

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité/Option : Biodiversité et Environnement

Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème :

Etude comparative entre les types de moustiques urbaines et les types de moustiques ruraux à Guelma (Bouhegouf).

Présenté par :

- **Mahmel Wafa**

Devant le jury composé de :

Président : Dr. RAMDANI kamel (MCA)

Université de Guelma

Examinatrice : Dr. TALBI Awatif (MCB)

Université de Guelma

Encadreur : Dr. BOUAOUINA Amel (MAA)

Université de Guelma

JUIN 2025

Remerciements :

Louange à Dieu, et que la paix et les bénédictions soient sur le bien-aimé élu, sa famille et ceux qui le suivent.

Maintenant donc :

Louange à Dieu qui nous a permis de franchir cette étape de notre parcours académique avec ce mémorandum, fruit d'efforts et de réussite, grâce à lui Tout-Puissant. Louange à nos honorables parents, que

Dieu les protège et les garde comme une lumière sur moi chemin.

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Mr Ramdani Kamal pour avoir accepté de présider le jury en tant que président, ainsi que pour son soutien continu et son excellente expérience d'enseignement.

Je voudrais tout d'abord remercier du fond du cœur notre encadrante, Mme Bouaouna Amel, pour son soutien, ses encouragements et ses précieux conseils tout au long de l'élaboration de cette thèse.

Je voudrais exprimer ma gratitude à Mme Talbi Awatif pour avoir accepté de participer au jury en tant que juge, je suis heureux d'entendre ses critiques constructives du mémorandum.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à tous les professeurs qui m'ont enseigné et qui, par leurs compétences, m'ont soutenu dans la poursuite de mes études.

Il est important de souligner ma gratitude envers la direction du département d'écologie de l'université

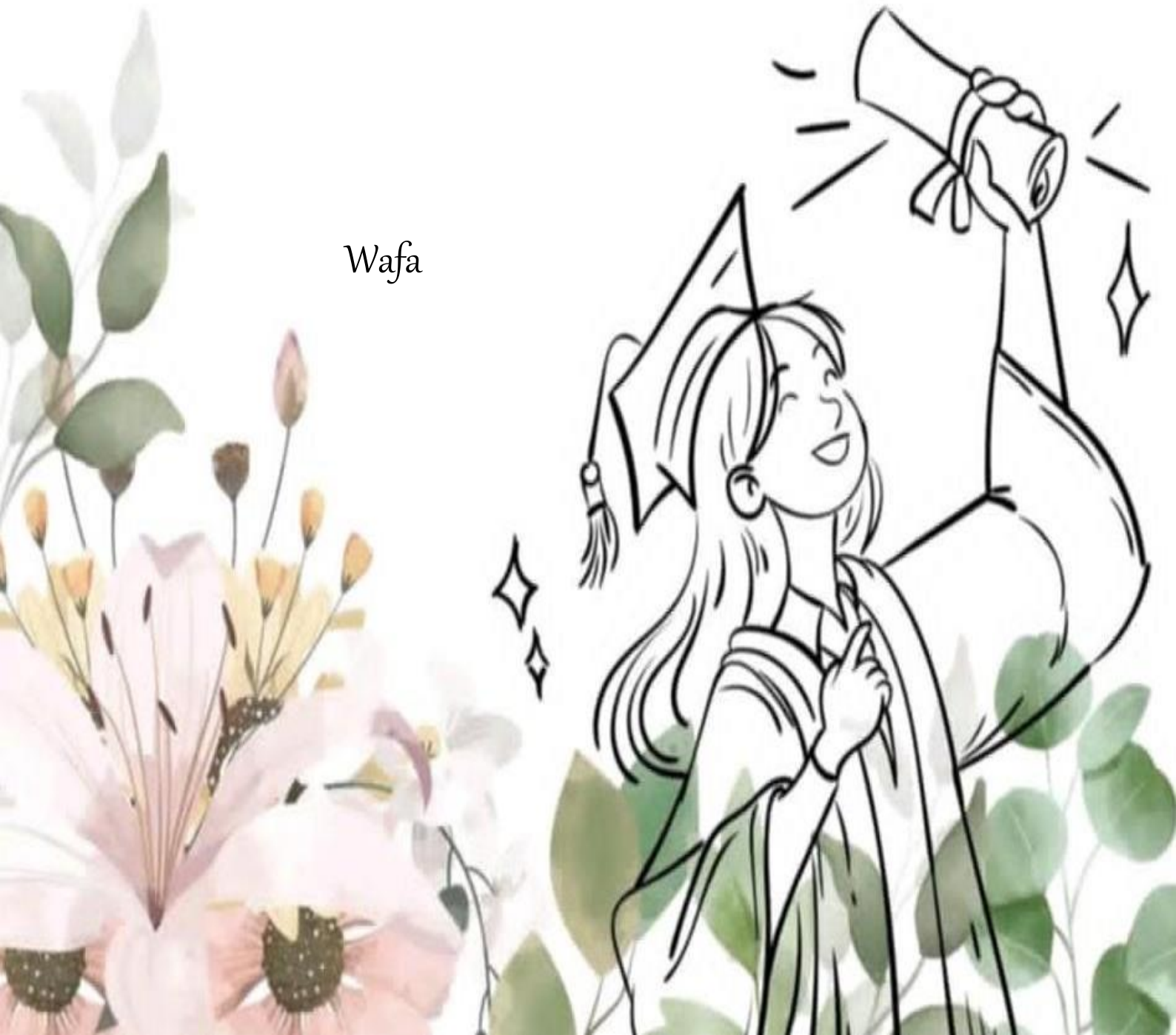
8 Mai 1945 Guelma pour les efforts qu'ils ont déployés.

Wafa Mahmel

Dédicace :

Pour moi-même...

Wafa



Dédicace :

Je dédie le fruit de mes humbles :

- A celle qui m'a donné la vie et l'espoir, et qui m'a élevé avec une passion pour la connaissance et l'apprentissage, et qui m'a appris à gravir les échelons de la vie avec sagesse, patience, gentillesse et loyauté, ma chère mère (Belkhiri Nouara), qui Dieu te bénisse vous protéger et prolonger votre vie. Je t'aime mama

- A celle que Dieu a couronnée de majesté et dignité... A celle qui m'a appris à donner sans rien attendre ... A celle dont je porte le nom avec fierté. A mon ange dans la vie. Au sens de l'amour et à la sens de la tendresse et de la dévotion, tes mots resteront des étoiles qui me guident aujourd'hui, demain et pour toujours, mon cher père (Ammar), qui Dieu te protéger et prenne soin de toi.

- A ceux que Dieu m'a béni dans ma vie, au lien fort de ceux qui m'ont aidé dans mon parcours de recherche, a ceux dont il a été dit : « **سنشد عضدك بأخيك** ». Mes frère (Amer, Nasser et Ilyes).

- A mon compagnon et ami pendant tous les bons et mauvais jours, mon cher mari (Nassro), merci pour ton soutien continu. Tu as toujours été le premier à me soutenir et à m'encourager et à prier pour moi dans tes prières. Je te dédie mon diplôme.

- Les enfants de mon frère font partie de mon âme et de ses joies. Que Dieu vous garde pour moi, mes poussins (Mouhamed, Bayrem anes, Bayen, Mariem et Bayen).

- A mon grand-père et à mon grand-mère bien-aimée... Ta petite fille a obtenu son diplôme et aujourd'hui je tiens mon certificat entre mes mains grâce à tes prières. Que Dieu te garde comme une couronne sur ma tête. Je t'aime beaucoup grand-père, quand tu m'appelle « tota ».

- A mes tantes (Louisa, Samira, Hakima, Aida, Horia et zahia). Qu'Allah vous protège.

- Ma deuxième mère (Fatima), merci pour votre soutien continu. Que Dieu prolonge votre vie.

- A mes cousins (Ahlem, Chaima, Achwak, khawla, Wissal, Bouchra, loudjain). Qu'Allah vous protège.

- A mon amie proche (Soundess) qui m'a toujours encouragé je ne peux que t'aimer et te souhaiter santé et bonheur. Merci, ma sœur.

- A mes amis (Riheb, Selma, Fereil, Ikram, Selma, Selsabil, et Ikram) qui sont toujours là pour moi. Merci pour les doux jours qui nous ont réunis. J'ai passé les meilleurs moments de ma vie avec toi, pardonne-moi si je t'ai fait erreur envers toi.

- Dédié à la famille de mon mari (Beddiaf), en particulier mon petit amour (Taim) et la sœur de mon mari (Mariem), son mari (Lakhder) et ses enfants (Jude et Amir).

Un merci spécial au professeur Ibn cherif Hayett et à mon amie triki Yousra, qui m'ont aidé dans mon parcours universitaire pendant 5 ans. Que Dieu vous protège et prolonger votre vie.

Table des matières :

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction1

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Biologie et écologie de l'espèce

1. Définition	4
2. Systématique.....	4
3. Morphologie générale des culicidaes.....	5
3.1. L'œuf.....	6
3.2. La larve.....	6
3.2.1. Tête.....	7
3.2.2. Thorax	8
3.2.3. Abdomen	9
3.3. Nymphe	9
3.4. L'imago ou l'adulte.....	10
3.4.1. Tête.....	10
3.4.2. Thorax	11
3.4.3. Abdomen	12
4. Critères de différenciation	13
5. Cycle de développement	14
5.1. Accouplement	15
5.2. Ponte.....	15
5.3. Développement larvaire et nymphose	15
5.4. Mue imaginale.....	15
5.5. L'émergence.....	16
6. Alimentation des espèces	16
6.1. Alimentation des larves	16
6.2. Alimentation des adultes.....	16

7. L'habitat.....	17
8. Activité.....	17
9. Rôle écologique	18
10. Répartition géographique	18
11. Rôle pathogène	19
12. Moyenne de lutte contre les moustiques	22

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1. Présentation du site d'étude.....	25
1.1. Situation géographique	25
1.2. Hydrogéologie.....	26
1.2.1. Zones de Guelma et des plaines de Bouchegouf (centre et basse vallée de la Seybouse).....	26
1.2.2. La zone des Djebels au nord et nord-ouest.....	26
1.2.3. la zone des plaines et collines de Tamlouka.....	27
1.2.4. La zone des Djebels dominant les Oueds Sedrata et Hédia	27
1.3. Données climatiques de la région d'étude	27
1.3.1. Le climat.....	27
1.3.2. La température	28
1.3.3. La précipitation	28
1.3.4. Diagramme ombrothermique.....	29
1.3.5. L'humidité	30
1.3.6. Le vent.....	30
1.4. Choix et description des stations d'étude	31
2. Matériel et méthodes.....	33
2.1. Le matériel utilisé sur terrain	33
2.1.1. Echantillonnage.....	33
2.1.2. Méthodes d'élevage À l'âge adulte.....	33
2.2. Travail au laboratoire	34
2.2.1. Matériel du laboratoire	34
2.3. Identification des espèces	35
3. Indices écologiques.....	35
3.1. Indices écologiques de composition.....	35
3.1.1. La richesse spécifique (S).....	35
3.1.2. L'abondance relative	35
3.1.3. La fréquence d'occurrence.....	36

3.2. Les indices écologiques de structure	36
3.2.1. L'indice de Shannon-Weaver	36
3.2.2 L'équitabilité.....	37
3.2.3. Comparaison de similarité selon l'indice de Jaccard	37
3.2.4 Coefficient de Sorensen	38

Chapitre III : Résultats et Discussion

1. Résultats	39
1.1. Inventaire globale des espèces culicidiennes	39
1.2. Phénologie	39
1.3. Abondance relative.....	40
1.4. Indices écologiques	41
1.4.1. Indices écologiques de composition	41
1.4.1.1. Abondance relative dans les zones urbaines	41
1.4.1.2. Abondance relative dans les zones rurales.....	41
1.4.1.3. Richesse spécifique ou totale	42
1.4.1.4. La Fréquence d'occurrence et de constance (%) des espèces culicidiennes dans les stations d'études	43
1.4.2. Indices écologiques de structure	43
1.4.2.1. Indice de diversité de Shannon- Weaver	43
1.4.2.2. Équitabilité	44
1.4.2.3. Les indices de similarité l'indice de Jaccard et Indice de Sorensen.....	45
2. Discussion	46
Conclusion.....	50
Référence bibliographique	52

Résumés

Annexe

Liste des figures :

Figure	Titre	Page
Figure 01	Systématique générale des Culicidae présents en Algérie.	05
Figure 02	Forme typique des œufs des culicidés.	06
Figure 03	Larve de Cx. Pipiens.	07
Figure 04	Morphologie générale de la tête et l'antenne des larves des Culicinae A : Tête. 1-c : épine clypéale 4-c : Soie clypéale postérieure 5-c : soie frontale interne 6-c : soie frontale externe 14-c : soie postmaxillaire M : mentum 1-A : Touffe 3-A : Soie subapicale externe. B : Antenne. 4-A : Soie apicale.	08
Figure 05	Thorax de la larve des Culicinae.et Anophelinae 3-p : soie prothoracique submédiane 4-P : soie prothoracique latérale 8 P : soie ventrale des séries latérales.	08
Figure 06	Morphologie de l'abdomen de la larve.	09
Figure 07	Vue générale d'une nymphe des Culicidés.	09
Figure 08	Aspect générale d'une Culicinae adulte.	10
Figure 09	Morphologie générale d'un adulte de Culicinae.	10
Figure 10	Schéma de têtes d'Anophelinae.	11
Figure 11	Morphologie de l'aile chez les moustiques : (A: nervation ; C : la costale ; Sc : la sous-costale ; R : la radiale ; M : médian ; Cu: cubitale; A: anale; B: nervation, écailles enplace.	12
Figure 12	Morphologie des pattes : A: antérieures B: postérieures.	12
Figure 13	Morphologie de l'abdomen (vue dorsale, femelle de Culex pipiens pipiens).	13
Figure 14	Cycle de développement de Culicinae.	14

Figure 15	Distribution géographique des moustiques dans le Monde.	19
Figure 16	Répartition géographique des moustiques en Algérie.	19
Figure 17	Cycle de transmission de la filariose.	20
Figure 18	Représente La Paludisme.	21
Figure 19	Représente Le Virus Zika.	21
Figure 20	La situation géographique de la wilaya de Guelma.	25
Figure 21	La situation géographique de la zone d'étude de Bouchegouf.	26
Figure 22	Les températures de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	28
Figure 23	Les précipitations de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	29
Figure 24	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Guelma durant l'année (Avril 2024- Mars 2025).	29
Figure 25	L'humidité de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	30
Figure 26	Le vent de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	31
Figure 27	Les stations des moustiques urbains.	32
Figure 28	Les stations des moustiques ruraux.	32
Figure 29	Technique d'échantillonnage.	33
Figure 30	Cages d'élevage des moustiques adultes.	34
Figure 31	Les Matériels utilisés dans laboratoire.	34
Figure 32	Identification des espèces.	35
Figure 33	Abondance relative de la région de Bouchegouf durant la période d'étude.	40
Figure 34	Abondance relative des zones urbaines de la région de Bouchegouf durant la période d'étude.	41

Figure 35	Abondance relative des zones rurales de la région de Bouchegouf durant la période d'étude.	42
Figure 36	Histogramme représente la richesse spécifique dans les sites urbains et rurales prospectés dans la région de Bouchegouf pendant la période d'étude.	42
Figure 37	Indice de Shannon des genres Culicidiennes récoltées dans les zones urbaines et rurales de la région d'étude.	44
Figure 38	Indice de l'équitabilité des genres Culicidiennes récoltées dans les zones urbaines et rurales de la région d'étude.	44

Liste des tableaux :

Tableau	Titre	Page
Tableau 1	Position systématique de Culicidae.	04
Tableau 2	Caractéristiques essentielles distinguant les Anophelinae des Culicinae.	13
Tableau 3	Les températures en (°C) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	28
Tableau 4	Les précipitations en (mm) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	29
Tableau 5	L'humidité en (%) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	30
Tableau 6	Le vent en (km/h) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).	30
Tableau 07	Caractéristiques naturelles des sites prospectés dans la région de Guelma (Bouchegouf).	31
Tableau 08	La présence et l'absence les Genres de moustiques dans les stations d'études.	39
Tableau 9	Phénologie des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Bouchegouf durant la période d'étude.	40
Tableau 10	La Fréquence d'occurrence et de constance des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Bouchegouf durant la période d'étude.	43
Tableau 11	Coefficients de similitude des sites étudiés durant la période d'étude.	45

Liste de l'abréviations :

Abs : l'espèce est absente.

Acc : l'espèce est accessoire.

Ae : Aedes.

An : Anopheles.

C° : unité de température.

C % : Fréquence de constance (en pourcentage).

Catég : Catégorie

Con : l'espèce est constante.

Cs : Culiseta.

Cx : Culex.

GMO : Genetically Modified Organisms.

Km /h : Unité de mesure le vent.

Mm : Unité de mesure des précipitations.

Omn : l'espèce est omniprésente.

Qua : l'espèce est qualifiée de régulière.

TIS : Technique de l'Insecte Stérile.

% : Unité d'humidité.

Introduction

Introduction :

Les arthropodes sont des invertébrés intermédiaires entre les vers et les mollusques. Les insectes intéressent particulièrement les entomologistes car ils sont vecteurs de virus et de bactéries **(Trari,1991)**.

Les insectes constituent la principale classe des arthropodes, caractérisés par leur squelette externe rigide et des appendices articulés, composés essentiellement de protéine et de chitine, la protéine est le principal composant solide, à 80%. La cuticule est composée de trois strates : l'épicuticule, l'exocuticule et l'endocuticule, secrétées par des cellules hypodermiques. Ils jouent des rôles épidémiologiques variés, ce qui fait d'eux un problème majeur de santé publique **(Berge, 1975)**.

Les insectes qui constituent plus de 50% de la diversité de la planète **(Wilson, 1988)** et près de 60% de celle du règne animal **(Pavan, 1986)**, ils représentent environ les $\frac{3}{4}$ des branches des arthropodes et, de plus, grâce à leur diversité morphologique et leur plasticité écologique, les insectes ont pu coloniser tous les habitats naturels et s'adapter à de nombreux modes de vie. Cette catégorie comprend $\frac{4}{5}$ des espèces animales actuellement connues. La classe des insectes comprend environ 30 ordres et plus de 600.000 espèces. Seules quelques espèces ont une importance médicale **(Rodhain et Perez, 1985)**.

La majorité des moustiques sont des espèces sauvages vivant dans la nature, éloignées des humains. Ils se nourrissent principalement de sucre ainsi que du sang de vertébrés sauvages, tels que les oiseaux ou les reptiles. Une infime partie de ces moustiques est considérée comme agressive.

Au cours des prochaines décennies, des transformations environnementales et climatiques majeures, sans précédent à l'échelle mondiale, sont attendues **(Guillaume, 2018)**. Ces bouleversements influencent l'essor des populations de moustiques **(Arroussi et al., 2021)**, en raison de la rapidité des changements qui ont favorisé leur implantation dans des zones autrefois inhospitalières ou difficilement accessibles **(Kraemer et al., 2019)**. Cette expansion entraînera l'émergence de maladies auparavant limitées aux régions tropicales, exposant ainsi les générations futures à de nouveaux risques sanitaires **(Darriet, 2014)**.

Depuis leur apparition il y a 245 millions d'années, les moustiques ont réussi à coloniser une grande variété de milieux, allant de l'équateur jusqu'aux régions proches des pôles. Leur aptitude au vol, leur importante capacité de reproduction et leur remarquable faculté

d'adaptation leur permettent de survivre aussi bien dans des environnements naturels que dans ceux modifiés par l'activité humaine (**Darriet, 2014**).

En France, la faune des culicidés est largement répartie et se compose de 7 genres regroupant 54 espèces, incluant des espèces typiques des zones montagneuses, méditerranéennes et nordiques (**Rageau et Adam, 1952**).

Depuis le début de ce siècle, 50 espèces de moustiques appartenant à 7 genres et 15 sous-genres ont été recensées au Maroc. Toutefois, dix d'entre elles demeurent incertaines ou ont été signalées de manière douteuse : *Aedes pullatus*, *Aedes vittatus*, *Anopheles hyrcanus*, *Anopheles gambae*, *Culex apicalis*, *Culex duttoni*, *Culex fatigans*, *Culex territans*, *Culiseta litorea* et *Culiseta morsitans* (**Trari et al., 2003**).

En Algérie, les premières études sur les Culicidae datent du siècle dernier. Les recherches menées par (**Clastrier, 1941**), ainsi que celles de (**Senevet et Andarelli, 1954, 1956**), représentent une étape majeure dans l'approfondissement des connaissances sur la faune culicidienne du pays.

Durant les vingt dernières années, de nombreuses études ont été consacrées à la faune culicidienne en Algérie, portant notamment sur la systématique, la biochimie, la morphométrie, ainsi que sur les méthodes de lutte chimique et biologique contre les moustiques dans diverses régions du pays.

En Algérie, on recense 50 espèces de Culicidae réparties en six genres appartenant aux sous-familles des Anophelinae et des Culicinae (**Hassaine, 2002**). De nombreuses études ont été consacrées à la diversité des moustiques dans différentes régions du pays (**Berrezig, 2007 ; Aouati, 2009**). Ces recherches incluent notamment la région d'El-Kala (**Aïssaoui, 2014**), celle de Tébessa dans le nord-est de l'Algérie (**Hamaïdia et Berchi, 2018**), Souk-Ahras (**Boukraa et al., 2013**), la région du M'Zab à Ghardaïa (**Merabti et al., 2017**), Biskra (**Benhissen, 2016**), ainsi que Bou Saâda dans la wilaya de M'sila (**Benhissen et al., 2018**).

Les Culicidés jouent un rôle essentiel dans la transmission de diverses maladies, en agissant comme vecteurs de microparasites tels que les virus, les parasites et les bactéries. Certains de ces micro-organismes peuvent vivre au sein de leur hôte sans lui nuire, tandis que d'autres sont capables de transmettre des agents pathogènes potentiellement mortels pour l'hôte (**Benayoub, 2007**).

Les variations saisonnières du climat ont été liées tant à l'abondance des moustiques (Roiz *et al.*, 2010) qu'à l'émergence des virus transmis par les moustiques (MTVs) (Servadio *et al.*, 2018). Dotés d'une grande plasticité écologique, les moustiques ont réussi à s'établir dans presque tous les environnements naturels, en s'adaptant à une large diversité d'habitats (Brunhes *et al.*, 2001). Ils colonisent la majorité des milieux où la présence d'eau est indispensable à leur développement larvaire (Schaffner *et al.*, 2023). La durée de développement, de l'œuf à l'adulte, varie selon l'espèce et dépend largement des conditions environnementales. Des paramètres comme la température, l'humidité relative et les précipitations influencent significativement leur prolifération (Aissaoui et Boudjelida, 2017).

Notre étude porte sur différents aspects liés aux espèces de moustiques présentes dans la région de Guelma, située dans le nord-est de l'Algérie, en particulier dans la commune de Bouchegouf. Elle s'appuie sur une approche à la fois systématique et environnementale. L'accent est mis sur la biodiversité des moustiques ainsi que sur la classification des sites de présence des adultes. Enfin, une comparaison est établie entre les sites urbains et les sites ruraux.

Synthèse
Bibliographique

Chapitre I :
Biologie et écologie de
l'espèce

Biologie et écologie de l'espèce :

1. Définition :

Les Culicidae sont des insectes mécoptéroïdes, des insectes nématocères remarquables par leur évolution rapide qui affecte à la fois l'imago et la larve. Ils se différencient soit par leur capacité à infecter certains de leurs représentants, soit par leur impact nuisible sur d'autres.

Les moustiques sont des holométaboles appartenant au règne animal. Ces arthropodes font partie du sous-ordre des Nématocères, lui-même inclus dans l'ordre des Diptères. Ils se distinguent par leurs pièces buccales de type piqueur-suceur. Ils appartiennent à la famille des Culicidae, reconnue comme une grande famille homogène et très diversifiée (**Rodhain et Perez, 1985**).

2. Systématique :

Les moustiques sont des insectes holométaboles qui appartiennent à la famille des Culicidae, classée dans l'ordre des Diptères et du sous-ordre des Nématocères, la famille des Culicidés se subdivise en trois sous-familles les Taxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae (**Brunhes et al., 1999**). Tableau 1 montre la classification des différents genres impliqués.

Tableau (1) : Position systématique de Culicidae (Amara Korba, 2016).

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Sous-Classe	Pterygota
Ordre	Diptera
Sous-Ordre	Nematocera
Famille	Culicidae

Cette classification repose sur divers critères morphologiques observables aussi bien au niveau des œufs que des stades larvaires et adultes (**Rodhain et Perez, 1985**). En Algérie, six Genres appartiennent aux sous-familles des Anophelinae et des Culicinae. Parmi celles-ci, les Culicinae se distinguent par leur richesse en genres et en espèces. Cette sous-famille comprend notamment les genres *Aedes*, avec 14 espèces, *Culex*, avec 11 espèces, *Culiseta*, avec 06 espèces, ainsi qu'*Orthopodomyia* et *Uranotaeniae*, qui ne comptent chacune qu'une seule

espèce. En revache, la sous-famille des Anophelinae est représentée uniquement par le genre *Anopheles*, comprenant 14 espèces. En revache, les Toxorhynchitinae ne sont pas présents dans le pays (Berchi, 2000).

