

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 des Culicidés (Culicidae) dans la région de Guelma

#### Présenté par :

- Belaid Dounia Amani
- Boucetta Khawla
- Messaoudia Ilhem

#### Devant le jury composé de :

<b>Président:</b>	<b>Mr. ROUABHIA</b> Kamel	MAA	Université de Guelma
<b>Examineur:</b>	<b>Mme. BAALOUJ</b> Affef	MCA	Université de Guelma
<b>Encadreur:</b>	<b>Mr. ROUIBI</b> Abdelhakim	MCA	Université de Guelma
<b>Co-encadreur :</b>	<b>Mme. ROUIBI</b> Amna		Université de Annaba

**Juin 2023**

# Remerciements

*Nous remercions le bon Dieu, grand miséricordieux de nous avoir donné la patience, le courage et la volonté pour réaliser ce travail.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à adresser nos vifs et sincères remerciements à toutes les personnes qui nous ont apporté leur aide et leur soutien, en particulier:*

*Nous tenons également à présenter nos vifs remerciements aux membres du Jury qui ont accepté d'évaluer et participer à la conclusion de ce manuscrit. Leurs critiques et leurs remarques éclairées vont sans aucun doute, largement contribuer à améliorer notre mémoire.*

*Il s'agit de:*

*Nous devons toute notre reconnaissance à **Mr. Kamal Rouabhia** (MAA) d'avoir accepté d'honorer le jury entant que président et aussi pour tout son aide, ses encouragements et ses conseils en tant que Chef de Département.*

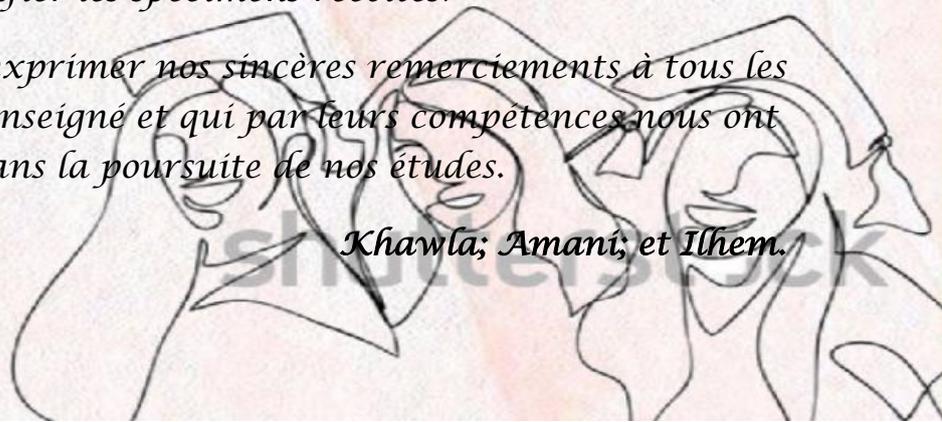
*Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur monsieur «**Abdelhakim Rouibi**» pour ses conseils précieux et son inestimable aide et soutien durant toute la période du travail qui sans sa méthodologie, ses orientations, sa rigueur et sa discrétion ce travail n'aurait pas été accompli, Nous sommes très fiers que vous soyez notre directeur de mémoire, Merci infiniment.*

*Nous devons toute notre reconnaissance à **Mme. Affef Baalouj** (MCA) d'avoir accepté d'honorer le jury entant que examinatrice et bien sûr pour son soutien constant, ses encouragements et sa gentillesse ainsi que son bon enseignement.*

*Nous remercions également **Mme. Amna Rouibi** qui nous a aidé d'identifier les spécimens récoltés.*

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

*Khawla; Amani; et Ilhem.*



## *Dédicaces*

*J*e dédie à **mon Dieu** tout puissant qui ne cesse de me protéger, merci seigneur de m'accorder ta bénédiction à travers ma soutenance.

*Je dédie à mes plus chers êtres au monde:*

*Mon père **Hammid** est ma vie, j'espère que j'ai réalisé ton rêve ou une partie de celui-ci. Que dieu ait pitié de toi mon cher.*

*À mes chers mères **El Waar Yamina** et **Amiri Hada** par votre amour et votre éducation, vous avez fait de moi qui je suis. Vous avoir comme mères a été ma plus grande chance dans la vie et elle l'est toujours; j'en suis très reconnaissante et espère de tout mon cœur en être digne. Merci de m'avoir offert une enfance des plus heureuses et de m'avoir transmis des valeurs de vie qui me sont chères. Vos encouragements et votre soutien m'ont permis d'arriver ici aujourd'hui, après toutes ces années d'étude....*

*A mes chers frères "**Aymen** et **Khaled**" pour leur appui et leur encouragement,*

*A ma grand-mère **Hessnaoui Fatima** pour votre amour, votre patronage et vos précieux conseils.*

*A toute ma famille **Boucetta, Amiri** et **El waar** pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,*

*Mon âme merci pour leur amour et leur encouragement.*

*À mon ami proche "**Sino (Mohammed)** merci pour votre soutien constant et de partager avec moi tous les moments heureux et tristes.*

*A tous mes amis **Chella "Rayan, Amani, manal, Yousra Amani, souad (hawa), Khouloud, Manal, Nyhel, Rania, et Chourouk"** qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

*Je tiens tout particulièrement à remercier mon amie **Rayan** pour son soutien continu tout au long de la période de la mémoire*

*Sans oublier mon binôme **Amani** et **ilhem** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet*

*À mes enseignants "**monsieur le doyen Gueroui yassin, Athamnia mohammed, et Zehsa rabeh**" pour ses patients, ses disponibilités et*

*surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.*

*Membres de LNEA Merci de m'avoir soutenu et encouragé tout au long de mon parcours universitaire.*

*Je n'oublie pas qui m'a aidé à écrire cette mémoire **Nounou** merci infiniment.*

*Aussi, je n'oublie pas tous mes amis « **Khawla, Walid, Souhaïbe Reyad, Farid, etc. ...** » qui m'ont aidé dans cette mémoire*

*Aussi à mon groupe **BE***

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible, Merci d'être toujours là pour moi.*

**Khawla.**



Dieu soit loué pour l'achèvement de ce travail.

*J*e dédie ce travail à mon héroïne, ma mère "Sounia", mes sœurs "Radja

et Douaa" et mon frère "Abed El Razak".

Mon mari "Ayoub" et sa famille "Baba El Hani, Mama Habiba,  
Bouthaina, Yacine, Rabeh".

Je remercie mes amis proches ma sœur "Yousra" et mon ami "Rayene".

Je remercie mes meilleurs amis "Chellaty" (Hawa, Raoudha, Amani  
Asya, Rayene, Manel, Niheel), ainsi que mes amis "Loubna, Dounia,  
Khawla Kawther, Malak, Manel, Souhila Khawla, Chourok, Nor,  
Hanene, Malak, Marwa, Yasmine, Hadjer, Chaima, Ikrame et Asma "  
Mes Camarades de classe à l'université "BE" et mon professeur dans ma  
carrière universitaire.

Je remercie mon binôme "Khawla et Ilhem " j'espère le bon vie .

Je dédie le travail à la famille de ma mère "Djelab", mon grand-père  
"Amara", que son âme repose en paix, et ma grand-mère "Djemaa", mon  
oncle "khaled", ma tante "Hayet et Mounia", et la famille de la femme de  
mon oncle "Ben Abeda".

Je m'encourage à faire plus de travail.

Je dédie sincèrement ce travail à tous ceux que j'ai cités ou oubliés que je  
n'ai pas cités, et je vous remercie tous; **Merci à tous** .

*Dounia Amani.*



*En préambule à ce projet, je remercie **ALLAH** qui m'aide et m'a donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

***J**e dédie cet ouvrage à mon père (**Messaoudia Lazher**), pour son infinie sagesse et bonté, "je ne te remercierai jamais assez pour tes incessants encouragements, pour ton écoute, pour ton inquiétude pour moi, tu es notre trésor; que Dieu te garde et te prête longue vie".*

*A ma maman (**Berken khadidja**) qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études; qu'elle trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*A mon adorable petit frère (**Nidal**) qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour tout la famille, que dieu le protège pour nous.*

*A mes sœurs (**Nouha et bouthaina**) qui m'avez toujours soutenu et encourager; je ne peux que vous aimez et vous souhaiter santé et bonheur pour vous.*

*A mes deux sucrerie (mes nièces) de la famille (**Ania et Bayen**).*

*A l'homme de ma vie (**Sabri**) qui n'ont pas cessé de me conseiller et toujours entouré et motivé; qu'Allah te protège pour moi.*

*A mes bébé d'amour (**Amani, Dikra, Rawda, Ghada et Halima**) est toujours là pour moi.*

*A mes binômes (**Amani et khawla**) Je veux dire " Merci pour les jours qui m'ont fait vous rencontrer tous les deux."*

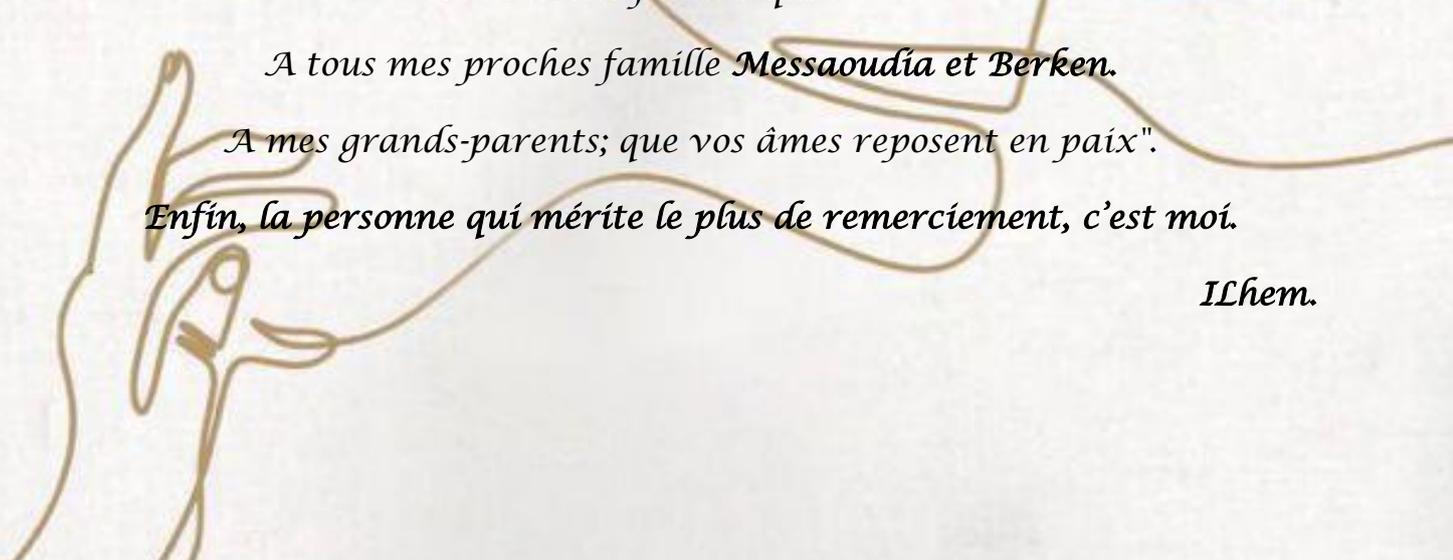
*A ma belle-famille qui l'aime.*

*A tous mes proches famille **Messaoudia et Berken**.*

*A mes grands-parents; que vos âmes reposent en paix".*

*Enfin, la personne qui mérite le plus de remerciement, c'est moi.*

*ILhem.*



## Liste des tableaux

N°	Titre	page
01	Position systématique des Culicidae.	04
02	Températures moyennes maximale et minimale en degré ° C de Guelma en (2022 – 2023).	25
03	Humidité moyenne de Guelma.	26
04	Précipitation cumul et max en 24 h en mm de Guelma en (2022 – 2023).	27
05	Liste des espèces inventoriées et l'abondance relative dans la région d'étude.	35
06	Richesse totale et moyenne de la région de Guelma.	37
07	Fréquence d'occurrence (%) des espèces rencontrées.	38
08	Associations faunistiques des Culicidae (El teref).	39
09	Indices écologiques de structure dans la région de Guelma.	40

## Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Systématique générale des Culicidae présents en Algérie.	05
02	Forme typique des œufs des deux genres de Culicidés.	06
03	Larve de <i>Cx. Pipiens</i> .	07
04	Vue dorsale de la tête d'une larve d' <i>Anopheles gambiae</i> , stade I, avec agrandissement de la dent d'éclosion.	08
05	Tête et thorax de larve d' <i>Anopheles</i> .	09
06	Larve d' <i>Anopheles</i> .	10
07	<b>1-</b> Aspect générale de la nymphe des <i>Culicidae</i> <b>2-</b> Nymphe d' <i>Anopheles</i> .	11
08	Morphologie générale de Culicidé adulte.	12
09	Schéma de têtes de <i>Culicinae</i> (à gauche) et d' <i>Anophelinae</i> (à droite) Mâle (haut) et femelle (bas).	13
10	Morphologie des pattes: A : antérieures B: postérieures.	14
11	Cycle de vie des moustiques.	17
12	Represent le virus Zika.	20
13	Represent le paludisme.	21
14	Cadre de situation géographique de la wilaya de Guelma.	22
15	Température en 2022 à Guelma.	26
16	Précipitation en 2022 à Guelma.	27
17	Matériel utilisé sur terrain.	29
18	Matériel du laboratoire.	31
19	Abondance relative des genres rencontrés dans les différents gites.	36
20	Abondance relative des espèces rencontrées dans les différents gites.	36

## Liste d'abréviation :

- Cx: Culex
- Ae: Aedes
- T: Température
- T max: Température maximale
- T min: Température minimale
- An: Anopheles
- Cs: Culiseta

# Sommaire

## Liste des tableaux

## Liste des figures

## Liste d'abréviation

## Introduction .....01

## CHAPITRE I : Biologie et écologie de l'espèce

1. Définition .....	03
2. Systématique .....	03
3. Morphologie générale des culicidae.....	05
3.1. L'œuf .....	06
3.2. La larve .....	06
3.2.1. La tête .....	07
3.2.2. Le thorax .....	08
3.2.3. L'abdomen .....	09
3.3. La nymphe .....	10
3.4. L'adulte .....	11
3.4.1. La tête .....	12
3.4.2. Le thorax .....	13
3.4.2.1. Les ailes .....	13
3.4.2.2. Les pattes .....	13
3.4.2.3. Le prothorax .....	14
3.4.2.4. Le mésothorax .....	14
3.4.2.5. Le métathorax .....	15
3.4.3. L'abdomen .....	15
4. Bioécologie de l'espèce.....	15
4.1. Alimentation des espèces.....	15
4.1.1. Alimentation des larves .....	15
4.1.2. Alimentation des adultes .....	16
4.2. Cycle de développement .....	17
a) Une phase aquatique.....	17

b) Une phase aérienne.....	17
4.2.1. Accouplement .....	18
4.2.2. Pont .....	18
4.2.3. Développement larvaire et nymphose .....	18
4.2.4. Mue imaginale .....	18
4.2.5. Stade adulte .....	18
4.3. L'habitat .....	19
4.4. Activité .....	19
4.5. Rôle écologique .....	19
4.6. Rôle pathogène .....	20
a) Virus Zika.....	20
b) Paludisme.....	21

## **CHAPITRE II : Matériel et méthodes**

<b>1. Présentation du site d'étude .....</b>	<b>22</b>
1.1. Situation géographique .....	22
1.2. Hydrogéologie .....	23
a- Zones de la Guelma et des plaines du Bouchegouf ( centre et basse Seybouse) .....	23
b- La zone des Djebels au Nord et Nord-ouest .....	23
c- La zone des plaines et collines de Tamloka .....	23
d- La zone des Djebels surplombant les Oueds Sedrata et Hélia .....	24
1.2.1. Réseau hydrographique.....	24
1.3. Etude climatique .....	24
1.3.1. Le climat .....	25
1.3.2. La température .....	25
1.3.3. L'humidité .....	26
1.3.4. Précipitation .....	27
1.3.5. Le vent.....	28
<b>2. Matériel et méthodes .....</b>	<b>29</b>
2.1.Méthodes d'étude du peuplement <i>Culicidien</i> et de son milieu .....	29
2.1.1. Le matériel utilisé sur terrain .....	29
2.1.2. Technique d'échantillonnage sur terrain .....	30
2.1.2.1. Technique de collecte directe .....	30

2.1.3. Travail au laboratoire .....	30
2.1.3.1. Matériel du laboratoire .....	30
2.1.3.2. L'identification des espèces .....	32
2.2. Traitement des données .....	32
2.2.1. Les descripteurs classiques .....	32
2.2.2. Les indice écologique.....	32
a) Calcule de l'indice de Shannon-weaver (Shannon and weaver ,1949).....	33
b) Constance ou indice d'occurrence.....	33
c) Equitabilité.....	34

## **CHAPITRE III : Résultats et discussion**

<b>1. Résultats .....</b>	<b>35</b>
1.1. Etude taxonomique .....	35
1.2. Espèces inventoriées dans la région d'étude : .....	35
1.3. Indices écologiques de composition : .....	37
1.3.1. Richesse totale et moyenne de la famille des Culicidae dans la région d'étude.....	37
1.3.2. La constance ou indice d'occurrence des Culicidae dans la région de Guelma .....	38
1.3.3. Association faunistique de la région de Guelma .....	38
1.4. Les Indices écologiques de structure .....	39
1.4.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver) .....	39
1.4.2. L'équitabilité (E) .....	39
1.4.3. La concentration et diversité .....	40
<b>III.2. Discussion .....</b>	<b>41</b>
- <b>Conclusion.....</b>	<b>43</b>
- <b>Résumés.....</b>	<b>44</b>
- <b>Références bibliographiques</b>	

# *Introduction*

### **Introduction:**

Les insectes représentent environ les  $\frac{3}{4}$  des branches des arthropodes et de plus, grâce à leur diversité morphologique et leur plasticité écologique, les insectes en particulier ont pu coloniser la quasi-totalité des habitats naturels et s'adapter à de nombreux modes de vie selon **Rodhain et Perez (1985)**. Ils sont des arthropodes à pattes et articulations **Guillaume (2009)**. Cette classe comprend les  $\frac{4}{5}$  des espèces animales actuellement connues **Beaumont et Cassier (2000)**. La classe des insectes comprend environ 30 ordres et plus de 600 000 espèces. Parmi celles-ci, seules quelques espèces ont une importance médicale **Ripert (2007)**.

