



Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Surveillance des moustiques dans quelques régions du Nord de  
l'Algérie**

Présenté par  
**Bouzenad Amina Yasmine**

**Devant le jury :**

<b>Président(e) :</b>	MEDROUH B.	Doctorant	ISVB
<b>Examineur :</b>	DJERBOUH A.	M.A.A	ISVB
<b>Promoteur :</b>	LAFRI I.	M.C.A	ISVB
<b>Co-promoteur :</b>	ABDELLAHOUM Z.	Doctorant	USTHB

**Année : 2019/2020**





Institut des Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahlab-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Surveillance des moustiques dans quelques régions du Nord de  
l'Algérie**

Présenté par  
**Bouzenad Amina Yasmine**

**Devant le jury :**

<b>Président(e) :</b>	MEDROUH B.	Doctorant	ISVB
<b>Examineur :</b>	DJERBOUH A.	M.A.A	ISVB
<b>Promoteur :</b>	LAFRI I.	M.C.A	ISVB
<b>Co-promoteur :</b>	ABDELLAHOUM Z.	Doctorant	USTHB

**Année : 2019/2020**

# Remerciements

“Nothing in life is to be feared, it is only to be understood”. “Be less curious about people and more curious about ideas”. Les deux citations de « Mme. Marie Curie » qui me font avancer dans la vie. N’oubliant pas le bon dieu tout puissant que je remercie tous les jours, c’est grâce à lui que maintenant je suis en train d’écrire le remerciement de ce projet.

Je remercie ma maman d’amour et mon papa d’amour, mon frère d’amour, mes grands-parents d’amour, mes remerciements et mes reconnaissances pour ces personnes très chers à moi.

Je remercie mon promoteur Monsieur Lafri Ismail et mon co-promoteur Monsieur Abdellahoum Zakaria pour leurs efforts et d’avoir acceptés de me prendre en charge.

Je remercie le président de jury Mr. Medrouh Bachir ainsi que l’examinatrice Mme. Djerbouh Amel d’avoir acceptés de consacrer leurs temps pour mon humble travail.

# Dédicaces

Je dédie mon travail :

Aux plus précieux que je possède dans ma vie, mes parents Mourad et Malika Bouzenad et mon frère Haroun, vous étiez toujours là pour moi ; ma grand-mère adorée que j'aime trop. A mon grand-père, que dieu t'accueille de son vaste paradis, j'aurais aimé que tu sois là pour que tu me vois soigner tes poules adorées.

A mes chers tantes Nawel, Kheira, Zahia ; et mes petites cousines Alaa, Yaya et Kawter adorées. A mes cousins et mes frères El Hadi, Mohamed, Fatah, Kheiro.

A Hadjouj, Yanis, Nousseiba, Ikram Cheurfa, Maria, Oussama, Hicham, Yanis Allal, Ramy, Romaila, Hmida, Massi, Ilyes, Blaz, Courage Chandipwisa, Hocem, Riad, Samy, Assala, Fares, Abdallah, Hamza, Ilyes Haddadou, Rania Charef, Lamine, Khaled Boumehdi, Anwar, Erast, Lydia. A Labeled Farah qui m'a beaucoup aidé.

Et enfin, à mes meilleures ; Katia, Sihem, Meriem Bouzenad, Imane Brada, Rouane, Winnie, Rania, Imane Chabane, Houda, Inès, Asma et Manel Ghaoui.

## Résumé

Les Culicidés sont des Diptères Nématocères communément appelés moustiques. Leur intérêt réside dans leur capacité à transmettre plusieurs agents pathogènes aux animaux et à l'homme, notamment les parasites protozoaires tel que le genre *Plasmodium* agent de la malaria et divers virus hautement dangereux tel que le Chikungunya virus, responsable d'un taux de mortalité important dans le monde. Le risque lié aux moustiques implique une surveillance continue des populations de ces dernières. Dans le présent travail un inventaire systématique des Culicidés récoltés durant la saison 2019-2020 dans plusieurs zones urbaines et péri urbaines du nord de l'Algérie a été réalisé. Les collectes été faites sur des larves et des adultes en utilisant plusieurs techniques de collecte et identifier sur la base des critères morphologiques. Les résultats ont révélé la présence de cinq espèces différentes ; *Aedes albopictus*, *Culex pipiens*, *Culex deserticola*, *Culiseta longiareolata*, *Anopheles labranchiae*.

**Mots clés :** Agents pathogènes, Moustiques, Algérie, Identification, Critères morphologiques.

## ملخص

البعوضيات خيطيات القرن ذوات الجناحين المعروفة باسم البعوض، مهمة لقدرتها على نقل العديد من مسببات الأمراض للبشر والحيوانات بما في ذلك طفيليات مثل الملاريا و العديد من الفيروسات شديدة الخطورة كفيروس شيكونغونيا، المسؤولة عن العديد من الوفيات في العالم. ينطوي الخطر المرتبط بالبعوض على مراقبته المستمرة. في هذا العمل، تم إجراء جرد منهجي لكوليسيديا التي تم حصادها خلال موسم 2019-2020 في العديد من المناطق الحضرية والشبه الحضرية في شمال الجزائر. تم جمع اليرقات والبالغين باستخدام العديد من تقنيات الجمع و تحديدها بناءً على المعايير المورفولوجية. أوضحت النتائج على وجود خمسة أنواع مختلفة: *الزاعجة البيضاء*، *البعوضة المنزلية الشائعة*، *كوليكس ديزارتيكولا*، *كوليزيتا لونجياربولاتا*، *بعوضة الأجمية لابرونشيا*.

**الكلمات المفتاحية:** الممرض، البعوض، الجزائر، التعريف، المعايير المورفولوجية.

## Abstract

Culicidae are Diptera Nematocera commonly known as mosquitoes. Their interest reside in their ability to transmit several pathogens to animals and humans, including protozoan parasites such *Plasmodium* agent of malaria and various highly dangerous viruses such Chikungunya virus, responsible for an important mortality rate in the world. The risk linked to mosquitoes implies continuous surveillance of their populations. In this work, a systematic inventory of Culicidae collected during the 2019-2020 season in several urban and peri-urban areas of northern Algeria has been carried out. The collections were done on larvae and adults using different collection techniques. The identification was based on morphological criteria. The results revealed the

presence of five different species; *Aedes albopictus*, *Culex pipiens*, *Culex deserticola*, *Culiseta longiareolata*, *Anopheles labranchiae*.

**Key words:** Pathogens, Mosquitoes, Algeria, Identification, Morphological criteria.

## Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre 1 : Données bibliographiques</b>	
<b>I. Taxonomie</b> .....	2
1. Classification .....	2
1.1 Les Culicidae .....	2
a) Le complexe <i>Culex pipiens</i> .....	2
b) Le genre <i>Aedes</i> .....	3
c) Le genre <i>Anopheles</i> .....	4
2. Morphologie et biologie .....	4
2.1. Morphologie.....	4
2.1.1. Les œufs.....	4
2.1.2. Les larves.....	5
2.1.3. La nymphe .....	6
2.1.4. L'adulte .....	7
2.2. Biologie .....	10
2.2.1. Cycle de vie .....	10
2.2.2. Etude éthologique des Culicidae .....	11
a) Rythmes d'éclairement et activité biologique.....	11
b) Hôte et préférences trophiques .....	12
c) Rôle écologique .....	13
d) Rôle pathogènes des Culicidae .....	14
d1) Le paludisme (maladie d'origine parasitaire) .....	14
d2) Les maladies d'origine virale .....	14
<b>Chapitre 2 : Matériel et méthodes</b>	
<b>I. Matériel et méthodes</b> .....	18
1. Collecte des moustiques .....	18

a) Les adultes .....	18
b) Les larves .....	18
2. Identification morphologique .....	19
<b>Chapitre 3 : Résultats et discussion</b>	
<b>I.Résultats</b> .....	27
<b>II.Discussion</b> .....	33
<b>Conclusion</b> .....	35
<b>Références bibliographique</b> .....	36

## Liste des figures

Titre des figures	page
<b>Figure 01</b> : Femelle de <i>Culex pipiens</i> gorgée de sang (Falatico, 2011).	3
<b>Figure 02</b> : Femelle d' <i>Aedes albopictus</i> .	3
<b>Figure 03</b> : Adulte femelle d' <i>Anopheles</i> , d'après HOLSTEIN, 1949.	4
<b>Figure 04</b> : Les œufs des trois genres de Culicidés ( <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i> , <i>Culex</i> ) respectivement.	5
<b>Figure 05</b> : Vue générale d'une exuvie larvaire (Culicinae) (Brunhes et al, 2000).	6
<b>Figure 06</b> : Morphologie générale d'une nymphe de <i>Culex pipiens</i> (Aouati, 2010).	7
<b>Figure 07</b> : Différence entre femelle et mâle + tête d'un <i>Culex</i> (femelle).	9
<b>Figure 08</b> : Quelques-uns des principaux caractères distinctifs des moustiques des genres <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i> , <i>Culex</i> (OMS).	10
<b>Figure 09</b> : Cycle de vie du moustique (Institut Louis Malardé, 2012).	11
<b>Figure 10</b> : Schéma des zones de piques préférentielles d' <i>Anopheles gambiae</i> (à gauche) et d' <i>Anopheles atroparvus</i> (à droite), d'après DE JONG & KNOLS, 1995.	13

<b>Figure 11</b> : Cycle du paludisme (Institut Pasteur Paris-France 2011).	14
<b>Figure 12</b> : Symptômes caractéristiques de la dengue. (Militaire des Etats-Unis, 2011)	15
<b>Figure 13</b> : Éruption avec pétéchies au cours d'une dengue. (d'après Emy Abi Thomas, Mary John, and Bimal Kanish, PubMed Central (PMC), US National Library of Medicine, 2010)	15
<b>Figure 14</b> : Transmission du West Nile Virus (Source : CODA-CERVA).	16
<b>Figure 15</b> : Les 2 cycles du CHIKV (d'après le traité de virologie médicale ESTEM 2003).	17
<b>Figure 16</b> : Éléphantiasis des jambes à cause de la filariose (bibliothèque d'images de santé publique des centres de contrôle et de prévention des maladies PHIL, 1962).	17
<b>Figure 17</b> : Collecte de moustiques. A : Technique du Dipping pour la collecte des larves. B : Posé du piège BG Sentinel 2 (Abdellahoum, 2019).	18
<b>Figure 18</b> : Façade du logiciel d'identification morphologique (Brunhes et al . , 1999).	19
<b>Figure 19</b> : A : Observation des adultes de moustique sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019). B : Observation des larves de moustique sous microscope (Photo originale).	20

<b>Figure 20</b> : Le choix niveau d'identification (genre ou l'espèce) (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	20
<b>Figure 21</b> : Liste des caractères pour l'identification d'un genre (Brunhes et <i>al.</i> , 1999) .	20
<b>Figure 22</b> : Identification du sexe des moustiques (Antennes et les pièces buccales) (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	21
<b>Figure 23</b> : Vue latérale du thorax de moustique.	21
<b>Figure 24</b> : Morphologie de l'aile chez le moustique (aile d' <i>Anopheles</i> ) : nervures et écailles en place.	22
<b>Figure 25</b> : Différente parties d'une patte de moustique.	22
<b>Figure 26</b> : A : Longueur des tarsomères 4 et 5 de la patte thoracique (Pth) 1. B : Longueur du tarsomère 1 par rapport au 4 autres tarsomères de la Pth 1 et 2. (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	23
<b>Figure 27</b> : Les caractères permettant l'identification d'un moustique au niveau de l'espèce (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	23
<b>Figure 28</b> : Comparaison de la couleur du tibia (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	24
<b>Figure 29</b> : Comparaison de la couleur du tarsomère 1 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	24