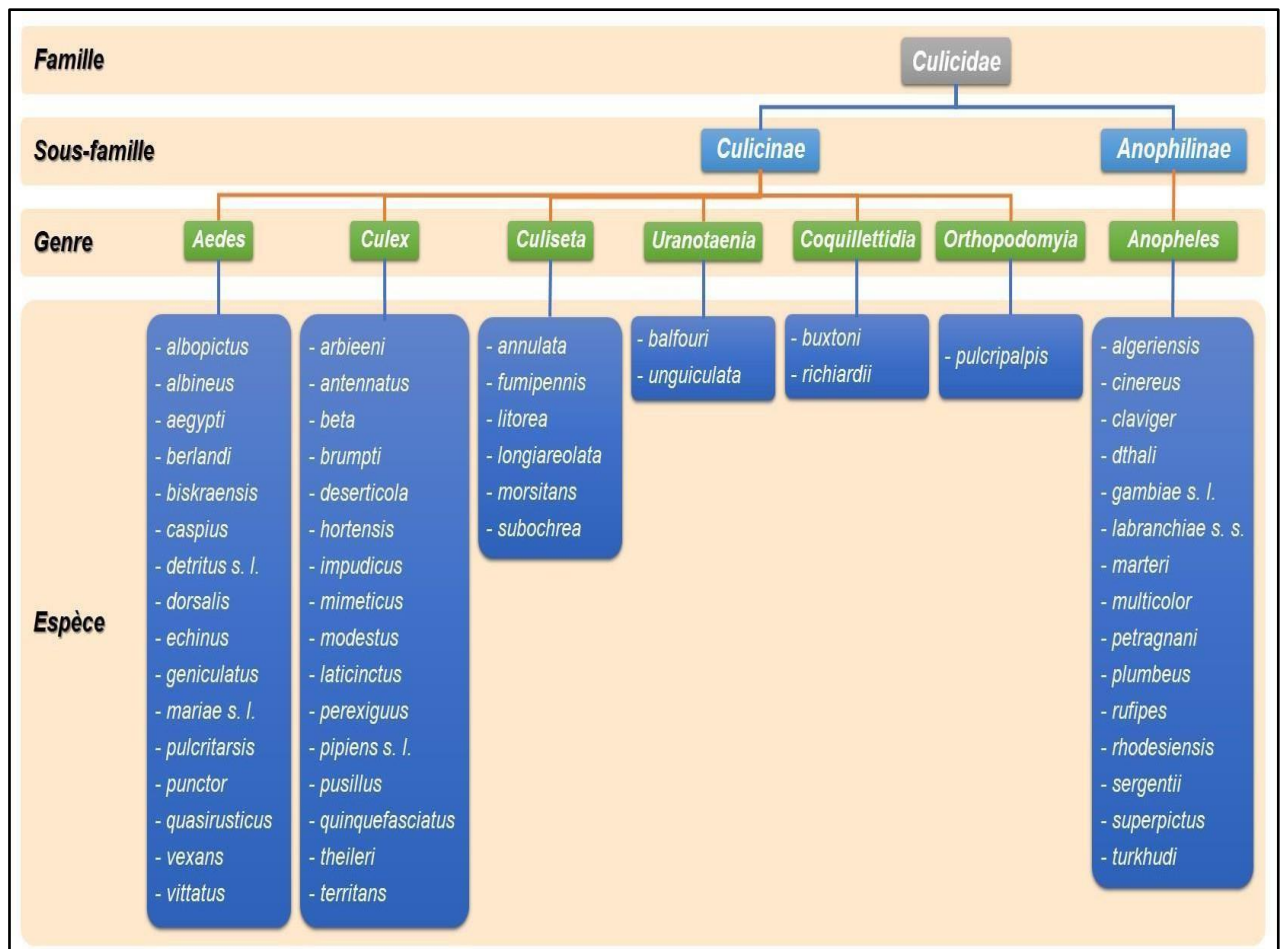


Figure 1 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (Amara Korba, 2016).

3. Morphologie générale des culicidae :

Selon (Boyer, 2006), les Culicidae se distinguent morphologiquement par leurs antennes longues et fines ornées de nombreux appendices, leurs ailes recouvertes d'écailles, ainsi que par les femelles dotées de longues mandibules en forme de trompe, à la fois sensibles, rigides et adaptées à la succion.

Les Culicidés traversent une métamorphose complète (holométabolisme), ce qui entraîne des différences morphologiques entre les trois stades de développement : larve, nymphe et adulte. Ces variations sont adaptées à leur mode de vie, les stades pré-imaginaux étant aquatiques, tandis que le stade imaginal est aérien (Carneval et Robert, 2009).

3.1. L'œuf :

Les œufs, généralement en forme de fuseau, ont une longueur d'environ 1 mm (Figure 2). Initialement blanchâtres lors de la ponte, ils s'assombrissent en quelques heures en raison de l'oxydation de certains composants chimiques de leur enveloppe au contact de l'air ou de l'eau (Sinegre *et al.*, 1977).

Chez les *Anopheles*, les œufs sont pondus individuellement à la surface de l'eau et munis de flotteurs, ce qui les rend insubmersibles. En revanche, chez les *Culex*, ils sont regroupés en amas flottants, formant des nacelles contenant entre 50 et 200 œufs (Diedhiou et Faye, 2010). En général, l'éclosion a lieu après 2 à 5 jours (Brumpt, 1936). Les moustiques sélectionnent leurs gîtes larvaires en fonction de plusieurs critères, qui varient selon les espèces. À ce sujet, (Rioux, 1958) propose une classification écologique des biotopes larvaires du littoral méditerranéen.

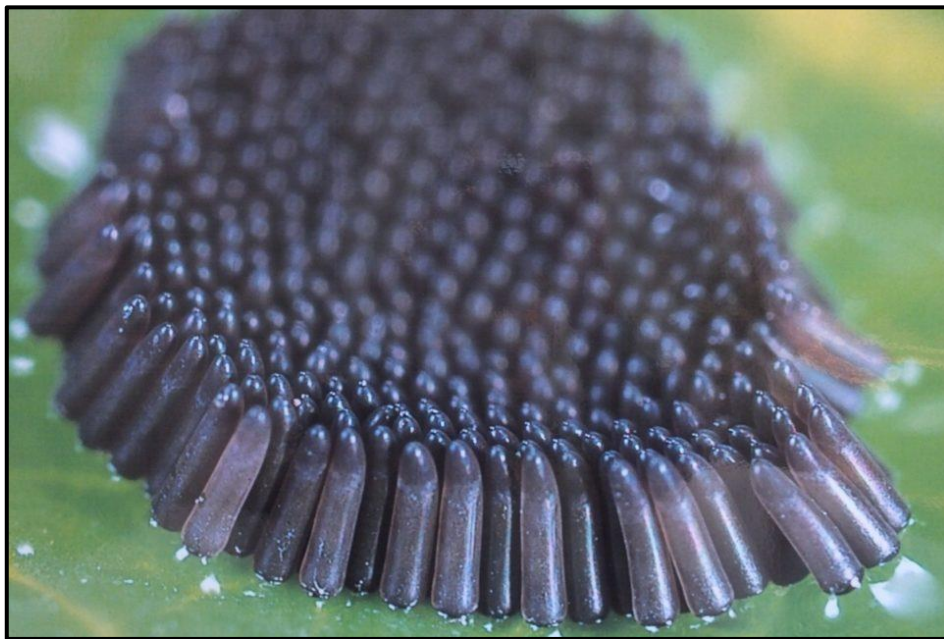


Figure 2 : Forme typique des œufs des culicidés [01].

3.2. La larve :

Les larves de moustiques sont particulièrement abondantes en été et en automne. De forme vermiforme, elles se déplacent dans l'eau par des mouvements saccadés, résultant de brusques contractions de leur corps. Elles se nourrissent en continu d'algues et de micro-organismes. Très mobiles, elles plongent dans l'eau lorsqu'elles perçoivent une menace ou pour chercher de la nourriture (Figure 3).

Les larves de Culicidés subissent quatre mues au cours de leur développement. Les trois premiers stades présentent généralement des variations dans leur chétotaxie, rendant l'identification précise des espèces difficile. En pratique, c'est principalement la morphologie du quatrième stade larvaire qui est décrite (**Himmi et al., 1995**). Le corps de la larve se divise en trois parties distinctes :

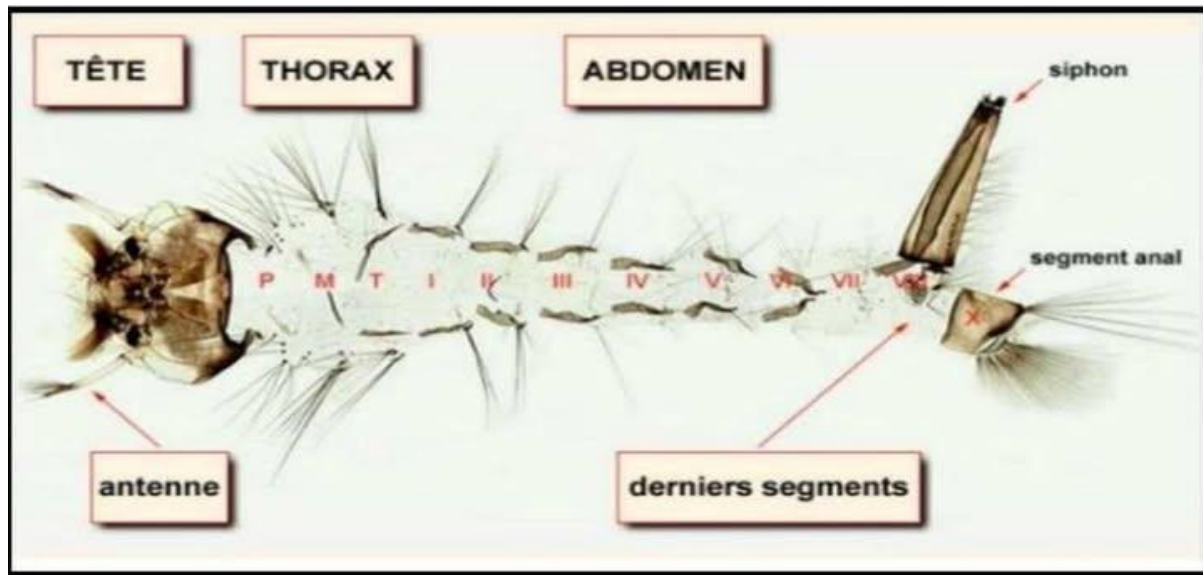


Figure 3 : Larve de *Cx. Pipiens* (**Brunhes et al., 1999**).

3.2.1. Tête :

La tête de la larve de moustique a été largement étudiée par de nombreux chercheurs, notamment (**Becker, 1938**), (**Snodgrass, 1959**), (**Chaudonneret, 1962**) et (**Gregbine, 1966**). Elle est fortement chitineuse, de forme légèrement allongée et plus ou moins aplatie. On y trouve deux plaques latérales symétriques sur lesquelles sont implantées les antennes et les yeux. Les pièces buccales comprennent une paire de mandibules munies de dents sur leur bord distal, formant, avec le mentum, un appareil masticateur. Par ailleurs, on observe deux taches oculaires latérales ainsi qu'une paire d'antennes dont l'aspect varie selon les groupes, mais qui possèdent toujours des soies caractéristiques propres à chaque espèce (**Becker, 2011**) (Figure4).

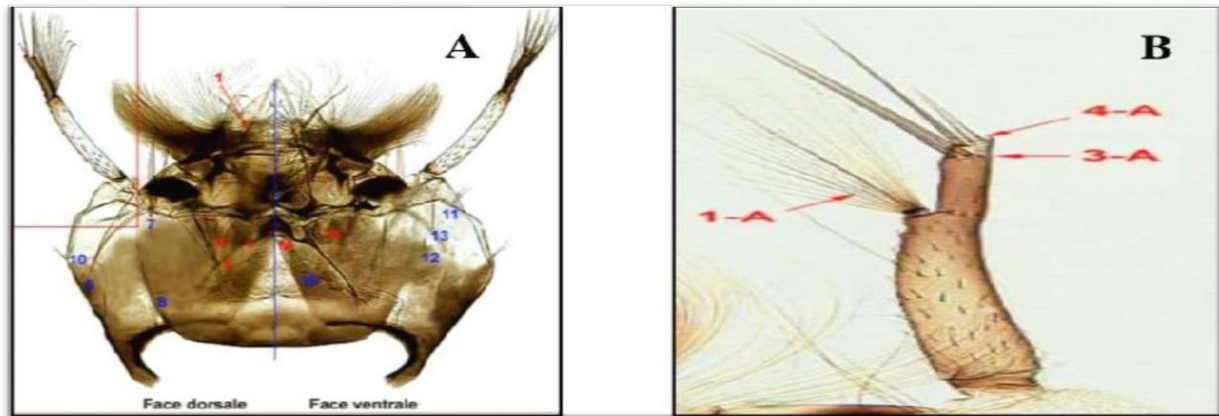


Figure 4 : Morphologie générale de la tête et l'antenne des larves des Culicinae A : Tête. 1-c : épine clypéale 4-c : Soie clypéale postérieure 5-c : soie frontale interne 6-c : soie frontale externe 14-c : soie postmaxillaire M : mentum 1-A : Touffe 3-A : Soie subapicale externe. B : Antenne. 4-A : Soie apicale (Brunhes *et al.*, 1999).

3.2.2. Thorax :

Il prolonge le cou et présente une forme globalement quadrangulaire. Il est constitué de trois segments fusionnés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Ses faces ventrale et dorsale sont ornées de soies, parmi lesquelles certaines jouent un rôle clé dans l'identification, notamment la soie dorsale 1 du métathorax ainsi que les soies ventrales 9 à 12 du méso et du métathorax, appelées soies pleurales (Anonyme, 2004).

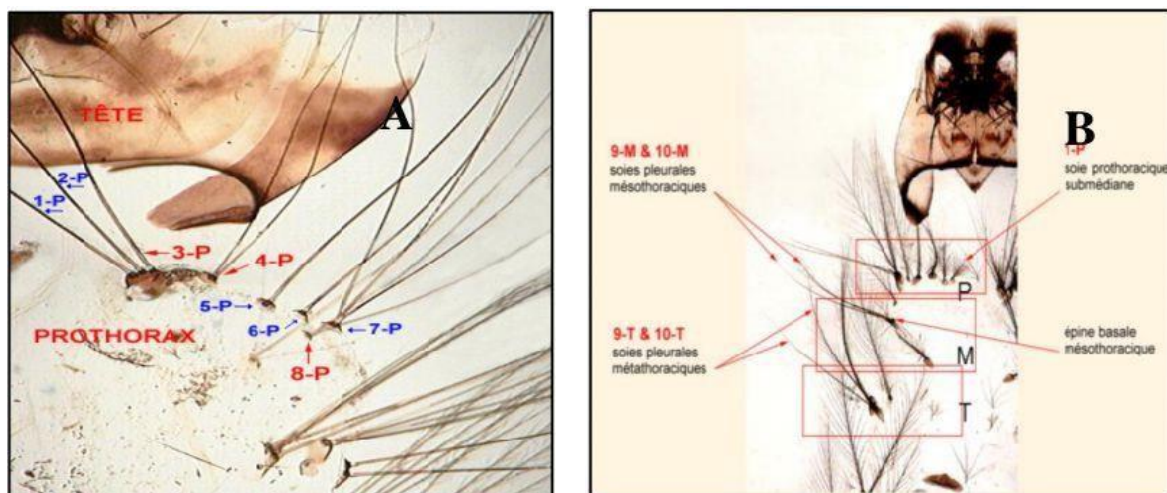


Figure 5 : Thorax de la larve des Culicinae et Anophelinae 3-p : soie prothoracique submédiane 4-P : soie prothoracique latérale 8-P : soie ventrale des séries latérales

A : Culicinae ; B : Anophelinae (Brunhes *et al.*, 1999).

3.2.3. Abdomen :

Il est constitué de neuf segments visibles. Les sept premiers sont relativement similaires et peuvent présenter des soies ou des sclérites, souvent significatifs sur le plan taxonomique. Le huitième segment est doté d'organes respiratoires : des orifices stigmatiques sessiles chez les Anophelinae, tandis qu'ils forment un siphon dorsal chez les Culicinae et les Aedinae larves (Duvallet *et al.*, 2017).

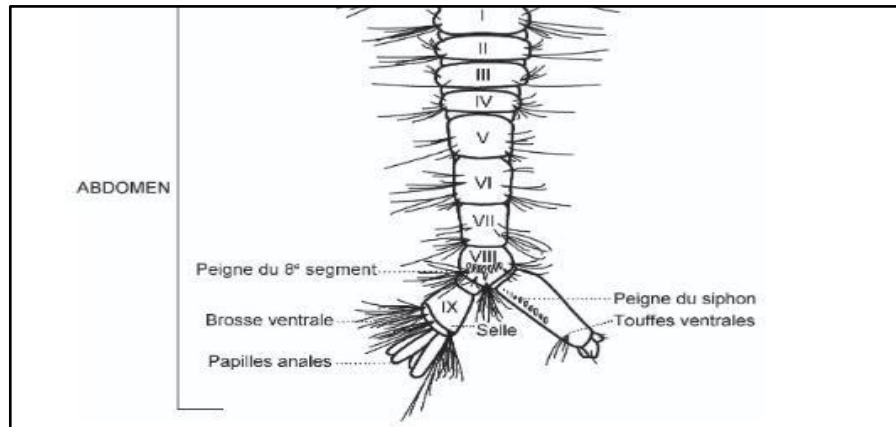


Figure 6 : Morphologie de l'abdomen des larves (Duvallet *et al.*, 2017).

3.3. Nymphe :

Après environ une semaine, la larve achève sa métamorphose et sa cuticule se rompt pour donner naissance à une nymphe (Singh *et al.*, 2012). Cette dernière possède un céphalothorax globuleux intégrant la tête et le thorax, ainsi que deux trompettes respiratoires. Son abdomen segmenté se termine par deux palettes natatoires, situées de part et d'autre du huitième segment (Figure 7).

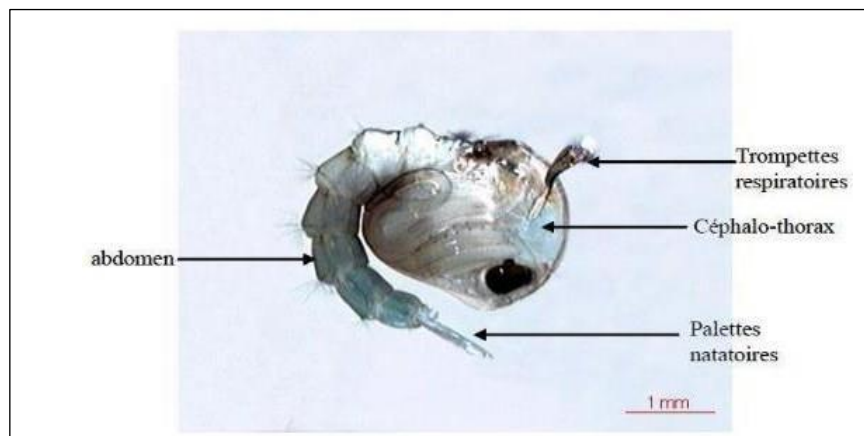


Figure 7 : Vue générale d'une nymphe des Culicidés (Larbi Cherif, 2015).

3.4. L'imago ou l'adulte :

Le corps du moustique adulte est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Selon les espèces, les adultes mesurent entre 5 et 20 mm (**Both, 1980 ; Wood, 1984**) (Figure 8 et 9).

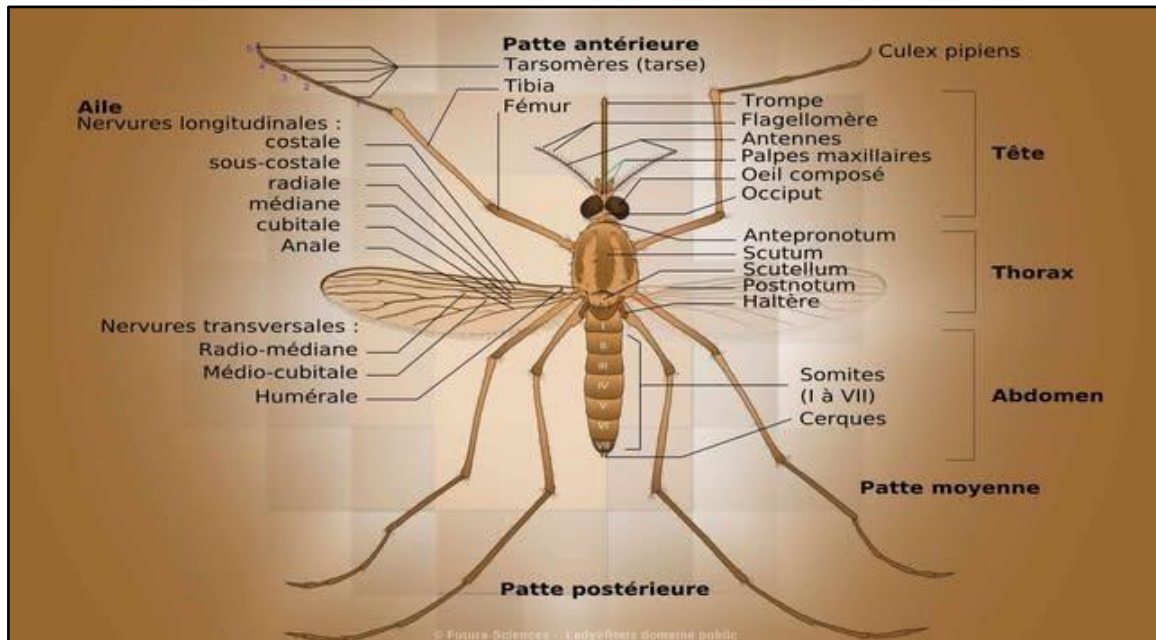


Figure 8 : Aspect générale d'une Culicinae adulte [02].

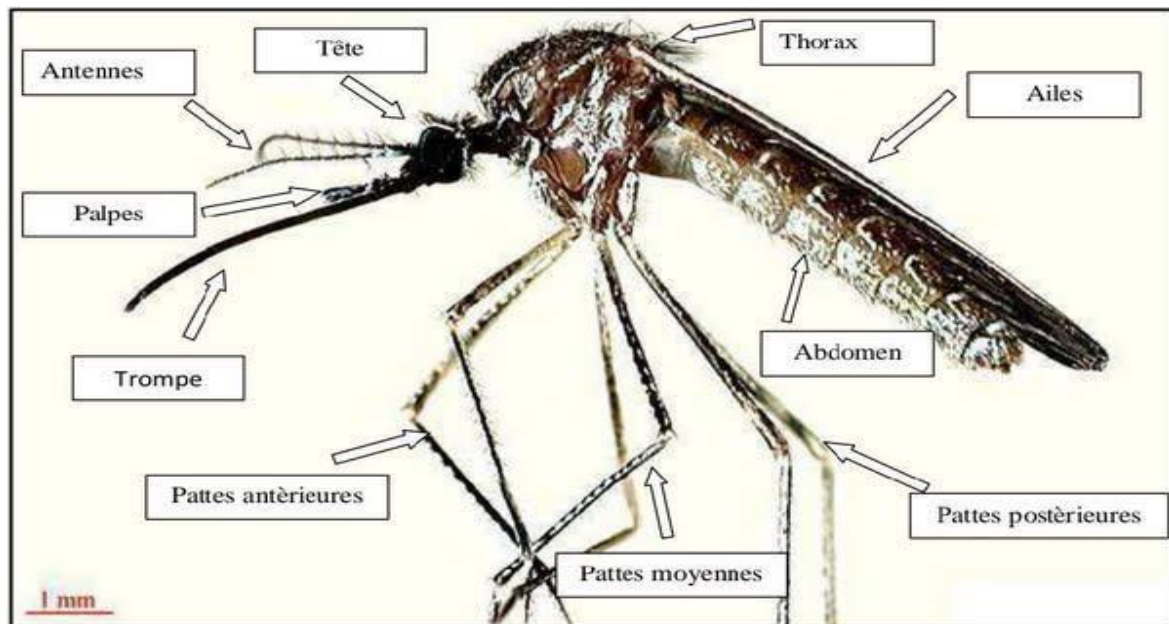


Figure 9 : Morphologie générale d'un adulte de Culicinae (**Brunhes et al., 1999**).

3.4.1. Tête :

La tête, de forme globuleuse et bien distincte du thorax, est supportée par un cou étroit. Les yeux, de grande taille et en forme de rein, sont constitués d'ommatidies juxtaposées et

occupent une large partie de la tête. Les antennes, situées sur la région faciale, se composent de plusieurs segments et d'un bourrelet d'insertion globuleux appelé scape. Le deuxième segment, nommé torus, est allongé et renferme l'organe auditif de Johnston, plus développé chez le mâle. La troisième partie des antennes, le flagellum ou flagelle, est constituée d'un nombre variable d'articles selon le sexe. Chez les femelles, de courtes soies se trouvent entre chaque article, donnant des antennes glabres, tandis que chez les mâles, elles sont longues et plumeuses. La tête porte également des appendices buccaux de type piqueur-suceur (**Himmi *et al.*, 1995**).

