



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 محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Environnement

## Intitulé :

Contribution à l'étude de la biodiversité des moustiques  
(*Diptera, Culicidae*) dans la région de Bordj Bou Arreridj.

Présentée par :

CHELLAKH Riheb & DIFTEL Ikram

Soutenue le 16/09/2019 devant le Jury :

Président	Mme. BAAZIZ Naima	MCB	Univ. M. El-Bachir El-Ibrahimi – BBA
Encadrant	M. AMARA KORBA Raouf	MCB	Univ. M. El-Bachir El-Ibrahimi – BBA
Examineur	Mme. FELLAH Fahima	MCB	Univ. M. El-Bachir El-Ibrahimi – BBA

Année Universitaire 2018/2019

**To cite this document**

**Chellakh R. & Diffel I. (2019).** Contribution to the study of mosquitoes (*Diptera, Culicidae*) in the region of Bordj Bou Arréridj. **Master Thesis. Mohamed El Bachir El Ibrahimi University BBA. Pages : 48p**

**Pour citer ce document**

**Chellakh R. & Diffel I. (2019).** Contribution à l'étude de la biodiversité des moustiques (*Diptera, Culicidae*) dans la région de Bordj Bou Arréridj. **Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA. Pages :48p**

## Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous aimerions témoigner toute nos reconnaissances.

Avant tout, grand merci à « Dieu Tout Puissant » qui nous avoir éclairé le chemin et donner la patience et le courage pour réaliser ce travail

On tient à adresser nos remerciements à M. Amara Korba Raouf, qui a permis la réalisation de ce travail. Merci beaucoup, pour votre générosité et votre réconfort pour nous, votre direction au début à la fin et nous sommes témoins de vos efforts, merci pour obtenir le meilleur pour nous.

Nos vifs remerciements vont aussi à Madame BAAZIZ Naima pour l'honneur qu'elle nous fait en présidant ce jury.

Nous sommes infiniment gré à Madame FELLAH Fahima de l'intérêt qu'elle a manifesté à l'égard de cette recherche en acceptant d'examiner ce mémoire.

On tient également à remercier toute l'équipe de la Faculté SNV

Que nos collègues de notre promotion ; Biodiversité et Environnement 2018-2019, trouvent ici l'expression de notre sincère gratitude.

On exprimer nos reconnaissances envers tous ceux qui nous ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de notre démarche.

Merci

*Chellakh Riheb & Diffel Ikram*

## **Dédicaces**

*Avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprime mon amour sincère.*

*A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect mon cher père **Mohamed El Ouilh**.*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse : mon adorable mère **Boussef Fatima Zahrae**.*

*A mes chères sœurs **Aicha, Amina, Sihem** et leurs enfants **Ziyed, Iyed, Ishak, Acil, Isslem, Ouais**, qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

*A mon cher frère **Yacine**, présent dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées.*

*A mon cher mari **Atamna Walid**, tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse m'ont permis de réussir mes études, Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour. Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.*

*A tous les membres de ma famille, petits et grands : **Samia, Dada, Nidhal**, qui m'ont aidé et supporté dans les moments difficiles.*

*Et spécialement à monsieur Raouf Amara Korba, pour tous vos efforts fournis. Vous avez toujours été présent. Que ce travail soit un témoignage de ma gratitude et mon profond respect.*

*A mes chères amies : **Khadidja, Djamila, Manel, Sara, Chaima, Majda** qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.*

*Sans oublier ma belle binôme **Riheb** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

**Diffel Ikram**

## **Dédicace**

*Je remercie tout d'abord, Dieu tout puissant de m'avoir donné du courage,  
de la patience et surtout de la volonté Pour réaliser ce modeste travail.*

*Je dédie ce travail a :*

*A mes perles du cœur, à mes très chers parents en guise de ma profonde  
reconnaissance pour leur amour, leur affection, leur soutien et l'aide qui ils  
m'ont donnée le long de ma vie et mes études, que Dieu leur ouvre les  
portes du paradis et je leur dis un grand merci*

*A mes frères « **Abed Raouf et Abd Karim** »*

*A ma brunette ma petite sœur « **Ikram** »*

*A toutes ma famille*

*A mes cousins « **Khayrdin, Abd Rahim, Farouk, fateh** »*

*A mes cousines « **Dalel, Touta, Soumia, Lila, Fatiha, Meriem, Wided,  
Souad, Imen et sans oublier pas la femme de mon cousin « Amel Arab** »  
qui m'a toujours soutenu*

*A toutes mes copines folles sans exception*

*A ma binôme « **Ikram Diffel** »*

*A mon encadreur Monsieur « **Amara Korba Raouf** »*

*Spécialement grand merci pour « **Abdou Boutrig** » et tonton **Ibrahim** et ma  
sœur Tota qui participé de près à la réalisation de ce Mémoire*

**Chellakh Riheb**

## Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Table des matières	
Liste des figures et des tableaux	
Introduction .....	1
1. Matériel & Méthodes .....	5
1.1. Présentation du modèle biologique .....	5
1.1.1. Taxonomie et classification .....	5
1.1.2. Morphologie générale des Culicidae .....	7
1.1.3. Cycle de développement des moustiques.....	10
1.1.4. Etude éthologique des Culicidae.....	10
1.1.5. Impact des Culicidae (médicale et vétérinaire).....	11
1.1.6. Moyens de lutte et de contrôle des moustiques vecteurs .....	13
1.2. Présentation de la région d'étude.....	17
1.2.1 Situation géographique .....	17
1.2.2. Données climatiques de la région d'étude .....	18
1.2.3. Choix des sites d'étude .....	21
1.2.4. Protocole expérimental.....	24
1.3. Méthodologie d'échantillonnage des Culicidae.....	25
1.3.1. Recherche de gîtes potentiels .....	25
1.3.2. Pêche larvaire (Récoltes des stades pré-imaginaux).....	25
1.4. Méthodes de laboratoire adoptées .....	27
1.4.1. Tri des larves .....	27
1.4.2. Méthode d'élevage .....	28
1.4.3. Montage des adultes .....	28
2. Résultats & Discussion.....	31
2.1. Inventaire des moustiques dans la région de BBA .....	31
2.2. Répartition des espèces inventoriées dans chaque site.....	33
2.3. Description des espèces inventoriées.....	36
2.4. Rôle vectorielle des espèces inventoriées .....	37
Conclusion.....	40
Références bibliographiques .....	42
Annexes .....	47
Résumé .....	48

## Liste des figures et des tableaux

### Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Systématique générale des Culicides présents en Algérie .....	06
02	Les œufs des trois genres des <i>Culicidae</i> .....	07
03	Vue générale d'une exuvie de larve de Culicinae .....	08
04	Emergence d'un adulte femelle à partir d'une nymphe de <i>Culex pipiens s. l.</i>	09
05	Aspect général d'un moustique adulte .....	09
06	Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj .....	17
07	Précipitations mensuelles moyennes durant 28 ans (1990-2018) dans la wilaya de BBA .....	20
08	Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de BBA pour une période de 28 ans (1990-2018) .....	21
09	Localisation des sites d'étude .....	22
10	Protocole expérimentale .....	24
11	Technique du dipping .....	26
12	Bacs en plastique contenant l'eau de de gîtes larvaires .....	27
13	La technique de la double épingle .....	28
P1	(a) et (b) Belimour ; (c) et (d) Bordj Bou Arreridj .....	35
P2	(a) : EHP_01 / (b) : TEM_01 / (c) : EHOL_01 / (d) : OK_01 / (e) : REOM_01 / (f) : UNIV_01 / (g) : EHB_01 .....	35

### Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Position systématique des Culicidae .....	05
02	Quelques affections vectorielles transmises à l'homme par les Culicidae .....	12
03	Données climatiques enregistrées dans la wilaya de B.B.A de 1990 jusqu'à 2018 .....	18
04	Récapitulatif des stations d'étude .....	23
05	Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude .....	31
06	Répartition des espèces des Culicidae inventoriées dans les neuf sites .....	33

# *Introduction*



## Introduction

Les derniers bouleversements politiques dans les régions d'Afrique subsaharienne et les pays du moyen orient, avec la stabilité relative que connaît l'Algérie a fait que le pays est devenu la destination privilégiée de milliers de migrants fuyant les guerres et la pauvreté (Elmadmad et *al.*, 2004).

