

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

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 et 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 : Biodiversité et Environnement

Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème :

**Inventaire et classification des espèces de moustiques dans la wilaya de
Guelma (La commune de Belkheir)**

Présenté par :

-Berradai Chahrazad

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme Baaloudj Affef

Pr

Université de Guelma

Examinatrice : Mme Bouhala Zineb

MCB

Université de Guelma

Encadreur : Mme Bouaouina Amel

MAA

Université de Guelma

Juin 2025



Remerciement

Louange à Dieu, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la patience, la force et la persévérance nécessaires à la réalisation de ce travail.

Au terme de ce mémoire, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui m'ont soutenu(e) de près ou de loin durant cette période de recherche.

Je tiens tout particulièrement à remercier **Madame Amel Bouaouina**, ma directrice de mémoire, pour sa disponibilité, son encadrement rigoureux, ses conseils éclairés et son soutien constant tout au long de cette étude. Son accompagnement a été d'une aide précieuse à chaque étape de ce travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble du personnel enseignant et administratif de l'Université 8 Mai 1945 – Guelma, pour la qualité de l'enseignement dispensé et l'encadrement tout au long de mon parcours universitaire. Grâce à leur savoir-faire et leur engagement, j'ai pu acquérir les connaissances et les compétences nécessaires à l'élaboration de ce mémoire.

Je n'oublie pas tous les enseignants qui m'ont formé(e), soutenu(e) et inspiré(e) tout au long de ces années d'étude. Chacun d'eux a contribué, à sa manière, à forger ma formation académique et scientifique.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude aux membres du jury **Mme Baaloudj Affef** (Pr), et **Mme Bouhala Zineb** (MCB) qui ont bien voulu évaluer ce travail. Leur présence, leurs remarques pertinentes et leurs suggestions constructives ont grandement enrichi cette étude et contribueront sans aucun doute à son amélioration. Leur expertise et leur rigueur scientifique sont pour moi une source d'inspiration et de reconnaissance.

DÉDICACE

Avant tout, je rends grâce à **Dieu**, Le Tout-Puissant, pour Son aide et Son soutien constant tout au long de ce parcours académique. C'est grâce à Sa volonté que ce travail a pu être mené à bien.

Je dédie ce travail à ma directrice de mémoire, **Mme Amel Bouaouina**, pour ses précieux conseils, sa disponibilité et son accompagnement tout au long de cette étude. Votre expertise et votre soutien m'ont été d'une grande aide et m'ont permis d'avancer avec confiance.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude envers l'ensemble du corps académique de l'Université 8 Mai 1945, pour leur aide scientifique et leur soutien constant. Leur contribution a joué un rôle majeur dans l'aboutissement de ce travail.

Je dédie également ce travail à ma famille, en particulier à ma mère, **Mme Berradai Hakima**, pour son amour inconditionnel, son soutien moral et sa force qui m'ont toujours guidée. À mon mari, **Mr Nemiri Khaled**, pour sa patience, son soutien indéfectible et son encouragement constant tout au long de cette aventure.

Je remercie chaleureusement la Direction des Forêts de la wilaya de Guelma, ainsi que l'ensemble de son personnel, pour leur collaboration et leur soutien dans la collecte de données sur le terrain. Leur aide précieuse a été essentielle dans l'accomplissement de cette étude.

Je tiens à adresser un remerciement particulier à ma chère amie, **Mme Roumaissa Chibani**, qui a été un soutien constant, non seulement par ses conseils, mais aussi par sa présence et son enthousiasme tout au long de ce projet.

Enfin, je me rends hommage à **moi-même** pour l'effort et la persévérance dont j'ai fait preuve, en surmontant les défis et en poursuivant ce travail jusqu'à son aboutissement. Et c'est avec humilité que je reconnais que cette réussite est également le fruit de ma propre détermination.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction : 1

Chapitre I : Biologie et écologie de l'espèce

I- Biologie et écologie de l'espèce : 5

1-Définition : 5

2-Systématique : 5

3-Morphologie générale des culicidaes : 6

3.1- L'œuf 7

3.2- Structure de la larve : 8

3.2.1- La tête : 8

3.2.2- le thorax : 9

3.2.3- L'abdomen : 9

3.3- Structure de la nymphe : 9

3.4- Structure de l'adulte : 10

3.4.1- La tête : 11

3.4.2- le thorax : 11

3.4.2.1- Les ailes : 11

3.4.2.2- Les pattes : 12

3.4.3. L'abdomen : 12

4. Bioécologie de l'espèce : 13

4.1. Cycle de développement : 13

4.1.1- Accouplement : 14

4.1.2- Ponte : 14

4.1.3- Développement larvaire et nymphose : 14

4.1.4- Mue imaginale : 14

4.1.5- Stade adulte : 14

4.2- Alimentation des espèces : 15

4.2.1- Alimentation des larves : 15

4.2.2- Alimentation des adultes :.....	15
4.3- Habitat :	16
4.4- Activité :.....	16
4.5- Rôle écologique :.....	16
4.6- Rôle pathogène :	17
6. Répartition géographique :	18
6.1. À l'échelle mondiale :	18
6.2. En Algérie :	19
Chapitre II: Matériel et Méthodes	
II. Matériel et Méthodes :	21
1. Présentation du site d'étude :	21
1.1. Situation géographique :	21
1.2. Les zones du territoire de la wilaya de Guelma :	23
1.2.1. La zone des plaines de Guelma et Bouchegouf (moyenne et basse vallée de la Seybouse) :	23
1.2.2- La zone des djebels au nord et au nord-ouest :	23
1.2.3- La zone des plaines et collines de Tamlouka :	23
1.2.4- La zone des djebels dominant les oueds Sedrata et Hédia ;	23
1.3. Étude climatique de la wilaya de Guelma :	24
1.3.1. Les températures :	24
1.3.2. Les précipitations :	25
1.3.3. Diagramme ombrothermique :	26
1.3.4. L'humidité :	27
1.3.5. Le vent :	27
1.4. Choix des sites d'étude dans la zone de recherche :	28
2- Matériel et méthodes:	31
2.1- Méthodes d'étude du peuplement Culicidien et de son milieu:	31
2.1.1- Technique d'échantillonnage sur terrain :	31
2.2-Matériel employé lors des sorties de terrain :	31
2.3-Travail au laboratoire :	32
2.3.1- L'identification des espèces :	32
2.3.2-Matériel utilisé au laboratoire :	32
2.4-Traitement des données :	33
2.4.1 – Descripteurs classiques :	33

Chapitre III: Résultats et Discussion

III. Résultats et Discussion :	36
1. Résultats :	36
1.1. Inventaire global des espèces culicidiennes :	36
1.2. Phénologie :	36
1.3. Indices écologiques de composition :	37
1.3.1. Abondance relative :	37
1.3.2. Richesse spécifique :	38
1.3.3. Fréquence d'occurrence et constance des espèces :	38
1.4. Indices écologiques de structure :	39
1.4.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver :	39
1.4.2. Équitabilité :	40
2-Discussion :	41
Conclusion :	46
Références bibliographiques :	49
Résumé	

Liste des figures

Figure 1: Morphologie typique des œufs appartenant aux genres <i>Culex</i>	7
Figure 2: Larves de <i>culex quinquefasciatus</i>	8
Figure 3: Tête larvaire de moustique au microscope	8
Figure 4: Nymphe des Culicidés	10
Figure 5: Morphologie générale d' <i>Anophèle</i> adulte	10
Figure 6: Morphologie des pattes: A: antérieures B: postérieures	12
Figure 7: Représentation schématique du cycle de vie du moustique.....	13
Figure 8: le virus Zika	17
Figure 9: représente le paludisme.....	18
Figure 10: Situation géographique de la wilaya de Guelma en Algérie.....	21
Figure 11: Situation géographique de la commune de Belkheir ,wilaya de Guelma	22
Figure 12: Courbe des températures mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).	25
Figure 13: Courbe des précipitations mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).	26
Figure 14: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Guelma durant l'année 2024-2025.....	26
Figure 15: Courbe d'humidités mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).	27
Figure 16: Courbe des vents mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).....	28
Figure 17: les sites d'étude.	30
Figure 18: Matériel utilisé sur terrain.....	31
Figure 19: Matériel utilisé au laboratoire.	32
Figure 20: Abondance relative de la région de Belkheir durant la période d'étude.....	37
Figure 21: Histogramme représente la richesse spécifique dans les sites prospectés dans la région de Belkheir pendus la période d'étude.	38
Figure 22: Indice de diversité et équitabilité des genres Culicidienne récoltée dans la région d'étude.	39
Figure 23: Histogramme représente l'équitabilité dans les sites prospectés dans la région de Belkheir pendus la période d'étude.	40

Liste des tableaux :

Tableau 1: Position systématique des moustiques	6
Tableau 2: Tableau des températures mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).	24
Tableau 3: Tableau des précipitations mensuelles (Avril 2024 – Mars 2025).....	25
Tableau 4: Tableau d’humidités mensuelles (Avril 2024 – Mars 2025).....	27
Tableau 5: Tableau des vents mensuelles (Avril 2024 – Mars 2025).....	28
Tableau 6: Caractéristiques naturelles des sites prospectés dans la région de Belkheir.....	29
Tableau 7: La présence et l’absence les genres de moustiques dans les stations d’études.	36
Tableau 8: Phénologie des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Belkheir durant la période d’étude.	37
Tableau 9: La Fréquence d’occurrence et de constance des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Belkheir durant la période d’étude.....	39

Liste des abréviations :

OMS :Organisation mondiale de la santé.

T : température.

Abs: l'espèce est absente.

Acc: l'espèce est accessoire.

C°: unité de température.

Con: l'espèce est constante.

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.

C%: Fréquence de constance en pourcentage .

Catég: Catégorie.

%: Unité d'humidité.

Cs: Culex.

Introduction :

Les insectes représentent environ les trois quarts des branches des arthropodes. Grâce à leur remarquable diversité morphologique et leur grande plasticité écologique, ils ont réussi à coloniser la quasi-totalité des habitats naturels et à s'adapter à une grande variété de modes de vie **(Rodhain et Perez, 1985)**. Ce sont des arthropodes dotés de pattes et d'articulations.

La classe des insectes regroupe à elle seule les quatre cinquièmes des espèces animales actuellement connues **(Beaumont et Cassier, 2000)**. Elle comprend près de 30 ordres et plus de 600 000 espèces, parmi lesquelles seules quelques-unes présentent une importance médicale **(Ripert, 2007)**.

Les moustiques, appartenant à la famille des Culicidae, sont présents sur tous les continents. On les trouve même dans des zones extrêmement arides comme le Sahara ou la vallée du Rift en Afrique, ainsi que dans des régions très froides comme le Canada et la Sibérie. Actuellement, plus de 3 500 espèces ont été recensées dans le monde, dont environ 300 sont hématophages et piquent l'être humain **(Knight et Stone, 1977)**. Certaines espèces sont endémiques à un continent ou à une région particulière, tandis que d'autres possèdent une répartition beaucoup plus étendue (espèces cosmopolites ou pantropicales). D'autres encore sont strictement associées à des habitats spécifiques tels que les rizières ou les mangroves, alors que certaines espèces sont considérées comme envahissantes, colonisant de nouvelles zones chaque année.

La majorité des moustiques sont des espèces sauvages vivant loin de l'homme. Leur régime alimentaire repose principalement sur le sucre, mais certaines espèces femelles se nourrissent également de sang de vertébrés sauvages, d'oiseaux ou de reptiles. Une minorité d'entre elles, qualifiées de « féroces », piquent l'homme de manière agressive.

La faune culicidienne en Afrique du Nord comprend 66 espèces réparties en deux sous-familles, sept genres et dix-sept sous-genres **(Brunhes *et al.*, 1999)**. La richesse spécifique varie fortement d'un pays à l'autre **(Brunhes *et al.*, 2000)**. Ces espèces sont rencontrées dans les zones méditerranéennes, en Amérique, en Inde, en Europe du Nord, en Europe méditerranéenne, en Asie et à Madagascar **(Senevet et Andarelli, 1963)**.

En France, la faune des Culicidae est bien représentée, avec 7 genres et 54 espèces identifiées, incluant des espèces montagnardes, méditerranéennes et nordiques (**Rageau et Adam, 1952**).

Au Maroc, 50 espèces de moustiques ont été identifiées depuis le début du siècle, appartenant à 7 genres et 15 sous-genres. Parmi elles, 7 sont considérées comme dangereuses ou potentiellement dangereuses : *Aedes pullatus*, *Aedes vittatus*, *Anopheles hyrcanus*, *Anopheles gambiae*, *Culex territans*, *Culiseta littorea* et *Culiseta morsitans* (**Trari et al., 2003**).

Les Culicidae présentent généralement des caractéristiques morphologiques bien distinctes, ce qui facilite l'identification de la famille et permet une description précise. Cependant, leur classification en sous-familles, genres et sous-genres reste complexe. Au cours des vingt dernières années, 48 espèces de Culicidae ont été recensées en Algérie. Elles appartiennent à six genres différents et sont réparties en deux sous-familles : *Anophelinae* et *Culicinae* (**Brunhes et al., 1999**).

En Algérie, les premières études sur les Culicidae remontent au XXe siècle. Les recherches pionnières menées par (**Clastrier, 1941**), ainsi que les travaux fondamentaux de (**Senevet et Andarelli , 1954**), ont marqué une étape cruciale dans l'avancement des connaissances sur ce groupe d'insectes.

Notre travail s'est focalisé sur l'étude des moustiques adultes dans la commune de Belkheir (wilaya de Guelma, Nord-Est algérien). À travers une approche systématique et écologique, nous avons mené un inventaire entomologique visant à recenser les différentes espèces adultes présentes dans cette région. L'objectif principal était de déterminer la richesse spécifique des Culicidae à l'échelle locale. Les échantillonnages ont été effectués dans divers milieux afin d'assurer une représentativité des habitats, et les résultats obtenus ont été analysés et comparés, dans la mesure du possible, aux données disponibles dans la littérature scientifique antérieure.

Notre travail suit une démarche méthodologique structurée en deux parties. La première partie est consacrée à un aperçu général de la bioécologie des moustiques adultes, ainsi qu'à une description détaillée de la zone d'étude, à savoir la commune de Belkheir, située dans la wilaya de Guelma.

La deuxième partie est dédiée à l'étude taxonomique et à l'inventaire de la faune culicidienne adulte. Des collectes ont été réalisées spécifiquement au niveau de la commune de

Belkheir, ce qui a permis de recenser et d'identifier les différents genres de moustiques présentes dans cette région.