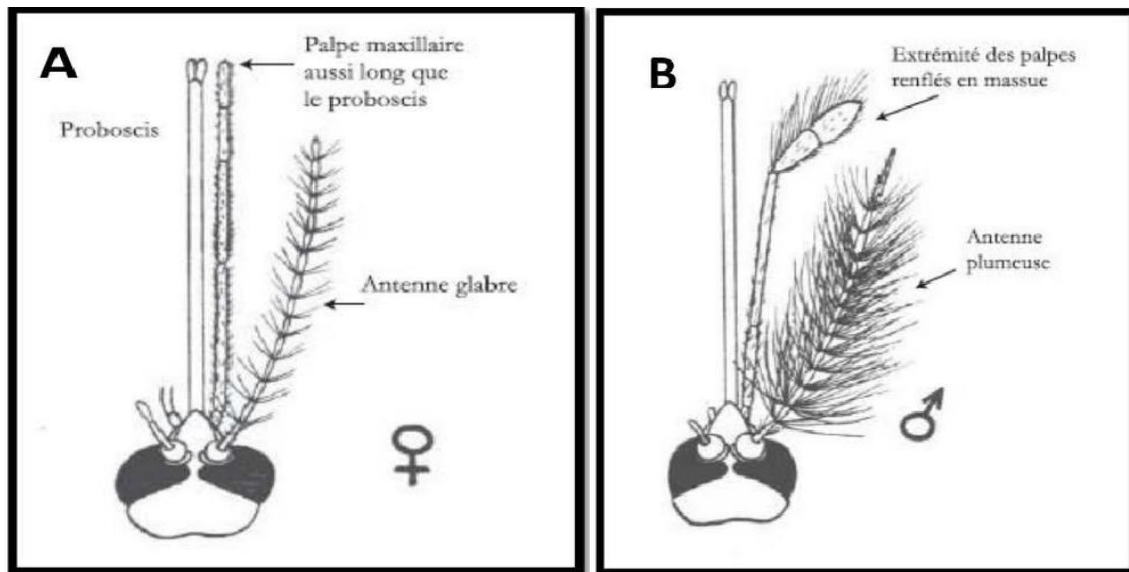


Figure 10 : Schéma de têtes d'Anophelinae (Holstein, 1949).

A : femelle d'Anophelinae.

B : male d'Anophelinae.

3.4.2. Thorax :

Il résulte de la fusion de trois segments rigides : le prothorax, le mésothorax et le métathorax (**Rioux, 1958**). Recouvert de poils allongés, son deuxième segment, le plus développé, porte une paire d'ailes couvertes de nombreuses écailles et dotées d'une nervation relativement simple. Sur ce même segment, on observe également une paire de cuillerons, de petites écailles membraneuses aux bords épaissis, considérées comme des annexes des ailes. Le troisième segment, moins visible et dépourvu d'ailes, est doté d'un riche réseau nerveux et semble jouer un rôle sensoriel. Il est essentiel au vol, car l'ablation d'un seul balancier le rend impossible (**Villeneuve et Désiré, 1965**).

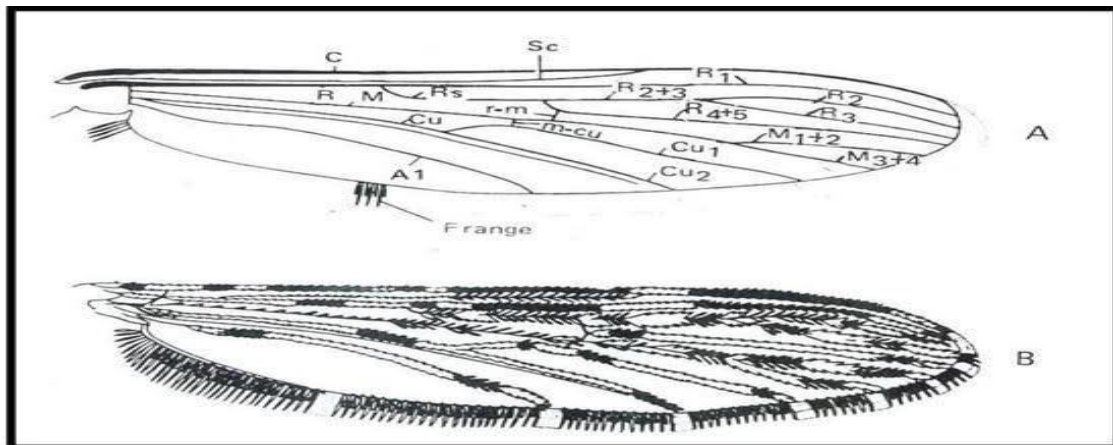


Figure 11 : Morphologie de l'aile chez les moustiques : (A : nervation ; C : la costale ; Sc : la sous-costale ; R : la radiale ; M : médiane ; Cu : cubitale ; A : anale ; B : nervation, écailles en place (Faran et Nthicum, 1981).

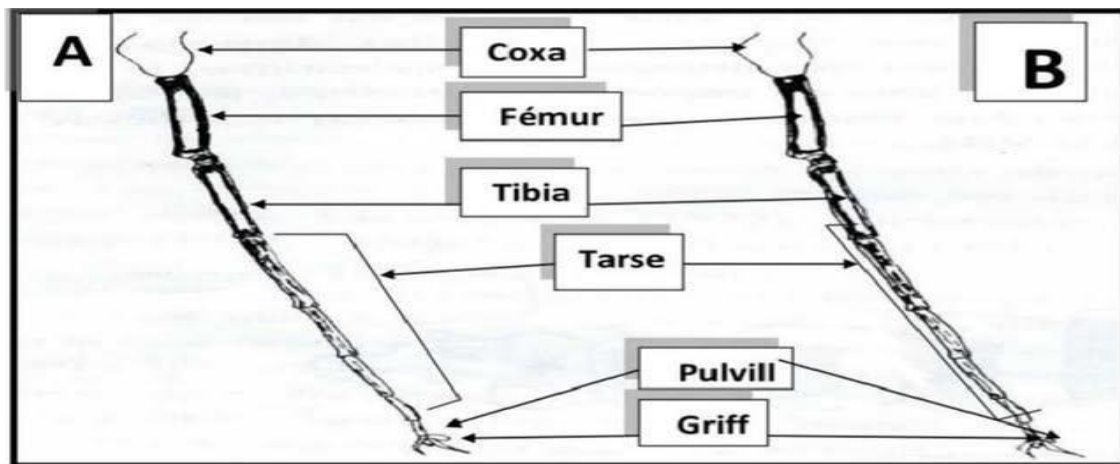


Figure 12 : Morphologie des pattes : A : antérieures B : postérieures

(Bendali-Saoudi, 2006).

3.4.3. Abdomen :

L'abdomen des moustiques est constitué de dix segments, dont les deux derniers forment les génitalia. Chaque segment comprend une partie dorsale (tergites) et une partie ventrale (sternite), reliées latéralement par des membranes souples. Ces membranes permettent l'expansion de l'abdomen lors du repas de sang, facilitant ainsi la respiration grâce aux mouvements d'expansion et de contraction qui favorisent la circulation de l'air au niveau des spiracles. Chez les mâles, les 9^e et 10^e segments, constituant les génitalia, présentent une structure très variable. Leurs caractéristiques morphologiques sont largement utilisées pour l'identification des espèces.

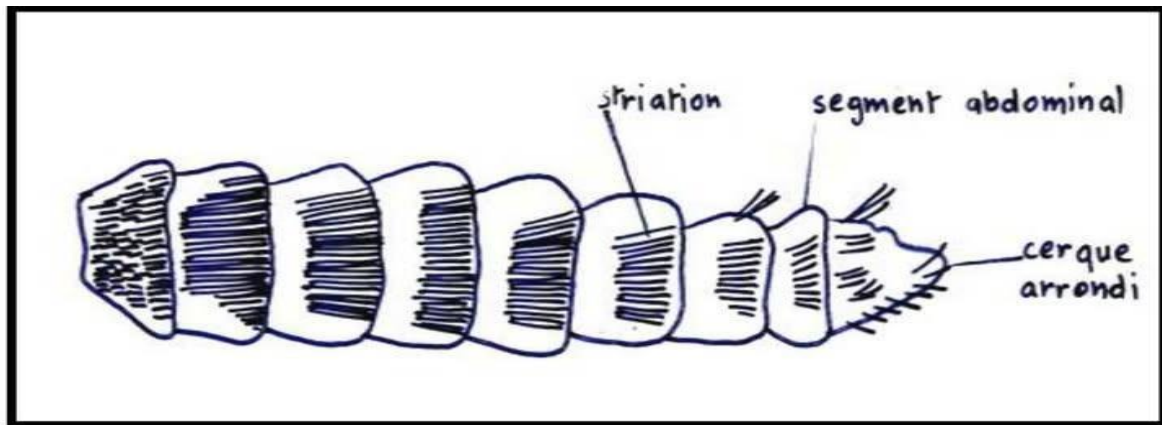


Figure 13 : Morphologie de l'abdomen (vue dorsale, femelle de *Culex pipiens pipiens*)

(Bendali-Saoudi, 1989).

4. Critères de différenciation :

Tableau (2) : caractéristiques essentielles distinguant les Anophelinae des Culicinae

(Brue-Chwatt, 1985).

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

5. Cycle de développement :

Le cycle de développement des moustiques s'étend sur une période de douze (12) à vingt (20) jours et comprend quatre (4) stades distincts : l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte. Cette métamorphose se divise en deux phases : une phase aquatique et une phase aérienne (Adisso et Alia, 2005).

- Phase aquatique (pré-imaginale) :

La croissance par mues, depuis l'œuf jusqu'à la nymphe, passe par quatre stades larvaires. Cette phase s'étend sur une durée de 5 à 90 jours, selon les conditions environnementales telles que la température et la disponibilité de nourriture.

- Phase aérienne (imaginale) :

Correspond à la période de reproduction sans croissance, durant laquelle l'insecte est à l'état d'imago. Elle s'étend de 2 à 3 semaines pour les mâles et de 1 à 6 mois pour les femelles hivernantes. Sa durée varie en fonction de l'espèce et des conditions environnementales.

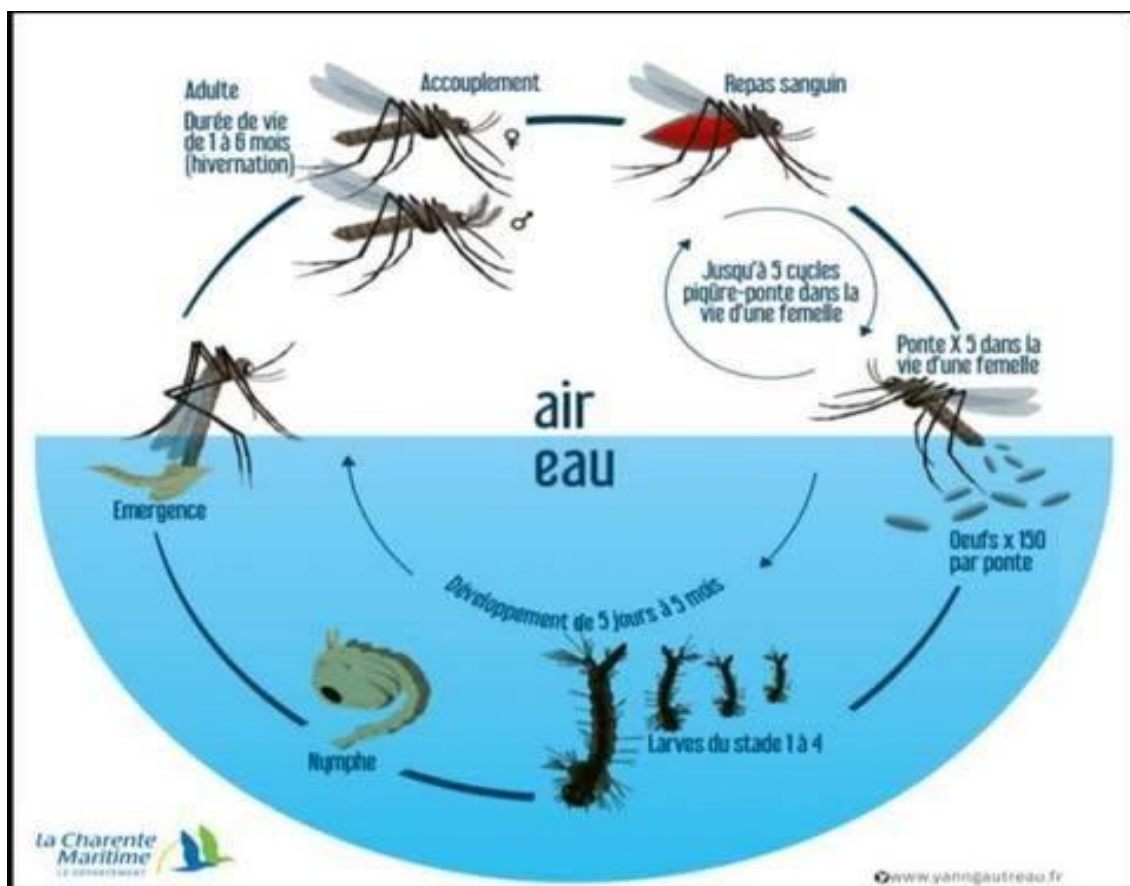


Figure 14 : Cycle de développement de Culicinae [03].

5.1. Accouplement :

L'accouplement des moustiques se déroule en vol ou au sein de la végétation. Chez les Nématocères, les espèces solitaires s'accouplent principalement la nuit. Chez les Culicidés, le mâle s'aligne ventre à ventre avec la femelle, et tous deux poursuivent leur vol ensemble pour la fertilisation, bien que rapide, nécessite une température minimale de 20°C. Un même mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles à des intervalles plus ou moins rapprochés (**Seguy, 1950**).

5.2. Ponte :

Après avoir ingéré du sang, la femelle se cache dans un endroit abrité pour digérer son repas. Selon l'espèce, elle pond ensuite, quelques jours plus tard, dans différents types d'environnements aquatiques ou sur le sol humide. Pour les espèces dendrotelmes, les œufs sont déposés sur le substrat humide à l'intérieur de creux d'arbres. En fonction des espèces, entre 50 et 300 œufs sont pondus en quelques heures ou répartis sur plusieurs jours. Les œufs du genre *Aedes* sont pondus isolément et nécessitent une période de dessiccation avant de pouvoir éclore (**Rioux, 1958**).

5.3. Développement larvaire et nymphose :

Une fois adulte, la larve devient moins active. Elle se métamorphose en nymphe, plus épaisse que la larve. La nymphe est active, mais reste parfois immobile juste sous la surface de l'eau, respirant par ses tubes respiratoires. Si elle est dérangée, elle coule au fond pour échapper aux prédateurs. Les nymphes de moustiques, même actives, ne se nourrissent pas (**Pihan, 1986**). Le stade nymphal dure généralement de 24 à 48 heures, durant lesquelles une métamorphose interne majeure se produit, la transformant en adulte ailé (**Singh et al., 2012**). L'émergence ne dure que quelques minutes, mais c'est une période risquée pour les moustiques, car ils sont vulnérables aux prédateurs (**Goulu, 2015**).

5.4. Mue imaginale :

La nymphe s'étire tandis que son tégument se fissure dorsalement, permettant à l'imago de s'extraire lentement de l'exuvie. L'adulte fraîchement émergé est encore fragile. Avant de prendre son envol, il demeure généralement à la surface, le temps que ses ailes se renforcent et que ses glandes sexuelles achèvent leur développement [04].

En règle générale, la longévité des adultes varie d'une semaine à plus d'un mois. En captivité, certains spécimens ont survécu jusqu'à deux mois. Les femelles ont une espérance de vie plus longue que les mâles, ces derniers périssant peu après l'accouplement [05].

5.5. L'émergence :

D'après (Bussieras et Chermette, 1991) ainsi que (Kettle, 1995), lorsque l'adulte atteint son développement complet au sein de son enveloppe nymphale, il reste en surface et commence à respirer. Le contact avec l'air entraîne alors le dessèchement de son tégument, provoquant une déchirure en forme de T sur sa face dorsale sous l'effet de l'augmentation de la pression interne. L'imago s'extrait progressivement en se remplissant d'air, puis, après le temps nécessaire au déploiement de ses ailes et de ses pattes grâce à l'augmentation de la pression de l'hémolymphe, il s'envole.

6. Alimentation des espèces :

6.1. Alimentation des larves :

Les larves de moustiques sont très mobiles et plongent en profondeur lorsqu'elles perçoivent une menace ou recherchent leur nourriture. Elles se nourrissent d'éléments planctoniques tels que des bactéries, des algues microscopiques et des protozoaires. Certaines espèces carnivores, comme les Toxorhynchites, peuvent également s'attaquer à des proies plus volumineuses, notamment des larves de Chironomes ou d'autres Culicidae. Leurs pièces buccales sont de type broyeur (Rodhain et Perez, 1985).

6.2. Alimentation des adultes :

De manière générale, les pièces buccales des Culicidae, et plus particulièrement celles des mâles, sont adaptées pour piquer et aspirer les sucres végétaux ainsi que le nectar des fleurs (Becker *et al.*, 2003). Ainsi, les moustiques mâles ne sont pas hématophages, ce qui explique leur faible mobilité par rapport à leur site d'émergence et leur rare présence à l'intérieur des habitations. Quant aux moustiques femelles, bien qu'elles consomment également des substances sucrées d'origine végétale, la plupart ont un régime hématophage.

Chez les femelles, la prise d'un repas de sang est essentielle à la maturation des œufs (Carnevale et Robert, 2009). Après la ponte, elles se nourrissent de nouveau, perpétuant ainsi le cycle. La durée de ce cycle, appelé cycle gonotrophique, varie en fonction des espèces et des conditions climatiques. Certaines espèces, comme le moustique urbain *Culex pipiens*, sont capables de réaliser une première ponte sans avoir besoin d'un repas de sang. Ces espèces, dites

autogènes, utilisent les réserves énergétiques accumulées durant leur stade larvaire. Cependant, pour les pontes suivantes, un repas sanguin devient indispensable. Les moustiques ont des périodes de piqûre privilégiées, généralement à l'aube et au crépuscule (**Guillaumot, 2006**).

Le mécanisme de la piqûre chez le moustique est relativement simple. Sa trompe contient notamment un canal salivaire et un canal alimentaire, dont l'extrémité est acérée en biseau. Au repos, ces structures sont protégées par une enveloppe souple appelée labium. Lorsque le moustique se nourrit, le labium se replie tandis que la trompe s'enfonce dans la peau à la recherche d'un capillaire sanguin qu'elle cathétérise. Durant cette phase, la salive est injectée à plusieurs reprises, contenant des substances qui induisent une anesthésie locale et empêchent la coagulation du sang à l'intérieur de la trompe. La quantité de sang absorbée varie de 4 à 10 mm³ (**Balenghien, 2007**).

7. L'habitat :

Les gîtes larvaires influencent la répartition des moustiques. Certaines espèces sont particulièrement abondantes dans les zones côtières, car elles privilégient les eaux salées ou saumâtres pour leur développement, comme les *Anopheles*. D'autres, telles que certaines espèces d'*Aedes*, se trouvent principalement à l'embouchure des fleuves, où elles se développent dans les eaux saumâtres. *Culex pipiens* préfère les eaux claires et propres, tandis que *Culex quinquefasciatus* se reproduit dans des environnements très pollués, comme les toilettes publiques et les égouts (**Kettle, 1995**).

8. Activité :

L'activité spontanée représente la première phase de la recherche d'un hôte et repose sur la perception des composés volatils émis par celui-ci. Indépendante des facteurs internes de l'hôte, elle est régulée de manière endogène en fonction du rythme circadien et de l'état physiologique de la femelle moustique. Chez les *Anopheles*, ce comportement se manifeste principalement la nuit et à l'intérieur des habitations (**Lundwall et al., 2005 ; Carnevale et Robert, 2009**), tandis que chez les *Aedes*, il se produit en extérieur, surtout aux premières et dernières heures du jour (**Cardé et Gibson, 2010**). Les insectes hématophages adoptent deux stratégies distinctes :

- **Stratégie passive (attente et observation)** : L'insecte reste immobile en attendant un signal révélant la présence d'un hôte. Cette approche est courante chez les insectes diurnes tels que *Aedes aegypti*, qui peut utiliser des signaux visuels pour repérer son hôte (**Carde et Gibson, 2010**).

- **Stratégie active (recherche)** : L'insecte effectue un vol de recherche, souvent en zigzag et contre le vent, pour trouver un bouquet d'odeurs attractif. Cette stratégie a été observée chez *Anopheles gambiae* et fait appel à un comportement de klinokinèse, permettant à l'insecte de s'orienter vers la source de stimulus la plus intense (**Carde et Gibson, 2010**). Lorsqu'une femelle détecte un bouquet d'odeurs émanant d'un hôte, elle modifie son comportement pour adopter un vol dirigé.

9. Rôle écologique :

Les Culicidés jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes, notamment en tant que principaux vecteurs d'agents pathogènes. On les trouve sur toutes les surfaces émergées, à l'exception de l'Antarctique. Les mâles, qui se nourrissent de nectar, contribuent à la pollinisation au même titre que les autres diptères.

Les moustiques jouent un rôle clé dans la biodiversité spécifique et fonctionnelle des zones humides, comme les ruisseaux, les marécages et les régions soumises aux saisons des pluies dans les pays tropicaux. Ils sont précieux pour les biologistes, qui les utilisent comme bio-indicateurs. Les Culicidés, à la fois sous forme de larves et d'adultes, constituent une source de nourriture essentielle pour de nombreux prédateurs (insectes, lézards, batraciens, oiseaux...), contribuant ainsi au transfert de biomasse de l'eau vers la terre. Certaines larves, représentant une part significative de la biomasse des écosystèmes aquatiques, filtrent jusqu'à deux litres d'eau par jour en se nourrissant de micro-organismes et de déchets organiques, jouant ainsi un rôle dans la bio-épuration des eaux marécageuses. Bien que souvent perçus négativement, les moustiques remplissent des fonctions écologiques essentielles qui restent largement sous-estimées. Plutôt que de les considérer uniquement comme nuisibles, il est nécessaire de reconnaître leur impact globalement plus bénéfique que néfaste (**Fang, 2010**).

10. Répartition géographique :

- **Dans le monde :**

Le moustique appartenant à la famille des Culicidae est présent en abondance dans une grande variété d'habitats, allant des sommets enneigés des montagnes jusqu'aux profondeurs abyssales, en passant par les déserts et les forêts tropicales. On retrouve les Culicidae en grand nombre dans les zones tempérées d'Europe, d'Afrique, d'Asie ainsi que d'Amérique du Nord et du Sud (**Morin, 2002**).

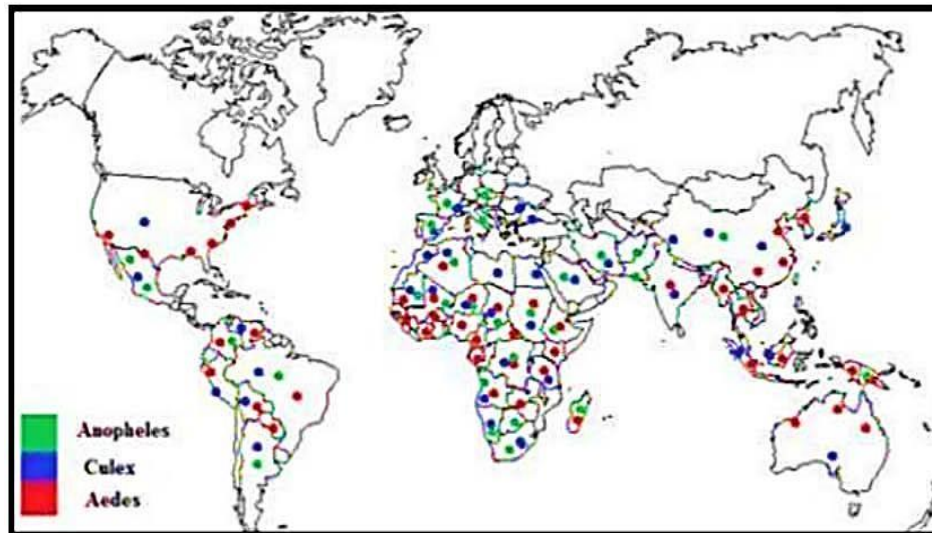


Figure 15 : Distribution géographique des moustiques dans le Monde (Labeled, 2019).

- En Algérie :

Dans les villes algériennes, les Culicidae sont largement répartis sur le territoire (Tabti et Abdellaoui-Hassaine, 2009). Selon (Kettle, 1990) et (Berchi, 2000), seules deux sous-familles, les Culicinae et les Anophelinae, sont présentes en Algérie, regroupant six genres distincts.

