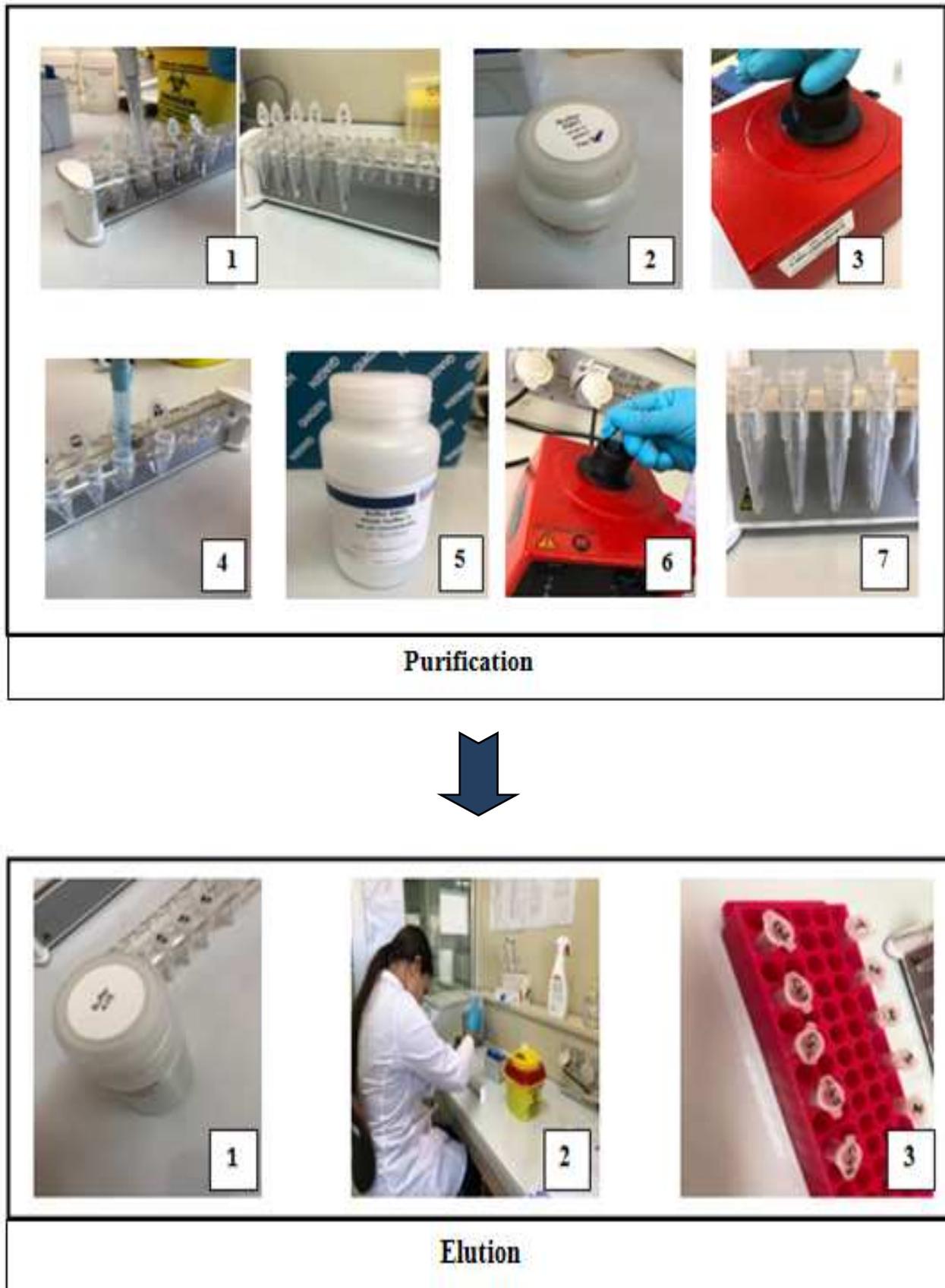


Figure 45.- Protocole d'extraction d'ADN par la méthode INDIMAG (Originale,2023)

III.5.1.2.- Extraction de l'ADN génomique par Kit QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany).

Le Kit spécial QIA amp (kit QIAGEN®, Hilden, Germany) , est un ensemble de réactifs et de consommables conçus pour simplifier et standardiser le processus d'extraction d'ADN, à partir d'échantillons biologiques. En suivant le protocole ci-dessous :

➤ La lyse :

- Découper les échantillons en fragments de petite taille, puis les placer dans des tubes Eppendorfs préalablement numérotés et identifiés par des codes.
- Ajouter 200µl d'ATL),
- Broyer les échantillons mécaniquement à l'aide de tiges .
- Ajouter 20µl de la **protéinase K**, puis à l'aide du vortex on agite rapidement
- Mettre les échantillons au bain sec à 37°C et laisser incuber pendant toute une nuit.
- Centrifuger rapidement à 8000 tr/min pendant 4 secondes.
- Ajouter 200µl d'AL, puis bien agiter pendant 15 secondes au vortex.
- Mettre les échantillons au bain sec à 70° C pendant 10 minutes,
- Centrifuger rapidement en utilisant la centrifugeuse.
- Ajouter 200µl d'**éthanol**, puis agiter pendant 15 secondes avec le vortex.
- Verser le mix dans les tubes collecteurs à filtre.
- Centrifuger les tubes à 8.000 tr/min pendant 1minute.

➤ Purification

- Jeter l'éluât puis mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Réaliser un premier lavage en ajoutant 500µl d'AW1.
- Centrifuger pendant 1minute à 8.000 tr/min avec la centrifugeuse .
- Jeter l'éluât puis mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Réaliser un deuxième lavage en ajoutant 500µl d'AW2.
- Centrifuger les tubes à 10.000 tr/min pendant 4 minutes .
- Jeter l'éluât , par la suite mettre le filtre dans un nouveau tube collecteur.
- Centrifuger une nouvelle fois à 10.000 tr/min pendant 1 minute.

➤ Elution

Mettre le filtre dans un nouveau tube Eppendorf , puis ajouter 200µl de tampon **AE** .

- Incuber à température ambiante pendant 1 à 5 minutes .
- Centrifuger à 8.000 tr/min une dernière fois pendant 1minute.
- Récupérer l'éluat qui contient l'échantillon d'ADN
- Conserver l'échantillon à + 4°C (**Fig.46**).

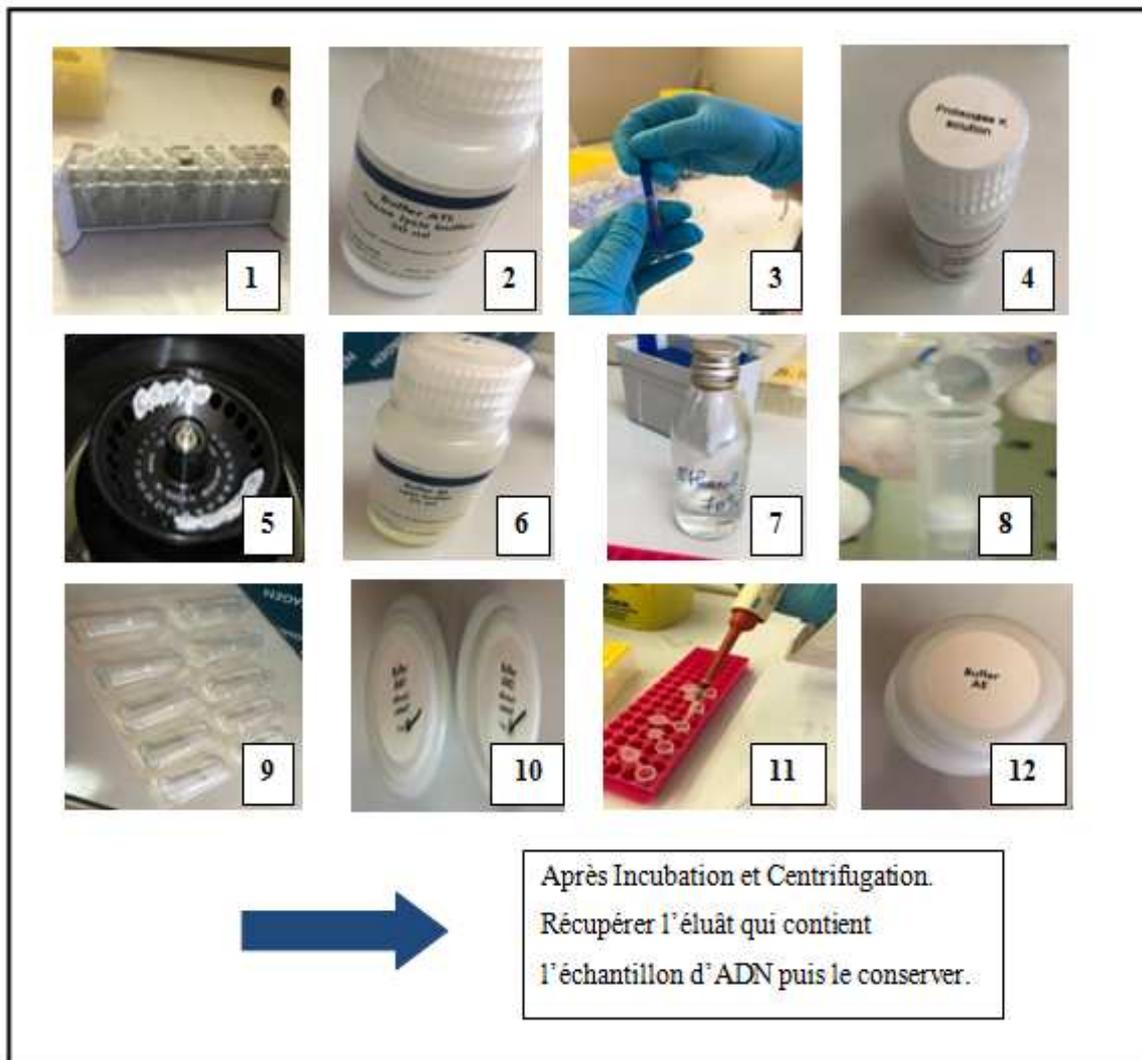


Figure 46. - Principales étapes d'extraction d'ADN par la méthode de QIAGEN (**Originale ,2023**)

III.5.1.3.- Extraction de l'ADN génomique par la méthode de phénol chloroforme

La méthode de phénol-chloroforme est une technique de laboratoire utilisée pour extraire l'ADN à partir d'échantillons biologiques. Elle repose sur l'utilisation de solvants organiques tels que le phénol et le chloroforme pour séparer les acides

nucléiques des autres composants cellulaires tels que les lipides et les protéines. L'extraction d'ADN est réalisée à l'aide du phénol chloroforme, selon le protocole ci-dessous :

➤ **La lyse**

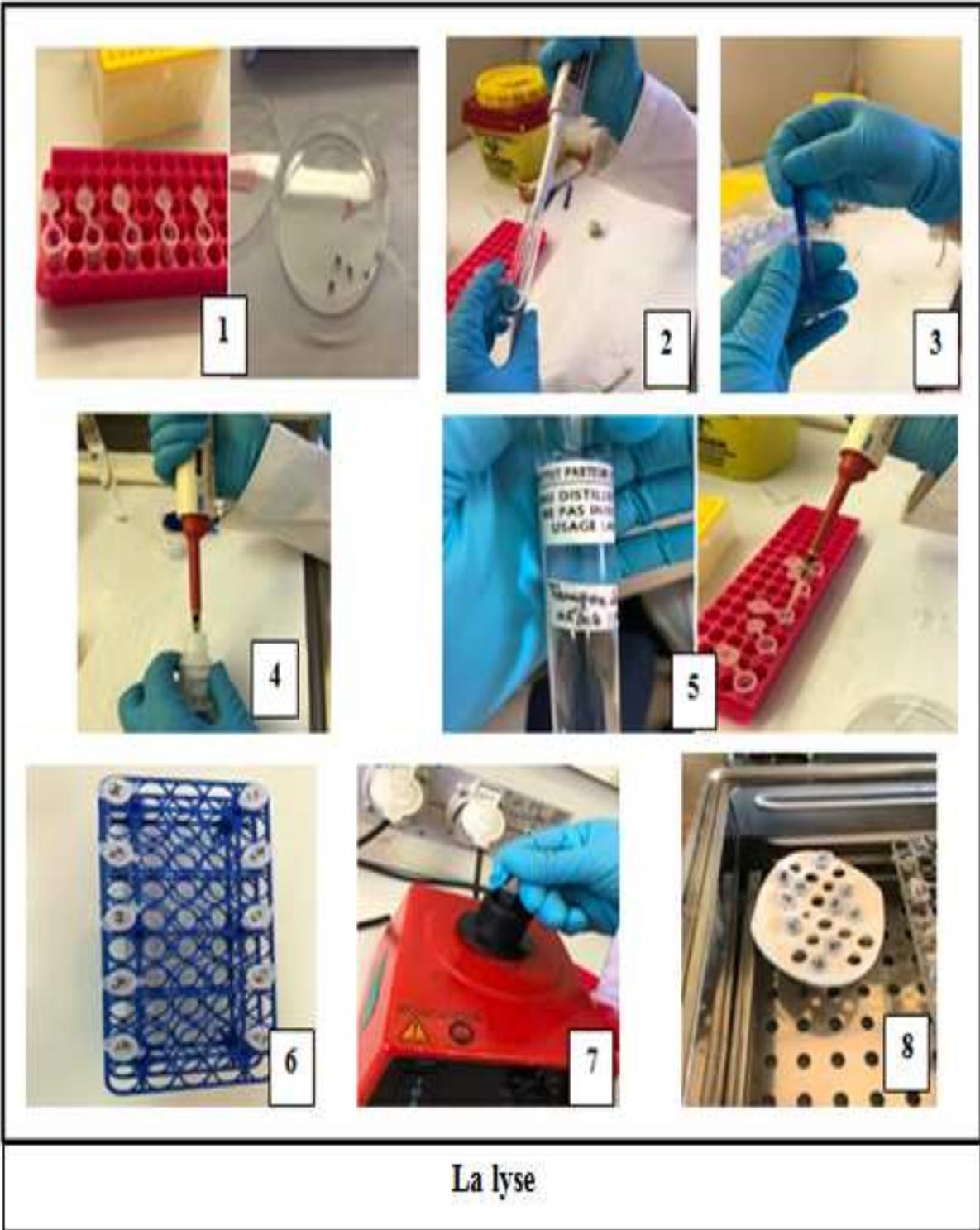
1. Mettre les moustiques dans des tubes eppendorfs .
2. Ajouter 200 ul de TE dans chaque tube .
3. Ecraser bien les moustique contre la paroi des tubes Eppendorfs.
4. Ajouter 20 ul du SDS dans chaque tube .
5. Ajouter 200 ul du tampon de lyse dans chaque tube.
6. fermer les tubes eppendorfs préalablement numérotés et identifiés par des codes.
7. A l'aide du vortex on agite bien les cinq tubes.
8. Mettre les échantillons au bain marie à 56° C , puis laisser incubé pendant toute la nuit .

➤ **Purification**

1. Sous une haute chimique , Ajouter 500 ul du phénol chloroforme dans chaque tube .
2. Fermer les tubes puis mélanger délicatement avec la main.
3. Laisser reposer 5 min sur la palliasse.
4. Centrifuger à 13000 tr/min pendant 10 min .
5. Récupérer le liquide de la phase supérieure sans aspirer l'interphase , puis la transférer dans un nouveau tube eppendorfs .
6. Mettre de l'acétate de sodium (1 /10 du volume de l'échantillon) . Ex 20 ul d'acétate de sodium pour 200ul de surnageant et 30 ul d'acétate de sodium pour + 200 ul de surnageant.
7. Ajouter deux fois le volume de l'Ethanol absolu (500 ul) .
8. Centrifuger à 12000 tr/min pendant 15 min (4°C) , puis jeter le surnageant .
9. Ajouter 500ul d'éthanol 70%.
10. Centrifuger à 12000 tr/min pendant 15 min (4°C).
11. Eliminer le surnageant et laisser sécher à température ambiante toute une nuit.

➤ **Elution**

1. Après la nuit de séchage, ajouter aux tubes 50 ul de TE.
 2. - Fermer les tubes d'eppendorfs contenant l'ADN et laisser se reposer 1h de temps sur la palliasse.
- Conserver les échantillons pour réaliser par la suite une lecture de DO (Densité Optique) dans le but de connaître la concentration d'ADN (**Fig.47**).



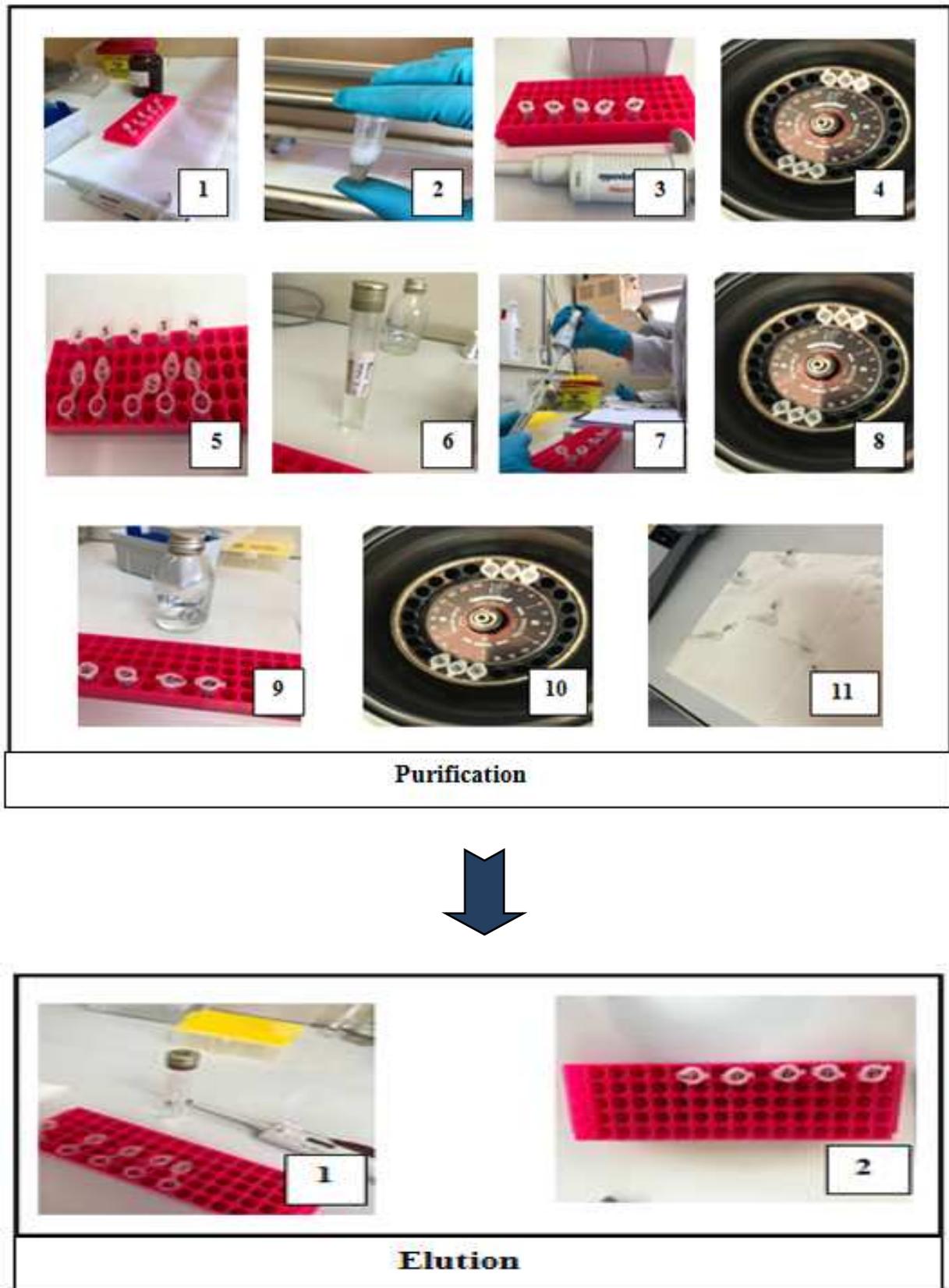


Figure 47. - Protocole d'extraction d'ADN par la méthode **Phénol chloroforme** (Originale,2023).

III.6.- Mesure de la Densité Optique

La densité optique, également appelée densité optique ou absorbance, est une mesure de la quantité de lumière absorbée par un échantillon lorsqu'elle passe à travers ce dernier. Elle est utilisée en spectroscopie et en chimie analytique pour quantifier la concentration d'une substance dans une solution, en particulier lorsque l'on travaille avec des solutions colorées. ci-dessous . les étapes à suivre pour mesurer la Densité optique sont :

1. prendre 1 ul de TE à l'aide d'une micropipette puis la déposer sur la cende pour rinçage .
2. Régler la concentration de l' appareil à 0 ng.
3. Enlever le TE en utilisant un papier absorbant.
4. Déposer sur la même cende 1 ul de la suspension d ADN.
5. Refaire cette opération pour tous les échantillons et lire a chaque fois le résultat sur l'appareil à spectrométrie (**Fig.48**).