Les moustiques Culicidae pour les scientifiques présents sur tous les continents. On les trouve partout, y compris dans les régions très sèches de la terre comme le Sahara, la vallée du Rift en Afrique ou les régions très froides comme le Canada et la Sibérie. Aujourd'hui, il existe plus de 3 500 espèces dans le monde, dont environ 300 piquent l'homme **Knight et Stone (1977)**. Certaines espèces sont spécifiques à un continent ou à un territoire particulier, tandis que d'autres ont une répartition beaucoup plus large (espèces cosmopolites ou pantropicales). D'autres encore sont confinés à des habitats très spécifiques tels que les rizières ou les forêts de mangroves, tandis que certains sont envahissants, colonisant chaque année de nouvelles zones.

La plupart des moustiques sont des animaux sauvages qui vivent dans la nature, loin des humains. Ils se nourrissent de sucre et de sang de vertébrés sauvages, d'oiseaux ou de reptiles. La partie minimale de celui-ci est décrite comme (féroces).

La faune d'Afrique du Nord est constituée de 66 espèces appartenant à deux sous-familles, 07 genres et 17 sous-genres **Brunhes et al (1999)**, la richesse spécifique de celles varie fortement d'un pays à l'autre **Brunhes et al (2000)**. Ce groupe d'insectes se rencontre dans les régions méditerranéennes, en Amérique, en Inde, en Europe du Nord, en Europe méditerranéenne, en Asie et à Madagascar **Senevet et Andarelli (1963)**.

La faune des Culicidae est très répandue en France et comprend 7 genres et 54 espèces représentées par des espèces montagnardes, méditerranéennes et nordiques **Rageau et Adam (1952)**.

Au Maroc, depuis le début du siècle, 50 espèces de moustiques ont été identifiées, réparties en 7 genres et 15 sous-genres, dont 7 restent dangereux ou sont signalés comme dangereux: *Aedes pullatus*, *Aedes vittatus*, *Anopheles hyrcanus*, *Anopheles gambiae*, *Culex territans*, *culiseta littorea* et *culiseta morsitans* **Trari et al (2003)**.

Les Culicidae ont généralement des caractères morphologiques distincts qui permettent une identification aisée de la famille et une bonne description de celle-ci. Cependant, leur regroupement en sous-familles, genres et sous-genres est beaucoup plus délicat. Au cours des vingt dernières années. En Algérie, 48 espèces de Culicidae appartenant à 6 genres différents sont regroupées en deux sous-familles, *Anophelinae* et *Culicinae* (**Brunhes et al., 1999**).

En Algérie, les travaux les plus anciens sur les Culicidae remontent au siècle dernier, les recherches menées à l'époque par **Clastrier (1941)** et les travaux de **Senevet et Andarelli (1954, 1956)** constituent une étape importante dans la connaissance de ce groupe d'insectes.

Notre travail aborde différents aspects liés aux espèces de moustiques dans la région de Guelma (Nord-Est algérien) à travers une recherche systématique et écologique, en s'appuyant dans ce travail sur l'axe de nos recherches sur la biodiversité et la typologie des gîtes larvaires. Dans ces derniers, des inventaires représentatifs de nos stations de recherche rurales et suburbaines ont été réalisés. Nos résultats ont été comparés avec les travaux précédents.

Notre travail suit une démarche qui s'articule autour de deux parties, la première partie faisant l'objet d'un aperçu général de la bioécologie des Culicidae et d'une description de la zone d'étude.

La deuxième partie est consacrée à l'étude taxonomique et à l'inventaire de la faune culicidienne, des collectes ont été faites au niveau de la Wilaya de Guelma, ce qui a permis d'inventorier et d'identifier des spécimens.

*Chapitre -I-*  
*Biologie et écologie de l'espèce*

## I. Biologie et écologie de Culicidae:

### 1. Définition:

Les Culicidae ou plus communément les moustiques, appartiennent à l'ordre des diptères, répartis sur 3300 espèces à travers le monde, caractérisé par corps mince, et longues et fines pattes, un corps recouvert d'écailles ou de poils, les femelles sont hématophages contrairement au mâles, la salive des femelles renferme un liquide toxique irritant en cas de piqure et elle peut contenir des pathogènes qui seront inoculés à l'homme au moment de la piqûre. **(Dajoz, 2010)**.

En Algérie, il existe environ 48 espèces recensées appartenant au genre *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* et *Coquilletidea* **(Brunhes et al., 2000)**. La famille des Culicidae se divise en deux sous familles: les Anophelinae, les *Culicinae* de la quelle dérive trois genres: *Anopheles*, *Culex* et *Aedes*. Les femelles moustiques de la famille des Culicidae sont vectrices de pathologie avec un impact et un risque sanitaire et économique négatif et considérable **(Elouard, 1981)**.

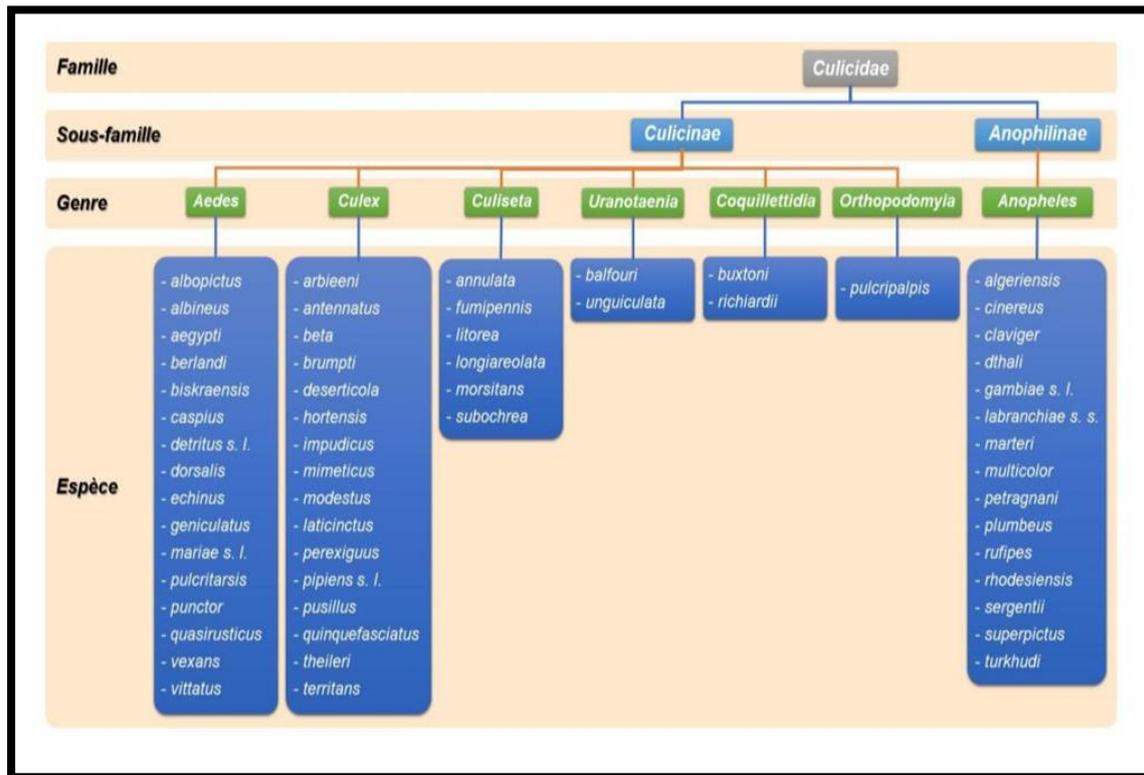
### 2. Systématique:

La famille des Culicidae, synonyme du terme couramment utilisé de moustiques comprend plus de 3 600 espèces regroupées dans plus de 100 genres. Elle est divisée en 2 sous familles: *Culicinae* et *Anophelinae*. Les moustiques appartiennent à l'embranchement des Arthropodes, aux clades des métazoaires triploblastiques coelomates. Possédant une symétrie bilatérale, leur corps est métamérisé et est recouvert de cuticules chitineuses appelé exosquelettes. Leurs appendices articulés leur permettent de se mouvoir. De par leurs carapaces bien développées, ils sont issus du sous-embranchement des *Euarthropodes*. Plusieurs super classes y sont incluent dont les Mandibulates, où se trouve la classe des Insectes. Classée dans l'ordre des Diptères et le sous-ordre des Nématocères **(Raharimalala, 2011)**, nous concentrerons nos efforts sur les moustiques vecteurs majeurs d'arboviroses et plus précisément, Les virus West-Nile (WNV) et le virus de la Fièvre de la Vallée du Rift (VFVR). (Tableau 01), montre la classification des différents genres impliqués.

Tableau (1): Position systématique des Culicidae **Amara Korba (2016)**.

<b>Règne</b>	<b>Animalia</b>
<b>Embranchement</b>	<i>Arthropoda</i>
<b>Classe</b>	<i>Insecta</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Pterygota</i>
<b>Ordre</b>	<i>Diptera</i>
<b>Sous-ordre</b>	<i>Nematocera</i>
<b>Famille</b>	<i>Culicidae</i>

*Culicinae* sont représentées par sept genres. Les *Taxorhenchitinae* 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), *Culisieta* (6 espèces), *Coquillettidia* (2 espèces), *Uranotaenia* (2 espèces), *Orthopodomyia* (1 espèce) selon **Amara Korba (2016)**.



**Figure 01:** Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (Amara Korba, 2016).

### 3. Morphologie général des Culicidae:

Morphologiquement, les Culicidae se caractérisent par des antennes longues et fines avec de nombreux appendices, des ailes écailleuses et des femelles avec de longues mandibules en forme de trompe sensible, rigide et suceuse selon **Boyer (2006)**.

Les Culicidés subissent une métamorphose complète (holométabolisme) de sorte que les 3 stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes adaptées à leur mode de vie: aquatique pour les Stades préimaginaires et aéré pour le stade imaginaire (**Carneval et Robert, 2009**).

La morphologie externe, en particulier la cétotaxie des stades individuels, permet la différenciation de l'espèce. A cet effet, il est important de décrire dans cette section les différentes caractéristiques morphologiques d'un adulte et les stades pré-imaginaires dont la connaissance est essentielle dans la systématique selon **Boukraa (2010)**.

### 3.1. L'œuf:

L'œuf de Culicidae (Figure 02) est principalement fusiforme et mesure environ  $0,5 \pm 0,02$  mm. Il est blanchâtre lors de la ponte et devient rapidement brun ou noir après oxydation de certains composants chimiques de la coquille. Il comprend de l'intérieur: embryon, membrane vitelline transparente, endochorion épais, galette plus ou moins pigmentée ou exochorion bordé selon **Berchi (2000)**.



**Figure 02:** Forme typique des œufs des deux genres de Culicidés **Berchi (2000)**.

### 3.2. La larve:

Le corps de la larve des Culicidae est divisé en trois parties principales: la capsule céphalique complètement scarifiée, le thorax aplati composé de trois segments fusionnés (bien plus large que les deux autres parties) et l'abdomen qui se compose de dix segments.

D'après **Becker et al (2010)**, 222 paires de soies sont insérées tout au long du corps de la larve, leur arrangement est appelé la *chetotaxie* ce qui présente le principal critère en taxonomie morphologique des larves. En ce qui concerne la sous-famille des *Culicinae*, au niveau du stade IV, la larve se caractérise par un siphon plus au moins long, de même couleur que le corps et faisant un angle de  $90^\circ$  avec lui. Ses mouvements sont rapides et nerveux.

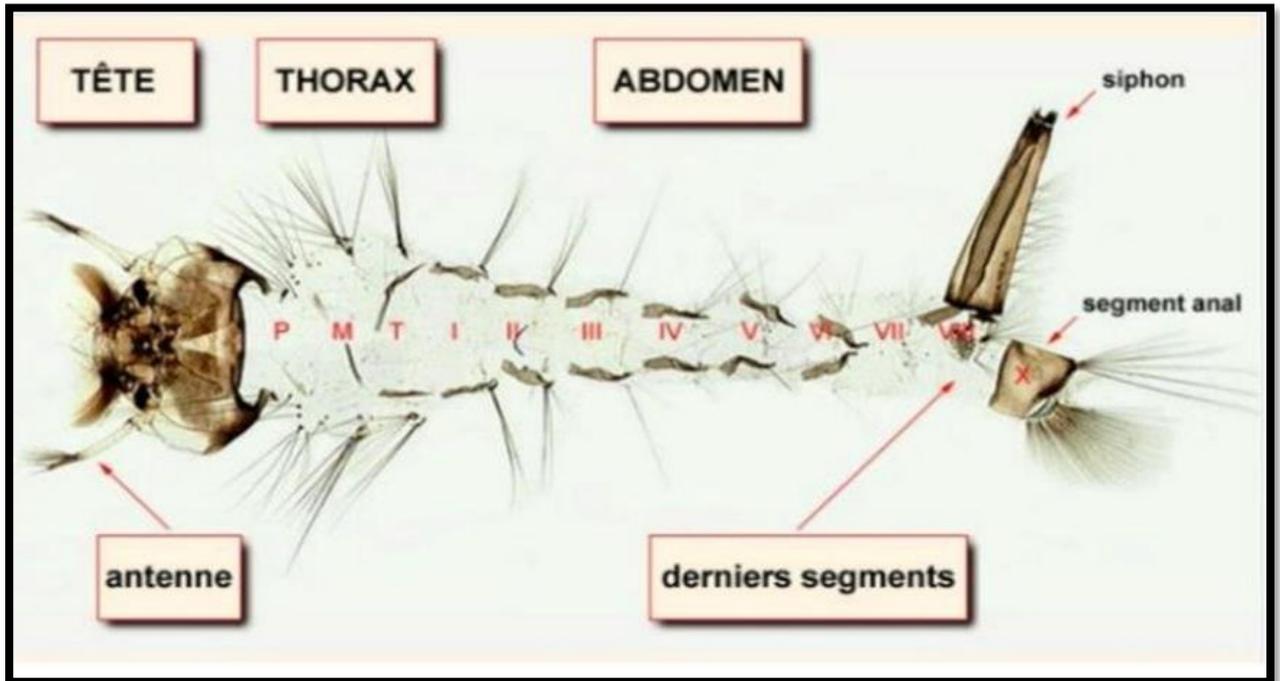
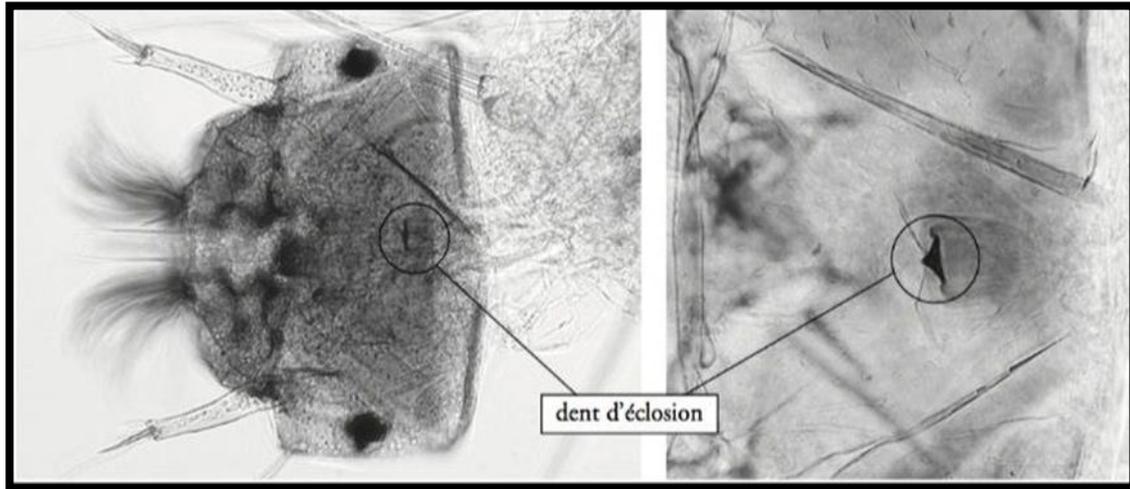


Figure 03: Larve de *Cx. Pipiens* (Brunhes *et al.*, 1999).