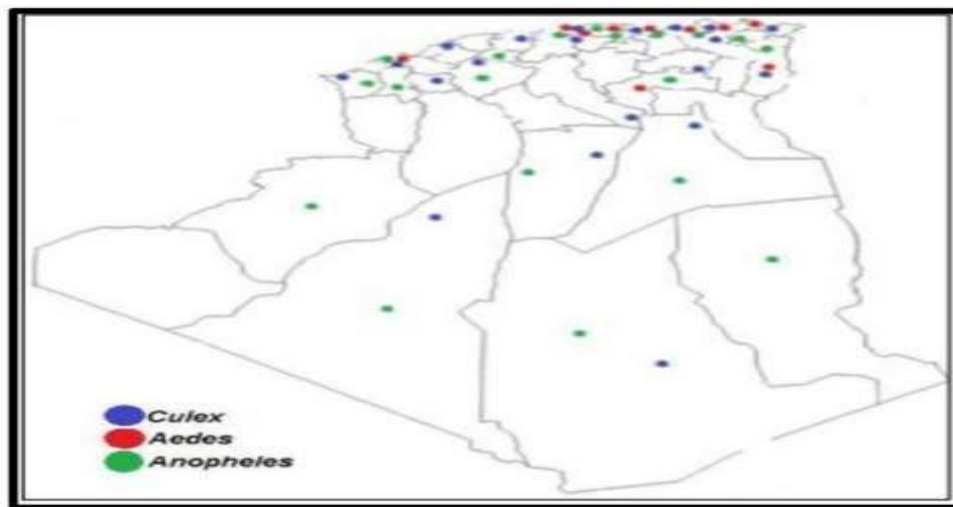


Figure 16 : Répartition géographique des moustiques en Algérie (Labeled, 2019).

11. Rôle pathogène :

Les Culicidés jouent un rôle essentiel dans la transmission des maladies. Certains se nourrissent de leur hôte sans provoquer de dommages, tandis que d'autres peuvent transmettre des agents pathogènes susceptibles d'entraîner la mort de leur hôte (Benyoub, 2007).

- Les Pathogènes transmis à l'homme par les Culicidae :

Les maladies à transmission vectorielle sont des infections causées par des agents pathogènes (virus, parasites ou bactéries) et transmises d'un individu infecté à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode hématophage, comme les moustiques et autres insectes piqueurs (Barré-Cardi, 2014).

Chez les culicidés, la transmission des maladies humaines se fait principalement par une piqure infectieuse. Par exemple, les *Anopheles* sont les vecteurs exclusifs du parasite *Plasmodium*, responsable du paludisme chez les mammifères (Robert, 2012). Le tableau suivant résume les principales maladies transmises à l'homme par les différents genres de culicidés.

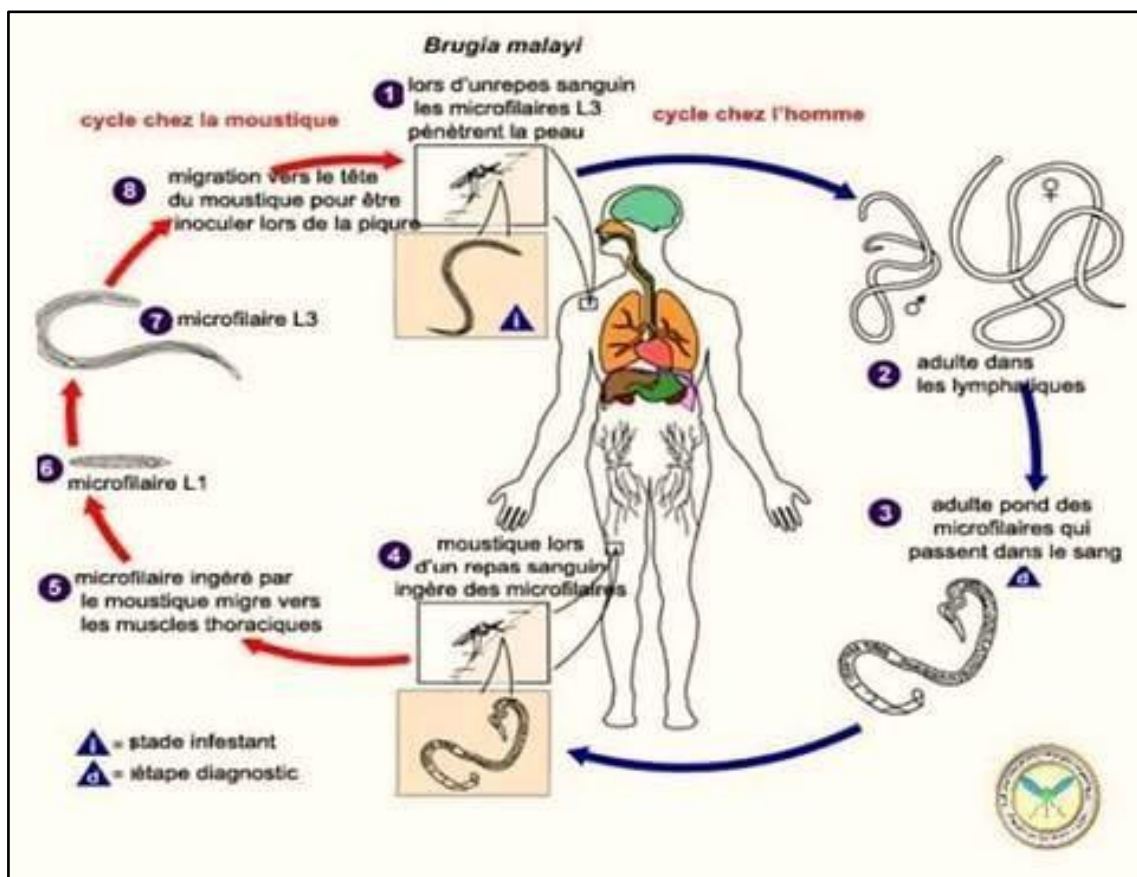


Figure 17 : Cycle de transmission de la filariose [06].

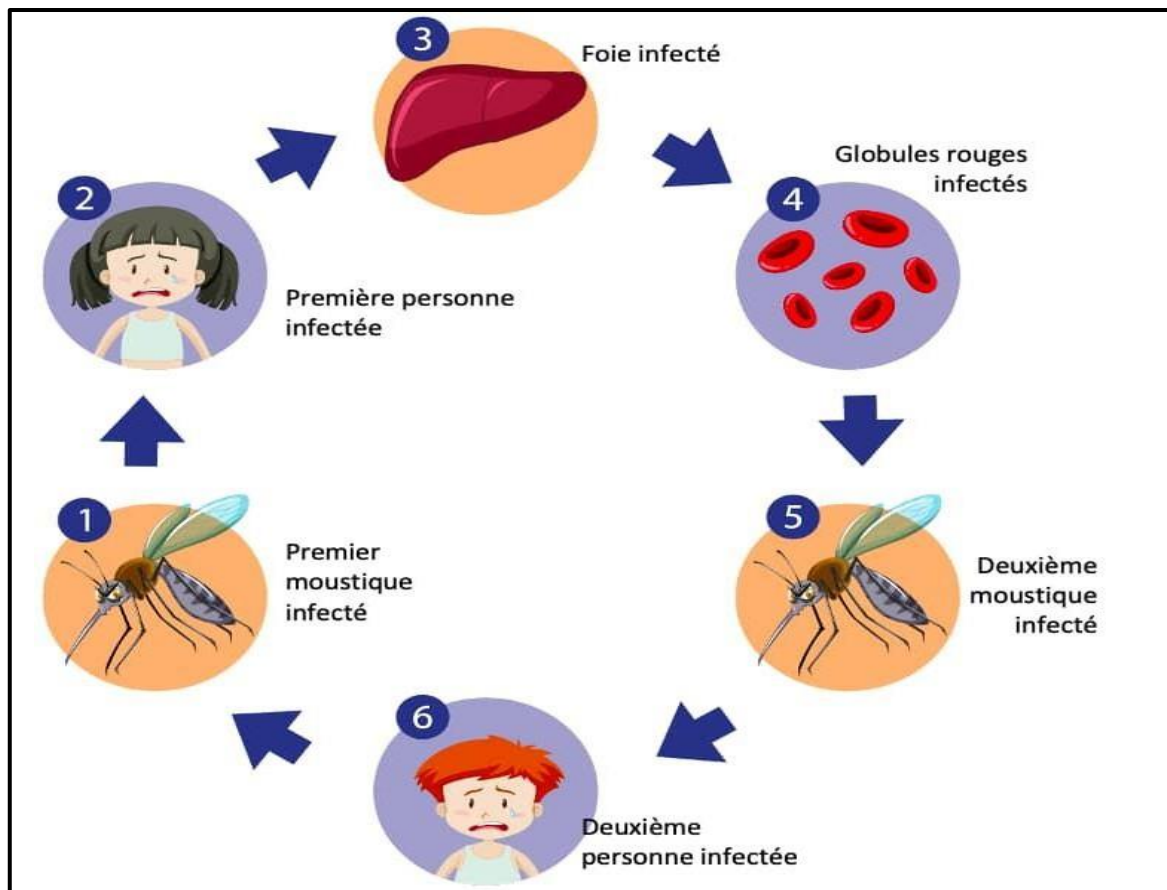


Figure 18 : Cycle de transmission du Paludisme [07].

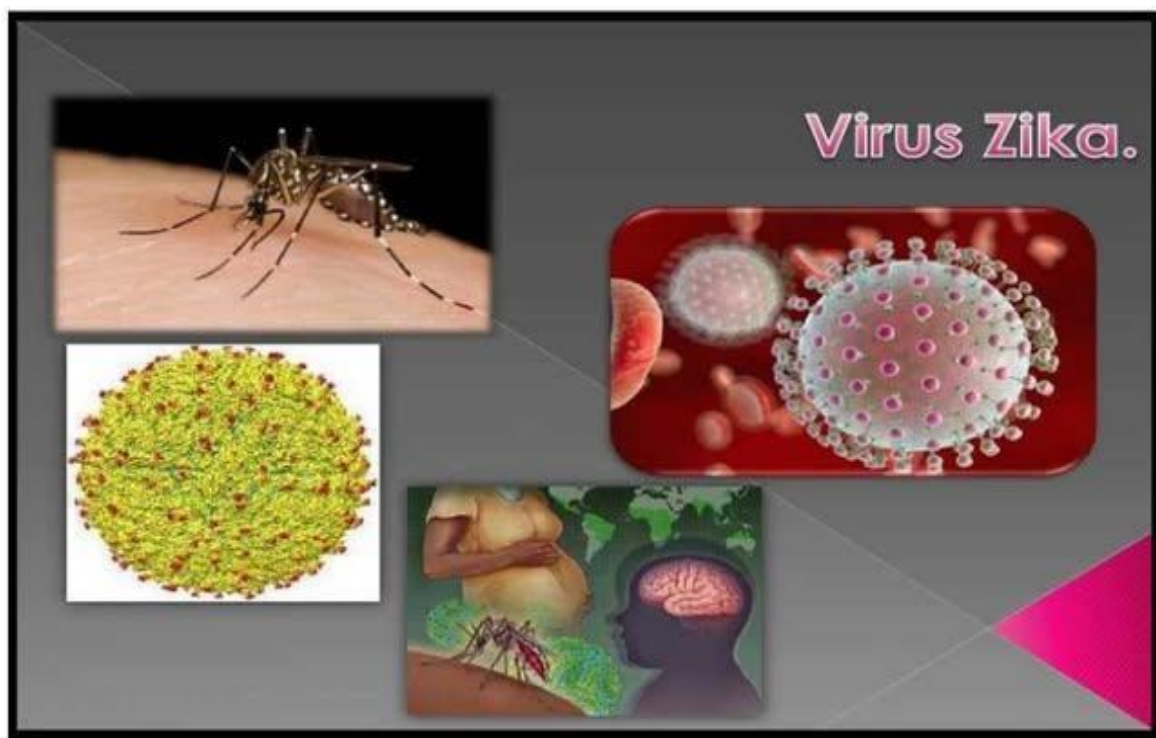


Figure 19 : Cycle de transmission du virus Zika [08].

12. Moyenne de lutte contre les moustiques :

Les culicidés, en se nourrissant de sang, peuvent transmettre des agents pathogènes, constituant ainsi un enjeu majeur de santé publique. La lutte antivectorielle repose sur un large éventail de méthodes, adaptées aux espèces ciblées et aux contextes épidémiologiques.

Les stratégies mises en place doivent tenir compte du système de transmission des vecteurs, de la durabilité des actions entreprises et des coûts associés (**Fontenille, 2008**).

- La lutte Physique :

Pour lutter contre les moustiques nuisibles comme *Culex pipiens* et *Aedes albopictus*, qui prolifèrent particulièrement en milieu urbain où la densité humaine est élevée, les techniques physiques sont très efficaces, à condition que la population soit bien sensibilisée. Ces mesures consistent principalement à éliminer les sites de reproduction larvaire à l'intérieur et autour des habitations. D'après (**Bouree et al., 2015**), il est conseillé de retirer les petits détritiques tels que les déchets organiques (fruits tombés, débris végétaux), de remplacer l'eau des pots de fleurs par du sable humide, de s'assurer du bon écoulement des gouttières et des rigoles d'eau de pluie, ainsi que de couvrir les réservoirs d'eau avec une moustiquaire, de préférence imprégnée. De plus, il est recommandé de tailler les arbres et de boucher les cavités dans leur écorce pour éviter l'accumulation d'eau. Si possible, l'usage de la climatisation dans les habitations peut également contribuer à limiter leur présence. Selon (**Carnevale et Robert, 2017**), diverses mesures de protection peuvent être mises en place dans les habitations pour réduire le contact avec les moustiques ou limiter leur densité et leur longévité. Parmi celles-ci figurent l'utilisation de ventilateurs, de grillages aux fenêtres, de rideaux imprégnés et d'autres systèmes de fermeture des points d'entrée. L'application de répulsifs sur la peau et les vêtements, ainsi que l'utilisation de serpentins, de plaquettes ou d'autres dispositifs anti-moustiques, sont également recommandées.

- La Lutte génétique :

L'étude de la génétique formelle constitue une base essentielle pour des recherches approfondies, notamment dans le développement et l'évaluation des stratégies de lutte génétique (**Laven, 1971**). Ces approches visent à induire des modifications physiologiques permettant soit l'élimination des populations locales de moustiques, soit la réduction de leur sensibilité aux infections et de leur capacité à transmettre des agents pathogènes (**OMS, 2020**). (**Dajoz, 1975**), a souligné que l'introduction massive de mâles stériles dans une population

naturelle présente un avantage supérieur à l'utilisation d'insecticides. Par ailleurs, la libération de moustiques mâles stériles génétiquement modifiés (MGM) a été proposée comme une stratégie efficace pour limiter la prolifération d'*Aedes albopictus*, étant donné que la femelle ne s'accouple qu'une seule fois (Bouree *et al.*, 2015 ; Balatsos *et al.*, 2021 ; Oliva *et al.*, 2021).

- La Lutte chimique :

Les méthodes de lutte contre les moustiques reposent principalement sur l'utilisation de produits chimiques, notamment les organophosphorés, les pyréthrinoïdes et les carbamates de synthèse, qui agissent comme insecticides (Tolle, 2009 ; Becker *et al.*, 2010 ; Hamaidia et Soltani, 2019). Bien que la lutte chimique demeure le principal moyen de contrôle des insectes nuisibles et vecteurs de maladies, elle intègre de plus en plus des régulateurs de croissance des insectes (IGRs) et des perturbateurs de croissance (IGDs) (Meir Paul et Tarlochan, 2012). Ces substances sont très efficaces mais peuvent présenter des risques pour l'environnement et la santé humaine. Un défi majeur de cette approche réside dans le développement de résistances aux insecticides chez les moustiques (Haubruge et Amichot, 1998). Ce phénomène inquiétant entraîne l'accumulation de ces polluants chimiques dans l'organisme des insectes, favorisant leur persistance dans les chaînes trophiques et amplifiant leurs effets. Par exemple, *Culex pipiens* est reconnu pour sa résistance aux insecticides en milieu urbain. Selon (Weill *et al.*, 2003), cette espèce développe des résistances à plusieurs substances, dont le DDT, les pyréthrinoïdes, les carbamates, les organophosphorés et les toxines de *Bacillus sphaericus*. (El-Akhal *et al.*, 2016), ont constaté une résistance de *Cx. pipiens* au téméphos et à d'autres organophosphorés, tandis que (Ser et Cetin, 2019), ont rapporté que la deltaméthrine provoque un taux de mortalité de 58,78 % à 97,56 % chez cette espèce, alors que la perméthrine entraîne une mortalité totale. De leur côté, (Haddad *et al.*, 2022), ont mis en évidence la sensibilité d'*Aedes albopictus* aux pyréthrinoïdes et aux carbamates, mais sa résistance aux organophosphorés et organochlorés. D'après (Duvallat et Chabasse, 2020), les stratégies de lutte visent quatre objectifs principaux : éviter les piqûres de moustiques, réduire la densité des populations en dessous du seuil de nuisance, limiter les contacts entre les moustiques et leurs hôtes vertébrés, et diminuer la longévité des femelles, qui représentent le principal risque de transmission de pathogènes. Dans une approche de lutte intégrée, plusieurs méthodes sont combinées : la gestion environnementale et le contrôle physique, le contrôle chimique, le contrôle génétique et le contrôle biologique par l'introduction d'entomophages et de micro-organismes entomopathogènes (Bawin *et al.*, 2014).

- **La lutte antivectorielle :**

Englobe la prévention, le contrôle et la surveillance des arthropodes hématophages, responsables de la transmission d'agents pathogènes à l'homme et aux vertébrés. Elle inclut également la gestion des insectes nuisibles lorsqu'ils sont des vecteurs potentiels ou que leur présence représente une menace pour la santé publique ou vétérinaire (**Fontenille et al., 2009**). Son objectif principal est de réduire la mortalité et la morbidité liées aux maladies à transmission vectorielle (**Bouyer et al., 2017**).

- **La lutte biologique :**

La lutte biologique consiste à utiliser des prédateurs, des parasites ou des agents pathogènes comme ennemis naturels :

- **Par les poissons larvivores :** l'utilisation de poissons culiciphages, prédateurs naturels des larves de moustiques, constitue une méthode de lutte efficace (**Fécherolle, 2008**).
- **Par les champignons :** les espèces *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* sont couramment employées. L'infection des moustiques adultes par leurs spores entraîne

leur mort en 11 à 14 jours, ce qui, chez les *Anopheles*, peut réduire jusqu'à 80 fois leur capacité à transmettre *Plasmodium* sp. (**Blanford et al., 2005**).

- **Moustiques prédateurs :** Les larves du genre *Toxorhynchites* se nourrissent des larves d'autres moustiques.
- **Lâcher de mâles stériles :** Cette méthode de lutte biologique, connue sous le nom de technique de l'insecte stérile (TIS), est une stratégie autocide. En Europe, elle est exemptée des réglementations sur les organismes génétiquement modifiés (EFSA Panel on Genetically Modified Organisms) (**GMO, 2013**). Elle repose sur l'élevage en masse de mâles, qui sont ensuite stérilisés par irradiation avant d'être relâchés, de préférence par voie aérienne, afin de s'accoupler avec les femelles sauvages (**Dyck et al., 2005**).

Partie Expérimentale

Matériel & Méthodes

Matériel et Méthodes :

1. Présentation du site d'étude :

1.1. Situation géographique :

La wilaya de Guelma est située au nord-est de l'Algérie, aux coordonnées 36°25'N et 7°25'E. Sur le plan géographique, elle représente un carrefour stratégique reliant les pôles industriels du nord, tels qu'Annaba et Skikda, aux zones d'échange du sud, notamment Oum El Bouaghi et Tébessa. Elle bénéficie également de la proximité de la frontière tunisienne à l'est. Nichée au cœur d'une vaste région agricole, à une altitude de 290 mètres, la wilaya s'étend sur une superficie de 386 624 hectares et est entourée de massifs montagneux tels que Maouna, Debagh et Houra. Elle est délimitée au nord par la wilaya d'Annaba, au nord-est par El Tarf, au nord-ouest par Skikda, à l'ouest par Constantine, au sud par Oum El Bouaghi, et à l'est par Souk Ahras, région frontalière avec la Tunisie (Chahat, 2018).

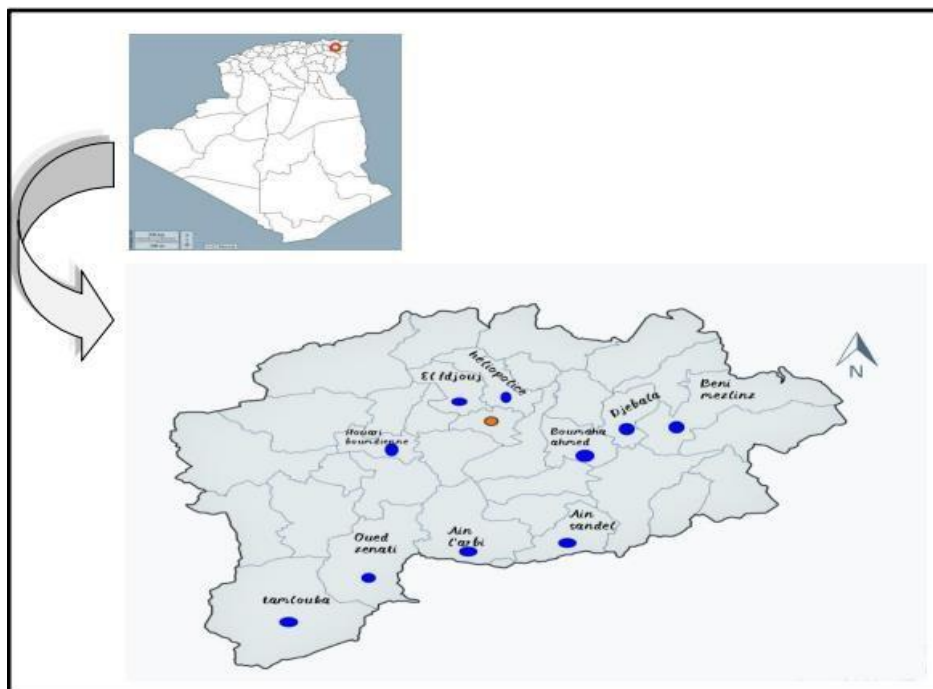


Figure 20 : La situation géographique de la wilaya de Guelma [09].

La ville de Bouchegouf se trouve à 35 kilomètres de Guelma, à 58 kilomètres d'Annaba, à 42 kilomètres de Souk Ahras, à 91 kilomètres d'El Taref, et à 560 kilomètres de la capitale Alger, soit environ une heure de vol ou six heures par autoroute. Elle est également située à 299 kilomètres de Tunis, la capitale tunisienne, et à seulement 85 kilomètres de la frontière avec la Tunisie. Bouchegouf constitue la troisième plus grande ville de la wilaya de Guelma, après Guelma et Oued el Zenati. Elle s'étend sur une superficie de 121,75 km² et compte environ 26 686

habitants. Bouchegouf est située à une altitude de 155 mètres et ses coordonnées géographiques en décimales sont : latitude 36,4717 et longitude 7,72976.

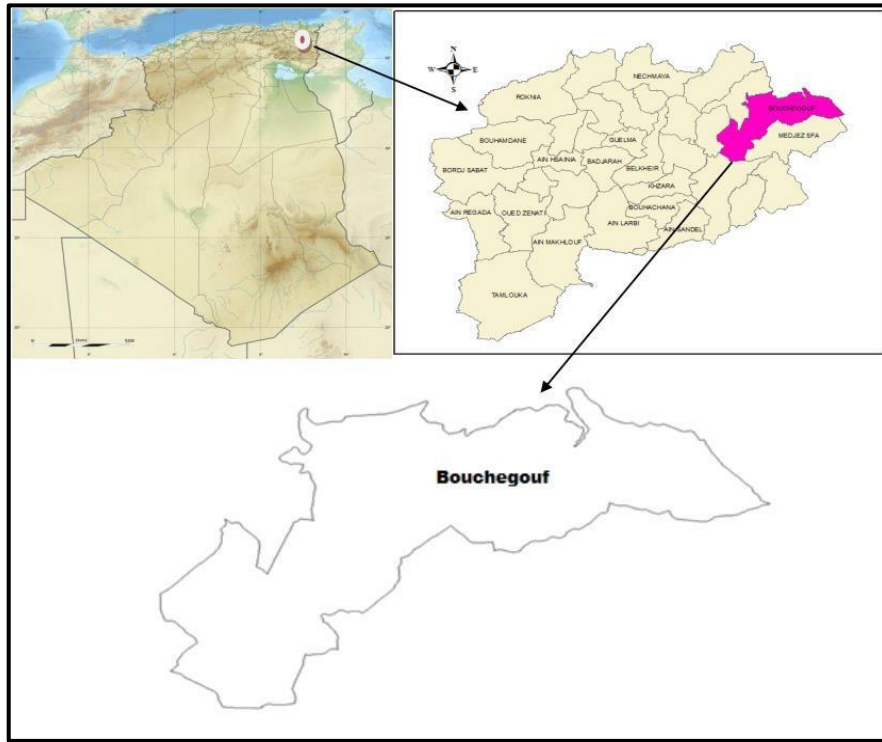


Figure 21 : La situation géographique de la zone d'étude de Bouchegouf [10].