<b>Figure 30</b> : Comparaison de la couleur du tarsomère 2 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	25
<b>Figure 31</b> : Comparaison de la couleur du tarsomère 5 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	25
<b>Figure 32</b> : Comparaison des ornementation du tergite IV (face dorsale de l'abdomen) (Brunhes et <i>al.</i> , 1999).	26
<b>Figure 33</b> : Carte des zones prospectées dans le Nord Algérien (Lafri et Abdellahoum, 2020).	28
<b>Figure 34</b> : A) Larve de <i>Culiseta longiareolata</i> . B) Adulte de <i>Culiseta longiareolata</i> (Photo originale).	29
<b>Figure 35</b> : A) Aspect morphologique de larve d' <i>Aedes albopictus</i> . B) <i>Aedes albopictus</i> adulte (Lafri et Abdellahoum, 2018).	30
<b>Figure 36</b> : A) Aspect général d'une larve <i>Culex</i> . B) Morphologie générale d'un <i>Culex pipiens</i> (Lafri et Abdellahoum, 2018).	30
<b>Figure 37</b> : Larve d' <i>Anopheles</i> (Holstein, 1949).	32

## Liste des tableaux

Titre du tableau	Page
<b>Tableau 01</b> : Principales différences biologiques des moustiques <i>Anopheles</i> , <i>Aedes</i> et <i>Culex</i> (SMV et SFP, 2010).	13
<b>Tableau 02</b> : Liste des moustiques collectés durant l'année 2019- 2020 (Lafri et Abdellahoum, 2020).	27

## Introduction

La biodiversité peut être comprise comme une étude de la différence, à savoir ce qui distingue par la même rend originale deux entités voisines dans l'espace ou dans le temps BLONDEL, (1975). La conservation de la biodiversité passe obligatoirement par une parfaite connaissance de la faune. Parmi cette faune, les Culicidés appelés moustiques appartenant à l'embranchement des Arthropodes. Dans le monde Il existe plus de 4000 espèces de moustiques, seuls 66 espèces sont reconnues en Afrique du Nord, dont 50 espèces ont été signalées en Algérie HASSAINE, (2002).

Ayant une distribution cosmopolite les moustiques, sont présents dans tous les types de régions climatiques du monde, depuis les contrées arctiques jusqu'aux tropiques, survivant aux rudes hivers ou aux saisons sèches en fonction de leur habitat. Selon les espèces, les moustiques peuvent se proliférer dans tous les types de flaques, de l'eau fortement polluée à l'eau propre, les petites accumulations d'eau dans les boîtes en étain ainsi que, mares et aux ruisseaux. En plus d'avoir une grande capacité d'adaptation vis à vis d'autres conditions de leur environnement.

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

Ce qui nous amène à l'obligation de l'étude de la diversité dans le but d'avoir une idée des potentiels risque et des changements dans les populations de moustiques à travers le temps.

Ce mémoire comprend :

- ✓ Une étude bibliographique sur les moustiques et leur rôle vecteur.
- ✓ La méthodologie adopté sur le terrain et au laboratoire.
- ✓ Les résultats obtenus et la discussion de ces derniers.

# *Chapitre I*

## I. Taxonomie

### 1. Classification

- Règne : Animalia
- Embranchement : Arthropoda
- Sous-embr : Hexapoda
- Classe : Insecta
- Sous-classe : Pterygota
- Infra-classe : Neoptera
- Ordre : Diptera
- Sous-ordre : Nematocera

#### 1.1. Les Culicidae

##### a) Le complexe *Culex pipiens*

Dans le règne « Animal », les moustiques sont des Arthropodes appartenant à la classe des insectes Ptérygotes, à l'ordre des Diptères et au sous-ordre des Nématocères. Avec des pièces buccales de type piqueur suceur, les moustiques appartiennent à la famille des Culicidae. Généralement la famille des Culicidae est divisée en deux sous-familles : Anophelinae et Culicinae. Cette division se base sur différents critères morphologiques visibles tant au niveau des œufs que des stades larvaires et imaginal (Rodhan & Perez, 1985).

On retrouve le *Culex* dans de nombreuses régions du globe. *Culex pipiens* est une espèce relativement commune en région méditerranéenne (Resseguier, 2011). Cette espèce rurale à activité nocturne est domestique, c'est-à-dire qu'elle hiverne dans les habitations.

Leur corps est élancé et ils possèdent de longues antennes à plus de six articles. Leurs pattes sont fines et longues. Seules les femelles sont hématophages (Figure 01). La famille des Culicidae, dont fait partie *Culex*, se caractérise par des ailes recouvertes d'écailles.

La trompe des adultes est d'une taille égale à celle de la tête et du thorax combinés.



**Figure 01 :** Femelle de *Culex pipiens* gorgée de sang (Falatico, 2011).

Les espèces de *Culex* les plus impliquées dans la transmission des maladies ;

- ✓ *Culex pipiens* vecteur du West Nile (WNV) (Amraoui et al., 2012).
- ✓ *Culex quinquefasciatus* connue pour être le vecteur de la maladie « Fièvre du Nil », l'encéphalite de saint-Louis (Reiman et al., 2008).
- ✓ *Culex tritaeniorhynchus* responsable de la transmission de l'encéphalite japonaise (Diagana et al., 2005).
- ✓ *Culex annulirostris* rapporté comme vecteur de l'encéphalite de Murray Valley (Krauss et al., 2003).

#### **b) Le genre *Aedes***

(Meigen, 1818). Est un genre cosmopolite de moustique, il se distingue par les griffes dentées des pattes antérieures de la femelle, un abdomen pointu présentant rarement des marques métalliques argentées et un para tergite étroit et écailleux (Figure 02).



**Figure 02 :** Femelle d'*Aedes albopictus*.

Ce genre présente entre autre des palpes courts chez le mâle comme chez les femelles. *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) est le nom scientifique de ce moustique. Moustique tigre est son nom



Alors que les *Aedes* pondent leurs œufs isolément sur les supports à proximité immédiate de la surface de l'eau où à même le sol humide (HASSAINE, 2002).



**Figure 04** : Les œufs des trois genres de Culicidés (*Anopheles*, *Aedes*, *Culex*) respectivement.

### 2.1.2. Les larves

Les larves des moustiques ressemblent à des vers dépourvues de pattes et d'ailes, on distingue quatre stades larvaires notés généralement L1, L2, L3, L4, le corps est divisé en trois parties nettement distinctes et plus particulièrement au quatrième stade larvaire (Figure 05). Parmi les quatre stades de l'évolution larvaire, seul le dernier est pris en compte dans l'identification des espèces (Rioux, 1958).

#### ○ La tête

La tête est bien dégagée du thorax. Elle est formée de 3 plaques chitineuses unies par des sutures :

- Plaque dorso-médiane unique : le fronto-clypeus
- Deux plaques latérales symétriques : les épicroïennes elle porte dorsalement une paire d'antennes, deux paires d'yeux (yeux larvaires et yeux du futur imago) et ventralement deux palpes maxillaires et les pièces buccales. Les plaques sont ornées de soies de morphologies variables.

Par ailleurs la tête est capable d'effectuer une rotation de 180° autour de son axe qui lui permet de se nourrir à la surface de l'eau (Info insectes, 2004).

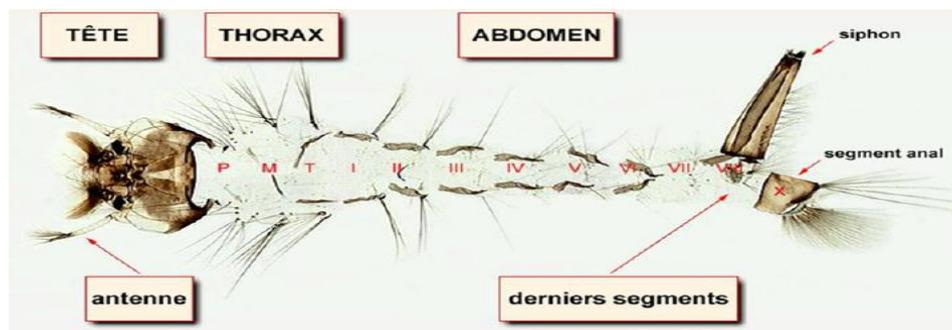
#### ○ Le thorax

Il fait suite au cou et sa forme est grossièrement quadrangulaire. Il est formé de 3 segments soudés : le prothorax, le mésothorax, le métathorax.

Les faces ventrales et dorsales sont ornementées de soies dont les plus utilisées pour la diagnose sont la soie I métathoracique dorsale et les soies 9-12 méso et métathoraciques ventrales (soies pleurales), (Info insectes, 2004).

### ○ L'abdomen

Allongé sub-cylindrique, est composé des neuf segments individualisés dont le huitième possède un intérêt majeur en taxonomie (Siengre, 1974) et où se détache le siphon respiratoire caractérisant la sous-famille des Culicinae, chez les *Anopheles* le siphon est totalement absent (Figure 05).



**Figure 05** : Vue générale d'une exuvie larvaire (Culicinae) (Brunhes et *al*, 2000).

### 2.1.3. La nymphe

C'est une pupe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas (Figure 06).

Le corps comprend deux parties :

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



**Figure 06** : Morphologie générale d'une nymphe de *Culex pipiens* (Aouati, 2010).

#### 2.1.4. L'adulte

Le moustique adulte a un corps allongé, de 5 à 20 millimètres de long (Rodhan et Perez, 1985).

Le corps comporte trois parties : la tête, le thorax, l'abdomen.

- La tête est un des éléments permettant de différencier les mâles des femelles, ainsi que les genres et espèces (Figure 07).

La tête comprend deux yeux composés, de nombreuses ommatidies s'étendant sur les faces latérales mais aussi sur une grande partie de la face dorsale et sur la face ventrale.

Entre les yeux s'insèrent deux antennes constituées de 15 articles chez les mâles, 16 articles chez les femelles. Chez les mâles, elles portent de longs et nombreux verticilles de soies (antennes plumeuses). Chez les femelles, les soies sont plus courtes et nettement moins nombreuses (antennes glabres). En dessous des antennes et de part et d'autre du proboscis se situent deux palpes maxillaires penta-articulés. Les palpes maxillaires sont longs, dilatés ou non à leur extrémité, suivant le genre et le sexe. Les six pièces buccales, transformées en stylets vulnérants, se disposent dans une gouttière formée par le labium pour constituer la trompe vulnérante. Le labium présente à son extrémité deux languettes mobiles appelées labelles. (Seguy, 1950).

- Le thorax, sombre à noir, est la partie centrale du corps à laquelle sont attachées les ailes et les pattes, composé de trois segments soudés :
  - Un prothorax qui porte la première paire des pattes.

- Un mésothorax qui occupe plus de la moitié du thorax, il porte la deuxième paire de pattes et les deux ailes.
- Un métathorax qui est correspondant à la partie postérieure du thorax et porte la troisième paire des pattes et les deux balanciers.
- Les ailes des Culicidés, comme chez tous les Diptères présentent des nervures costales bariolées, des écailles sombres et des écailles claires. Les nervures et les balanciers sont en rapport avec la puissance de vol du moustique (Seguy, 1950).
- Les pattes du Culicide sont constitués de cinq parties : la hanche ou coxa, le trochanter distinct, le fémur, le tibia, et un tarse subdivisé en cinq segments, dont le premier est appelé protarse et le cinquième le distarse qui porte deux griffes.
- L'abdomen, couvert d'écailles plates, se compose de dix segments, les huit premiers sont bien différenciés, les deux segments apicaux étant modifiés pour les fonctions sexuelles. Les pièces du mâle (hypopygium ou génitalia), la coloration des écailles et leur disposition, présentent un intérêt majeur dans la taxonomie des Culicidés. (Seguy, 1950).