Chapitre I

Biologie et écologie de l'espèce

I- Biologie et écologie de l'espèce :

1-Définition :

Les moustiques sont des insectes appartenant à la classe des Insectes. Ils font partie de l'ordre des Diptères, un groupe d'insectes caractérisé par la présence de seulement deux ailes fonctionnelles. Les moustiques appartiennent à la famille des Culicidae, qui regroupe plusieurs milliers d'espèces réparties à travers le monde. Cette famille est elle-même subdivisée en trois sous-familles, regroupant environ 3300 espèces dans le monde. Ils se caractérisent par un corps mince, des pattes longues et fines, recouverts de poils ou d'écailles. Contrairement aux mâles, les femelles sont hématophages (**Dajoz, 2010**).

En Algérie, environ 48 espèces ont été recensées, appartenant aux genres *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* et *Coquillettidia* (**Brunhes et al., 2000**).

2-Systématique :

La famille des Culicidae, communément appelée les moustiques, est une importante famille d'insectes qui se divise en trois sous-familles principales : les Culicinae, les Anophelinae et les Toxorhynchitinae. Cette classification regroupe au total 37 genres différents. On estime à environ 3200 le nombre d'espèces recensées à travers le monde (**Knigh et Stone, 1977**).

Culicinae sont représentées par sept genres. Les *Toxorhynchitinae* ne sont pas représentés. Sous-famille Anophelinae, qui comprend un genre: *Anopheles* (15 espèces). La sous-famille des Culicinae comprend six genres: *Culex* (16 espèces), *Aedes* (16 espèces), *Culiseta* (6 espèces), *Coquillettidia* (2 espèces), *Uranotaenia* (2 espèces), *Orthopodomyia* (1 espèce) selon (**Amara Korba, 2016**) .

Tableau 1: Position systématique des moustiques (Amara Korba, 2016).

Règne	Animal
Embranchement	Arthropodes
Sous-embranchement	Antennates
Classe	Insectes
Sous-classe	Ptérygotes
Section	Oligonéoptères
Super ordre	Mécoptéroïdes
Ordre	Diptères
Sous ordre	Nématocères
Famille	Culicidea

3-Morphologie générale des culicidaes :

Sur le plan morphologique, les Culicidae se distinguent par plusieurs caractères particuliers. Ils présentent des antennes longues et fines, richement pourvues d'appendices sensoriels, ainsi que des ailes recouvertes d'écailles, caractéristiques de la famille. Chez les femelles, les pièces buccales sont transformées en un proboscis allongé, rigide, hautement sensible et adapté à la succion **(Boyer, 2006)**.

Les Culicidae suivent un développement holométabole, caractérisé par une métamorphose complète comprenant trois stades distincts : larvaire, nymphal et adulte. Chacun de ces stades présente une morphologie propre, adaptée à son environnement, les formes pré imaginaires (larves et nymphes) évoluent en milieu aquatique, tandis que l'imago (adulte) est adapté à un mode de vie aérien **(Carneval et Robert, 2009)**.

La morphologie externe, et plus particulièrement la cétotaxie des différents stades, constitue un critère fondamental pour la différenciation spécifique. Dans ce contexte, il s'avère essentiel de décrire les principaux traits morphologiques des adultes ainsi que ceux des stades préimaginaires, dont la connaissance représente une base incontournable en systématique **(Boukraa, 2010)**.

3.1- L'œuf

L'œuf des Culicidae présente une forme généralement fusiforme, avec une taille avoisinant $0,5 \pm 0,02$ mm. Il est de couleur blanchâtre au moment de la ponte, mais prend rapidement une teinte brune ou noire, suite à l'oxydation de certains constituants chimiques de la coquille.

Sur le plan structurel, l'œuf se compose, de l'intérieur vers l'extérieur, d'un embryon, d'une membrane vitelline transparente, d'un endochorion épais, ainsi que d'une couche externe plus ou moins pigmentée, ou encore d'un exochorion présentant un bord distinct (**Berchi, 2000**).



Figure 1: Morphologie typique des œufs appartenant aux genres *Culex* [01].

3.2- Structure de la larve :

Chez les Culicidae, le développement larvaire se divise en quatre stades successifs, présentant une morphologie globalement similaire, l'exception de la taille, qui varie entre 1 et 1,5 cm selon le stade. Les caractéristiques morphologiques les plus pertinentes pour l'identification systématique se retrouvent principalement au niveau du quatrième stade larvaire (**Figure 2**).



Figure 2: Larves de culex quinquefasciatus [02].

3.2.1- La tête :

La tête abrite des organes sensoriels développés, notamment les yeux et les antennes, ainsi que les pièces buccales. Les yeux occupent la majeure partie de la région antéro-latérale de la tête. À l'avant, entre les deux yeux, se trouve une zone étroite appelée front, sur laquelle sont implantées les antennes, constituées de trois segments. La partie antérieure de la tête est délimitée par le clypéus médian. Les pièces buccales, de type piqueur, sont protégées à l'intérieur d'un labium formant une trompe. Les palpes maxillaires, dont la longueur varie selon les espèces, prennent naissance au niveau du clypéus. Le sommet de la tête, appelé vertex, est recouvert de carènes dont la forme, la taille et la couleur varient considérablement et représentent des critères importants pour l'identification des espèces (**Berchi, 2000**).



Figure 3: Tête larvaire de moustique au microscope [03].

3.2.2- le thorax :

Situé juste après le cou, le thorax présente une forme globalement quadrangulaire. Il est constitué de trois segments fusionnés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Ses faces dorsale et ventrale sont recouvertes de soies, dont certaines sont particulièrement utiles pour l'identification des espèces. Parmi elles, on distingue notamment la soie méta thoracique dorsale n°1, ainsi que les soies pleurales n°9 à 12 situées sur les régions ventrales du méso- et du métathorax (**Anonyme, 2004b**).

3.2.3- L'abdomen :

Plus flexible que le thorax, l'abdomen des larves de culicidés est constitué de neuf segments. Sur la face dorsale du huitième segment se trouvent les orifices respiratoires : ils sont sessiles chez les *Anophelini*, tandis qu'ils s'ouvrent à l'extrémité d'un siphon chitineux chez les *Culicini*. Le neuvième segment porte un ensemble complexe de soies anales ainsi que deux appendices translucides, appelés papilles, encadrant l'orifice anal. Le siphon, dont la longueur varie selon les espèces, joue un rôle essentiel dans la respiration de la larve (**Senevet et Quievreux., 1941**).

3.3- Structure de la nymphe :

À la fin du quatrième stade larvaire, la larve cesse de s'alimenter et entre dans le stade nymphal, au cours duquel se forment les organes de l'adulte. Ce stade dure généralement moins de quatre jours. Les nymphes de tous les Culicidae nagent librement dans l'eau et présentent une forme incurvée, évoquant une virgule. Leur corps est divisé en deux parties : le céphalothorax et l'abdomen.

Le céphalothorax, comme chez toutes les nymphes d'insectes, contient les ébauches des pattes, des antennes et des ailes. La respiration se fait grâce à une paire de trompettes respiratoires situées sur la face dorsale du céphalothorax. Chaque trompette correspond à un tube cylindrique ou cylindro-conique, ouvert à l'extrémité par une encoche oblique.

L'abdomen, constitué de neuf segments distincts, est arqué et replié sous le céphalothorax. Il se termine par une paire de palettes natatoires ovales, aplaties dorso-ventralement et mobiles à leur base. Chacun des huit premiers segments porte dorsalement plusieurs paires de soies. Le premier segment, quant à lui, est muni d'une paire de soies palmées qui, grâce à un effet de

capillarité, contribuent à maintenir la nymphe en équilibre à la surface de l'eau. La chétotaxie, c'est-à-dire la forme et la disposition des soies abdominales, constitue un critère diagnostique essentiel (Himmi *et al.*, 1995).

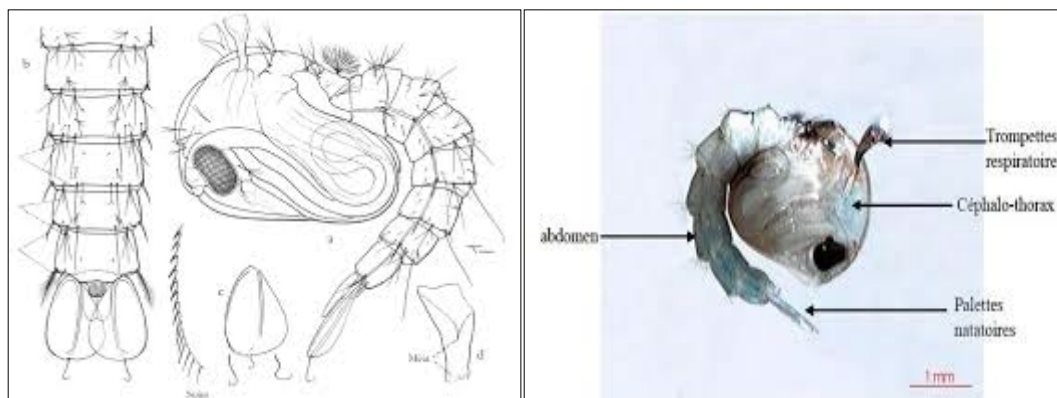


Figure 4: Nympe des Culicidés (Anonyme, 2000).

3.4- Structure de l'adulte :

Les adultes des Culicidae sont de petits insectes au corps élancé, divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. Leur corps ainsi que leurs pattes présentent une coloration allant du brun pâle au noir, parfois ornée de taches ou de bandes distinctives (Tabti, 2015).

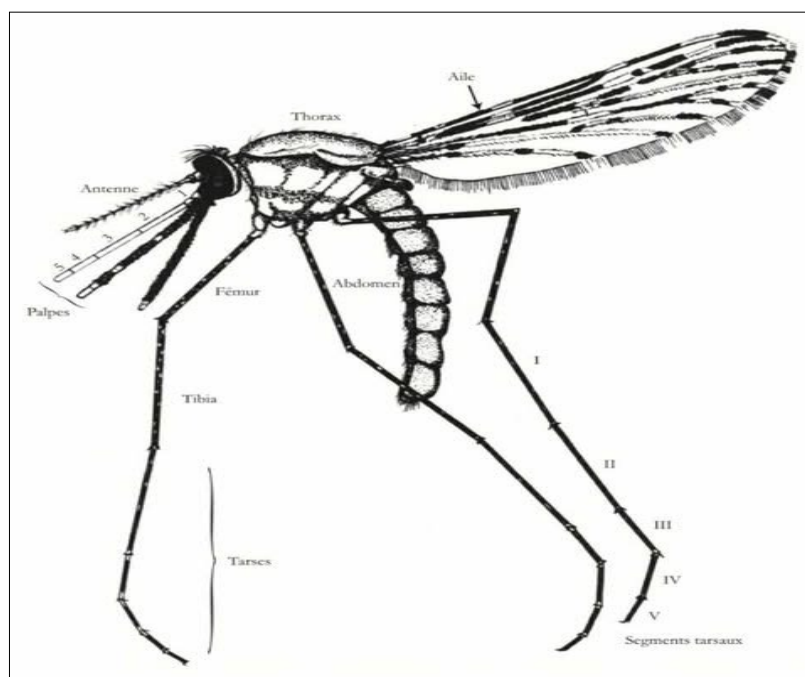


Figure 5: Morphologie générale d'Anophèle adulte [04].

3.4.1- La tête :

La tête porte deux taches oculaires ainsi qu'une paire d'antennes disposées en forme de (V) orienté vers l'avant. Ces antennes sont garnies de soies caractéristiques selon les groupes. Parmi celles-ci, la soie 6c revêt une importance particulière sur le plan taxonomique ; elle peut présenter une, deux, voire trois branches ou plus .

La tête comporte également une plaque chitineuse appelée fronto-clypeus, ornée de cinq soies. À l'avant de cette plaque s'insèrent les épines pré-clypéales. On observe aussi la plaque mentale, identifiable par une dent médiane proéminente entourée de plusieurs dents latérales (Séguy, 1950).

3.4.2- le thorax :

Le thorax se termine par une structure appelée scutellum. Les faces latérales du thorax sont recouvertes d'écailles et de soies, dont la disposition et la forme jouent un rôle important dans l'identification des espèces de Culicidae. Le thorax se divise en plusieurs parties distinctes .

a- Le prothorax :

Très réduit, il ne porte qu'une seule paire de pattes.

b- Le mésothorax :

C'est la partie la plus développée du thorax. Il porte une paire d'ailes, une paire de pattes ainsi qu'une paire de stigmates. La face dorsale est en grande partie occupée par le scutum, qui présente chez de nombreuses espèces des motifs caractéristiques utiles pour leur identification.

c- Le métathorax :

Également réduit, il porte une paire de pattes, une paire de stigmates et une paire d'haltères, structures correspondant à des ailes vestigiales, servant à l'équilibre en vol (Hadjoudj, 2012).

3.4.2.1- Les ailes :

Les ailes sont formées d'une fine membrane transparente, soutenue par des nervures longitudinales et transversales qui délimitent des cellules. Ces nervures sont recouvertes d'écailles. Le bord postérieur de l'aile est orné d'une frange d'écailles dont la forme, la couleur et

la disposition varient selon les espèces. Des écailles similaires recouvrent également les segments thoraciques et les pattes (Rodhain et Perez, 1985).

3.4.2.2- Les pattes :

Chaque patte est constituée, de la base vers l'extrémité distale, des segments suivants : la coxa (hanche), le trochanter, le fémur, le tibia, et un tarse divisé en cinq articles. Le dernier article porte généralement deux griffes, et parfois un empodium ainsi que deux pulvilles (Rodhain et Perez, 1985).

Les pattes présentent également des caractères taxonomiques importants. Parmi eux figurent : la longueur relative des cinq articles tarsaux, la présence ou l'absence de pulvilles, ainsi que l'ornementation produite par les écailles (Himmi *et al.*, 1995).