### 3.2.1. La tête:

La tête porte de volumineux organes sensoriels (yeux et antennes) ainsi que les pièces buccales. Les yeux occupent la plus grande partie antéro-latérale de la tête. Entre les deux yeux, la partie antérieure de la tête présente un bandeau étroit ou front au niveau duquel sont insérées les antennes formées de trois segments. *L'eclypéus* médian limite la tête à sa partie antérieure. Les pièces vulnérantes sont protégées dans un labium ou une trompe. Les palpes maxillaires dont la longueur varie avec l'espèce, sont insérés sur le *clypéus*. La partie dorsale de la tête ou vertex est couvert *décares*, dont la forme, la dimension et la couleur sont très variées et constituent des caractères de détermination (Berchi, 2000).

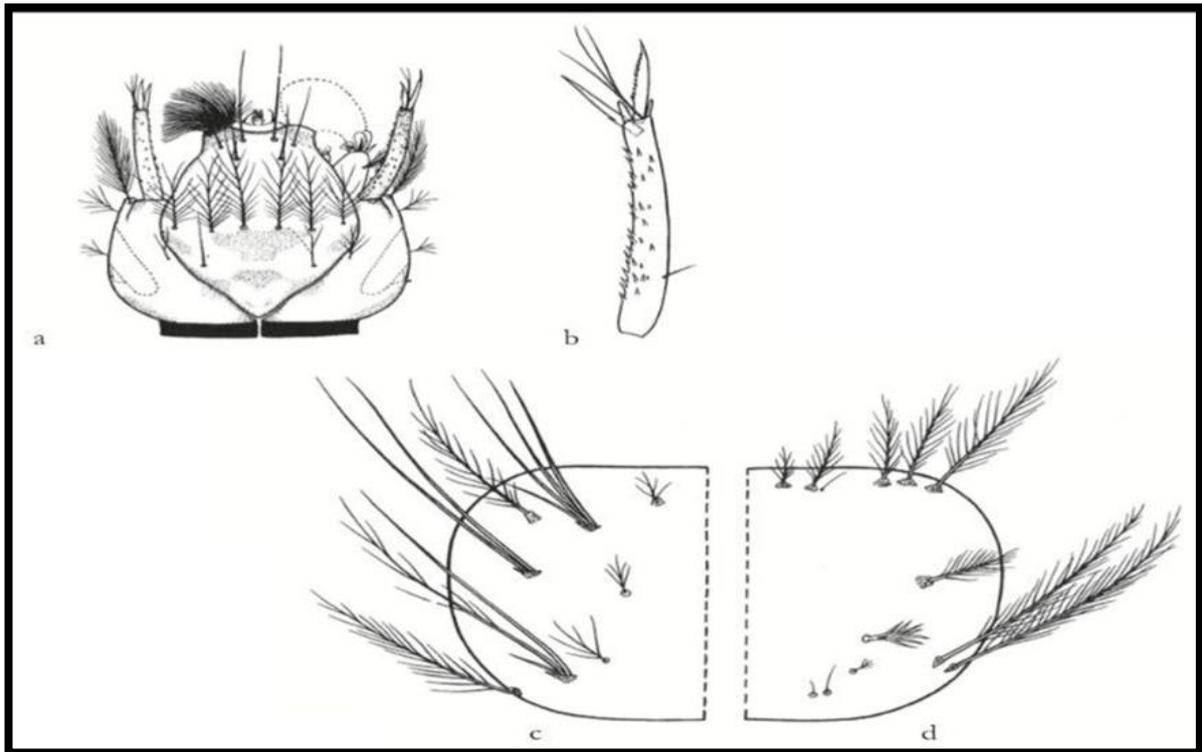


**Figure 04:** Vue dorsale de la tête d'une larve d'*Anopheles Gambiae*, stade I, avec agrandissement de la dent d'éclosion (Peirre C; et Vincent R. 2009).

### 3.2.2. Le thorax:

La liaison entre la tête et le thorax se fait par l'intermédiaire d'une membrane, au niveau du cou, qui permet la rotation à 180° de la tête lors de l'alimentation. Le thorax n'apparaît pas segmenté, mais il se compose de 3 segments coalescents (pro-méso- et métathorax), chacun portant de nombreuses soies dont la forme et la taille diffèrent (Figure 05) selon leur implantation (les soies ventrales sont différentes des dorsales) et selon les espèces. Ces soies ont reçu une numérotation (*chétoxié*) et sont utilisées pour la diagnose spécifique.

Au niveau du prothorax se situent les 2 glandes salivaires qui présentent, chez les larves de stade IV-fin, des chromosomes polythènes dont l'examen *cytomorphologique* a été mis à profit pour la reconnaissance des espèces et des ( formes chromosomiques ) dans le cas des complexes d'espèces jumelles, notamment chez *An. gambiae* (Coluzzi et Sabatini, 1967) ou des formes Folonzo ou Kiribina chez *An. funestus* (Costantini *et al.*, 1999) .



**Figure 05:** Tête et thorax de larve d'*Anopheles*.

**a/** vue dorsale de la tête, **b/** antenne, **c/** vue ventrale du thorax, **d/** vue dorsale du thorax (Peirre C; et Vincent R. 2009).

### 3.2.3. L'abdomen:

Plus souple que le thorax, l'abdomen des larves des culicidés se compose de neuf segments. A la partie dorsale du huitième segment se situent les orifices stigmatiques: sessiles chez les *Anophelini*, ils s'ouvrent à l'extrémité d'un tube chitineuse ou siphon chez les *Culicini*. Le neuvième segment donne insertion au système complexe des soies anales ainsi qu'à deux d'appendices hyalins, les papilles encadrantes elles-mêmes l'orifice anal. Le siphon, plus ou moins allongé selon les espèces, facilite la respiration de la larve (Senevet et Quievreux, 1941).

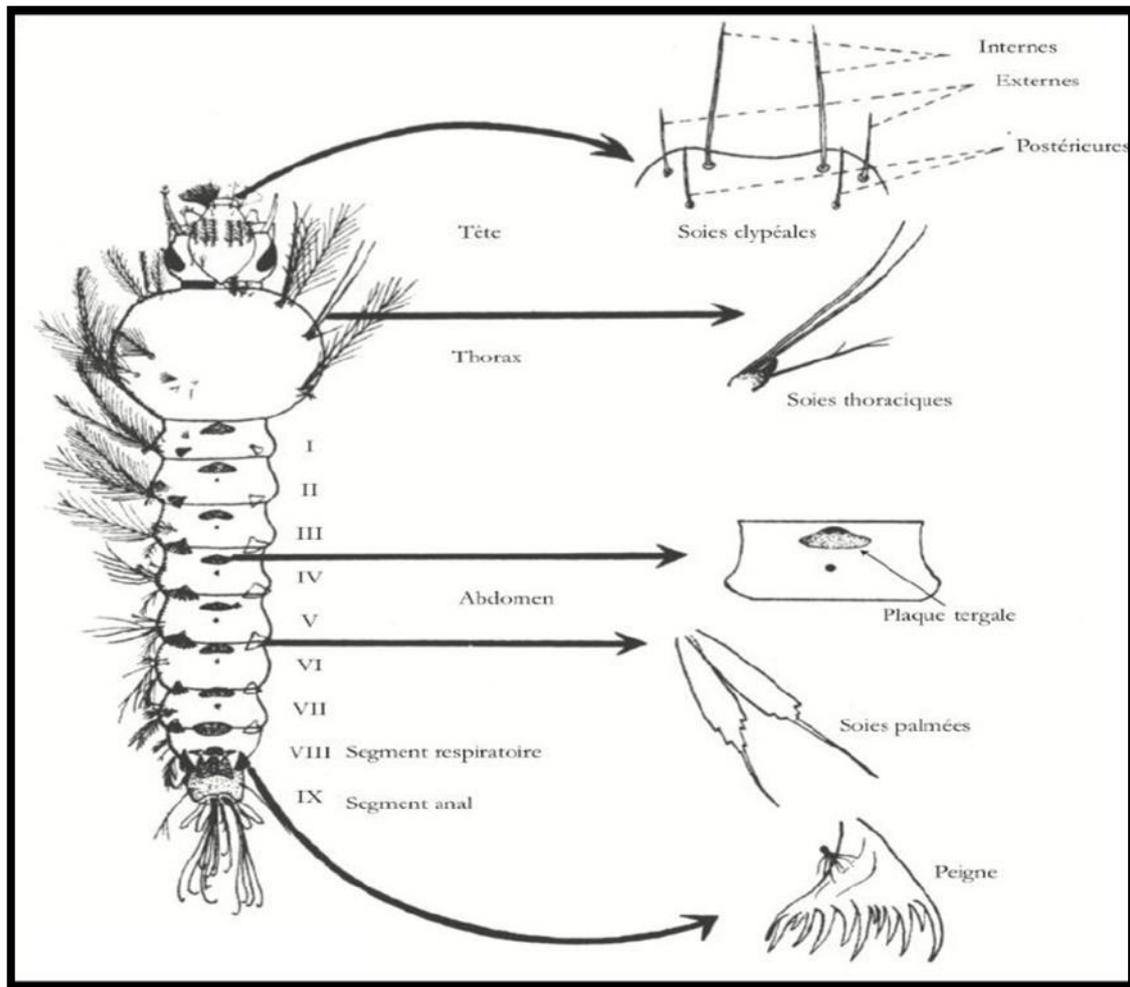
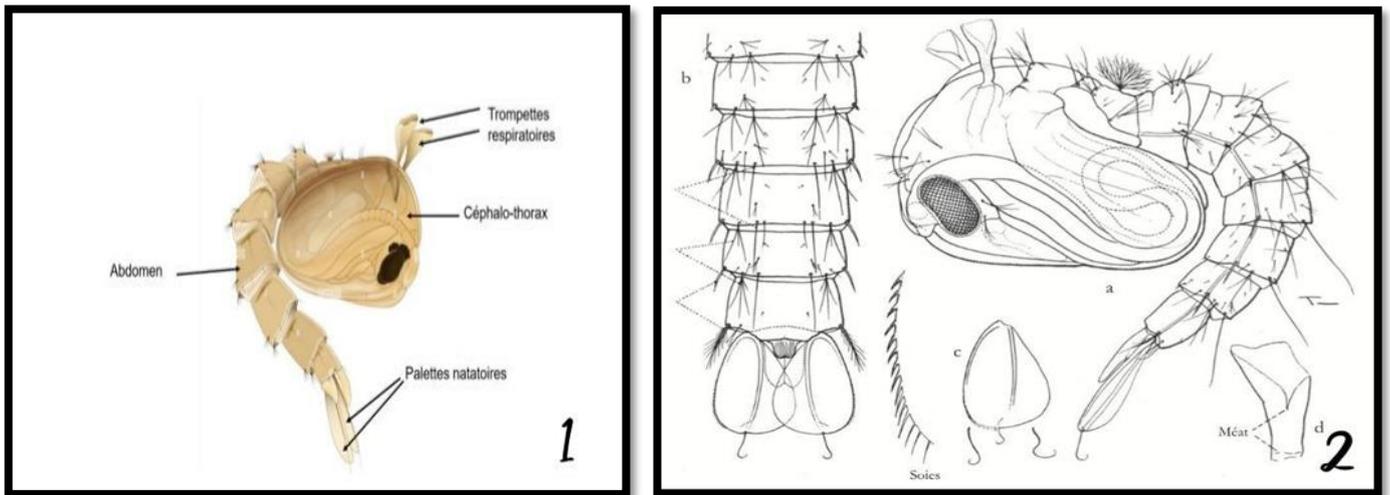


Figure 06: Larve d'*Anopheles*, d'après Holstein (1949).

### 3.3. La nymphe:

A la fin du quatrième stade de son développement, la larve cesse de se nourrir et devient (nymphe) où se fera la mise en place des organes de l'adulte. La durée du stade nymphal ne dépasse pas habituellement quatre jours. Les nymphes de tous les Culicidae nagent librement dans l'eau; elles ont l'aspect de (virgule) et leur corps se divise en deux parties: le céphalothorax et l'abdomen. Le céphalothorax comme chez toute nymphe d'insecte, porte les loges des pattes, des antennes et des ailes. La nymphe respire l'air atmosphérique grâce à une de pair de trompettes respiratoires (tubes), disposées sur la face dorsale du céphalothorax; chacune d'elles correspond à un tube cylindrique ou cylindro-conique ouvert à l'apex par une échancrure oblique. L'abdomen est composé de neuf segments bien distincts arqués et repliés sous le céphalothorax. Il se finit par une paire de palettes natatoires ovalaires (nageoires), aplaties dorso-ventralement, toujours mobiles à leur base. Chacun des huit segments abdominaux porte dorsalement

nombreuse paires de soies diverses. Le premier segment porte, en outre, une paire de soies palmées qui contribue à assurer l'équilibre de la nymphe en adhérant par capillarité à la surface de l'eau. La chétotaxie (forme et disposition des soies) des segments abdominaux constitue un caractère de diagnostic de premier ordre (**Himmi et al., 1995**).



**Figure 07: 1-** Aspect générale de la nymphe des Culicidae (Source: alamyimages.fr).

#### 2- Nymphe d'*Anopheles* :

(a/ extrémité abdominale. b/ palette nataoire. c/ trompette respiratoire

d'après Gillies et De **Meillon(1968)**).

### 3.4. L'adulte:

Les adultes des Culicidae sont de petits insectes au corps élancé. Le corps se compose: la tête, le thorax et l'abdomen (Figure 08). Le corps et les pattes ont une coloration variant de brun pale à noirs, parfois marquée de taches et de bandes (**Tabti, 2015**).

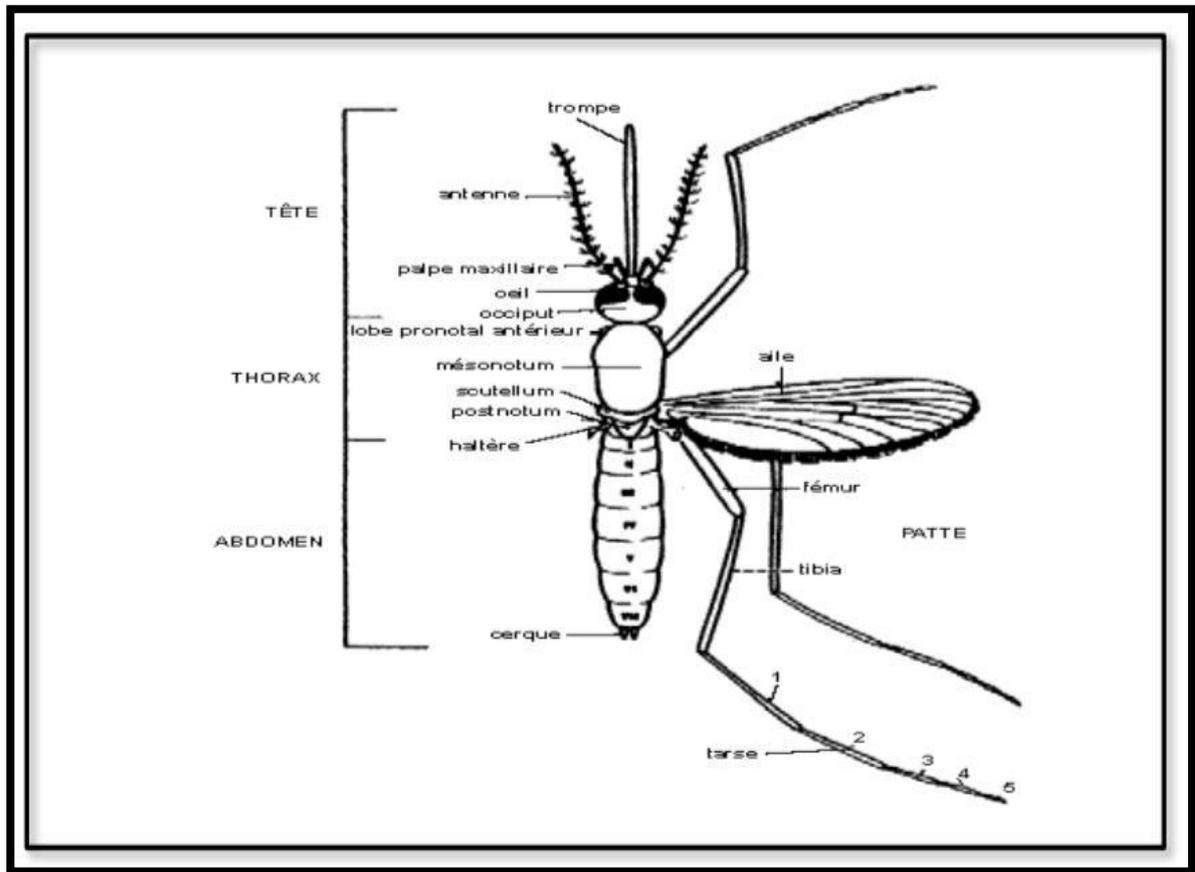
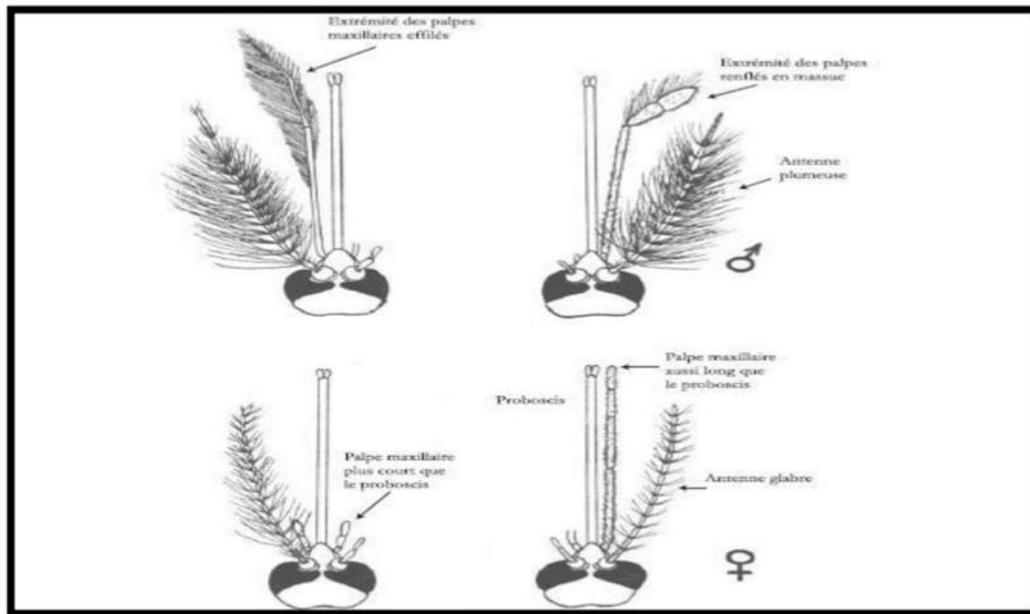