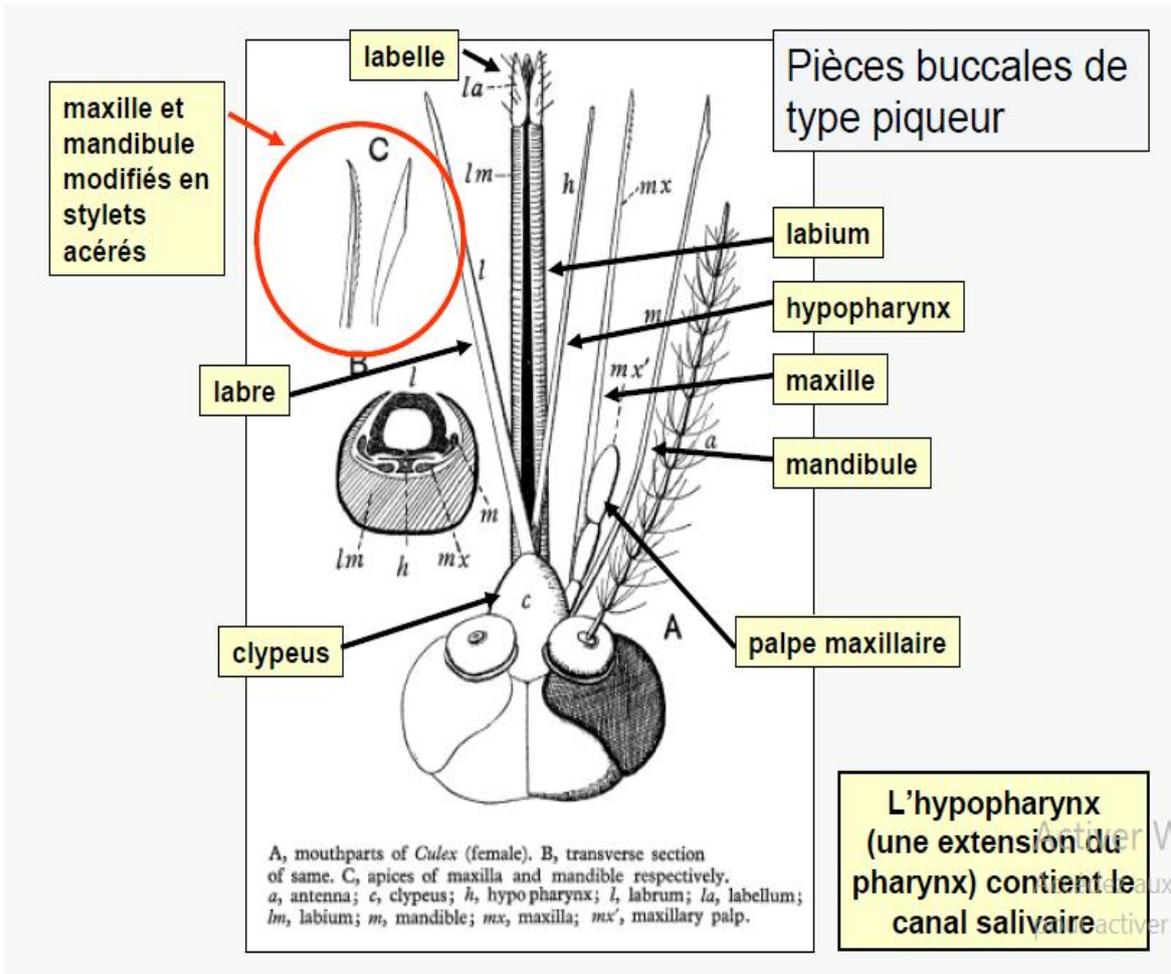
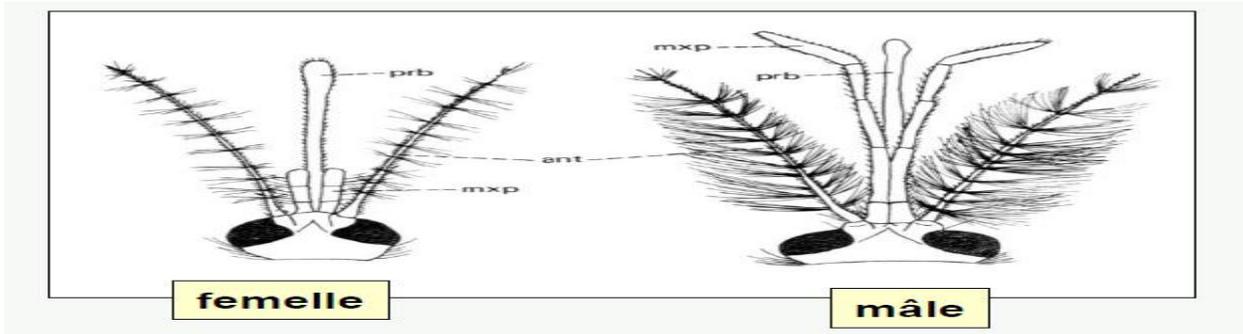
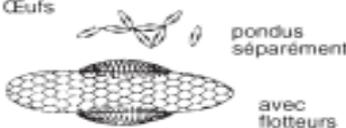
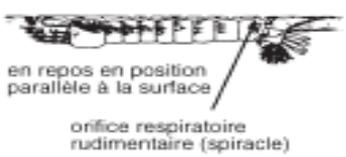
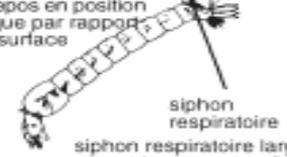


Figure 07 : Différence entre femelle et mâle + tête d'un *Culex* (femelle).

<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
<p>Œufs</p>  <p>pondus séparément avec flotteurs</p>	<p>Œufs</p>  <p>pondus séparément sans flotteurs</p>	<p>Œufs</p>  <p>pondus en barquettes sans flotteurs</p>
<p>Larves</p>  <p>en repos en position parallèle à la surface orifice respiratoire rudimentaire (spiracle)</p>	<p>Larves</p>  <p>Au repos en position oblique par rapport à la surface siphon respiratoire siphon respiratoire large et court avec une paire de touffes</p>	<p>Larves</p>  <p>Au repos en position oblique par rapport à la surface siphon respiratoire siphon respiratoire long et grêle avec plusieurs paires de touffes</p>
<p>Nymphe (quelques légères différences)</p> 		
<p>Imago</p> <p>Trompe dans l'alignement du corps</p>  <p>Palpes maxillaires Palpes maxillaires aussi longs que la trompe</p>  <p>Ailes tachetées</p>	<p>Imago</p> <p>trompe formant un angle avec le corps</p>  <p>Palpes maxillaires Palpes maxillaires plus courts que la trompe</p>  <p>Ailes en général de teinte unie En général, extrémité de l'abdomen en pointe chez la femelle</p>	<p>Imago</p> <p>trompe formant un angle avec le corps</p>  <p>Palpes maxillaires Palpes maxillaires plus courts que la trompe</p>  <p>En général, extrémité de l'abdomen arrondie chez la femelle</p>

**Figure 08** : Quelques-uns des principaux caractères distinctifs des moustiques des genres *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* (OMS).

## 2.2. Biologie

### 2.2.1. Cycle de vie

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation. Un seul mâle peut s'accoupler avec plusieurs femelles à intervalles plus ou moins rapprochés (Seguy, 1950).

Les femelles gardent la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen. Une fois fécondées, elles partent en quête d'un repas de sang. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur

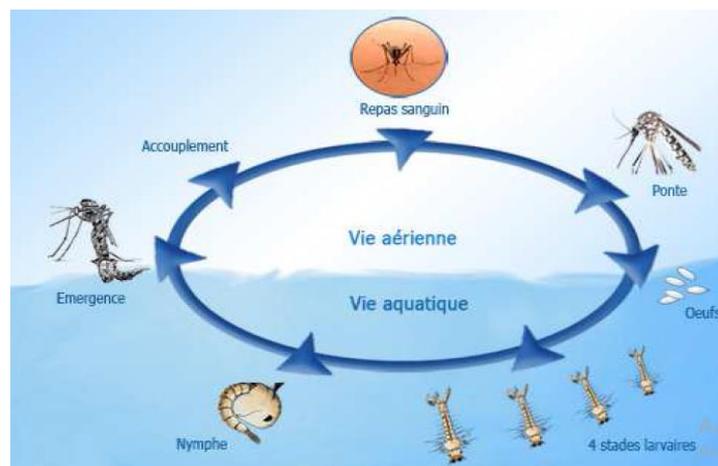
fournissent de l'énergie. Après avoir absorbé du sang, la femelle se pose dans un endroit abrité pour digérer son repas. (OMS, 2003).

Quelques jours plus tard, selon son espèce, elle pond dans différents milieux aquatiques ou sur le sol humide. Après sa sortie de l'œuf, la minuscule larve grandit en passant par quatre stades larvaires. Lorsqu'elle a terminé sa croissance, la larve devient moins active (Figure 09).

Elle se transforme en nymphe. La nymphe des moustiques, même si elle est active, ne se nourrit pas. Elle respire l'air par trompette respiratoire (Pihan, 1986).

L'émergence de l'insecte adulte (imago) a lieu à la surface de l'eau. La nymphe va s'ouvrir au niveau du thorax pour laisser le moustique s'élever en déployant ses pattes, ses ailes et ses antennes pour ensuite s'envoler. Les mâles émergent souvent avant les femelles, car ils leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles (OMS, 2003).

Les moustiques adultes mesurent selon les espèces (le mâle est généralement plus petit que la femelle).



**Figure 09** : Cycle de vie du moustique (Institut Louis Malardé, 2012).

## 2.2.2. Etude éthologique des Culicidae

### a) Rythmes d'éclairement et activité biologique

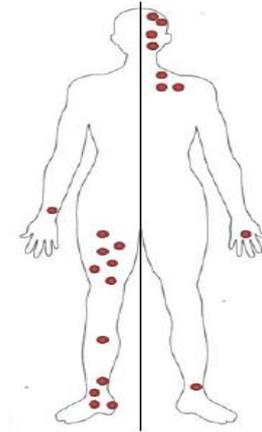
Gabinaud (1975) a recherché l'influence de ce facteur sur le comportement et la physiologie des Culicidés. Pour assurer leur survie, ces insectes disposent de plusieurs stratagèmes. L'activité des Culicidés à l'égard de l'intensité de la lumière obéit à des rythmes particuliers on distingue deux catégories de rythmes selon la durée des cycles biologiques :

- ❖ Les rythmes journaliers : les plus courts qui correspondent à l'alternance de l'activité et du repos ; la majorité des espèces Culicidiennes présentent des rythmes nycthéméraux, leur activité est dans ce cas liée à l'alternance du jour et la nuit. (Roman, 1939).
- ❖ Les rythmes saisonniers : caractérisés par une diapause, dans les régions arctiques et tempérées du Nord où les variations photopériodiques et thermiques sont nettement marquées au cours de l'année, les Culicidés suspendent leur activité à la saison froide, au stade d'œuf, de larve ou d'adulte (Siengre, 1974). Plus au sud, l'activité est continue toute l'année, dépendante directement des aléas climatiques locales. Le repos est généralement déclenché par des températures trop basses en hiver (Hassaine, 2002).

### **b) Hôte et préférences trophiques**

Le comportement trophique des Culicidés est très différent entre les mâles et les femelles. Les mâles floricoles et saprophages, ils se nourrissent de nectar et d'eau, ce régime alimentaire indique la présence des pièces buccales rudimentaires.