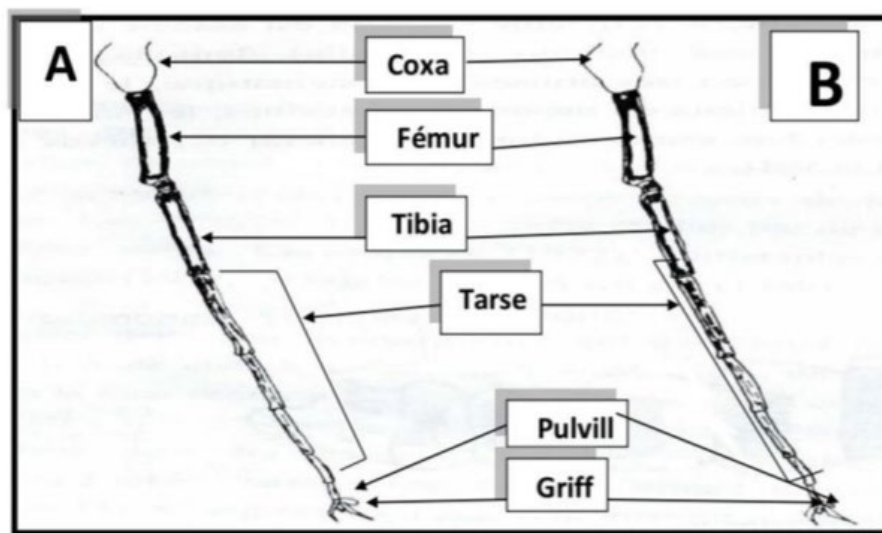


Figure 6: Morphologie des pattes: A: antérieures B: postérieures (Bendali et Saoudi., 2006).

3.4.3. L'abdomen :

L'abdomen est constitué de trois métamères fusionnés, présentant un développement inégal. Chaque métamère est formé de plaques sclérifiées : les plaques ventrales sont appelées sternites, les plaques latérales sont les pleurites, et les plaques dorsales sont désignées sous le nom de tergites. Ces plaques sont reliées entre elles par des membranes souples, permettant une certaine flexibilité (Brunhes, 1970).

4. Bioécologie de l'espèce :

4.1. Cycle de développement :

Le cycle de vie des moustiques comprend deux phases (**Figure 7**) :

a- Phase aquatique (pré-imaginale) :

Il s'agit de la période de croissance, durant laquelle les moustiques passent par plusieurs stades de mue, de l'œuf à la nymphe, en traversant quatre stades larvaires. Cette phase dure entre 5 et 90 jours, en fonction des conditions environnementales telles que la température et la disponibilité de nourriture.

b- Phase aérienne (imaginale) :

C'est la période de reproduction, sans croissance supplémentaire, où l'insecte atteint sa forme adulte (imago). La phase aérienne dure généralement de 2 à 3 semaines pour les mâles, et de 1 mois à 6 mois pour les femelles qui hivernent. La durée de cette phase varie selon les conditions environnementales et l'espèce.

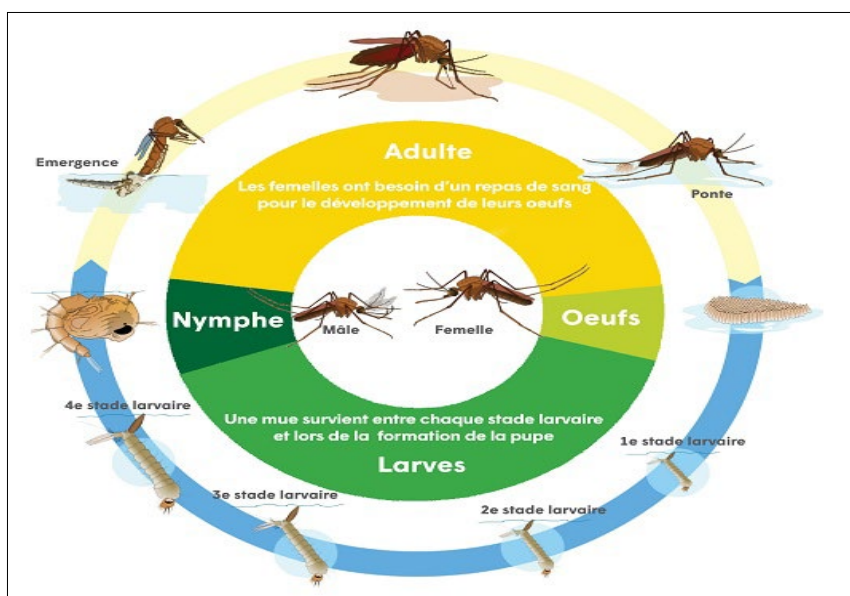


Figure 7: Représentation schématique du cycle de vie du moustique [05].

4.1.1- Accouplement :

L'accouplement des moustiques se déroule en vol ou dans la végétation. Après la copulation, les femelles conservent le sperme du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'appareil génital. Une fois fécondées, elles partent à la recherche d'un repas de sang. Après avoir ingéré du sang, les femelles se posent dans un endroit abrité pour digérer leur repas (Delaunay *et al.*, 2001).

4.1.2- Ponte :

Les œufs sont déposés sur des substrats humides, tels que de la vase, qui peuvent être submergés. L'éclosion des œufs se produit de manière synchrone après une accumulation (comme dans le cas d'*Aedes*) ou directement à la surface de l'eau (pour d'autres espèces comme *Anopheles*, *Culex*, ou *Culiseta*). Le nombre d'œufs par couvée varie en fonction de l'espèce et de la quantité de sang ingéré, Selon (Balenghien, 2007).

4.1.3- Développement larvaire et nymphose :

L'éclosion des œufs libère des larves dans l'eau. Après quatre mues et avoir atteint leur développement maximal, les larves cessent de se nourrir et se transforment en nymphe. La durée de ce stade peut varier de 3 jours à plusieurs mois, particulièrement pour les espèces dont la larve constitue le stade hivernant. Certaines larves survivent même dans des eaux gelées, figées dans la glace (Guillermet, 2013).

4.1.4- Mue imaginale :

Les nymphes deviennent des imagos après quelques jours (1 à 2 jours dans des conditions optimales). Les adultes émergent en fendant leur enveloppe nymphale (exuvie), qui leur sert de flotteur pour déplier leurs ailes avant de s'envoler.

4.1.5- Stade adulte :

Après leur émergence, les adultes restent au repos pendant 1 à 5 jours. Durant cette période, les organes génitaux des mâles effectuent une rotation de 180°. Les adultes se réfugient dans divers endroits : trous d'arbres, terriers d'animaux, feuillage, végétation, toiles d'araignées, etc. Selon l'espèce, l'accouplement peut se produire durant cette période de repos ou plus tard, lors du premier repas sanguin des femelles (Boulkenafe, 2006).

4.2- Alimentation des espèces :

4.2.1- Alimentation des larves :

Les larves de moustiques, très mobiles, plongent rapidement en profondeur lorsqu'elles perçoivent un danger ou lorsqu'elles recherchent leur nourriture. Leur régime alimentaire est composé principalement d'éléments planctoniques tels que des bactéries, des algues microscopiques et des protozoaires. Certaines espèces carnivores, comme *Toxorhynchites*, peuvent aussi se nourrir de proies plus volumineuses, telles que des larves de Chironomes ou même d'autres Culicidés. Les pièces buccales des larves sont adaptées à broyer leur nourriture **(Rodhain et Perez, 1985)**.

4.2.2- Alimentation des adultes :

D'après **(Becker *et al.*, 2003)**, les pièces buccales des Culicidae, et particulièrement celles des mâles, sont adaptées pour mordre et sucer la sève des plantes ainsi que le nectar des fleurs. Par conséquent, les moustiques mâles ne sont pas hématoophages, ce qui les amène à rester proches de leur lieu d'origine et à entrer rarement dans les habitations. En revanche, les femelles consomment également des jus de plantes sucrés, mais la plupart d'entre elles sont des suceuses de sang. Après avoir pondu leurs œufs, les femelles se nourrissent à nouveau et le cycle recommence.

La durée de ce cycle, appelé cycle gonotrophique, varie selon les espèces et les conditions climatiques. Certaines espèces, comme le moustique urbain *Culex pipiens*, peuvent produire des œufs sans avoir besoin de se nourrir de sang. Ces espèces sont dites autogènes et utilisent les réserves d'énergie des larves. Cependant, pour les générations suivantes, un repas de sang devient nécessaire. Les moustiques préfèrent généralement piquer à des moments spécifiques de la journée, principalement à l'aube et au crépuscule, comme le souligne **(Guillaumot, 2006)**.

Le mécanisme de la piqûre est relativement simple. La trompe de Fallope, qui inclut le canal salivaire et le tube digestif, est coupée à son extrémité. Lorsque le moustique est prêt à se nourrir, les lèvres se replient pour exposer la trompe, qui pénètre la peau et cherche un vaisseau sanguin.

Lors de la pénétration, la salive est injectée à plusieurs reprises pour anesthésier localement la zone et empêcher la coagulation du sang dans la trompe. La quantité de sang ingérée peut varier entre 4 et 10 mm, selon **(Balenghien, 2007)**.

4.3- Habitat :

Le type de gîte larvaire joue un rôle déterminant dans la répartition géographique des moustiques. Certaines espèces, comme certains *Anophèles*, sont particulièrement abondantes dans les régions côtières, car elles privilégient les eaux salées ou saumâtres pour leur développement. D'autres, notamment certaines espèces d'*Aedes*, colonisent les embouchures de fleuves où l'eau est saumâtre. *Culex pipiens* se développe dans des eaux claires et peu polluées, tandis que *Culex quinquefasciatus* préfère les eaux fortement polluées, comme celles des égouts ou des latrines publiques **(Kettle, 1995)**.

4.4- Activité :

La majorité des moustiques présentent un ou plusieurs pics d'activité agressive au cours de la journée. Les femelles de la sous-famille des *Anophelinae* montrent généralement une agressivité nocturne et ciblent principalement les vertébrés homéothermes. Les Culicinae, quant à elles, varient selon les espèces : certaines comme *Aedes africanus* sont actives au crépuscule, *Culex pipiens* la nuit, tandis que *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus* sont plutôt diurnes **(Kettle, 1995)**.

4.5- Rôle écologique :

Les moustiques occupent une place essentielle dans les écosystèmes aquatiques. Leur forte densité en fait une biomasse importante, servant de nourriture à de nombreux prédateurs tels que les poissons et les amphibiens. Ils constituent ainsi un maillon clé des chaînes alimentaires des zones humides.

Par ailleurs, grâce à leur régime omnivore, notamment au stade larvaire, les moustiques participent activement à la décomposition de la matière organique. En consommant des débris végétaux comme des feuilles mortes, les larves accélèrent la dégradation de ces matières et contribuent ainsi au recyclage des nutriments dans les milieux aquatiques.

Cependant, au stade adulte, leur rôle de vecteurs de maladies prend une importance majeure. Ils sont responsables de la transmission de plus d'une centaine de microorganismes

pathogènes. Bien que cette fonction ne présente pas d'effet bénéfique connu pour les écosystèmes, elle a des conséquences importantes sur la santé humaine. Un exemple frappant est l'épidémie de Chikungunya (CHIKV, famille des *Togaviridae*) survenue à la Réunion entre 2005 et 2006, qui a touché plus de 200 000 personnes et causé plus de 100 décès (**Azzouzs et Halib., 2017**).

4.6- Rôle pathogène :

Les Culicidés jouent un rôle central dans la transmission de nombreuses maladies. Si certaines espèces se nourrissent du sang de leurs hôtes sans leur causer de dommages notables, d'autres sont capables de véhiculer des agents pathogènes susceptibles d'entraîner des affections graves, voire mortelles (**Benyoub, 2007**).

Parmi les maladies les plus connues notamment :

a- Le virus Zika :

Ce virus est principalement transmis par les moustiques du genre *Aedes*, actifs essentiellement durant la journée. La majorité des personnes infectées par le virus Zika ne présentent aucun symptôme. Cependant, lorsqu'ils se manifestent, les signes cliniques incluent souvent une éruption cutanée, de la fièvre, une conjonctivite, des douleurs musculaires et articulaires, un état de fatigue généralisé ainsi que des maux de tête. Ces symptômes persistent généralement entre 2 et 7 jours (**OMS**)



Figure 8: le virus Zika [06].

b- Paludisme :

Le paludisme est une maladie grave pouvant entraîner la mort. Il est transmis à l'homme par la piqûre de moustiques femelles du genre *Anopheles*. Cinq espèces de parasites *Plasmodium* sont responsables de cette infection chez l'humain, parmi lesquelles *Plasmodium falciparum* et *Plasmodium vivax* sont les plus dangereuses. Les premiers signes cliniques apparaissent en général entre 10 et 15 jours après la piqûre d'un moustique porteur. Si l'infection par *Plasmodium falciparum* n'est pas prise en charge dans les 24 heures, elle peut évoluer vers des formes sévères, telles qu'une anémie aiguë, une détresse respiratoire ou des complications neurologiques graves connues sous le nom de neuro-paludisme (OMS).

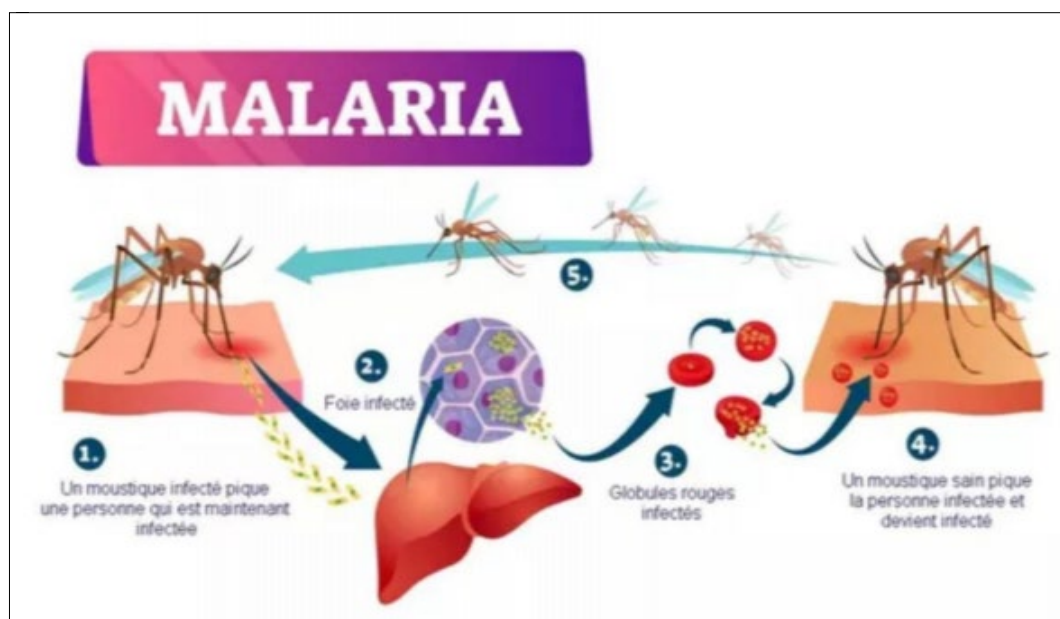


Figure 9: représente le paludisme [07].