Figure 08: Morphologie générale de *Culicidé* adulte (Lane et Cross Key, 1993).

### 3.4.1. La tête:

Porte deux tâches oculaires et une paire d'antennes formant un (V) dirigé vers l'avant portant toujours des soies caractéristiques selon les groupes, la soie (6c) est la plus importante du point de vue taxonomique et comporte une branche, deux branches, ou trois branches et plus (Figure 09). Elle comporte une plaque chitineuse appelée le *fronto-clypeus*, garnie de 5 soies. En avant du *fronto-clypeus* s'insèrent les épines *préclypéales*. On distingue au niveau de la tête la plaque mentale qui se compose d'une forte dent médiane avec un certain nombre de dents latérales (Seguy, 1950).



**Figure 09:** Schéma de têtes de *Culicinae* (à gauche) et d'*Anophelinae* (à droite) Mâle (haut) et femelle (bas), (Holstein, 1949).

### 3.4.2. Le thorax:

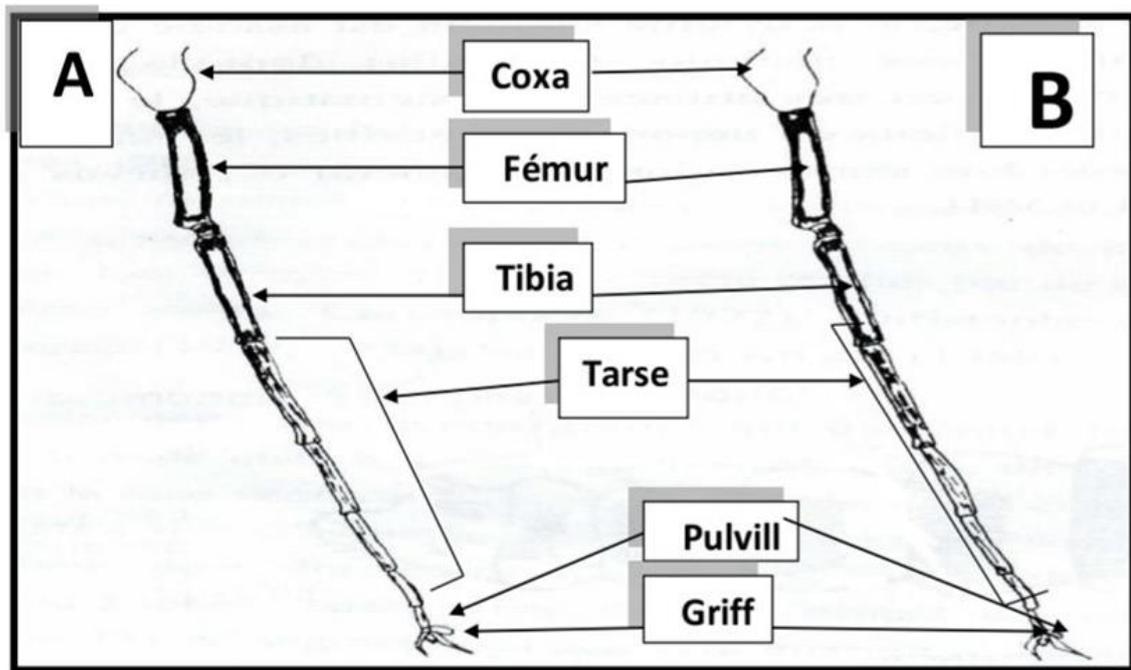
#### 3.4.2.1. Les ailes:

La membrane alaire transparente est soutenue par des nervures longitudinales et transversales délimitant entre elles des cellules. En outre, ces nervures portent des écailles et le bord postérieur de l'aile est orné d'une frange d'écailles de formes, de couleurs et de disposition variée, couvrent également les segments thoraciques et les pattes (Rodhain et Perez, 1985).

#### 3.4.2.2. Les pattes:

Chaque patte comprend de sa base à l'extrémité distale: la hanche ou coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et un tarse de cinq articles dont le dernier porte deux griffes et parfois un empodium et deux pulvilles (Rodhain et Perez, 1985).

Les pattes présentent aussi des caractères taxonomiques, les plus importants sont la longueur relative des cinq tarse, la présence ou l'absence de pulvilli et l'ornementation due aux écailles (Figure 10) (Himmi *et al.*, 1995).



**Figure 10** : Morphologie des pattes: A: antérieures B: postérieures

(Bendali et Saoudi, 2006).

Le thorax se termine par le scutellum. Les faces latérales du thorax sont occupées par des écailles et soies qui jouent un rôle important dans la diagnose des espèces culicidiennes. Il se compose de plusieurs parties notamment.

### 3.4.2.3. Le prothorax:

Est très réduit, et ne porte qu'une paire de pattes.

### 3.4.2.4. Le mésothorax:

C'est le métamère le plus développé des trois. Il porte une paire d'ailes, une paire de pattes, et une paire de stigmates. La quasi-totalité de la face dorsale est constituée par le scutum, qui

chez beaucoup d'espèces présente des dessins particuliers pouvant servir lors du diagnose des espèces de Culicidae.

#### **3.4.2.5. Le métathorax:**

Il est également très réduit, et porte une paire de pattes, une paire d'haltères (homologues d'une paire d'ailes vestigiales) et une paire de stigmates (**Hadjoudj, 2012**).

#### **3.4.3. L'abdomen:**

Est formé de trois métamères fusionnés, de développement très inégal. Les métamères sont composés de plaques sclérifiées. Les plaques ventrales sont les sternites, les plaques latérales sont les pleurites et les plaques dorsales sont appelées tergites. Ces plaques sont reliées entre elles par des membranes souples (**Brunhes, 1970**).

Trois paires de pattes, une paire d'ailes et une paire d'haltères ou balanciers remplaçant la deuxième paire d'ailes, sont portées par le thorax.

### **4. Bioécologie de l'espèce:**

#### **4.1. Alimentation des espèces:**

##### **4.1.1. Alimentation des larves:**

Les larves de moustiques très mobiles, plongent en profondeur lorsqu'elles se sentent menacées ou pour la recherche de leur nourriture: éléments planctoniques (bactéries, algues microscopiques protozoaires...), parfois proies plus volumineuses comme des larves de Chironomes ou même d'autres Culicides pour des espèces carnivores (*Toxorhynchites*). Les pièces buccales sont du type broyeur (**Rodhain et Perez, 1985**).

**Alimentation des adultes:**

D'après **Becker *et al* (2003)**. En général, les pièces buccales des Culicidae, et en particulier celles des mâles, sont adaptées pour mordre et sucer la sève des plantes et le nectar des fleurs.

Par conséquent, les moustiques mâles ne sont pas hématophages; aussi s'éloignent-ils très peu de la hutte d'où ils viennent, et entrent rarement dans les maisons. Les moustiques femelles ingèrent également des jus de légumes sucrés, mais la plupart d'entre eux sont des suceurs de sang.). La femelle pond ses œufs, puis mange à nouveau et le cycle recommence.

La durée de ce cycle (appelé cycle *gonotrophique*) varie selon les espèces et le climat. Certaines espèces, comme le moustique des villes *Culex pipiers*, peuvent produire les premières couvées sans prélever de sang: ces espèces sont considérées comme autogènes et utilisent les réserves d'énergie emmagasinées par les larves. Mais pour les couvées suivantes, le repas de sang est obligatoire. Les moustiques préfèrent piquer à certains moments de la journée, le plus souvent à l'aube et au crépuscule selon **Guillaumot (2006)**.

Le mécanisme de ponction est relativement simple. La trompe de Fallope comprend le canal salivaire et le tube digestif, qui est clairement coupé à l'extrémité. Au repos, les pièces buccales sont protégées par une enveloppe souple: les lèvres. Lorsque le moustique est sur le point de manger, lorsque les lèvres se replient sur la trompe, la trompe entre et cherche un vaisseau sanguin qu'elle sonde. Lors de la pénétration des pièces buccales, la salive est injectée plusieurs fois. Divers composants de la salive produisent un anesthésique local et empêchent le sang de coaguler dans les trompes de Fallope. La quantité de sang absorbé peut varier entre 4 et 10 mm selon **Balenghien (2007)**.

#### 4.2. Cycle de développement:

La vie des moustiques passe par deux phases, comme illustré dans la (Figure 11)

**a) Une phase aquatique (pré-imaginale):** période de croissance par mues (de l'œuf à la nymphe passant par quatre stades larvaires). Cette phase se déroule en 5 à 90 jours en fonction des conditions environnementales (température, présence de nourriture.

**b) Une phase aérienne (imaginale):** période de reproduction sans croissance (imago). La phase aérienne dure de 2 à 3 semaines pour les mâles et d'un mois à 6 mois pour les femelles hivernantes. Sa durée dépend des conditions environnementales et de l'espèce.

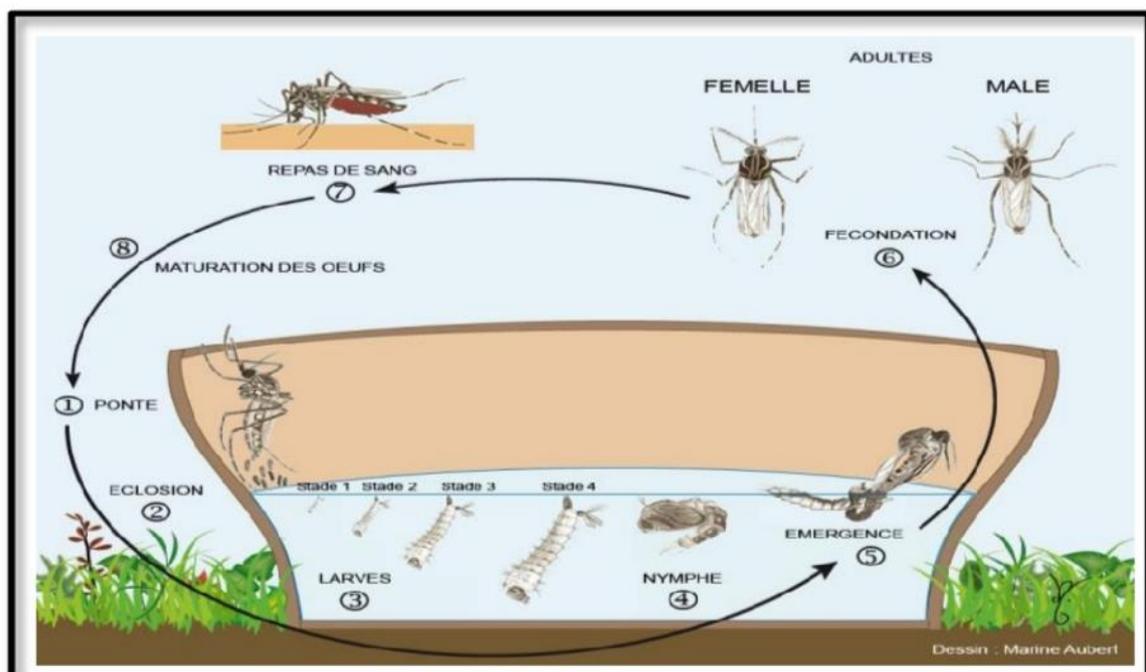


Figure 11: cycle de vie des moustiques (Guillaumot, 2013).

#### 4.2.1. Accouplement:

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

#### 4.2.2. Pont:

D'après **Balenghien (2007)**, les œufs peuvent être pondus sur de la vase ou d'autres substrats humides susceptibles d'être submergés. Puis ils éclosent de manière synchrone après accumulation (dans le cas d'*Aedes*) ou directement à la surface de l'eau (dans le cas d'autres espèces de moucheron: *Anopheles*, *Culex*, *Culiseta*). Le nombre d'œufs dans une couvée varie selon l'espèce et la quantité de sang ingérée.

#### 4.2.3. Développement larvaire et nymphose:

L'éclosion des œufs libère dans le gîte des larves. Après quatre mues et ayant atteint leurs développements maximaux, les larves cessent de s'alimenter et se transforment en nymphes. La durée de ce stade varie de 3 jours à plusieurs mois pour les espèces dont la larve est le stade hivernant; certaines larves survivent dans des eaux gelées, figées dans la glace (**Guillermet, 2013**).

#### 4.2.4. Mue imaginale:

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

#### 4.2.5. Stade adulte:

Les adultes, dès leur émergence, passent 1-5 jour au repos. Durant cette période, les *genitalia* des mâles effectuent une rotation de 180°. Les abris utilisés sont divers: trous d'arbres, terriers d'animaux, feuillage, végétation, toiles d'araignées, etc.... Suivant les espèces, l'accouplement peut avoir lieu pendant cette période ou plus tard (lors du premier repas sanguin des femelles) (**Boulkenafet, 2006**).

### 4.3. L'habitat:

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

### 4.4. Activité:

La plupart des espèces de moustiques possède un ou plusieurs pics d'agressivité dans la journée. Les femelles de la sous-famille des *Anophelinae* ont une agressivité presque toujours nocturne, toujours vis-à-vis de vertébrés homéothermes. Les *Culicinae* ont une activité crépusculaire (*Ae africanus*), nocturne (*Cx pipiens*) et diurne (*Ae. aegypti*, *A. albopictus*) (**Kettle, 1995**).

### 4.5. Rôle écologique:

Le moustique représente un maillon essentiel dans le fonctionnement d'un écosystème aquatique. En effet, par sa présence en grand nombre, il représente une biomasse importante dont se nourrissent de nombreux organismes (batraciens, poissons...). Ils sont ainsi un maillon important de la chaîne trophique des zones humides. De plus, de part leur régime alimentaire, les larves participent au processus de destruction de la matière organique. Leur régime omnivore, avec l'ingestion de feuilles en décomposition par exemple, accélère la décomposition des matières organiques dans les écosystèmes aquatiques.

Enfin, au stade adulte, il est indéniable que le rôle de vecteur du moustique est prépondérant dans notre environnement. En effet, il est à lui seul responsable de la transmission de plus de 100 types de microorganismes. Aujourd'hui, nous ne connaissons pas d'effets à priori positifs dans la transmission de ces microorganismes.

Par contre, nous percevons plus facilement son rôle néfaste dans la transmission de maladies; l'épidémie virale du Chikungunya (CHIKV de la famille des *Togaviridae*)

en 2005-2006 à la réunion en est un exemple concret avec plus de 200 000 personnes touchées et plus de 100 décès (Azzouzs et Halib, 2017).

#### 4.6. Rôle pathogène:

Les Culicidés ont un rôle majeur dans la transmission des maladies. Certains parmi eux tirent profit de leur hôte sans causer de dégâts. D'autres ont la capacité de transmettre des agents pathogènes qui peuvent amener la mort de leur hôte (Benyoub, 2007).