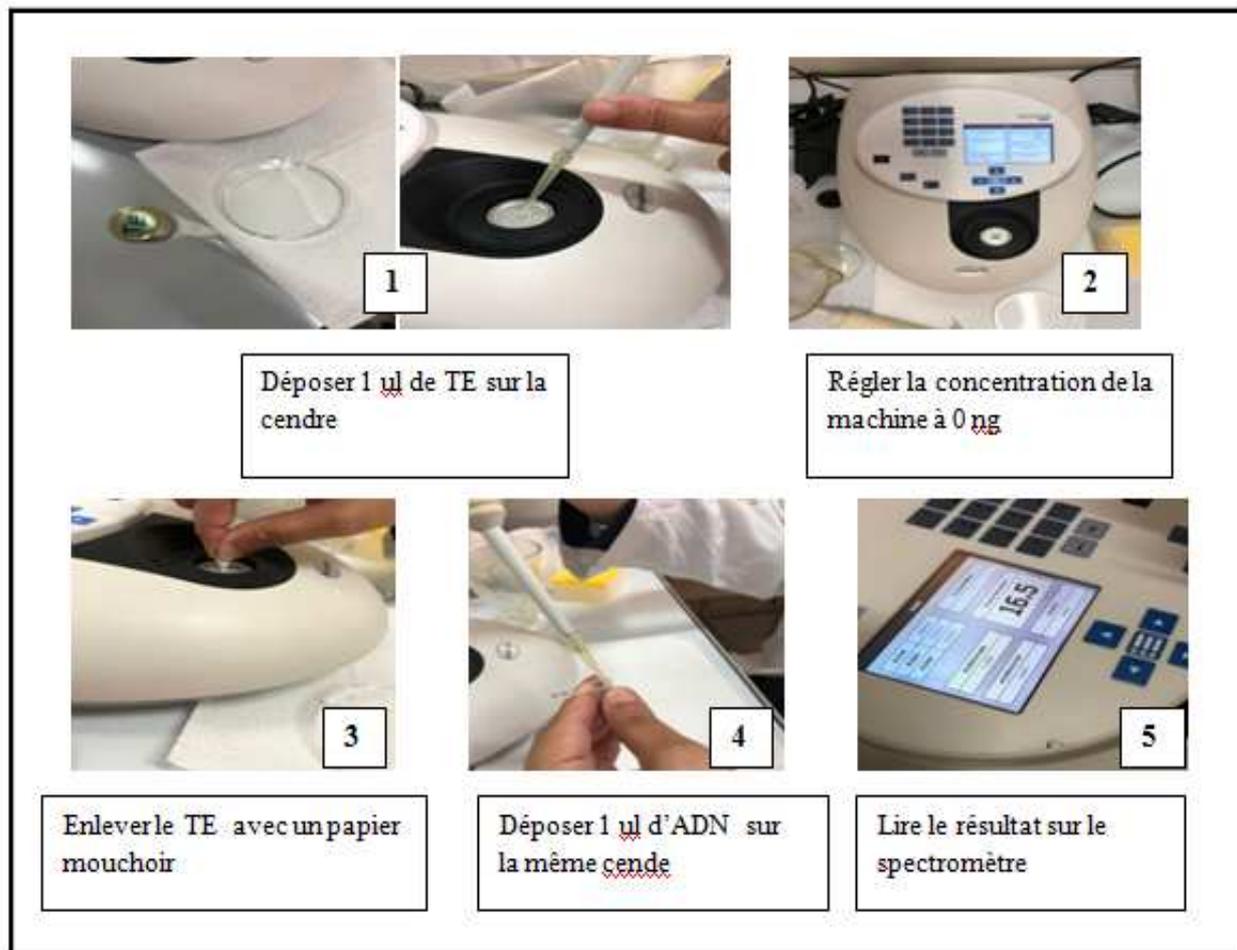


Figure 48 . Protocole de la Mesure de la Densité Optique (**Originale**),

III .7.- Préparation du Gel de qualité

Un Gel de qualité, dans le contexte de la biologie moléculaire et de l'électrophorèse, se réfère à un gel généralement constitué d'agarose 0,8 % utilisé pour séparer et analyser les acides nucléiques (ADN ou ARN) ou les protéines en fonction de leur taille. La qualité du gel se réfère à sa capacité à fournir des résolutions et des résultats précis lors de ces analyses. Les Etapes de la préparation du gel d'agarose se traduisent ci-dessous :

1. Diluer 10 % de TBE dans 90 % d'eau distillé .
2. Mesurer 0,8g d'agarose puis ajouter à la solution .
3. Mettre le mélange dans le micro-onde (3 x 30 scd) ,pour que le gel devient homogène .
4. Refroidir le bécher avec de l'eau pour que le gel soit tiède.
5. Ajouter au bécher 6 ul de BET à l'aide d'une micropipette .
6. On prépare la Cuve on plaçant les peines .
7. Verser la solution délicatement pour éviter les bulles d'aires .

8. Laisser pendant 20 min Laisser pendant 20 min pour que le gel se solidifie à l'intérieur de la Cuve .
9. Après la solidification du gel , enlever les peines pour obtenir des puits (chambres).
10. Verser le tampon de migration dans les chambres doucement, jusqu'au trait Max .
11. préparer une feuille d'aluminium sur la paillasse, puis pipeter 3 ul du colorant de **Bleu de Bromophénol** puis le déposer sur le papier d'aluminium (chaque goutte du colorant correspond à un échantillon).
12. Pipeter 5 ul d'ADN des échantillon préparé et conservé puis la rajouter à la goutte du colorant et on mélange bien avec l'embout de la micropipette .
13. - Prendre a chaque fois la goutte mélangé (ADN + colorant) et la déposer dans les puits (chambres) en changeant l'embout a chaque fois .
14. Régler le voltage de la machine d'électrophorèse de migration d'ADN à 90 pour qu'il soit rapide et Laisser poser environ 30 min sous surveillance (**Fig.49**).

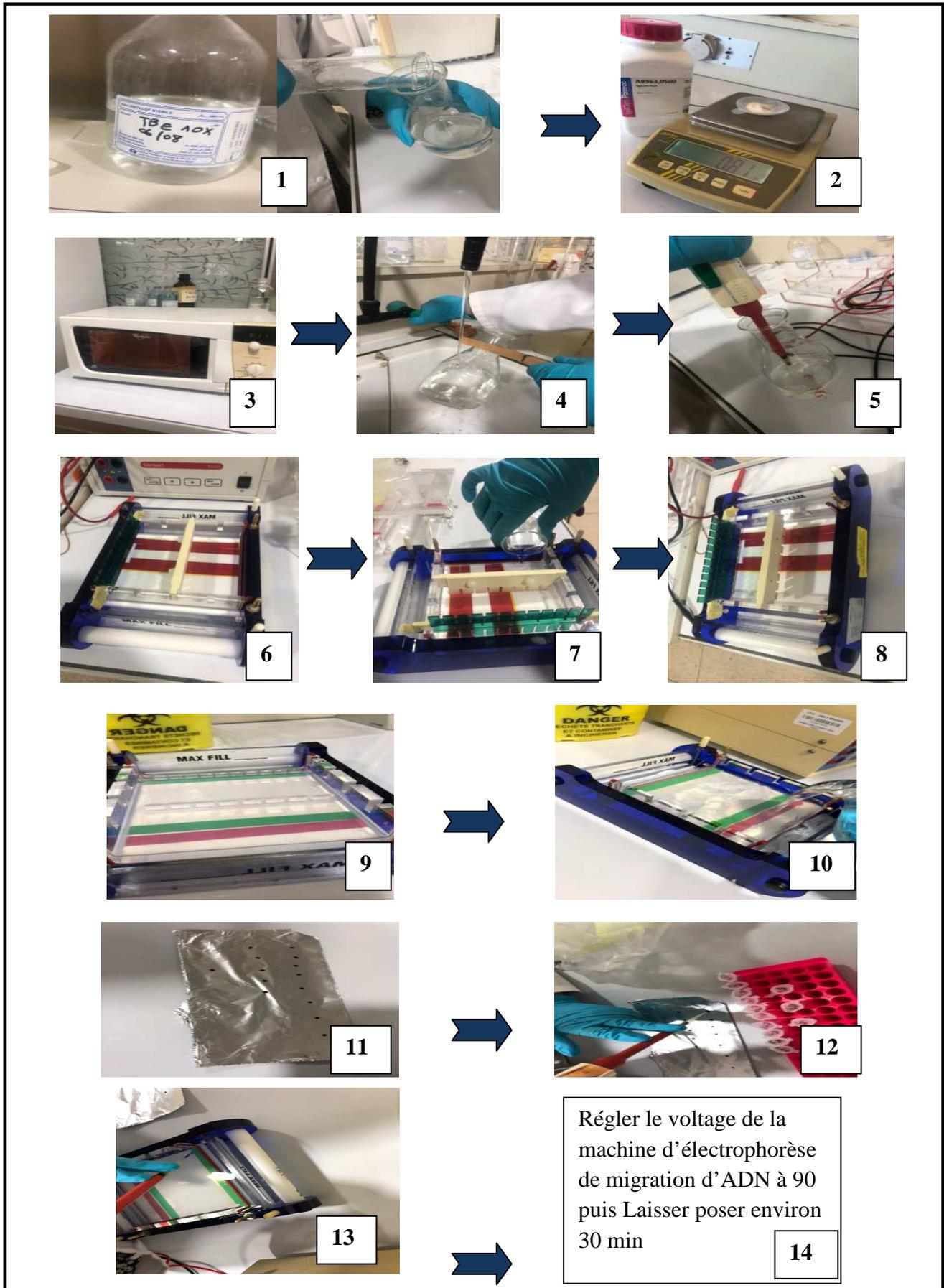


Figure 49 . - Protocole de la Préparation du Gel de qualité (Originale,2023).

Chapitre IV

Résultats

Le présent chapitre révélera les résultats obtenus lors de l'inventaire des Culicidae pratiqué dans la région de Tizi-Ouzou, plus précisément dans 9 stations : Tizi-Ouzou ville, Beni Douala, Larbaa Nath Irathen, Maatkas, Ain Zaouia, Iflissen Ouaguenoun, Makouda, Azazga, suivis par l'exploitation de ces résultats par les indices écologiques de structure et de composition, pour laisser place à l'intérêt médicale et vétérinaire de certaines espèces récoltées.

IV.1. – Inventaire des moustiques dans la Région de Tizi-Ouzou pendant la période d'étude

Notre inventaire des moustiques réalisé de décembre 2022 à mai 2023, dans 44 gîtes larvaires, distribués dans 9 stations au niveau de la région de Tizi-Ouzou, nous a permis de recenser 6 espèces réparties en deux sous-familles (Anophelinae et Culicinae) et 4 genres (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*) (Tab.5), il s'agit de *Culex pipiens* s.l., *Culex territans*, *Culiseta longiareolata*, *Aedes geniculatus*, *Aedes albopictus* et *Anopheles claviger*.

Tableau 5- Liste des espèces culicidiennes recensées dans la région de Tizi-Ouzou de décembre 2022 à mai 2023.

Famille	Sous- famille	Genre	Espèce
Culicidae	Culicinae	<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i>
		<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> s.l.
			<i>Culex territans</i>
		<i>Aedes</i>	<i>Aedes albopictus</i> *
	<i>Aedes geniculatus</i>		
	Anophelinae	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles claviger</i>

*espèce invasive

les genres *Culex* et *Aedes* sont représentés par deux espèces chacun, alors que les genres *Culiseta* et *Anopheles* sont représentés par une seule espèce pour chaque genre. nous confirmons par ce travail la présence du moustique tigre *Aedes albopictus* dans la région de Tizi-Ouzou.

L'inventaire global des moustiques réalisé au niveau de la région de Tizi-Ouzou nous a permis d'obtenir les effectifs de chaque espèce (Tab. 06). Nous avons tenu compte de l'effectif des larves inventoriées, des adultes femelles et mâles émergents, ainsi que l'effectif total de chaque espèce.

Tableau 06- Effectifs des individus recensés dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude.

Espèce	larves	Adultes femelle	Adultes mâles	Effectif total	Abondance relative (%)
<i>Culiseta longiareolata</i>	628	307	320	1255	42.78
<i>Culex pipiens.l.</i>	502	98	112	712	34.20
<i>Culex territans</i>	6	0	0	6	0.41
<i>Aedes albopictus</i>	329	27	81	437	22.41
<i>Aedes geniculatus</i>	0	1	0	1	0
<i>Anopheles claviger</i>	3	0	0	3	0.20
TOTAL	1468	433	513	2414	100

L'inventaire des moustique effectué au niveau de la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude a permis de recenser un effectif total égal à 2414 individus. *Cs. longiareolata* est l'espèce la plus dominante avec un effectif total égal à 1255 individus et une abondance relative de 42,78%, suivie du complexe *Cx. pipiens.l.* avec 712 individus et une abondance de 34,20%. La troisième position est prise par *Ae. albopictus* avec 437 individus et une abondance relative de 22,41%. Les autres espèces représentent des effectifs plus ou moins faibles, compris entre 1 et 6 individus (Fig. 50).

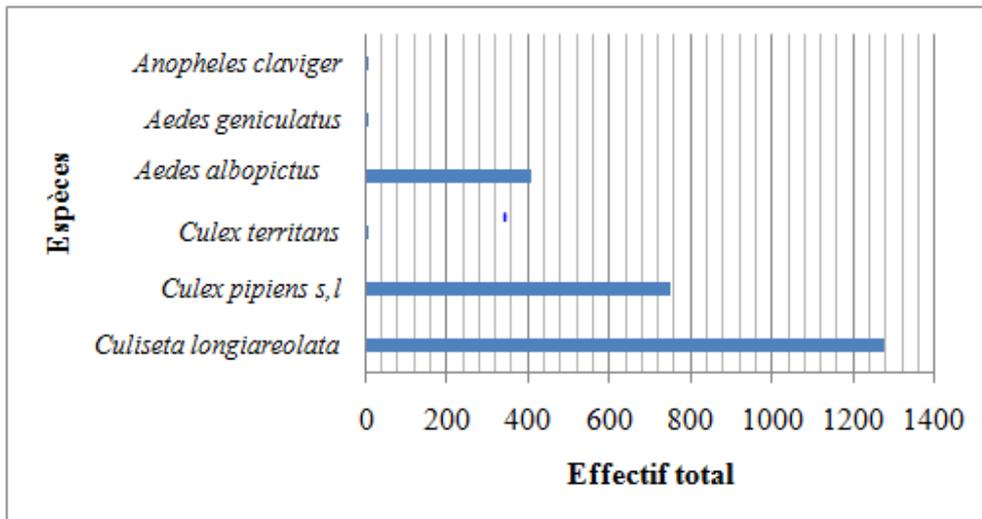


Figure 50. -Effectifs des individus trouvés dans la région de Tizi-Ouzou durant la période d'étude année 2023.

IV.2. - Exploitation des résultats par les indices écologiques

Les résultats obtenus de notre inventaire sont exploités par les indices écologiques de composition et de structure.

IV.2.1. - Station de Tizi-Ouzou

IV.2.1.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des culicidés inventoriés dans la station de Tizi-Ouzou durant la période d'étude est clarifiée dans le **tableau 07**.

Tableau 07 - Richesse spécifique des moustiques trouvés dans la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2023.

Station de Tizi-Ouzou				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
Nouvelle ville	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i>	<i>Cs.longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.s.l.</i> <i>Ae.albopictus</i> <i>Ae. geniculatus</i>	4
	Gîte 2	<i>Cx. pipiens.s.l.</i>		
	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i>		
	Piège 1	<i>Cx. pipiens.s.l.</i> <i>Ae.albopictus</i>		
	Piège 2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Ae.albopictus</i>		
	Piège 3	<i>Ae.albopictus</i>		

Ihesnaouen	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>		
	Gîte 2	<i>Cx. pipienss.l.</i>		
	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>		
	Gîte 4	<i>Cs. longiareolata</i>		
	Gîte 5	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>		
	Gîte 6	<i>Ae.albopictus</i>		
	Gîte 7	<i>Cx. pipienss.l.</i>		
	Gîte 8	<i>Cx. pipienss.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i>		
	Gîte 9	<i>Ae. geniculatus</i> <i>Cs. longiareolata</i>		
	Gîte 10	<i>Ae.albopictus</i>		
	Gîte 11	<i>Cx. pipienss.l.</i> <i>Ae.albopictus</i>		
Bouhinoun	Gîte 1	<i>Cx. pipienss.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i>		
Boukhalfa	Gîte 1	<i>Cx. pipienss.l.</i> <i>Ae.albopictus</i> <i>Cs. longiareolata</i>		
	Gîte 2	<i>Cx. pipienss.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i>		
	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i> <i>Ae.albopictus</i>		
Betrouna	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i>		
Oued Aissi	Gîte 1	<i>Cx. pipienss.l.</i>		
	Gîte 2	<i>Cx. pipienss.l.</i>		

S : nombre d'espèces

La station de Tizi-Ouzou représente une richesse spécifique égale 4 espèces, ces dernières sont représentées par *Cs. Longiareolata*, *Cx. pipienss.l.*, *Ae.albopictus* et *Ae. geniculatus*.

IV.2.1.2. - Abondance relative

L'abondance relative des espèces dénombrées nous permettra de distinguer les espèces prépondérantes dans les 06 Sites d'études dans la région de Tizi-Ouzou. Les valeurs calculées sont rapportées dans le **Tableau 08** et **Figure 51**.

Tableau 08- Abondance relative des moustiques trouvés dans la station de Tizi-Ouzou de février à mai 2023.

station	Tizi-Ouzou					
	Espèce	<i>Cs. longiareolata</i>	<i>Cx pipiens.l.</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae.geniculatus</i>	Total
Nouvelle ville	ni	114	6	212	0	332
	AR (%)	34,33	1,8	63,85	0	100
Ihesnaouen	ni	196	112	127	1	435
	AR (%)	45	25,74	29,19	0,22	100
Bouhinoun	ni	1	1	0	0	2
	AR (%)	50	50	0	0	100
Boukhalfa	ni	226	15	20	0	261
	AR (%)	86,59	5,74	7,66	0	100
Betrouna	ni	19	4	0	0	23
	AR (%)	82,6	17,39	0	0	100
Oued Aissi	ni	0	117	0	0	117
	AR (%)	0	100	0	0	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i , AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage.

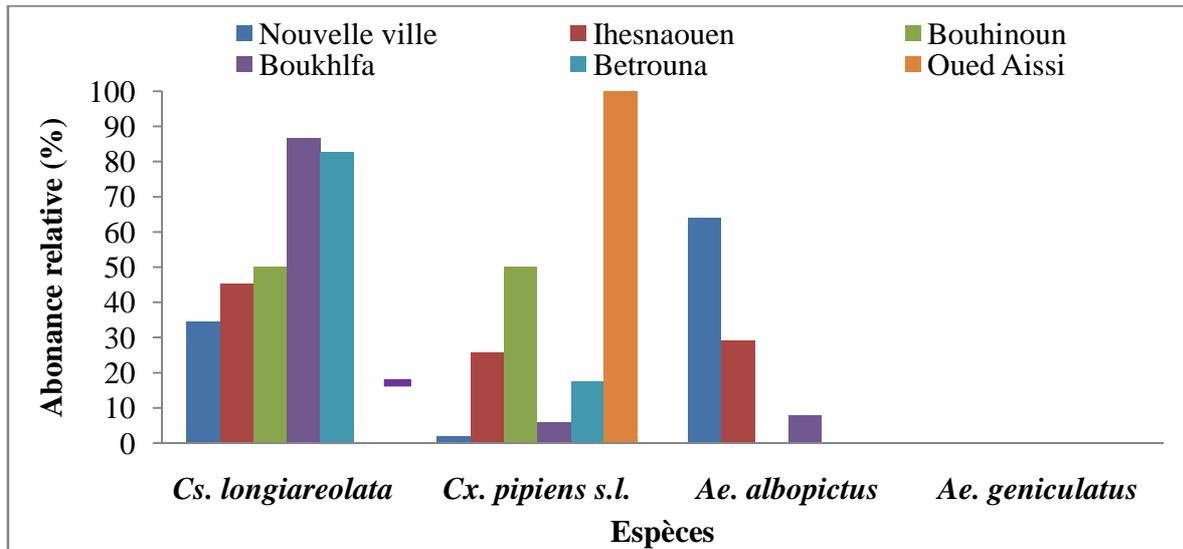


Figure 51.- Abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2023.

L'étude de l'abondance relative des espèces culicidiennes recensées dans la station de Tizi-Ouzou montre que *Cs. longiareolata* domine dans les sites de Boukhalfa, Betrouna et Ihesnaouen avec des abondances relatives égales à 86,59%, 82,60% et 45% respectivement. Au niveau du site d'Oued Aissidomine *Cx. pipiens s.l.* avec une abondance relative de 100% et pour le site de Nouvelle ville l'espèce *Ae. albopictus* domine avec une abondance relative de 63,85% alors qu'elle est inexistante dans les autres sites. Pour *Ae. geniculatus* est présente dans le site d'Ihesnaouen avec un très faible pourcentage égale à 0,22%.