Ces migrants, souvent issus de zones à risques sanitaires élevés ou les conditions de vie (manque d'hygiène, température ambiante, environnement sanitaire précaire, etc...) favorisent l'installation endémique voire l'apparition épidémique de certaines maladies, parmi ces dernières, les maladies vectorielles transmises par les insectes présentent une cause majeure de morbidité et mortalité (Segmane, 2015) in (Amara korba,2016)

Mais ce sont sans doute les changements démographiques et sociaux actuels qui sont les principaux responsables de la résurgence des maladies infectieuses en général et vectorielles en particulier (Gubler 2002 ; Rodhain, 2003). Parmi ces changements, on peut citer l'urbanisation rapide et anarchique des pays en voie de développement (concentration de personnes et insalubrité), les déplacements de populations liés aux conflits (personnes non immunes et affaiblies en zone d'endémie), la déforestation (entrée des hommes dans les foyers sylvaux de zoonoses), la généralisation des échanges (déplacements rapides d'hôtes et de vecteurs) (Rodhain, 2003).

La classe de insectes représentent 75% du million d'espèces qui constituent les arthropodes, un embranchement important des invertébrés (Gourmelon et Ahtiainen, 2007), qui eux-mêmes représentent 95% du règne animal (Wilson, 1988), qui sont présent presque dans tous les types d'écosystèmes et constituent une part très importante de la biodiversité des milieux terrestres et aquatiques.

La plupart des insectes sont inoffensifs, certains ont un intérêt économique, par contre d'autres tels que les diptères hématophages ont un impact sur la santé humaine et animale (Marquardt, 2005). Ces diptères en raison de leur hématophagie occupent une place toute particulière à cause des nuisances considérables qu'ils peuvent occasionner, mais surtout à cause de leur rôle de vecteur potentiel de divers agents pathogènes (virus, bactéries, protozoaires, etc.). Ils sont répartis dans diverses familles telles que les Tabanidae (les taons),

les Psychodidae (les phlébotomes) et les Cératopogonidae (les culicoïdes), mais la famille la plus connue est celle des Culicidae regroupant les moustiques (Mullen et Durden, 2002).

Les moustiques ont un rôle extrêmement important en santé humaine (ou animale) car ils forment, de par les piqûres douloureuses qu'ils génèrent, et au-delà de ce statut d'insectes nuisant, principal groupe de vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'homme. Les moustiques sont responsables, entre autres, de la transmission de l'agent du paludisme, avec un à deux millions de morts par an (OMS, 2015). Une des toutes premières causes de mortalité humaine, de nombreuses maladies à virus (arboviroses) telles que la dengue, qui est sans conteste la plus répandue, avec une incidence annuelle de 50 à 100 millions de cas, dont des centaines de milliers de cas de dengue hémorragique particulièrement meurtrière (Gubler, 2002), la fièvre jaune, la fièvre de la vallée du Rift, la fièvre du Nil occidental (West Nile Virus), le Chikungunya, d'encéphalites virales diverses mais aussi de filarioses et forment à ce titre l'un des sujets majeurs d'études en entomologie médicale et environnemental (Becker et *al.*, 2010).

La reproduction chez ces insectes est un phénomène qui s'appuie surtout sur la réussite des femelles à déterminer l'hôte pour avoir le repas sanguin nécessaire pour la maturation des œufs mais également la recherche d'un endroit idéal pour la ponte. Ce comportement de reproduction permet la transmission de nombreuses maladies au cours de l'alimentation (Rodhain et Perez, 1985).

La découverte de l'effet insecticide du DDT<sup>2</sup> (Dichlorodiphényltrichloroéthane) en 1939 ouvre le champ à de vastes programmes de lutte antivectorielle. Néanmoins, depuis une vingtaine d'années, on assiste à une dramatique résurgence des maladies vectorielles, avec l'émergence de nouvelles maladies ou la recrudescence et la globalisation de maladies précédemment sous contrôle (Gubler, 2002). Le changement climatique est souvent incriminé dans cette résurgence. Néanmoins, l'interaction entre les systèmes vectoriels et leur environnement est complexe (Rodhain, 2003) et à de rares exceptions, il n'y a pas d'exemple de maladies vectorielles dont on peut attribuer la résurgence à une augmentation de la température (Rogers et Randolph, 2000 ; Rodhain, 2003 ; Reiter et *al.*, 2004).

En Algérie, les Culicidae sont les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations et continuent de transmettre des maladies infectieuses telles que le paludisme (Boubidi et *al.*,

2007). Des campagnes de démoustication régulières sont menées contre ces insectes à la fois pour l'éradication de ces maladies et la réduction des nuisances au niveau des centres urbains et touristiques.

Actuellement en Algérie, aucune endémie palustre récente n'a été signalée, mais sous l'influence de circonstances climatiques favorables au développement des moustiques, ces espèces peuvent provoquer de brutales « bouffées » épidémiques. C'est dans ce contexte, l'initiation d'une étude sur la biodiversité des moustiques dans la région de BBA (Bordj Bou Arréridj) est un préalable nécessaire vers une étude plus approfondi. Afin d'apporter de nouvelles informations sur ces espèces, nous avons essayé de mettre en place un inventaire des Culicidae dans plusieurs sites dans la région de BBA. Dans ces sites, l'abondance des gîtes et la complexité de leur habitat présentent de grands avantages pour une telle étude.

Dans ce modeste travail, nous présentons les résultats de captures des moustiques réalisés aux mois de novembre 2018 et de février à juin 2019. Cette période correspond en partie à leur la période d'activité.

La rédaction du présent tapuscrit s'appuie sur la méthode IMRAD (Introduction ; Matériel & Méthodes ; Résultats & Discussion). L'introduction est consacrée à la présentation du sujet, l'aspect générale de la problématique, l'intérêt et les objectifs de ce travail. La partie matériel & méthodes présente une brève bibliographie sur Culicidae. Nous donnons un aperçu sur les critères généraux, la répartition, la classification, la bioécologie des différents stades et sur le rôle en tant que vecteur. Elle renferme la description des stations d'étude et les gîtes larvaires ainsi que les méthodes utilisées sur le terrain et au laboratoire.

La partie résultats et discussion rassemble les résultats obtenus au cours de notre étude lesquels concernent l'inventaire entomologique. Ces derniers seront discutés par rapport aux études précédemment menées dans la même région et dans d'autres régions en Algérie.

Enfin, une conclusion générale met l'accent sur les perspectives et les travaux qui restent à menés en se référant à de nouvelles voies d'approche qui pourraient peut-être élucider certains problèmes causés par ces insectes.