6. Répartition géographique :

6.1. À l'échelle mondiale :

Les moustiques de la famille des Culicidae sont largement répandus à travers le monde, occupant une grande diversité d'habitats, allant des sommets enneigés des montagnes jusqu'aux profondeurs abyssales, en passant par les déserts et les forêts tropicales (Morine, 2002). Ils sont particulièrement abondants dans les zones tempérées d'Europe, d'Afrique, d'Asie ainsi que des deux Amériques (Morin, 2002).

6.2. En Algérie :

En Algérie, les Culicidae présentent une distribution géographique étendue, notamment dans les zones urbaines, Selon les données disponibles, seules les sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées dans le pays, englobant six genres distincts (**Kettle, 1990 ; Berchi, 2000**).

Chapitre II :

Matériel et Méthodes

II. Matériel et Méthodes :

1. Présentation du site d'étude :

1.1. Situation géographique :

Le présent travail a été réalisé en Algérie, plus précisément dans la wilaya de Guelma, au sein de la commune de Belkheir. L'Algérie, située au nord de l'Afrique, est un vaste pays riche en diversité climatique, topographique et écologique.

La wilaya de Guelma, située dans le nord-est du pays entre les latitudes 36°10' et 36°45' Nord, et les longitudes 7°20' et 7°50' Est, couvre une superficie d'environ 4 101 km². Bordée au nord par la wilaya d'Annaba, à l'est par Souk Ahras, au sud par Khenchela, et à l'ouest par Constantine, elle occupe une position stratégique en tant que carrefour entre plusieurs grandes wilayas de l'Est algérien telles que Constantine, Annaba et Oum El Bouaghi.

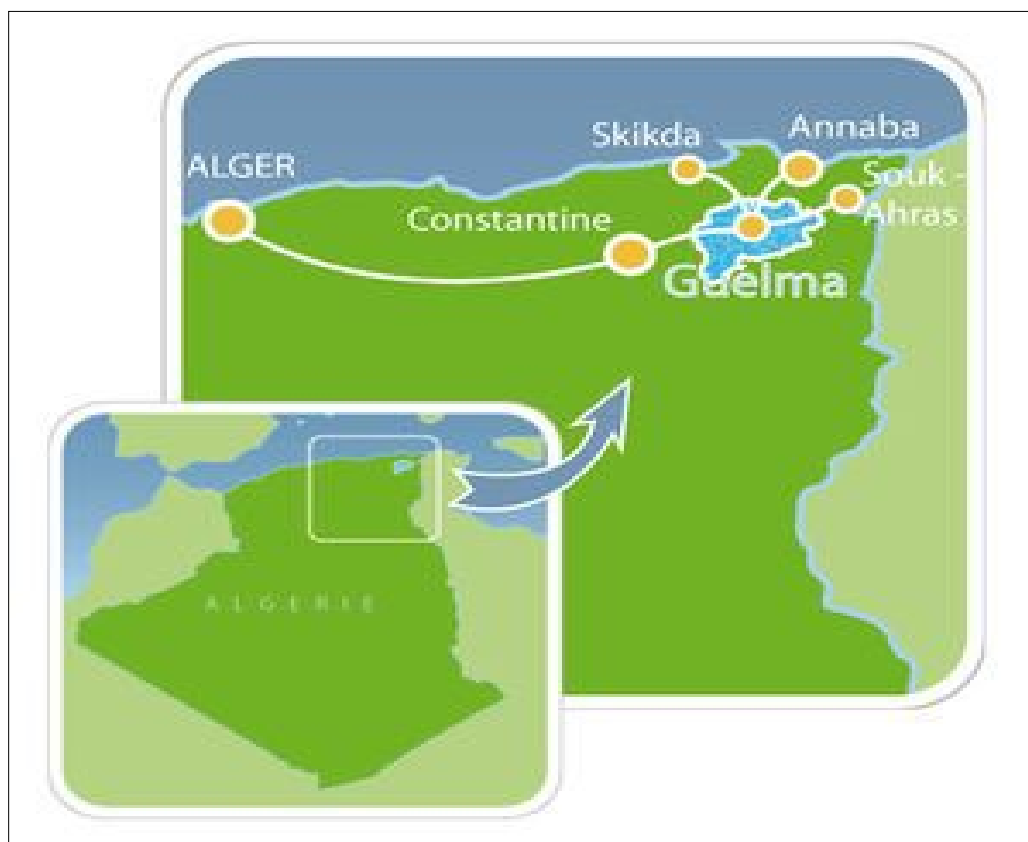


Figure 10: Situation géographique de la wilaya de Guelma en Algérie [08].

(c) $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}$

1.2. Les zones du territoire de la wilaya de Guelma :

1.2.1. La zone des plaines de Guelma et Bouchegouf (moyenne 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 eaux de ruissellement qui se jettent dans l'oued Seybouse. Le débit exploitable de ces nappes est estimé à 385 l/s, ce qui en fait les plus importantes de la wilaya. En revanche, dans la plaine de Bouchegouf, les alluvions sont moins perméables que ceux de Guelma, ce qui limite la présence d'une nappe alluviale significative.

1.2.2- La zone des djebels au nord et au nord-ouest :

Cette zone couvre toute la partie nord du territoire de la wilaya, englobant notamment l'oued El Zénati et le nord de la région de Guelma. En dehors de la plaine, le sol est essentiellement constitué d'argiles rouges numidiennes recouvertes de grès peu perméables. Bien que de nombreuses sources y soient présentes, elles s'assèchent en été. Malgré une pluviométrie relativement élevée, la perméabilité du sol y demeure faible.

1.2.3- La zone des plaines et collines de Tamlouka :

Dans cette région, les structures synclinales du Crétacé supérieur peuvent abriter des nappes actives, alimentées par les infiltrations. Toutefois, les calcaires qui les composent ne présentent qu'une perméabilité limitée, en particulier lorsqu'ils se trouvent en profondeur.

1.2.4- La zone des djebels dominant les oueds Sedrata et Hélià ;

Cette zone s'étend sur le nord de la région de Tamlouka et le sud des régions de Guelma et Bouchegouf. Sa partie sud est probablement la mieux dotée en ressources en eau. Elle se caractérise par la présence de grandes dalles calcaires du Crétacé supérieur reposant sur des marnes, à la jonction desquelles surgissent plusieurs sources notables. Dans la partie nord, plus vaste, les dalles calcaires sont davantage redressées et fracturées, permettant l'apparition de sources parfois abondantes. Dans l'ensemble, les eaux superficielles constituent la principale ressource hydrique (oued Sedrata et oued Hélià).

1.3. Étude climatique de la wilaya de Guelma :

Les données climatiques présentées dans cette section concernent la zone d'étude, à savoir la wilaya de Guelma, où le travail de terrain a été réalisé.

Les facteurs climatiques exercent une influence déterminante sur la répartition et la survie des êtres vivants. En effet, ces derniers ne peuvent se maintenir et se développer que dans des conditions climatiques favorables. À l'inverse, des conditions défavorables peuvent entraîner leur disparition, en perturbant profondément leur physiologie (**Dajoz, 1982 ; Faurie *et al.*, 1984**). Parmi ces facteurs, on distingue notamment : la lumière et la température, considérées comme des facteurs énergétiques ; les précipitations, relevant des facteurs hydrologiques ; ainsi que les vents, qui agissent comme des facteurs mécaniques (**Ramade, 1984**).

1.3.1. Les températures :

La température constitue l'un des éléments climatiques les plus déterminants (**Dajoz, 1996**). Le cycle de vie des Culicidés est étroitement lié aux conditions climatiques de leur environnement, notamment à la température. Celle-ci peut accélérer l'éclosion des œufs ainsi que l'ensemble des phases de développement larvaire.

Par ailleurs, la température agit également de manière indirecte en influençant le niveau des plans d'eau, pouvant provoquer des périodes de sécheresse qui réduisent ou assèchent les gîtes larvaires.

Tableau 2: Tableau des températures mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).

Mois	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	F év	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

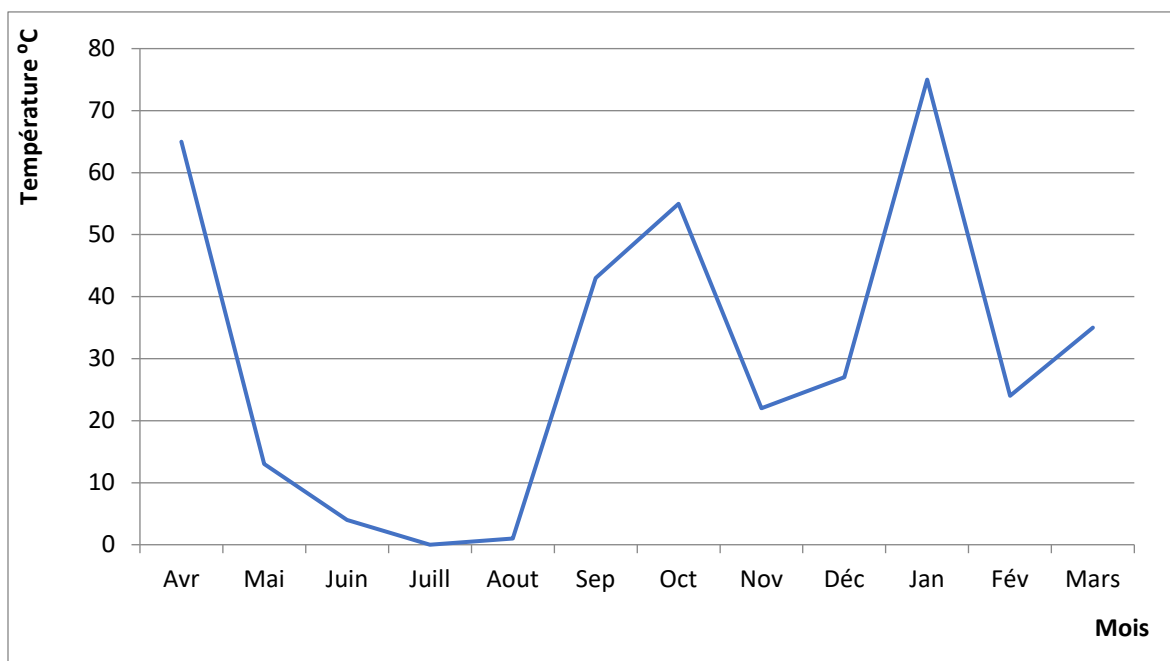


Figure 12: Courbe des températures mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).

1.3.2. Les précipitations :

La pluviométrie influence directement la vitesse de développement, la longévité et la fécondité des animaux (**Dajoz, 1982**). Elle contribue à l'humidification du sol, favorisant ainsi la formation de gîtes propices à la prolifération des moustiques et d'autres Nématocères. Les pluies légères n'entravent généralement pas l'activité des Diptères, tandis que les pluies abondantes peuvent l'interrompre totalement (**Seguy, 1950**).

Tableau 3: Tableau des précipitations mensuelles (Avril 2024 – Mars 2025).

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

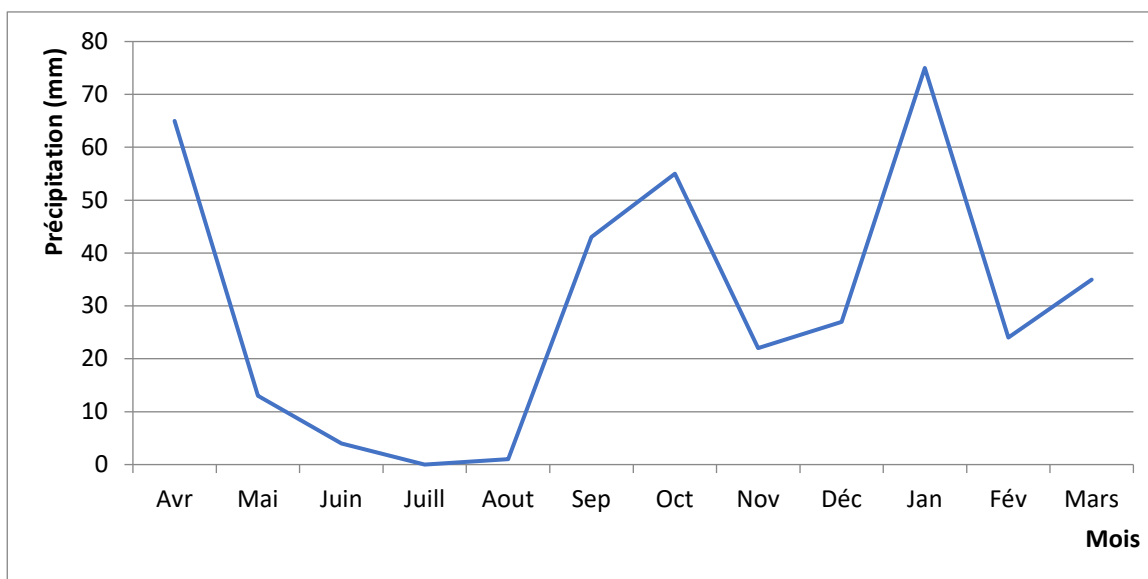


Figure 13: Courbe des précipitations mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).

1.3.3. 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**).