Le repérage de l'hôte est souvent non orienté, voire aléatoire, jusqu'à percevoir un stimulus émis par un hôte potentiel. Un moustique s'appuie sur différents sens pour localiser un hôte. Sur de longues distances, il perçoit tout d'abord les courants d'air provoqués par les mouvements et la respiration de l'hôte (Figure 10). Puis, les stimuli olfactifs sont perçus par les chémorécepteurs présents sur les antennes. Ceux-ci permettent notamment de repérer les odeurs corporelles comme l'acide lactique, le dioxyde de carbone ou des composés se retrouvant dans la sueur (Ghaninia *et al*, 2007 ; Paluch *et al*, 2010). Les différentes combinaisons d'odeurs, de chaleur et d'humidité, ont ainsi une influence sur le comportement du moustique lui permettant de déterminer quels individus seraient les plus susceptibles d'être des hôtes (Cardé et Gibson, 2012).



**Figure 10** : Schéma des zones de piqûres préférentielles d'*Anopheles gambiae* (à gauche) et d'*Anopheles atroparvus* (à droite), d'après DE JONG & KNOLS, 1995.

**c) Rôle écologique**

Les moustiques, soit à l'état larvaire soit à l'état adulte, font partie de plusieurs chaînes alimentaires. Ils forment une abondante source d'énergie pour de nombreuses espèces de prédateurs tant en milieu aquatique que terrestre. Dans l'eau, les stades immatures sont mangés par des insectes (larves de libellules, de dytiques) et des poissons. Les adultes sont des proies d'insectes, de batraciens, de reptiles, d'oiseaux et de chauves-souris. (BENYOUB, 2007)

Les larves des moustiques s'alimentent de très petites particules de matière organique morte, dans les eaux stagnantes puis se transforment en moustiques adultes qui sont dévorés par divers prédateurs terrestres (BOURSSA, 2000 ; COLDREY et BERNARD, 1999), ce sont des détritivores qui interviennent dans la chaîne des saprophages et jouent aussi un rôle considérable dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques d'eau stagnante.

Différences	<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Habitat préférentiel	Préférentiellement rural mais également péri-urbain ou urbain surtout en Afrique	Variable selon les espèces, mais parfois strictement urbain	
Horaire des piqûres	Nocturne (mais espèces crépusculaires en Amérique du Sud)	Diurne	Nocturne
Mode de piqûre	En une fois	Harcèle son hôte jusqu'à avoir pris un repas complet	Ordinairement, en une fois
Type de vol	Silencieux	Bruyant	
Aspect de la piqûre	Non douloureuse, peu de signes inflammatoires	Sensible avec signes inflammatoires plus ou moins importants	

**Tableau 01** : Principales différences biologiques des moustiques *Anopheles*, *Aedes* et *Culex* (SMV et SFP, 2010).

#### d) Rôle pathogène des Culicidae

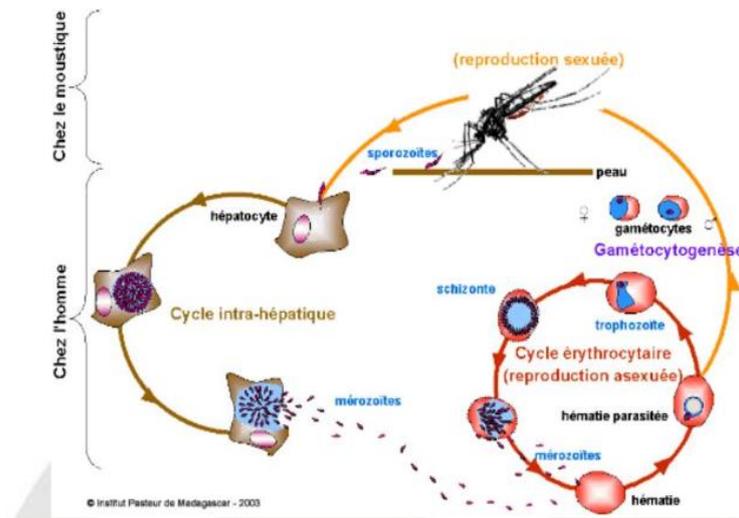
Les Culicidés ont un rôle majeur dans la transmission des maladies, il s'agit des microparasites (virus, parasites, bactéries). Certains parmi eux tirent profit de leur hôte sans causer de dégâts.

D'autres ont la capacité de transmettre des agents pathogènes qui peuvent amener la mort de leur hôte. (BENYOUB, 2007)

Les maladies transmissibles par les Culicidés et les plus dangereuses sont les suivantes :

##### d1) Le paludisme (maladie d'origine parasitaire)

Le paludisme, ou malaria qui touche environ 600 millions de personnes dans le monde et entraîne le décès de plus de 2 millions de personnes par an, est la plus répandue des maladies parasitaires (OMS). Elle est due à *Plasmodium falciparum*, agent pathogène transmis à l'homme par un moustique (Figure 11). En Afrique, où le paludisme est endémique, les moustiques du genre *Anopheles* sont les seuls vecteurs de cette maladie.



**Figure 11** : Cycle du paludisme (Institut Pasteur Paris-France 2011).

##### d2) Les maladies d'origine virale

###### 🚩 La dengue

La dengue est une maladie virale due à un Flavivirus. Elle est transmise par la piqûre de moustiques du genre *Aedes* qui se reproduisent dans les points d'eau stagnante autour des habitations (Figure 12+13).

La dengue est une maladie endémique répandue dans les régions tropicales et subtropicales, urbaine et périurbaine, dans plus de 100 pays d'Afrique, d'Amérique, de la méditerranée orientale de l'Asie du sud-est et du pacifique occidentale. Ces deux dernières régions sont les plus affectées. (OMS).



**Figure 12** : Symptômes caractéristiques de la dengue. (Militaire des Etats-Unis, 2011)



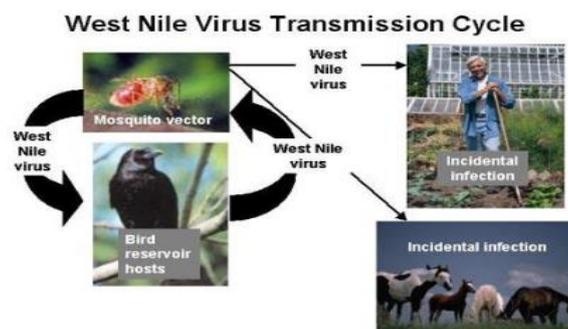
**Figure 13** : Éruption avec pétéchie au cours d'une dengue. (d'après Emy Abi Thomas, Mary John, and Bimal Kanish, PubMed Central (PMC), US National Library of Medicine, 2010)

#### Le virus du Nil Occidental

Le virus du Nil occidental (en anglais : *West Nile virus*) est un virus de la famille des flaviviridae et du genre *Flavivirus* (qui comprend également le virus de la fièvre jaune, le virus de la dengue, le virus de l'encéphalite de Saint Louis et le virus de l'encéphalite japonaise). On le retrouve à la fois dans les régions tropicales et les zones tempérées.

Le virus est transmis par les *Culex* qui sont les principaux vecteurs du virus du Nil occidental, lorsqu'ils piquent les oiseaux et les infectent (Figure 14).

Depuis quelques années, le pouvoir pathogène du virus s'est modifié avec apparition de nombreuses atteintes nerveuses centrales et de décès observés principalement chez des personnes âgées en Algérie et en Roumanie mais aussi chez des oiseaux sauvages dans les zones d'émergence du virus (ZELLER, 1999).

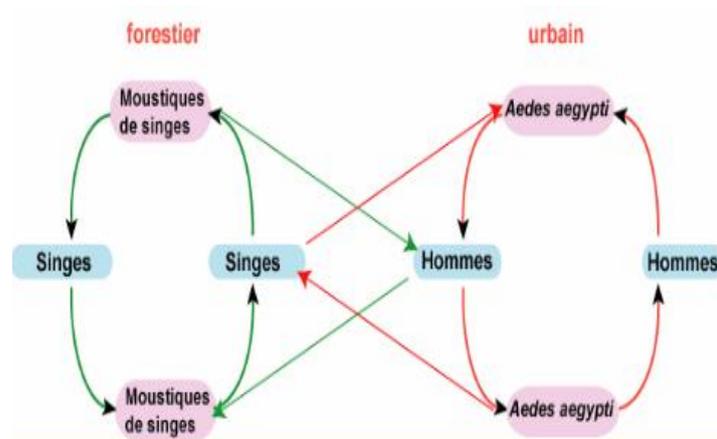


**Figure 14** : Transmission du West Nile Virus (Source : CODA-CERVA).

#### **Virus de Chikungunya (CHIKV)**

Le CHIKV appartient à la famille des Togaviridae et au genre Alphavirus. Il a été isolé pour la première fois en Ouganda en 1953 lors d'une épidémie survenue en Tanzanie (Figure 15).

Cette fièvre est suivie d'un érythème, de courbatures très douloureuses, et d'arthralgies durant 5 jours ou plus, qui touchent les extrémités des membres (poignets, chevilles, phalanges). S'y associent, des céphalées, des dorsalgies, et une éruption cutanée dans près de la moitié des cas. Celle-ci peut toucher le visage, le cou, le tronc ou les membres mais surtout le thorax. Elle peut être associée à un œdème facial.



**Figure 15** : Les 2 cycles du CHIKV (d'après le traité de virologie médicale ESTEM 2003).

### ✚ La filariose

Plus de 40 espèces de Culicidae, relevant de 4 genres, sont impliquées dans la transmission des filarioses lymphatiques. Ce sont des infections parasitaires engendrées par trois espèces de filaires : *Wuchereria bancrofti*, la plus fréquente et *Brugiamalayi* et *Brugiatimori*.

La filariose de Bancroft est transmise par piqure d'homme à l'homme par un helminthe (ver) (Figure 16). Son développement débute chez les moustiques des espèces *Cx. pipiens palens* et se poursuit chez l'homme. Il provoque des enflures invalidantes, cette maladie sévit en Asie, en Afrique et en Australie (SCHAFFNER, 2004).



**Figure 16** : Éléphantiasis des jambes à cause de la filariose (bibliothèque d'images de santé publique des centres de contrôle et de prévention des maladies PHIL, 1962).

# *Chapitre II*

## I. Matériel et méthodes

### 1. Collecte des moustiques

La collecte des larves de moustiques et des adultes c'est dérouler dans les zones urbaines et péri urbaine du nord Algérien, ciblant les caves des bâtiments et les maisons individuelle, et aussi les bassins d'eau dans les surfaces agricoles.

#### a) Les adultes

La collecte des moustiques adultes été faite à l'aide du piège BG Sentinel 2 (BGS2), additionné à un leurre émettant l'odeur humaine (BG-Lure) qui permet une attraction meilleure des moustiques (Figure 17). Le piège été déposer et laisser 24h dans chaque point de collecte afin de cibler les moustiques à activité nocturne et diurne. Après chaque collecte les moustiques été conserver à -20° C, pour l'identification.

#### b) Les larves

La technique du Dipping a été utiliser pour la collecte des larves de moustiques, Cette technique consiste à prélevé à la surface des gîtes larvaires en utilisant une louche avec des mouvements rapides, pour ramasser le maximum de larves et pour éviter que les larves s'échappent en profondeur(Figure17). Les larves collectées, sont ensuite déposées dans un sot avec l'eau dans laquelle elles vivaient.



**Figure 17** : Collecte de moustiques. A : Technique du Dipping pour la collecte des larves B : Posé du piège BG Sentinel 2 (Abdellahoum, 2019).

## 2. Identification morphologique

Effectuer grâce à un logiciel d'identification et d'enseignement (Figure 18) (*Culicidae* de l'Afrique méditerranéenne) créée par Brunhes J. et *al.*, 1999.