Les maladies les plus connue:

- a) **Virus Zika:** Le virus Zika est principalement transmis par les moustiques du genre *Aedes*, qui piquent surtout de jour. La plupart des personnes infectées par le virus Zika ne manifestent pas de symptômes. Pour celles qui en présentent, il s'agit généralement d'une éruption cutanée, d'un accès de fièvre, d'une conjonctivite, de douleurs musculaires et articulaires, d'un état de malaise et de céphalées, ces symptômes pouvant durer de 2 à 7 jours (OMS).

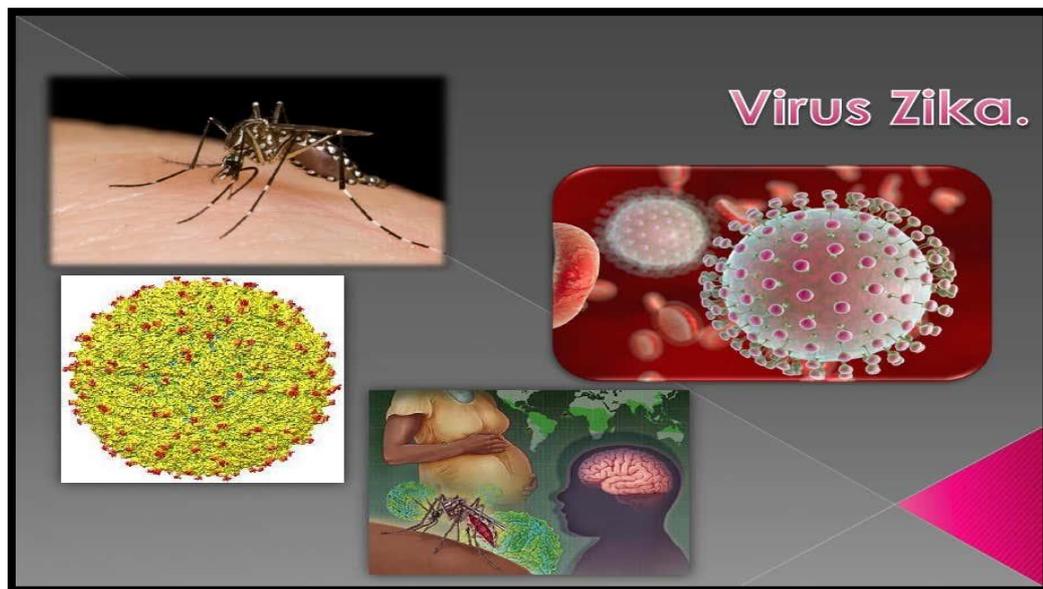


Figure 12: représente le virus Zika [07].

b) **Paludisme:** Le paludisme est une maladie potentiellement mortelle. Il est transmis par les piqûres d'anophèles femelles. Cinq espèces de parasites sont responsables du paludisme chez les êtres humains et deux de ces espèces – *Plasmodium falciparum* et *Plasmodium vivax* – sont particulièrement dangereuses. Les premiers symptômes du paludisme apparaissent généralement 10 à 15 jours après la piqûre d'un moustique infecté. Si le paludisme à *falciparum* n'est pas traité dans les 24 heures, il se manifeste souvent par une anémie sévère, une détresse respiratoire ou du neuropaludisme (OMS).

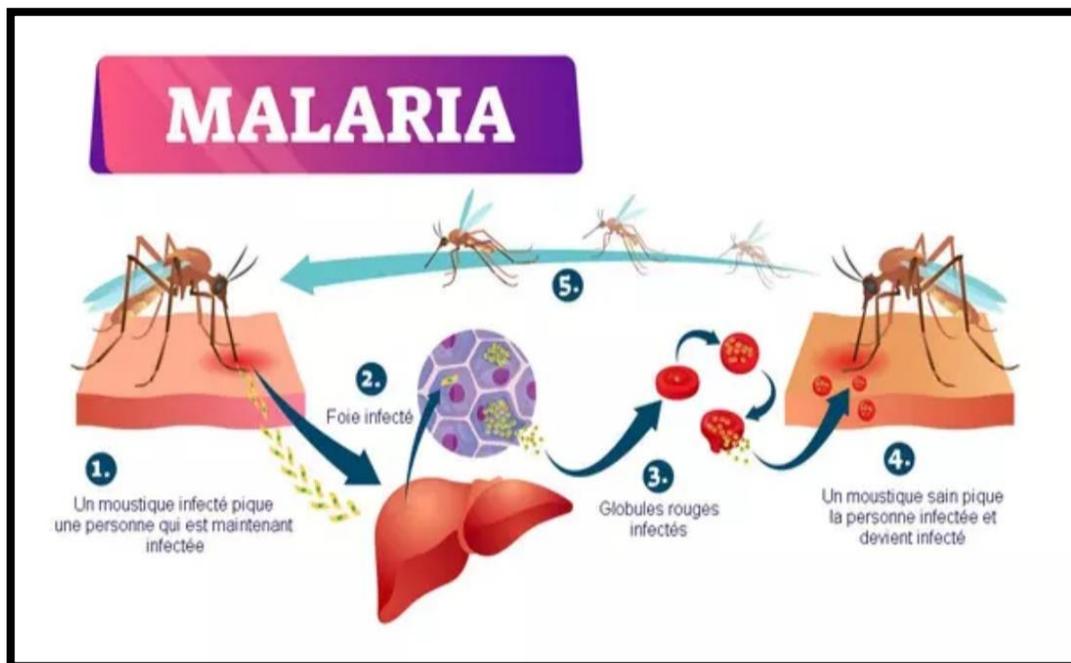


Figure 13: représente le paludisme [06].

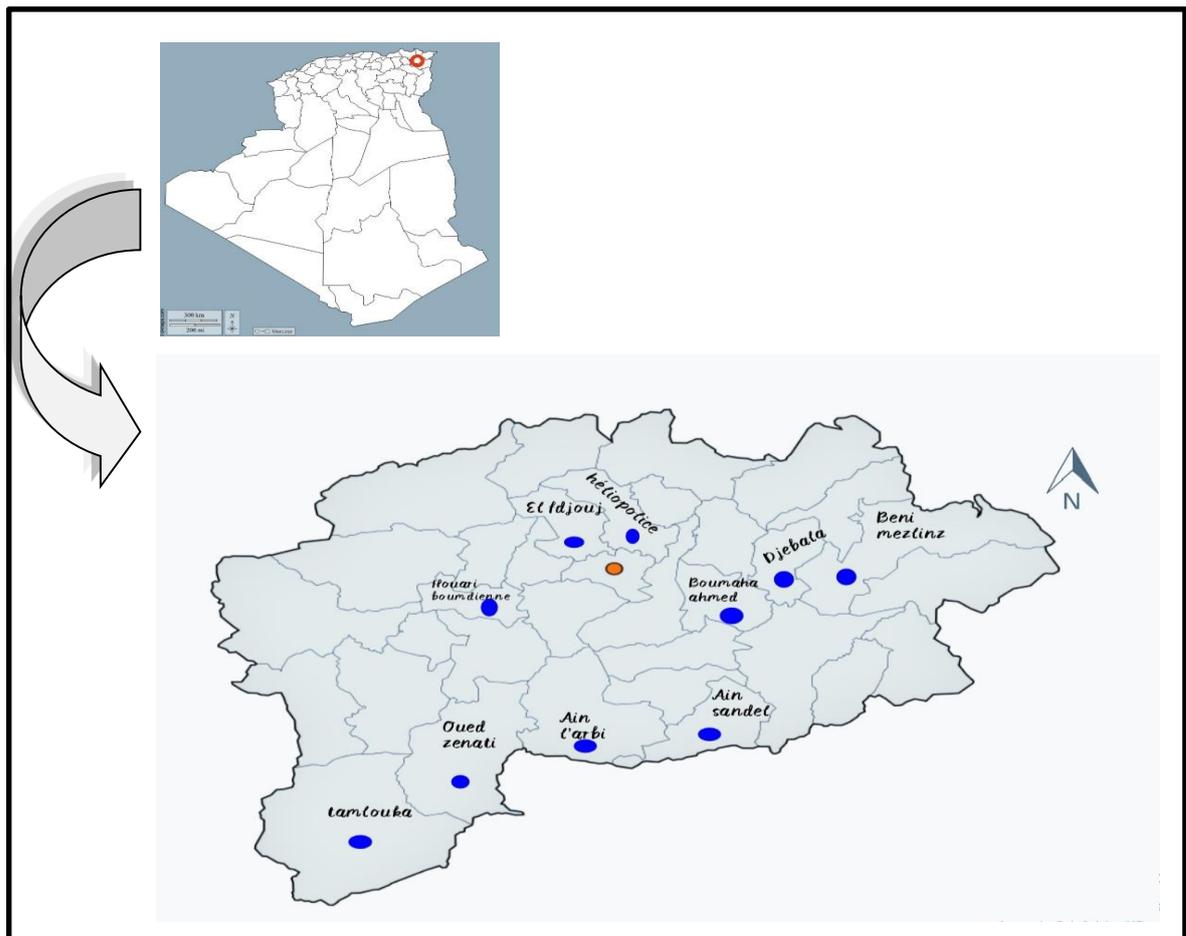
*Chapitre -II-*  
*Matériel et Méthodes*

## II. Matériel et Méthodes:

### 1. Présentation du site d'étude:

#### 1.1. Situation géographique:

La wilaya de Guelma se situe au Nord-Est du pays ( $36^{\circ} 25'N, 7^{\circ}25' E$ ) et constitue, du point de vue géographique, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba – Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum-El-Bouaghi et Tébessa), outre la proximité du territoire tunisien à l'Est. Au cœur d'une grande région agricole à 290 m d'altitude, elle s'étend sur une superficie de 386 624 hectares et entourée de montagnes (Maouna, Debagh, Houra). Elle est limitée au Nord par la Wilaya d'Annaba, au Nord-Est par la Wilaya d'El Tarf, au Nord-Ouest par la Wilaya de Skikda, à l'Ouest par la Wilaya de Constantine, au Sud par la Wilaya d'Oum El Bouaghi et à l'Est par la Wilaya de Souk Ahras, région frontalière de la Tunisie (Chahat, 2018).



**Figure 14** : Cadre de situation géographique de la wilaya de Guelma [01].

## 1.2. Hydrogéologie:

Le territoire de la Wilaya de Guelma comporte globalement 04 zones (ou sous bassins versants) hydrogéologiques distincts:

### a. Zones de la Guelma et des plaines du Bouchegouf (centre et basse Seybouse):

Les nappes captives du champ de Guelma s'étendent sur près de 40 Km le long de la vallée de la Seybouse et sont alimentées par les infiltrations et les ruissellements qui déversent dans l'Oued Seybouse. Elles enregistrent un débit exploitable de 385 l/s. Elles constituent les plus importantes nappes de la Wilaya. Au niveau de la nappe de Bouchegouf, les alluvions paraissent moins perméables que ceux de la plaine de Guelma. Elle peut contenir une nappe alluviale moins importante [04].

### b. Zone des Djebels au Nord et Nord-ouest:

Elle s'étend sur toute la partie Nord de la région du territoire de la Wilaya. Elle regroupe toute la partie de l'Oued Zénati et la partie Nord de la région de Guelma. En dehors de la plaine, une grande partie de cette zone est constituée d'argiles rouges Numidiennes sur lesquelles reposent des grès peu perméables. Les sources y sont nombreuses mais tarissent en été. Cette zone connaît une faible perméabilité en dépit d'une pluviométrie relativement importante.

Cependant, sur les calcaires crétacés inférieurs des Djebels Debagh et Taya, l'infiltration est probablement importante. Dans l'ensemble et malgré une importante pluviométrie, notamment dans sa partie Nord, la zone a des potentialités en eaux souterraines assez faibles [04].

### c. La zone des plaines et collines de Tamlouka:

Il est à remarquer, pour cette région que les structures synclinales du crétacé supérieur peuvent contenir des nappes actives alimentées par des infiltrations sur les calcaires qui n'ont pas une bonne perméabilité quand ils sont profonds. Des nappes phréatiques s'établissent dans les formations quaternaires reposant sur des argiles miocènes. Elles sont drainées par les différents affluents de l'Oued Charef, mais une partie de leurs eaux s'évapore dans les zones marécageuses [04].

**d. La zone des Djebels surplombant les Oueds Sedrata et Hélia:**

Cette zone s'étend sur les parties Nord de la région de Tamlouka et Sud de la région de Guelma et Bouchegouf. Sa partie Sud est certainement la mieux fournie en eau. Elle se caractérise par la présence de hautes dalles calcaires du crétacé supérieur qui sont perchées sur des marnes. Des sources assez importantes jalonnent à leur contact. Sur l'autre partie de la zone (la plus étendue), les dalles calcaires sont plus redressées et fractionnées, et des sources parfois relativement importantes, jaillissent des calcaires en contact des marnes. En général, les eaux superficielles constituent les principales ressources (Oued Sedrata et Oued Hélia) [04].

**1.2.1. Réseau hydrographique:**

Le réseau hydrographique est très dense. Il est constitué principalement de l'oued Seybouse (57,15 km) ses majeurs affluents dont l'écoulement général est d'Ouest en Est pour l'Oued Bouhamdane (45,37km) du Sud vers le Nord pour l'Oued Cherf (36,46 m), l'Oued Zimba, l'Oued Maiz, l'Oued Skhoune, l'Oued Boussora, l'Oued Halia l'Oued Melah. L'Oued Bouhamdane l'Oued Cherf drainent respectivement des sous bassins de 1105 km<sup>2</sup> 2845 km<sup>2</sup> à la station de Medjez Amar, point de confluence de naissance de l'Oued Seybouse (Rouaiguia, 2015).

**1.3. Etude climatique:**

La description du climat tient principalement compte de certains paramètres essentiels, telle la température, les précipitations. Pour Caractériser le climat de notre zone d'étude nous avons tenu compte des données météorologiques fournies par la station météorologique de Belkhier, durant la période de (2002-2013) (Haffaressas, 2018).

### 1.3.1. Le climat:

La région est située dans l'étage bioclimatique semi- aride qui est caractérisé par un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec. Les vents dominants sont du nord-ouest avec un vent saisonnier, le sirocco qui prédomine pendant les mois de juillet et aout. Les précipitations moyennes annuelles ne dépassent pas les 600 mm (**Chahat, 2018**).

Le Territoir<sup>2e</sup> de Wilaya a un climat semi-humide au centre et au nord et semi-aride au sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été. La température varie entre 4°C en hiver et 35,4°C en été. Le régime pluviométrique annuel enregistré dans la Wilaya est généralement compris entre 400 et 500 mm (**O.N.M, 2022**).

### 1.3.2. La température:

La température est le facteur climatique le plus important. En effet la température intervient pour une grande part dans le développement des insectes (**Haffaressas, 2018**).

**Tableau 02** : Températures moyennes maximale et minimale en degré (° C) de Guelma en (2022 – 2023) [02].

Mois	janv	fev	mars	avr	Mai	juin	juil	aout	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars
T mini	3.3	4.4	7.9	8.8	12.6	17.5	19.8	19.8	19.8	13.4	10.5	8.3	4.0	4.8	5.8
T max	15.4	18.0	19.2	22.4	28.6	37.2	37.8	36.7	34.2	31.5	23.5	21.9	15.9	17.3	21.7

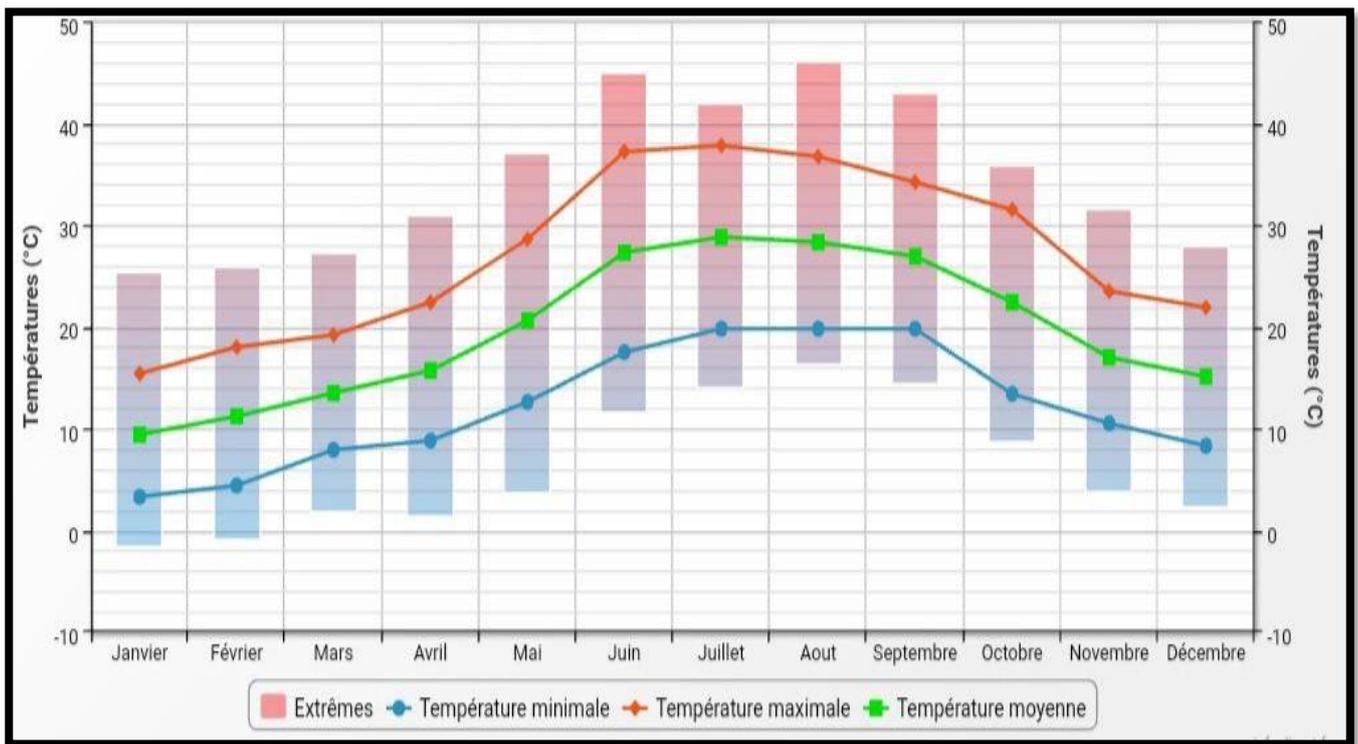


Figure 15: Températures en 2022 à Guelma [02].