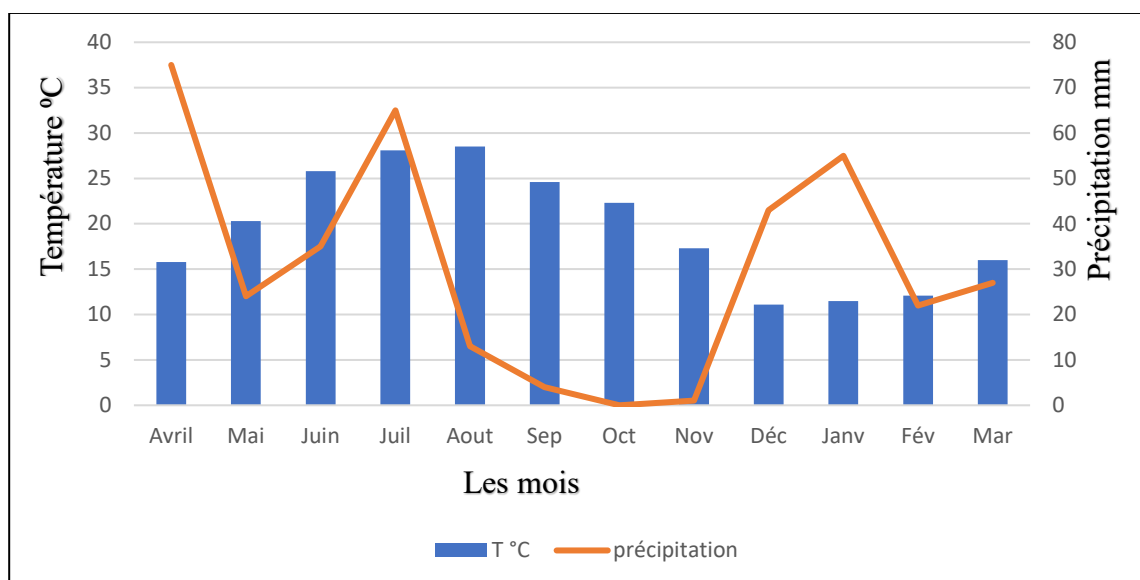


Figure 14: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la région de Guelma durant l'année 2024-2025.

1.3.4. L'humidité :

L'humidité est un facteur climatique qui influence directement la physiologie des plantes. Un excès d'humidité peut inhiber l'ouverture des étamines, tandis qu'un air sec en favorise l'éclatement (Rouaiguia, 2015).

Tableau 4: Tableau d'humidités mensuelles (Avril 2024 – Mars 2025).

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

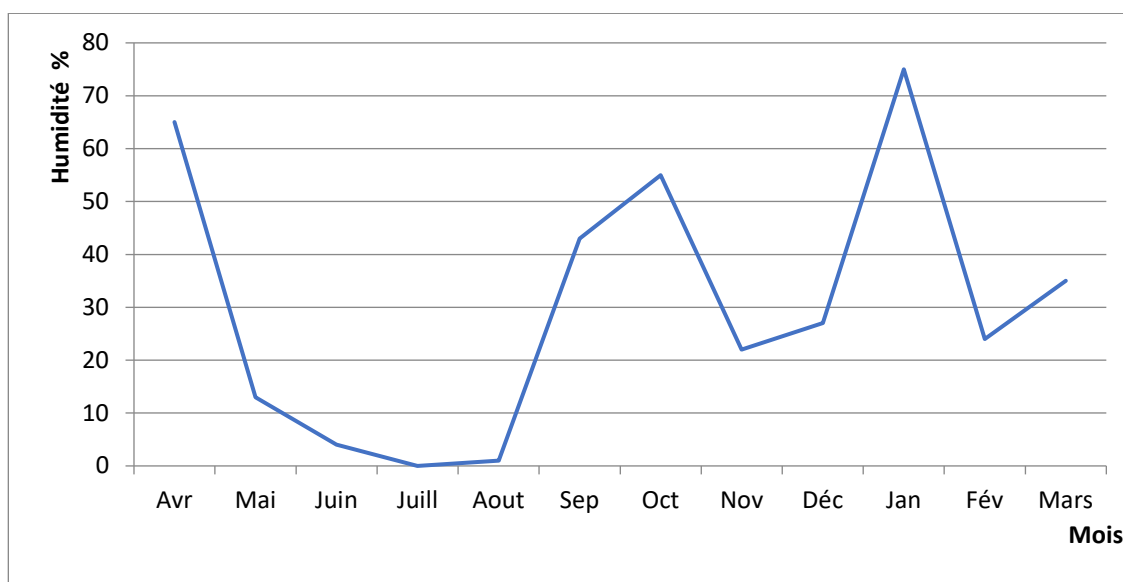


Figure 15: Courbe d'humidités mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).

1.3.5. Le vent :

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

Les vents y soufflent selon plusieurs directions au cours de l'année. Les vents dominants provenant du nord-ouest atteignent leur fréquence maximale en décembre, représentant environ 18 % des occurrences. En revanche, les vents venant du nord-est prédominent durant le mois de juillet.

Par ailleurs, le sirocco, un vent chaud et sec, est davantage ressenti dans la partie sud de la région, avec une fréquence accrue durant le mois de juillet [10].

Tableau 5: Tableau des vents mensuelles (Avril 2024 – Mars 2025).

Mois	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar
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

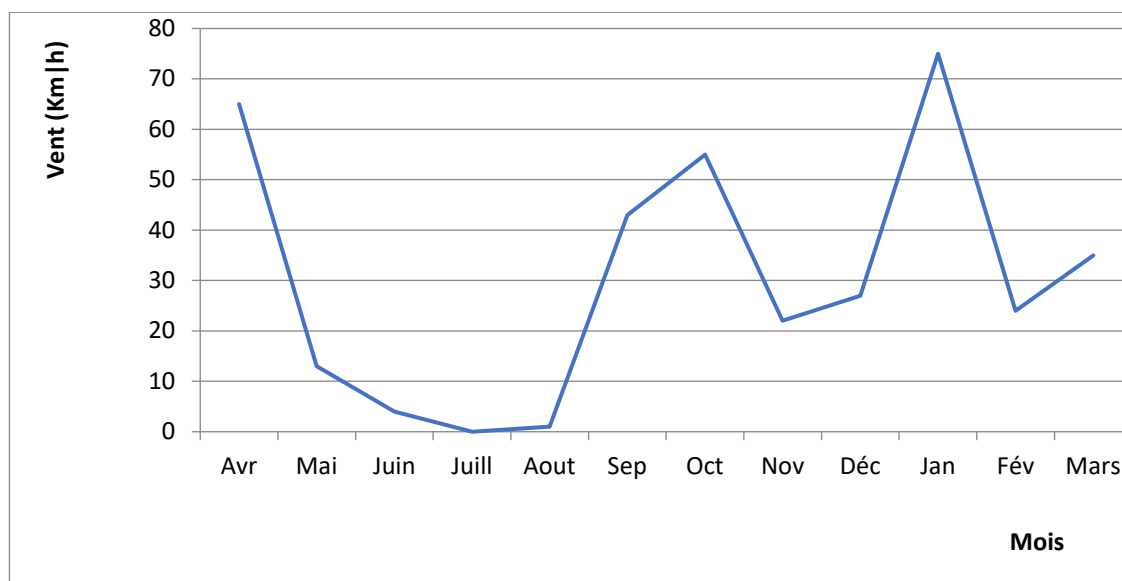


Figure 16: Courbe des vents mensuelles (Avril 2024 - Mars 2025).

1.4. Choix des sites d'étude dans la zone de recherche :

L'inventaire des moustiques a été réalisé dans des sites urbains situés dans la commune de Belkheir, relevant de la wilaya de Guelma.

Dans le cadre de cette étude, quatre sites ont été sélectionnés au niveau de la commune de Belkheir, wilaya de Guelma, afin de représenter différentes conditions environnementales et d'occupation humaine.

Le premier site, Agoun Abdelhamid, est situé dans une zone densément peuplée, caractérisée par une absence quasi-totale de végétation, ce qui permet d'évaluer la présence de moustiques dans un milieu fortement urbanisé.

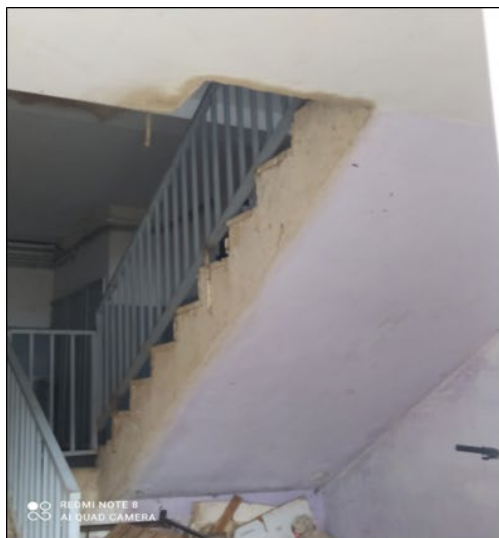
Le deuxième site, Khebbab Belkacem, se trouve au centre de la commune, dans un quartier constitué principalement de bâtiments anciens, offrant potentiellement des micro habitats favorables à certaines espèces de moustiques.

Le troisième site, Douakha Mohamed, est localisé à la périphérie de Belkheir, à proximité immédiate du parc naturel El Rayhane, ce qui en fait un milieu de transition entre zones urbaines et naturelles.

Enfin, le site Chemakhi Rabah se distingue par sa proximité avec une végétation abondante, représentant un milieu plus naturel et propice au développement de moustiques dépendants d'un environnement végétalisé. Cette diversité de sites permet une analyse comparative pertinente de la distribution et de la diversité des moustiques selon les caractéristiques écologiques locales.

Tableau 6: Caractéristiques naturelles des sites prospectés dans la région de Belkheir.

site	Nature de site	Végétation	Pollution
Agoun Abdlhamid	Permanant	Absente	Non pollué
khebbab Belkacem	Permanant	Absente	Non pollué
Douakha Mohamed	Permanant	Présente	Non pollué
Chemakhi Rabah	Permanant	Présente	Non pollué



Site 01 (cité Agoun Abdlhamid)



Site 02 (cité khebbab Belkacem)



Site 03 (Cité Douakha Mohamed)



Site 04(Cité Chemakhi Rabah)

Figure 17: les sites d'étude.

2-Matériel et méthodes:

2.1- Méthodes d'étude du peuplement Culicidien et de son milieu:

2.1.1-Technique d'échantillonnage sur terrain :

2.1.1.1- Technique de collecte directe :

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.

Au cours de chaque semaine de terrain, quatre sites de travail différents ont été visités de manière régulière et planifiée. Sur chaque site, dès l'observation de moustiques posés sur les murs, un pot de prélèvement a été utilisé pour les capturer. Le pot est placé directement au-dessus du moustique, puis refermé rapidement à la main afin de le piéger sans l'endommager. Après la capture, les pots sont déposés dans une cage spécifique à chaque site, évitant ainsi tout mélange entre les échantillons provenant de différents endroits. Les moustiques sont laissés dans ces cages jusqu'à leur mort naturelle, sans recours à des méthodes chimiques ou mécaniques. Le lendemain, une fois les spécimens morts, ils sont transférés soigneusement dans des boîtes de Pétri, puis transportés au laboratoire pour les analyses nécessaires.

2.2-Matériel employé lors des sorties de terrain :

Lors de mes sorties sur le terrain, j'ai utilisé principalement un pot d'échantillonnage pour la collecte des spécimens, ainsi qu'une cage d'élevage pour la conservation et l'observation des moustiques collectés en milieu contrôlé.



Pot d'échantillonnage



Cage de l'élevage

Figure 18: Matériel utilisé sur terrain.

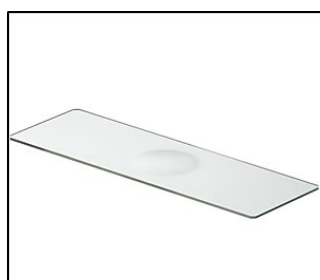
2.3-Travail au laboratoire :

2.3.1- L'identification des espèces :

L'identification des espèces à partir des moustiques adultes nécessite une observation minutieuse à l'aide d'un microscope. Pour ce travail, une clé d'identification adaptée aux Culicidés a été utilisée afin de déterminer les espèces. La détermination repose principalement sur des caractères morphologiques externes observés chez les moustiques adultes, tels que la forme des antennes, des écailles ou encore des ailes.

2.3.2-Matériel utilisé au laboratoire :

Pour l'identification des moustiques au laboratoire, plusieurs outils ont été utilisés afin de faciliter le travail de classification. Les spécimens ont été placés sur une lame de microscope pour permettre une observation détaillée. Une pince souple a servi à manipuler les moustiques sans les abîmer. Un microscope optique ainsi qu'une loupe binoculaire ont été utilisés pour examiner les caractères morphologiques avec précision. Les moustiques collectés ont été conservés dans une boîte de Pétri pour leur transport et leur analyse. Enfin, un cahier et un stylo ont permis de consigner toutes les observations et les résultats obtenus.



Lame de microscope



Pince souple



Microscope



Loupe binoculaire



Boîte de pétri



Cahier et stylo

Figure 19: Matériel utilisé au laboratoire.

2.4-Traitement des données :

2.4.1 – Descripteurs classiques :

2.4.1.1- la richesse spécifique (S) :

Correspond au nombre total d'espèces présentes dans un peuplement donné, au sein d'un milieu particulier (**Ramade, 2003**).

2.4.1.2- L'abondance relative :

Représente le pourcentage du nombre des individus d'une espèce « **ni** » par rapport au nombre total des individus « **N** » (**Dajoz, 1996**).

Il est calculé selon la formule suivante :

$$Pi = ni \times 100 / N \text{ (Faurie } et al, 2002).$$

2.4.2-Les indices écologiques :

Les méthodes d'analyse des données varient en fonction des techniques d'échantillonnage utilisées et des objectifs visés (**Southwood, 1978**).

Pour l'étude des communautés animales, en particulier celles des insectes, il est recommandé d'analyser la distribution des abondances ainsi que les indices écologiques, notamment ceux relatifs à la diversité.

C'est dans cette perspective que nous avons choisi d'exploiter nos résultats (**Belkhiri, 2022**).

2.4.2.1-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 :

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

Où :

pi : 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 fi est inférieur à 25 %, d'accessoire si fi est compris entre 25 % et 50 %, régulière si fi se situe entre 50 % et 75 %, constante si fi est entre 75 % et 100 %, et omniprésente si fi est égal à 100 %.

2.4.2.2- l'indice de Shannon-Weaver (Shannon et Weaver, 1949) :

Cet indice permet de mesurer la biodiversité d'un milieu donné, offrant ainsi la possibilité de suivre son évolution au fil du temps.

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

Avec :

H': indice de biodiversité de Shannon-Weaver. *i*: une espèce du milieu étudié.

p_i: Proportion d'une espèce *i* par rapport au nombre total d'espèces dans le milieu (nombre d'individu).

s: nombre d'espèces.

L'indice de Shannon est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité (**Piélou, 1966**), qui représente le rapport de "**H'**" à l'indice maximal théorique dans le peuplement, c'est-à-dire à un peuplement où toutes les espèces auraient le même effectif: "**H max**":

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

2.4.2.3-Équitabilité :

L'équitabilité est un indice qui reflète la manière dont les individus sont répartis entre les différentes espèces. Elle correspond au rapport entre la diversité réelle observée, notée "**H'**", et la diversité maximale possible, notée "**H' max**" (**Barbault, 1981**).