**Figure 18 :** Façade du logiciel d'identification morphologique (Brunhes et *al.*, 1999).

Ce logiciel bilingue comprend deux parties : un outil d'identification des 73 espèces de *Culicidae* (larves et adultes) signalées de l'Afrique méditerranéenne (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte) ainsi qu'une base de connaissance sur les moustiques de cette région. L'identification, guidée par l'ordinateur, intègre une approche morphologique et écologique. Le programme propose plus de cinq cent illustrations originales et permet une vérification minutieuse du résultat. Par ailleurs, le logiciel fournit une information synthétique et actualisée concernant la morphologie, la biologie, la répartition, le rôle médical ou vétérinaire de ces redoutables vecteurs de parasites que sont les moustiques. Ce logiciel propose aussi une bibliographie indexée de 260 références. Très facile d'emploi, il s'adresse aux entomologistes médicaux ; aux parasitologies, aux enseignants et aux étudiants, à tous les agents de santé publique et de l'élevage qui sont en charge de la surveillance et de la lutte contre les moustiques.

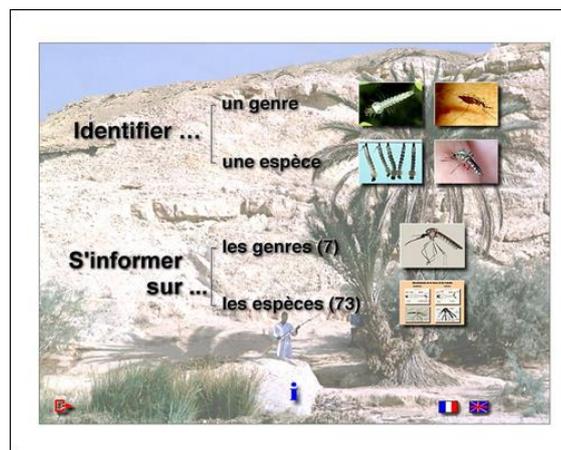
Notre travail a porté sur les moustiques adultes femelles, et pour permettre de bonnes observations on a utilisé une loupe binoculaire Leica (ZOOM 2000). (Figure 19)

Avant l'observation les larves vont être mises dans une solution qui est le KOH puis fixation de la lame et la lamelle en utilisant le baume de Canada et faire chauffer la lame à 100°C par une plaque chauffante.



**Figure 19** : A : Observation des adultes de moustique sous loupe binoculaire (Abdellahoum, 2019). B : Observation des larves de moustique sous microscope (Photo originale).

Les identifications sont faites en deux parties, dont la première consiste à l'identification du genre et la seconde à l'identification de l'espèce. (Figure20)

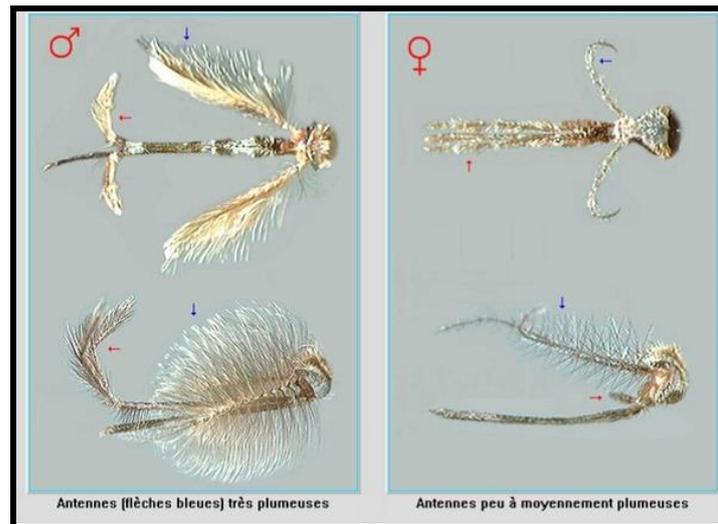


**Figure 20** : Le choix niveau d'identification (genre ou l'espèce) (Brunhes et *al.*, 1999).

Pour l'identification du genre le logiciel propose 10 caractères de différenciation entre les genres, qu'on doit suivre étape par étape, en commençant par identifier le sexe au niveau des antennes et des pièces buccales portées par la tête. (Figure 21+ 22)

CARACTÈRES DISPONIBLES	10
TÊTE : Longueur du palpe maxillaire	
THORAX : Soies préspiraculaires	
THORAX : Soies postspiraculaires	
THORAX : Forme générale du scutellum	
AILE : Ornementation de la base (alula)	
AILE : Position de l'apex de la nervure 1-A	
AILE : Longueur de la fourche R2/R3	
PATTE I : Longueur du tarsomère 4	
PATTE I-II : Longueurs relatives du tarsomère 1 et des 4 autres réunis	
PATTES : Organes sensoriels portés à l'apex des tarsomères 5	

**Figure 21** : Liste des caractères pour l'identification d'un genre (Brunhes et *al.*, 1999) .



**Figure 22** : Identification du sexe des moustiques (Antennes et les pièces buccales) (Brunhes et *al.*, 1999).

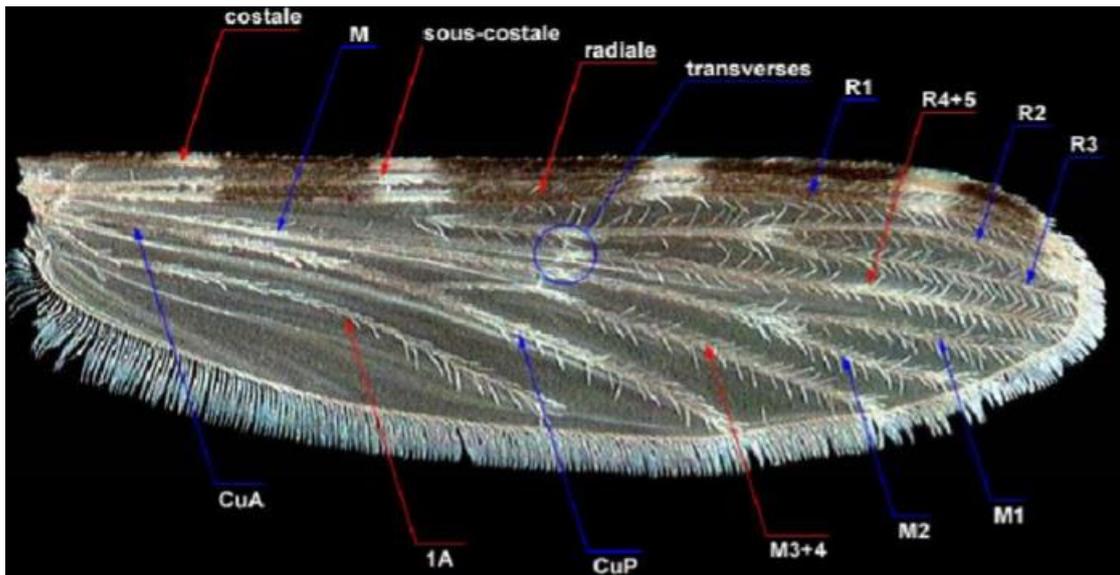
La suite de l'identification, se penche sur le thorax, qui consiste à vérifier la présence ou l'absence des soies pré et post- spiraculaires, et de vérifier si le thorax se termine par le scutellum qui va nous permettre de faire la diagnose des espèces Culicidiennes. (Figure 23)



**Figure 23** : Vue latérale du thorax de moustique.

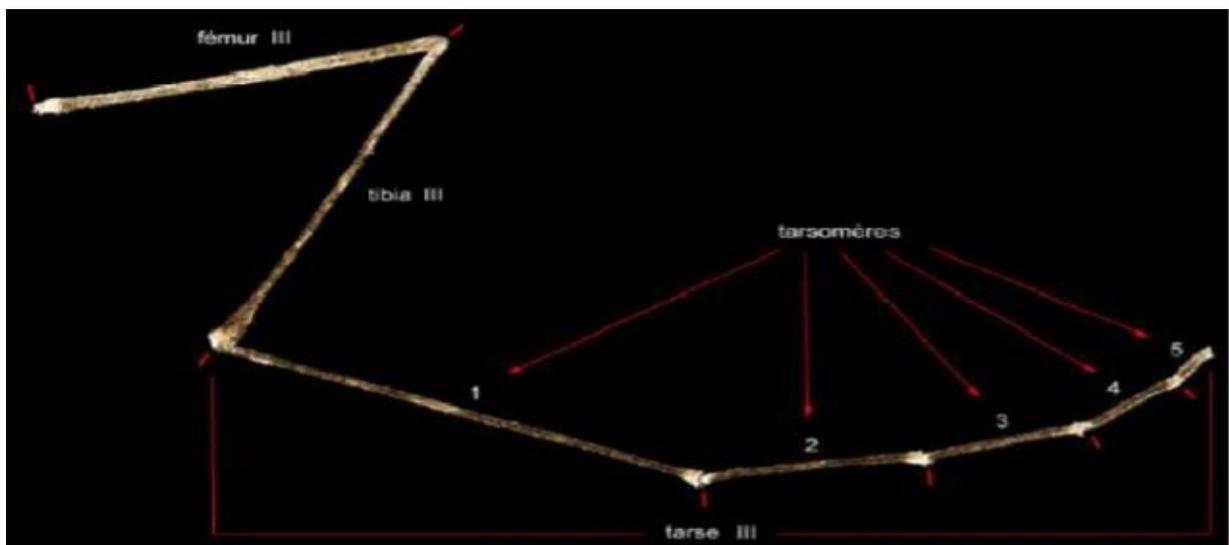
L'étape suivante consiste à identifier les ailes, on a comparé l'ornementation de la base des ailes qui se traduit par la présence ou l'absence des écailles au niveau de cette zone en plus de la comparaison du point d'insertion de la nervure A1 (postérieur ou antérieur). (Figure 24)

La présence ou non de certains caractères sur les nervures fait que celles-ci sont de plus en plus utilisées dans les clés de détermination des espèces.

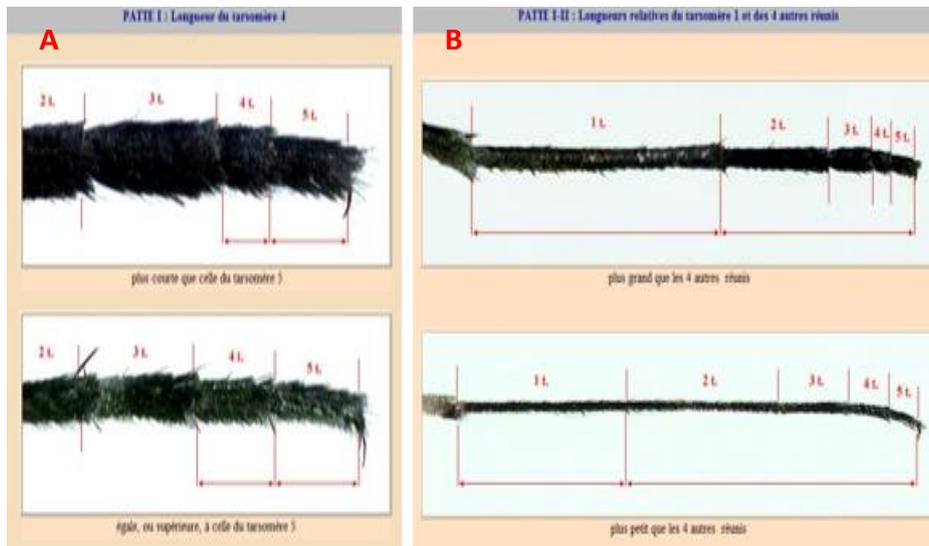


**Figure 24** : Morphologie de l'aile chez le moustique (aile d'*Anopheles*) : nervures et écaillures en place.

La dernière étape se concentre sur les pattes qui constituent également, par la présence ou non de certains caractères particuliers, des éléments très utilisés dans le diagnostic d'espèces des moustiques comme l'analyse et la comparaison des cinq tarsomères des pattes thoracique 1 et 2. (Figure 25+ 26)



**Figure 25** : Différentes parties d'une patte de moustique.



**Figure 26** : A : Longueur des tarsomères 4 et 5 de la patte thoracique (Pth 1). B : Longueur du tarsomère 1 par rapport au 4 autres tarsomères de la Pth 1 et 2. (Brunhes et *al.*, 1999).