*Matériel &  
Méthodes*

## 1. Matériel & Méthodes

### 1.1. Présentation du modèle biologique

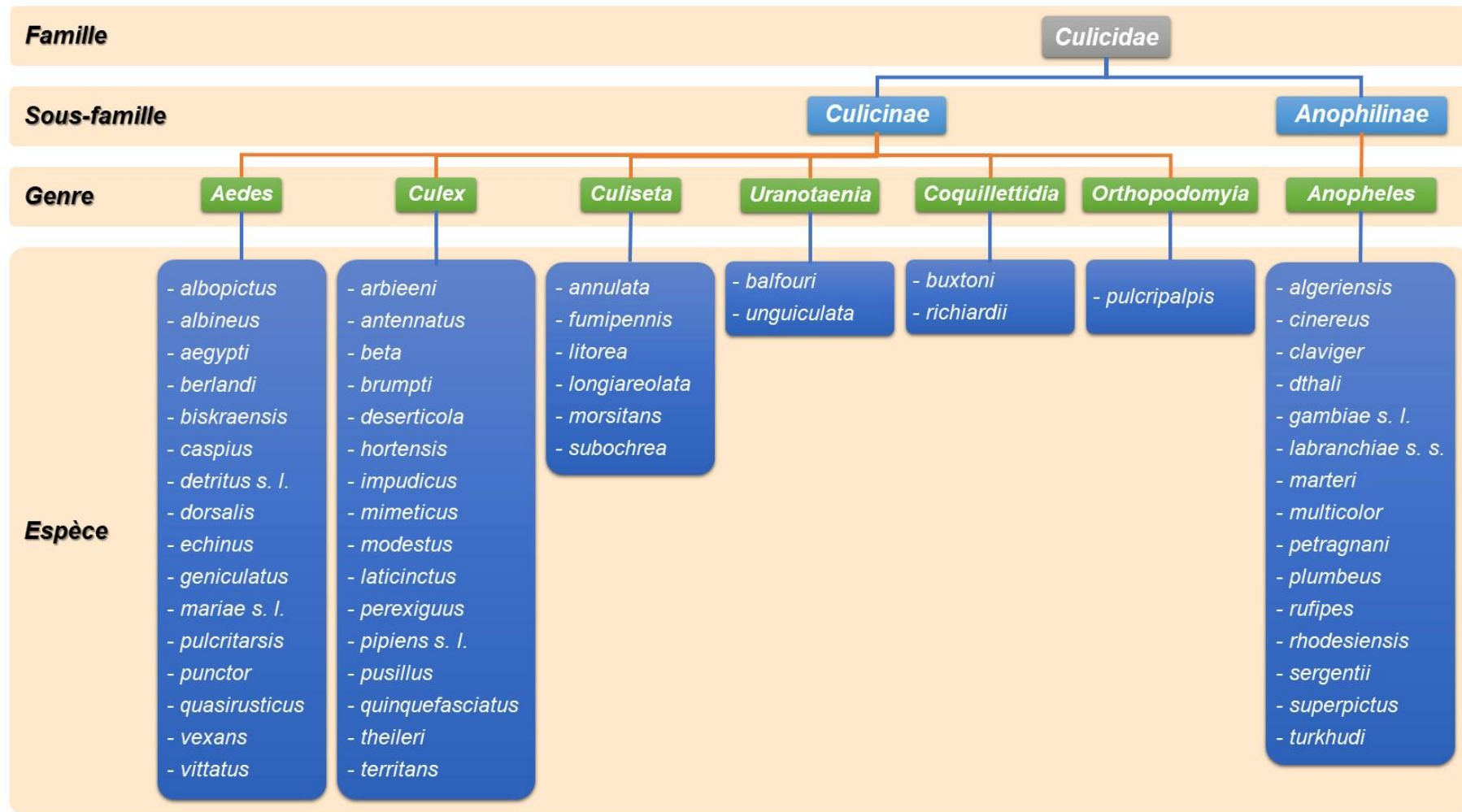
#### 1.1.1. Taxonomie et classification

Les moustiques sont des Arthropodes (pattes articulées), Antennates (présence d'une paire d'antennes), appartenant à la classe des Insectes (hexapodes), ordre des Diptères (présence d'une seule paire d'aile) et au sous-ordre des Nématocères (antennes en forme de fil). Les moustiques appartiennent à la famille des Culicidae, tableau 1. Les adultes sont caractérisés par des antennes longues et fines à multiples articles, possédant de longues pièces buccales en forme de trompe rigide, de type piqueur-suceur (Rodhain & Perez, 1985).

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

Domaine	Eukaryota
Sous-domaine	Unikonta
Règne	Opisthokonta
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Ordre	Diptera
Sous-ordre	Nematocera
Infra-ordre	Culicomorpha
Super-famille	Culicoidea
Famille	Culicidae

Les moustiques (*Culicidae*) comprennent la sous-famille des *Anophilinae* et la sous-famille des *Culicinae*. En Août 2014, d'après les deux grandes bases de données sur les moustiques (<http://mosquito-taxonomic-inventory.info> et <http://mosquitocatalog.org>), la famille des Culicidae comprenait 3539 espèces valides (excluant les espèces fossiles) (Duvallet et al., 2017).



**Figure 1.** Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (d'après Amara Korba, 2016).

En Algérie, sept genres sont regroupés dans les deux sous-familles de *Anophelinae* et *Culicinae* (figure 1). La sous-famille des *Culicinae* prend six genres, les genres *Aedes* et *Culex* avec 16 espèces chacun ; le genre *Culiseta* comporte 6 espèces ; le genre *Coquillettidia* comprend 2 espèces ; le genre *Uranotaenia* comprend 2 espèces ; enfin le genre *Orthopodomyia* comprend une seule espèce. Quant à la sous-famille des *Anophelinae*, elle est représentée par 1 seule genre *Anopheles* qui comporte 15 espèces (Amara Korba, 2016).

### 1.1.2. Morphologie générale des Culicidae

#### Les œufs

L'œuf des moustiques est généralement fusiforme et mesure environ 0,5 millimètres (mm). Au moment de la ponte, il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation des composants chimiques de la thèque, la couleur marron ou noir (Berchi, 2000).

Les œufs des Culicidae, figure 2 sont très différents suivant les genres et même les espèces. Ils sont pondus isolément à la surface de l'eau et munis de flotteurs chez les *Anopheles*, ils sont groupés en nacelles flottantes chez les *Culex* ; ils éclosent généralement au bout de 2 à 5 jours. Alors que les *Aedes* pondent leurs œufs isolément sur les supports à proximité immédiate de la surface l'eau où à même le sol humide (Hassaine, 2002).

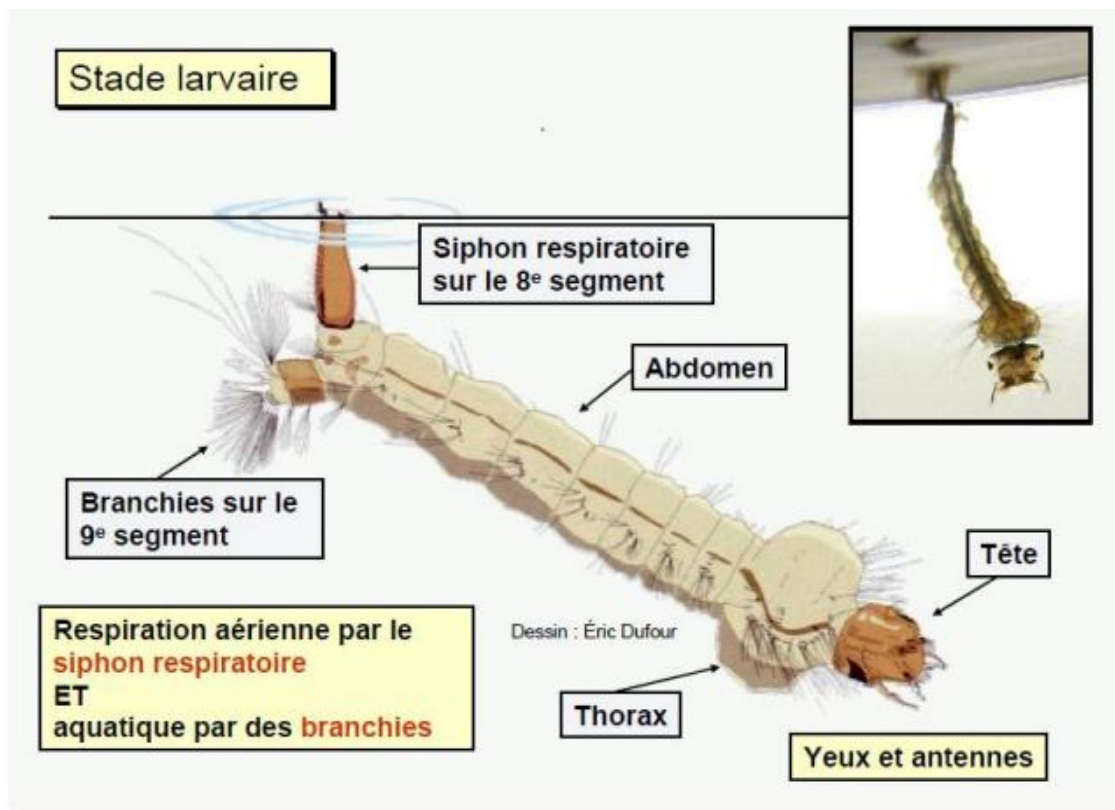


**Figure 2.** Les œufs des trois genres des Culicidés. (A) : *Anophèles*, (B) : *Aedes*, (C) : *Culex* (Berchi, 2000).

#### La larve

Lors de l'éclosion en milieu aquatique, les larves de moustiques mesurent environ 2 mm. Elles subissent par la suite trois mues successives permettant un accroissement de la taille jusqu'à 15 mm Les larves passent ainsi par quatre stades larvaires (dits L1 à L4) dont la

morphologie comparable se résume à trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Carneval & Robert, 2009). figure 3



**Figure 3.** Vue générale d'une exuvie de larve de Culicinae (Brunhes et al., 1999).

### **La nymphe**

Son corps est formé d'un céphalothorax globuleux et d'un abdomen recourbé lui donnant la forme d'une virgule (Rodhain & Perez, 1985). Au niveau du céphalothorax se situent les ébauches des yeux et des différents appendices, deux trompettes respiratoires pro-thoraciques figure 04. La nymphe ne se nourrit pas, mais durant ce stade le moustique subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques, le préparant au stade adulte (Becker et al., 2010).