Selon (**Blondel, 1979**), l'équirépartition est justement ce rapport entre la diversité observée et la diversité maximale. Elle se calcule selon la formule suivante :

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

L'indice d'équirépartition (*E*) varie entre 0 et 1.

Une valeur proche de 0 indique une forte inégalité entre les effectifs des espèces collectées, tandis qu'une valeur proche de 1 traduit un équilibre dans leur répartition.

Les indices écologiques servent à analyser la structure des peuplements, qu'ils soient ou non situés dans un contexte spatio-temporel précis. Ils offrent une estimation rapide de la biodiversité d'une communauté à travers une valeur unique. Cependant, cette synthèse peut aussi constituer une limite, car elle occulte une part importante des informations.

Chapitre III :

Résultats et Discussion

III. Résultats et Discussion :

1. Résultats :

1.1. Inventaire global des espèces culicidiennes :

L'inventaire des espèces recensées dans la région de Belkheir au cours de la période d'étude est présenté dans le tableau correspondant. Les espèces observées dans les 4 sites appartiennent à deux sous-familles : Anophelinae et Culicinae, regroupant cinq genres : *Anopheles*, *Mansonia*, *Culex*, *Culiseta* et *Uranotaenia*. On note une légère différenciation dans la répartition des genres entre les milieux, le genre *Culex* sont présente dans tous les sites, alors que le genre *Uranotaenia* et *Anopheles* présente uniquement dans le site 1 et 2 respectivement.

Tableau 7: La présence et l'absence les genres de moustiques dans les stations d'études.

Les sites Les genres	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
<i>Culex</i>	+	+	+	+
<i>Anopheles</i>	-	+	-	-
<i>Uranotaenia.</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*, étaient présentes au cours des mois de février et mars (Tableau 08).

Tableau 8: Phénologie des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Belkheir durant la période d'étude.

Les sites Les genres	Le mois de février				Le mois de mars			
	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
<i>Culex</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anopheles</i>	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Uranotaenia</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Culiseta</i>	+	+	-	+	+	-	-	+
<i>Mansonia</i>	+	+	-	-	+	+	-	-

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

1.3. Indices écologiques de composition :

1.3.1. Abondance relative :

Parmi les cinq genres identifiés, le genre *Culex* s'est révélé le plus abondant, avec 36 individus, suivi par *Mansonia* (11 individus) et *Culiseta* (9 individus). Les genres *Uranotaenia* et *Anopheles* ont été observés en très faible nombre avec 3 individus (**figure 20**).

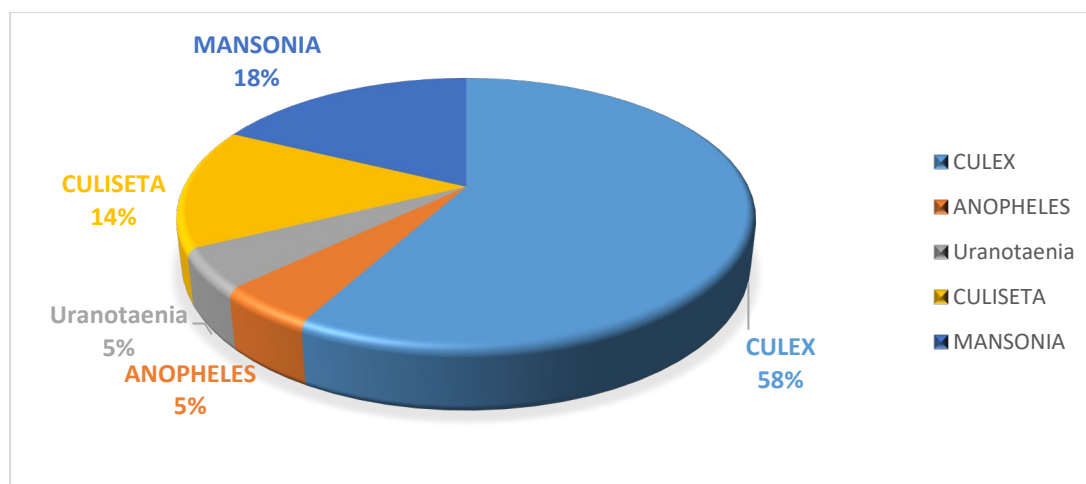


Figure 20: Abondance relative de la région de Belkheir durant la période d'étude.

1.3.2. Richesse spécifique :

Les sites khebbab Belkacem et Agoun Abdlhamid sont présentes la plus grande richesse spécifique, avec la présence de quatre genres. Le site Chemakhi Rabah arrive en seconde position avec deux genres (**figure 21**).

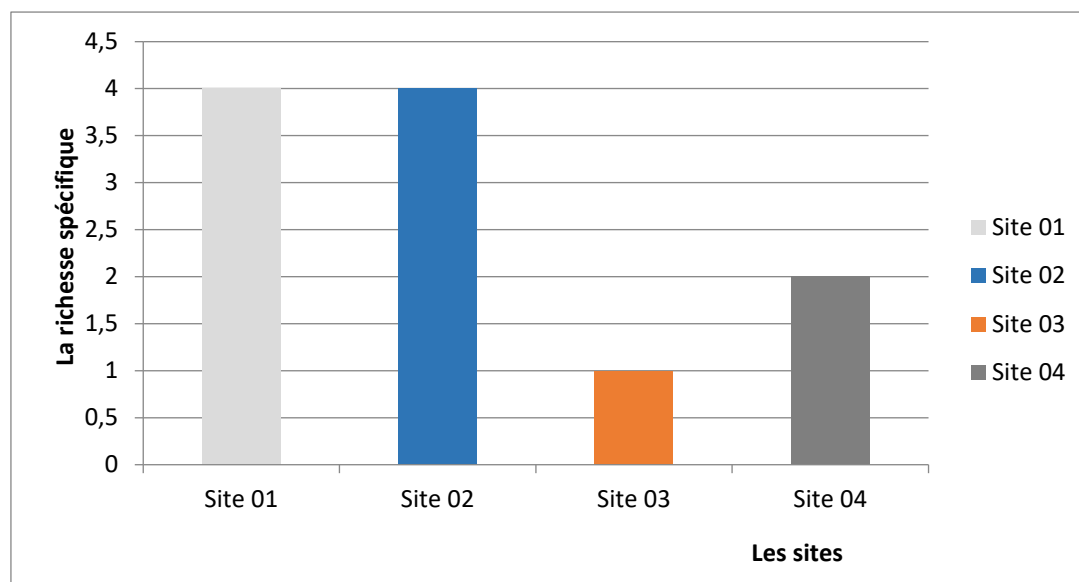


Figure 21: Histogramme représente la richesse spécifique dans les sites prospectés dans la région de Belkheir pendus la période d'étude.

1.3.3. Fréquence d'occurrence et constance des espèces :

L'analyse de la constance des espèces culicidiennes permet de classer les espèces en fonction de leur fréquence d'apparition : omniprésentes, constantes, régulières, accessoires ou accidentelles. Les résultats (**Tableau 9**) montrent que le genre *Culex* est omniprésent dans deux sites étudiés, avec une fréquence de 100 %, tandis que le genre *Anophèle* et *Culiseta*, présent dans 75 % des sites, est qualifié de constant.

Tableau 9: La Fréquence d'occurrence et de constance des espèces culicidiennes inventoriées dans les stations échantillonnées de la région de Belkheir durant la période d'étude.

Station Espèces	Site 1		Site 2		Site 3		Site 4	
	C %	Catég	C %	Catég	C%	Catég	C %	Catég
<i>Culex</i>	100 %	Omn	75 %	Con	100 %	Omn	75 %	Con
<i>Anophèle</i>	00 %	Abs	75%	Con	00 %	Abs	00 %	Abs
<i>Uranotaenia.</i>	25%	Acc	00 %	Abs	00 %	Abs	00 %	Abs
<i>Culiseta</i>	50 %	Qua	25 %	Acc	00%	Abs	75%	Con
<i>Mansonia</i>	75%	Con	100 %	Omn	00 %	Abs	00 %	Abs

1.4. Indices écologiques de structure :

1.4.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver :

Les valeurs de diversité de Shannon-Weaver (H') et d'équitabilité (E) sont présentées dans la (Figure 22) Parmi le site khebbab Belkacem affiche la plus grande diversité avec $H' = 1.788$ bits, suivi de cité Agoun Abdllhamid avec $H' = 1.431$ bits. Ces résultats indiquent que le peuplement culicidien dans ces sites, bien que diversifié, reste relativement modeste.

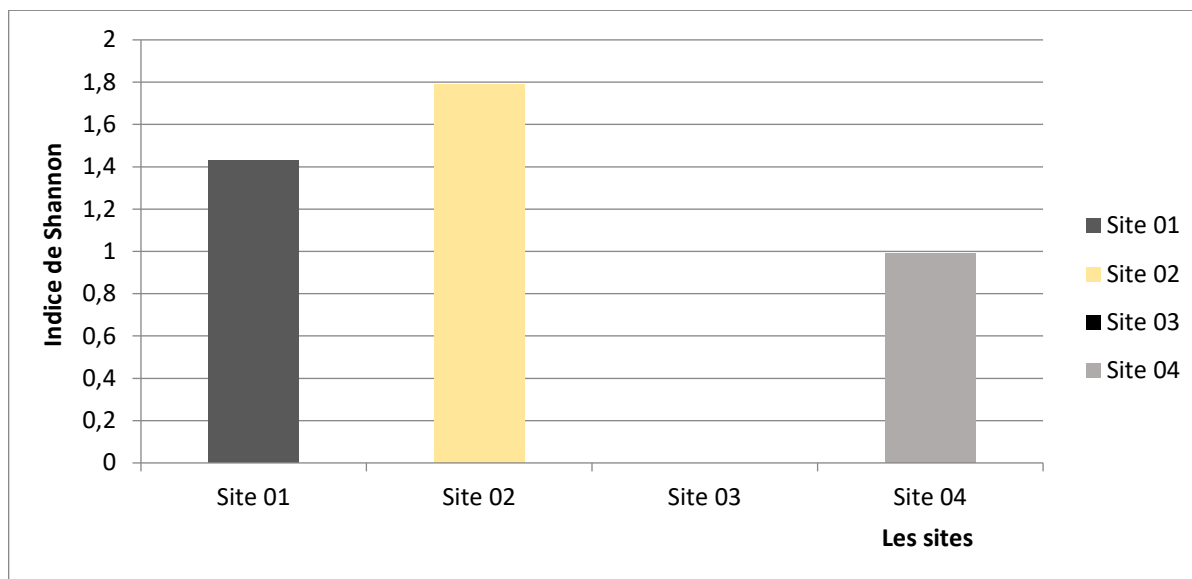


Figure 22: Indice de diversité et équitabilité des genres Culicidienne récoltée dans la région d'étude.

1.4.2. Équitabilité :

L'équitabilité varie entre 0.00 et 0.991 selon les stations (figure 23), Les valeurs les plus proches de 1, révélatrices d'un bon équilibre entre les espèces, ont été observées en Chemakhi Rabah (0,991) et khebbab Belkacem(0,894). tandis que Douakha Mohamed présente l'équitabilité la plus faible (0,00). Cela indique que les abondances relatives des genres sont relativement équilibrées dans la plupart des stations.

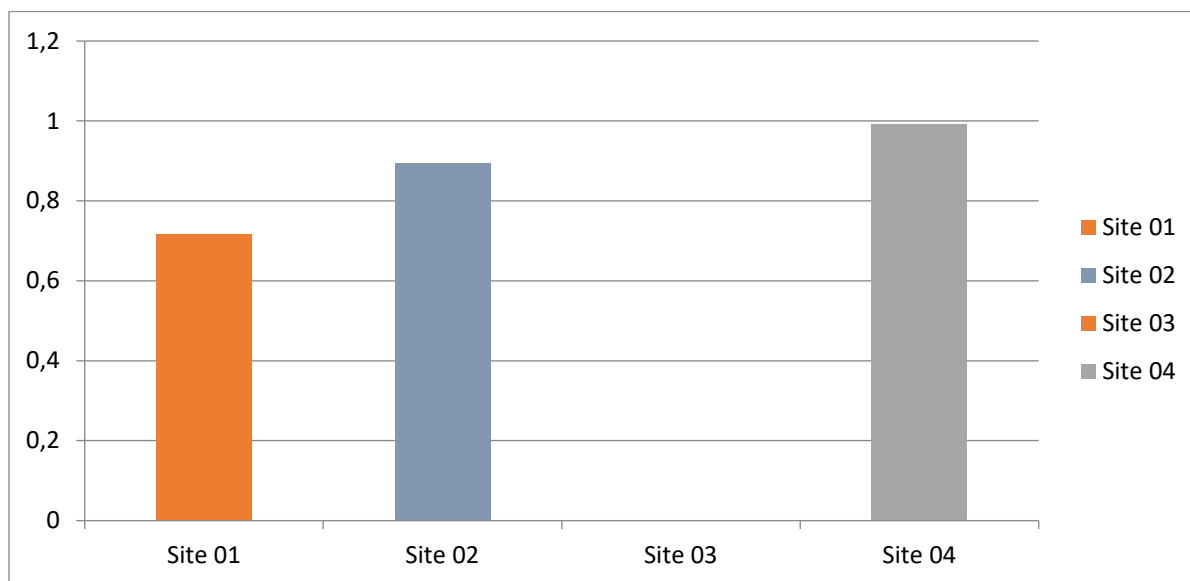


Figure 23: Histogramme représente l'équitabilité dans les sites prospectés dans la région de Belkheir pendant la période d'étude.

2-Discussion :

Un inventaire des Culicidés dans la région du Guelma a permis d'identifier plusieurs espèces. Dans l'ensemble, on observe une diversité notable au sein de cette famille, avec une prédominance marquée des Culicinae.

L'analyse des relevés effectués dans la zone d'étude révèle la présence de six taxons, répartis en deux sous-familles : Anophelinae et Culicinae. La sous-famille Anophelinae est représentée par une seule espèce : *Anopheles sacharovi*.

Au sein de la sous-famille des **Anophelinae**, un genre *Anopheles*. Concernant la sous-famille des **Culicinae**, **quatre genres** ont été collectées : *Culiseta*, *Aedes*, *Culex*, *Mansonia*.

La sous-famille des Culicinae, quant à elle, regroupe quatre genres, parmi lesquelles le genre *Culex* est mentionné.