IV.2.1.3. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure calculés pour la station de Tizi-Ouzou sont rapportés dans le **tableau 09**.

Tableau 09 - Indices de structure des espèces culicidiennes inventoriées dans la station de Tizi-Ouzou durant l'année 2023.

Site	H'(bit)	H'max(bit)	E
Nouvelle ville	0.68	1	0.68
Ihesnaouen	1	1	1
Bouhinoun	0.68	0	0
Boukhalfa	0.44	1	0.44
Betrouna	0.45	0	0
Oued Aissi	0	0	0

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

Les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver dans les six sites d'étude sont différentes, elles varient entre 0 et 1 bits. Les sites de Nouvelle ville, Ihesnaouen, Bouhinoun, Boukhalfa et Betrouna recèlent chacune 2 à 4 espèces différentes, ce qui signifie une diversité importante. Par contre, le site d'Oued Aissi, la valeur nulle ne peut s'expliquer par une faible diversité, car une seule espèce est enregistrée. Concernant l'indice d'équitabilité, les valeurs des régions tendent vers zéro, cela signifie que l'effectif des espèces n'est pas en équilibre.

IV.2.2. - Station de Beni Douala

IV.2.2.1. - Richesse spécifique

Le **tableau 20** représente les valeurs des richesses totales (S) des espèces culicidiennes échantillonnées dans la région de Beni Douala.

Tableau 20 - Richesses totales des espèces de Culicidae dans la station de Beni Douala durant l'année 2023.

Beni Douala				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
Beni Douala	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i>	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i> <i>Ae. albopictus</i>	3
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i> <i>Ae. albopictus</i>		

S: Richesse totale en espèces.

L'étude de la richesse spécifique au niveau de la station de Beni Douala a révélé la présence de 3 espèces, il s'agit de *Cx. pipiens.l.* ; *Cs. longiareolata* et *Ae. albopictus*.

IV.2.2.2. - Abondance relative

Les résultats concernant l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Beni Douala sont clarifiés dans le **tableau 21** et la **figure 52**.

Tableau 21 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Beni Douala durant l'année 2023.

Site	Beni Douala	
Espèce	ni	Ar(%)
<i>Cs. longiareolata</i>	23	31
<i>Cx. pipiens.l.</i>	50	67,56
<i>Ae. Albopictus</i>	1	1,35
Total	74	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

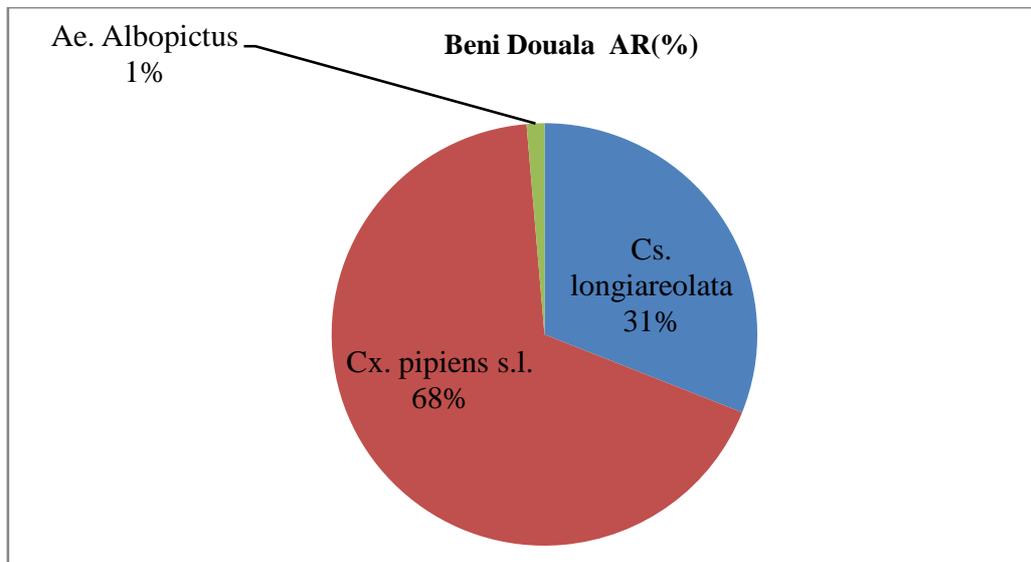


Figure 52. - Abondance relative des moustiques trouvés dans la station de Beni Douala durant la période d'étude 2023

Les résultats de notre étude montrent que *Cx. pipiens.l.* est la plus dominante dans la station de Beni Douala, cette espèce a présenté une abondance relative égale à 67,56%. Concernant *Cs.*

longiareolata est représenté par une valeur de 31% et en dernière position *Ae. Albopictus* avec une valeur de 1,35%.

IV.2.2.3. - Indices de structure

Les résultats des indices de Shannon et d'équitabilité calculés pour la station de Beni Douala sont rapportés dans le **tableau 22**.

Tableau 22- l'indice de Shannon, l'indice de diversité maximale et l'indice d'équitabilité des moustiques inventoriés dans la station de Beni Douala durant l'année 2023.

Site	H'(bit)	H'max(bit)	E
Beni douala	0.66	1	0.66

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon est proche de la diversité maximale, il est représenté par une valeur égale à 0,66 bits et la diversité maximale est représenté par 1. Tandis que l'indice d'équitabilité est représenté par une valeur de 0,66.

IV.2.3. - Station de LarebaaNathIrathen

IV.2.3.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de LarebaaNathIrathen durant la période d'étude est rapportée dans le **tableau 23**.

Tableau 23 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de LarebaaNathIrathen durant l'année 2023.

LarebaaNathIrathen				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
TagmoutIheddaden	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i>	<i>Cs. longiareolata</i>	1
Ageniuragh	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i>		

S : nombre d'espèces

La station de LarebaaNathIrathen représente une richesse spécifique égale 1 espèce, cette dernière est *Cs. longiareolata*.

IV.2.3.2. - Abondance relative

Les résultats concernant l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de LarebaaNathIrathen sont clarifiés dans le **tableau 24 et la figure 53**.

Tableau 24 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de LarebaaNathIrathen durant l'année 2023.

LarebaaNathIrathen				
Site	TagmoutIheddaden		AgeniUragh	
Espèce	ni	AR (%)	Espèce	ni
<i>Cs. longiareolata</i>	1	100	<i>Cs. longiareolata</i>	1
Total	1	100	Total	1

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

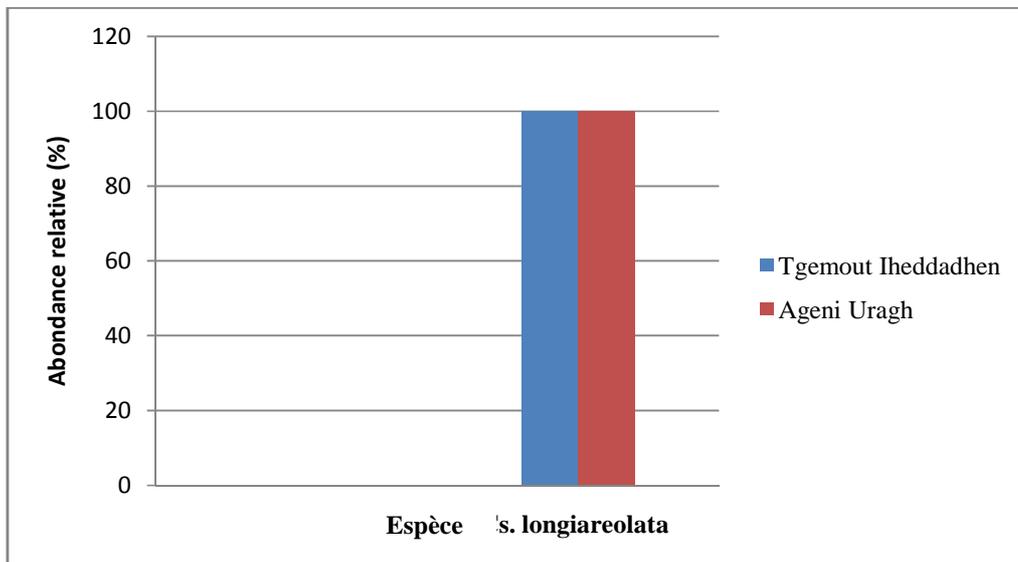


Figure 53. - Abondance relative des moustiques trouvés dans la station de LarebaaNathIrathen durant la période d'étude 2023.

Les résultats de notre étude montrent que *Cs. longiareolata* est l'unique et dominante espèce dans la station de LarebaaNathIrathen.

IV.2.3.3. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure (Indice de Shannon et l'indice d'équitabilité) de la station de LarebaaNathIrathensont rapportés dans le **tableau 25**.

Tableau 25 - l'indice de Shannon, l'indice de diversité maximale et l'indice d'équitabilité des moustiques inventoriés dans la station de LarebaaNathIrathendurant l'année 2023.

Site	H'(bit)	H'max(bit)	E
Tagmoutlheddaden	0	0	0
Ageni n Uragh	0	0	0

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon est égal à l'indice de la diversité maximale, il est représenté par une valeur égale à 0bits, tandis que l'indice d'équitabilité est nul, il est représenté par une valeur de 0.

IV.2.4. - Station de Maâtkas

IV.2.4.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des culicidés inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude est clarifiée dans le **tableau 26**.

Tableau 26 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude année 2023.

MAATKAS				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
Ait Zaim	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>	2
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>		
Ait Ahmed	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>		
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i>		
Berqouqa	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipienss.l.</i>		

S : nombre d'espèces

La richesse spécifique de la station de Maâtkas est représentée par deux espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata* et *Cx. pipiens.l.* Le gîte larvaire 02 du site d'Ait Ahmed représente uniquement une seule espèce qui est ; *Cs. Longiareolata*. tandis que les autres gîtes des autres sites représentent les deux espèces trouvées dans la station .

IV.2.4.2 - Abondance relative

Les résultats concernant l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Maâtkas sont clarifiés dans le **tableau 27** et la **figure 54**.

Tableau 27 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude année 2023.

Maâtkas						
Site	Aitzaim		Ait ahmed		Berquouqa	
Espèce	ni	AR(%)	ni	AR(%)	ni	AR(%)
<i>Cs. longiareolata</i>	102	64,96	16	64	31	27,43
<i>Cx. pipiens.l.</i>	55	35,3	9	36	82	72,56
Total	157	100	25	100	112	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

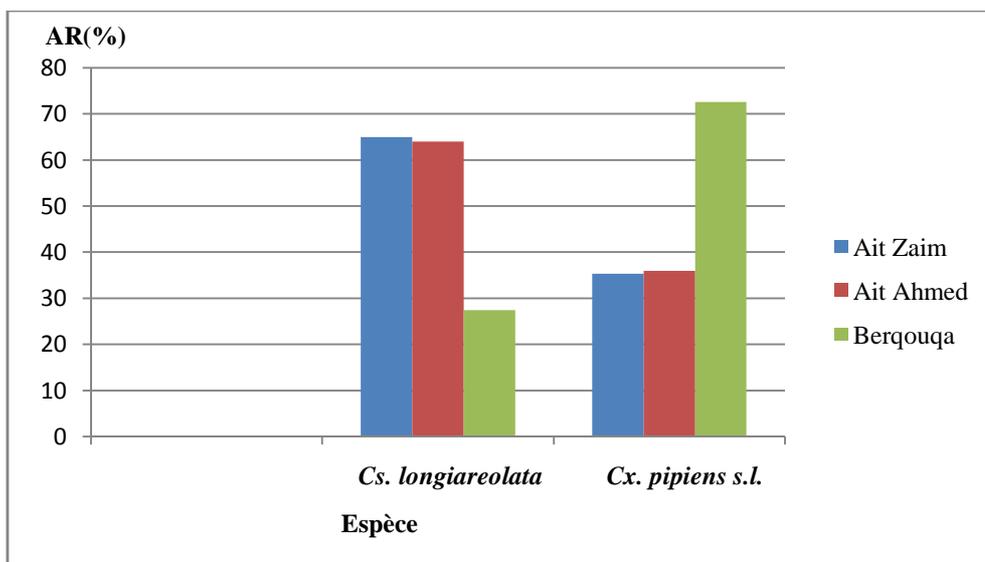


Figure 54. - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude 2023.

Les résultats obtenus révèlent que l'espèce de *Cs. longiareolata* est dominante dans le site prospecté d'Ait Ahmed avec une abondance relative de 64 % et le contraire dans le site de Berqouqa *Cx. pipiens.l.* qui domine avec l'abondance relative égale à 72,56%.

IV.2.4.3. - Indices de structure

Les résultats des indices de structure (Indice de Shannon et l'indice d'équitabilité) de la station de Maâtkas sont rapportés dans le **tableau 28**.

Tableau 28 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station de Maâtkas durant la période d'étude.

Maâtkas			
Site	H'(bit)	H'max(bit)	E
Ait Zaim	0.64	0	0
Ait Ahmed	0.62	0	0
Berqouqa	0.58	0	0

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon obtenu pour les sites d'Ait Zaim, Ait ahmed et Berqouqa avec des valeurs respectives de 0,64bits ; 0,62bits et 0,58bits . Concernant diversité maximale pour les trois sites est de 0 bits et l'indice d'équitabilité obtenu pour les trois sites de la station de Maâtkas est égal à 0.

IV.2.5. - Station d'Ain Zaouia

IV.2.5.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des culicidés inventoriés dans la station d'Ain Zaouia durant la période d'étude est clarifiée dans le **tableau 29**.

Tableau 29 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ain Zaouia durant la période d'étude année 2023.

Ain Zaouia				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
Ain Zaouia	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i>	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i>	2

S : nombre d'espèces

La richesse spécifique de la station de Ain Zaouia est représentée par deux espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata* et le complexe *Cx. pipiens.l.*

IV.2.5.2. -Abondance relative

Les résultats concernant l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ain Zaouia sont clarifiés dans le **tableau 30 et la figure 55.**

Tableau 30 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Ain Zaouia durant l'année d'étude 2023.

Ain Zaouia		
Site	Ait zaouia	
Espèce	ni	AR(%)
<i>Cs. longiareolata</i>	5	27,77
<i>Cx. pipiens.l.</i>	13	72,22
Total	18	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

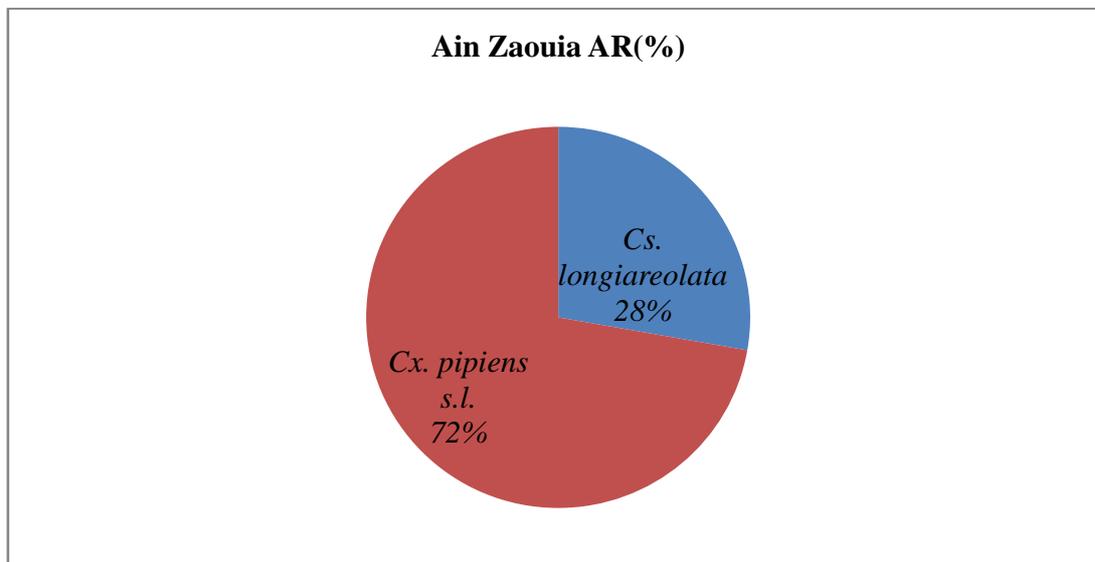


Figure 55.- Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Ain Zaouia durant la période d'échantillonnage 2023.

Les résultats de notre étude montrent que l'espèce *Cx. pipiens.l.* est la plus dominante dans la station de Ain Zaouia cette espèce a présenté une abondance relative égale à 72,22% tandis que est *Cs. longiareolata* représenté par une valeur égale à 27,77%.

IV.2.5.3. -Indices de structure

Les résultats des indices de structure (Indice de Shannon et l'indice d'équitabilité) de la station d'Ain Zaouia sont rapportés dans le **tableau 31**.

Tableau 31 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station de Ain Zaouia durant la période d'étude année 2023.

Ain Zaouia			
Site	H'(bit)	H'max(bit)	E
Ain Zaouia	0.58	0	0

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de Shannon est proche à l'indice de diversité maximale, il est représenté par une valeur égale à 0,58 bit, tandis que l'indice d'équitabilité est nul, il est représenté par une valeur égal à 0.

IV.2.6. - Station d'Iflissen

IV.2.6.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des culicidés inventoriés dans la station d'Iflissen durant la période d'étude est clarifiée dans le **tableau 32**.

Tableau 32 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Iflissen durant la période d'étude année 2023.

Iflissen				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
Iflissen	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i>	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i>	2

S : nombre d'espèces

La richesse spécifique de la station d'Iflissen est représentée par deux espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata* et le complexe *Cx. pipiens.l.*

IV.2.6.2. - Abondance relative

Les résultats concernant l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Iflissen sont clarifiés dans le tableau 33 et la figure 56.

Tableau 33 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Iflissen durant l'année d'étude 2023.

Iflissen		
Site	Iflissen	
Espèce	ni	AR(%)
<i>Cs. longiareolata</i>	15	55,55
<i>Cx. pipiens.l.</i>	12	44,44
Total	27	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

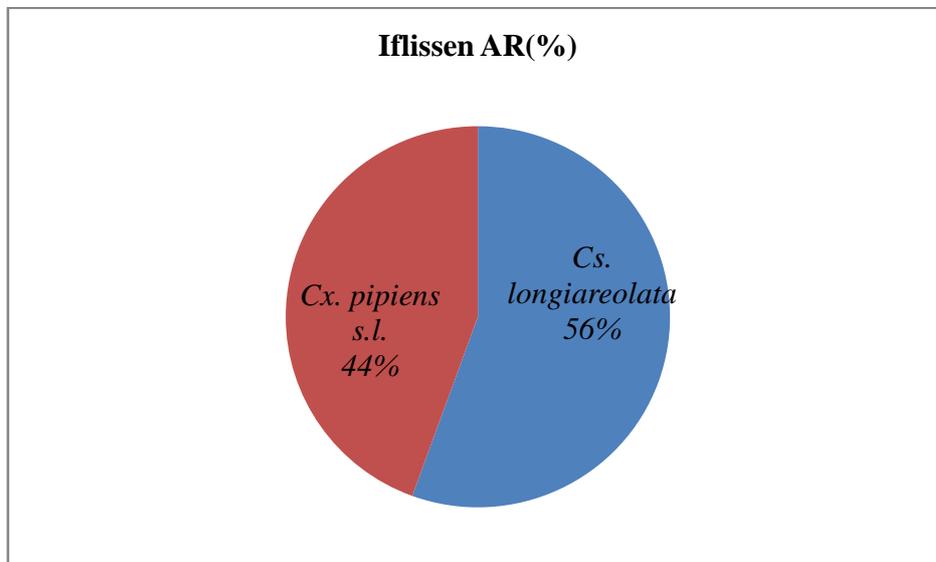


Figure 56.- Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Iflissen durant la période d'échantillonnage 2023.

Les résultats de notre étude montrent que *Cs. longiareolata* est la plus dominante dans la station d'Iflissen avec une abondance relative égale à 55,55%. Par contre l'espèce du complexe *Cx. pipiens.l.*, est représentée par une valeur égale à 44,44 %.

IV.2.6.3. -Indices de structure

Les résultats des indices de structure (Indice de Shannon et l'indice d'équitabilité) de la station d'Iflissen sont rapportés dans le **tableau 34**.

Tableau 34 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station d'Iflissen durant la période d'étude année 2023.

Iflissen			
Site	H'(bit)	H'max(bit)	E
Iflissen	0.68	0	0

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de diversité est représenté par une valeur égale à 0,68 bits, tandis que la diversité maximale est de 0 bits et l'indice d'équitabilité est nul sa valeur est de 0 ,

IV.2.7. - Station d'Ouaguenoun

IV.2.7.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des culicidés inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant la période d'étude est clarifiée dans le **tableau 35**.