Après plusieurs sélections des critères, le logiciel procède par élimination jusqu’à l’obtention d’un résultat et l’identification du genre d’échantillon analysé. Une fois le genre déterminé, on passe à l’identification de l’espèce qui consiste à sélectionner d’autres critères (Figure 27) pour plus de détails morphologique dont les plus importants sont le tibia (Figure 28) et le tarsomère 1 (Figure 29), le tarsomère 2 (Figure 30), et le tarsomère 5 (Figure 31) au niveau de la troisième patte thoracique et l’ornementation du tergite 4 au niveau de la face dorsale de l’abdomen (Figure 32).



**Figure 27** : Les caractères permettant l’identification d’un moustique au niveau de l’espèce (Brunhes et *al.*, 1999).

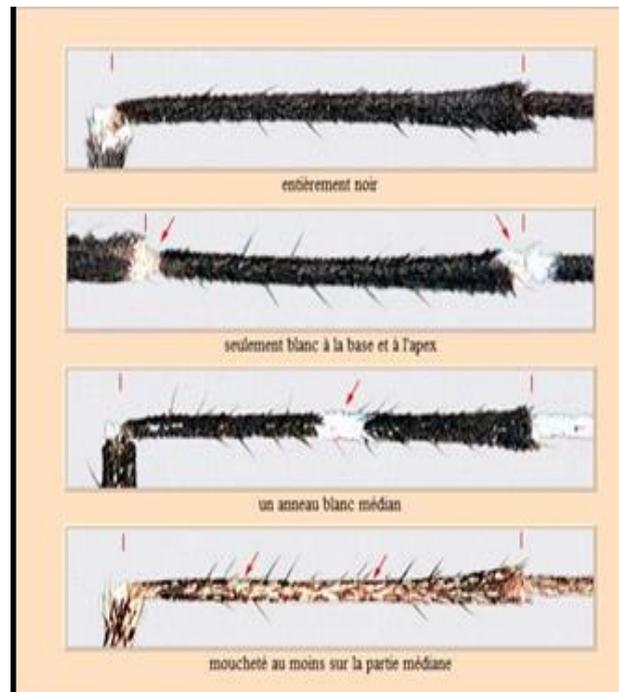


Figure 28 : Comparaison de la couleur du tibia (Brunhes et *al.*, 1999).

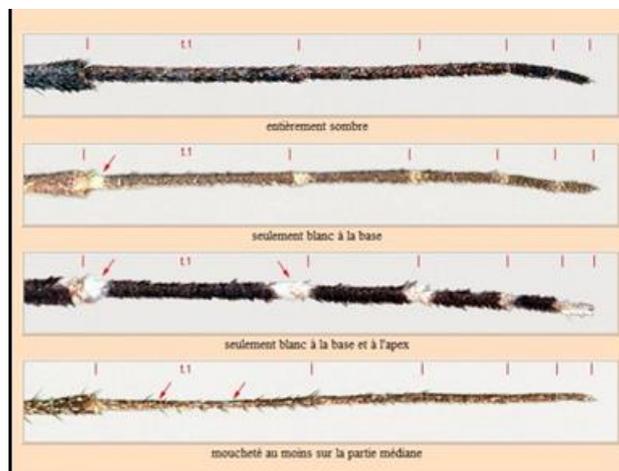


Figure 29 : Comparaison de la couleur du tarsomère 1 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et *al.*, 1999).

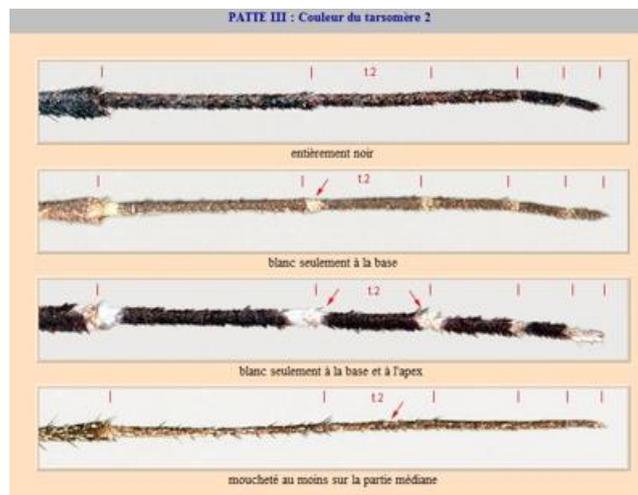


Figure 30 : Comparaison de la couleur du tarsomère 2 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et *al.*, 1999).



Figure 31 : Comparaison de la couleur du tarsomère 5 au niveau de la Pth 3 (Brunhes et *al.*, 1999).



**Figure 32** : Comparaison des ornements du tergite IV (face dorsale de l'abdomen) (Brunhes et *al.*, 1999).

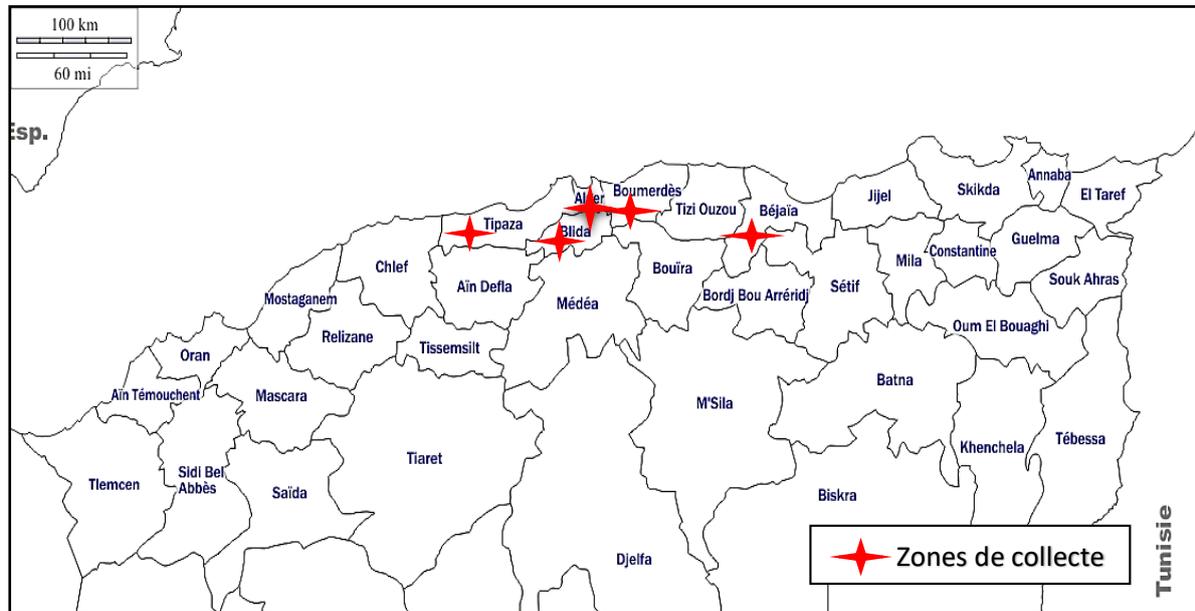
# *Chapitre III*

## I. Résultats

La collecte des échantillons de moustique aux stades larvaire et adulte dans les différents sites d'étude urbains et péri urbains (Figure 33) a permis d'identifier 5 genres de moustiques (tableau 02).

Espèces	Nombre		Site
	Larves	Adultes	
<i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> Skuse, 1894	350	123	Dar El Beida, Bir Khadem, Bir Touta, Sidi Fredj, Alger Centre (Alger). Kherrata (Béjaia).
<i>Anopheles (Anopheles) labranchiae</i> Falleroni, 1926	50	/	Hammam Melouane (Blida)
<i>Culex (Culex) pipiens</i> Linné, 1758	1600	356	Dar El Beida, Bir Khadem, Bir Touta, Sidi Fredj, Bab Ezzouar, El Harrach, Reghaia (Alger). Boumerdes. Tipaza. Hammam Melouane, Soumaa, Guerouaou (Blida). Kherrata ( Béjaia).
<i>Culex (Maillotia) deserticola</i> Kirkpalrick, 1924	23	/	Bir Touta, Douera (Alger). Soumaa, Guerouaou (Blida).
<i>Culiseta (Allotheobaldia) longiareolata</i> Macquart, 1838	580	130	Dar El Beida, Bir Touta, Sidi Fredj, Bab Ezzouar, El Harrach, Reghaia (Alger). Boumerdes. Tipaza. Hammam Melouane, Soumaa, Guerouaou, Ouled Yaich (Blida). Kherrata ( Béjaia) .

**Tableau 02** : Liste des moustiques collectés durant l'année 2019- 2020 (Lafri et Abdellahoum, 2020).



**Figure 33** : Carte des zones prospectées dans le Nord Algérien (Lafri et Abdellahoum, 2020).

La liste des moustiques collectés pour cette année 2019-2020 montre que *Aedes albopictus*, *Culex pipiens*, *Culiseta longiareolata* sont présents en commun dans les zones péri urbaines (Bir Touta, Sidi Fredj, Kherrata) et dans la zone urbaine (Dar El Beida). Tandis que *Anopheles labranchiae*, *Culex deserticola* sont présents en commun dans la wilaya de Blida, l'un à la zone péri urbaine (Hammam Melouane) et l'autre dans les deux zones urbaines (Soumaa, Guerouaou) respectivement.

L'observation et l'identification morphologique des larves et des adultes de moustiques et la comparaison des résultats des espèces collectées montrent une différence significative. L'espèce *Culiseta longiareolata*, qui est une espèce de moustique multivoltine pond seulement la nuit. Les femelles de cette espèce piquent surtout les oiseaux, très rarement l'homme ; elles pénètrent occasionnellement dans les maisons et qui est considérée comme un vecteur de *Plasmodium* d'oiseau. Les larves de cette dernière se caractérisent par la présence d'un siphon respiratoire où on trouve une touffe de soies basale et d'un peigne dont ses dents sont implantées irrégulièrement. Chez l'adulte on remarque la présence au moins d'une tache d'écailles sombres

sur l'aile, une frange d'écailles sur l'alula, le thorax avec trois bandes blanches longitudinales et l'absence des soies longues et fortes au niveau du lobe basal du gonocoxite (Figure 34).



**Figure 34** : A) Larve de *Culiseta longiareolata*. B) Adulte de *Culiseta longiareolata* (Photo originale).

Les larves de l'espèce *Aedes albopictus*, caractérisées par la présence de petits crochets discrets sur les côtés du thorax ; un court siphon respiratoire avec une touffe de soies apicale. Les imagos de cette espèce sont dépourvus d'écailles blanches au niveau de leur clypéus, présentent une seule ligne bien définie de couleur blanche qui divise le scutum (partie dorsale du thorax) en deux parties ; un tarsomère qui est le numéro cinq de la troisième patte thoracique de couleur blanche (Figure 35).



**Figure 35 :** A) Aspect morphologique de larve d'*Aedes albopictus*. B) *Aedes albopictus* adulte (Lafri et Abdellahoum, 2018).