Selon (**Hassaine, 2002**), *Culex theileri* et *Uranotaenia unguiculata* figurent parmi les espèces à très large répartition, présentes dans toute la Méditerranée africaine, de l'Est à l'Ouest. La présence de *Culiseta morsitans* à Alger a été signalée pour la première fois par (**Séguy, 1924**), puis confirmée par (**Senevet et Prunelle., 1928**). Par ailleurs, (**Ghidini, 1934**) rapporte la présence de larves de cette espèce en Libye, tandis qu'au Maroc, *Cs. morsitans* n'a été mentionnée qu'une seule fois à Tanger (**Charrier, 1924**). Plus tard, (**Gaud, 1953**) et (**Trari, 1991**) affirment ne jamais l'avoir observée au Maroc.

À l'ouest de l'Algérie (Tlemcen), (**Hassaine, 2002**) a identifié 20 espèces de Culicidae, tandis que (**Berchi, 2000**) en avait noté sept, appartenant à deux sous-familles (**Djebbar, 2009**) et (**Bouabida et al., 2012**) rapportent respectivement 10 et 9 taxons, tous appartenant à la sous-famille des Culicinae, où *Culex* et *Culiseta* sont les genres les plus représentés.

Selon (**Brunhes et al., 2000**), la faune culicidienne en Algérie comprend 48 espèces, une richesse attribuée à la diversité climatique et à la variété des biotopes favorables au développement des moustiques. Une étude biosystématique menée par (**Lounaci, 2003**) dans quatre stations de la région est d'Alger, notamment dans le marais de Réghaïa et l'oued Sébaou à Tizi-Ouzou, a permis d'identifier 13 taxons appartenant à la sous-famille des Culicinae, répartis entre deux tribus : Aedini (genre *Aedes*) et Culicini (genre *Culex*).

Une étude réalisée par (Bouabida *et al.*, 2012) dans la région de Tébessa a permis d'identifier **neuf espèces de moustiques** réparties entre **trois genres**, parmi lesquelles : *Ochlerotatus caspius*, *Culex hortensis*, *Culex laticinctus*, *Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culex perexiguus*, *Culiseta subochrea*, *Culiseta annulata* et *Culiseta longiareolata*.

Dans la région de Mila, (Messai *et al.*, 2010) ont recensé **12 espèces** appartenant également à **trois genres différents**. Plus tard, dans une autre étude menée à Oum El Bouaghi, (Messai *et al.*, 2016) ont signalé la présence de **sept espèces de Culicidae** réparties entre **deux sous-familles** distinctes.

De même, dans la région de Constantine, (Berchi *et al.*, 2012) ont identifié **six espèces de moustiques** appartenant aux genres *Culex*, *Culiseta*, *Anopheles* et *Uranotaenia*.

En région Est, (Bouleknafet, 2006) a effectué un inventaire à Skikda, révélant la présence de **30 espèces**, dont **13 espèces du genre Culex**, **7 du genre Aedes**, **7 du genre Anopheles** et **3 du genre Culiseta**.

À El Kala, (Tahraoui, 2008) a identifié **14 espèces de moustiques** appartenant à **cinq genres**: *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta* et *Uranotaenia*. Le genre *Culex*, notamment l'espèce *Culex pipiens*, s'est révélé dominant.

À l'Ouest, (Senevet et Andarelli., 1960) ont rapporté, dans la région d'Oran, 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**, regroupées en **deux sous-familles** (*Culicinae* et *Anophelinae*) et réparties entre **cinq genres** : *Culex*, *Aedes*, *Anopheles*, *Culiseta* et *Uranotaenia*.

De son côté, (Lounaci, 2003) a signalé la présence de moustiques dans plusieurs gîtes, notamment le marais de Réghaïa, les installations de l'Institut agronomique d'El Harrach, ainsi que l'étable d'El-Alia.

Enfin, dans la région de Biskra (Sud-Est), une étude menée par (Benhissen *et al.*, 2017) a permis d'identifier **11 espèces** réparties entre quatre genres : *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* et *Culiseta*. Le genre *Culex* s'est révélé le plus abondant, en particulier l'espèce *Culex pipiens*, suivie par le genre *Aedes*.

Dans une étude menée par (Martinet, 2021) dans la région du **nord-est de la France**, un total de **21 espèces de moustiques** a été recensé.

Parmi elles, **six espèces du genre *Aedes*** ont été identifiées : *Aedes albopictus*, *Aedes cantans*, *Aedes cinereus*, *Aedes sticticus*, *Aedes japonicus* et *Aedes rusticus*.

Le genre *Anopheles* est représenté par **quatre espèces** : *Anopheles claviger*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles messeae* et *Anopheles plumbeus*.

Trois espèces de *Culiseta* et trois de *Culex* ont également été recensées. Enfin, une unique espèce du genre *Coquillettidia* a été signalée : *Coquillettidia richiardii*.

Les espèces spécifiques citées incluent : *Culex annulata*, *Culiseta longiareolata*, *Cs. morsitans*, *Cs. hortensis*, *Culex pipiens* et *Culex torrentium*.

Nos résultats sont en accord avec des études antérieures qui ont documenté la présence d'*albopictus* dans différentes régions. (Izri *et al.*, 2010) ont signalé la présence de cette espèce dans la région de Tizi Ouzou en Algérie, tandis que (Aroussi *et al.*, 2021) l'ont également observée à Annaba. De plus, (Bawko *et al.*, 2009) l'ont rapportée au Cameroun. Nos résultats confirment également la présence d'autres espèces, telles que *C.morsitans*, qui a été documentée par (Martine, 2021) en France, *Uranotarnia unguiculata* signalée par (Hafsi *et al.*, 2021) à Souk Ahras (Messai *et al.*, 2010) à Mila, *Anopheles plumbeus* rapportée par Amara (Korba *et al.*, 2015) à Lak Tonga El Kala, (Martine, 2021) en France, *Anopheles algeriensis* signalée par (Tabbabi *et al.*, 2017) en Tunisie, *Culiseta glaphyroptera* dans l'étude de (Dahchar *et al.*, 2017) à Annaba, et (Boudemagh *et al.*, 2013) à Collo. L'absence de *Culex pipiens* dans notre étude peut s'expliquer par notre échantillonnage réalisé dans différents gîtes larvaires et à des périodes différentes. En effet, cette espèce est plus active à certains moments de l'année et peut être moins présente à d'autres moments. Il est donc possible que notre échantillonnage n'ait pas couvert les périodes d'activité maximale de *Culex pipiens*, ce qui expliquerait son absence dans nos résultats.

Concernant les indices écologiques de composition, l'analyse des données relatives à la richesse spécifique totale et moyenne (S') des espèces de Culicidae capturées dans notre région d'étude met en évidence la présence de sept espèces au total.

Cette richesse varie en fonction des stations d'échantillonnage et des périodes de collecte.

La station présentant la richesse spécifique la plus élevée est le quartier Nador, avec la présence de cinq genres. Les stations de khebbab Belkacem et Agoun Abdlhamid suivent avec quatre genres chacune. En revanche, la richesse la plus faible, avec trois genres, a été observée à la station de Chemakhi Rabah.

Conclusion



Conclusion :

Les moustiques (Culicidae) représentent un groupe taxonomique extrêmement diversifié, comprenant plus de 3 500 espèces décrites à l'échelle mondiale. Leur capacité à s'adapter à une grande variété de niches écologiques leur permet d'occuper aussi bien les zones urbaines que rurales, les milieux tempérés comme tropicaux. Ces insectes hématophages jouent un rôle clé non seulement dans les réseaux trophiques naturels, mais aussi comme vecteurs biologiques de pathogènes affectant l'homme et les animaux.

La transmission de maladies vectorielles par les moustiques constitue un enjeu sanitaire majeur à l'échelle planétaire. Selon **(Frain et Day., 2002)**, les maladies transmises par les moustiques affectent chaque année plus de 700 millions de personnes, et la malaria à elle seule entraîne la mort de près de trois millions de personnes. Ce fléau de santé publique est exacerbé par les changements climatiques, la mondialisation et l'urbanisation croissante, qui favorisent l'expansion des espèces vectrices dans de nouvelles régions.

Sur le plan économique et sanitaire, les moustiques représentent un défi considérable. Ils engendrent des coûts élevés liés à la prévention, au traitement des maladies qu'ils transmettent, ainsi qu'aux campagnes de lutte anti vectorielle. Leur prolifération peut également avoir un impact indirect sur les secteurs du tourisme, de l'agriculture et du développement local, notamment dans les régions vulnérables aux épidémies saisonnières ou émergentes.

Dans le cadre de cette étude menée dans la commune de Belkheir (wilaya de Guelma), cinq genres appartenant aux deux sous-familles Anophelinae et Culicinae ont été inventoriés à partir de quatre stations différentes. Le genre *Culex* a été identifié dans l'ensemble des sites, témoignant de sa dominance écologique, tandis que *Anopheles* et *Uranotaenia* n'ont été retrouvés que dans des stations spécifiques.

Ainsi, notre travail s'inscrit dans une dynamique de compréhension et de maîtrise des risques liés aux moustiques. Bien qu'il ne soit pas exhaustif, cet inventaire constitue une base essentielle pour des études ultérieures plus approfondies sur les populations culicidiennes locales. Il met en évidence la nécessité d'intégrer des stratégies de surveillance entomologique à long terme, en combinant identification morphologique et outils moléculaires, afin de renforcer les dispositifs de lutte et de sensibilisation face aux dangers potentiels que représentent ces insectes.

Dans la perspective de mes études supérieures, je vise à poursuivre mes recherches en élargissant le champ d'investigation à d'autres zones géographiques et en intégrant l'ensemble des stades du cycle biologique des moustiques, afin d'acquérir une compréhension plus approfondie et précise de la dynamique des populations culicidiennes.

Références bibliographiques



Références bibliographiques :

- **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, 214p.
- **Anonyme., 2000.** Aspect général d'une nymphe des Culicidae [Illustration]. Support de cours non publié.
- **Anonyme., 2004.** Info insectes- Moustique (Toile des insectes du Québec –Insectarium). Adresse URL:des insectes.qc.ca./info insectes/ fiches/ fic fiche 18 moustique. Html.
- **Arroussi D.E.R ., Bouaziz A ., et Boudjelida H., 2021.** Mosquito survey reveals the first record of Aedes (Diptera: Culicidae) species in urban area, Annaba district, Northeastern Algeria. Pol J Entomol, 90 (1) : 14-26. DOI: 10.5604/01.3001.0014.8065.
- **Azzouze S ., et Halib S., 2017.** Inventaire de la faune culicidienne dans les palmeraies de la région de Bou Saada, des essais de lutte. Mémoire master:Ecologie des écosystèmes aquatique. Université Mouhamed boudiaf M'sila, 84p.
- **Balenghien., 2007.** les moustiques vecteurs de la fièvre du Nil occidental en Camargue. insectes ,146(3):13_17p.
- **Barbault R., 1981.** Diversité biologique et organisation des communautés. Masson, Paris, 200 p.
- **Beaumont A ., et Cassier P., 2000.** Biologie animale – Tome 2 : Des protozoaires aux métazoaires épithélioneuriens, Dunod, Paris, France. 384 p.
- **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, 498p.
- **Bendali M ., et Saoudi M., 2006.** Étude morphologique des pattes antérieures et postérieures des moustiques (Culicidae) en Algérie. Revue d'Entomologie Médicale et Vétérinaire, 12(3), 145-152.
- **Benhissen S., Habbachi W., et Ouakid M., 2017.** Biodiversite Et Repartition Des Moustiques (Diptera : Culicidae) Dans Les Oasis De La Region De Biskra (Sud-Est Algerien). Algerian Journal Of Arid Environment, 7 (1), Juin 2017: 96-101.

- **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.
- **Benyoub., 2007. in Mahdi A., et Belaziz K., 2017.** Inventaire des Culicidae dans quelques régions de la wilaya d'Alger. Etude comparative entre l'efficacité de deux produits l'Aquatin AMF et le Téméphos larvifos contre la population de Culex pipiens (Linné 1758).Mémoire master:Entomologie médicale.Université Saad Dahleb -Blida 1, 57p.
- **Berchi S., 2000.** Bio écologie de Culex pipiens L.(Diptera :Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutttes,Thèse Doctorat :Entomologie, Université de Constantine, Algérie.133 p.
- **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
- **Blondel J., 1979.** Biogéographie et écologie. Masson, Paris, 173 p.
- **Bouabida H., Djebbar F ., et Noureddine S., 2012.** Etude Systématique Et Ecologique Des Moustiques (Diptera: Culicidae) Dans La Région De Tébessa (Algérie). Entomologie Faunistique – Faunistique Entomology, 65, 99-103.
- **Boudemagh N ., Bendali-Saoudi F., et Soltani N., 2013.**Inventory Of Culicidae (Diptera: Nematocera) In The Region Of Collo (North-East Algeria).Annals Of Biological Research, 2013, 4 (2): 94-99.
- **Boukraa S., 2009.** Biodiversité des Nématocères (Diptera) d'intérêt agricole et médico-vétérinaire dans la région de Ghardaïa. Mémoire d'ingénieur agronome, Département de Zoologie Agricole, École Nationale Supérieure Agronomique (ENSA), El Harrach, Alger, 45p.
- **Boulknafe F., 2006.** Contribution à l'étude des Phlébotomes (Diptera :Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda. Mémoire de Magister, Université de Constantine, 190 p.

- **Boyer S., 2006.** résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides : Conséquences environnementales. Sciences du Vivant [q-bio]. Université Joseph-Fourier – Grenoble I.
- **Brunhes J., 1970.** Morphologie et biologie des moustiques adultes (Culicidae). Ed. Masson, Paris, 320 p.
- **Brunhes J., Hassaine K., Rhaima., et Hery J.P., 2000.** Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne: Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Soc. Ent. Fr., 105(2) : 195-204 p.
- **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.
- **Carnevale P., et Robert V., 2009.** les anophèles. Biologie, taxonomie du plasmodium et lutte anti vectorielle. Edition IRD., Marseille, 389 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, Url :
<https://Popups.Uliege.Be/2030-6318/Index.Php?Id=5105>.
- **Charrier H., 1924.** Les moustiques de la région de Tanger. Bull soc Pathol Exoc. 17, 570 572.
- **Clastrier J., 1941.** Sur la présence d'Anopheles plumbeus Stephens en Algérie. Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie, 18 (3) : p. 299.
- **Dahchar Z., Oudainia W., Bendali-Saoudi F., et 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., 1982.** Écologie générale. Éd. Dunod, Paris, 600 p.
- **Dajoz R., 1982.** Précis d'écologie. Dunod, Paris, 432 p.
- **Dajoz R., 1996.** Précis d'écologie. Éd. Dunod, Paris, 551 p.
- **Dajoz R., 2006.** Précis d'écologie cour et questions de réflexion, 8^{ème} Ed, Dunod. Paris.