Tableau 35- Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant la période d'étude année 2023.

Ouaguenoun				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
Tamda	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Ae.albopictus</i>	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i> <i>Ae.albopictus</i>	3
	Gîte 2	<i>Cx. pipiens.l.</i>		
	Gîte 3	<i>Cs. longiareolata</i>		
	Gîte 4	<i>Ae.albopictus</i>		
TimizerLeghver	Gîte 1	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i>		
	Gîte 2	<i>Cs. longiareolata</i>		

S : nombre d'espèces

La station d'Ouaguenoun représente 3 espèces, il s'agit de *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens.l* et *Aedesalbopictus*. Le gîte larvaire 1 du site Tamda et le gîte larvaire 1 du site de TimizerLeghver représente les deux espèces trouvés dans la station, alors que les autres gîtes représente 1 seule espèces.

IV.2.7.2. – Abondance relative

Les résultats concernant l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d'Ouaguenoun sont clarifiés dans le **tableau 36** et la **figure 57**.

Tableau 36 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de d'Ouaguenoun durant l'année d'étude 2023.

Ouaguenoun				
Site	Tamda		Ttimerleghver	
Espèce	ni	AR(%)	ni	AR(%)
<i>Cs. longiareolata</i>	277	88,21	183	99,45
<i>Cx. pipiens.s.l.</i>	15	4,77	9	0,54
<i>Ae. Albopictus</i>	22	7	0	0
Total	314	100	184	100

S : nombre d'espèces

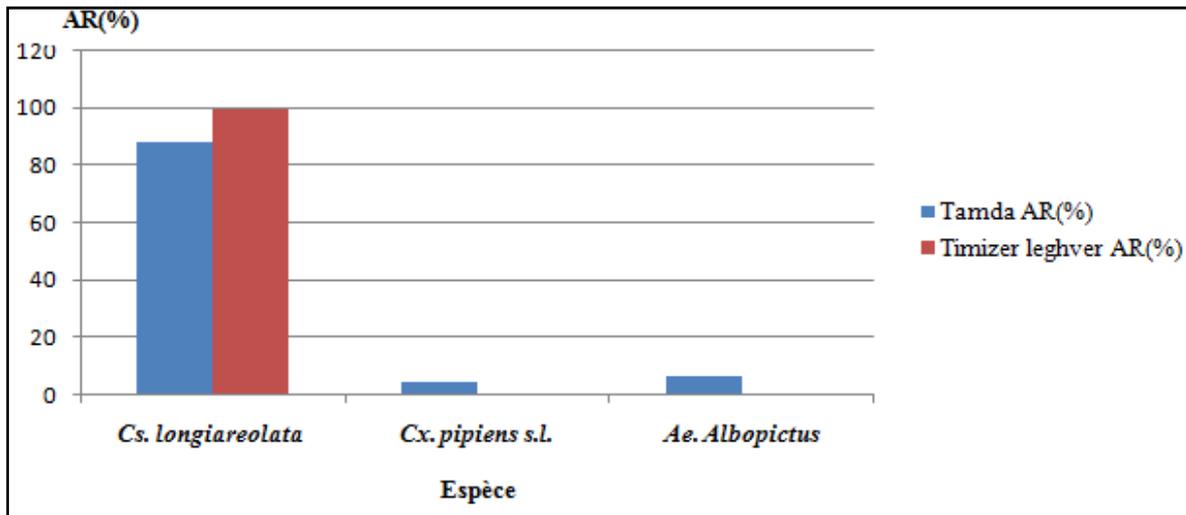


Figure 57.- Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant la période d'échantillonnage 2023.

Les résultats obtenus révèlent que l'espèce de *Cs. longiareolata* est abondante dans les deux sites prospectés (Tamda et Timizerleghver) dans la station d'Ouaguenoun avec des abondances relatives égales à 88,21% et 99,45% respectivement. Puis en deuxième position *Cx. pipiens.l.* pour le site de Tamda avec la valeur de 4,77% et *Ae. Albopictus* pour le site de Timizerleghver avec la valeur de 7%.

IV.2.7.3. -Indices de structure

Les résultats des indices de structure (Indice de Shannon et l'indice d'équitabilité) de la station d'Ouaguenoun sont rapportés dans le **tableau 37**.

Tableau 37 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station d'Ouaguenoun durant la période d'étude année 2023.

Ouaguenoun			
Site	H'(bit)	E	H'max(bit)
Tamda	0.4	1	0.4
Timizerleghver	0.02	0	0

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

Pour le site de Tamda l'indice de diversité est loin de la diversité maximale, il est représenté par une valeur égale à 0.4 bits, tandis que dans le site de Timizerleghver il est proche de la diversité maximale avec une valeur égale à 0.02 bits. L'indice d'équitabilité est représenté par une valeur de 0,4 pour le site de Tamda et égale à 0 pour le site de Timizerleghver.

IV.2.8. - Station de Makouda

IV.2.8.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des culicidés inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'étude est clarifiée dans le **tableau 38**.

Tableau 38 - Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'étude année 2023.

Makouda				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
Zaouia	Gîte 1	<i>Cx. pipienss.l.</i>	<i>Cs. longiareolata</i>	4
	Gîte 2	<i>Cx. pipienss.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i>	<i>Cx. pipienss.l.</i> <i>An.claviger</i>	
	Gîte 3	<i>An. claviger</i> <i>Cx. Territant</i>	<i>Cx. territant</i>	

S : nombre d'espèces

L'étude de la richesse spécifique au niveau de la station de Makouda a révélé la présence de 4 espèces, il s'agit de *Cx. pipienss.l.*, *Cs. longiareolata*, *Anophelesclaviger* et *Cx. Territant*.

IV.2.8.2. - Abondance relative

Les résultats concernant l'abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station de Makouda sont clarifiés dans le **tableau 39** et la **figure 58**.

Tableau 39 - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant l'année d'étude 2023.

Makouda		
Site	Zaouia	
Espèce	ni	AR (%)
<i>Cs. longiareolata</i>	20	9,38
<i>Cx. pipienss.l.</i>	184	86,38
<i>Cx. territans</i>	6	2,81
<i>An. claviger</i>	3	1,4
Total	213	100

ni : nombre d'individus de l'espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

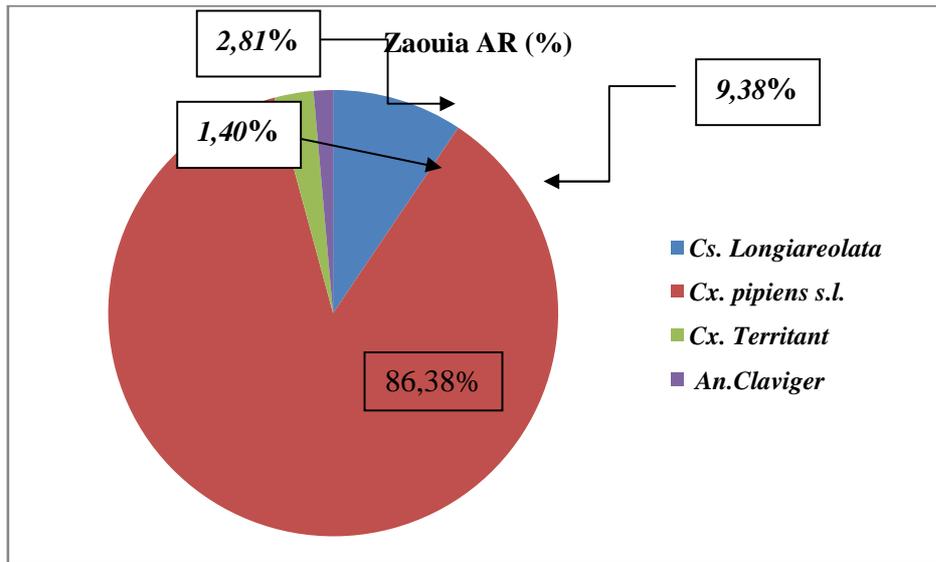


Figure 58.- Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'échantillonnage 2023.

Les résultats de notre étude montrent que l'espèce *Cx. pipiens s.l.* est la plus dominante dans la station de Makouda, cette espèce a présenté une abondance relative égale à 86,38% tandis que *An. claviger* est le moins abondant avec une abondance relative égale à 1,4 %.

IV.2.8.3. –Indices de structure

Les résultats des indices de structure (Indice de Shannon et l'indice d'équitabilité) de la station de Makouda sont rapportés dans le **tableau 40**.

Tableau 40 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station de Makouda durant la période d'étude année 2023.

Makouda			
Site	H'(bit)	H'max(bit)	E
Zaouia	0.75	1	0.75

H' : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d'équitabilité

L'indice de diversité est proche de la diversité maximale, il est représenté par une valeur égale à 0,75 bits, tandis que l'indice d'équitabilité, il est proche de 1, il est représenté par une valeur de 0,75.

IV.2.9. - Station d’Azazga

IV.2.9.1. - Richesse spécifique

La richesse spécifique des culicidés inventoriés dans la station d’Azazga durant la période d’étude est clarifiée dans **le tableau 41**.

Tableau 41- Richesse spécifique des moustiques inventoriés dans la station d’Azazga durant la période d’étude année 2023.

Azazga				
Site	Gîte	Espèce /site	Espèce /station	S /station
CheurfaBahloul	Gîte 1	<i>Cx. pipiens.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i> <i>Ae.albopictus</i>	<i>Cs. longiareolata</i> <i>Cx. pipiens.l.</i> <i>Ae.albopictus</i>	3
	Gîte 2	<i>Cx. pipiens.l.</i> <i>Cs. longiareolata</i>		
	Gîte 3	<i>Cx. pipiens.l.</i>		

S : nombre d’espèces

L’étude de la richesse spécifique au niveau de la station d’Azazga a révélé la présence de 3 espèces, il s’agit de *Cx. pipiens.l.*, *Cs. longiareolata*, *Aedesalbopictus*.

IV.2.9.2. - Abondance relative

Les résultats concernant l’abondance relative des espèces culicidiennes inventoriées au niveau de la station d’Azazga sont clarifiés dans **le tableau 42 et la figure 59**.

Tableau 42- Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d’Azazga durant l’année d’étude 2023.

Azazga		
Site	CheurfaBahloul	
espèce	ni	AR(%)
<i>Cs. longiareolata</i>	5	4,46
<i>Cx. pipiens.l.</i>	105	93,75
<i>Ae. albopictus</i>	2	1,7
Total	112	100

ni : nombre d’individus de l’espèce i, AR (%) : abondance relative exprimée en pourcentage

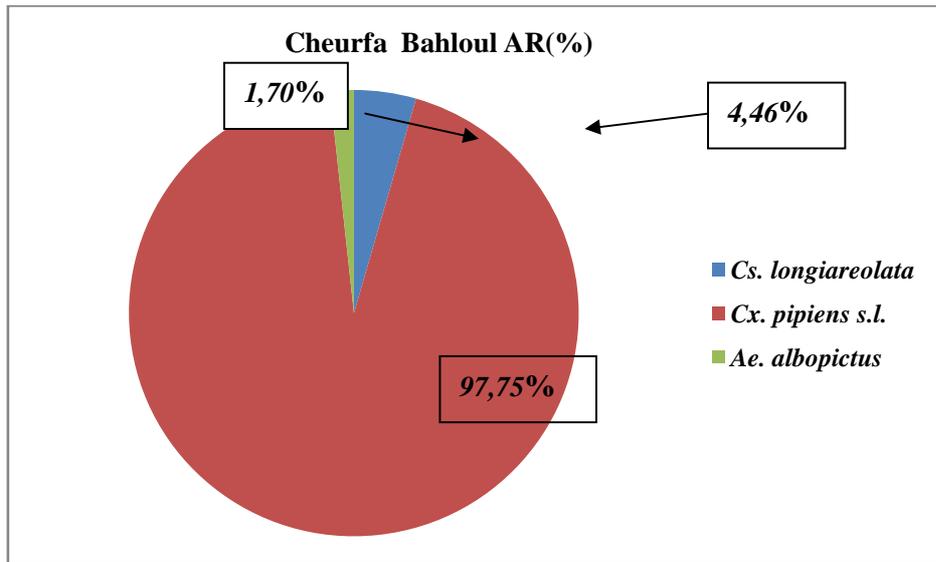


Figure 59. - Abondance relative des moustiques inventoriés dans la station d’Azazga durant la période d’échantillonnage 2023.

Les résultats de notre étude montrent que l’espèce *Cx. pipiens s.l.* est la plus dominante dans la station de Azazga, cette espèce a présenté une abondance relative égale à 97,75% tandis que *Ae. albopictus* est le moins abondant avec une abondance relative égale à 1,7 %.

IV.2.9.3. -Indices de structure

Les résultats des indices de structure (Indice de Shannon et l’indice d’équitabilité) de la station d’Azazga sont rapportés dans **le tableau 43**.

Tableau 43 - Indices de structures des moustiques inventoriés dans la station d’Azazga durant la période d’étude année 2023.

Azazga			
Site	H’(bit)	H’max(bit)	E
Cheurfa Bahloul	0.22	1	0.22

H’ : indice de Shannon, H max : diversité maximale, E : indice d’équitabilité.

L’indice de diversité est loin de la diversité maximale, il est représenté par une valeur égale à 0,22 bits, l’indice d’équitabilité, est loin de 1, il est représenté par une valeur de 0,22.

IV.3. - Présentation des espèces trouvées et leurs intérêts médicaux et vétérinaires

IV.3.1. - *Culiseta longiareolata*

✓ **Ecologie et morphologie**

C'est une espèce multivoltine, sténogame et autogène qui présente une large distribution dans le sud de la région paléarctique, dans les régions orientale et afro-tropicale (BRUNHES et al.,1999). Elle possède une large valence écologique qui affectionne des biotopes naturels ainsi que des gîtes artificiels très distincts, permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée, ce qui expliquerait son abondance dans plusieurs gîtes. Cette espèce est classée en première position.

La larve de *Cs. longiareolata* présente une tête sombre fortement pigmentée qui possède un mentum avec moins de huit dents de part et d'autres de la dent médiane. L'antenne est courte à tégument lisse. Le siphon est court et trapu possédant une touffe de soie avant le peigne qui est doté d'une extension qui dépasse la moitié du siphon avec absence totale des plaques abdominale sur le huitième segment (Fig.)

✓ **Rôle pathogène**

Les femelles piquent surtout les oiseaux, très rarement l'humain, l'espèce est considérée comme un vecteur de plasmodium d'oiseaux ; elle peut transmettre expérimentalement le virus West Nile. Compte tenu de ses préférences trophiques, son rôle de vecteur de parasitose humaines ne peut être que des plus réduits (SCAFFNER et al.,2011).

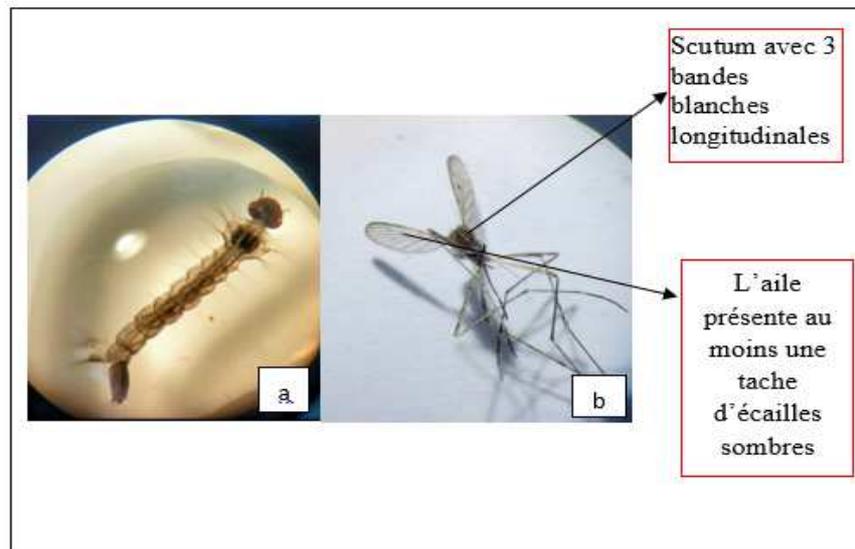


Figure 60. -Morphologie externe de *Culisetalongiareolata*, a : Larve ; b:Adulte. (Gx10) (Originale, 2023).

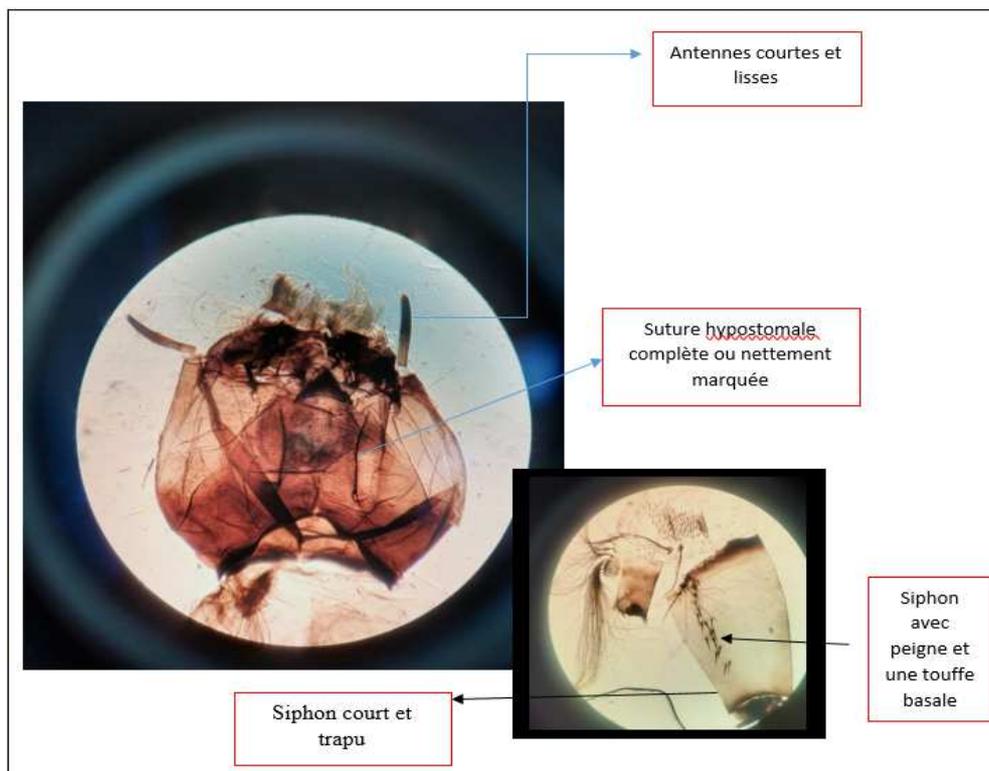


Figure 61.- Critères d'identification d'une larve de *Culisetalongiareolata* observée sous un microscope optique (Gx10) (Originale,2023)

IV.3.2. - *Culex pipiens*.l

✓ **Ecologie et morphologie**

C'est une espèce multivoltine très abondante pendant les mois d'été et d'automne (SCAFFNER et al.,2001).Elle a une distribution très vaste , ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes c'est -à-dire qu'elle n'a pas d'exigences écologiques particulières, elle se développe aussi bien dans les milieux urbains que ruraux, dans les gîtes pollués (fosses , égouts...etc.) que propres (barils, puits ...etc.) à température élevée (**HASSAINE ,2002 ;HIMMI,2007 ;MESSAIetal.,2010**).Elle est classée en deuxième position .

La larve de *Culex pipiens* possède une tête plus large que longue. Le mentum possède plus de huit dents de part et d'autre de la dent médiane. Le siphon est à bord droit ou convexe ; possédant quatre paires de soies après le peigne et une seule soie latérale. Elle se développe dans des eaux très polluées par les matières organiques. On peut les rencontrer dans des gîtes dont l'eau est fraîche et pure (bidon contenant l'eau de pluie, bassin, etc...)

✓ **Rôle pathogène**

Cx pipiens est le vecteur majeur de Filariose de Bancroft en Egypte. En outre, elle est responsable de la transmission du virus West Nile ainsi que d'autres arbovirus (**BRUNHES et al.,1999**).