1.2. Hydrogéologie :

Le territoire de la Wilaya de Guelma se divise globalement en quatre zones hydrogéologiques distinctes, correspondant à des sous-bassins versants :

1.2.1. Zones de Guelma et des plaines de Bouchegouf (centre et basse vallée de la Seybouse) :

Les nappes captives du champ de Guelma s'étendent sur environ 40 km le long de la vallée de la Seybouse. Elles sont alimentées par les infiltrations et les ruissellements provenant de l'Oued Seybouse, et offrent un débit exploitable de 385 l/s. Ces nappes représentent les ressources souterraines les plus importantes de la wilaya. En revanche, dans la plaine de Bouchegouf, les alluvions semblent moins perméables que ceux observés à Guelma, ce qui limite le développement d'une nappe alluviale de grande ampleur [11].

1.2.2. La zone des Djebels au nord et nord-ouest :

Cette zone couvre tout le nord de la Wilaya, incluant l'ensemble de l'Oued Zénati ainsi que le nord de la région de Guelma. En dehors des plaines, elle est principalement constituée

d'argiles rouges numidiennes surmontées de grès faiblement perméables. Bien que l'on y trouve de nombreuses sources, leur débit tend à diminuer en période estivale. Malgré une pluviométrie relativement élevée, la perméabilité de la zone reste faible. Toutefois, les calcaires crétacés inférieurs des Djebels Debagh et Taya offrent des conditions favorables à l'infiltration. Globalement, même si les précipitations sont abondantes, notamment dans le nord, les réserves en eau souterraine de la région demeurent modestes [11].

1.2.3. La zone des plaines et collines de Tamlouka :

Il convient de souligner que les structures synclinales du Crétacé supérieur peuvent renfermer des nappes actives, alimentées par des infiltrations au niveau de calcaires dont la perméabilité devient faible en profondeur [11].

1.2.4. La zone des Djebels dominant les Oueds Sedrata et Hélià :

Cette région s'étend au nord de Tamlouka et au sud des zones de Guelma et Bouchegouf. Sa partie méridionale est la plus riche en ressources hydriques. Elle est caractérisée par la présence de vastes dalles calcaires du Crétacé supérieur reposant sur des marnes, où plusieurs sources importantes émergent à leur contact. Dans la partie la plus vaste de la zone, les formations calcaires sont davantage redressées et fragmentées, ce qui permet également [11].

L'apparition de sources, parfois notables, à l'interface entre les calcaires et les marnes. Globalement, les ressources en eau de surface, notamment celles des Oueds Sedrata et Hélià, restent prédominantes [11].

1.3. Données climatiques de la région d'étude :

La description du climat repose principalement sur certains paramètres clés, notamment la température et les précipitations. Pour caractériser le climat de notre zone d'étude, nous nous sommes appuyés sur les données météorologiques enregistrées par la station de Belkhier au cours de la période allant de 2002 à 2013 (Haffaressas, 2018).

1.3.1. Le climat :

La région appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, marqué par des hivers froids et pluvieux ainsi que des étés chauds et secs. Les vents dominants soufflent du nord-ouest, tandis que le sirocco, un vent saisonnier, prédomine durant les mois de juillet et août. Les précipitations annuelles moyennes ne dépassent pas 600 mm (Chahat, 2018).

Le territoire de la Wilaya bénéficie d'un climat semi-humide dans ses zones centrale et nordique, et semi-aride dans sa partie sud. Ce climat se caractérise par des hivers doux et pluvieux, ainsi que des étés chauds. Les températures oscillent entre 4°C en hiver et 35,4°C en été. La pluviométrie annuelle moyenne enregistrée dans la Wilaya varie généralement entre 400 et 500 mm (O.N.M, 2022).

1.3.2. La température :

La température constitue le principal facteur climatique, car elle joue un rôle déterminant dans le développement des insectes (Haffaressas, 2018).

Tableau (3) : Les températures en (°C) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025) [12].

Mois	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
T °C	15.8	20.3	25.8	28.1	28.5	24.6	22.3	17.3	11.1	11.5	12.1	16.0

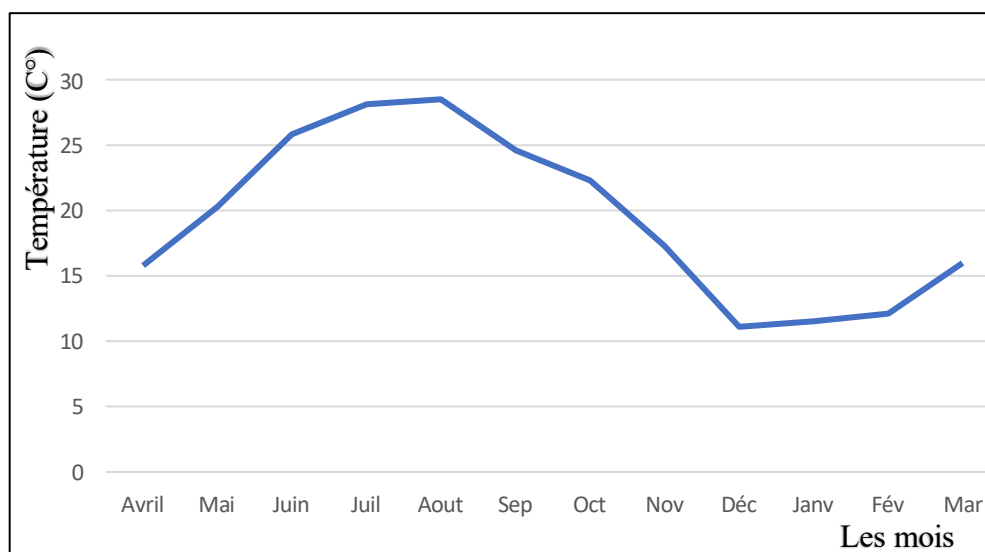


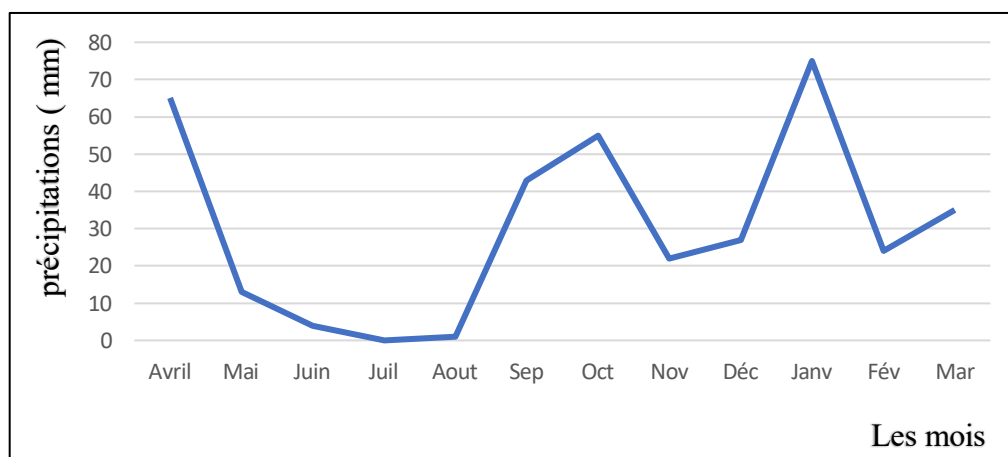
Figure 22 : Les températures de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).

1.3.3. La précipitation :

Le terme « précipitations » désigne l'ensemble des formes d'eau provenant de l'atmosphère, qu'elles soient liquides ou solides, comme la pluie, la neige ou la grêle (Rouaiguia, 2015).

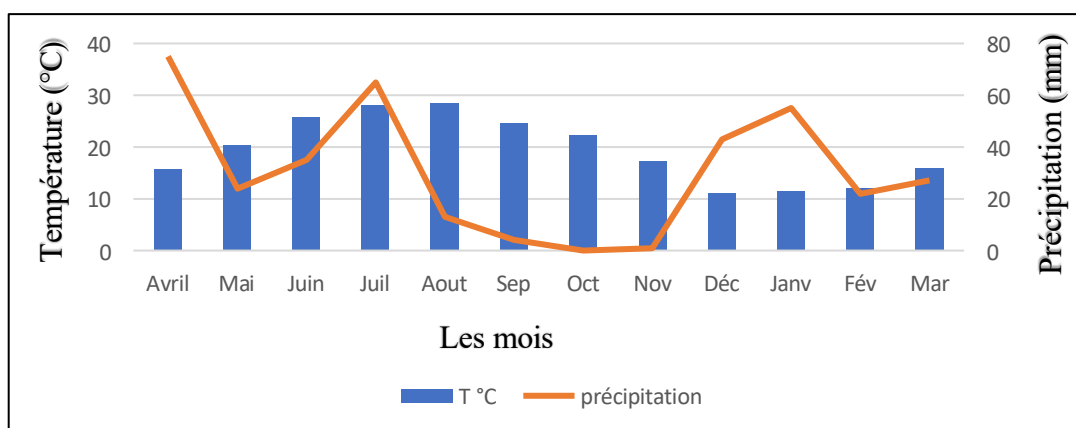
Tableau (4) : Les précipitations en (mm) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025) [12].

Mois	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
Précipitation mm	65	13	4	00	1	43	55	22	27	75	24	35

**Figure 23 :** Les précipitations de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).

1.3.4. Diagramme ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région, il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné (**Dajoz, 2006**). Le climat est sec quand la courbe des températures se trouve au-dessus de celle des précipitations. Ainsi le climat est humide dans le cas contraire (**Dreux, 1980**).

**Figure 24 :** Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Guelma durant l'année (Avril 2024- Mars 2025).

1.3.5. L'humidité :

L'humidité est un facteur climatique dont l'excès entrave l'ouverture des étamines, tandis qu'un air sec en favorise l'éclatement (Rouaiguia, 2015).

Tableau (5) : L'humidité en (%) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025) [12].

Mois	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
L'humidité %	75	70	50	42	44	58	80	92	85	77	80	78

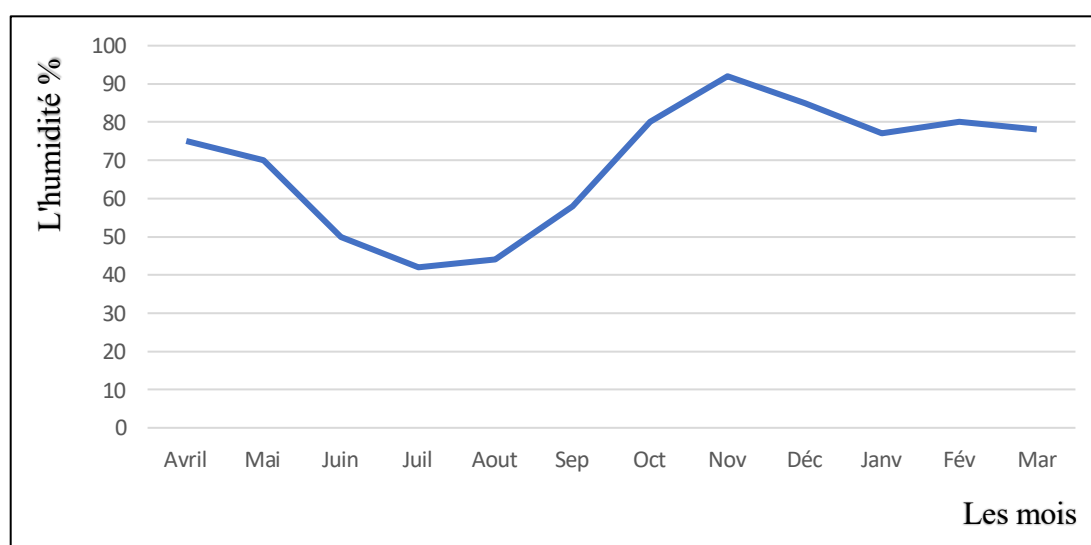


Figure 25 : L'humidité de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).

1.3.6. Le vent :

Le vent constitue un facteur climatique important influençant le fonctionnement des écosystèmes dans la région (Nadji, 2011).

À Guelma, les vents dominants présentent une vitesse moyenne de 7,7 km/h.

Tableau (6) : Le vent en (km/h) de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025) [12].

Mois	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
Le vent km/h	14.6	13.3	13.7	12.5	14.2	14.8	11.9	13.7	14.3	14.5	14.6	13.6

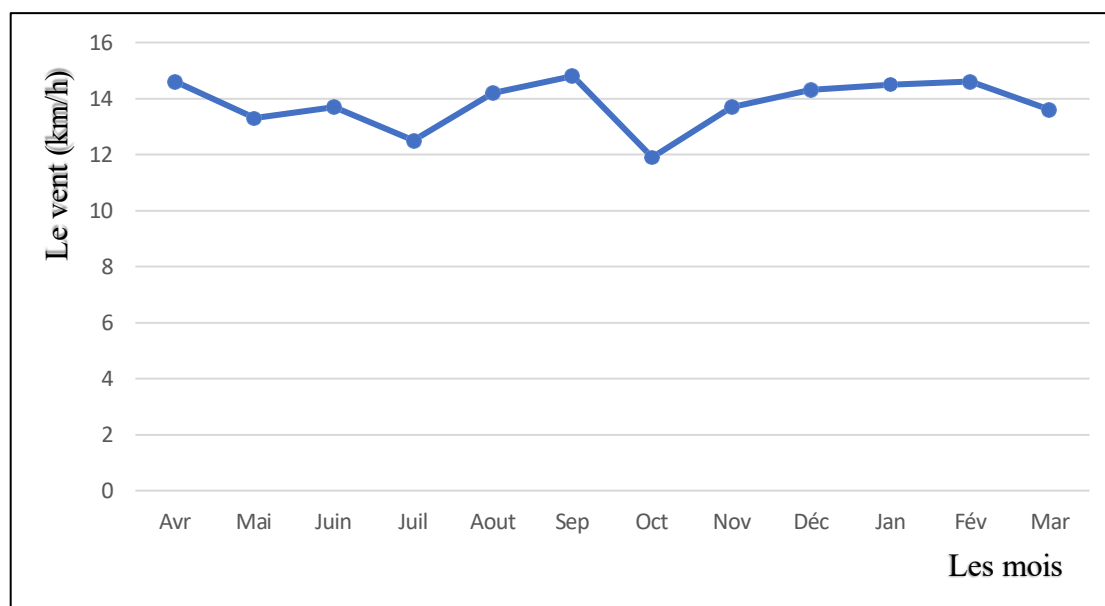


Figure 26 : Le vent de Guelma en (Avril 2024- Mars 2025).

1.4. Choix et description des stations d'étude

Une prospection préliminaire a été effectuée en zones rurales et urbaines dans la région de Guelma, ce qui nous a permis d'inventorier quatre sites où on a récolté la faune Culicidiénne à l'état adulte (Tableau 7). Ce choix est en fonction de la présence de moustique et de la diversité des milieux.

Tableau (7) : Caractéristiques naturelles des sites prospectés dans la région de Guelma (Bouchehouf).

Surface	Station	Nature de site	Végétation	Pollution
Urbain	Ghrissi Saleh	Permanant	Absente	Pollué
	Sidi Mouhamed	Permanant	Présente	Non
Ruraux	Bouriachi Youssef	Permanant	Présente	Non
	Nador	Permanant	Présente	Non



Station 01 : (Quartier Ghrissi Saleh).

Station 02 : (Quartier Sidi Mouhamed).

Figure 27 : Les stations des moustiques urbains.

(Cliché personnel 2025).



Station 01 : (Quartier Bouriachi Youssef).

Station 02 : (Quartier Nador).

Figure 28 : Les stations des moustiques ruraux

(Cliché personnel Mars 2025).

2. Matériel et méthodes :

2.1. Le matériel utilisé sur terrain :

2.1.1. Echantillonnage :

Le travail de terrain a été réalisé sur une période de deux mois (Février \ Mars 2025), à raison de deux semaines de sortie par mois.

La collecte des moustiques adultes a été effectuée à proximité des bâtiments, en utilisant un tube en verre que l'on place doucement sur le moustique lorsqu'il est immobile. En déplaçant le tube, l'insecte s'envolera vers le fond, après quoi il suffit de refermer le tube et de l'ouvrir à l'intérieur de la cage d'élevage (Bendali-Saoudi, 1989).

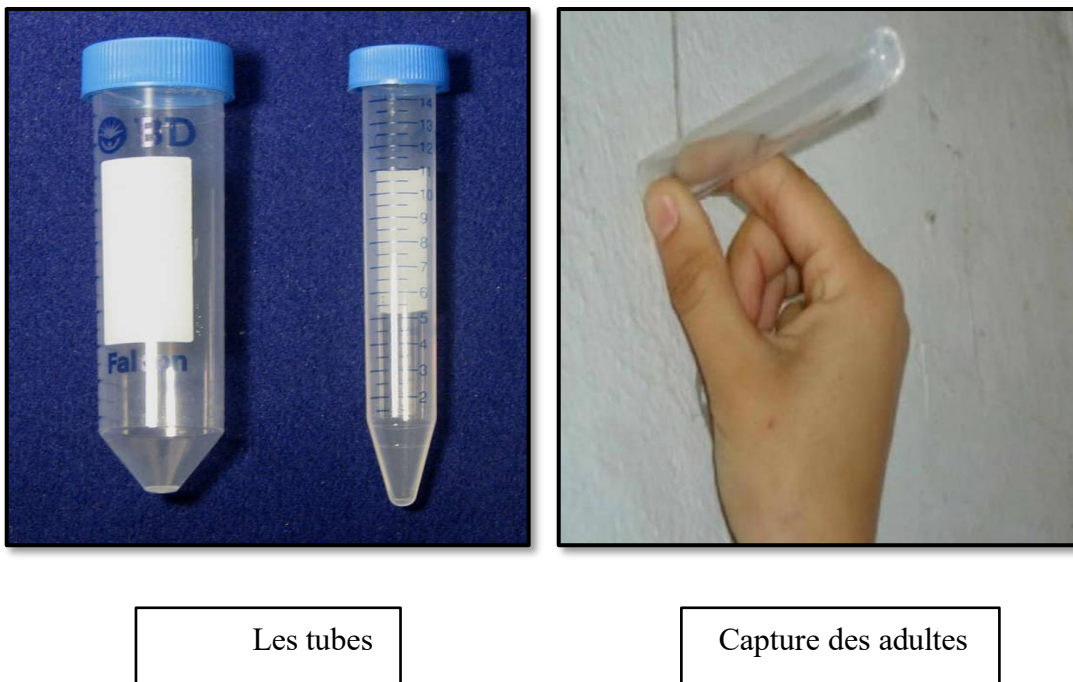


Figure 29 : Technique d'échantillonnage.

(Cliché personnel Février 2025).

2.1.2. Méthodes d'élevage À l'âge adulte :

L'élevage des moustiques s'est déroulé en laboratoire dans des cages cubiques mesurant 25x25x25 cm, fabriquées en bois et recouvertes de tulle. Sur l'un des côtés, un manchon en tissu de 25 cm de longueur et 15 cm de diamètre, muni d'un élastique à l'extrémité, permet d'introduire la main. Les échantillons sont placés dans les boîtes et la personne choisie les prend pour les étudier et identifier leurs espèces (figure 30).

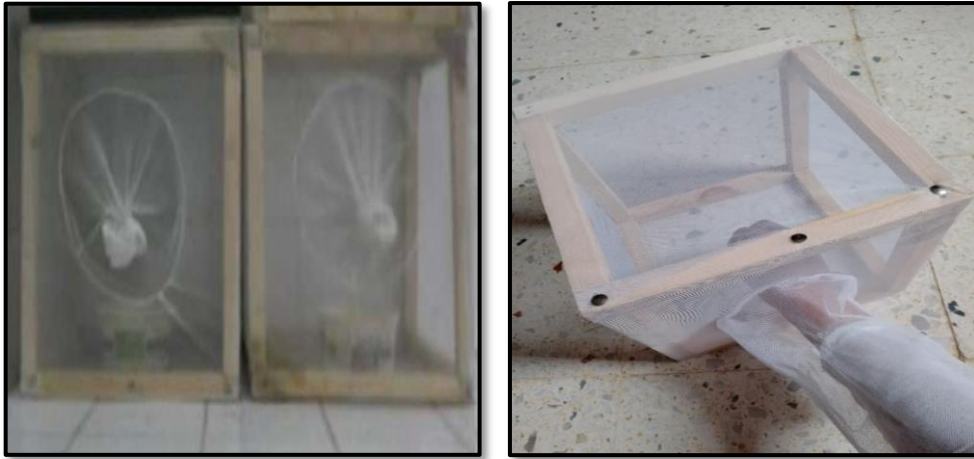


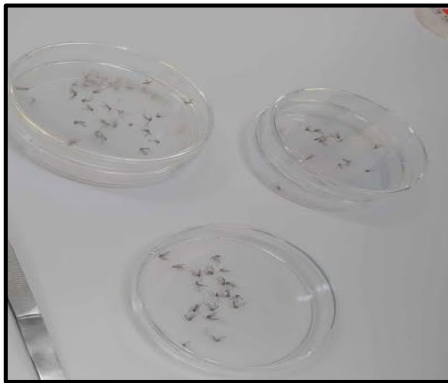
Figure 30 : Cages d'élevage des moustiques adultes.
(Cliché personnel Février 2025).

2.2. Travail au laboratoire :

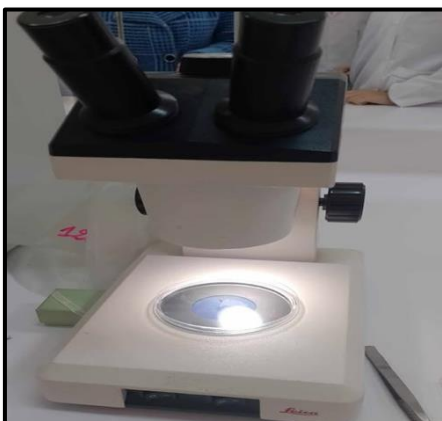
2.2.1. Matériel du laboratoire :



Pince souple



Boîtes de pétre



Loupe binoculaire



Microscope optique

Figure 31 : Les Matériels utilisés dans laboratoire.

(Cliché personnel Février 2025).

2.3. Identification des espèces :

Placez un échantillon de moustique par pince souple dans une boîte de pétri. Une fois les échantillons préparés, ils ont été examinés au moyen d'un microscope optique et d'un oculaire avec un grossissement de x 10 où loupe binoculaire.

Des critères morphologiques, tels que la localisation et le nombre de soies, ainsi que la forme du siphon, ont été utilisés pour identifier les adultes. Une clé d'identification a été utilisée pour identifier les espèces des Culicidae.



Figure 32 : Identification des espèces.

(Cliché personnel Photographié par Berradai Chahrazad Mars 2025).

3. Indices écologiques :

3.1. Indices écologiques de composition :

Les indices écologiques de composition utilisés incluent la richesse spécifique, la richesse moyenne, la fréquence centésimale (ou abondance relative) et l'indice de présence.

3.1.1. La richesse spécifique (S) :

Représente le nombre total d'espèces présentes dans une communauté au sein d'un environnement particulier (**Ramade, 2003**).

3.1.2. L'abondance relative :

Est le pourcentage d'individus d'une espèce donnée, noté " n_i ", par rapport au nombre total d'individus, " N " (**Dajoz, 1996**).

Elle se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$C : p_i = n_i \times 100/N$$

(Faurie *et al.*, 2002).

Où :

n_i : nombre d'individus de l'espèce i

N : nombre totale des relevés effectués

3.1.3. La fréquence d'occurrence :

Est le pourcentage qui représente le nombre d'observations d'une espèce par rapport au total des observations effectuées (Dajoz, 1976).

Elle se calcule de la manière suivante :

$$C = p_i \times 100 / p$$

Où :

P_i : représente le nombre d'observations où l'espèce est détectée.

p : le nombre total d'observations.

- Selon la valeur de "C", cinq catégories d'espèces sont identifiées. Une espèce est qualifiée d'accidentelle si son indice f_i est inférieur à 25 %, d'accessoire si f_i est compris entre 25 % et 50 %, régulière si f_i se situe entre 50 % et 75 %, constante si f_i est entre 75 % et 100 %, et omniprésente si f_i est égal à 100 %.

3.2. Les indices écologiques de structure :

Les méthodes d'analyse des données sont nombreuses et varient en fonction des techniques d'échantillonnage utilisées ainsi que des objectifs visés (Southwood, 1978). Pour l'étude des communautés animales, notamment celles des insectes, il est recommandé d'analyser la distribution des abondances et d'utiliser des indices écologiques, tels que les indices de diversité. C'est dans cette perspective que nous avons choisi d'exploiter nos résultats (Belkhir, 2022).

3.2.1. L'indice de Shannon-Weaver :

Calcul de l'indice de Shannon-Weaver (Shannon et Weaver, 1963) : Cet indice permet de quantifier la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps :

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Avec :

H' : indice de diversité de Shannon-Weaver.

i : représente une espèce présente dans le milieu étudié.