Les genres *Culex* leurs son stade larvaire est caractérisé par la forme de la tête, et d'un siphon respiratoire long de couleur plus en moins claire de plus de la touffe de soies qui est éparpillée le long du siphon. Le moustique commun plus connu par *Culex pipiens*, est de taille moyenne ; des palpes maxillaires très réduits chez les femelles, des antennes bien évidentes, un thorax jaunâtre ; des ailes de couleur gris brun sans aucune tache ; un abdomen comportant dix segments dont huit visibles extérieurement. Chacun de ces segments présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale ; segment ornés de soies et d'écailles de couleur et de disposition variées (écailles absentes chez les Anophelinae) (Figure 36).



**Figure 36 :** A) Aspect général d'une larve *Culex*. B) Morphologie générale d'un *Culex pipiens* (Lafri et Abdellahoum, 2018).

*Anopheles labranchiae* est une espèce multivoltine se caractérise des autres larves par un thorax relativement gros portant de nombreuses soies, ces soies ont reçu une numérotation (chétotaxie) et sont utilisées pour la diagnose spécifique. L'abdomen qui comprend neuf segments portant des soies palmées, elles sont présentes sur la face dorsale jouent un rôle d'ancres flottantes et elles participent au maintien de la larve horizontalement sous la surface de l'eau au repos. Le huitième segment de la larve porte latéralement un peigne de chaque côté puis porte dorsalement deux stigmates respiratoires qui sont au niveau de la cuticule du segment lui-même, et dont les ouvertures sont fermées par des valves stigmatiques quand la larve plonge. La larve d'*Anopheles* ne possède pas de siphon, contrairement aux Culicinae. Les palpes maxillaires d'*Anopheles* adulte femelles sont aussi longs que la trompe, alors que les mâles ont des palpes massés. Les antennes des deux mâles sont plumeuses et majestueuses et moins longues que les palpes, les femelles ont des antennes plus discrètes. Et pour finir, les ailes d'*Anopheles* ont des taches caractéristiques brun foncé sur les bords antérieurs (Figure 37).

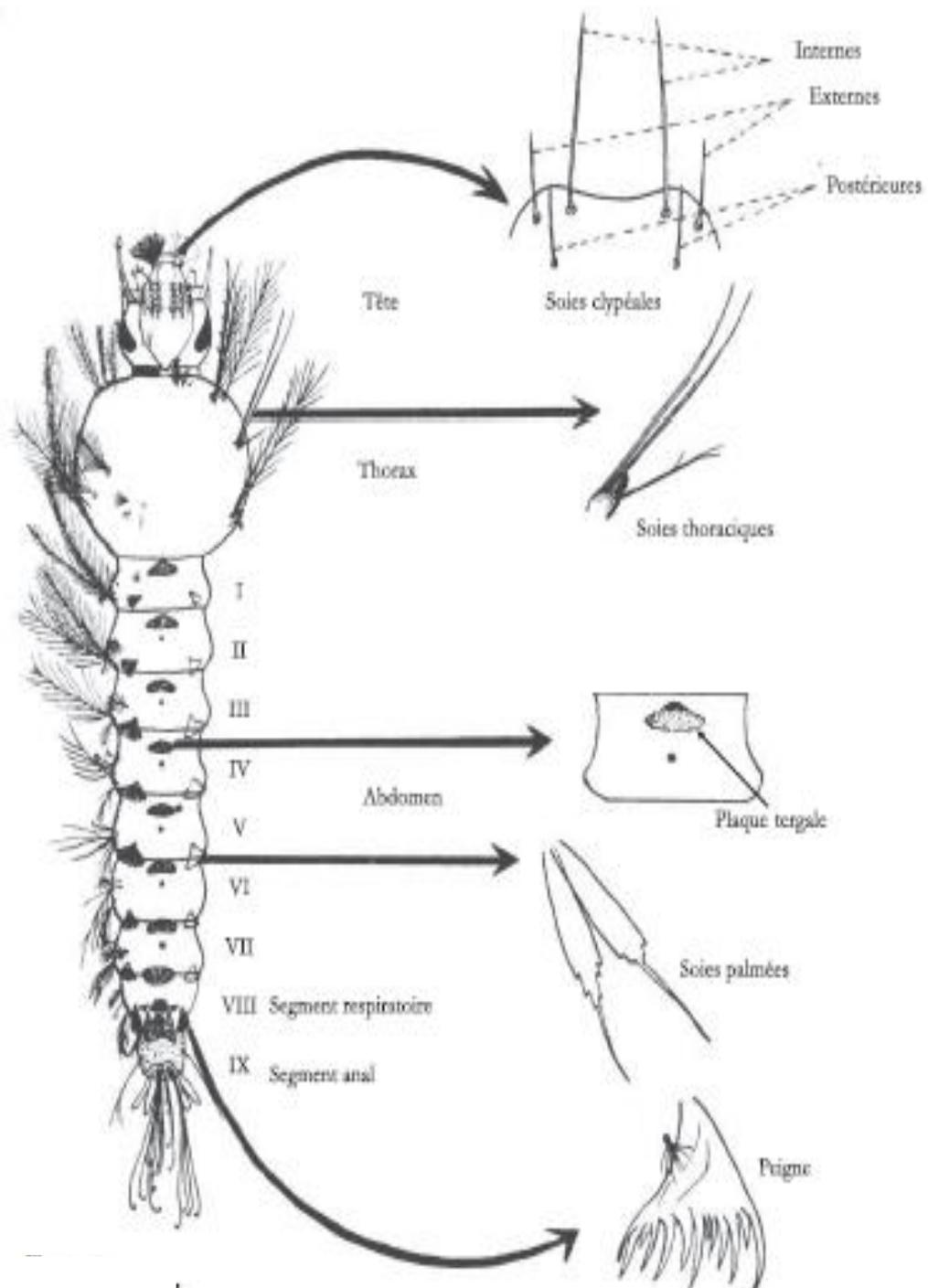


Figure 37 : Larve d'*Anopheles* (Holstein, 1949).

## II. Discussion

La taxonomie est une discipline qui a pour principal objectif la reconnaissance et la différenciation entre les espèces, on se basant sur différents caractéristiques. Cette étude a ciblé les Culicidae d'importance médicale et vétérinaire au nord de l'Algérie.

La collecte des moustiques au cours de la saison 2019-2020 a permis l'identification de cinq espèces dans les régions prospecté: *Aedes albopictus*, *Culex pipiens*, *Anopheles labranchiae*, *Culex deserticola*, *Culiseta longiareolata*.

La plus importante espèce collecter est *Aedes albopictus*, détecté en 2010 pour la première fois en Algérie (Izri et *al.*, 2011), en 2013 à Oran (Benallal et *al.*, 2015), puis l'espèce à connue une propagation rapide vers tous les wilayat du pays. Causant de fortes nuisances en 2016 au niveau d'Alger et en 2017 à Jijel durant la période estivale (Institut pasteur, 2017). Pour les pays d'Europe comme la France, *Aedes albopictus* était détecté grâce à la campagne de contrôle de l'automne 1999 qui a permis la découverte de populations du moustique sur deux sites de stockage de pneus usés ; les résultats ont montré l'introduction du moustique tigre et depuis il s'est propagé dans le Val d'Oise (région Ile de France) en 2002, en Seine et Marne (région Ile de France) en 2004. Vers la fin de 2006, la majorité de la France a été colonisé par l'*Aedes albopictus* (Vacus, 2012).

Une autre espèce d'une grande importance a été détecté dans plusieurs zones, il s'agit d'*anopheles labranchiae*, impliqué dans la transmission du paludisme. Aussi signalé dans le sud de l'Italie et la Corse (Becker et *al.*, 2010). Le nombre de population de cette dernière a augmenté en raison du flux migratoire provenant de l'ouverture de la route transsaharienne vers l'Algérie. Dans les années 50. Le paludisme a causé 70000 cas par an en Algérie, même après le programme national d'éradication du paludisme lancé de 1968 à 1978. De petites épidémies se produisent encore dans différents wilayat ; Ouargla, Tamanrasset et Adrar (Institut national de santé publique, 2013).

Troisièmement l'espèce *Culex pipiens* a été détectée, connue pour sa distribution cosmopolite. Ce moustique nocturne est un vecteur compétent de plusieurs agents pathogènes infectant les animaux et les humains, y compris le virus du Nil occidental, isolé pour la première fois dans la

partie distincte du Nil occidental au nord de l'Ouganda (Smith burn et *al.*, 1940). Le virus s'est largement répandu en 2018, en Europe occidentale (Hubalek et *al.*, 1999), au Maghreb, où les conditions éco-climatiques et entomologiques sont favorables comme l'Algérie. Des cas de fièvre du Nil occidental ont été signalés en 1994 à Tinerkouk (sud-ouest du Sahara algérien). En automne 2012, un cas clinique mortel de la maladie de Nil occidental a été signalé à Jijel (côte est). Entre 2013 et 2014, deux cas cliniques ont été signalés respectivement à Timimoune et Guelma (Lafri et *al.*, 2018). De plus, l'identification morphologique a révélé la présence de l'espèce *Culex deserticola*, se rencontre surtout au printemps ; cette espèce connue pour être présente en Afrique méditerranéenne notamment dans les zones sahariennes et péri-sahariennes (Clastrier et *al.*, 1961) et son aire de répartition s'étend jusqu'en Iran (Benabadj et *al.*, 1967) ; ne joue aucun rôle dans la transmission d'agents pathogènes à l'homme.

Nous avons aussi détecté la présence de l'espèce *Culiseta longiareolata*, vectrice du paludisme aviaire (Schaffner et *al.*, 2001). Cette espèce à large répartition est présente dans le Sud de la région paléarctique, elle est commune et abondante dans les étangs temporaires en Moyen-Orient et en Afrique (Van Pletzen & Van Der Linde, 1981 ; Ward & Blaustein, 1994). En Europe, elle est commune dans les pays du bassin méditerranéen. En Algérie, (Senevet & Andarelli, 1959) relatent une variation du cycle annuel d'une région à l'autre : dans le Nord, l'espèce est présente toute l'année, avec un maximum au printemps ; sur les hauts, elle abonde surtout en automne, alors que dans les régions sahariennes, elle est plutôt hivernale et printanière. En Egypte, elle est abondante de décembre à juin, avec un maximum en mars (Kirkpatrick, 1925).

Cette diversité d'espèces de moustiques bien décrites précédemment, montre que l'Algérie est encore en danger. Le danger de transmettre un nombre d'agents pathogènes.

*Conclusion*

## Conclusion

Les culicidés constituent le groupe de moustique le plus important, ayant un intérêt médical et vétérinaire. De plus, le changement climatique et la mondialisation sont des facteurs contribuant à l'invasion de nouvelles zones par de nouvelles espèces de moustiques et aux changements de la distribution mondiale de ces derniers. Les résultats obtenus révèlent une grande diversité de la faune des moustiques ce qui implique un large spectre d'agent pathogènes potentiellement transmis par ces espèces et un risque permanent du déclenchement d'une épidémie liée aux agents pathogènes transmis par les moustiques.

Pour cela on suggère ;

Un aménagement du milieu (élimination des sites reproducteurs comme les décharges à ciel ouvert ou les milieux humides) : entraîne trop souvent l'élimination de milieux humides riches d'un point de vue écologique.

L'utilisation de nouvelles techniques de lutte contre les moustiques à la place des insecticides chimiques nuisibles à l'homme et à l'environnement.

La sensibilisation des citoyens vis-à-vis des risques liés aux moustiques.

La surveillance continue des populations vectrices.

Le contrôle des importations de marchandises sensibles (Les pneus et les plantes).

Des enquêtes minutieuses et répétées concernant toutes les collections d'eau, avec échantillonnages poussés des adultes et leur identification.

Collaboration entre le secteur de la santé et les autres secteurs.

Renforcement des capacités, des compétences, et des équipements adéquats pour la lutte.