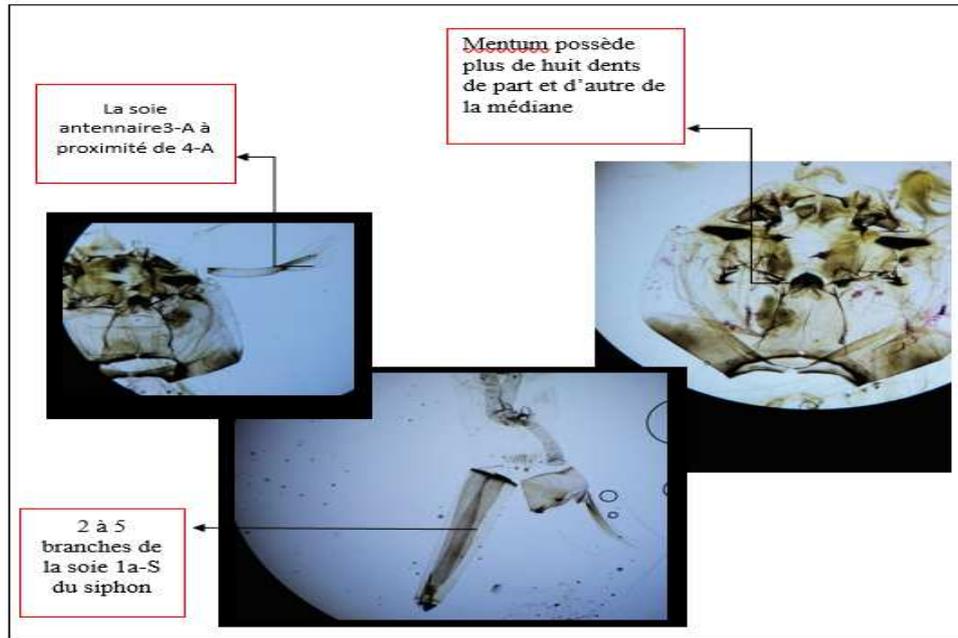


Figure 62.- Critères d'identification de *Culex pipiens*.l. observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2023)

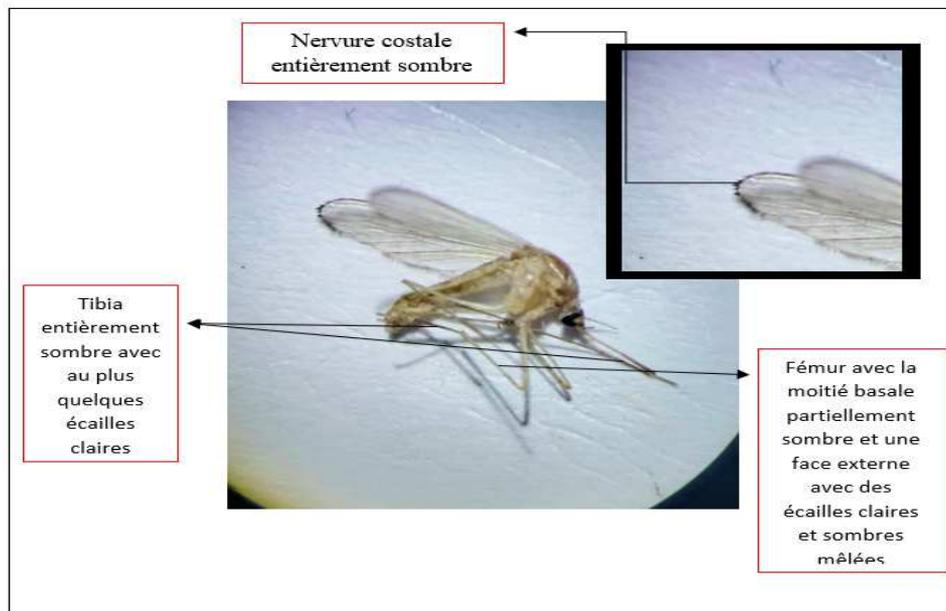


Figure 63. Critères d'identification des adultes de *Culex pipiens* observée sous une loupe binoculaire (Gx10) (Originale, 2023)

IV.3.3. –*Aedes albopictus*

✓ **Écologie et morphologie**

Originnaire des forêts tropicales d'Asie du Sud-Est, c'est une espèce invasive et résistante présente aujourd'hui dans plus d'une centaine de pays sur tous les continents (à l'exception de l'antarctique).

La larve d'*Aedes albopictus* présente des antennes lisses, se caractérise par 8 épines sur le huitième segment abdominal acérées sur une ligne, des papilles anales très longues presque au même niveau que le siphon.

✓ **Rôle pathogène**

Il peut être vecteur de nombreux virus comme ceux de la dengue, du Zika ou du Chikungunya, et fait l'objet d'une surveillance renforcée par les autorités sanitaires.

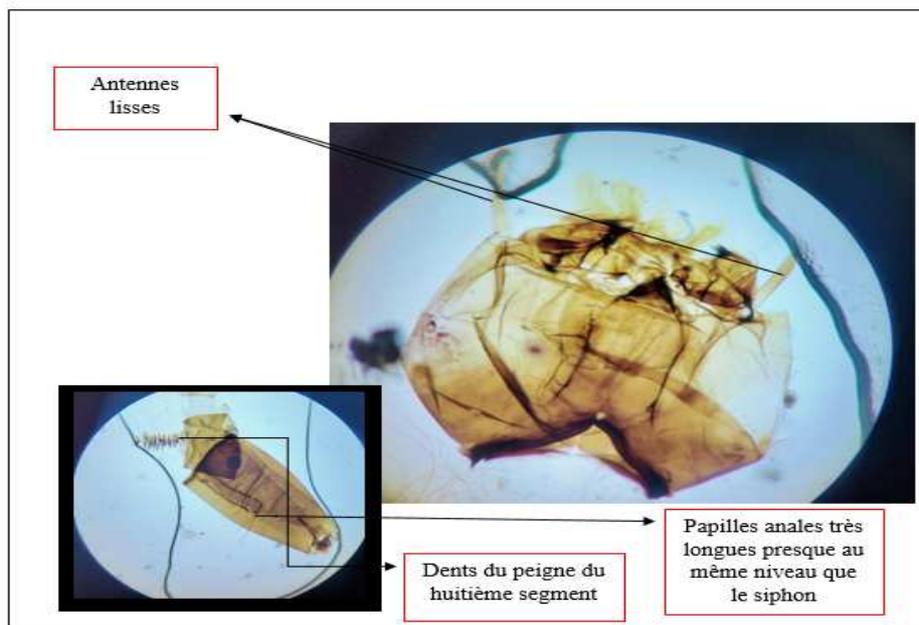


Figure 64. - Critères d'identification *Aedes albopictus* , observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2023)

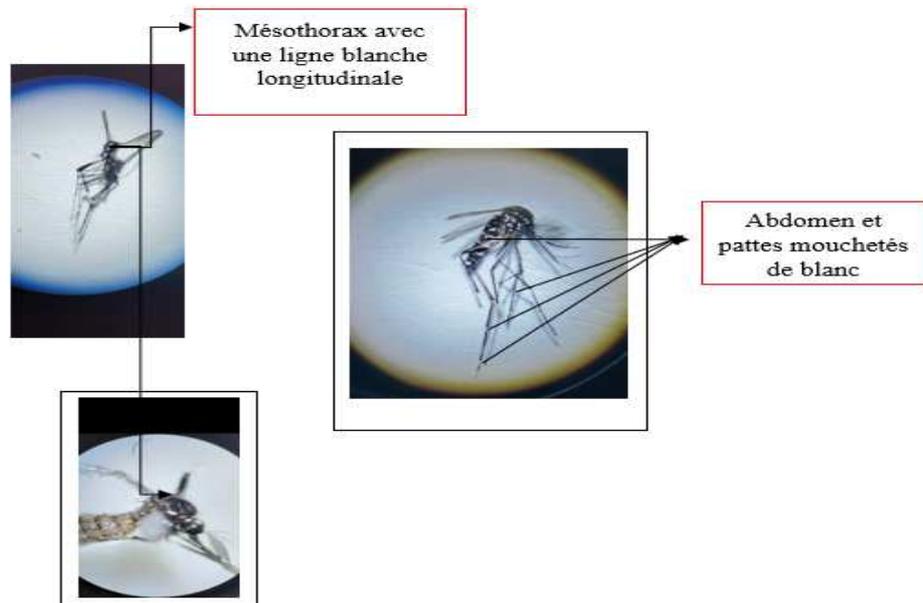


Figure 65. -Critères d'identification d'un adulte *Aedes albopictus* sous une loupe binoculaire (Gx10) (Originale, 2023)

IV.3.4. - *Culex territans*

✓ Ecologie et morphologie

Cx territans est une espèce dont l'aire de répartition est particulièrement large, mais qui manifeste cependant une prédilection pour les régions tempérées froides (BRUNHES et al. 1999).

La larve de *Culex territans* présente une tête dont elle possède un mentum avec moins huit dents situés de part et d'autre de la dent médiane (Fig.). Se caractérisent par des touffes du siphon très courtes moins de la largeur du siphon (RIOUX, 1958), avec des soies siphoniques qui sont longues par rapport à la largeur du siphon.

✓ Rôle pathogène

Cette espèce transmet des filaires de batraciens mais sans intérêt médical (BRUNHES et al., 1999).

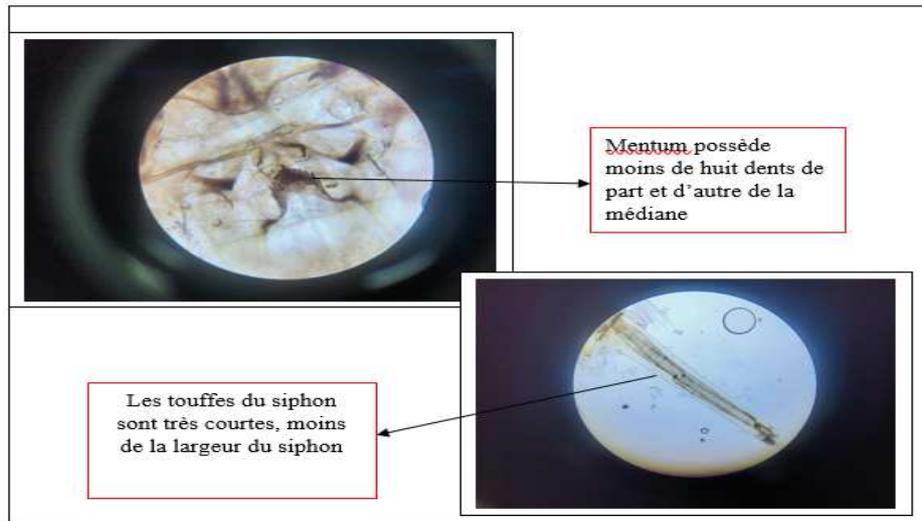


Figure 66. - Critères d'identification d'une larve de *Culex territans* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2023)

IV.3.5. - *Anopheles claviger*

✓ Ecologie et morphologie

La larve s'accroît dans des eaux claires, fraîches et ombragés (sources, ruisseaux, citernes, plus rarement dans les mares et fossés encombrés de végétation) (BRUNHESetal.,1999). Elle présente une soie antennaire enraciné au tiers basal.

Les soies clypéales externes sont très peu divisés et les soies frontales sont plumeuses. Le fronto- clypéus est non rayé.

✓ Rôle pathogène

Son rôle vecteur est pratiquement nul (HIMMI ,2007)

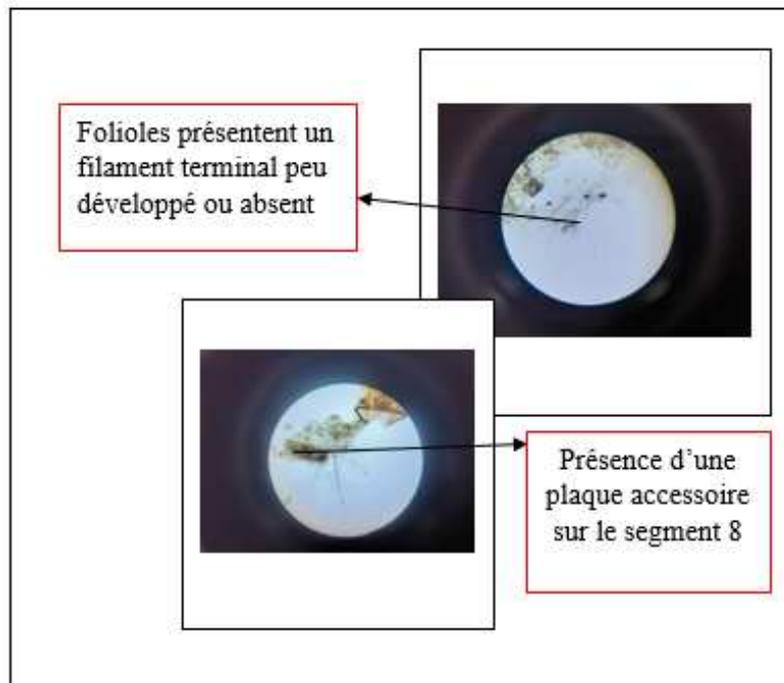


Figure 67 .-Critères d'identification d'une larve d'*Anopheles claviger* observée sous un microscope optique (Gx 10) (Originale, 2023)

IV.3.6. – *Aedes geniculatus*

Les larves d'*Aedes geniculatus* ne sont pas trouvées dans notre étude, nous avons capturé uniquement des adultes (**Fig.**). Ces derniers se caractérisent par les critères suivants : tégument de l'antenne lisse ou très faiblement spiculé qui porte 1 ou 2 branches de la soie antennaire 1-A sur la moitié apicale, des soies. **6-I à 6-VII épaisses, rigides et formées de moins de 6 branches et des peignes du segment VIII qui disposent sur une ligne (Fig.)**

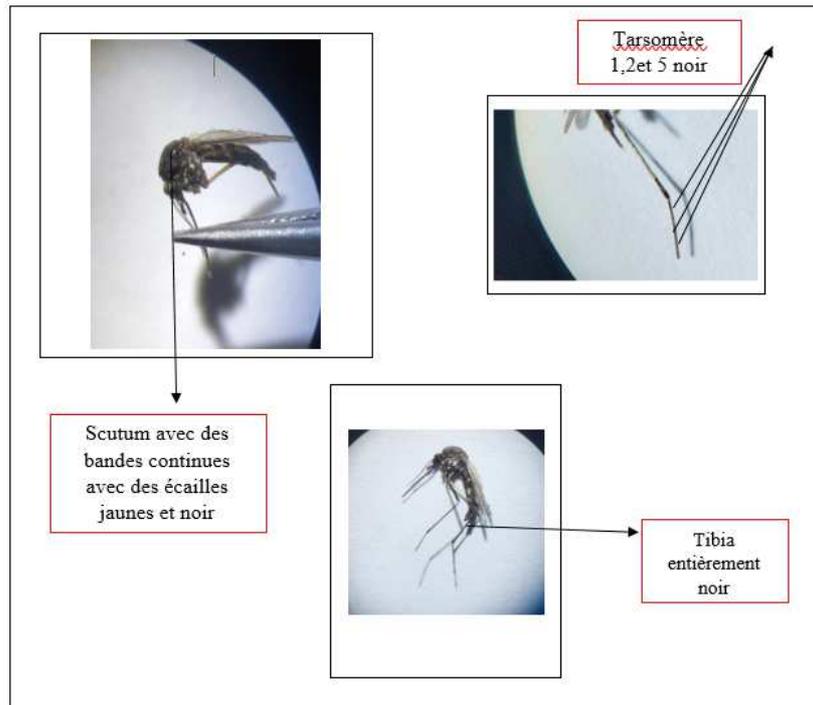


Figure 68. -Critères d'identification d'un adulte femelle d'*Aedes geniculatus* observé sous une loupe binoculaire (Gx 10) (Originale, 2023)

IV.4.- Quantification et analyse de la pureté des acides nucléiques par spectrophotométrie

Le dosage, par spectrométrie, nous a permis d'évaluer la concentration des acides nucléiques (ng/ml), leurs puretés et le degré de contamination par des ARN/protéines et le phénol. Les résultats de la densité optique sont clarifiés dans **le tableau 44**.

Tableau 44 - les résultats de la concentration d'ADN (ng/ml) des moustiques.

Codes moustiques	Origine	concentration d'ADN (ng/ùl)	280/260 pureté de l'ADN	260/230 contamination par le phénol	téchnique d'extraction
A1	Tizi-Ouzou	40,5	3,682	0,147	Quiagène
A2	Tizi-Ouzou	37,5	2,83	0,6	Indimag
A3	Tizi-Ouzou	116	1,241	1,268	Phénol
A4	Tizi-Ouzou	32,5	1,711	1,625	Phénol
A5	Tizi-Ouzou	48	2,133	2,341	Phénol
A6	Tizi-Ouzou	28,5	2,172	2,478	Phénol
A6(2)	Tizi-Ouzou	16,5	1	2,022	Phénol
A7	Tizi-Ouzou	8	2	0,421	Phénol
A8	Tizi-Ouzou	10	1,429	0,741	Phénol
A9	Tizi-Ouzou	17	1,545	0,507	Phénol
A10	Tizi-Ouzou	6,5	1,3	0,565	Phénol
A1-	Tizi-Ouzou	59,5	1,641	0,306	Phénol
A2-	Tizi-Ouzou	136	1,385	0,326	Phénol
A3-	Tizi-Ouzou	124	2,255	0,22	Phénol
A4-	Tizi-Ouzou	40,5	-0,8	0,057	Phénol
A5-	Tizi-Ouzou	64,5	2,688	0.185	Phénol

C7	Tizi-Ouzou	18,5	3,364	0.110	Indimag
C8	Tizi-Ouzou	49	1,971	0.195	Indimag
C9	Tizi-Ouzou	10,5	2,833	0.053	Indimag
C10	Tizi-Ouzou	447	1,051	0.684	Indimag
C11	Tizi-Ouzou	43	2,15	0.304	Indimag
C12	Tizi-Ouzou	30	1,971	0.120	Indimag
C13	Tizi-Ouzou	13	2,267	0.076	Indimag
C14	Tizi-Ouzou	12,5	2,273	0.046	Indimag
C15	Tizi-Ouzou	15,5	2,067	0.061	Indimag
C16	Tizi-Ouzou	11,5	2,3	0.038	Indimag
C17	Tizi-Ouzou	63	1,135	0.231	Indimag
C18	Tizi-Ouzou	12	2,4	0.038	Indimag
C19	Tizi-Ouzou	46,5	2,022	2.268	Quiagène
C20	Tizi-Ouzou	32	1,939	1.208	Quiagène
C21	Tizi-Ouzou	46.5	6,333	1.727	Quiagène
C22	Tizi-Ouzou	88.5	1,825	2.159	Quiagène
C23	Tizi-Ouzou	37.5	1,596	0.600	Quiagène
C24	Tizi-Ouzou	15.5	2,583	1.348	Quiagène
C25	Tizi-Ouzou	262	1,257	0.981	Quiagène
C26	Tizi-Ouzou	48	1,5	1.067	Quiagène
C27	Tizi-Ouzou	83.5	2,114	2.114	Quiagène
C28	Tizi-Ouzou	73.5	1,957	0.524	Quiagène
C29	Tizi-Ouzou	71	2,058	0.877	Quiagène

C30	Tizi-Ouzou	78	1,835	2.000	Quiagène
C31	Tizi-Ouzou	22.5	1,875	0.624	Quiagène
C32	Tizi-Ouzou	14.5	1,611	1.318	Quiagène
C33	Tizi-Ouzou	160	1,957	0.443	Phénol
C34	Tizi-Ouzou	172	2,024	0.064	Phénol
C35	Tizi-Ouzou	103.5	2,091	0,224	Phénol
C36	Tizi-Ouzou	55,5	2,312	0,455	Phénol
C37	Tizi-Ouzou	90,5	2,351	0,224	Phénol
C38	Tizi-Ouzou	126,5	2,181	0,305	Phénol
C39	Tizi-Ouzou	42,5	3,036	0,14	Phénol
C40	Tizi-Ouzou	29	1,9	0,087	Phénol
C41	Tizi-Ouzou	35	0,456	2,061	Phénol
C42	Tizi-Ouzou	1,5	0,5	0,009	Indimag
C43	Tizi-Ouzou	5,5	5.500	0,032	Indimag
C44	Tizi-Ouzou	15,5	1,632	0,079	Indimag
C45	Tizi-Ouzou	6,5	1,083	0,25	Indimag
C46	Tizi-Ouzou	43	1,024	5,733	Indimag

D'une manière générale, la pureté d'une solution d'acide nucléique est considérée comme acceptable lorsque le ratio A260 nm/A280 nm est compris entre 1,8 – 2,0. Parmi nos échantillons, on constate 18 valeurs dont la plus petite valeur est 0,45nm(C 41), et la plus grande valeur est de 3,03nm (C 39). 05 échantillons, seulement, étaient purs. Nous avons également, 8 échantillons dont la valeur est > 2 d ou une contamination par l'ARN. Par contre, 19 échantillons présentent une contamination par les protéines (□ 1,8)

Par ailleurs 5 échantillons ont des Valeurs $> 1,7$ du rapport 260/230. On constate à travers ces résultats la concentration d'ADN la plus faible est égale à 1,5 ng/ml et la concentration d'ADN la plus grande est de 262 ng/ml .