P_i : proportion de l'espèce i par rapport au nombre total d'individus dans le milieu.

S : nombre total d'espèces recensées.

Une valeur élevée de cet indice indique un peuplement riche en espèces, avec une répartition équilibrée de leur abondance. En revanche, une valeur faible traduit soit un faible effectif global, soit la dominance marquée d'une seule espèce. L'indice varie entre zéro, lorsqu'une seule espèce est présente, et « $\log S$ » (le logarithme décimal de la richesse spécifique), lorsque toutes les espèces sont également représentées.

3.2.2. L'équitabilité :

L'indice d'équitabilité (E) est défini comme le rapport entre la diversité observée (H') et la diversité maximale possible ($H'_{\max}$), selon (Weesi et Belemsobgo, 1977). La diversité maximale ($H'_{\max}$) est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$H'_{\max} = \log_2(S)$$

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

Où :

S : représente la richesse totale.

La valeur de l'équirépartition, notée E , varie entre 0 et 1. Lorsqu' E se rapproche de 0, cela indique un déséquilibre marqué dans les effectifs des espèces récoltées. À l'inverse, plus E tend vers 1, plus cela reflète une répartition équilibrée des effectifs entre les différentes espèces capturées.

3.2.3. Comparaison de similarité selon l'indice de Jaccard :

Ce coefficient permet de comparer la similarité (ou la diversité) de deux échantillons.

Il s'exprime de la manière suivante :

$$C_j = C / (S_1 + S_2 - C)$$

Avec :

S_1 : richesse spécifique du site 1.

S_2 : richesse spécifique du site 2.

C : nombre d'espèces communes aux deux sites.

Cet indice traduit de manière simple la proportion d'espèces partagées entre les sites 1 et 2. Sa valeur est comprise entre 0 et 1 (**Fermignac *et al.*, 2008**).

3.2.4. Coefficient de Sorensen :

Ce coefficient permet de comparer la similarité (ou la diversité) de deux échantillons (**Sorensen, 1948**).

Il s'exprime de la manière suivante :

$$C_s = 2C / (S_1 + S_2)$$

Résultats & Discussion

Résultats et Discussion :

1. Résultats :

1.1. Inventaire globale des espèces culicidiennes :

L'ensemble des espèces recensées dans la région de Boucheoug pendant la période d'étude prospection est enregistrée dans le Tableau 8 Pour les deux zones d'étude urbaines et ruraux, les espèces inventoriées appartenant à une deux familles les Anophelinae et Culicinae ou on constate la présence de cinq genres : *Anopheles*, *Mansonia*, *Culex*, *Culiseta*, *Aedes*. Il existe une différenciation des genres enregistrées dans les zones ruraux ; il s'agit de : *Anopheles*, *Mansonia*, *Culex*, *Culiseta*, *Aedes*. Pour les zones urbaines on a constaté la présence des mêmes espèces avec l'absence du genre *Mansonia*.

Tableau 8 : La présence et l'absence les Genres de moustiques dans les stations d'études.

Les Genres	Les stations Urbaines		Les stations Ruraux	
	Station 1	Station 2	Station 1	Station 2
<i>Culex</i>	+	+	+	+
<i>Anopheles</i>	+	-	+	+
<i>Aedes</i>	+	+	+	+
<i>Culiseta</i>	+	+	-	+
<i>Mansonia</i>	-	-	+	+

(-) : Absence de l'espèce, (+) : Présence de l'espèce.

1.2. Phénologie :

L'étude de l'évolution du cycle chronologique des espèces culicidiennes inventoriée dans notre travail révélé que les genres : *Culex* et *Aedes*, étaient présentes au cours de deux mois (Février et Mars) Tableau (9).

Tableau 9 : Phénologie des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Bouchegouf durant la période d'étude.

Les Genres	Le mois de Février		Le mois de Mars	
	Urbains	Ruraux	Urbains	Ruraux
<i>Culex</i>	+	+	+	+
<i>Anopheles</i>	-	+	+	+
<i>Aedes</i>	+	+	+	+
<i>Culiseta</i>	+	+	+	-
<i>Mansonia</i>	-	+	-	+

(-) : Absence de l'espèce, (+) : Présence de l'espèce.

1.3. Abondance relative :

Parmi les 5 genres recensés pour la période d'étude, *Culex* est plus abondante avec 131 individus suivis par *Aedes* avec 30 individus et *Culiseta* avec 10 individus. *Mansonia* et *Anopheles* sont présentes avec faible abondance (Figure 33).

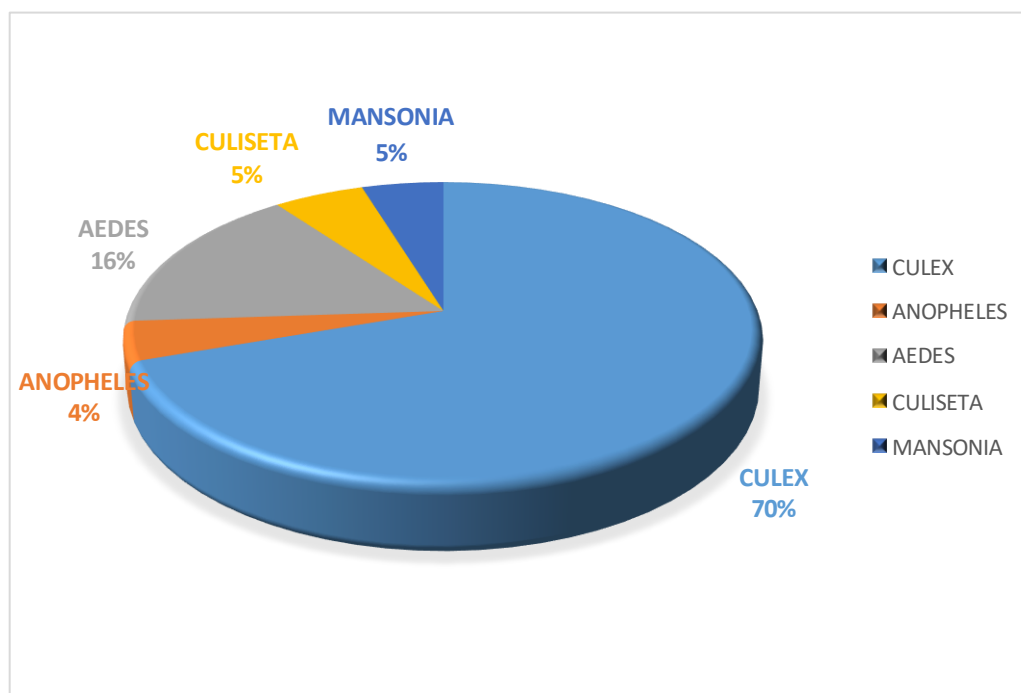


Figure 33 : Abondance relative de la région de Bouchegouf durant la période d'étude.

1.4. Indices écologiques :

1.4.1. Indices écologiques de composition :

1.4.1.1. Abondance relative dans les zones urbaines :

Les résultats de l'abondance relatives des Culicides dans les zones urbaines de la région de Bouchehouf, sont résumés dans la (Figure 34). *Culex* est le genre le plus abondant avec les valeurs 74%, respectivement. *Aedes* occupe la deuxième position avec un taux de 14%, alors que le genre *Culiseta* et *Anopheles* participent avec des faibles valeurs : 8% ; 4%, respectivement.

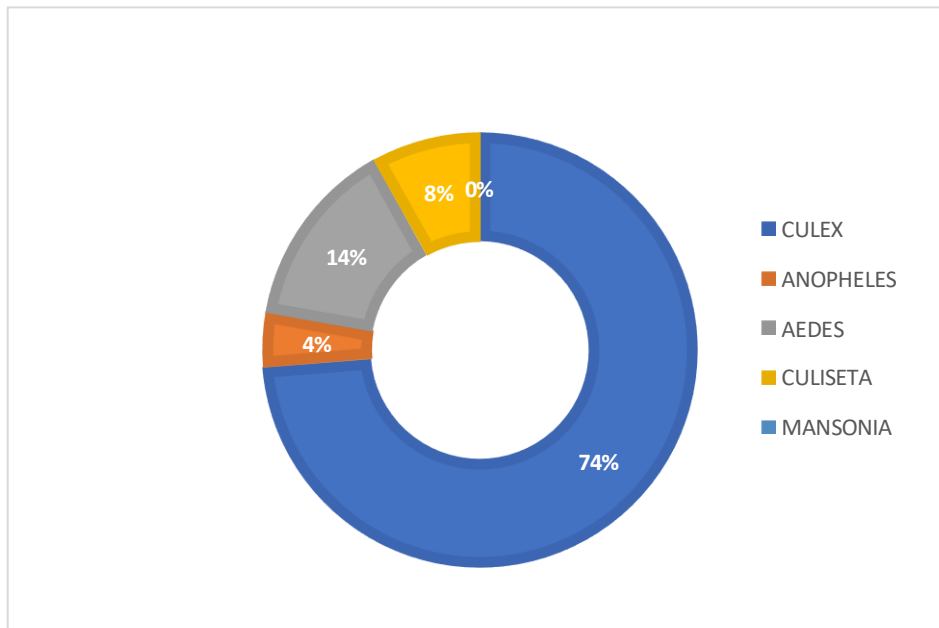


Figure 34 : Abondance relative des zones urbaines de la région de Bouchehouf durant la période d'étude.

1.4.1.2. Abondance relative dans les zones rurales :

Les résultats de l'abondance relative des zones rurales de la région de Bouchehouf mentionnées dans la figure 35 montrent que *Culex* est le genre le plus abondant avec un taux de 65%, suivi par *Aedes* à 18%. Les genres : *Mansonia*, *Anopheles* et *Culiseta* présentent un faible taux d'abondance varie entre 10% et 2%.

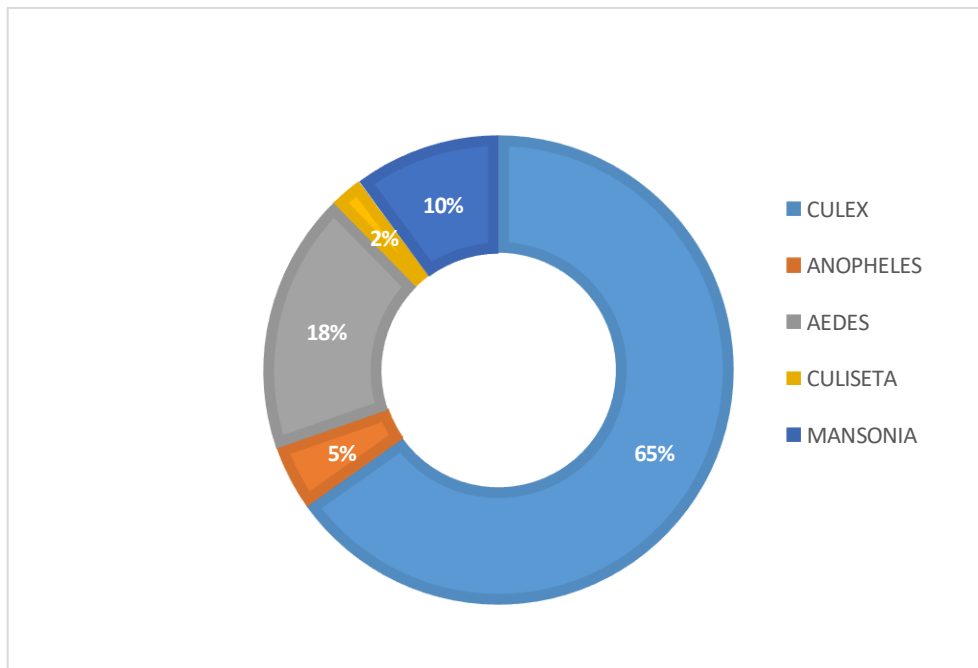


Figure 35 : Abondance relative des zones ruraux de la région de Boucheougouf durant la période d'étude.

1.4.1.3. Richesse spécifique ou totale :

Au niveau des zones urbaines la richesse totale la plus élevée a été signalé dans la station Ghrissi Saleh avec 4 genres. La station Sidi Mouhamed occupe la deuxième position avec 3 genres. Pour les zones ruraux, le station Bouriachi Youssef marquent la richesse la plus élevée avec 5 genres, ensuite Quartier Nador avec 4 genres (Figure 36).

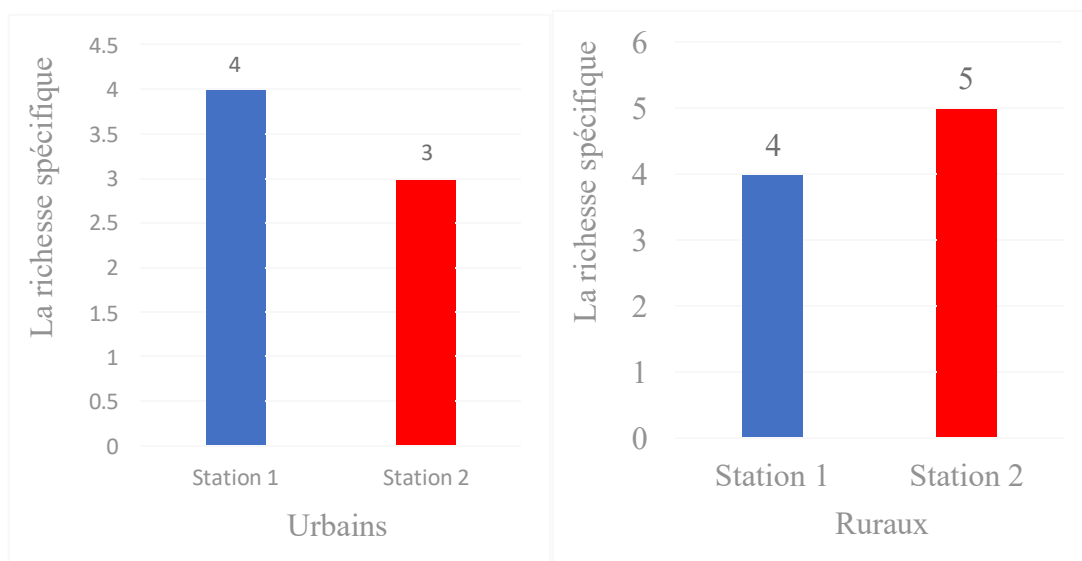


Figure 36 : Histogramme représente la richesse spécifique dans les sites urbains et ruraux prospectés dans la région de Boucheougouf pendus la période d'étude.

1.4.1.4. La Fréquence d'occurrence et de constance (%) des espèces culicidiennes dans les stations d'études :

La constance des Culicidae s'intéresse aux fréquences des espèces omniprésentes, constantes, régulières, accessoires et accidentelles dans les stations d'études retenues. Les résultats portés sur le tableau 10 montre que *Culex* est une espèce omniprésente avec 100% et que *Aedes* avec 75% est une espèce constante.

Tableau 10 : La Fréquence d'occurrence et de constance des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Boucheougouf durant la période d'étude.

Station Espèces	Urbains				Ruraux			
	Station 1		Station 2		Station 1		Station 2	
	C %	Catég	C %	Catég	C%	Catég	C %	Catég
<i>Culex</i>	100 %	Omn	100 %	Omn	100 %	Omn	100 %	Omn
<i>Anophèle</i>	50 %	Qua	00 %	Abs	25 %	Acc	50 %	Qua
<i>Aedes</i>	100 %	Omn	75 %	Con	50 %	Qua	100 %	Omn
<i>Culiseta</i>	100 %	Omn	25 %	Acc	00 %	Abs	25 %	Acc
<i>Mansonia</i>	00 %	Abs	00 %	Abs	100 %	Omn	25 %	Acc

1.4.2. Indices écologiques de structure :

1.4.2.1. Indice de diversité de Shannon- Weaver :

Les résultats mentionnés dans la figure 37 présentent les valeurs de diversité de Shannon Weaver (H') et d'équitabilité (E), d'après les résultats nous remarquons que les sites : Ghrissi Saleh sont les sites urbains le plus diversifiées parce qu'ils présentent des valeurs de $H' = 1,257$ bits. Le site Sidi Mouhamed est marqué comme le site urbain moyennement diversifiées avec une valeur de $H' = 0,684$ bits. Pour les sites ruraux : Bouriachi Youssef est le site le plus diversifier avec la valeur maximale de $H' = 1,425$ bits, suivi par le site Nador avec 1.418 bits pour cela nous pouvons dire que le peuplement Culicidiennes au niveau de ces sites est très peu diversifiées.

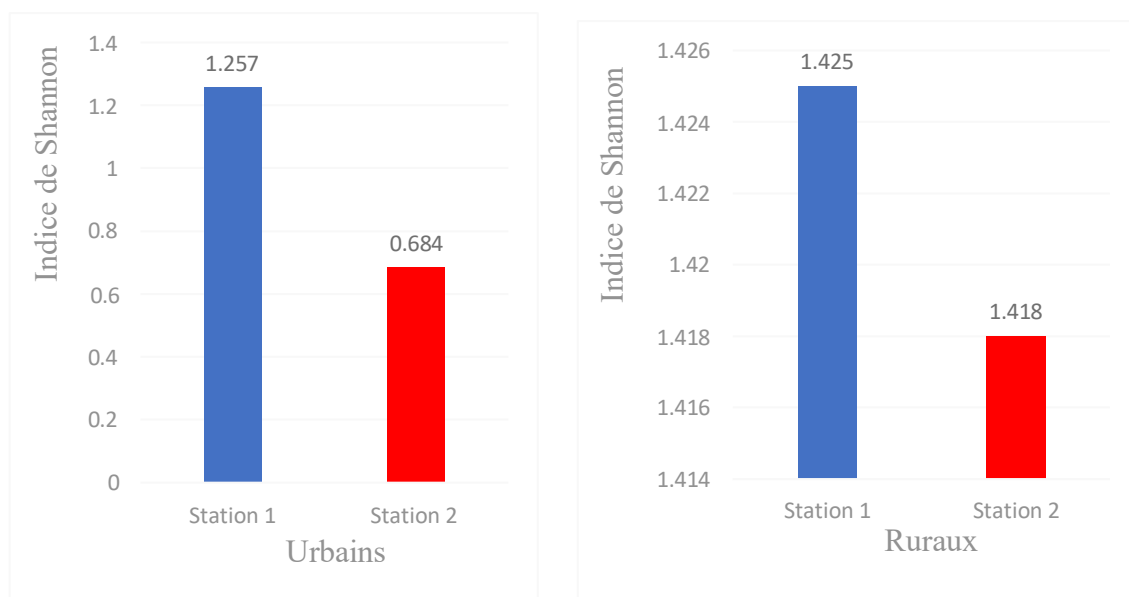


Figure 37 : Indice de Shannon des genres Culicidienne récoltée dans les zones urbaines et ruraux de la région d'étude.

1.4.2.2. Équitabilité :

D'après les résultats portés dans la figure 38 nous constatons que l'équitabilité de différents sites (urbains et ruraux) est variée entre (0,495 et 0,713). Les valeurs les plus proches de 1 sont les sites ruraux : Bouriachi Youssef 0,713 bits et Nador 0,611. Pour les sites urbains : Ghrissi Saleh et Sidi Mouhamed les valeurs sont 0,693 et 0,495 respectivement. Les différents genres de chaque'un de ces sites donc sont en équilibre, car leur abondance est proche.

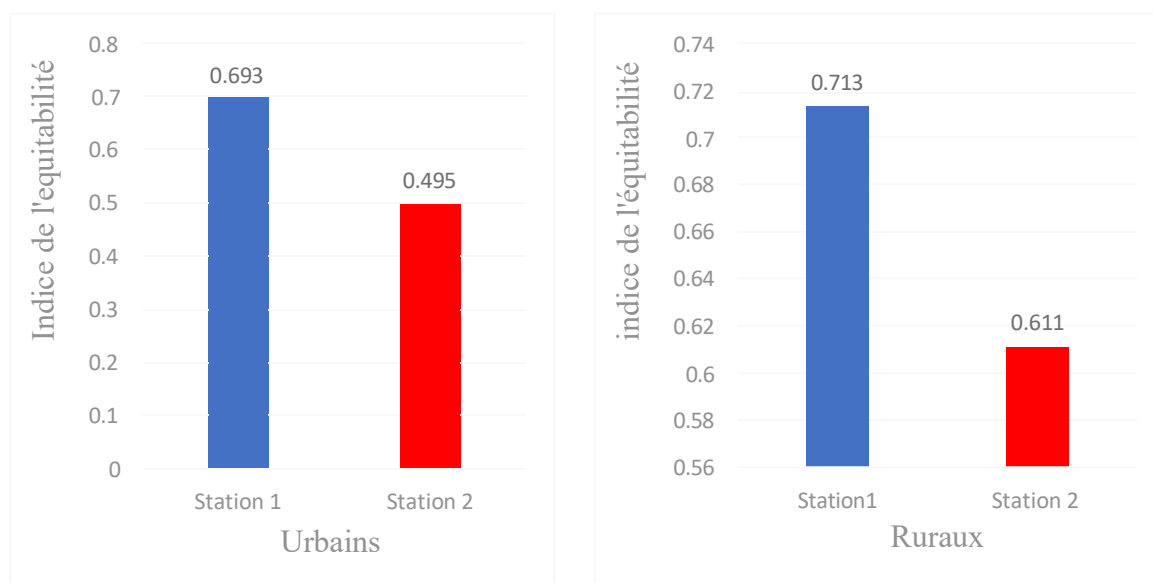


Figure 38 : Indice de l'équitabilité des genres Culicidienne récoltée dans les zones urbaines et ruraux de la région d'étude.

1.4.2.3. Les indices de similarité l'indice de Jaccard et Indice de Sorensen :

Afin de comparer la composition des espèces culicidiennes entre les stations d'étude, nous avons utilisé l'indice de similarité de Sorensen, les résultats sont présentés dans le Tableau 11

Les indices de similarité (coefficient de Jaccard), révèlent que les valeurs oscillent entre 0,75 et 0,93 pour le coefficient de Jaccard.

Tableau 11 : Coefficients de similitude des sites étudiés durant la période d'étude.

Les stations Les indices		Ghrissi Saleh	Sidi Mouhamed	Bourraishi Yousef	Nador
Indice de Jaccard	Ghrissi Saleh	1			
	Sidi Mouhamed	0.75	1		
	Bourraishi Yousef	0.77	0.82	1	
	Nador	0.80	0.75	0.88	1
Indice de Sorensen	Ghrissi Saleh	1			
	Sidi Mouhamed	0.82	1		
	Bourraishi Yousef	0.88	0.92	1	
	Nador	0.77	0.86	0.93	1

2. Discussion :

Notre étude systématique du peuplement Culicidien dans la région de Guelma, réalisée au cours deux mois de Février et Mars, a permis d'identifier 5 genres appartenant à deux sous-familles : les Culicinae et les Anophelinae. Réparties entre les genres *Culex*, *Culiseta*, *Anopheles*, *Mansonia* et *Aedes*. Le genre *Culex* particulièrement abondant en zones urbaines et rurales, suivi d'*Aedes* en proportion moindre. Des recherches antérieures menées dans la région de Guelma ont mis en évidence une corrélation notable entre *Cx. theileri* et *Anopheles labranchiae*, vecteur du paludisme, suggérant que *Cx. theileri* pourrait servir d'indicateur écologique de la présence d'*An. labranchiae* (Nabti et Bounechada, 2019). Cette hypothèse nécessite toutefois des investigations complémentaires pour être confirmée.

La répartition des espèces de Culicidae dans les deux sites d'étude, montre que les genres *Mansonia* existent uniquement dans le site rural. Les résultats de l'abondance relative révèlent que *Culex* est l'espèce la plus représentée L'espèce *Aedes* est le moustique le moins rencontré. Lors de notre prospection nous avons constaté la présence de polluants beaucoup plus dans le site urbain. Les polluants les plus rencontrés sont des matières plastiques telles que les bouteilles et les sacs d'emballage, les morceaux de cartons, des tissus et des papiers de tout genre, les débris de matières organiques animaux et végétaux.

Selon (Arroussi *et al.*, 2021), plusieurs espèces telles que *Cx. theileri*, *Cx. modestus*, *An. Labranchiae* et *An. Claviger* ont été observées dans des zones péri-urbaines proches des cours d'eau, caractérisées par une diversité des qualités d'eau et une exposition solaire variable. Dans ces habitats, *Culex perexiguus* était particulièrement fréquent (Camp *et al.*, 2019). Le degré d'urbanisation a significativement influencé la diversité et la distribution des moustiques, avec *Cx. Pipiens* comme espèce dominante. D'autres espèces comme *Cx. laticinctus*, *Cx. perexiguus* et *Cx. univittatus* étaient principalement présentes dans les zones ruraux, tandis que *Cx. modestus*, *Cx. torrentium* et *Cx. diserticola* ont été recensées dans les zones urbaines.

Deux espèces appartenant au genre *Aedes* ont été identifiées, *Ae. caspius* étant la plus commune, suivie de *Ae. vexans*. Ce genre est particulièrement préoccupant en raison de son rôle dans la transmission de plusieurs arbovirus majeurs, dont la fièvre jaune, la dengue, le chikungunya, le Zika, la fièvre de la vallée du Rift et le virus du Nil occidental (Becker *et al.*, 2010).