Un rehaussement de la surveillance des moustiques dans les zones frontalières.

*Référence*  
*Bibliographiques*

## Références bibliographiques

- Abdellahoum Z, 2019. Les photos présent sur terrains dans des sorties par HURBAL.
- Amraoui F, Thèse de Doctorat, 2012. Le moustique *Culex pipiens*, vecteur potentiel des virus West Nile et fièvre de la vallée du Rift dans la région du Maghreb.
- Aouati A., 2009. Inventaire des Culicidae des zones humides et des forêts de chêne-liège. Caractérisation systématique par les profils des hydrocarbures cuticulaires. Magister. Univ Badji Mokhtar. Annaba. 131p.
- Becker N., Petric D., Zgomba M., Boase C., Madon M., Dahl C. 2010. Mosquitoes and their control. Second ed. Berlin: Springer Verla g; 2010.
- Benabadj M., Larrouy G., 1967. Observations concernant la faune Culicidienne du Massif du Hoggar. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle AFN, 58 1-2 : 15 21.
- Benallal KE, Allal-Ikhlef A, Benhamouda K, Schaffner F et Harrat Z. 2016. First report of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Oran, West of Algeria. Acta Trop. P411-413.
- Benyoub N., 2007. Contribution à l'étude de la bio écologie des Culicidés (Diptera-Nematocera) dendrotelmes dans la commune de Mansourah (Wilaya de Tlemcen). Men.Ing.Uni.Tlemcen.Fac.Sciens :85p.
- Berchi S., 2000. Bio écologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse doc. Es-science, Université de Constantine, Algérie : 133p.
- Blondel J., 1975. Ecologie et gestion de l'espace naturel. L'apport du modèle oiseaux. *Journ Ces Ecologie-DCveloppement*, 21.
- Bourssa J. P., 2000. Le moustique : par solidarité écologiques-Les Editions du Boréal. Montréal : 237p.
- Brunhes J., 2000. Identification des Culicidés d'Afrique méditerranéenne. CDROM I.R.D. Montpellier. France.
- Cardé RT, Gibson G (2012). Host finding by female mosquitoes: mechanisms of orientation to host odours and other cues. Olfaction in vector-host interactions Edited by Publishers WA.
- Clastrier J et Senevet G., 1961. Les moustiques du Sahara Central. Archives de l'institut Pasteur d'Algérie. 39 2 : 241-253.

## Références bibliographiques

- CODA\_CERVA.[http://www.codacerva.be/index.php?option=com\\_content&view=article&id=446%3Arecrudescence-de-cas-humains-dinfection-a-virus-west-nile-&catid=181%3Alatest-news&Itemid=264&lang=fr](http://www.codacerva.be/index.php?option=com_content&view=article&id=446%3Arecrudescence-de-cas-humains-dinfection-a-virus-west-nile-&catid=181%3Alatest-news&Itemid=264&lang=fr).
- Coldrey S et Bernard G., 1999. Le moustique. Les Editions école active. Montréal : 25p.
- De Jong R., Knols B. G. J., 1995. Selection of biting sites on man by two malaria mosquito species. *Experientia*, 51: 80-84.
- Diagana M., Tabo A., Debrock C., Preux P.M.2005. L'Encéphalite japonaise. *Med. Trop.*, p65.
- Emy Abi Thomas, Mary John, and Bimal Kanish., 2010. Mucocutaneous Manifestations of Dengue Fever. Figure 2. *Indian Journal of Dermatology*. US National Library of Medicine. National Institutes of Health. 55(1): 79-85.
- ESTEM, 2003. Le Traité de Virologie médicale. Épidémiologie de l'infection à Chikungunya, sites de l'ORS : <http://www.orrun.net> et de l'INVS : <http://www.invs.sante.fr>.
- Falatico P., 2011. <http://aramel.free.fr/INSECTES40bis-1.shtml>.
- Falleroni D., 1926. Fauna anofelica italiana e suo "habitat, (paludi, risaie, canali). Metodi di lotta contro la malaria. *Journal : Rivista di Malariologia*. Volume : 5. Issue : 5-6. 553-593p.
- Gabinaud A., 1975. *Ecologie de deux Aedes halophiles du littoral méditerranéen français : Aedes (Ochlerotatus) caspius (Pallas, 1771) : Aedes (Ochlerotatus) detritus (Haliday, 1833) (Nematocera-Culicidae) : utilisation de la végétation comme indicateur biotique pour l'établissement d'une carte écologique : application en dynamique des populations* (Doctoral dissertation, Univ. des sciences et techniques du Languedoc).
- Ghaninia M., Ignell R., Hansson B.S., 2007. *Functional classification and central nervous projections of olfactory receptor neurons housed in antennal trichoid sensilla of female yellow fever mosquitoes, Aedes aegypti*. *Eur J Neurosci*. 26(6):1611-23.
- Harbach R.E., 2004. The classification of genus *Anopheles* (Diptera: Culicidae): a working hypothesis of phylogenetic relationships. *Bull. Ent. Res.*, p537-553.
- Hassaine K., 2002. Les Culicides (Diptera-Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie d'*Aedes caspius* et d'*Aedes detritus* des marais salé, d'*Aedes mariaae* des rock pools littoraux et

## Références bibliographiques

de *Culex pipiens* des zones urbaines de la région occidentale algérienne. Thèses Doc. D'état. Univ. Tlemcen : 203p.

Holstein M., 1949. *Guide pratique de l'anophélisme en A. O. F.* Dakar, Direction générale de la Santé publique, 55p.

Hubalek Z., Halouzka J., 1999. West Nile fever. A Reemerging Mosquito-Borne Viral Disease in Europe. *Emerging Infectious Diseases*. 1999; 5(5): 643-650. doi: 10.3201/eid 0505.990 505.

Institut Louis Malardé (ILM), 2012. Les moustiques : qu'est-ce qu'un moustique ? (En ligne), <http://www.ilm.pf/infomoustiques>.

Info insectes, 2004. Toile des insectes du Québec-Insectarium Adresse. URL <http://www.toile des insectes qc.ca./infoinsectes/fiches/ficfiche18moustique.Htm>.

Institut national de santé publique, 2013. Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière. Journée mondiale du paludisme. Dépliant. Conception du dépliant : Dr. Hammadi.

Institut Pasteur Alger, 2017. Rapport sur la présence du moustique tigre en Algérie.

Institut pasteur Paris-France, 2011. <https://www.wiv-isp.be/matra/Fiches/Paludisme.pdf>.

Izri A., Bitam I., Charel R.N., 2011. First entomological documentation of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1984) in Algeria. *ClinImicrob Inf*.

Kirkpatrick T.W., 1925. *The mosquitoes of Egypt*. Government Press Cairo, 224p.

Krauss H., Weber A., Appel M., Enders B., Isenberg H. D., Schiefer H. G., Slenczka W., von Graevenitz A., Zahner H., (Eds) . 2003. *Zoonoses infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans* (3<sup>rd</sup> ed.). Washington: ASM press.

Lafri I., Hachid A., Bitam I., 2018. West Nile virus in Algeria: a comprehensive overview. *New Microbes New Infect*. 2018 Oct 21; 27: 9-13.

Lafri I., Abdellahoum Z., 2018. A) Les photos présent lors de l'identification des larves sous loupe en laboratoire.

Lafri I., Abdellahoum Z., 2020. Sites de collectes au nord de l'Algérie (carte). Résultats des identifications des espèces de moustique (tableau).

## Références bibliographiques

- Linné C., 1758. *Systema naturae per regna tria naturae*. Edition 10. Holmia, (1). 82p.
- Macquart J., 1838. Diptères exotiques nouveaux ou peu connus. *Mémoires de la société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille*, 2 : 9-225.
- Meigen J. W., 1830. Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen Insekten. Vol 6. Hamm. Schulz: xi + 401 p.
- Militaire des Etats Unis, 2011. <http://history.amedd.army.mil/booksdocs/wwii/infectiousdiseases/chapter3figure7.jpg>.
- OMS. Organisation Mondiale de la Santé. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>.
- OMS, 2003. Organisation mondiale de la santé Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 : 223-226.
- Paluch G., Bartholomay L., Coats J., 2010. *Mosquito repellents: a review of chemical structure diversity and olfaction*. *Pest Manag Sci*. 66(9):925-35.
- PHIL, 1962. Centers for Disease Control and Prevention's Public Health Image Library with identification number #373.
- Pihan J. C., 1986. Les insectes, Paris., New York., Barcelone. Masson-160p.
- Reimann C. A., Hayes E. B., Diguseppi C., Hoffman R., Lehman J. A., Lindsey N. P., Campbell G. L., Fischer M., 2008. Epidemiology of neuro invasive arboviral disease in the United States, 1999-2007. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, p974-979.
- Resseguier P., 2011. Contribution à l'étude du repas sanguin de *Culex pipiens*. Thèse d'exercice, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. ENVT. 80p.
- Rioux J. A., 1958. Les Culicidae du « Midi » méditerranéen. Etude systématique et écologique, Ed. Paul 1 chevalier, Paris : 301p.
- Rodhan F., Perez C., 1985. Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine. Paris. Chapitre 5. P157-175.
- Roman E., 1939. Culicides arboricoles de la région lyonnaise. La larve et la nymphe d'*Aedes pulcrilarsis*. *J. Med Lyon* : 153-160.

## Références bibliographiques

- Schaffner F., Angel G., Geoffroy B., Hevry J.P., Rhaiem A., Brnhes J., 2001. Moustique d'Europe. Institut de recherche pour le développement IRD. Logiciel d'identification.
- Schaffner F., Fonseca D. M., Keyghobadi N., Malcolm C. A., Mehmet C., Mogi M., Wilkerson R. C., 2004. Emerging vectors in the *Culex pipiens* complex. *Science*, 303(5663), 1535-1538.
- Seguy E., 1950. La biologie des diptères. *Encycl. Entomo.* XXVI. E d. Paul le chevalier, Paris.
- Senevet G., Andarelli L., 1960. Contribution à l'étude de la biologie des moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. *Archives de l'institut Pasteur d'Algérie*, 38 2 : 305-326.
- Siengre G., 1974. Contribution à l'étude physiologique d'*Aedes (ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera, Culicidae). Ecllosion, dormance, développement, fertilité, thèse d'état science. Univ du languedoc, 285p.
- Skuse F. A. A., 1894(1895). The banded mosquito of Bengal. *Indian Museum. Notes*, 3: 20.
- Smith burn K. C., Hughes T. P., Burk A. W., Hall J. H. A., 1940. Neurotropic virus isolated from the blood of a native of Uganda. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. 1940; 20: 471-472.
- SMV et SFP, 2010. Protection personnelle anti vectorielle, recommandations de bonne pratique. Page 14. Texte court, organisée par la société de Médecine des voyages (SMV) et la société française de parasitologie (SFP) avec la participation des sociétés savantes.
- Trevejo R. T., Eidson M., 2008. West Nile Virus. *Zoonosis Update. JAVMA*, Vol 232, No: nine (9).
- Vacus G., 2012. Mémoire sur l'Expansion géographique d'*Aedes albopictus* ; Quel risque de maladies émergentes en France métropolitaine ?
- Van Pletzen R., Van Der Linde T. C. D., 1981. Studies on biology of *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Diptera: Culicidae). *Bulletin of entomological Research* 71: 71-79.
- Ward D., Blaustein L., 1994. The overriding influence of flash flood on species-area curves in ephemeral Negev Desert pool: a consideration of the value of island biogeography theory. *Journal of biogeography* 21: 595-603.
- Zeller H. G., 1999. West Nile : Une arbovirose migrante d'actualité *Médecine tropicale*, vol. 59, no 4BIS, pp. 490-494.

## Références bibliographiques