Dans notre travail, on a réalisé l'extraction pour 15 moustiques :

- Avec le Kit Quiagène dont 6 *Culex pipiens.l.* sont purs, 7 contaminés par des protéines, 1 contaminé par le phénol chloroforme et 1 *Aedes albopictus* contaminé par des protéines.
- pour la méthode de phénol chloroforme on a effectué l'extraction sur 24 individus dont 5 *Culex pipiens.l.* purs, 3 contaminés par des protéines et 1 contaminé par le Phénol chloroforme ainsi que 8 *Aedes albopictus* contaminés par des protéines et 1 *Aedes albopictus* contaminé par des protéines).
- Et enfin on a réalisé 18 extractions par le Kit Indimag dont 13 *Culex pipiens.l.* contaminés par des protéines, 3 *Culex pipiens* purs et 1 *Culex pipiens.l.* contaminé par Phénol) avec 1 *Aedes albopictus* contaminé par des protéines.

IV.5.- Evaluation de la qualité de l'ADN sur gel d'agarose

L'évaluation de la qualité de l'ADN sur gel d'agarose extrait à partir des moustiques nous a permis d'estimer la qualité d'ADN pour quelques échantillons dont 10 *Culex pipiens.l.* et 04 *Aedes albopictus* figure(60) et figure (61).

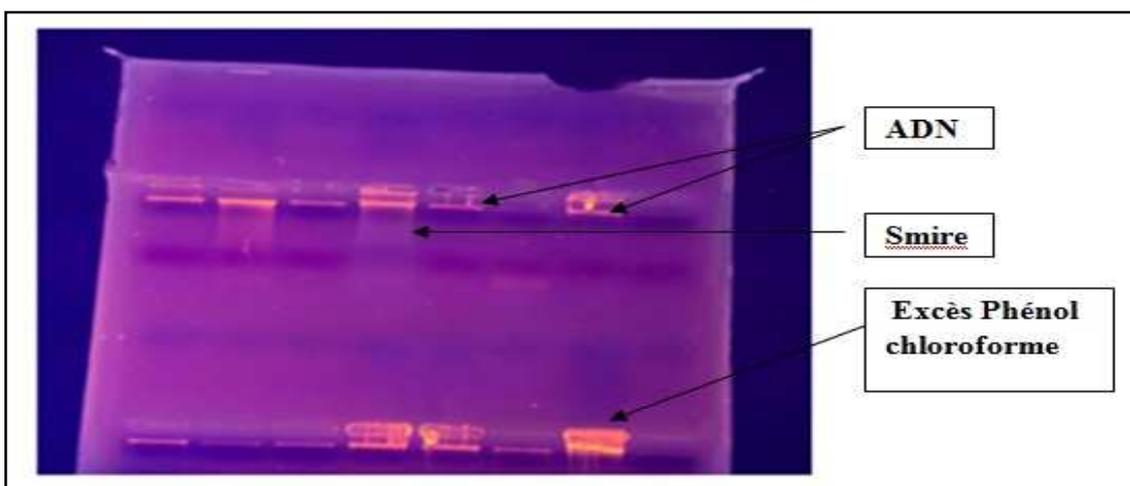


Figure 69. - Exemple de la qualité de l'extraction d'ADN sur gel d'agarose

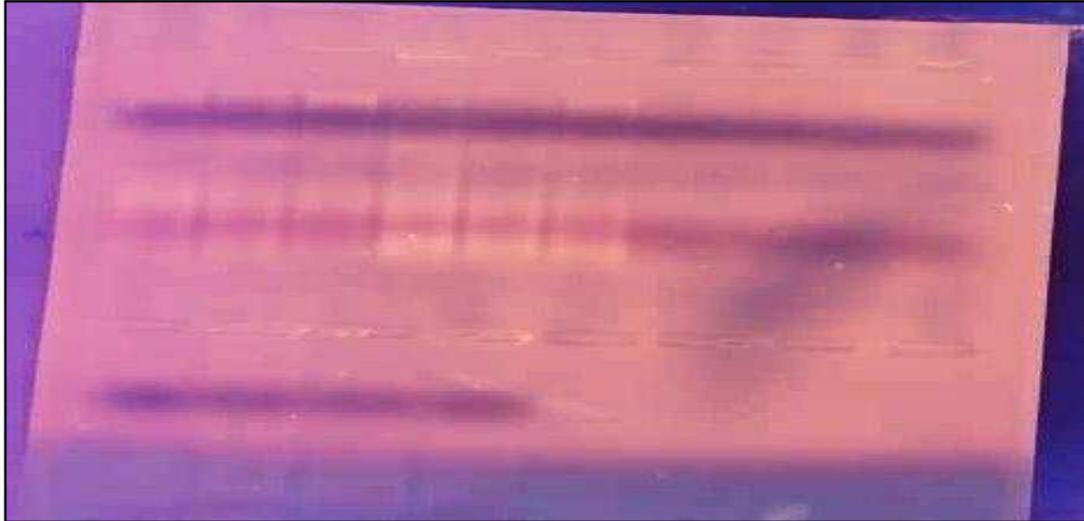


Figure 70. - Evaluation de la qualité de l'extraction d'ADN sur gel d'agarose (0.8 %).

Ligne 01 : (C22 , C25 , C29 , C33, C34 , C38 , C 11 , C15 , C8 , C10).

Ligne 02 : (A3 , A'3 , A'5 , A'6).

L'ADN total du génome des moustiques est visible sous forme d'une seule bande. En observant l'intensité du signal ainsi que l'apparition de smires, nous avons pu évaluer la qualité de l'ADN pour l'ensemble des échantillons utilisés. Certains échantillons présentent des smires qui indiquent une contamination par des protéines. Ces échantillons sont les mêmes que ceux qui ont été signalés lors de l'évaluation de l'ADN par spectrométrie. De plus, une intensité de signal supérieure à la bande d'ADN suggère une contamination par le phénol chloroforme. De même, il s'agit des mêmes échantillons qui ont été notés lors de l'évaluation de l'ADN par spectrométrie.

Chapitre
Discussion

Dans ce chapitre, nous allons examiner en détail les résultats obtenus au cours de cette étude.

V.1. - Discussion de la biodiversité des moustiques dans la région de Tizi-Ouzou pendant la période d'étude

L'inventaire global des moustiques réalisé dans la région de Tizi-Ouzou de décembre à mai 2023 dans 44 gîtes larvaires répartis en 9 stations, a révélé la présence de 6 espèces appartenant à deux sous-familles (Culicinae et Anophelinae) et quatre genres (*Culiseta*, *Culex*, *Aedes* et *Anopheles*), il s'agit de *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens s.l.*, *Cx. territans*, *Ae. albopictus*, *Ae. geniculatus* et *An. Claviger*. Les résultats montrent que les espèces *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens s.l.*, et *Ae. albopictus*, sont largement répandues dans la région d'étude. Ces espèces sont collectées dans pratiquement tous les sites. Pour le reste des espèces, elles ne sont échantillonnées que dans une station seulement, c'est le cas de *Cx. territans*, *Ae. geniculatus* et *An. Claviger*. Cela peut s'expliquer par la nature des gîtes, qu'ils soient naturels ou artificiels, temporaires ou permanents et le nombre de relevés effectués durant la période d'échantillonnage, la période et la durée courte d'échantillonnage.

En Algérie, **MERABTI et al. (2021)** ont rapporté la présence de 53 espèces culicidiennes appartenant à 7 genres, cela durant la période qui s'étale entre 1903 et 2021, alors qu'au Maroc, **TRARI et al. (2002)** ont enregistré 43 espèces de Culicidae appartenant à 7 genres, durant la période déroulée entre 1916 et 2016. Au Maroc, l'étude de **HANDAQ & ABDELALI (2017)** effectuée dans la région de Meknès a révélé la présence de 12 espèces alors qu'en Espagne, **BUENO MARI & JIMENEZ-PEYDRO (2011)** ont inventorié 29 espèces. En Tunisie, **TABBABI et al. (2017)** ont rapporté aussi la présence de 43 espèces, ces dernières appartiennent à 4 genres et 2 sous-familles entre 1999 et 2017. **MAHAMANE IRO et al. (2020)** ont signalé la présence de 2 espèces dans la ville de Niamey au Niger, dont une seule est en commun, c'est *Cx. pipiens s.l.* En Italie, **MATTIA CALZOLARI et al. (2021)** ont signalé la présence 4 espèces appartenant à la sous-famille des Anophelinae, dont *An. claviger* est en commun.

Nos résultats se rapprochent avec ceux d'**ARKAK et al. (2022)**, qui ont inventorié dans la même région d'étude 6 espèces de Culicidae, dont 4 espèces sont en commun : *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens s.l.*, *Ae. albopictus* et *Ae. geniculatus*. Plusieurs inventaires sur les culicidés ont été réalisés au niveau de la région de Tizi-Ouzou ; **CHAHED et al. (2021)** ont recensé 13 espèces culicidiennes, dont toutes les espèces trouvées dans notre étude sont aussi trouvées. **BELKACEM & BOUKHARI, (2021)** ont inventorié 13 espèces de Culicidae dans

la région de Tizi-Ouzou, dont 4 espèces sont en commun, il s'agit de *Cs. longiareolata*, *Cx. pipiens s.l.*, *Cx. territans* et *An. Claviger*. Signalant que ces dernières étaient précédées par **AREZKI & MESSAOUDI (2014)** ; **ABDERRAHIM & OURAHMOUNE (2015)** ; **BOUDA & REKAI (2016)** ; **LOUNACI (2003)** pour la même région. Dans la région de Biskra, **BENHISSEN et al. (2017)** ont révélé la présence de 11 espèces de Culicidae, dont 2 sont en commun, ce sont *Cx. pipiens s.l.* et *Cs. longiareolata*. L'étude de **BOUABIDA et al. (2012)** réalisée à Tébessa révèle la présence de 9 espèces appartenant à la sous-famille des Culicinae. Nos résultats s'approchent avec ceux trouvés dans la même région par **LAFRI et al. (2014)** de septembre 2010 à juin 2014, les espèces trouvées par ces auteurs qui sont aussi trouvées dans la présente étude, il s'agit du complexe *Cx. pipiens*, *Cx. territans*, *Cs. longiareolata* et *Ae. albopictus*, notant que ces derniers auteurs ont découvert pour la seconde fois *Ae. albopictus* après être découvert pour la première fois par l'étude faite par **IZRI et al. (2011)**. Nos résultats corroborent aussi avec ceux trouvés dans le barrage de Taksebt par **LOUNACI et al. (2016)** de mai à août 2014, soit sur une période de 4 mois. Ces auteurs ont trouvé 8 espèces, ce sont : *An. labranchiae*, *Cx. hortensis*, *Cx. impudicus*, *Cx. theileri*, *Cx. perexiguus*, *Cs. longiareolata*, *Ae. caspius* et *Ae. vexans*, dont 1 est en commun avec notre étude ; *Cs. longiareolata*.

Les résultats enregistrés au niveau des gîtes larvaires prospectés dans la région de Tizi-Ouzou font ressortir que *Cs. longiareolata* est l'espèce la plus représentée, elle occupe la tête de la liste des espèces inventoriées avec un effectif de 1255 individus, en deuxième position le complexe *Cx. pipiens s.l.* avec un effectif de 712 individus. Ces résultats concordent avec celle de **SI AMMOUR et al. (2022)** qui ont trouvé que l'espèce *Cs. longiareolata* est la plus abondante dans la région de Tizi-Ouzou, avec un effectif total de 991 individus, suivie de *Cx. pipiens s.l.* avec un total de 740 individus. On signale la présence de 437 individus d'*Ae. albopictus*, ce qui fait qu'il remporte la 3^{ème} position après *Cx. pipiens s.l.* Ce résultat est conforme avec le résultat obtenu par **ARKAK et al. (2022)**, dont *Ae. albopictus* remporte la 3^{ème} place avec un pourcentage de 1,94 % des espèces inventoriées. Les espèces qui sont moyennement représentées sont constituées par 3 espèces: *Cx. territans* avec 8 individus ; *An. claviger* et *Ae. geniculatus* avec un seul adulte.

Ce travail est basé non seulement sur la récolte des larves, mais aussi sur la capture d'adultes, c'est le cas de la capture d' *Cs. longiareolata*, de *Cx. pipiens s.l.*, d'*Ae. albopictus*, et *Ae. geniculatus*.

La méthode des pièges pondoirs réalisée dans la présente étude a donné des résultats, 3 pièges sur 12 renferment un effectif égal à 212 individus récoltés, les œufs d'*Ae. albopictus* ont été trouvés dans les pièges déposés, ainsi que les larves à différents stades de développement, cela s'explique par la présence des conditions extérieures qui favorisent les pièges déposés, comme il peut être expliqué par le fait que cette espèce s'est complètement installée dans la ville de Tizi-Ouzou, elle a fini par coloniser presque tous les gîtes larvaires. L'espèce s'est adaptée aux conditions environnementales du milieu d'accueil et a fini par se reproduire et donner naissance à une population viable à court terme.

V.2. - Indices écologiques

Les discussions concernant les indices écologiques de composition et de structure sont présentés dans cette partie.

V.2.1. - Indices écologiques de composition

Les discussions portent sur les résultats exploités par la richesse totale (**S**) et l'abondance relative (**AR%**).

V.2.1.1. - Richesse totale

Le dénombrement global des Culicidae que nous avons accomplis et un certain nombre d'observations concernant les 44 gîtes larvaires dans les différents sites d'études au sein de neuf stations de la région de Tizi-Ouzou, sur une période de 6 mois, qui s'étale de décembre à mai 2023, Le mois qui représente la richesse la plus importante est le mois de mai avec 4 espèces dans la station de Makouda et la commune de Tizi Ouzou et les autres stations représentent une richesse spécifique variée entre 1 et 3 espèces. L'échantillonnage quantitatif des larves, nous a permis d'identifier 1833 individus appartenant à deux sous-familles (Anophelinae et Culicinae), cela est aussi rapporté par **ARKAK et al. (2022)**. La sous-famille des Culicinae est plus présentée, cela est aussi rapporté par **KOUMBA et al. (2018)**.

La période d'échantillonnage a permis d'identifier 6 espèces de moustiques, contrairement aux travaux menés par **SI AMMOUR et al. (2022)** qui n'a rapporté que 4 espèces. Parmi les 6 espèces recensées dans la présente étude, *Cs. longiareolata* est la plus dominante dans la région de Tizi-Ouzou avec un effectif de 1255 individus, suivi de *Cx. pipiens* avec un total de 712 individus. A l'opposé, les travaux de **BRUNHES et al. (1999)** ; **BERCHI (2000)** ; **HASSAINE (2002)** et **LOUNACI (2003)** ont montré que *Cx. pipiens* est l'espèce la plus

répandue en Afrique méditerranéenne et **CHAHED et al. (2022)** exclusivement dans la région de Tizi-Ouzou.

D'après l'inventaire réalisé par **LAFRI et al. (2014)**, une richesse spécifique de 17 espèces est enregistrée en Algérie. A Biskra 11 espèces ont été inventoriées par **BENHISSEN et al. (2017)**.

V.2.1.2. - Abondance relative

Les résultats trouvés au niveau des gîtes prospectés de la région d'études montrent que *Cs. longiareolata* est l'espèce la mieux représentée et la plus fréquentée avec une abondance de 42,78%, suivie de *Cx. pipiens s.l.* qui vient en deuxième position avec une abondance de 34,20%, puis d'*Ae. albopictus* avec une abondance de 22,41% et *Cx. territans* avec un faible taux de 0,41%. Cependant la station de Tizi-Ouzou, *Cs. longiareolata* est l'espèce la plus abondante dans quatre sites (Ihesnaouen: 45 %, Bouhinoun : 50%, Boukhalfa : 86,59% et Betrouna : 82,60%). Dans la station d'Iflissen, cette espèce domine par une valeur égale à 55,55%, dans la station d'Ouaguenoun, elle occupe la première position dans les deux sites Tamda et Timizer leghvar avec des abondances relatives 88,21% et 99,45% respectivement. Dans la station de Maâtkas, cette espèce est dominante avec une valeur égale à 64,96% dans le site d'Ait Zaim et avec 64 % dans le site d'Ait Ahmed. Dans la station de Larbaa Nath Irathen, *Cs. longiareolata* est la seule espèce présente représentée par une abondance égale à 100%. Dans la station de Beni Douala, Ain Zaouia, Makouda et Azazga elle est représentée avec des fréquences relative 31% ; 27,77% ; 9,38 % et 4,46%. Ces résultats sont similaires à ceux de **HASSAIN, (2002)** qui a noté que *Cs. longiareolata* est la plus fréquentée avec un taux de 24,41%, et les travaux de **BOUABIDA et al. (2012)** dans la région de Tébessa, qui ont trouvé que *Cs. longiareolata* est l'espèce la plus abondante soit 62,01%, puis *Cx. pipiens s.l.* 32,57 %.

Tandis que *Cx. pipiens s.l.* est dominante dans les stations suivantes : Tizi-Ouzou dans le site de Oued Aissi avec une fréquence relative égale à 100% car elle représente la seule espèce dans ce site. Beni Douala avec 67,56%, dans la station de Maâtkas dans le site de Barqouqa avec une valeur égale à 72,56%, Ain Zaouia avec une abondance relative égale à 72,22% ,Makouda avec une fréquence égale à 86,38% et Azazga avec une fréquence égale à 93,75% . Ces résultats sont similaires à ceux de **MESSAI et al. (2010)**, qui ont enregistré *Cx. pipiens s.l.* en première position avec une abondance de 61,14%, suivi de *Cs. longiareolata* avec 15.06% au niveau de la région de M'Sila.

Concernant l'espèce *Ae. albopictus*, elle a été confirmée par **CHAHED et al. (2021)**, elle est abondante dans la station de Tizi-Ouzou et domine dans le site de Nouvelle ville avec une fréquence relative égale à 63,85%. Les autres espèces inventoriées possèdent des fréquences relatives faibles, ceci peut être justifié par la période d'échantillonnage qui ne présente pas des exigences écologiques nécessaires pour le développement de ces espèces.

V.2.2. - Indices écologiques de structure

L'indice de Shannon calculé au niveau de la région de Tizi-Ouzou varie entre 0 et 1, ce qui désigne que la région est pauvre en espèces durant notre période d'étude, mais aussi les milieux sont favorables puisque H' est presque égal à H' max sauf dans le site de Boukhalfa et Betrouna de la station de Tizi-Ouzou, le site de Tamda dans la station d'Ouaguenoun et la station d'Azazga qui sont des milieux défavorables puisque H' est loin de H' max. En ce qui concerne l'équitabilité, elle est proche de 1 dans les sites de Nouvelle ville, Ihesnaouen, Boukhalfa, Beni Douala, Zaouia. Cela désigne que dans ces sites les espèces ont des abondances proches. Par contre dans les autres sites comme Bouhinoun, Betrouna, Oued Aissi, Tagemout Iheddadhen, Ageni Uragh, Ait Zaim, Ait Ahmed, Berqouqa, Ain Zaouia, Iflissen, Timizer leghvar et Cheurfa Bahloul l'équitabilité égale à 0, ce qui désigne qu'une espèce domine les autres. Dans la région de Tizi-Ouzou **CHAHED et al. (2021)** ont trouvé un indice de Shannon égal à 1,85 bits et une équitabilité de 0,5 ce qui explique un milieu moyennement diversifié. Dans la région d'Oum El Bouaghi, **MESSAI et al. (2016)** ont trouvé un indice de diversité de 0,42 bits. **HAMAIDIA & BERCHI (2018)** ont trouvé une valeur de 2,50 bits dans la région de Souk Ahras et une équitabilité de 0,67, ce qui signifie un milieu moyennement diversifié.

V.3. – Les Techniques d'Extraction d'ADN

Notre choix de moustiques pour cette étude revient sur le fait que les moustiques sont petits et fragiles, avec des pattes longues et fines facilitant la macération et l'utilisation de réactifs pour l'extraction de l'ADN (**Asghar et al., 2015 ; Manuahe et al., 2016**).

Nos recherches ont été portées sur les méthodes d'extraction d'ADN. Nos études ont révélé des différences significatives entre ces trois méthodes. La méthode Indimag, la méthode Quiagène et la méthode de Phénol chloroforme.

Notre étude révèle que l'extraction de l'ADN par la méthode Quiagène est préférable et largement utilisée dans la recherche en biologie moléculaire en raison de leur fiabilité et

produit généralement des rendements d'ADN plus élevés, ce qui fait qu'elle est également automatisable et convient à une grande variété de types d'échantillons. Cependant, le coût des kits Qiagen peut être prohibitif pour certains laboratoires, en particulier dans les pays en développement comme l'Algérie.

La méthode INDIMAG est basée sur l'utilisation de billes magnétiques pour l'extraction de l'ADN. Elle présente l'avantage d'être rapide et automatisée, ce qui permet de traiter un grand nombre d'échantillons en peu de temps. De plus, elle minimise les risques de contamination croisée entre les échantillons. Cependant, cette méthode peut être coûteuse en raison du besoin d'équipement spécialisé.

Nos résultats montrent que la méthode au phénol chloroforme offre également de bons rendements d'ADN, mais elle est plus laborieuse et comporte un risque de contamination. De plus, elle nécessite l'utilisation de produits chimiques potentiellement dangereux, comme le phénol et le chloroforme, ce qui en fait une méthode moins sécuritaire. Cette méthode classique a été développée par **J. Roger et JT Duggan en (1951)**.