Par ailleurs, dans la région de Constantine, une étude conduite par (Berchi *et al.*, 2012) a permis de recenser six espèces de moustiques, réparties entre les genres *Culex*, *Culiseta*,

Anopheles et *Uranotaenia*. Dans la région de Skikda, située à l'est de l'Algérie, (**Bouleknafet, 2006**) a identifié 30 espèces de Culicidae, comprenant 13 espèces du genre *Culex*, 7 du genre *Aedes*, 7 du genre *Anopheles* et 3 du genre *Culiseta*.

Une autre étude, réalisée à El Kala par (**Tahraoui, 2008**), a permis d'inventorier 14 espèces de moustiques, appartenant à cinq genres : *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta* et *Uranotaenia*. Parmi ces genres, *Culex* était le plus représenté, en particulier l'espèce *Culex pipiens*.

Dans l'ouest du pays, à Oran, (**Senevet et Andarelli, 1960**) ont rapporté la présence de cinq espèces d'*Anopheles*, cinq d'*Aedes*, deux d'*Culiseta* et huit d'*Culex*.

Au nord de l'Algérie, dans la région de Tizi-Ouzou, (**Chahed et al., 2021**) ont recensé 13 espèces de moustiques, réparties entre deux sous-familles (Culicinae et Anophelinae) et cinq genres : *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta* et *Uranotaenia*.

Enfin, (**Lounaci, 2003**) a signalé la présence de moustiques dans divers gîtes larvaires, notamment dans les marais de Réghaïa, dans les installations de l'Institut agronomique d'El Harrach, ainsi qu'à l'étable d'El-Alia.

Dans une région voisine au climat semi-aride (Batna), (**Belkhiri, 2022**) a identifié neuf espèces de Culicidae appartenant à deux sous-familles : les *Culicinae* comprenant les genres *Culex* (quatre espèces), *Aedes* (une espèce) et *Culiseta* (deux espèces) et les *Anophelinae* avec *An. Labbranchiae* et *An. cinereus*. (**Djeddar, 2021**) a également rapporté la présence de 8 998 larves de moustiques dans la région nord-est de l'Algérie (El Tarf, Annaba, Souk-Ahras), correspondant à 11 espèces : deux du genre *Anopheles* (*An. Labbranchiae*, *An. Claviger*), six du genre *Culex* (*Cx. Pipiens*, *Cx. laticinctus*, *Cx. perexiguus*, *Cx. modestus*, *Cx. theileri*, *Cx. hortensis*), deux du genre *Aedes* (*Ae. Albopictus*, *Ae. Aegypti*) et une du genre *Culiseta* (*Cs. longiareolata*).

Notre inventaire confirme que *Cx. Pipiens* est l'espèce la plus répandue, présente dans divers types de gîtes larvaires urbains et ruraux, indépendamment du niveau de pollution. Ces résultats corroborent ceux de (**Patil et Shivakumar, 2021**), qui a observé une forte abondance de *Cx. Pipiens* dans des eaux polluées, incluant les eaux usées domestiques et industrielles. Bien que notre étude ne se soit pas penchée sur la pollution chimique, certains sites comme Ghrissi Saleh (urbain) présentaient des signes de pollution visible (déchets plastiques, eaux stagnantes).

L'abondance marquée de *Cx. Pipiens* en milieu rural pourrait être liée au degré d'urbanisation. (Gangoso *et al.*, 2020) ont démontré que l'urbanisation intense tend à réduire la présence de cette espèce, tandis que les zones moins urbanisées lui sont plus favorables. Toutefois, la distribution de *Cx. Pipiens* peut varier selon les caractéristiques propres aux écosystèmes urbains, notamment dans les pays en développement (Abella-Medrano *et al.*, 2015, 2018).

Sur le plan de la densité et de la diversité, des variations notables ont été relevées entre les zones urbaines et rurales de Sétif, selon les indices de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E), affichant des valeurs relativement élevées dans les deux types d'environnement. Une variabilité marquée de l'indice H' dans les zones rurales indique une plus grande diversité spécifique, reflet d'un milieu favorable à la coexistence des espèces (Aissaoui et Boudjelida, 2017). (Dahchar *et al.*, 2017) et (Arroussi *et al.*, 2021) confirment cette hétérogénéité de la diversité entre milieux urbains et ruraux.

Dans une étude menée par (Martinet, 2021) dans le nord-est de la France, un total de 21 espèces de moustiques a été recensé. Parmi celles-ci, six espèces du genre *Aedes* ont été identifiées : *Aedes albopictus*, *Ae. cantans*, *Ae. cinereus*, *Ae. sticticus*, *Ae. japonicus* et *Ae. rusticus*. Le genre *Anopheles* est représenté par quatre espèces : *Anopheles claviger*, *An. maculipennis*, *An. messeae* et *An. plumbeus*.

L'étude a également permis d'identifier trois espèces de *Culiseta*, ainsi que trois espèces de *Culex*. Une unique espèce du genre *Coquillettidia* a été signalée : *Coquillettidia richiardii*. Parmi les espèces spécifiques identifiées figurent notamment : *Culex annulata*, *Culiseta longiareolata*, *Cs. Morsitans*, *Cs. hortensis*, *Culex pipiens* et *Culex torrentium*.

Nos observations concordent avec celles de (Ferraguti *et al.*, 2016), selon lesquelles la diversité des moustiques diminue avec l'urbanisation croissante. L'indice d'équitabilité a révélé une distribution inégale de l'abondance entre les espèces, avec une hétérogénéité plus marquée dans les zones rurales. Une étude à Collo (nord-est de l'Algérie) a produit des résultats similaires : un équilibre relatif des populations en milieu urbain et une dominance déséquilibrée en milieu rural (Dahchar *et al.*, 2017).

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par (Lounaci, 2003), qui a relevé des valeurs comprises entre 0 et 0,38, ainsi que par (Tamaloust, 2007), dont les observations variaient entre 0 et 0,44. De son côté, (Chahed, 2022) a observé des valeurs de Q allant de 0

à 2. Ainsi, à l'exception de la station de Guelma ville, les valeurs de Q situées entre 0,2 et 1 témoignent généralement d'un effort de piégeage suffisant et d'un échantillonnage jugé adéquat. Ces résultats sont en parfaite concordance avec les travaux antérieurs menés dans des contextes similaires.

En ce qui concerne les indices écologiques de composition, l'analyse des données relatives à la richesse spécifique totale et moyenne (S') des espèces capturées dans notre région d'étude révèle la présence de sept espèces de Culicidae au total. La richesse varie selon les stations d'échantillonnage ainsi que selon les périodes de collecte.

Les stations présentant la plus grande richesse spécifique sont quartier Nador, avec 5 genres. En revanche, les stations de Ghrissi Saleh et Bouriachi Youssef présentent 4 genres chacune. Enfin, une richesse minimale, avec un 3 genre, a été observée dans les stations de Sidi Mouhamed.

Conclusion

&

Perspectives

Conclusion & Perspectives :

La réalisation d'inventaires fauniques s'inscrit dans un effort de préservation de la biodiversité, un enjeu mondial qui nécessite une compréhension approfondie de la répartition de la faune et de la flore. Les maladies véhiculées par les insectes représentent une importante cause de maladies et de décès à l'échelle mondiale.

Cette mémoire vise à mettre en évidence l'inventaire des diptères Culicidae et la différence entre les moustiques urbaines et les moustiques ruraux.

En effet, la première partie a été dédiée à une étude globale des diptères. Dans ce cadre, la morphologie, la biologie et la distribution géographique des culicidés, en particulier les genres importance, ont été clairement expliquées. Ensuite, abordé les maladies causées par les familles des moustiques, et d'autre part, présenté différentes stratégies pour lutter contre ces insectes effrayants.

La deuxième partie, la différence entre les moustiques urbaines et les moustiques ruraux dans les sites d'études.

Réalisation d'un inventaire des espèces de moustiques dans la province de Guelma, plus précisément dans la zone de Bouchegouf. Le nombre total des espèces capturé sont 286 espèces. En laboratoire, 188 espèces de Culicidae ont été identifiées. Cinq genres différents ont été trouvés (*Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Mansonia* et *Anopheles*). Les moustiques *Culex* sont les espèces les plus abondantes dans notre zone d'étude dans différentes stations, représentant la moitié du nombre total collecté, suivis des moustiques *Aedes*. Les autres espèces ne présentent que de faibles taux (*Anopheles*, *Culiseta*, *Mansonia*). Ces résultats indiquent que malgré la limite de notre période d'étude la population Culicidienne est très diversifiée dans cette région.

Afin de compléter et de poursuivre ce travail les études sur la biodiversité et l'identification des espèces Culicidienne serait indispensable pour une meilleure connaissance de la faune mal connus en Algérie.

Notre travail n'est pas encore terminé, nous devons persévérer dans cette direction pour mieux comprendre ces enjeux et acquérir une compréhension plus profonde de leur comportement. D'autres perspectives doivent être prises en compte :

- Poursuivre l'inventaire des Culicidae dans d'autres zones de la région de Guelma afin de mieux cerner la faune culicidienne locale.

- Analyser le comportement écologique de ces espèces et identifier les raisons de leur association intra-spécifique au sein de cette famille.
- Identifier les paramètres écologiques qui influencent la présence et l'absence de ces espèces.
- Prolonger la période de recherche d'un an pour inventorier un plus grand nombre d'espèces.
- Développer des méthodes scientifiques pour répertorier toutes les espèces de Culicidae.
- Je souhaite poursuivre les études de docteur afin de développer mes recherches et obtenir plus d'informations.

Références
Bibliographiques

Bibliographie :

- Abella-Medrano C.A., Ibáñez-Bernal S., et Carbó-Ramírez P., 2018.** Blood-meal preferences and avian malaria detection in mosquitoes (Diptera: Culicidae) captured at different land use types within a neotropical montane cloud forest matrix. *Parasitol Int*, 67: 313-320. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2018.01.006>.
- Abella-Medrano C.A., Ibáñez-Bernal S., MacGregor-Fors I., 2015.** Spatiotemporal variation of mosquito diversity (Diptera: Culicidae) at places with different land-use types within a neotropical montane cloud forest matrix. *Parasit Vectors*, 8 : 487. <https://doi.org/10.1186/s13071-015-1086-9>.
- Adisso D. N., Alia A.R., 2005.** Impact des fréquences de lavage sur l'efficacité et la durabilité des moustiquaires à longue durée d'action de types Olyset Net ® et Permanet ® dans les conditions de terrain. Mémoire de fin de formation en. ABM-DITEPAC-UAC, Cotonou. 79p.
- Aissaoui L., 2014.** Etude écophysiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. Thèse de doctorat en Biologie animale, Université d'Annaba.
- Aissaoui L., et Boudjelida H., 2017.** Diversity and distribution of culicinae fauna in Tebessa Odistrict (North East of Algeria). *International Journal of Mosquito Research*, 4(1): 07–12.
- Algeria. *Pol J Entomol*, 90 (1): 14-26. DOI: 10.5604/01.3001.0014.8065.
- Amara K., 2016.** Evaluation du risque d'introduction du virus West Nile et du virus de la Fièvre de la Vallée du Rift en Algérie. Thèse de doctorat: Biodiversité, Evolution Et Ecologie de la santé. Université Badji Mokhtar Annaba, 214 p.
- Anonyme., 2004.** Info insectes- Moustique (Toile des insectes du Québec –Insectarium). Adresse URL: <http://www.toile-des-insectes.qc.ca/info-insectes/fiches/fic-fiche-18-moustique.htm>.
- Aouati A., 2009.** Inventory of Culicidae of wetlands and cork oak forests. Systematic characterization by cuticular hydrocarbon profiles. Control trials. Thesis of Magister. Univ. Annaba.
- Arroussi D.E.R., Bouaziz A., et Boudjelida, H., 2021.** Mosquito survey reveals the first

- Balatsos G., Puggioli A., Karras V., Lytra I., Mastronikolos G., Carrieri M., Papachristos D.P., Malfacini M., Stefopoulou A., et Ioannou C.S., 2021.** Reduction in Egg Fertility of *Aedes albopictus* Mosquitoes in Greece Following Releases of Imported Sterile Males. *Insects*, 12(110) : 1-11.
- Balenghien T., 2007.** Les moustiques vecteurs de la fièvre du Nil occidental en Camargue. *Insectes*, 146(3) : 13-17
- Barré-Cardi H., 2014.** Les Risques Sanitaires Liés Aux Moustiques En Corse. Collection Corse d'hier et de demain, Corse, 5 : 13-26.
- Bawin T., Seye, F., Boukraa S., Zimmer J.Y., Delvigne F., et Francis F., 2014.** La lutte contre les moustiques (Diptera : Culicidae) : diversité des approches et application du contrôle biologique, *Entomological society of Canada*, 1-25.
- Becker E., 1938.** The mouth apparatus of the *Anopheles* larva and its movements in feeding upon organisms of the surface films -water. *Zool. Zh.*, 17 (13): 427-440 (en russe).
- Becker N., Huber K., Pluskota B., et Kaiser A., 2011.** *Aedes japonicus japonicus* – a newly established neozoon in Germany and a revised list of the German mosquito fauna. *European Mosquito Bulletin* 29, 88-102.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Dahl C., Lane J., et Kaiser A., 2003.** Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, 498 p.
- Becker N., Petric, D., Zgomba M., Boase C., Madon M.B., Dahl C., et Kaiser A., 2010.** Mosquitoes and Their Control. 2nd ed., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg Publisher: pp 577. Villeneuve F., Desire C.H. 1965- Zoologie. Bordas, 1ère édition, 323p.
- Belkhiri N., 2022.** Étude Des Culicidae Des Aurès: Inventaire et Lutte. Thèse doctorat: Biodiversité, Production et Protection des Végétaux. Université Hadj Lakhdar - Batna 1. 78 p.
- Bendali-Saoudi F., 1989.** Etude de *Culex pipiens pipiens* anautogène. Systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis israelensis* serotype H14, *Bacillus sphaericus* 1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de Magister en Arthropodologie, Univ. d'Annaba.
- Bendali-Saoudi F., 2006.** Etude bioécologique et biochimique des Culicidae (Diptera Nematocera) de la région d'Annaba, lutte biologique anticulicidienne. Thèse de Doctorat Université D'Annaba. 224p.

- Benhissen S., 2016.** Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région d'Ouled-Djellal (Biskra). Effet des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte. Thèse de Doctorat en Ecologie Animale. Université de Badji Mokhtar de Annaba.
- Benhissen S., Habbachi W., Rebbas K., et Masna F., 2018.** Entomological and typological studies of mosquito breeding sites (Diptera: Culicidae) in the region of Bousaâda (Algeria). *Bul Roy Soc Sci Lie.*, 87 :112 – 120.
- Benyoub N., 2007.** Contribution à l'étude de la bio écologie des Culicides (Diptera Nématocéra) dans la commune de Mansourah (w. Tlemcen). *Men. Ing. Uni. Tlemcen. Fac. Scien* : 85p.
- Berchi S., 2000.** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens* L. au malathion à Constantine (Algérie) (Diptera, Culicidae), *Bulletin de la société entomologique de France*, 105(2) : 125 – 129.
- Berchi S., Aouati A., et Louadi K., 2012.** Typologie Des Gîtes Propices Au Développement Larvaire De *Culex Pipiens* L. 1758 (Diptera-Culicidae), *Source De Nuisance A Constantine (Algérie). Écologia Mediterranea*, 38(2), 5-16.
- Berge T., 1975.** International Catalogue of Arboviruses, including certain other viruses of Vertebrates. US Depart. HLth. EDUC ; And Welfare .Public .N°75-8301, 2 Edit.
- Berrezig W., 2007.** Inventaire des Culicidae dans les subéraies de Brabtia au niveau du Parc National d'El-Kala.
- Blanford S., Chan B.H., Jenkins N., Sim D., Turner R.J., Read A.F., Thomas M.B., 2005.** Fungal pathogen reduces potential for malaria transmission. *Science*, 308 (5728): 1638-1641.
- Blondel J., 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux. Elément d'un diagnostic écologique. La méthode d'échantillonnage fréquentiels progressif (E.F.P).Rev.
- Both M., 1980.** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Ed. O. R. S. T. O. M., paris, 259p
- Boukaa S., Raharimalala F., Zimmer J., Schaffner F., Bawin T., Haubruge E., et Francic F., 2013.** The introduction of the invasive mosquito species *Aedes albopictus* in Nelgium in June 2013. *Parasite*. 20:54.Algérie. 126 pp.

- Boulkenafet F., 2006.** Contribution A L'étude De La Biodiversité Des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) Et Appréciation De La Faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) A Dans La Région De Skikda Mémoire De Magister En Entomologie. Université De Constantine, Algérie ; 191p.
- Bouree P., Zambon P., et Ensaf A., 2015.** Aedes albopictus : un moustique multifonction. OptionBio, 519 : 13-16.
- Bouyer., Jérémy., Gentile., Ludovic de., et Chandre., Fabrice., 2017.** Chapitre 5. La lutte anti vectorielle In : Entomologie médicale et vétérinaire. Marseille p. 89-120
- Boyer S., 2006.** résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides : Conséquences environnementales. Sciences du Vivant [q-bio]. Université Joseph-Fourier – Grenoble I.
- Bruce-Chwatt L. J., 1985.** Essential Malariology (2nd ed.). William Heinemann Medical Books Ltd.
- Brumpt., 1936.** Précis de parasitologie. Tome 2. Coll. Précis médicaux, Massons, Paris, pp.1457-1550.
- Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G., Hervy J.P., Hassaine K., Fossati O., D'Amico F., Villepou J., Mires S., et Breuil F., 1999.** Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne, logiciel d'identification et d'enseignement. Montpellier/Tunis, L'Institut de recherche pour le développement, L'Institut Pasteur de Tunis.
- Brunhes J., Rhaim A., Geofroy B., Ang G., et Hervy J.P., 1999.** Les Culicidés d'Afrique méditerranéenne. Liste et répartition des espèces. Bull. Soc. Entomol. Fr., 8, 91-100 p.
- Brunhes J., Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry JP., et Rhaïem A., 2001.** Moustiques d'Europe. Logiciel de l'Institut de Recherche et de Développement de Montpellier 90 (France).
- Bussieras J., et Chermette R., 1991.** Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA, 1991, 58-61.
- Camp J.V., Karuvantevida N., Chouhna H., Saf E., Shah J.N., et Nowotny N., 2019.** Mosquito biodiversity and mosquito-borne viruses in the United Arab Emirate, 12: 153.

- Cardé R., et Gibson G., 2010.** Host finding by female mosquitoes: mechanisms of orientation to host odours and other cues. In Takken, W., Knols, B. (eds.), *Olfaction VectorHost Interact.* Wageningen Academic, Wag
- Carnevale P., et Robert V., 2009.** les anophèles. Biologie, taxonomie du plasmodium et lutte anti vectorielle. Edition IRD., Marseille, 389 p.
- Carnevale P., et Robert V., 2017.** Les Anophèles, Marseille, France, P391. DOI : 10.4000 / books. irdeditions.10374v.
- Chahat N., 2018.** Contribution à l'étude aéropalynologique de la wilaya de Guelma (NordEst de l'Algérie) : thèse doctora. Université 8 mai 1945- Guelma, 133 p.
- Chahed S., Brahmi K., et Djouaher T., 2021.** «Etude Sur La Faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) De La Région De Tizi-Ouzou (Nord D'algerie) : Biodiversité, Abondance Et Répartition», *Entomologie Faunistique - Faunistic Entomology* [En Ligne], 74 (2021), Url : <https://Popups.Ulidge.Be/2030-6318/Index.Php?Id=5105>.
- Chahed S., 2022.** Biodiversité des moustiques (Diptera : Culicidae) de la région de Tizi Ouzou (Nord d'Algérie. These de doctorat. Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, Algerie. Pp 304.
- Chaudonneret J., 1962.** Quelques dispositifs remarquables dans les organes de l'ingestion chez la larve de moustique (Diptera, Nematocera). *Ann. Sci. Nat., Zool.*, 4 (3): 473- 488.
- Clastrier J., 1941.** La présence en Algérie d'Orthopodomyia pulchpalpis. *Rodani. Arch. Inst. Pasteur Alg.* 19 (4) : 443-446.
- Dahchar Z., Oudainia W., Bendali-Saoudi F., Soltani N., 2017.** Inventory of Culicidae of the Wetland (Of the West Region of Annaba). *Journal Of Entomology And Zoology Studies*, 5(2): 430-436.
- Dajoz R., 1975.** Précis d'écologie. 3e édition Gauthier-villars, Paris : 549p
- Dajoz R., 1976.** Précis d'écologie Ed. Bordas Paris : 549p.
- Dajoz R., 1996.** Précis d'écologie. 6ème édition DUNOD, Paris, 550p.
- Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie cour et questions de réflexion, 8ème Ed, Dunod. Paris.
- Darriet F., 2014.** Des moustiques et des hommes : Chroniques d'une pullulation annoncée. IRD : Marseille, 136p.

- Diedhiou S.M., et Faye O., 2010.** Etude de l'agressivité des Culicinae associée à la faune Anophélienne en zone urbaine et périurbaine : exemple de la région de Dakar (sénégal). Mim.Mast.Ento.Med.Uni. Cheikhanta diop.38p
- Djeddar H., Boudjelida H., et Arroussi D.E.R., 2021.** New alternative for culicidian fauna control using *Borago officinalis* and *Drimia maritima* plant extracts. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, (22) : 5688-5694.
- Dreux P., 1980.** Précis d'écologie, Ed. Presses. Université, France., Paris.
- Duvallet G., et Chabasse D., 2020.** Moustiques et pathogènes. Revue francophone des laboratoires, 524 : 57-67.
- Duvallet G., Fontenille D., et Robert V., 2017.** Entomologie médicale et vétérinaire. Institut de recherche pour le développement/QUAE édition, Marseille, 688p.
- El-Akhal F., Guemmouh R., Maniar S., Taghzouti K., et El Ouali Lalami A., 2016.** Larvicidal activity of essential oils of *Thymus vulgaris* and *Origanum majorana* (Lamiaceae) against the malaria vector *Anopheles labranchiae* (Diptera: Culicidae). Int J Pharm Pharm Sci, 8(3): 372-376.
- Fang J., 2010.** Ecology: a world without mosquitoes. Nature News, 466(7305), 432- 434.
- Faran M.E., et Nthicum K.L., 1981.** Mosq. Syst., 13, (1), 12.
- Faurie J.P., Morhain C., Teisseire M., Vézian S., Vigué F., Raymond F. et Lorenzini P., 2002.** Spectroscopy of Excitons, Bound Excitons and Impurities in h-ZnO Epilayers. physica status solidi (b), 229(2), 881-885.
- Fécherolle J., 2008.** Évaluation de l'efficacité des actions de lutte anti-vectorielle en France : état des lieux et recommandations. Mémoire de l'école des hautes études en santé publique. 50p.
- Dyck V.A., Hendrichs J., Robinson A.S., 2005.** Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management. Springer, Dordrecht, Netherlands, 787p
- Fermignac F., Lascaux J. M., et Vandewalle F., 2008.** Analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques sur les stations à Moules perlières (*Margaritifera margaritifera*) du Cousin. Life Nature, 82-68.
- Ferraguti M., la Martínez-de la Puente J., Roiz D., Santiago R., Soriguer R., et**

- Figuerola J., 2016.** Effects of landscape anthropization on mosquito community composition and abundance. *Sci Rep*, 6, 29002.
- Fonteille D., 2008.** Moustiques vecteurs de lutte anti-vectorielle. Genetic heterogeneity of african malaria vectors, 1 : 1-33.
- Fontenille D., Lagneau c., Lecolhnet S., Lefait Robin R., Setbon M., Tlrel B., Yebakima A., 2009.** La lutte antlvectorielle en France /Disease vector control in France.! RD Éditions, coll. Expertises collégiales, 533 p.
- Gangoso L., Aragoonès Martinez- de la Puente J., et Lucientes J., 2020.** Determinants of the current and future distribution of the West Nile Virus mosquitoes vector *Culex pipiens* in Spain. *Environ* 428: 188,109837. <http://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109837>.
- 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.
- Gregbine A., 1966.** Biologie et taxonomie des Anophelinae de Madagascar et des îles voisines. Impression Laure. 487p.
- Guillaume A., 2018.** Sortie du rapport du GIEC sur le réchauffement planétaire de 1,5 °C. *La Météorologie*, 103 : 6-8.
- Guillaumot L., 2013. in Guemini H., et Zerdezi D., 2020.** Inventaire systématique et diversité biologique des Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Meskiana (Nord est algérien). Mémoire master: Ecologie des Milieux Naturels. Université L'arbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi, 43 p.
- Guillaumot L., 2006.** Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15p.
- Haddad N., Omran H., Amraoui F., Zakhia R., Mousson L., et Failloux A.B., 2022.** The tiger mosquito in Lebanon two decades after its introduction: A growing health concern. *PLOS Neglected tropical diseases*, 16(2) : 1-13.
- Haffaressas B., 2018.** Inventaire et écologie des Syrphidés (Ordre: Diptera) de la région de Guelma. Thèse doctorat: Ecologie et conservation. Université 8 mai 1945 Guelma, 143p.
- Hamaidia H., et Berchi S., 2018.** Systematic and ecological study of Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in the Souk-Ahras region (Algeria). *Faun Ento.* 71: 1-8.