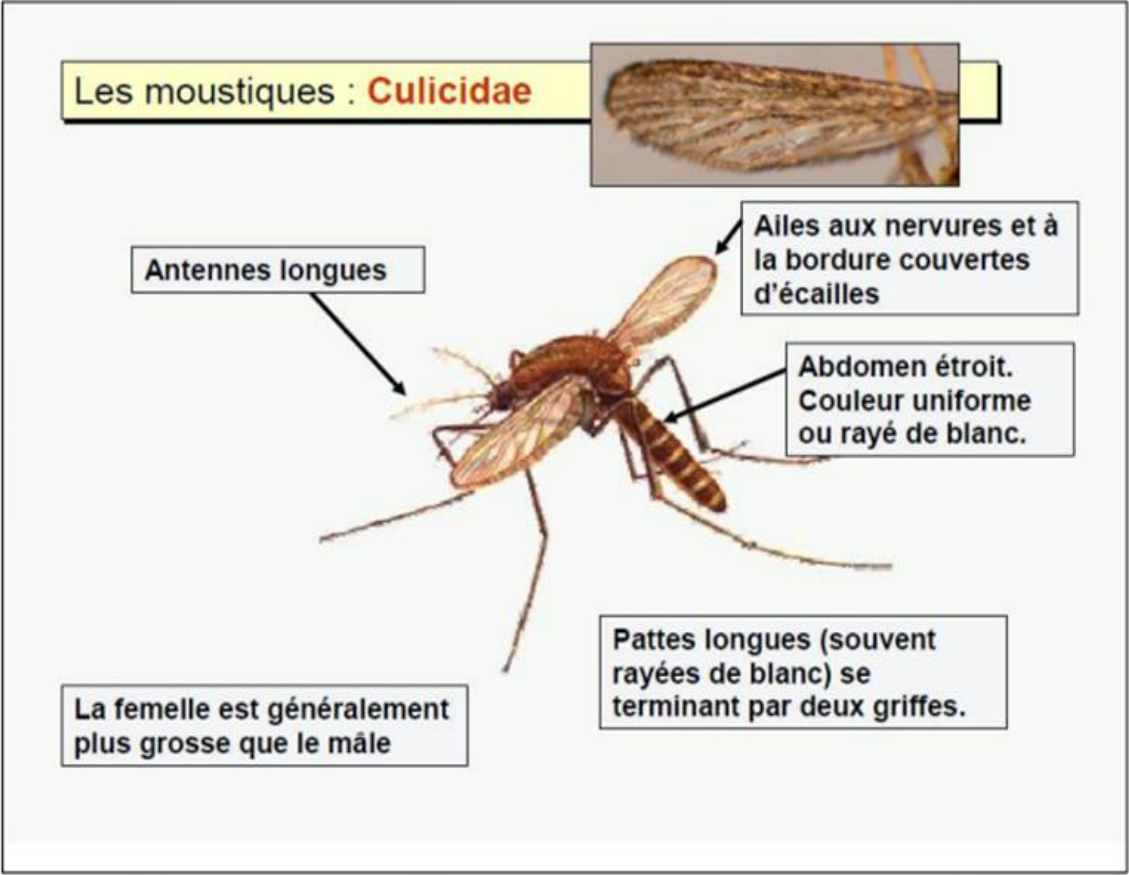
### **L'imago**

Le moustique adulte a un corps allongé, de 5 à 20 mm de long. L'adulte pourra enfin voler de ses propres ailes, et leur corps est rigide grâce à la membrane chitineuse mince, il est composé de trois parties la tête, le thorax et l'abdomen bien différencié figure 5. (Rodhain & Perez, 1985).





**Figure 4.** Emergence d'un adulte femelle à partir d'une nymphe de *Culex pipiens s. l.* (Photo par Amara Korba, 2012)



**Figure 5.** Aspect général d'un moustique adulte (Brunhes et *al.*, 1999).

### **1.1.3. Cycle de développement des moustiques**

Les moustiques sont des insectes holométaboles suivant un cycle de métamorphose complète à passant par le stade d'œuf, de larve et de nymphe pour enfin aboutir à l'adulte (Carneval & Robert, 2009). Chaque stade de développement possède une morphologie externe différente, adaptée au milieu de vie (aquatique pour les trois premiers stades, aérien pour le stade adulte) et spécifique à chaque sous-famille et espèce de moustiques. Il est ainsi possible d'identifier la plupart des moustiques par une simple reconnaissance visuelle (Carneval & Robert, 2009).

### **1.1.4. Etude éthologique des Culicidae**

#### **Hôte et comportement trophique**

Les moustiques sont surtout connus par le repas sanguin pris par les femelles adultes. Elles piquent de préférence les vertébrés (animaux à sang chaud) mais ont presque toujours, une attirance pour un groupe bien précis soit par un mammifère à sang froid (Séguy, 1951).

Le comportement trophique des Culicidés est très différent entre les mâles et les femelles. Les mâles floricoles et saprophages. Seule la femelle est hématophage (Sinègre, 1974), un repas de sang constitue la source de protéine nécessaire pour le développement des œufs.

#### **Pique**

L'endroit où le moustique va se poser sur le corps de son hôte diffère selon l'espèce, mais aussi selon la position de l'individu. Plusieurs facteurs augmentent le risque d'être piqué tel que, les conditions extérieures comme la luminosité, la température ambiante (de 15 à 32°C), l'humidité (jusqu'à 85%). Ainsi que les odeurs émises par l'homme peuvent attirer les moustiques femelles (Carnevale & Robert, 2009).

#### **Rôle écologique**

Les moustiques sont essentiels à la biodiversité spécifiques et fonctionnelles des zones humides. Ils ont une importance pour les biologistes car ils leur servent de bioindicateurs. Les

Culicidés (larves et adultes) sont une source de nourriture pour de nombreux prédateurs. Certaines larves, représentant une part importante de la biomasse des écosystèmes aquatiques, filtrent jusqu'à deux litres par jour en se nourrissant de micro-organismes et déchets organiques. Le rôle des moustiques a toujours été ignoré alors qu'ils ont un rôle important au sein de la biodiversité (Fang, 2010).

### 1.1.5. Impact des Culicidae (médicale et vétérinaire)

Les moustiques du genre *Anopheles* ont une importance considérable en santé humaine et animale. Outre les nuisances qu'ils occasionnent, près de 60 espèces assurent, la transmission des plasmodiums de mammifères, agents du paludisme incluant le paludisme humain, première parasitose pour l'Homme. Ils sont également vecteurs de filaires, *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi* et *Brugia timori*, ainsi que d'arboviroses (O'Nyong-Nyong, Tataguine, Ross River, etc.). Les anophèles ont aussi une certaine importance en santé animale, en étant responsables de la transmission de *Plasmodium* de mammifères, notamment de rongeurs, de filaires animales et en étant impliqués comme vecteurs secondaires dans la transmission de virus tels que ceux de la myxomatose et de la fièvre de la Vallée du Rift. Les anophèles ne sont pas impliqués dans la transmission de bactéries (Duvallet et al., 2017).

Les moustiques, surtout ceux des genres *Aedes* et *Culex* tiennent le rôle principal dans la transmission des arbovirus (contraction anglo-saxonne pour arthropod-borne virus) et, plus secondairement, dans celle des filaires et des plasmodies d'animaux. Ces viroses et parasitoses figurent parmi les principales causes de morbidité et de mortalité pour l'Homme et les animaux tableau 2, Leur impact économique sur la production animale est considérable (Fontenille et al., 2017).

**Tableau 2.** Quelques affections vectorielles transmises à l'homme par les Culicidae.

Maladies	Agent infectieux	Vecteurs	Symptômes	Répartition
<b>La dengue</b>	Virus de la famille des Flaviviridae, genre flavivirus, sous la forme de quatre sérotypes (DENV-1 à 4) (Institut Pasteur, 2014).	Moustique <i>Aedes aegypti</i> (Vasilakis et al., 2011).	Maladie de type grippal, la dengue hémorragique, et la dengue avec syndrome de choc (Institut Pasteur 2014).	L'Afrique, Asie, l'Amérique du sud (OMS, 2015).