Un grand nombre d'études comparant les techniques d'extraction d'ADN ont été réalisées sur différents types d'organismes (par exemple **Haruyama et al., 2008 ; Chen et al., 2010 ; Guti errez-Lopez et al., 2014 ; Ridgeway et Timm, 2014**). y compris les moustiques d'importance médicale (**Rivero et al., 2004 ; Gupta et Preet, 2012 ; Musapa et al., 2013 ; Sarma et al., 2014 ; Neiman et al., 2016 ; Kary B. Mullis, 1993**). Un point essentiel des études concernant les insectes d'importance médicale est la recherche d'agents pathogènes afin d'évaluer leur rôle vectoriel potentiel (**Desloire et al., 2006**). Toutes ces études réalisées sont conformes avec la notre, la majorité des recherches ont montré que la méthode Indimag peut être plus rapide et moins sujette à la contamination que la méthode au phénol chloroforme. Cependant, elle peut donner des rendements plus faibles dans certains cas. Les kits Qiagen sont souvent considérés comme une norme de qualité en raison de leur fiabilité, mais leur coût peut être un inconvénient (**Rivero et al., 2004**).

Des scientifiques renommés comme (**Wang et Wang, 2012 ; Asghar et al., 2015 ; Musapa et al., 2013 ; Chen et al., 2010**), ont également exploré des méthodes alternatives, telles que l'extraction d'ADN à base de silice : Cette technique a été introduite par **Robert K. Mortimer et Johannes Zavrel en 1980**. Elle utilise une solution de SDS pour dénaturer les protéines et libérer l'ADN. La technique SDS (Dodecyl Sulfate de Sodium) : Cette technique a été introduite par **Robert K. Mortimer et Johannes Zavrel en 1980**. Elle utilise une

solution de SDS pour dénaturer les protéines et libérer l'ADN. La technique d'adsorption-désorption sur des billes magnétiques, ou des approches plus récentes basées sur la nanotechnologie. Ces méthodes visent à améliorer l'efficacité, la pureté et la rapidité de l'extraction d'ADN.

Selon les Trois méthodes d'extraction d'ADN comparées dans cette étude, nous recommandons la technique de Quiagène pour l'extraction de l'ADN des moustiques de *Culex pipiens s.l.* Cette technique était supérieure a celle d'Indimag et Phénol chloroforme en termes de concentration d'ADN. Les moustiques adultes de *Culex pipiens s.l.* ont produit des concentrations d'ADN plus élevées que celles obtenues pour *Aedes albopictus*. Une explication possible de cette différence est qu'il y a eu des difficultés lors de l'extraction de l'ADN, en particulier lors de la lyse cellulaire manuelle. Il est possible que l'extraction des différentes étapes ait entraîné une contamination par des lipides, des polysaccharides et des protéines car les étapes précoces sont difficiles à homogénéiser.

Conclusion et perspectives

Notre but d'étude est d'enrichir et d'améliorer nos connaissances sur la diversité spécifique et de la bio écologie de la faune culicidiène qui constitue la plus grande importance sur le plan sanitaire dans le monde. La perquisition réalisée dans la région de Tizi-Ouzou, nous a permis de recenser les différents types d'habitats qui peuvent héberger le peuplement des culicidés mais également les espèces présentées.

Les résultats du présent travail montrent que la région de Tizi-Ouzou renferme une faune culicidiène considérable en terme quantitatif. Notre étude a permis de mettre en évidence la présence de 6 espèces appartenant à quatre genres et deux sous-familles : La sous-famille des Culicinae est représentée par trois genres : *Culiseta* , *Culex* et *Aedes*. Le genre *Culiseta* est représenté par une seule espèce *Culiseta longiareolata*. Les genres *Culex* et *Aedes* renferment pour chacun 2 espèces différentes : *Aedes albopictus*, *Aedes geniculatus*, *Culex pipiens s.l.* et *Culex territans*. La sous famille des Anophelinae est représenté par une seule espèce : *Anopheles claviger*. La présence des genres *Culex*, *Anopheles* et *Aedes* est très inquiétante, car ils représentent l'origine de la transmission de véritables maladies nuisibles à la santé humaine ainsi qu'animale.

Les valeurs de l'abondance relative des espèces de Culicidae dans l région de Tizi-Ouzou montrent que *Culiseta longiareolata* est l'espèce la plus dominante avec une abondance de 42,78% suivie par complexe *Culex pipiens s.l* avec un taux de 34,20%, qui s'ajoute par la suite l'abondance d'*Aedes albopictus* avec un taux de 22,41%. Les autres espèces possèdent des abondances très faibles, elles varient entre 0% et 1%. Nous confirmons par ce constat la présence d moustique tigre *Ae. albopictus* dans la région de Tizi-Ouzou, dans quatre stations différentes, il s'agit de la station de Tizi-Ouzou avec un effectif de 339 individus, de la station d'Ouaguenoune avec un effectif de 22 individus , de la station de Azazga avec un effectif de 2 individus et la station de Beni Douala avec 1 individu.

En fin de compte, le choix de la méthode d'extraction de l'ADN dépend des objectifs de recherche, des ressources disponibles , de son budget et de la qualité de l'ADN requise. Il est important de prendre en compte les avantages et les inconvénients de chaque méthode pour choisir celle qui convient le mieux à une étude spécifique.

La présente étude mérite d'être reprise et déployée de manière à établir :

- La mobilisation des moyens humains et financiers dans le but de créer une réelle structure de surveillance avec des piégeages réguliers, en relation avec des laboratoires spécialisés et équipés pour la détermination des culicidés.

- Attirer l'attention sur le danger de l'arrivée d'agents vecteurs de maladies causés par le réchauffement climatique et l'émigration clandestine depuis les pays du Sahel.
- Etendue des études sur les culicidés vers d'autres régions voire tout le territoire national, car l'enjeu est très important et concerne la santé publique de toute la population Algérienne.
- Agrandir d'autres voies d'études, telles que la biologie moléculaire pour approfondir les connaissances dans le séquençage de l'ADN de certains groupes de moustiques à risque.

Les références bibliographiques

Les références bibliographiques

- ABDERRAHIM M., et OURAHMOUNE F., (2015)** -Inventaire des culicidae dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoi., Master.Bio., Univ., Mouloud Mammeri.Tizi-Ouzou,60p
- ADELMAN, Z. N., TU, Z., & OLSEN, K. E. (EDS.), (2018).** - The CRISPR/Cas9 System: Emerging Technology and Application. Springer.
- AISSAOUI L., (2014)** –Etude éco physiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. Thèse doctorat., Univ., BadjiMokhtar. Annaba,166p
- ANIREF., (2011)** - Monographie de la wilaya de Tizi-Ouzou. Annuaire statistique de la wilaya de Tizi-Ouzou Année 2013.6p.
- ANONYME., (2003)** -Organisation mondiale de la santé Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 : 223-226.
- ANONYME., (2003)** -Organisation mondiale de la santé Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 : 223-226.
- ANONYME., (2004)** - Les vecteurs. AdresseURL : [http:// www. ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery2008.Htm](http://www.ind.ucl.ac.be/stages/hygtrop/wery/vecturs/wery2008.Htm).
- AREZKI Z., et MESSAOUDI N., (2014)** -Inventaire des Culicidae au barrage de Taksebt de TiziOuzou. Mémoire master. Université F.S.B.S.A., U.M.MTO. Tizi-Ouzou.70p.
- **AMRAOUI F., BEN AYED W., MADEC Y., FARAJ C., HIMMI O., BTISSAM A., SARIH M., FAILLOUX A.B., (2019)** - Potential of *Aedes albopictus* cause the emergence of arboviruses in Morocco, PLoS Neglected Tropical Diseases,13(2),1-12.<https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006997>.8p.
- **ANDRIANJAFY T.M., RAVAOMANARIVO L.H., RAMANANDRAIBE V.V., RAKOTONDAMANGAM.F., MAVINGUI P., et LEMAIRE M., (2018)** –Synthesis, Bioassays and Field Evaluation ofHydroxycoumarins and their Alkyl Derivatives as Repellents or Kairomones for *Aedes albopictus*Skuse (Diptera: Culicidae). Journal of Chemical Ecology. 44, 229-311.
- **AOUINTY B., RIHANE A., CHENNAOUI M. &MELLOUKI F., (2017).** Etude des gîteslarvaires de moustiques culicidés de la région de Mohammedia, littoral atlantique Marocain. Afrique science, 13(2), 120-129.

- **AREZKI Z., et MESSOUADI N., (2014)** -Inventaire des Culicidae au barrage de Taksebt de Tizi-Ouzou. Mémoire master. Université F.S.B.S.A., U.M.MTO. Tizi-Ouzou.70p
- **AREZKI Z., MESSAOUDI N., (2014)** - Inventaires des culicidae au barrage de Taksebt de Tizi-Ouzou., Mémoi., Ing.,UMMTO.84p
- **ARKAK S., BEDAD N., MASSAID M., (2022)** – Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Culicidae dans la région de Tizi – Ouzou. Mémoi., Master. Bio., Univ., Mouloud Mammeri. Tizi- Ouzou,102p
- **AUBRY P., GRAUZERE B.A. (2019)** - filariose lymphatique. Centre René labusquère, institut de médecine tropicale université de bordeaux, 33076 bordeaux (France).diplôme de médecine tropicale des pays de l’océan indien , 7p.
- **AZARI-HAMIDIAN S., NOROUZI B. & HARBACH R.E., (2019).** A detailed review of the mosquitoes (Diptera : Culicidae) of Iran and their medical and veterinary importance. Actatropica, 194, 106-122.
- **BAKRAN-LEB K., ZITTRA C., HARL J., SHAHI-BAROOGH B., GRATZL A., EBMER D.,SCHAFFNER F. &FUEHRER H.P., (2021).** Arrival of the Asian tiger mosquito, *Aedes albopictus*(Skuse, 1895) in Vienna, Austria and initial monitoring activities. Transboundary and emerging diseases, 1-6.
- **BECKER N. &HOFFMANN D., (2011).** First record of *Culiseta longiareolata*(Macquart) for Germany. European mosquito bulletin, 29, 143-150.
- **BECKER N., PETRIC D., ZGOMBA M., BOASE C., MADON M., DAHL C., et KAISER A., (2010)** - Mosquitoes and their control. Second Ed. springer Berlin Heidelberg. 577 p.
- **BEGA A.G., MOSKAEV A.V. & GORDEEV M.I., (2021).** Ecology and Distribution of the Invasive Mosquito Species *Aedes albopictus*(Skuse, 1895) in the South of the European Part of Russia. Russian journal of biological invasions, 12(2), 148-156.
- **BEKER N., PETRIC D., ZGOMBA M., BOASE C., MADON M., DAHL C., et KAISER A., (2010)** -Mosquitoes and their control. Second Ed. Springer Berlin Heidelberg.577p.

- **BELKACEM H, BOUKHARI L., (2021)** – Inventaire des Culicidae (Nematocera, Diptera) dans la région de Tizi Ouzou (Algérie). Mémoi., Master.Bio., Univer., Mouloud Mammeri.Tizi –Ouzou, 89p
- **BELKHIRI N., HABBACHI W., BENHISSEN S., FRAH N., ASLOUM A.Y. &ABERKANE N.,(2021).** Inventory and distribution of Mosquitoes (Diptera, Culicidae) in the Aures
- **BENEDICT M. Q., LEVINE R. S., HAWLEY W. P., et LOUINIBOS P., (2007)** - Spread of the tiger :Global risk of invasion by the mosquitos *Aedesalbopictus*.VectorborneZoon.Dis 7: 75-85p
- **BEN-MALEK L. (2010).** Etude bioécologique des Culicidae des zones urbaines et rural de l'extrême Nord-est Algérien. Lutte bactériologique par le *Bacillus thuringiensis* israelensis sérotype H14 à l'égard des adultes femelles et des larves néonatesd'*Anophelesmaculipennis* labranchia.Thèse de magister., Univ.,Badji Mokhtar-Annaba, Algérie.
- **BENYOUB N., (2007)** - Contribution à l'étude de la bio écologie des Culicidae (Diptera-Nématocéra) dendrothelmes dans la région Mansourah (W. Tlemcen). Mém.,Ing,Univ., Tlemcen. 85p.
- **BENYOUB N., (2007)-** Contribution à l'étude de la bioécologie des Culicidae (DipteraNematocera) dendrothelmes dans la région de Mansourah (W. Tlemcen). Mém., Ing., Univ., Tlemcen , 85 p.
- **BESBAS D, HARIKEN CHIKH H., (2018)** – Biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) phénologie de *Culex pipiens* vecteur de la brucellose dans la région de Reghaia. Mémoi., Master.Bio., Univer., Mouloud Mammeri. Tizi –Ouzou,20p
- **BLEAS K., (2003)** - Le virus West Nile, un exemple d'arbovirus ré-émergent. Thèse Doctorat Pharmacie, Nantes.
- **BOUBIDI S-CH. (2008).** Morphologie et Bio-systématique des Culicidés, Unité d'Entomologie Médicale, Service d'Eco-Epidémiologie Parasitaire, Institut Pasteur d'Algérie, Entomologie du Paludisme Sidi Fredj 07-17 Juillet 2008: 49p.
- **BOUDA.N et REKALA., (2016)** -Inventaire des culicidae dans la région de la kabylie et la confirmation de la présence de l'*Aedesalbopectus* a LarbaaNath Irathen.Mémoi.,Master.Bio.,Univer.,Mouloud Mammeri.Tizi-Ouzou, 54p

- **BRUNHES J., HASSAINE K., RHAÏM A. et HERVY J.P., (2000)**- Les Culicidae de L'Afrique méditerranéenne, espèces présentes et répartition (Diptera: Nematocera). *Bull. Soc. Ent. France.* 105 (2) : 195-204.
- **BRUNHES J., LEGOF G., GEOFFROY B., (1998)**- Anophèlesafrotropicaux-II- Mise au point sur les espèces de la sous-région malgache (Diptera :Culicidae). *Bull. Soc Ent. France*, 103 (2) : 139- 152.
- **BRUNHES J., RHAÏMA., GEOFFROY B., ANGEL G. et HERVY J. P., 1999**- Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de L'institut de Recherche pour le développement, Montpellier, France, IRD et IPT. CD- ROM collection Didactique IRD Editions.
- BAGNOULS et GAUSSEN (1953)** -Saison sèche et indice xéothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*,88, 193-239.
- BARBAULT R., (1981)** - Ecologie des populations et peuplements. Ed. Masson, Paris, 200p.
- BEKER N., PETTRIC D., ZGOMBA M., BOASE C., MADON M., DAHL C., et KAISER A., (2010)** - Mosquitoes and their control. Second Ed. Springer Berlin Heidelberg.577p.
- BENBARKA -TABTI, S., (2005)** - Étude faunistique et écologique des Culicidae de la ville de Ouargla (Sahara septentrional, Algérie). Thèse de doctorat, Université Mentouri de Constantine, Algérie.
- BENDIFALLAH S., & LEBRUN A., (2013)** - Nouvelles contributions à la connaissance des plantes endémiques d'Algérie. *Lazaroa*, 34, 35-52.
- BENHISSEN S., HABBACHI W., KHELLAF R., et MASNA F., (2017)** -Etude entomologique et typologique des gîtes larvaires des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Bousaada (Algérie). *Bulletin de la société royale de Liège*. 87, 112-120
- BENYOUB N., (2007)** - Contribution à l'étude de la bioécologie des Culicidae (DipteraNematocera) dendrothelmes dans la région de Mansourah (W. Tlemcen). *Mém., Ing., Univ., Tlemcen.*, 85 p.

- BENYOUB N., (2007)** - Contribution à l'étude de la bioécologie des Culicidae (Diptera Nematocera) dendrothelmes dans la région de Mansourah (W. Tlemcen). Mém., Ing., Univ., Tlemcen., 85 p.
- BERCHI S., (2000)** –Bio écologie de Culex pipiens L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse de doctorat. Université Mentouri. Constantine.133p
- BLONDEL J., (1975)** - Biogéographie et écologie. Ed. Masson. Paris. 173p
- BOUABIDA H., DJEBBAR F., et SOLTANI N., (2012)** - Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie), 113p.
- BOURASSA J.P., (2000)** - Le moustique : par solidarité écologique. Ed. Boreal., Monreal, 237 p.
- BOUSSAD F., (2006)** - Relations invertébrés fève (Vicia.faba L.) comportement d'AphisFabaeScopoli sur quatre variétés de fève dans la banlieue d'El-Harrach. Thèse Magister. Agro. Inst. Nat. Agro. El-Harrach.179 p.
- BRUNHES J., RHAIM A., GEOFFROY B., ANGEL G. et HEVRY J.P. (1999)**- Les moustiques de l'Afrique Méditerranéenne. Logiciel d'identification et d'enseignement. IRD, édition. 2000.1142-2580p
- BUENO MARI R et JIMENEZ-PEYDRO R., (2011)** -Differences in mosquitos (Diptera : Culicidae) biodiversity across varying climates and land-use categories in Eastern Spain.194p.
- **CARNEVALE P. et ROBERT V., (2009)**- Les anophèles : biologie, transmission du paludisme et lutte antivectorielle, Ed. IRD, Marseille, 391 p.
- **CHAHED S., BRAHMI K., et DJOUHAR T., (2021b)** - Etude de la faune culicidiène (Diptera: Culicidae) dans la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie): Biodiversité, abondance et répartition.7p.
- **CHAHED S., et al., (2022)** - Mosquito Survey in Tizi-Ouzou (Algeria Northen) : Updated inventory with new reports.41-55p.
- **CHIKH S, DJEMA K., (2020)** – Synthèse bibliographique sur les moustiques (Diptera : Culicidae) en Algérie et lutte employée. Mémoi., Master. Bio., Univer., Mouloud Mammeri. Tizi- Ouzou, 32p

- CARNAVALE P., ROBERT V., (2009)** -Les anophèles : biologie, transmission du paludisme et lutte anti vectorielle, Ed IRD, Marseille, 391p.
- CARNEVALE P. et ROBERT V., (2009)** - Les anophèles : biologie, transmission du paludisme et lutte antivectorielle, Ed. IRD, Marseille, 391 p.
- CHAHED S., (2022)** – Biodiversité des moustiques (Diptera : Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d’Algérie). Thèse doctorat.Fac.Sci.MouloudMammeri.Univ. Tizi-Ouzou.235p
- CHEDDED M.A., (2015)** - Analyse de l’impact des investissements agricoles réalisés dans le cadre du Plan National de Développement Agricole (PNDA) sur l’évolution des techniques de productions laitières, céréalières et oléicoles en Algérie : Etude de cas dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Thèse Doc., Université d’Avignon et des pays de Vaucluse : 153p.
- CLEMENTS A.N., (1999)** - The Biology of Mosquitoes: Sensory Reception and Behavior. CAB International Publishing, 576 p.
- COLDREY S. et BERNARD G., (1999)** - Le moustique. Ed. Ecole active, Montréal, 25 p.
- CROSET H, PAPEIROK B., RIOUX J-A, GABIINAUD A., COOSERANS J., ARNAUD D., (1976)** -Absolute estimate of larval population of capture -recapture, removal and dipping methods. Ecolog. Ent., (1) : 251. 256.
- CROSET H., PAPIEROK B., RIOUX J.A., GABINAUD A., COUSSERANS J. & ARNAUD D., (1976)** Absolute estimates of larval populations of culicid mosquitoes: comparison of «capture-recapture», «removal» and «dipping» methods. Ecologicalentomology, 1, 251-256.
- **DAJOZ R., (1982)**- Précis de l’écologie. Ed., Presses Universitaire, Paris, 320p.
- **DAJOZR., (1996)** - Précis d’écologie, 6 ème Edition, Ed. Dunod, Paris, 551 p 28.
- **DREUXP., (1980)** - Précis de l’écologie. Ed., Presses Universitaire, Paris, 320p.
- **DEMDOUM W, DERRAS Y., (2020)** – Synthèse bibliographique comparative de la biodiversité des Culicidae(Diptera : Nematocera) de la région de Tizi-Ouzou.Mémoi.Bio.,Univer.,Mouloud Mammeri . Tizi – Ouzou,58p
- **DUVALLET et CHABASSE, (2020)** -Moustique et pathogène. Revue francophone des laboratoires.N°524. Juillet. 58p.