- **Dajoz., 2010 in Bouda S., et Re kai A. 2016.** Inventaire des Culicidae dans la région de la Kabylie et la confirmation de la présence de l’*Aedes albopictus* à Larbaa-Nath-Irathen. Mémoire master: Entomologie appliquée à la médecine, l’Agriculture et la Foresterie. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 54 p.
- **Direction des Services Agricoles (DSA)., 2023.** Rapport annuel sur la situation agricole de la wilaya de Guelma. Wilaya de Guelma, Algérie, 45 p.
- **Djebbar F., 2009.** Bioécologie des moustiques de la région de Tébessa et évaluation de deux régulateurs de croissance (halofénoside et méthoxyfénoside) à l’égard de deux espèces de moustiques *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* : toxicologie, morphométrie, biochimie et reproduction. Thèse Doctorat es sciences, Université d’Annaba. 170p.
- **Dreux P., 1980.** Précis d’écologie, Ed. Presses. Université, France., Paris
- **Faurie J., Lebrun P., et Pluot-Sigwalt D., 1984.** Écologie et biogéographie des insectes. Masson, Paris, 298 p.
- **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.
- **Frain J., et Day J. F., 2002.** Les maladies transmises par les moustiques. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 95(1), 5–12.
- **Gaud., 1953.** Notes biogéographiques sur les Culicides du Maroc. *Arch. Inst. Pasteur, Maroc*, 71: 443-490.
- **Ghidni G.M., 1934.** Contribution alla conescenza dei Culicidi della Libia. *Bull. Soc.ent. Italie*, LXVI : 31-34.
- **Guillaumot., 2006.** in Cherrati Y; et Belkhierat H. 2021. Inventaire de culicidés des eaux stagnante des monts de Geuzoul région de Tiaret. Mémoire master. Université Ibn Khaldoun – Tiaret. 51 p.
- **Guillermet C., 2013.** Inventaire des Culicidae dans quelques régions de la wilaya d’Alger. Thèse de magister, Université de Blida 1, 80 p.

- **Hadjoudj S., 2012.** Contribution à l'étude des Gastéropodes et des Culicidés de l'Est algérien. Thèse de Magister En Biodiversité et conservation des zones humides, Université de Guelma. 175 p.
- **Hafsi N., Hamaidia N., Barour C., et Noureddine S., 2021.** A Survey Of Culicidae (Insecta Diptera) In Some Habitats In Souk-Ahras Province (Northeast Algeria). Biodiversity Journal, 12 (1): 3–16.
- **Hassaine K., 2002.** Les culicides (Diptera- Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie d'Aedes caspius et d'Aedes detritus des marais salés, d'Aedes mariaae des rock Pools littoraux et de culex pipiens des zones urbaines de la région occidentale algérienne. Thèses Doc.d'état. Univ. Tlemcen : 203p.
- **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.
- **Kettle D.S., 1990.** Medical and veterinary entomology. Ed. C.A.B. International, Wallingford, and Oxon, UK: 658p.
- **Kettle., 1995 in Mokrani H., 2018.** Contribution à l'étude de la Bioécologie des Culicidae au barrage de Taksebt de Tizi Ouzou. Mémoire master: Ecologie Animal. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 56 p.
- **Knigh K.L., et Stone A., 1977.** A catalogue of the mosquitoes of the world (Diptera: Culicidae), 2ème édition. Thomas Say Foundation. Pp 6-611.
- **Korba R., Boukraa S., Alayat M., Bendjeddou M., Francis F., Boubidi S., et Bouslama Z., 2015.** Preliminary Report Of Mosquitoes Survey At Tonga Lake (North-East Algeria). Advances In Environmental Biology, 9(27) December 2015, Pages: 288-294. Izri A, Bitam I, & Charrel, R. N., 2011. First Entomological Documentation Of Aedes (Stegomyia) Albopictus (Skuse, 1894) In Algeria. Clinical Microbiology And Infection, 17(7), 1116-1118.
- **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'Algérie). Actes Du Séminaire International Sur La Biodiversité Faunistique En Zones Arides Et Semi-Arides, 185-188.

- **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.
- **Messai N., Berchi S., Boulknafd F., et Louadi K., 2010.** Inventaire Systématique Et Diversité Biologique De Culicidae (Diptera: Nematocera) Dans La Région De Mila (Algérie). Entomologie Faunistique-Faunistic Entomology, 63(3), 203-206.
- **Messai N., Aouati A., et Berchi S., 2016.**Impact Of The Surface Water Physicochemical Parameters On Culicidae (Diptera: Nematocera) Of Lakeside Ecosystem "Sebkhet Ezzemoul" (Oum El Bouaghi -Algeria). Journal Of Entomology And Zoology Studies, 3, 391-398.
- **Morin A., 2002.** Note de cour : les Arthropodes. Biologie U.d'Ottawa4.
- **Nadji M., 2011.** Influence du vent sur le fonctionnement des écosystèmes dans la région de Guelma. Mémoire de Licence, Université de Guelma, 68 p.
- **Pielou E.C., 1966.**The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13(1):131-144.
- **Rageauj ., et Adam J.P., 1952.**Pupe de Glossina caliginea Aust. Bull. Soc. Path. Exot. 45, 10-11.
- **Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397 p.
- **Ramade F., 2003.** Écologie. Écologie fondamentale. Éd. Dunod, Paris, 600 p.
- **Ripert C., 2007.** Epidémiologie des maladies parasitaires. Tome 4 : Affections provoquées ou transmises par les arthropodes. Éditions médicales internationales, Paris, France. 562 p.
- **Rodhain ., et Perez ., 1985in Hadjoudj S., 2012.** Contribution à l'étude des Gastéropodes et des Culicidés de l'Est-algérien, mémoire Magister : Biodiversité et conservation des zones humides. Université 08 mai 1945 de Guelma, 158 p.

- **Rodhain F., et Perez C., 1985 in Haddad R ., 2018.** Contribution à l'étude des moustiques (Diptera : Culicidae) de la région de Bordj Bou Arréridj : Biodiversité, importance médicovétérinaire et perspective de lutte. Mémoire master : Biodiversité et environnement. Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A. 52 p.
- **Rouaiguia A., 2015.** Effets de l'humidité sur la physiologie des plantes. Mémoire de Master, Université de Guelma, 75 p.
- **Seguy E., 1924.** Les Culicidae de l'Afrique mineur, de l'Egypte et la Syrie. Encyclopidie entomologique. Inst. Ed. Paul Le chevalier, Paris, 257 p.
- **Seguy E., 1950.** Diptères: Brachycères. Encyclopédie Entomologique, Série B, II, 308 p.
- **Senevet. G. et Andarelli. L. 1954.** Le genre Culex en Afrique du Nord, Les adultes. Arch . Inst. Pasteur. Algérie, 32 (1): 36 – 70 p.
- **Senevet G., et Prunelle M., 1928.** Larves de Culicidés recueillies en Algérie et en Tunisie par M.H Gauthier. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. 19, 94-99.
- **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.
- **Senevet G ., et Andarelli L., 1963.** Les moustiques de l'Afrique du Nord et du Bassin méditerranéen. III – Les Aedes, 2^e partie : description des espèces. Sous-genre Ochlerotatus : groupe B. Archives de l'Institut Pasteur d'Algérie, 41 : 142–172.
- **Senevet G ., et Quievreux L., 1941.** Les moustiques de la Martinique. (2^e Mémoire). Arch. Inst. Pasteur Alger. 19 :248-264 p.
- **Shannon C.E ., 1948.**A Mathematical Theory of Communication. Bull. Sys. Tech. J., 27: 379 – 423.
- **Shannon C.E., et Weaver W., 1963.** The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press. Seguy E. 1924. Les Culicidae de l'Afrique mineur, de l'Egypte et la Syrie. Encyclopidie entomologique. Inst. Ed. Paul Le chevalier, Paris, 257 p.
- **Shannon C.E ., et Weaver W., 1949.**The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana, 117 p.
- **Southwood T. R. E ., 1978.** Ecological Methods. Chapman & Hall, London, 524 p.

- **Tabbabi A. Rhim A., et Daaboub J., 2017.** Mosquitoes (Diptera: Culicidae) In Tunisia, With Particular Attention To Proven And Potential Vectors: A Review. J Trop Dis 5: 249. Doi:10.4172/2329-891x.1000249.
- **Tabti L., 2015.** Biologie et écologie des moustiques (Culicidae) dans les régions semi-arides. Thèse de doctorat, Université de Batna, 230 p.
- **Tahraoui C., 2008.** Abondance Saisonnière Et Biodiversité Des Culicidae Dans Les Subéraies d'El-Kala. Mémoire D'ingénieur, Université Bedji Mokhtar, Annaba, 90 P.
- **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.
- **Trari B., 1991.** Culicidae (Diptère) : - catalogue raisonné. Des p. pL- t du Maroc et étude typologique de quelques gîtes du Gharb et de leur communauté larvaire. Thèse de 3ème cycle Univ. Med. V faculté des sciences, Rabat : 209 p.

Les sites web :

[01] :https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.talmondaais.com%2Fblog%2Foeufs-de-culex&h=AT1QjfCwgAL1aUOrwwqdIQsv_7OGSxwj0pIm_CWMorOhp_D8nL8N7LUZP2traB5DLuTcYs4d69pHoK61cn0p26JYAaTrKKh_MPE_6bIqsB3MfN9G3zUnYQ-aUce8sbbC8&s=1 (Consulté le 14 mai 2025).

[02] :<https://www.alamy.com> (Consulté le 14 mai 2025).

[03] :<https://forum.mikroscopia.com/topic/19763-t%C3%AAt-de-larve-de-moustique> (Consulté le 14 mai 2025).

[04] :<https://books.openedition.org/irreditions/10388> (Consulté le 10 avril 2025).

[05] :<https://surveillancemoustiques.be> (Consulté le 10 avril 2025)

[06] :https://www.academia.edu/30060465/Virus_Zika (Consulté le 14 mai 2025).

[07] :http://fsnv.univ-bouira.dz/wp-content/uploads/2021/01/L3-Protection-desv%C3%A9g%C3%A9taux-bio%C3%A9cologie-des-bioagresseurs-Chap_2_.pdf (Consulté le 14 mai 2025).

[08]:<https://www.marefa.org/%D9%88%D9%84%D8%A7%D9%8A%D8%A9%D9%82%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%A9> (Consulté le 14 mai 2025).

[09] :<https://dcwguelma.dz/index.php/wilaya-guelma> (Consulté le 12 mai 2025).

[10] :<http://www.wofrance.fr/weather> (Consulté le 01 mai 2025).

OMS :<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zikavirus?gclid=Cj0KCQjwmtGjBhDhARIsAEqfDEc0-wmFqWnHo2Vqxauj2-> (Consulté le 10 mai 2025).

Résumé

Résumé :

Cette étude a été réalisée durant les mois de mars et avril 2025, et visait à inventorier et classifier les moustiques adultes présents dans les zones urbaines de la commune de Belkheir, située dans la wilaya de Guelma. Les échantillons ont été collectés à l'aide de techniques de terrain, couvrant différents quartiers et zones résidentielles susceptibles de constituer des foyers de prolifération des moustiques.

Les résultats de cette étude ont montré une nette prédominance du genre *Culex*, représentant 58% du total des individus capturés, ce qui reflète sa grande capacité d'adaptation aux conditions urbaines. Il est suivi par le genre *Mansonia* avec 18%, puis *Culiseta* avec 14%, tandis que les genres *Uraténia* et *Anophèles* sont les moins représentés avec 5% chacun. Ces résultats mettent en évidence une variation significative dans la répartition des espèces au sein du milieu urbain, influencée par les conditions environnementales locales.

Mots clés : Moustiques, Inventaire et classification, Zones urbaines, Commune de Belkheir, Wilaya de Guelma, Genre *Culex*, Répartition des espèces, Techniques de terrain, Biodiversité, Facteurs environnementaux.

Abstract:

This study was conducted during the months of March and April 2025, aiming to inventory and classify adult mosquitoes found in the urban areas of Belkheir Municipality, located in Guelma Province. Samples were collected using field techniques, covering various neighborhoods and residential surroundings likely to serve as mosquito breeding grounds.

The results of this study revealed a clear dominance of the *Culex* genus, which accounted for 58% of the total captured individuals, reflecting its strong adaptability to urban conditions. It was followed by the *Mansonia* genus with 18%, then *Culiseta* with 14%, while *Uraténia* and *Anopheles* were the least represented, each with 5%. These results highlight a noticeable variation in species distribution within the urban environment, likely influenced by local environmental factors.

Keywords : Mosquitoes, Inventory and classification, Urban areas, Municipality of Belkheir, Province of Guelma, *Culex* genus, Species distribution, Field techniques, Biodiversity, Environmental factors.

ملخص:

أُنجزت هذه الدراسة خلال شهري مارس وأفريل 2025، وهدفت إلى جرد وتصنيف البعوض البالغ المنتشر في المناطق الحضرية لبلدية بلخير، التابعة لولاية قالمة. تم جمع العينات باستعمال تقنيات ميدانية، وشملت عملية الجمع مختلف الأحياء والمحيطات السكنية التي تُعدّ بيئات مناسبة لتكاثر وانتشار البعوض. أظهرت نتائج هذه الدراسة سيطرة واضحة لجنس *Culex* ، الذي مثّل نسبة 58% من مجموع الأفراد المصطادة، مما يعكس تكيفه الكبير مع الظروف البيئية الحضرية. تلاه جنس *Mansonia* بنسبة 18%، ثم *Culiseta* بنسبة 14%، في حين جاءت أجناس *Uraténia* و *Anophèles* في المرتبة الأخيرة بنسبة 5% لكل منهما. توضح هذه النتائج وجود تفاوت ملحوظ في وفرة الأنواع وانتشارها داخل الوسط الحضري، مما يشير إلى تأثير العوامل البيئية المحلية في تشكيل البنية النوعية لمجتمعات البعوض في بلدية بلخير .

الكلمات المفتاحية: البعوض، جرد وتصنيف، المناطق الحضرية، بلدية بلخير ولاية قالمة، جنس *Culex*، توزيع

الأنواع، تقنيات ميدانية، التنوع البيولوجي، العوامل البيئية.