- Hamaidia K., et Soltani N., 2019.** Compensation of kinoprene effect on reproduction of *Culex pipiens* by methoxyfenozide an ecdysone agonist. *J Entomol Res* 43 (2) : 125-130.
- Hassaine K., 2002.** Bioécologie et biotypologie des Culicidae (Diptera : Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (*Ae. Caspius*, *Ae. Detritus*, *Ae. Mariae* et *Cx. pipiens*) dans la région occidentale algérienne. Thèse de doctorat es Sciences, Université de Tlemcen, 191 p.
- Haubruge E., et Amichot M., 1998.** Les mécanismes responsables de la résistance aux insecticides chez les insectes et acariens. *Biotechnol. Agron. Soc. Enviro.* 2 (3) : 161-174.
- Himmi O., Dakki M., Trari B., et Elagbani M.A., 1995.** Les Culicidae du Maroc : clés d'identification avec données biologiques et écologiques. *Trav. Inst. Sci., série Zool.*, Rabat, 44: 50 – 58 p.
- Holstein M., 1949.** Guide pratique de l'anophélisme en A.O.F. Dakar, Direction générale de la Santé publique, 55 p.
- Kettle D. S., 1990.** Medical and veterinary entomology. Ed. C.A.B. International, Wallingford, and Oxon, UK: 658 pp.
- Kettle D.S., 1995.** Medical and Veterinary Entomology, 2nd edition, Wallingford, CAB international, 725 p.
- Kraemer M.U., Reiner R.C., Brady O.J., Messina J.P., Gilbert M., Pigott D.M., et**
- Labeled F., 2019.** La surveillance entomologique du moustique tigre (*Aedes albopictus*) dans l'Algérois (mémoire). Université Saad Dahleb, Blida, p59.
- Larbi Cherif Y., 2015.** Diversité et Caractérisation des habitats des diptères (diptera, culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen) (mémoire). Université Abou Bekr Belkaïd, tlemcen, p70.
- Laven H., 1971.** Génétique formelle, lutte génétique et structures des populations de moustiques. *Annales de parasitologie*, 46(3) : 103-115.
- Lounaci Z., 2003.** Biosystématique Et Bioécologie Des Culicidae (Diptera, Nematocera) En Milieux Rural Et Agricole. Thèse Doc. I.N.A, El-Harrach. Dans Les Oasis De La Région De Biskra (Nord-Est D'algerie). Actes Du Séminaire International Sur La Biodiversité Faunistique En Zones Arides Et Semi-Arides, 185-188.
- Lundwall E., C. Pannetier V., Corbel L., De Gentile., et Legros F., 2005.** Paludisme : Où en est la prophylaxie d'exposition ?. *la revue des praticien*, 55, 841-848.

- Martinet J.P., 2021.** Les Moustiques De La Région Grand-Est : Biodiversité Et Compétence Vectorielle Pour Des Virus Zoonotiques. Thèse Doctorat: Entomologie Médicale Et Vétérinaire. Université De Reims Champagne-Ardenne École Doctorale Sciences Fondamentales - Santé N°619: Paris, 178 P.
- Meir paul p., et Tarlochan S.D., 2012.** An overview of insect growth distripor applied aspect. Insect growth distripor, 4 : 1-162. DOI: 10.1016/B978-0-12-391500-9-00001-2.
- Merabti B., Lebouz L., Adamou A E., Kouidri M., Ouakid M L., 2017.** Effects of certains naturels breeding site characteristics on the distribution of Culicidae (Diptera) mosquito species in south east Algeria. Afr Ento., 25(2): 506-514.
- Morin A., 2002.** Note de cour : les Arthropodes. Biologie U.d'Ottawa.
- Nabti I., et Bounecheda M., 2019.** Mosquito biodiversity in Setif region (Algerian High Plains), density and species distribution across climate zones. Faunistic entomology, 37 (1) : 14.
- Nadji H., 2011.** Contribution a l'étude des moustiques de la region de biskra: aspects systématique, écologique, biochimique et énergétique : mémoire magistère: Biologie Animale. Biskra. Université de Mohamed kheider – Biskra, 161 p.
- O.N.M., 2022.** Rapport météorologique. Office National de Météorologie. Station Belkheir. Wilaya de Guelma.
- Oliva C.F., Benedict M.Q., Collins C.M., Baldet T., Bellini R., Bossin H., Bouyer J., Corbel V., Facchinelli L., et Fouque F., 2021.** Sterile Insect Technique (SIT) against Aedes Species Mosquitoes: A Roadmap and Good Practice Framework for Designing, Implementing and Evaluating Pilot Field Trials. Insects, 12(191) : 1-26.
- O.M.S., 2020.** Évaluation des moustiques génétiquement modifiés dans la lutte contre les maladies à transmission vectorielle. Déclaration de principe. Organisation mondiale de la santé, Genève, Suisse
- Patil S.C., et Shivakumar K., 2021.** Assessment of physicochemical parameters and water quality (Rotifera 469 diversity) of Bhima River at Katti Sanghavi Bridge (Karnataka, India). Uttar pradesh journal of 470 zoologies, 20-28.
- Pavant M., 1986.** Una revolutione . Cultural. Europea .La carte sugli invetebrate .Univ. Pavia, 33 :1-15
- Pihan J. C., 1986.** Les Insectes, Paris, New York, Barcelone. Masson – 160p.

- Rageauj., et Adam J.P., 1952.** Pupe de *Glossina caliginea* Aust. Bull. Soc. Path. Exot. 45, 10-11.
- Ramade F., 2003.** Elément d'écologie – écologie fondamentale – 3 ème édition. Dunod, Paris
- Reinert, J. F. (2010). List of species in tribe Culicini with published illustrations and/or descriptions of eggs (Diptera: Culicidae). European Mosquito Bulletin, 28, 175-181.
- record of *Aedes* (Diptera: Culicidae) species in urban area, Annaba district, Northeastern
- Rioux J A., 1958.** Les Culicidae du « Midi » méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed. Paulle chevalier, Paris : 301 p.
- Robert V., 2012.** Introduction aux arthropodes nuisants, aux vecteurs et aux maladies à transmission vectorielle. Ed, Institut de Recherche Pour Le Développement (IRD), 25-49p.
- Rodhain F., et Perez C., 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine, Paris, 458p.
- Roiz D., Rosà R., Arnoldi D., et Rizzoli A., 2010.** Effects of temperature and rainfall on the activity and dynamics of host-seeking *Aedes albopictus* females in northern Italy. Vector Borne Zoonotic Dis 10, 811–816. <https://doi.org/10.1089/vbz.2009.0098>.
- Rouaiguia M., 2015.** Contribution à l'étude écologique de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans le Nord-Est de l'Algérie: thèse doctorat. Santé, Eau Environnement. Université 8 mai 1945 Guelma, 204 p.
- Schaffner F., Weigand A., Ries C., 2023.** Atlas and catalogue of the mosquitoes (Diptera, Culicidae) of 487 Luxembourg.
- Seguy E., 1950.** La biologie des Diptères. Encyclopédie entomologique. Ed. Paul Le chevalier, Paris, sér. A, XXVI, 609p.
- Senevet G., et Andarelli L., 1960.** Contributions à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara Algérien Arch. Inst. Pasteur, Algérie, (2) :305 - 326.
- Nabti, I., & Bounecheda, M. (2019). Mosquito biodiversity in Setif region (Algerian High Plains), density and species distribution across climate zones. Faunistic entomology, 37 (1) : 14.
- Senevet G., et Andarelli L., 1956.** Présence en Algérie de *Theobaldia litorea* (SHUTE). Arch. Ins. Pasteur, Algérie, 34 : 400-402 161.
- Senevet G., et Andarelli L., 1954.** Races et variétés de *Anopheles claviger* Meigen, 1804. Arch. Inst. Pasteur. Algérie, 33 (3): 128 – 137.
- rne Dis, 13(3) :243-258.

- Ser O., et Cetin H., 2019.** Investigation of susceptibility of *Culex pipiens* L. (Diptera: Culicidae) population of synthetic pyrethroid in Antalya Province of Turkey. *JArthropod.*
- Servadio J. L., Rosenthal S. R., Carlson L., et Bauer C., 2018.** Climate patterns and mosquito borne disease outbreaks in South and Southeast Asia. *Journal of Infection and Public Health*, 11(4): 566-571.
- Shannon C.E. et Weaver W., 1963.** *The Mathematical Theory of Communication.* University of Illinois Press.
- Shirude S., 2019.** Past and future spread of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Nature Microbiology*, 4(5): 854-863.
- Sinegre G., Jilien JL., Gaven B., 1977.** Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de *Culex pipiens* (L.) dans le Midi de la France. *Parasitologia* 19 (1/2), p. 79–94.
- Singh B., Singh P. R., et Mohanty M. K., 2012.** Toxicity of a plant based mosquito repellent/killer. *Interdiscip. Toxicol.* 5(4) :184-91.
- Snodgrass R. E., 1959.** The anatomical life of the mosquito. *Smiths.misc. Coll.*, 139(8), 1-87.
- Sorensen T., 1948.** A Method Of Establishing Groups Of Equal Amplitude In Plant Sociology Based On Similarities Of Species Content And Its Application To Analyses Of The Vegetation On Danish Commons. *Biologiske Skrifter*, 5 (1) -34, 1948.
- Southwood T. R. E., 1978.** Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. *Chapman et Hall*, 2nd Ed., 420 – 455.
- Tabti N., et Abdellaoui-Hassaine K., 2009.** Inventaire des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans quelques localités du Nord-Est algérien. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 134(1–4), 305–314.
- Tahraoui C., 2008.** Abondance Saisonnière Et Biodiversité Des Culicidae Dans Les Subéraies d'El-Kala. *Mémoire D'ingéniorat*, Université Bedji Mokhtar, Annaba, 90 P.
- Tamaloust N., 2007.** Bioécologie Des Nématocères Dans L'algérois. *Essai De Lutte Biologique Par Metarhizium Anisopliae Contre Les Larves De Culex Pipiens Linné, 1758* (Nématocère, Culicidae). *Thèse Magister, Inst. Nati. Agro., El Harrach.* 155 P.
- Tolle M., 2009.** Mosquito-borne diseases. *Curr. Probl. Pediatr. Adolesc. Health Care*, 39, 97-140.

- Trari B., 1991.** Catalogue raisonné des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gîtes duGuarb et de leurs communautés larvaires. Thèse de 3èmecycle, Fac. Sc., Univ. Mohamed V, Rabat, p209.
- Trari B., Dakki M., Himmi O., et Al Abani M.A., 2003.** Les moustiques (Diptera Culicidae) du Maroc. Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces. Bulltin de la Société de Pathologie Exotique 95(4), p. 329-334 p.
- Villeneuve F., et Desire CH., 1965.** Zoologie. 1 ère M'.Edition. Edi BORDAS, 335p
- Weesi P., et Belemsobgo V., 1977.** Les rapaces diurnes du ranch de gibier de Nazinga (Burkina Faso). Liste commentée, analyse du peuplement et cadre biogéographique. Alouda, 65(3) : 263 – 278.
- Weill M., Duron O., Labbé P., Berthomieu A., et Raymond M., 2003.** La résistance du moustique Culex pipiens aux insecticides. Médecine/Sciences, 12(19): 1190-1192.
- Wilson., 1988.** The current state of biological diversity ; In : E O. Wilson.biodiversity. P .3-18. Washington DC : National Academy Press. Parasitologia, Ornithologia, Entonologia.Institute of ecology, Vilinus. ISSN 1392 6.
- Wood D.M., 1984.** Clé des genres et des espèces de moustique du canada. Institut de recherche Biosystématique, Ottawa (Ontario), 92p.

Site Web :

[01] <https://th.bing.com/th/id/R.b5acf7c118c797ec035435db58c72afc?rik=tEyxjVT9hx%2fOYQ&pid=ImgRaw&r=0>. (Consulté le 04/02/2025).

[02] <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Moustique>. (Consulté le 10/02/2025).

[03] <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/2-page-accueil/22-hydrogeologie>.

(Consulté le 20/02/2025).

[04] <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/wilaya-guelma>. (Consulté le 25/02/2025).

[05] <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Long%C3%A9vit%C3%A9>. (Consulté le à 03/03/2025).

[06] <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/2-page-accueil/22-hydrogeologie>.

(Consulté le 12/03/2025).

[07] <https://www.alamyimages.fr/photos-images/malaria-transmission.html?sortBy=relevant>.

(Consulté le 17/03/2025).

[08] https://www.academia.edu/30060465/Virus_Zika. (Consulté le 27/03/2025).

[09] <https://d-maps.com/>. (Consulté le 02/04/2025).

[10] <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fdspace.univ-guelma.dz%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F123456789%2F1282%2FM570.700%2520SNV.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&psig=AOvVaw1U2MpO795IRV4swJ96ain&ust=1747658360516000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCNjy5PrxrY0DFQAAAAAdAAAAABAG>. (Consulté le 10/04/2025).

[11] <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/2-page-accueil/22-hydrogeologie>.

(Consulté le 15/04/2025).

[12] <https://www.meteociel.com/observations-meteo/vent.php>. (Consulté le 20/04/2025).

Résumés

Résumé :

Les Culicidae représentent l'un des groupes d'insectes les plus importants d'un point de vue économique et sanitaire. La réalisation d'un inventaire faunistique s'inscrit dans une démarche de conservation de la biodiversité, un enjeu mondial majeur, qui nécessite une connaissance précise de la répartition des espèces animales et végétales.

Cette étude est considérée comme un travail complémentaire aux travaux réalisés les années précédentes, dont le but était de réaliser un inventaire des espèces de moustiques dans la région.

Dans le but d'évaluer la diversité des espèces de moustiques dans la région de Bouchegouf, située dans le nord-est de l'Algérie (wilaya de Guelma), un inventaire a été réalisé durant deux mois (Février à Mars 2025). Ont permis d'identifier deux sous-familles : Anophelinae et Culicinae, subdivisées en cinq genres. Ce travail a permis de recenser un total de 188 nombres d'échantillons identifiées, répartis en cinq genres.

L'analyse des indices écologiques révèle une domination marquée de *Culex* (70%), tant en termes d'abondance que de fréquence. Elle est suivie par suivants : *Aedes* (16%), puis *Culiseta* (5%), *Mansonia* (5%) et enfin *Anopheles* (4%).

Le suivi phénologique a montré que six des cinq genres identifiées *Anopheles*, *Mansonia*, *Culex*, *Culiseta* et *Aedes* étaient présentes durant toute la période d'étude.

Mots clés : Culicidae, inventaire, *Culex*, abondance, Guelma, Nord-est Algérien.

Abstract:

Culicidae represent one of the most economically and medically important groups of insects. Conducting a faunal inventory is part of a broader biodiversity conservation effort—an essential global challenge that requires detailed knowledge of the distribution of animal and plant species.

This study serves as a continuation of previous research aimed at cataloging mosquito species in the region. To assess mosquito species diversity in the Boucheougouf region, located in the northeast of Algeria (Guelma province), a two-month inventory was conducted from February to March 2025.

The survey identified two subfamilies, Anophelinae and Culicinae, encompassing five genera, with a total of 188 specimens collected and classified.

Analysis of ecological indices revealed a clear dominance of the genus *Culex* (70%) in terms of both abundance and frequency. This was followed by *Aedes* (16%), *Culiseta* (5%), *Mansonia* (5%), and *Anopheles* (4%).

Phenological monitoring indicated that all five genera (*Anopheles*, *Mansonia*, *Culex*, *Culiseta*, and *Aedes*) were present throughout the entire study period.

Keywords: Culicidae, Inventory, Abundance, *Culex*, Guelma, Northeastern Algeria

الملخص:

تُعدّ البعوضيات (Culicidae) من بين أهم مجموعات الحشرات من الناحيتين الاقتصادية والصحية. ويُعد إجراء جرد faunistique جزءًا من جهود الحفاظ على التنوع البيولوجي، وهو تحدٍ عالمي رئيسي يتطلب معرفة دقيقة بتوزيع الأنواع الحيوانية والنباتية. تُعتبر هذه الدراسة امتدادًا للأعمال السابقة التي هدفت إلى جرد أنواع البعوض في المنطقة. ومن أجل تقييم تنوع أنواع البعوض في منطقة بوشقوف الواقعة في شمال شرق الجزائر (ولاية قالمة)، تم إجراء جرد على مدى شهرين، من فبراير إلى مارس 2025. وقد مكن هذا العمل من تحديد فصيلتين فرعيتين هما Culicinae و Anophelinae، تنفرعان إلى خمسة أجناس، مع تسجيل 188 عينة مصنفة.

أظهرت تحليلات المؤشرات البيئية سيطرة واضحة لجنس *Culex* بنسبة 70٪ من حيث الوفرة والتكرار، تليه *Aedes* بنسبة 16٪، ثم *Culiseta* و *Mansonia* بنسبة 5٪ لكل منهما، وأخيرًا *Anopheles* بنسبة 4٪.

كما أظهر الرصد الفونولوجي أن جميع الأجناس الخمسة (*Anopheles*، *Mansonia*، *Culex*، *Culiseta*، و *Aedes*) كانت حاضرة طوال فترة الدراسة.

الكلمات المفتاحية: البعوضيات، الجرد، الوفرة، *Culex*، قالمة، شمال شرق الجزائر

شهادة ترخيص

ب: بوشقوف قالمة-

المولود(ة) في: 2000/08/19

بنان الطالب(ة): محمل وفاء

المسجل(ة) ب: كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون جامعة 08 ماي 1945 قالمة

ب: تعاونية الحبوب والبقول الجافة بلخير قالمة

قد أجرى(ت) تريض نهائية التكوين: للسنة الثانية ماستر تخصص التنوع البيئي والمحدبط

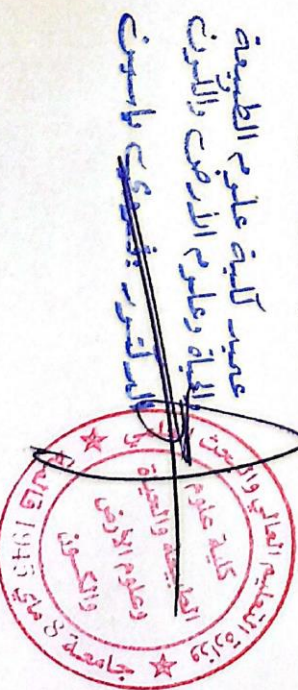
إلى غاية: 2025/04/02

في الفترة الممتدة بين: 2025/03/02

حرر ب: قالمة في: 2025/04/07

مدير تعاونية الحبوب والبقول الجافة بلخير قالمة

عميد كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون



سلمت هذه الشهادة لاستعمالها بما يسمح به القانون

Annexes

Annexe 01 : méthodes de traitements de blé de CCLS

CCLS Belkhir Guelma

CCLS : Coopérative des Céréales et des Légumineuses Sèches.

Introduction :

La contamination des grains entreposés fait référence aux changements physiques, biologiques ou chimiques qui surviennent après la récolte, pendant le stockage. Cela peut être causé par la présence d'insectes, de moisissures, de rongeurs, de résidus de pesticides ou d'objets étrangers, ce qui nuit à la qualité, à la sécurité et à l'hygiène des produits céréaliers destinés à la consommation ou à la transformation.

Le ténébrion meunier (*Tenebrio molitor*) est un coléoptère de la famille des Ténébrionidés. Il est surtout célèbre pour sa larve, connue sous le nom de ver de farine, qui sert de nourriture à certains animaux et parfois à l'homme. Cet insecte préfère les milieux riches en matière organique, tels que les silos à grains ou les moulins, ce qui explique son appellation "meunier". Ils émettent également des sécrétions qui donnent une odeur distincte et désagréable

aux produits entreposés, ce qui les rend moins appropriés pour la production alimentaire ou d'autres usages.

1. Description de lieu de stage :

Le lieu de stage a été effectués dans la zone de Belkhir qui une commune de wilaya de Guelma. Une commune situait à 2 km de l'est de Guelma, à 55 km d'Annaba et à 80 km de Constantine.

• Objectif :

Notre stage est de voir les différentes étapes de la conservation des différents types des Graines comestibles contre les insectes pendant les stockages est tout se la de CCLS Belkhir wilaya de Guelma Nord-est Algérien.

2. Les techniques de stockage :

- Les camions entrant dans le port sont pesés.
- L'agent de prélèvement plantes une colonne fermée dans le sens de la longueur. Lorsqu'il pénètre dans le blé, la colonne s'ouvre pour permettre aux échantillons d'y entrer par 8 trous.
- Lorsque des échantillons sont prélevés par des agriculteurs, ils sont mesure : le poids spécifique, l'humidité et le nombre des insectes.
- Nous passons les échantillons sur un chariot qui dépose les grains cassés, les grains vides de l'intérieur, matière inerte, les larves et les insectes.
- Le sac ne doit pas contenir plus de 25 insectes.
- Le poids spécifique [74-80].
- L'humidité <15.
- Température [25-30] C.
- Lorsque le camion est accepté, le chauffeur le décharge dans le fossa.
- Les Machinistes ont mis le produit dans 3 cellules distinctes, mais le produit qui entre en premier est celui qui sort en premier. Car lorsque la récolte s'accumule, l'humidité et la température augmente, ces facteurs activent le cycle de vie des insectes.
- Si le produit vient du port et contient des insectes, il n'est pas renvoyé, mais passe par le silo sur les grands tamis conteneurs qui sont vidés par la force du vent pour éliminer les insectes et la poussière.
- Pour éliminer les insectes, on les combat en pulvérisant les parois du silo avec un médicament dissous dans l'eau parce que la durée de vie des insectes 03 ans.

- En été, lorsqu'il y a un surplus, la production est envoyée dans d'autres États, mais elle doit respecter les normes appropriées

3. Différentes méthodes de traitements de blé de CCLS :



Les échantillonnages prés



La sonde



Un tamis



Tarare



Tapie roulant pour transporte produit

Figure 01 : les matériels utilisés.

4. Quelques appareillages utilisés :

- Appareil de mesure de l'humidité :



- Appareil de mesure de la richesse spécifique :



5. La liste des espèces qui peut toucher le stocke des Graines :



Figure 02 : *Sitophilus oryzae*.



Figure 03 : *Sitophilus zeamais*.



Figure 04 : *Rhyzopertha dominica*



Figure 05 : *Sitotroga cerealella*

6. Les insectes danger de stocke de blé dans CCLS :



Figure 06 : *Tribolium castaneum*



Figure 07 : *Sitophilus granarius* (Charançon)



Figure 08 : *Oryzaephylus surinamensis* L (Silvain)

7. Méthode de lutte contre les insectes :

- **Produit insecticide :**



Figure 09 : Produit insecticide Texto.

- **Solution chimique :**

- **La fumigation :** est l'opération consistant à introduire un gaz d'une enceinte partiellement ou totalement fermée en vue d'y détruire des organismes vivants dits (les insectes nuisibles).
- **Moyens de prévention et de traitement efficaces contre les insectes :**
 - Récolter les cultures uniquement lorsqu'elles sont complètement mûres, tout en s'assurant de la propreté du réservoir de récolte.
 - Nettoyer les grains de toutes impuretés, de grains cassés et de poussière, en veillant à ce que l'humidité ne dépasse pas 10 %.

- Éliminer tous les nids de fourmis, et avant l'expédition des grains par bateau pour l'exportation, nettoyer le navire, le traiter avec des pesticides, et assainir l'entrepôt avant d'y stocker les grains.
- Réparer les clôtures extérieures de l'installation et appliquer une peinture brillante pour réfléchir la chaleur, afin de prévenir le risque de réchauffement des grains, tout en assurant une surveillance constante des équipements.

8. Quelques photos pour le CCLS :



Figure 10 : Les silos.

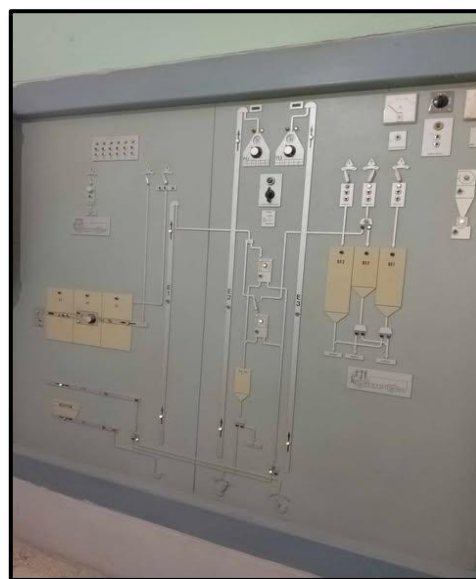


Figure 11 : Tableau de contrôle des silos.



Figure 12: Sortie du produit vers les moulins



Figure 13 : Le fossa.



Figure 14 : Déchet.



Figure 15 : Matière inerte.



Figure 16 : Les vannes.



Figure 17: Bagge.