- DAJOZ R., (1979)** - Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 434p.
- DAJOZ R., (2006)** - Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris. 631p
- DAJOZ R., (2006)** - Précis écologique. Ed. Dunod. Paris, 631p.
- DEHANE B., (2011)** - Incidence de l'état sanitaire des arbres du chêne-liège sur les accroissements annuels et la qualité du liège de deux subéraies oranaises : M'sila (W. Oran) et
- DREUX P., (1980)** - Précis d'écologie. Ed. Presse. Université le biologiste. Paris. France.231p.
- DUVALLET G., FONTELLE D., et ROBERT V., (2017)** -Entomologie médicale et Vétérinaire. Ed II—I.R.D. et Qua. Marseille.688p.
- EL OUALI LALAMI A., EL HILALI O., BENLAMLIH M., MERZOUKI M., RAISS N., IBENSOUDAKORAICHI S. &HIMMI O., (2010).** Etude entomologique, physicochimique etbactériologique des gîtes larvaires de localités à risque potentiel pour le paludisme dansla ville de Fès. Bulletin de l'institut scientifique, Rabat, section science de la vie, 32(2),119-127.
- ELOUARD J. M., (1981)-** Diptères :caractères généraux, cléssystematiques et familles peu importantes. (24) : 554- 567p
- FARJANA, T., TUNO, N., HIGA, Y., & MIYAGI, I., (2019)** -.Fungal entomopathogens as control agents of dengue vectors: A review. Acta tropica, 197, 104923.
- FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., (1980)** – Ecologie. Ed. Baillièrè JB, Paris, 167 p. de France. Paris, 231p.
- FAURIE C., FERRA C., MEDOI P. et DEVAUX J-L., (2012)** - Ecologie approche scientifique et pratique, Ed. Lavoisier(6), Paris, 488
- FONTENILLE D., (2008)** -Ecosystème, entomologie et lutte vectorielle. Responsabilité & environnement N°51 : 55-60.
- GOUCEM T., (2010)** - Biodiversité des Diptères d'intérêt agricole et médicovétérinaire au marais de Réghaia. Mém., Ing., UMMTO,126p
- GUILLAUMOT L., (2013)** -les moustique et la dengue. Institut pasteur de la Nouvelle Calédonie.

- **GUNAY F., PICARD M., et ROBERT V., (2020)** -MosKeyTool, an interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean. Version 2.2,
- 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 Doc. Université d'Angers, 219p.
- GU, W., NOVAK, R. J., & MITCHELL, E., (2005)** -.Ecological impact of mosquito biocontrol using fish: a review of the past and a glimpse into the future. Entomological research, 35(2), 81-91.
- **HAFFNER F. & MATHIEU B., (2020)**. Identifier un moustique : morphologie classique et nouvelles techniques moléculaires associées pour une taxonomie intégrée. Revue francophone des laboratoires, 524, 24-33.
- **HAMAIDIA H, BERCHI S.,2018** – Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Souk – Ahras (Algérie),71p
- **HAOUCHINE S., (2011)** - Recherche sur la faunistique et l'écologie des macro invertébrés des cours d'eau en Kabylie. Thèse Magister. UMMTO. Tizi-Ouzou, 157p.
- **HASSAINE K. (2002)**. Bioécologie et biotypologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (Aedes caspius, Aedes detritus, Aedes mariaae et Culex pipiens) dans la région occidentale algérienne. Thèse doctorat. Fac. Sci. Aboubaker Belkaid. Univ. Tlemcen, 191 p
- **HIMMI O. (2007)**. Les Culicidae (Insectes, Diptères) du Maroc: Systématique, Ecologie et Etudes Epidémiologiques Pilotes. Thèse de doctorat d'état en Biologie spécialité écologie. Univ. Mohamed V- Agdal, Faculté des sciences Rabat.
- **HIMMI O., (2007)** - Les diptères (Insectes ; diptères) du Maroc : Systématiques, Ecologie et études épidémiologiques pilotes. Thèse Doc., Université Mohamed V, Rabat. 289 p.
- HADDADOU A., BOUZID A., & MENAD A., (2013)** -The Flora of Djurdjura Mountains National Park (Algeria): Inventory and Biological Spectra. Acta Botanica Gallica, 160(2), 139-155.
- HADJ-MOUSSA R., & GEERAERT L., (2016)** - Annotated checklist of the terrestrial

mammals of Algeria. *Mammalia*, 80(1), 99-138.

-HAMAIDIA H., (2020) - Etude de la bioécologie de la structure du peuplement culicidien et biotypologie des gîtes larvaires des moustiques (Diptera- culicidae) dans la région NORD-EST de l'Algérie. Thèse doctorat., Univ., Frères Mentouri .Constantine ,165p

-HAMAIDIA K., (2014) - Biodiversité des moustiques de la région de Souk-Ahras et lutte chimique : aspects écologique, morphométrique, biochimique et toxicologique. Thèse Doc., Université Badji Mokhtar, Annaba, 122p

-HAMAIDIA K., (2014) - Biodiversité des moustiques de la région de Souk-Ahras et lutte chimique : aspects écologique, morphométrique, biochimique et toxicologique. Thèse doctorat., Univer., Badji Mokhtar. Annaba, 117p

-HANDAQ N et BLENZAR A., (2017) - Impact des eaux usées et des aménagements urbains sur la répartition des espèces de culicidae (Diptera Nematocera) dans la ville de Meknès (Maroc). 196p.

-HIMMI O., (1991) - Culicidae (Diptera) du Maroc : Clé de détermination actualisée et étude de la dynamique et des cycles biologiques de quelques populations de la région de Rabat-Kénitra, Thèse 3^{ème} cycle., Fac., Sci., Univ., Mohamed V, Rabat, 51 p

-HIMMI O., (2007) - Les culicidae (Insectes, Diptères) Du Maroc : Systematique, Ecologie et Etude épidémiologiques. Thèse doctorat. Université. Mohamed V. Rabat. 289p

-HIMMI, O., (2007) - Epidémiologie et gestion du paludisme dans la région de Marrakech-Tensift-Al Haouz (Doctoral dissertation, Université Cadi Ayyad).

-IZRI A, BITAM I, CHARREL RN (2011) - First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) in Algeria. *ClinMicrobio and Infec.*, 17: 7. DOI: 10.1111/j.1469-0691.2010.03443.x

- JANG YS., KIM MK., AHNYJ., LEE HS., (2002) - Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *Agric. Chem. Biotechnol.* 45 (3), 131–134

-KERWIN, JAMES L., DRITZ, DEBORAH D. et WASHINO, ROBERT K., (1994) - Production et application à l'échelle pilote dans les étangs fauniques

de *Lagenidium giganteum* (Oomycètes : Lagenidiales). J.Amer. Mosq. Contrôle Assoc. 10, 451-455.

-KOUMBA A., ZINGA KOUMBA C., MINSTA NGUEMA R., DJOGENOU L., OBAME ONDO P., KOFFIVI KETHO G., COMLAN P., M'BATCHI B., et MAVOUNGOU J., (2018) - Distribution spatiale et saisonnière des gîtes larvaires des moustiques dans les espaces agricoles de la zone de Mouila, Gabon. 3p

-KWEKA, E. J., MWANG'ONDE, B. J., KIMARO, E. E., et al., (2018) -. Efficacy of various mosquito repellents against *Anopheles gambiae*s.s. at a field site in Magugu, northern Tanzania. Malaria Journal, 17(1), 316.

- LAFRI I., BITAM I., BENELDJOUI A., et BEN MAHDI M.H., (2014) - An Inventory of mosquitos(Diptera: Culicidae) in Algeria, Bulletin de la société zoologique de France, 139(1-4), 255-261 p. Lechevalier, Paris, sér. A, XXVI, 609 p.

- LEMBROUK L., (2019) - Impact de la pollution métallique industrielle sur la diversité de la pédofaune et de la flore de la Kabylie selon un gradient altitudinal. Thèse doctorat. UMMTO. Tizi-Ouzou. 85p.

-LAMIRI A., BELKEBIR A., & CHERITI A., (2014) - Traditional knowledge and use of medicinal plants in the eastern region of Algeria. Journal of Medicinal Plants Research, 8(24), 864-877

-LEFEVRE P-C., BLANCOU J, CHERMETTE R., (2003) - Principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail. Edit : Tec et Doc 11 rue Lavoisier Paris. Tom 01. pp 764

-LOUNACI Z., (2003) - Bio systématique et bio écologie des Culicidae (Diptera : Nematocera) en milieu rural et agricole. Mémoire Magister, INA. El Harrach. 324 p.

-LOUNACI Z., (2015) – Biodiversité des Diptères d'intérêt agronomique médical et vétérinaire en particulier les Phlébotomes et les Culicidés dans l'Algérois, le Marais de Reghaia et la vallée du moyen Sébaou de Tizi Ouzou. Thèse doctorat. Ecole nationale supérieure agronomique. El Harrach, Alger. 159p.

-LOVETT B Et al. TRANSGENIC., (2019) - *Metarhizium* rapidly kills mosquitoes in a malaria-endemic region of Burkina Faso. 31;364(6443):894-897

- **MESSAI N, BERCHI S, BOULKNAFD F, LOUADI K., (2010)** –Inventaire systématique et diversité biologique de culicidae(Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie) 63(3) : 203-206p

-**MAHAMANE IRO S., ALPHA SEYDOU Y., et DOUMMA A., (2020)** - Mesures des indicateurs de prolifération des larves de moustique au niveau des marres permanentes et semi permanentes de saga, Niger.1193p

-**MOUCHET J. et CARNEVALE P., (1991)** -. Les vecteurs et la transmission : épidémiologie. Le paludisme Ellipses U.R.E.F. 34-59p.

-**NABTI I, BOUNECHADA M (2020)** -Mosquito biodiversity in Setif region (Algerian high plains), density and species distribution across two climate zones. Entomol faun., 73: 161-176. DOI: 10.25518/2030- 6318.4655

- **NABTI I., (2020)** - Inventory, Biology and Ecology of culicidae (Diptera) of Sétif region and control tests using plant extracts. Thèse doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1.

- **NADJI H., (2011)** – Contribution à l'étude des moustiques de la région de Biskra : Aspects systématique, écologique, biochimique et énergétique. Mémo., Magis., Bio., Univer., Mohamed Kheider.Biskra.

- **NAIT LARBI M, DJAOUT DJ., (2021)** – Recherche faunistique des Culicidae dans la région de Tizi-Ouzou et lutte biologique à l'aide de l'huile essentielle de lavande papillon (*Lavandulastoechas*). Mémoi., Master.Bio., Univer., MouloudMammeri. Tizi-Ouzou.85p

-**NGOH, S. P., CHONG, W. L., ABDUL RAHMAN, N. A., & VYTHILINGAM, I., (2017)**-Plant-based mosquito repellents. In Insecticides-pest engineering (pp. 129-150).

- **OUSSAD N, RAMDANI T., (2016)** – Inventaire des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans la région de Sébaou de Tizi – Ouzou. Mémoi., Master. Bio., Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou, 60p

-**O.M.S., (2014)** - **WORLD MALARIA REPORT (2014), 142p.**

-**OFFICE NATIONAL DE LA PROTECTION D L'ENVIRONNEMENT(ONPE).**Faune et flore d'Algérie.

-**OMS (Organisation Mondiale de la Santé), (2013).** - Les maladies vectorielles

- **PAMBA R., KOUMBA A.A., ZINGA-KOUMBA C.R., SEVIDZEM S.L., MBOULOUGOU A., YACKA L.L., DJOGBENOU L.S., MAVOUNGOU J.F. & M'BATCHI B., (2020).** Typology of breeding sites and species diversity of Culicids (Diptera: Culicidae) in Akanda and its environs (North West, Gabon). **European journal of biology and biotechnology**, 1(1), 1-6.
- **PATES, H., & CURTIS, C., (2005).** Mosquito behavior and vector control. Annual review of entomology, 50, 53-70.
- **PIHAN J. C., (1986)** - Les Insectes, Paris, New York, Barcelone. Masson
- **RAMADE F., (1984)** - Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw Hill, Paris, 397 p.
- **RAMADE F., (2003)** - Eléments d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
- **RAMADE F., (2009)** - Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris, 689 p.
- **RAMADE F., (1984)** - Eléments d'écologie - fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- **RAMADE F., (2003)** - Eléments d'écologie : écologie fondamentale. 5^{ème} Ed. Dunod. Paris, 690p.
- **REGNAULT-ROGER C., (2005).** - Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes: nature, rôle et bilan de leur utilisation au XX^e siècle. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier. Paris : 625-650.
- **REHIMI N. & SOLTANI N., (1999)** - Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor against *Culex pipiens pipiens* L. (Dip., Culicidae): effects on development and cuticle secretion, J. Appl. Ent, 123, 437-441.
- **RIOUX J. A., (1958)** - Les culicidae du "Midi" méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed. Paul le chevalier, Paris. 303 p.
- **RIOUX J-A., (1958)** - Les Culicidae du "Midi " méditerranéen. Étude systématique et écologique, Ed. Paul le chevalier. Paris. 301p
- **ROBERT M., EITAN B., ARIECH Z., ZEEV B., (Mai 1998)** - Germination, Growth, and Sporulation of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* in Excreted Food Vacuoles of the Protozoan *Tetrahymena pyriformis* .64(5): 1750-8.

- ROMAIN G, GILBERT G., (2006)** - Inventaire actualisé des moustiques (Diptera : Culicidae) des îlots français de Europa, Juan-de-Nova et Grande-Glorieuse (Canal du Mozambique, océan Indien). Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 99 (2), pp.122-8. Ffhal-03359132ff
- ROUBAUD, E., (1933)** -Cycle évolutif de *Culex pipiens* L. Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, 26(7), 534-548.
- **SAAD A., BOUKHECHEM M., &BOULIFA M., (2015)** - Inventaire des plantes endémiques des monts de Tizi Ouzou (Algérie). Revue d'écologie, 70(4), 352-361.
- **SEGUY E., (1923)** - Diptères Anthomyidae. Ed., Paul Le chevalier, Paris, 393 p.
- **SEGUY E., (1950)**- La biologie des Diptères. Encyclopédie entomologique. Ed. Paul Le chevalier, Paris, 609 p.
- **SINEGRE G., (1974)** -Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (O) caspius*(Pallas 1771) (Nematocera : Culicidae). Ecllosion. Dormance. Développement. Fertilité. Thèse Doct. Es- Science. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier, 285p.
- **SINEGRE G., RIOUX A.J. et SALGADO J., (1979)**- Fascicule de détermination des principales espèces de moustiques du littoral français. E.I.D : 16 p
- **SLIMI K., et SI AMMOUR K., (2022)** - Impact de l'homme sur la prolifération des Culicidae dans la région de Tizi – Ouzou. Mémo., Master.Bio., Univer., Mouloud Mammeri.Tizi- Ouzou,73p
- SCHAFFNER F. & MATHIEU B., (2020)** - Identifier un moustique : morphologie classique et nouvelles techniques moléculaires associées pour une taxonomie intégrée, Revue Francophone des laboratoires, 524, 24-33
- SCHOLTE, E.-J., (2005).** -An Entomopathogenic Fungus for Control of Adult African MalariaMosquitoes. Science, 308(5728), 1641–1642. doi:10.1126/science.1108639
- SEGUY E., (1950)** - La biologie des diptères. Encycl. Entomo. XXVI. E d. Paul le chevalier, Paris.
- SEGUY E., (1950)** - La biologie des Diptères. Encyclopédie entomologique. Ed. Paul.609p.
- SEGUY, E., (1950)** -Les moustiques de l'Afrique mineure française (Diptères, Culicidae). Larvae et adultes. Encyclopédie Entomologique, Série A, 27, 1-376.

- SEGUY., (1951)**- Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758): 449-744 in Grasse P-P., 1951 – Traité de zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hémiptéroïdes. Tome X, fasc., 975 p
- SENMANN P., et al. (2005)**-Les oiseaux d'Algérie. Paris : SEOF (Société d'Études Ornithologiques de France).
- SINEGRE G., (1974)** -Contribution à l'étude physiologique d'Aedes (O) caspius(Pallas 1771) (Nematocera : Culicidae). Ecllosion. Dormance. Développement. Fertilité. Thèse Doct. Es- Science. Univ. Sci. Tech. Languedoc. Montpellier, 285p.
- SINGH B, SINGH PR, MOHANTY MK., (2012)** -Toxicity of a plant based mosquito repellent/killer. InterdiscipToxicol. 5(4) :184-91
- SLIMANI S., et al. (2013)**. Reptiles et amphibiens de l'Atlas tellien (Algérie). Bulletin de la Société herpétologique de France, 148, 135-162.
- STEWERT P., (1969)** - Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull.doc.hist.natu.agro. : 24-25.
- TALAGA S., (2016)** -Ecologie, diversité et évolution des moustiques (Diptera : Culicidae) de Guyane française : implications dans l'invasion biologique du moustique Aedesaegypti (L.). Thèse Doc. Université de Guyane, 217p.
- TAMALOUST N., (2004)**-Bioécologie des nématocères en milieu suburbain, lacustre et agricole. Mém., Ing., ENSA. El Harrach, 156 p.
- **VISINTIN A.M., LAURITO M., GRECH M.G., ESTALLO E.L., GRILLET M.E., LUDUENA ALMEIDA F.F. &ALMIRON W.R., (2021)**. Ecological Characterization of Mosquitoes (Diptera : Culicidae) at the Southern Coast of Mar Chiquita Lake, Argentina. **Journal of medical entomology**, XX(X), 1-12.
- **WOOD D.M .,(1984)** - CLES DES GENRES ET DES ESPECESDE MOUSTIQUES DU CANADA : DIPTERA CULICIDAE .Edit Institut de recherche biosystematique Ottawa (Ontario).PP 93.
- **WORK TH, HURL but, HSET TAYLOR R.M., (1953)** -*Isolation of West Nil Virus fromhooded crow and rock pigeon inthe Nile delta*. PROC soc.EXPBoil Med 84(3)

- WORLD HEALTH ORGANIZATION., (2019)** -Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION., (2020)** -Genetic Control of Mosquitoes.
- **YAKOUB B., (2005)** -L'eau dans le bassin versant du Sébaou et la wilaya de TiziOuzou : Evaluation –contraintes et recommandations. Thèse.Doct. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou.269p
- **YAKOUB B.,(1996)**-Le problème de l'eau en grand Kabylie .Le bassin versant du Sébaou et de la wilaya de Tizi-Ouzou. Edit par l'université de Tizi-Ouzou. pp210 :p13.
- **YEED A., KESAVARAJU B. et JULIANO SA. (2004)**- Larval feeding behavior of three cooccurring species of container mosquitoes. J. Vector. Ecol. 29(2): 315–322,133 p.
- **ZEGHOUNI A, BOUDJELOUAH S., (2020)** – Recherche bibliographique sur la biodiversité des culicidae (Diptera ; Nematocera) d'intérêt médical et vétérinaire en Kabylie. Mémoi., Master. Bio., Univer., Mouloud Mammeri. Tizi – Ouzou, 68p.
- **ZELLER H.G. et SCHUFFENECKER I. (2004)**- West Nile virus: an overview of its spread inEurope and the Mediterranean basin in contrast to its spread in the Americas. EuropeanJournal of ClinicalMicrobiology and InfectiousDiseases. 23(3): 147-156.
- **ZERROUG S.,** -Etude biométrique et histologique sur les larves de culex pipiensLinnée, 1758 (Diptera, Culicidae) exposées aux extraits aqueux de plantes.
- ZARIEFFET., (W. Tlemcen).** Thèse. Doc. For. Univ. Tlemcen. Pp: 66-88.

Résumé :

Les culicidés sont des diptères qui transmettent de nombreuses affections animales et humaines particulièrement le Paludisme qui a été une catastrophe mondiale et qui reste toujours inquiétante. L'étude de la biodiversité des Culicidae et de la typologie de leurs gîtes larvaires a été réalisée dans la région de Tizi-Ouzou, cette dernière appartient à l'étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré. La prospection des Culicidae a été effectuée de décembre 2022 à Mai 2023 dans le cadre d'un inventaire dans 9 stations. La capture des spécimens de Culicidae a été réalisée par l'emploi de la méthode de dipping (ou louche). Un total de 2414 moustiques ont été identifiés appartenant à 4 genres et 6 espèces (*Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*), *Culiseta longiareolata* est l'espèce la plus abondante avec un taux de 42,78 % dans notre étude avec 1255 individus suivie du complexe *Culex pipiens*. L avec 712 spécimens. Les valeurs de Shannon-Weaver dans la région d'étude indiquent une diversité moyenne. Quant aux valeurs d'équitabilité notées, elles montrent un flagrant déséquilibre naturel entre les espèces.

Mots clés : Inventaire, Culicidae, Tizi-Ouzou, Algérie, *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*

Abstract:

Culicidae are Diptera that transmit numerous animal and human diseases, particularly malaria, which has been a global catastrophe and is still a cause for concern. The study of Culicidae biodiversity and the typology of their larval habitats was carried out in the Tizi-Ouzou region, which belongs to the sub-humid to temperate winter bioclimatic zone. The Culicidae survey was carried out from December 2022 to May 2023 as part of an inventory of 9 stations, and Culicidae specimens were captured using the dipping method. A total of 2,414 mosquitoes were identified, belonging to 4 genera and 6 species (*Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*). *Culiseta longiareolata* was the most abundant species, with a rate of 42.78% in our study, with 1,255 individuals, followed by *Culex pipiens s.l.* with 712 specimens. Shannon-Weaver values in the study area indicate average diversity, while equitability values show a clear natural imbalance between species.

Key words: Inventory, Culicidae, Tizi-Ouzou, Algeria, *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*