<b>Le chikungunya</b>	Le virus est un alphavirus de la famille des Togaviridae (Chhabra et al., 2008).	Moustiques <i>Aedes albopictus</i> , (moustique tigre) (Aranda et al., 2006),	Forte fièvre, des myalgies et polyarthralgies. Un syndrome digestif diarrhéique ou avec douleur abdominale est irrégulièrement observé (Thiberville et al., 2013a).	Asie, Inde, Pakistan et l'Afrique (Thiberville et al., 2013b)
<b>La fièvre jaune</b>	Le virus est un Flavivirus de la famille des Flaviviridae (Monath et Vasconcelos, 2015).	Moustiques des genres <i>Haemagogus</i> (Souza et al., 2011) et <i>Aedes (Stegomyia)</i> (Monath & Vasconcelos, 2015).	Douleur épigastrique, hépatite. Un syndrome hémorragique gravissime pouvant être fatal (Beasley et al., 2015 ; Monath & Vasconcelos, 2015).	L'Amérique du Sud et le continent africain (Barrett & Higgs, 2007).
<b>La fièvre du Nil Occidental (West Nile Fever) (WNF)</b>	Le virus est un Flavivirus et à la famille des Flaviviridae (l'Encéphalite japonaise et l'Encéphalite de la vallée de Murray) (Donadieu et al., 2013).	<i>Culex pipiens</i> et <i>Culex restuans</i> (Chancey et al., 2015 ; Gray et Webb, 2014).	Méningite, encéphalite, ou plus rarement paralysie flasque (Gray & Webb, 2014).	Afrique puis dans le Moyen-Orient et l'Europe. Afrique subsaharienne et en Afrique du Nord (Chancey et al., 2015).
<b>Le Zika</b>	Le virus est un flavivirus africain (Institut de Médecine Tropicale ,2016).	<i>Aedes aegypti</i> , et <i>Aedes albopictus</i> (Saiz et al., 2016).	L'éruption cutanée, la fièvre, l'arthrite ou l'arthralgie et la conjonctivite, les maladies neurologiques ou auto-immunes (Oehler et al., 2014).	Asie, Malaisie Indonésie, Gabon, la Polynésie française, Amérique du Sud (Campos et al., 2015).
<b>Le paludisme / la malaria</b>	Un protozoaire du genre <i>Plasmodium</i> . (Institut Pasteur, 2013).	Des moustiques du genre <i>Anopheles</i> . (OMS, 2015).	Fièvre élevée, frissons, sudations, douleurs musculaires et articulaires, maux de tête, fatigue, nausées et les vomissements. (WHO, 2016).	L'Asie, l'Afrique, l'Amérique latine et centrale et Afrique subsaharienne (OMS, 2015).
<b>Les filarioses</b>	Trois espèces de filaires : <i>Wuchereria bancrofti</i> , <i>Brugia malayi</i> et <i>Brugia timori</i> (Schaffner, 2004).	Les moustiques du complexe <i>Culex pipiens</i> (Schaffner, 2004).	Manifestations aiguës et chroniques, gonflement des ganglions avec inflammation et fièvre, inflammation des canaux lymphatiques. (Chandy et al., 2011).	Afrique subsaharienne, une partie de l'Amérique du Sud et l'Asie du Sud-Est, la Nouvelle Guinée, la Mélanésie et la Polynésie. (Fontenille et al., 2009).

## **1.1.6. Les moyens de lutte et de contrôle des moustiques vecteurs**

### **Définition**

La lutte anti vectorielle (LAV) s'articule en deux grands axes : les actions collectives, la protection personnelle anti-vectorielle (PPAV). Selon le Centre National d'Expertise sur les Vecteurs (CNEV), l'objectif de la LAV est de contribuer à minimiser les risques d'endémisation ou d'épidémisation, à diminuer la transmission d'agents pathogènes par des vecteurs, à gérer les épidémies de maladies à vecteur, le tout dans un cadre stratégique formalisé (CNEV, 2012).

### **Lutte collective**

La lutte anti-vectorielle collective repose sur différentes méthodes : physiques (environnementales), chimiques (biocides), biologiques et génétiques (ANSES, 2011).

### **La lutte chimique**

La lutte chimique comprend l'utilisation d'insecticides pour diminuer l'abondance des vecteurs en ciblant un ou plusieurs stades de développement (larves, adultes). Les insecticides regroupent différentes molécules appartenant à plusieurs familles chimiques :

- Les Organochlorés, les Organophosphorés, les Carbamates, les Pyréthrinoïdes, les régulateurs de croissance et les toxines bactériennes.

La lutte biocide doit être associée à d'autres mesures de LAV puisque bon nombre des substances insecticides ont un impact négatif sur l'environnement ainsi que sur les professionnels de la démoustication (certains insecticides sont des cancérogènes, des neurotoxiques ou des perturbateurs endocriniens potentiels). De plus, utilisés seuls, ils représentent une pression de sélection favorable à l'émergence de populations de moustiques résistants (ANSES, 2011).

### **Lutte biologique**

Lutte biologique constitue une alternative efficace dans les milieux naturels, car elle offre des solutions durables, grâce à sa variété, sa spécificité, sa compatibilité intrinsèque avec le milieu naturel et son pouvoir évolutif avec et sans intervention humaine (Aissaoui, 2014).

Plus d'une centaine de bactéries ont été identifiées pour leur potentiel en lutte biologique. À l'heure actuelle, le *Bacillus thuringiensis* (Bt) est parmi les espèces les plus utilisées en lutte contre les insectes nuisibles, est un aérobie, bactérie à Gram positif qui est utilisé en tant que bio-pesticide. La plupart des souches de Bt produisent des toxines qui sont des cristaux protéiques (Aissaoui, 2014).

D'autre part, la régulation naturelle des larves de moustiques est liée, en grande partie, à deux groupes de prédateurs :

- Les poissons d'eau douce *Pseudophoxinus Callensis* et *Pseudophoxinus guichenoti* (Bendali-Saoudi, 2006)
- *Gambusia affinis*, qui est originaire d'Amérique centrale qui est l'espèce la plus efficace contre les larves de moustiques. Elle supporte en outre, de nombreuses variations de température et résiste à la pollution, mais son rendement est meilleur dans les eaux claires, modérément chaudes (Bendali-Saoudi, 2006).

Une autre source de lutte biologique est présentée par l'utilisation de produits à base de plantes, c'est l'une des meilleures alternatives pour la lutte anti-culicidienne. Les plantes constituent une riche source de composés bioactifs à effets toxiques et larvicides et antipaludiques, tels que les terpénoïdes, les alcaloïdes, les flavonoïdes, des tanins et des polyacétylènes (Zirihi et al., 2007 ; N'guessan et al., 2009).

## **Lutte génétique**

C'est une technique qui consiste à modifier le patrimoine génétique des insectes responsables de maladies infectieuses. De nombreux procédés existent et d'autres sont en cours d'expérimentation (stérilisation des mâles au moyen d'irradiations ou de substances chimiques, empêchement du développement des ailes, anophèles capables de détruire le parasite du paludisme, etc.). La lutte génétique peut en effet, dans certains cas, permettre la réduction des populations de moustiques dans des aires géographiques restreintes, mais reste toutefois une technique très coûteuse qui nécessite un personnel hautement qualifié et du matériel délicat. (Trari, 2017)

## **Lutte physique et environnementale**

La lutte dite environnementale regroupe toutes les actions menées sur l'environnement pour le rendre hostile au développement des populations de vecteurs (Carnevale et Robert, 2009), et la lutte physique ou mécanique regroupe les méthodes de capture des vecteurs au moyen de pièges (dans un but de diminution de l'abondance), les méthodes qui s'opposent au contact hôte/vecteur et, par extension, les méthodes d'évitement du contact avec l'hôte (Carnevale et Robert, 2009).

## **La protection personnelle anti vectorielle**

La PPAV (La protection personnelle anti vectorielle) est définie par une stratégie de protection contre les piqûres d'arthropodes potentiellement vecteurs de maladie au niveau individuel. Pour lutter contre les moustiques, la PPAV utilise différents moyens de protection :

- D'une part, un répulsif est une substance d'origine synthétique ou naturelle très volatile capable de repousser tout animal nuisible ou nuisant pour l'homme (Katz et al., 2008).

### *- Répulsifs naturels*

Les répulsifs d'origine naturelle sont utilisés depuis des siècles à travers le monde. Dès l'Antiquité, des écrits d'historiens rapportent l'emploi d'huile végétale pour chasser les moustiques (Paluch et al., 2010). Aujourd'hui encore en Afrique, il est courant de planter de la citronnelle devant les maisons, car les croyances veulent que son odeur repousse les moustiques. En Inde et en Afrique, on fait brûler de l'huile de graine de jatropha pour

repousser les insectes. Dans de nombreux pays, ils font partie des bases de la médecine traditionnelle, privilégiée par les populations locales pour son aspect culturel et son faible coût (Rehman et al., 2014).

*- Répulsifs chimiques*

Seules les substances issues de plantes étaient envisagées pour leur pouvoir répulsif, parfois insuffisant lors des épidémies. C'est dans l'optique d'améliorer l'efficacité de répulsion de ces produits naturels qu'ont été développées les substances de synthèse (Semmler et al., 2014). Parmi elles, on retrouve les molécules dérivées des principes actifs de plantes, comme la pyréthrine, ou des molécules issues d'expérimentations préalables sur des composés chimiques simples, comme le DEET (N,N-diéthyl-m-toluamide) .

- D'autre par des moustiquaires imprégnées d'insecticide (de type pyréthrianoïde), qui protègent de la piqûre des vecteurs à activité nocturne principalement,

- Des vêtements couvrants et tissus imprégnés de produits insecticides ou répulsifs, en complément de l'utilisation des répulsifs cutanés pour les zones découvertes,

- Et éventuellement des mesures insecticides d'appoint : aérosols, diffuseurs électriques, serpentins fumigènes, etc.