### 1.3.3. L’humidité:

L’humidité est facteur climatique dont son excès freine l’ouverture des étamines, alors qu’un air sec favorise leur éclatement. (Rouaiguia, 2015).

L’humidité relative moyenne mensuelle dépasse 68,3%, avec une moyenne maximale de 94,2% et une moyenne minimale de 29,1% [03].

Tableau 03: humidité moyenne de Guelma [03].

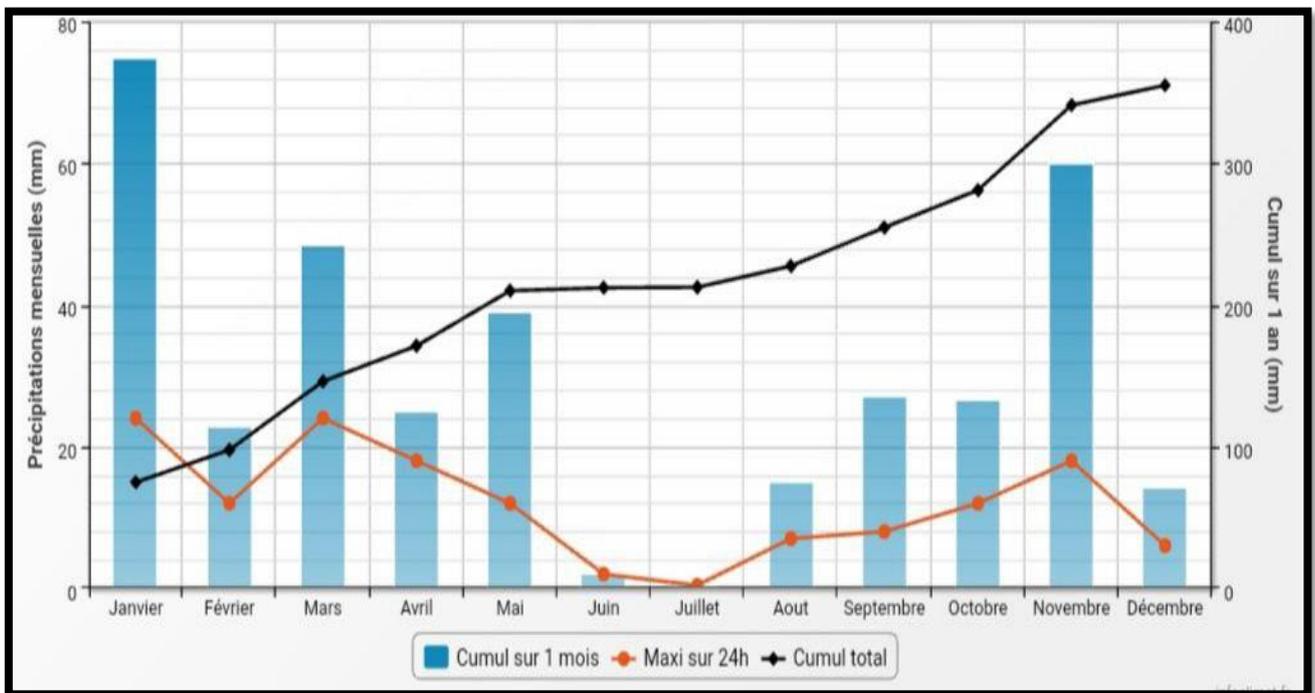
	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	aout	sept	oct	nov	dec
Humidité moyenne (%)	77	77	73	72	77	60	55.3	56	67.5	69	72	75

**1.3.4. Précipitation:**

Avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat (Faurie *et al.*, 1983). Le terme de précipitation désigne tout type d'eau qui tombe du ciel, sous forme liquide ou solide. Cela inclut la pluie, la neige et la grêle, etc.. (Rouaiguia, 2015).

**Tableau 04:** Précipitation cumul et max en 24 h en mm de Guelma en (2022 – 2023) [02].

Moi	janv	fev	mar	avr	mai	juin	juil,	aout	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mar	avr
Cumul précips	74.8	22.8	48.4	25.0	39.0	2.0	0.4	15.0	27.1	26.4	60.0	14.0	65.0	13.0	17.4	27.4
Max en 24 h de précips	24.0	12.0	24.0	18.0	12.0	2.0	0.4	7.0	8.0	12.0	18.0	6.0	34.0	7.0	7.0	22.0



**Figure 16:** Précipitation en 2022 à Guelma [02].

### 1.3.5. Le vent:

Le vent est un facteur climatique non négligeable pour le fonctionnement des différents écosystèmes de la région (Nadji, 2011).

Les vents dominants à Guelma ont une vitesse moyenne de 7,7 km/h.

Les vents à Guelma soufflent de différentes directions. Ceux du nord-ouest culminent en décembre, avec une moyenne de 18 %. À l'inverse, les vents du nord-est sont plus fréquents en juillet.

Enfin, le sirocco est plus fréquent dans le sud que dans le nord de la région, surtout en juillet (c'est un vent chaud et sec) [03].

2. Matériel et méthodes:

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

2.1.1. Le matériel utilisé sur terrain:

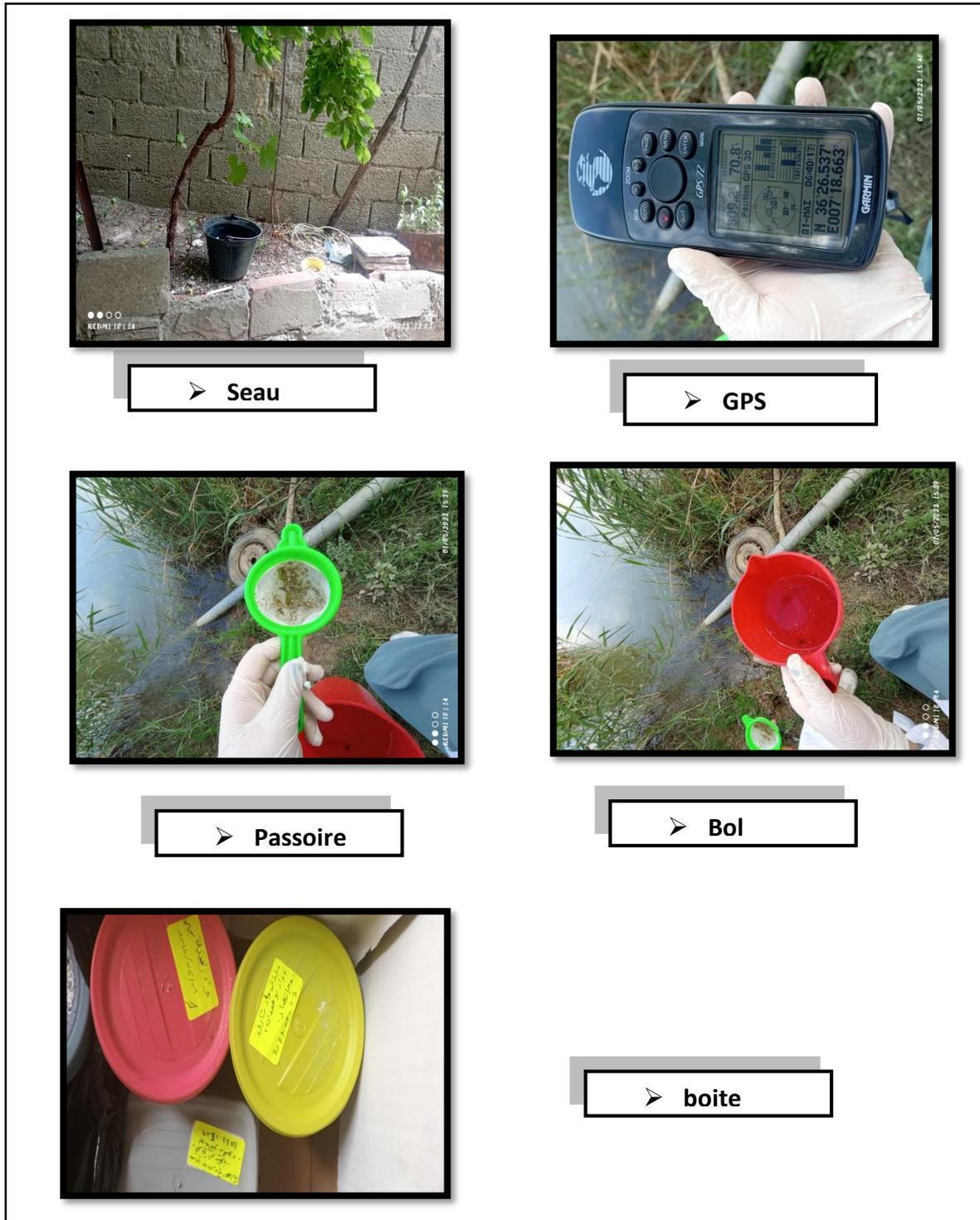


Figure 17: matériel utilisé sur terrain.

### **2.1.2. Technique d'échantillonnage sur terrain:**

La collecte des larves ainsi que les œufs de culicidae ils sont réalisées généralement par deux méthodes selon les espèces de culicidae étudié et selon la région (**Bouda et Rejai, 2016**).

#### **2.1.2.1. Technique de collecte directe:**

Technique utilisée pour la récolte des larves est celle préconisée par de nombreux auteurs: la technique des coups de louche ou méthode du (dipping) en anglais. Cette méthode consiste à plonger, en plusieurs endroits du gîte larvaire, une louche, ou autre récipient muni d'un manche assez long pour pouvoir prélever dans des endroits difficiles d'accès. Le contenant doit être de préférence de couleur blanche afin de mieux visualiser les larves (**Hamaidia et Berchi, 2018**).

Les prélèvements peuvent aussi être effectués à l'aide d'un filet à mailles serrées, qu'il faut faire glisser à la surface de l'eau, il est possible d'utiliser pour cette technique une passoire en plastique (**Saidi, 2013**).

Une fois les larves prélevées et mises avec l'eau de leurs gîtes dans des bocaux numérotés, les échantillons ont été acheminées avec précaution directement au laboratoire.

Les larves sont triées par stade larvaire et leurs élevages sont maintenus au laboratoire en vue d'une étude taxonomique (**Tahraoui, 2012**).

### **2.1.3. Travail au laboratoire:**

#### **2.1.3.1. Matériel du laboratoire:**

Le montage des larves et l'identification des espèces nécessitent le matériel suivant:



➤ Lames



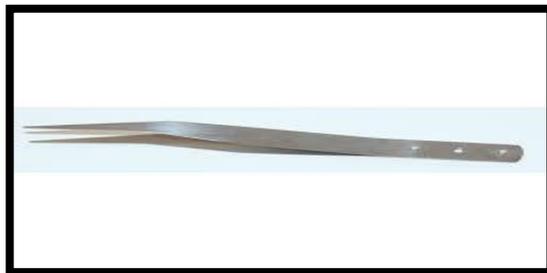
➤ Glycérine



➤ Microscope



➤ Compte-goutte



➤ Pince souple

Figure 18: les matériels utilisés dans laboratoire.

Les larves amenées au laboratoire sont à différents stades de développement. Ils sont triés selon le stade larvaire au laboratoire pour étude taxonomique.

### 2.1.3.2. L'identification des espèces:

L'identification des espèces à partir des larves récoltées nécessite une observation sous microscope et l'utilisation du logiciel d'identification des Culicidés d'Afrique méditerranéenne établi par l'IRD de Montpellier (**Brunhes *et al.*, 2000**). Ce logiciel d'un maniement facile, rend la détermination très aisée et donne des caractéristiques biologiques et écologiques sur les différentes espèces. La détermination des larves s'appuie particulièrement sur les caractères morphologiques externes.

## 2.2. Traitement des données:

### 2.2.1. Les descripteurs classiques:

La richesse spécifique (S) qui est le nombre total des espèces que comportent le peuplement dans un milieu donné (**Ramade, 2003**).

L'abondance relative qui 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:  $P_i = n_i \times 100 / N$  (**Faurie *et al.*, 2002**).

### 2.2.2. Les indices écologiques:

Les méthodes d'analyse des données sont diverses et variées. Elles dépendent des méthodes d'échantillonnage et de l'objectif qu'on veut atteindre (**Southwood, 1978**) proposent pour l'étude des communautés animales, surtout celle des insectes, d'effectuer des analyses de la distribution d'abondance et des indices écologiques notamment de la diversité. C'est dans ce cadre que nous proposons d'exploiter nos résultats (**Belkhiri, 2022**).

**a- Calcul de l'indice de Shannon-Weaver (Shannon and Weaver, 1949):**

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 biodiversité de Shannon-Weaver.

**i**: une espèce du milieu étudié.

**p<sub>i</sub>**: 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 de **Pielou (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**":

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

**b- Constance ou indice d'occurrence:**

La constance est exprimée par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée par rapport au nombre total des relevés (**Dajoz, 1982**). La constance est calculée par la formule suivante:

$$C (\%) = P_i * 100/P.$$

**p<sub>i</sub>**: nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

**p**: nombre total des relevés effectués.

Selon la valeur de "**C**" on distingue cinq catégories d'espèces. On considère qu'une espèce est accidentelle si  $f_i < 25 \%$ , accessoire si  $25 \% \leq f_i < 50 \%$ , régulière si  $50 \% \leq f_i < 75 \%$ , constante si  $75 \% \leq f_i < 100 \%$  et omniprésente si  $f_i = 100 \%$ .

**c- Equitabilité:**

L'indice correspond au rapport de la diversité observé "H'" à la diversité maximale "H' max" (**Barbault, 1981**). **Blondel (1979)**, juge que, l'équirépartition est le rapport de la diversité observée à la diversité maximale. Elle se calcule comme suit:

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

La valeur de l'équirépartition E varie de 0 à 1. Lorsque E tend vers 0 cela signifie que les effectifs des espèces récoltés ne sont pas en équilibre entre eux.

Quand E tend vers 1 cela signifie que les effectifs des espèces capturées sont en équilibre entre eux.

Les indices écologiques permettent d'étudier la structure des peuplements en faisant référence ou non à un cadre spatio temporel concret. Ils permettent d'avoir rapidement, en un seul chiffre, une évaluation de la biodiversité des communautés. Toutefois, leur caractère synthétique peut s'avérer être un handicap dans la mesure où il masque une grande partie de l'information [07].

*Chapitre -III-*  
*Résultats et discussions*

### III. Résultats et Discussions:

#### 1. Résultats:

##### 1.1. Etude taxonomique:

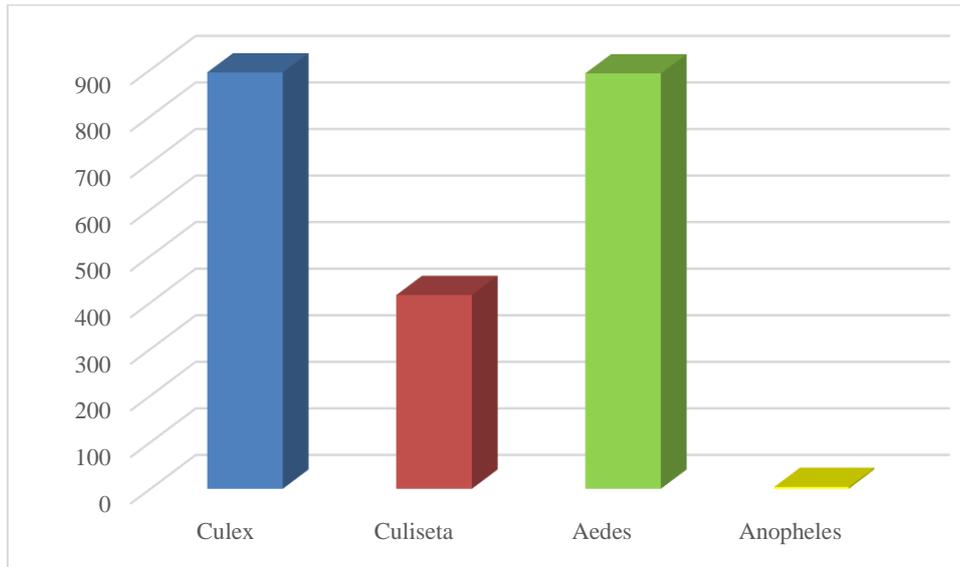
Durant une période d'étude étalée sur 10 mois (du juillet 2022 jusqu'au Avril 2023) dans la région d'étude (la wilaya de Guelma), nous avons identifié six espèces de Culicidae appartenant à 4 genres: *Culex*, *Culiseta*, *Aedes*, *Anopheles*.