L'utilisation de moustiquaires et de dispositifs de diffusion à l'intérieur du domicile confère également une protection collective au niveau familial (SMV et SFP, 2010).

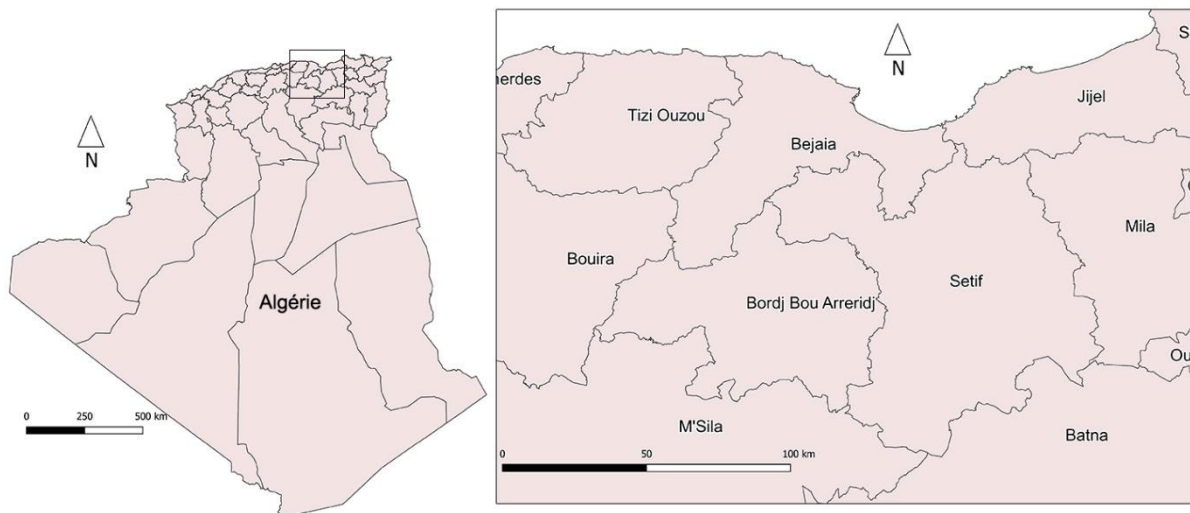


## 1.2. Présentation de la région d'étude

### 1.2.1 Situation géographique

La wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe une place stratégique au sein de l'Est algérien. Elle se trouve à mi-parcours du trajet séparant Alger de Constantine. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 220 km à l'est de la capitale, Alger. La wilaya de Bordj Bou Arreridj s'étend sur une superficie de 3 921 km<sup>2</sup> (ANDI, 2014).

La wilaya est située au Nord- Est du pays sur les Haut-Plateaux. Elle est limitée par les wilayas suivantes : au nord par Bejaia, à l'est par Sétif, au sud par M'Sila, à l'ouest par Bouira figure 6.



**Figure 6.** Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Conception : Amara Korba, 2019/QGIS®).

### Le milieu naturel

La wilaya est constituée de trois zones géographiques qui se succèdent : Une zone montagneuse, avec au nord, la chaîne des Bibans, une zone de hautes plaines qui constitue la majeure partie de la wilaya, une zone steppique, au sud-ouest, à vocation agropastorale (ANDI, 2014).

La wilaya de Bordj Bou Arreridj possède de nombreuses sources d'eau, elle enregistre la présence de thermes naturels, dont les eaux sont dotées de vertus curatives. La plus connue est Hammam El Biban, à l'ouest qui a été rénovée. Le principal cours d'eau traversant la wilaya

est l'Oued Bou Sellam ainsi que l'Oued el Ksob dans le sud de la wilaya. Le thermalisme est de plus exploité dans les 200 sources thermales de la wilaya. La wilaya comprend le barrage d'Ain Zada (ANDI, 2014).

### 1.2.2. Données climatiques de la région d'étude

Tous les insectes sont soumis dans le milieu où ils vivent aux actions d'agents climatiques très variés qui conditionnent leur activité et leur répartition géographique (Dajoz, 1975). Les données climatiques relevées s'étalent sur une période de six mois (de Novembre 2018 à Juin 2019) et ont été fournies par la station météorologique de Bordj Bou Arreridj. tableau 3 Comme facteurs climatiques agissant sur la faune culicidienne, aussi bien du point de vue diversité que répartition, il y a la pluviométrie et la température, et l'humidité.

**Tableau 3.** Données climatiques enregistrées dans la wilaya de B.B.A de 1990 jusqu'à 2018 (Station météorologique de BBA, 2018).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Température moy. (°c)	6,18	6,88	10,26	13,34	18,38	23,86	27,58	26,64	21,42	16,73	10,49	7,23
T min. moy. (°c)	2,10	2,30	5,03	7,51	11,87	16,59	20,05	19,46	15,50	11,64	6,23	3,28
T max. moy. (°c)	11,12	12,15	15,99	19,50	25,12	31,28	35,28	34,32	28,21	22,70	15,56	12,04
Humidité moyenne en (%)	75,127	70,95	64,2	59,98	54,53	45,23	38,16	43,42	55,96	62,07	71,92	76,65
Cumul pluie (mm)	45,98	28,56	31,27	39,29	40,34	20,11	9,54	16,17	44,64	29,45	31,78	44,56

### Le Climat

Le climat joue un rôle important dans la vie et la répartition des êtres vivants (Faurie et al. 2012). Bordj Bou Arreridj est caractérisée par un climat méditerranéen (Baldy, 1986), et se trouve sous la triple influence de « l'Atlas Tellien » qui limite les précipitations hivernales (mm), le Sahara et « l'Atlas Saharien », responsables de masses d'air sec.

Selon l'agence nationale de développement de l'investissement, la région de BBA se caractérise par un climat continental semi-aride, à hiver rigoureux et a été sec et chaud (ANDI, 2014).

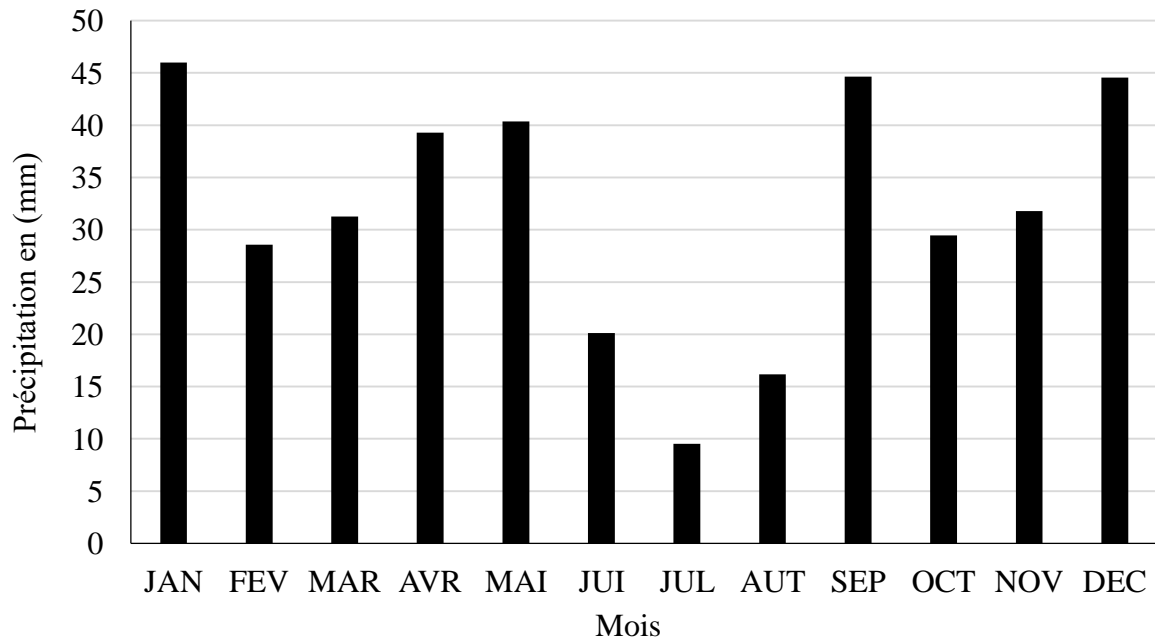
## **Pluviométrie**

D'après Ramade (2003), les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale, non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains écosystèmes limnétiques tels que : les mares, les lacs temporaires et les lagunes saumâtres soumises à des périodes d'assèchement. Les précipitations mensuelles de la wilaya de BBA durant 28 ans (1990-2018) sont rassemblées dans la figure 7. D'après cette figure, le mois le plus humide est le mois de janvier avec 45,98 mm de pluie, cependant le mois le plus sec est le mois de juillet avec une précipitation de 9.54 mm (Station météorologique de BBA, 2018).

## ***Température***

La température est l'un des facteurs climatiques les plus importants. Elle agit directement sur les êtres vivants et sur leur environnement (Dreux, 1980 ; Dajoz, 1982). D'après Dajoz (2006) ; Ramade, (2003), la température est le facteur climatique le plus important étant donné par tous les processus métaboliques en dépendent. Chaque espèce ne peut vivre que dans certain intervalle de température, il existe une température optimum à laquelle les fonctions vitales se réalisent mieux (Dreux, 1980).

Les températures moyennes des maximas et des minimas enregistrés au niveau de la station météorologique de la wilaya de Bordj Bou Arréridj durant la période de 28 ans (1990-2018) sont consignées dans le tableau 1, ou l'on remarque que le mois le plus chaud est juillet avec une température moyenne égale à 27,58 °C, tandis que le plus froid est janvier avec une température moyenne de 6.18 °C (Station météorologique de BBA, 2018).



**Figure 7.** Précipitations mensuelles moyennes durant 28 ans (1990-2018) dans la wilaya de BBA (Station météorologique de la région de BBA, 2018).

### Synthèse climatique

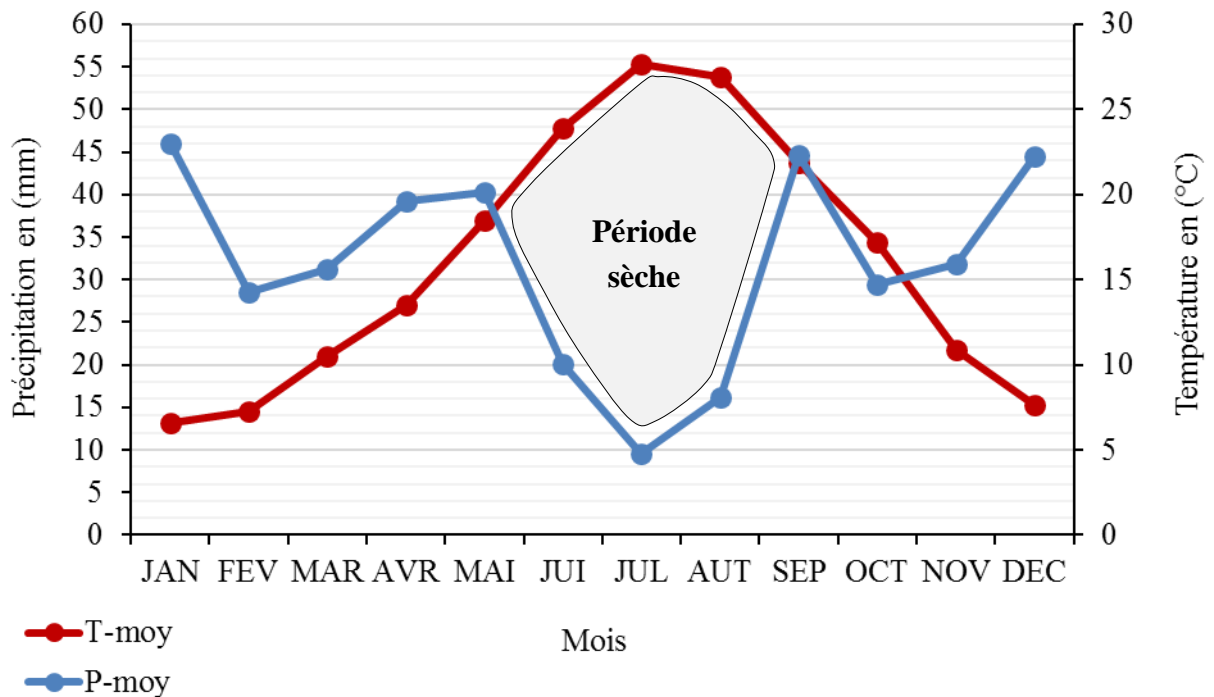
La synthèse des données climatiques peut se faire par plusieurs indices climatiques notamment l'indice d'aridité de De Martonne, le diagramme ombrothermique, le climagramme d'Emberger et d'autres indices (Dajoz, 1971). L'établissement d'une synthèse des facteurs climatiques à savoir la pluviométrie et la température fait appel à deux paramètres :

### Diagramme Ombrothermique de Gaussen

D'après Dalage et Metaille, (2000), le diagramme ombrothermique est un graphique représentant les caractéristiques d'un climat local par la superposition des figures exprimant d'une part les précipitations et d'autre part les températures. Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de déterminer les périodes sèches et humides de n'importe quelle région à partir de l'exploitation des données des précipitations mensuelles et des températures moyennes mensuelles.

D'après la figure 8, le diagramme ombrothermique de Gaussen de la région d'étude durant la période (1990- 2018) montre une alternance de deux périodes, l'une sèche qui s'étale du

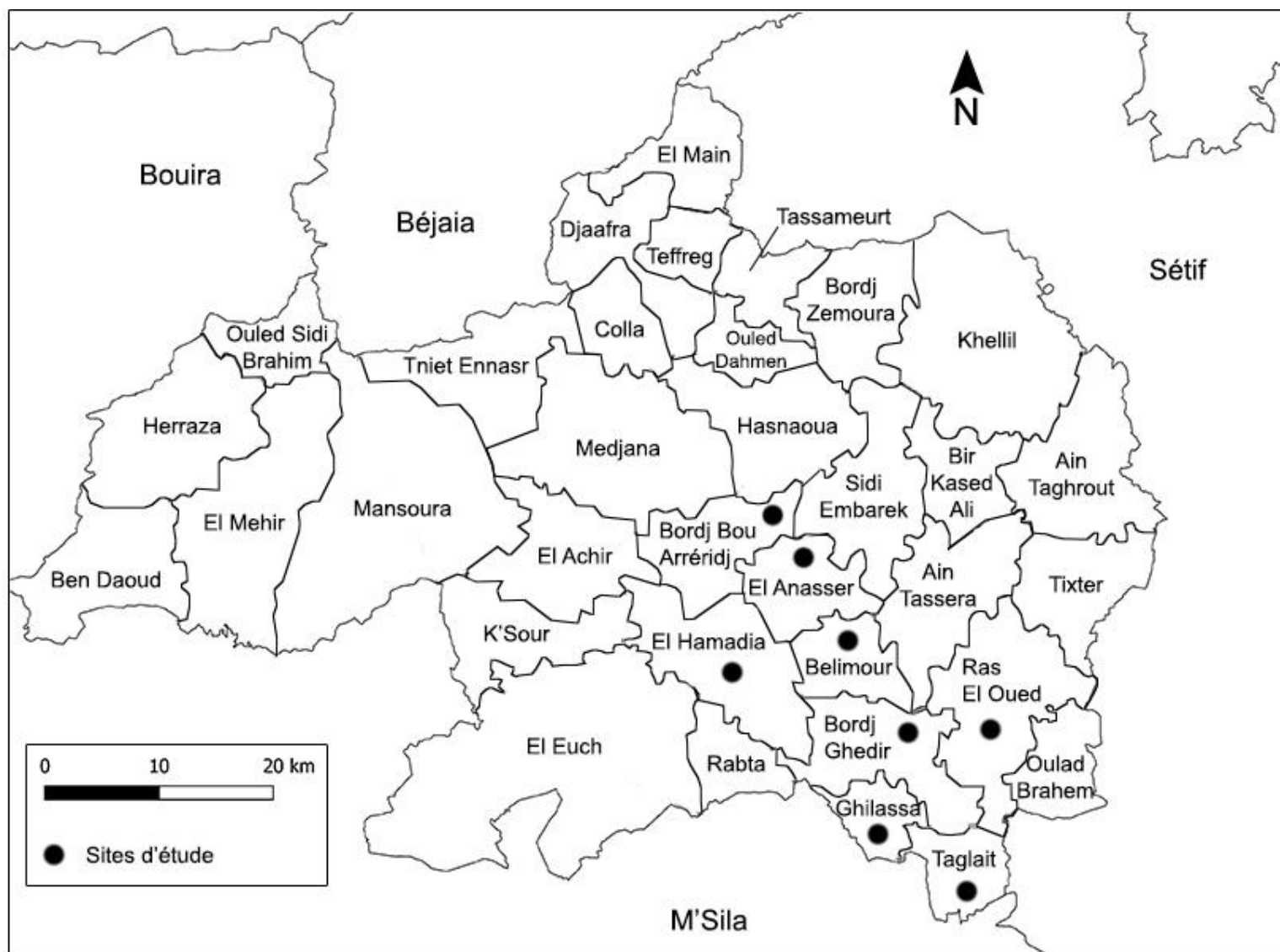
milieu du mois de mai jusqu' au milieu du mois de septembre et l'autre humide s'étale du mois de janvier à la fin d'avril et de la fin de septembre à la fin de décembre.