##### 1.2. Espèces inventoriées dans la région d'étude:

La détermination de la faune récoltée au niveau des gîtes rencontrés reposant sur une collection constituée de 2206 individus nous a permis d'élaborer une liste faunistique répertoriant l'ensemble des espèces identifiées (Tableau 05).

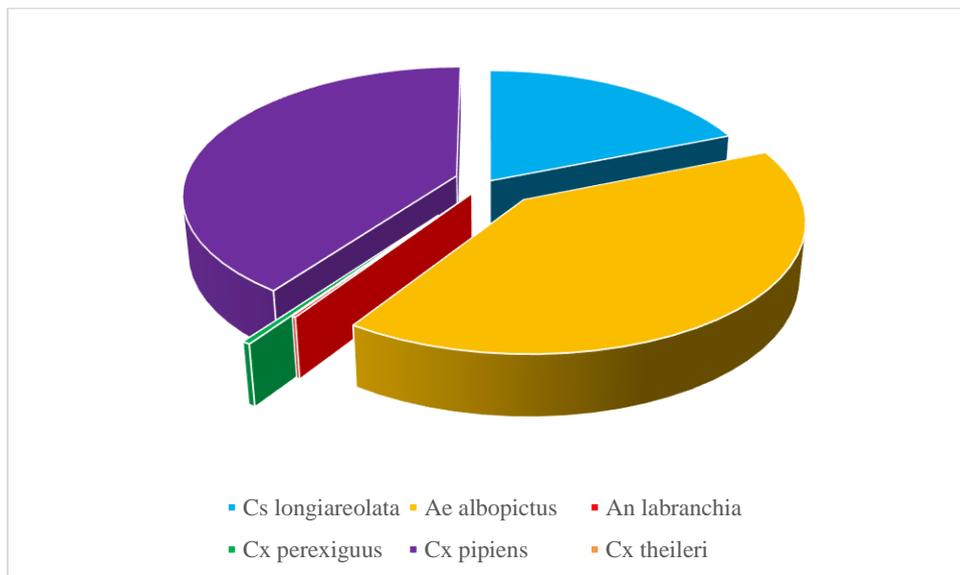
**Tableau 05:** Liste des espèces inventoriées et l'abondance relative dans la région d'étude.

Espèce	Fréquences (%)	Genre	Fréquences (%)
<i>Culex pipiens</i>	40.07	<i>Culex</i>	40.53
<i>Culex theileri</i>	0.05		
<i>Culex perexiguus</i>	0.41		
<i>Aedes albopictus</i>	40.44	<i>Aedes</i>	40.44
<i>Culiseta longiareolata</i>	18.86	<i>Culiseta</i>	18.86
<i>Anopheles labranchiae</i>	0.18	<i>Anopheles</i>	0.18
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>100</b>



**Figure 19:** Abondance relative des genres rencontrés dans les différents gites.

Sur l'ensemble de la faune récoltée, nous avons observé que le genre *Culex* est le plus représentatif avec une abondance de 40.53% suivi par le genre *Aedes* avec 40.44% ensuite dans la troisième place le genre *Culiseta* avec 18.86%. Le genre *Anopheles* est faiblement présent avec 0.18%. (Figure 19).



**Figure 20:** Abondance relative des espèces rencontrées dans les différents gites.

2206 individus ont été identifiés dont l'espèce *Aedes albopictus* est la plus représentative avec une fréquence de 40.44%, elle est suivie par *Culex pipiens* avec une fréquence de 40.07%

ensuite avec une fréquence de 0.41 et 0.05% successivement pour les espèces *Culex perexiguus* et *Cx. theileri*. Le reste des autres espèces, pour le genre *Culiseta* est représenté par une seule espèce *Culiseta longiareolata* avec fréquence de 18.86% et *Anopheles labronchiae* est moins par fréquence de 0.18% (Figure 20).

### 1.3. Indices écologiques de composition:

#### 1.3.1. Richesse totale et moyenne de la famille des Culicidae dans la région d'étude:

**Tableau 06:** Richesse totale et moyenne de la région de Guelma.

Paramètres	Sites
	Guelma
Nombre total d'individus	2206
Nombre de relevés	5
Richesse spécimen	6
Richesse moyenne	1,2

Durant notre étude, dans la région de Guelma on a pu récolter 2206 individus dans 5 relevés. En effet, nous précisons que les valeurs de la richesse totale sont égales à 6 espèces avec une richesse moyenne de 1,2.

### 1.3.2. La constance ou indice d'occurrence des Culicidae dans la région de Guelma:

**Tableau 07:** Fréquence d'occurrence (%) des espèces rencontrées

[*Acci: les espèces accidentelles Accé : les espèces accessoires*]

Espèces	Constances (%)	Catégories
<i>Culex pipiens</i>	41.2 %	Acce
<i>Culex theileri</i>	5.9 %	Acci
<i>Culex perexiguus</i>	5.9 %	Acci
<i>Culiseta longiareolata</i>	35.3 %	Acce
<i>Aedes albopictus</i>	41.2 %	Acce
<i>Anopheles labranchiae</i>	11.7 %	Acci

L'analyse des résultats lors de notre étude de la faune Culicidienne dans la région de Guelma a permis de récolter six espèces qui appartiennent à quatre genres différents, parmi ces espèces, des espèce qualifiée accessoires, il s'agit de *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata* et *Aedes albopictus* avec constance de 40 a 35 % qui veut dire une présence aussi importante tout autour de la région d'étude, *Culex theileri* avec *Culex perexiguus* et *Anopheles labronchiae* sont des espèces moins présentes avec constance moins de 10 %.

### 1.3.3. Association faunistique de la région de Guelma:

Le (tableau 08) montre l'espèce *Cx. pipiens* est associée avec la majorité des espèces inventoriées, ainsi il y a des espèces qui occupent plusieurs types de gites d'une forte présentation: *Cs. Longiareloata* et *Culex pipiens*, D'autres espèces présentent de plus faibles associations comme: *An. Labranchiae*, *Cx. perexiguus*.

Tableau 08: Associations faunistiques des Culicidae (Guelma).

Espèces	<i>Cx. pipiens</i>	<i>Cx. theileri</i>	<i>Cx. perexiguus</i>	<i>Cs longiareolata</i>	<i>Ae albopictus</i>	<i>An. labranchiae</i>
<i>Cx pipiens</i>		+	-	+	+	-
<i>Cx theileri</i>	+		-	-	-	-
<i>Cx perexiguus</i>	-	-		-	-	+
<i>Cs longiareolata</i>	+	-	-		+	-
<i>Ae albopictus</i>	+	-	-	+		-
<i>An labranchiae</i>	-	-	+	-	-	

#### 1.4. Les indices écologiques de structure:

##### 1.4.1. L'indice de diversités (Shannon-Weaver):

C'est l'indice qui mesure la composition en espèce en fonction de leurs abondances relatives, leur calcul permet de comparer entre elles les faunes de deux milieux lorsque les nombres d'exemplaires récoltés sont très différents (Dajoz, 1971).

Donc si l'indice est élevé le milieu est bien structuré et diversifié par contre si l'indice "H'" est faible le milieu est peu diversifié. Selon le (Tableau 09) l'indice "H'" de la région de Guelma est (1.08), ce qui indique que durant la période d'étude, la région est très diversifiée.

##### 1.4.2. L'équitabilité "E":

Le calcul de "E" (équitabilité) permet de relativiser les valeurs de "H'" on les compare par une diversité potentiel maximum "H max", dans notre cas la valeur de "E" est 0,6 dans la région de Guelma, donc le peuplement des Culicidae de la région d'étude présente une équitabilité loin de 1, ceci indique que le peuplement n'est pas en équilibre (Tableau 09).

**Tableau 9:** Indices écologiques de structure dans la région de Guelma.

[*H'*: indice de Shanon-Weaver. *E*: équitabilité. *C*: concentration. *D*: diversité]

Paramètres \ Sites	Guelma
Indice de Shannon et Weaver ( <b>H'</b> )	<b>1.08</b>
Équitabilité ( <b>E</b> )	<b>0.61</b>
Concentration ( <b>C</b> )	<b>0.36</b>
Diversité spécifique ( <b>D</b> )	<b>0.64</b>

### 1.4.3. La concentration et diversité:

L'indice de concentration est 0.36, cela veut dire qu'on a une probabilité de 0,36% dans la région de rencontrer la même espèce, ce qui se traduit par une diversité un peu importante (Tableau 09).

## 2. Discussion:

Notre région d'étude se caractérise par une situation géographique stratégique et intéressante sur le bassin méditerranéen, la wilaya de Guelma représente un bassin entouré des montagnes et représente la source d'un des grands oueds qui est Oued Seybouse. La présence et la grande distribution de moustiques dans notre région d'étude représente un grave problème de société à cause de leur nuisance et considérés comme un vecteur pathogène potentiel, à cet effet le contrôle et la surveillance de moustiques doivent être impératif pour les contrôlés.

Les inventaires ont été effectués dans 17 sites différents. Les prospections menées sur terrain ont permis d'inventorier 6 espèces de Culicidae appartenant à 4 genres (*Culex*, *Culiseta*, *Aedes* et *Anopheles*). Le genre *Culex* est représenté essentiellement par l'espèce *Cx.pipiens* et en deuxième position *Cx. theileri* et *Cx. perexiguus*. Les deux genres *Culiseta*, *Aedes* et *Anopheles* sont présentés tout les trois par une seule espèce, *Cs. Longiareolata*, *Ae. Albopictus* et *Anopheles labranchiae* respectivement. Basé sur les données de la littérature, des études antérieures sur les Culicidae de l'Algérie ont signalées la présence de 48 espèces. (Brunhes *et al.*, 1999)

Des études similaires ont été menées dans la région de Biskra par (Merabti, 2016), 22 espèces appartenant à deux sous familles, celle des *Culicinae* présentée par cinq tribus: la tribu de Aedini est représentée par six espèces: *Aedes ochleratatuscaspius*, *Aedes ochleratatusannulipes*, *Aedes vexans*, *Aedes dorsalis*, *Aedes sp1* et *Aedes sp2*. La deuxième tribu est celle des Culicini, dont elle est représenté par six espèces: *Culex hortensishortensis*, *Culex pipiens*, *Culex modestus*, *Culex theileri*, *Culex laticinctuset Culex torrentium*. La tribu de Culisetini qui a été présenté par cinq espèces : *Culiseta longiareolata*, *Culiseta annulata*, *Culiseta subochrea*, *Culiseta ochroptera* et *Culiseta sp*. Une quatrième tribu d'Orthopodomyiini, qui a été présenté par une seule espèce: *Orthopodomyapulcirtarsis*. Une dernière tribu d'Uranotaeniini avec une seule espèce aussi *Uranautenia unguiculata*.

Les espèces trouve dépend de plusieurs facteurs influençant sur la présence et l'absence des espèces inventoriées dans notre travail: Les sites inventoriés le climat la période d'étude, de la nature du gîte, du lieu de prélèvement et de l'accessibilité de ce dernier.

*Culiseta longiareolata* peuple les gîtes les plus divers, Son optimum écologique est atteint dans les eaux claires (Hassaine, 2002; Himmi, 2007). En outre, cette espèce a été récoltée par (Berner, 1976) et (Hassaine, 2002) dans les eaux riches en matière organique.

Ceci ne concorde pas avec les données trouvées par (Louah, 1995). Au Portugal, cette espèce a été trouvée dans des piscines en ciment pour usage domestique ou agricole (Ramos *et al.*, 1977/78; Pires *et al.*, 1982).

Cette espèce à large répartition est présente dans le sud de la région paléarctique, dans les régions orientale et Afro tropicale. Elle est très commune dans toute l'Afrique méditerranéenne. Les gîtes larvaires sont de types très variés (bassins, a, puits abandonnés, tus de rochers, rizières, canaux) mais l'eau y est toujours stagnante et généralement riche en matières organiques. Ces gîtes

sont permanents ou temporaires, ombragés ou ensoleillés, remplis d'eau douce ou saumâtre, propre ou polluée. Un aussi large spectre de possibilités explique la vaste répartition et l'abondance de l'espèce. Les larves sont carnivores et peuvent hiverner mais sans subir de vraie diapause.

Le genre *Anophèles* qui a été également inventoriées dans notre région d'étude est représenté une espèce: *Anopheles labranchiae*. D'après (**Benmansour, 1972**), *Anophèles labranchiae* se classe parmi les principales espèces de la faune Anophélienne du Maroc. Cette espèce est la seule identifiée en Afrique du Nord (**Guy, 1959; Senevet et Andarelli, 1960; Brunhes et al., 1999**). La larve de cette espèce a été rencontrée dans des mares résiduelles à végétation verte et au niveau du lit des Oueds (**Andarelli, 1954**). (**Brunhes et al., 1999**) montre que l'eau de ces gîtes peut être douce ou légèrement saumâtre, mais toujours exposée au soleil.

**Lounaci (2003)** a capturé cette espèce dans le parc de l'Institut agronomique d'El-Harrach et a Oued Saboun (Tiziouzou), (**Berchi, 2000**) signale la présence de cette espèce dans des marécages, situés près de Constantine. (**Hamaidia, 2004**) a capturé cette espèce à Souk-Ahras et à Tébessa. (**Bebba, 2004**) a capturé cette espèce à Oued-Righ, dans des gîtes permanents et temporaires à eau stagnantes riche ou pauvres en végétation.

*Culex theileri* a été récolté dans les wilaya de Guelma région de Boukharouba. Cette espèce s'étend de l'Afrique du Nord à la Russie, de l'Europe et du Maroc à l'Inde et au Népal (**Brunhes et al., 1999**). Elle est fréquente dans des gîtes variés, comme les gîtes pollués, les gîtes permanents riche en végétation et les gîtes temporaires à eau stagnante avec ou sans végétation. Elle a été trouvée dans plusieurs régions d'Algérie; (**Senevet et Andarelli (1960)**) signalent l'existence de cette espèce à Alger et à Oran. (**Senevet et Andarelli, 1969**) et (**Berchi 2000**) à Constantine. (**Clastrier et Senevet, 1961**), signalent l'existence de l'espèce dans deux régions du Sahara algérien, El Golea et Ain Emgeul. (**Lounaci, 2003**) affirme que cette espèce préfère les gîtes naturels. (**Hamaidia, 2004**) l'a rencontré dans les régions de Souk- Ahras et Tébessa, (**Bebba, 2004**) dans la région d'Oued Righ et (**Matoug, 2018**) dans la wilaya de Skikda et Guelma.

Des travaux dans la région d'El-Kala (**Aouati, 2009**) signalent la présence de *Culex pipiens*, *Culex torrentium*, *Culex theileri*, *Culiseta annulata*, *Anophèles clavigier*, *Anophèles macculipennis*. (**Senevet et Andarelli, 1960**) rapporte la présence de cinq espèces d'*Anopheles*, cinq espèces d'*Aedes*, deux espèces de *Culiseta* et huit espèces de *Culex* à Oran. (**Hamaidia, 2004**) signale la présence de 15 espèces de Culicidae dans la région de Souk-Ahras, dont trois appartenant au genre *Anopheles*, 3 au genre *Culiseta* et 9 au genre *Culex*. Le même auteur signale la présence de 12 espèces dans la région de Tébessa, appartenant aux genres *Culex*, *Culiseta* et *Aedes*.

Lors de nos prospections, le moustique le plus fréquemment récolté est *Culex pipiens* et *Aedes albopictus*. *Culex pipiens* qui montre une plasticité au niveau de deux sites. Les larves de cette espèce sont rencontrées dans les gîtes les plus divers comme, les gîtes permanents à eau douce pauvre ou riche en végétations, gîtes temporaires à eau douce riche en végétations. Par contre *Aedes albopictus* a une préférence au site artificiel avec une fréquence très élevée. Rouibi et al (2023) à confirmer la présence de *Aedes albopictus* dans la région de Guelma, El Tarf et Annaba et a donné une explication de comportement et de préférence de cette espèce vers les sites

artificiels aussi à sa capacité de s'adapter à différents climats de la région d'étude sans faire oublier sa capacité de coexister et partager ces gîtes avec *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*.

# *Conclusion*

### Conclusion:

La réalisation d'inventaire faunistique s'inscrit dans le cadre de la conservation de la biodiversité qui consiste un enjeu planétaire et qui passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la distribution de la faune et de la flore. Les maladies transmises par les Insectes constituent une source majeure de morbidité et de mortalité dans le monde. Les moustiques à eux seuls transmettent des maladies à plus de 700 million de personnes et la malaria tue environ 3millions de personnes chaque année (**Frain et Day, 2002**).

Les Culicidae constituent le groupe d'insectes qui suit la plus grande importance sur le plan économique et sanitaire dans le monde mais également dans notre région géographique qui correspond à une zone de transition entre les zones tempérées et les zones tropicales et qui ne fuit pas l'action des changements climatiques planétaires.

Notre étude a été consacrée à l'identification systématique des espèces de Culicidae, des inventaires ont été effectués dans tout type de gîtes situés dans la région de Guelma. 2206 individus ont été capturés et ramenés au labo pour identification, six (6) espèces ont été identifiées qui appartiennent aux quatre genres différents, (*Culex*, et *Culiseta Aedes* et *Anopheles*). *Culex pipiens* et *Aedes albopictus* sont les espèces les plus abondantes de notre région d'étude elle présente la moitié de l'effectif récolté, suivi par *Culisita longiareolata*, le reste des autres espèces ne présentent que des taux faibles (*Culex theileri*, *Culex perexiguus* et *Anopheles labranchiae*).

Notre travail n'est pas terminé il faut continuer dans ce chemin pour comprendre ces insectes et avoir une idée complète sur leur comportement. Notre inventaire ne donne pas une image complète sur les populations culicidienne de notre région il faut continuer l'inventaire et développer d'autre méthodes car ces espèces ont une importance médicale.

# *Résumé*

### Résumé :

Afin de comprendre le statut des espèces de moustiques dans la région de Guelma (nord-est de l'Algérie), un inventaire a été réalisé durant 10 mois (de Juillet 2022 jusqu'à Avril 2023). Le nombre total d'échantillons était de 2206 appartenant à 4 genres, auxquels appartiennent les espèces suivantes: *Aedes albopictus* (40.44%), *Culex pipiens* (40.07%), *Culex perexiguus* (0.41%), *Culiseta longiareolata* (18.86%), *Anopheles labranchiae* (0.18%) et *Culex theileri* (0.05%). *Aedes albopictus* fréquente les gîtes artificiels, tandis que les autres espèces se trouvent dans des gîtes naturels et artificiels. En ce qui concerne la dominance on a trouvé que *Culex pipiens* et *Aedes albopictus* sont les plus abondantes avec des fréquences très proches (40.57 et 40.44% successivement).

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

### **Abstract:**

In order to understand the status of mosquito species in the region of Guelma (north-eastern Algeria), an inventory was carried out over 10 months (from July 2022 to April 2023). The total number of samples was 2206 belonging to 4 genus, to which the following species belong: *Aedes albopictus* (40.44%), *Culex pipiens* (40.07%), *Culex perexiguus* (0.41%), *Culiseta longiareolata* (18.86%), *Anopheles labranchiae* (0.18%) and *Culex theileri* (0.05%). *Aedes albopictus* frequents artificial breeding sites, while the other species are found in natural and artificial ones. Regarding dominance, we found that *Culex pipiens* and *Aedes albopictus* are the most abundant species with very close frequencies (40.57 and 40.44% successively).

**Keywords:** Culicida, inventory, abundance, Guelma, Northeast Algeria.

### الملخص:

من أجل فهم حالة أنواع البعوض في منطقة قالمة (شمال شرق الجزائر)، تم إجراء حصر على مدى 10 أشهر (من يوليو 2022 إلى أبريل 2023). كان العدد الإجمالي للعينات 2206، تنتمي لـ 4 أجناس، تمثلها الأنواع التالية: *Aedes albopictus* بنسبة 40.44% و *Culex pipiens* (40.07%) و *Culex perexiguus* بنسبة (0.41%) و *Culiseta longiareolata* (18.86%) و *Anopheles labranchiae* (0.18%) و *Culex theileri* (0.05%). تتواجد *Aedes albopictus* في الأوساط الاصطناعية بينما توجد بقية الأنواع في الأوساط الطبيعية والاصطناعية. فيما يتعلق بالوفرة، تعتبر كل من *Aedes albopictus* و *Culex pipiens* هما الأكثر وفرة بنسب قريبة جداً (40.57 و 40.44% على التوالي).

**الكلمات المفتاحية:** البعوضيات، الحصر، الوفرة، قالمة، شمال شرق الجزائر.

*Références bibliographique:*

- **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.
- **Andarelli L. 1954.** Les Anophelinae et les Culicinae de L'aurès, la lutte antipaludi Algérie (Campagne 1953). Alger, Gouvernement générale de l'Algérie, Direction de santé publique, 133-141, parasite. Paris 45(9): 385-386p.
- **André Y; Frédéric S; et Laurence F. 2016.** Alerte aux moustiques? Scitep édition. 29 p.
- **Aouati A. 2009.** Inventaire des Culicidae des zones humides et des forêts de chêne-liège. Caractérisation systématique par les profils des hydrocarbures cuticulaires. Essais de lutte. Mémoire de Magister. Univ. Annaba.
- **Arbaoui L. 2017.** Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptères Culicidae de la région de Ain Fezza – Tlemcen (extrême ouest Algérienne) (mémoire). Université Abo Beker Belkaid, Tlemcen, 53p.
- **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.
- **Bebba N. 2004.** Etude comparative des effets des insecticides sur les populations larvaires de Culicidae de Constantine et Oued Righ (Touggourt et Djamâa). Mém. Mag. Université de Constantine. 110 p.
- **Becker N; Petric D; Zgomba M; Boase C; Madon M; Dahl C; et Kaiser A. 2010.** Mosquitoes and Their Control, Second edition Springer; second edition 2010.
- **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.
- **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.
- **Benhissen S; Habbachi W; Masna F; Mecheri H; Ouakid M.L; et Bairi A. 2014.** Inventaire Des Culicidae Des Zones Arides: Cas Des Oasis d'Ouled-Djellal (Biskra; Algérie). Université Badj mokhtar-Annaba 7(2), 79\_84p.

- **Benmansour N; Aadel A; et Mouki B. 1972.** Étude de la sensibilité au DDT de l'Anopheles maculipennis labranchiae au Maroc de 1959 à 1971. Annales médicochirurgicales d'Avicenne, mai-juin, 213-219 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 AMFet le Téméphos larvifos contre la population de Culex pipiens (Linné 1758).Mémoire master:Entomologie médicale.Université Saad Dahleb -Blida 1, 57 p.
- **Berchi S. 2000.** Bio écologie de Culex pipiens L.(Diptera :Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de luttés,Thèse Doctorat :Entomologie, Université de Constantine, Algérie.133 p.
- **Boualleg R; Razzkallahe R; et Naija M. 20022.**Inventaire des culicidés (culicidae) dans la région de Guelma.mémoire master:Biodiversité et environnement. Université 8 mai 1945 Guelma, 60 p.
- **Bouguenoun I. 2016.** Identification et caractérisation immunologique d'un type pollinique allergisant dans l'atmosphère d'Oued Zenati – GUELMA (Nord- Est de l'Algérie). Thèse doctorat : Santé, Eau et Environnement.Université 8 mai 1945 Guelma, 104 p.
- **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; 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; Geoffroy 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; Rhaim. A; Geoffroy. B; Angel. G; et Hervy j.P, 1999:** Les moustiques de l'Afrique méditerranéen. Logiciel d'identification et d'enseignement. IRD édition.
- **Carnevale P; et Robert V. 2009.** les anophèles. Biologie, taxonomie du plasmodium et lutte anti vectorielle. Edition IRD., Marseille, 389 p.
- **Chahat N. 2018.** Contribution à l'étude aéropalynologique de la wilaya de Guelma (Nord-Est de l'Algérie) : thèse doctora. Université 8 mai 1945- Guelma, 133 p.

- **Cherrati Y; et Belkhierat H. 2021.** Inventaire du culicidé des eaux stagnantes des monts de Geuzoul région de Tiaret. mémoire master: Ecologie animale. Université Ibn khaldoun Tiaret, 51 p.
- **Clastrier G; et Senevet. 1961.** Les moustiques de Sahara Central. Edi Institut Pasteur d'Algérie et Laboratoire d'Entomologie der Service Antipaludique de la Délégation Générale du Gouvernement en Algérie. t. XXXZX, no 2, juin 1961.
- **Coluzzi M; et Sabatini A. 1967.** Cytogenetic observations on species A and B of the *Anopheles gambiae* complex. *Parassitologia*, 9: 73-88 p.
- **Costantini C; Sanon N; Ilboudo-Sanogo E; Coluzzi M; et Boccolini D. 1999.** Chromosomal and bionomic heterogeneities suggest incipient speciation in *Anopheles funestus* from Burkina Faso. *Parassitologia*, 41: 595-611 p.
- **Dahchar Z. 2017.** Inventaire des Culicidae de la région Ouest de la ville d'Annaba. Etude bio-écologique, systématique des espèces les plus abondantes. Lutte biologique anti larvaire par les extraits aqueux de quelques plantes (Médicinales et toxiques) et le *Bacillus thuringiensis israelensis* H14. thèse doctorat: Ecologie animale. Université Badji mokhtar Annaba, 267 p.
- **Dahmani A; et Nouioua S. 2020.** Inventaire de la faune culicidienne dans la région du Hodna. Mémoire master: Ecologie des zones arides et semi arides. Université Mouhamed boudiaf M'sila, 37p.
- **Dajoz. 2010 in Bouda S; et Rekaï 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.
- **Guemini H; et Zerzezi 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. Oum El Bouaghi. Université L'arbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi, 43 p.
- **Guillaumot L. 2013. in Guemini H; et Zerzezi 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. 2006 in Cherrati Y; et Belkhierat H. 2021.** Inventaire de culicidés des eaux stagnante des monts de Geuzoul région de Tiaret. Mémoir master. Université Ibn Khaldoun – Tiaret. 51 p.

- **Guy Y. 1959.** Note concernant *Anopheles coustani*. Comptes Rendus de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, 7, 104-105 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.
- **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, 143 p.
- **Hamaidia H. 2004.** Inventaire et biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans la région de Souk-Ahras et de Tebessa (Algérie). Mém Mag. Université de Constantine. 152 p.
- **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.
- **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. 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.
- **Kittile D.S. 1995.** Medical and veterinary Entomology. 2<sup>nd</sup> Ed. Wallingforde: CAB International, 725 p.
- **Knight K.L; et Stone A. 1977.** A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera : Culicidae). 2<sup>nd</sup> edition. Thomas Say Found., Entomol. Soc. Am., vol. 6, 611p.
- **Larbi Cherif Y. 2015.** diversité et caractérisation des habitats des Diptères (Diptera, Culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen). Mémoire de Master, Université Abou Beker Belkaid – Tlemcen, 56 p.
- **Louah. A; Ramdani. M; Saoud Y; et Mahjour J. 1995.** Biotypologie de la faune culicidienne de la péninsule tingitane. Bull Inst Sci., Rabat, N°19:93-102.
- **Louard J.M. 1981.** Diptères : caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes. (24) :554-567 p.
- **Maamar A; et Hmaizia I. 2020.** Etude théorique de la systématique des Culicidae dans la région de Tébessa (Hamammet, Morsott, Bir-El Ater, Bir-Moukadem) mémoire master : Ecophysiologie animale, Tébessa. Université de Larbi Tébessi –Tébessa, 12 p.

- **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, 57 p.
- **Matoug H; Merabti B; Elbah D; Tadjer W; Adjami Y; et Ouakid. M.L. 2018.** Study of A Culicidian Stand in The El Marsa Wetlands of the Skikda Region. *World Journal of Environmental Biosciences*, Volume 7, Issue 1: 15-18 p.
- **Merabti. 2016.** Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Effets des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte. Thèse de doctorat des sciences, université kasdimerbah-ouargla.
- **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.
- **Messia N; Berchi S; Boulknafd F; Et Louadi K. 2010.** Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). Article. Université Mentouri-Constantine. 63(3). 203\_206 p.
- **O.N.M. 2022.** Rapport météorologique. Office National de Météorologique. Station Belkheir. Wilaya de Guelma.
- **Pierre C; et Vincent R. 2009.** Les anophèles Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle.IRD Éditions. Marseille. France. 391-[8] p.
- **Rageauj et Adam J.P. 1952.** Pups de *Glossina caliginea* Aust. *Bull. Soc. Path. Exot.* 45, 10-11.
- **Raharimalala F.N. 2011.** Rôle des moustiques Culicidae, de leurs communautés microbiennes et des réservoirs vertébrés, dans la transmission des arbovirus à Madagascar.thèse de doctorat.Université de lyoun (France). France, 168 p.
- **Rodhain et Perez. 1985 in 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 médico-vétérinaire et perspective de lutte. Mémoire master : Biodiversité et environnement. Université Mohammed El Bachir El Ibrahim B.B.A. 52 p.

- **Rodhain F. et Perez C. 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed.Maloine, Paris, 458 p.
- **Rouaiguia M. 2015.** Contribution à l'étude écologique de l'Hirondelle de fenêtre *Delichon urbica* dans le Nord-Est de l'Algéri: thèse doctorat. Santé, Eau Environnement. Université 8 mai 1945 Guelma, 204 p.
- **Rouibi A; Adjami Y; Merabti B; Kermiche K; Rouibi A; Ramdani K; et Ouakid M.L. 2023.** Update on the distribution and the status of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) on the population of Culicidae in the North east of Algeria. Ukrainian Journal of Ecology. 13(1), 17-27, doi: 10.15421/2023\_420.
- **Seguy. 1950.** La biologie des diptères. Encycl. Entomo. XXVI. E d. Paul le chevalier, Paris.
- **Séguy. 1955 in Haddad R. 2018.** Contribution à l'étude des moustiques (Diptera : Culicidae) de la région de Bordj Bou Arréridj: Biodiversité, importance médico-vétérinaire et perspective de lutte. Mémoire master: Biodiversité et environnement. Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 52 p.
- **Senevet G ; et Andarelli L. 1960:** Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. Arch. Inst. Pasteur Algérie, t. XXXVIII (2): 305 – 326 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 Quievreux. L. 1941.** Les moustiques de la Martinique. (2<sup>e</sup> Mémoire). Arch. Inst. Pasteur Alger. 19 :248-264 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.

### Sites web:

- [01]: <https://d-maps.com> (2007 – 2023). (Consulté le 28/04/2023).
- [02]: <https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2022/guelma/valeurs/60403.html> (2022) 00/00/2023. (Consulté le 23/05/23).
- [03]: <http://www.wofrance.fr/weather> (1999-2023) (consulté le 28/04/2023).
- [04]: <https://www.dcwguelma.dz/fr/index.php/2-page-accueil/22-hydrogeologie> (2022) (Consulté le 28/04/2023).
- [05]: <http://portailjeunes.banq.qc.ca> , mémoire en ligne (consulté le 21/03/2023).
- [06]: [http://fsnv.univ-bouira.dz/wp-content/uploads/2021/01/L3-Protection-des-v%C3%A9g%C3%A9taux-bio%C3%A9cologie-des-bioagresseurs-Chap\\_2\\_.pdf](http://fsnv.univ-bouira.dz/wp-content/uploads/2021/01/L3-Protection-des-v%C3%A9g%C3%A9taux-bio%C3%A9cologie-des-bioagresseurs-Chap_2_.pdf) (Consulté le 06/05/2023).
- [07]: [https://www.academia.edu/30060465/Virus\\_Zika](https://www.academia.edu/30060465/Virus_Zika) (Consulté le 08/05/2023)
- [08]: <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-maladies/2526228-paludisme-symptomes-traitement-guerir/> (Consulté le 09/05/2023).
- **Guillaumot L. 2013.** Les Moustiques Et La Dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie <http://www.institutpasteur.nc/les-moustiques-et-la-dengue/#generalites#>, 10/03/2015. (Consulté le 24/04/2023).
- **Holstein M. 1949.** Visualiser les larves d'Anopheles à différents stades (L1 à L4) et la nymphe sur le site:

[http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/anopheles\\_instars.jpg](http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/anopheles_instars.jpg).

(Consulté le 24/04/2023).

- **OMS:** [https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus?gclid=Cj0KCQjwmtGjBhDhARIsAEqfDEc0-wmFqWnHo2Vqxauj2-EnMIvtLHI7cSJPYYHEm7TdZ5aDIqcDxT4aAl8wEALw\\_wcB](https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus?gclid=Cj0KCQjwmtGjBhDhARIsAEqfDEc0-wmFqWnHo2Vqxauj2-EnMIvtLHI7cSJPYYHEm7TdZ5aDIqcDxT4aAl8wEALw_wcB). (Consulté le 29/04/2023).