**Figure 8.** Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de BBA pour une période de 28 ans (1990-2018).

### 1.2.3. Choix des sites d'étude

Une prospection préliminaire effectuée en zones urbaine et rurale nous a permis d'inventorier quelques sites potentiels. Parmi ces derniers, plusieurs gîtes ont retenu notre attention. Les critères pris en compte dans le choix des gîtes larvaires sont la présence de collection d'eau, l'accessibilité, la pérennité et la présence de quelques exuvies qui seraient des exuvies de larves de Culicidae. Cette étude a été menée sur deux périodes : en novembre 2018 ensuite de février à juin 2019. Elle a porté sur des échantillons dans dix sites représentés dans le tableau 04 et la figure 9.



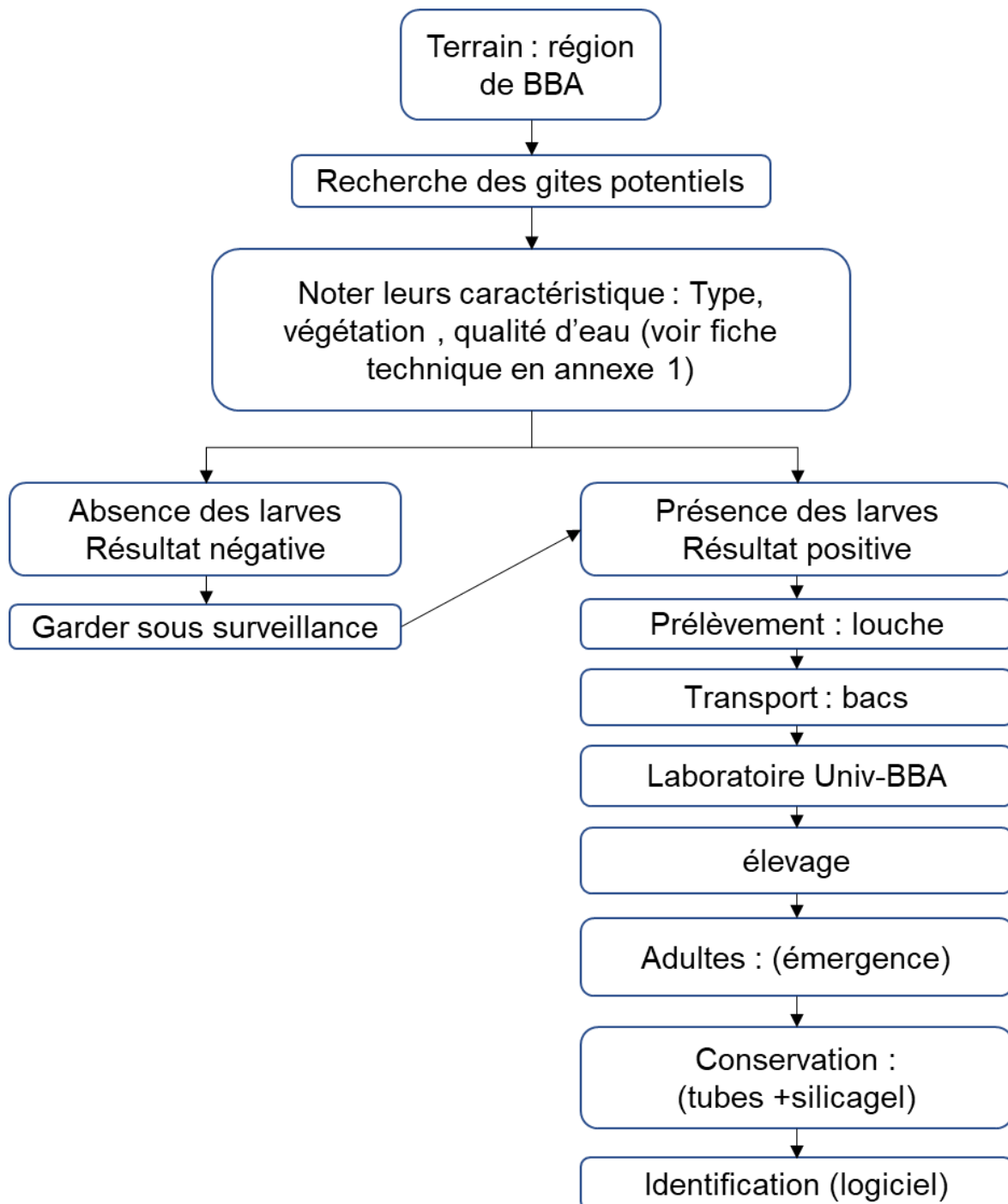
**Figure 9.** Localisation des sites d'étude (modifiée à partir d'ANDI, 2014)

**Tableau 4.** Récapitulatif des stations d'étude.

Sites	Stations	Code gîtes	Coordonnées géographiques	
			Latitude	Longitude
<b>Taglait</b>	El Mou	TEM_01	35°49'43,152"N	4°57'12,582"E
<b>Ghilassa</b>	Bouskrin	GB_02	35°51'3,426"N	4°54'40,70313"E
<b>Bordj Ghedir</b>	Ain Jemba 1	BGAJ_01	35°54'0,58249"N	4°54'9,75249"E
	Ain Jemba 2	BGAJ_02	35°54'0,16191"N	4°54'9,10403"E
	Thewari	BGT_01	35°53'41,61192"N	4°53'17,08944"E
	Zemala	BGZM_01	35°54'2,82071"N	4°54'19,6088"E
		BGZM_02	35°53'27,678"N	4°55'46,56"E
		BGZM_03	35°53'27,984"N	4°55'46,692"E
		BGZM_04	35°53'27,99"N	4°55'47,112"E
		BGZM_05	35°53'20,09508"N	4°55'5,53224"E
	Ouled Silini 1	BGOS_01	35°53'34,32"N	4°56'40,332"E
	Ouled Silini 2	BGOS_02	35°53'36,642"N	4°56'40,626"E
Zedayer	BGZ_01	36°2'47"N	4°48'49"E	
Lebdayrat	BGL_01	35°55'3"N	4°53'37"E	
<b>Kota</b>	Kota 1	OK_01	35°55'12"N	4°53'18"E
	Kota 2	OK_02	35°55'10"N	4°53'21"E
<b>Belimour</b>	Oued Belimour	BOB_01	36°2'56"N	4°48'3"E
<b>Ras El Oued</b>	Mézaïta	REOM_01	39°33'51,18947"N	30°54'47,1248"E
<b>Bordj Bou Arreridj</b>	Oued Bourda	BBAOB_01	36°2'58,51104"N	4°46'25,93848"E
<b>El Hammadia</b>	Pépinière	EHP_01	35°58.515' N	4°43.970' E
	Oued Soulit	EHOS_01	36°1'17"N	4°44'6"E
	Oued Lakhder	EHOL_01	35°53'43,698"N	4°53'27,822"E
	Biyata	EHB_01	35°59'27,98955"N	4°46'44,67433"E
<b>El Annasser</b>	Université de BBA	UNV_01	36°2'48,3687"N	4°48'2,99376"E
		UNV_02	36°3'0,01951"N	4°48'4,33956"E

#### 1.2.4. Protocole expérimental

La réalisation d'un inventaire des Culicidae d'une région donnée comporte deux étapes : La recherche de stades pré-imaginaux de moustiques, leur collecte et leur tri (partie faite sur le terrain) ; L'identification des spécimens récoltés. La figure 10 résume les principales étapes suivies au cours de cette étude.



**Figure 10.** Protocole expérimentale



### **1.3. Méthodologie d'échantillonnage des Culicidae**

#### **1.3.1. Recherche de gîtes potentiels**

Il s'agit de prospecter les lieux à la recherche de l'existence de collections d'eau, grandes ou petites, naturelles ou artificielles, potentiellement favorables au développement des larves de moustiques. Toutes les collections d'eau stagnante ont été considérées comme des gîtes larvaires potentiels et ont été prises en considération.

Il faut impérativement enregistrer les caractéristiques du gîte, notamment :

- Localisation géographique : nous avons utilisé un smartphone de marque ASUS et l'application Android GPS Essentials® pour obtenir les coordonnées géographiques de Chaque gîte prospecter.
- Type de gîte : naturel ou artificiel.
- Origine de l'eau : pluie, rivière, lagune ou artificielle.
- Pérennité : gîte permanent ou temporaire.
- Végétation : environnante, sur la bordure ou en surface, abondante ou absente.
- Faune aquatique potentiellement prédatrice de larves : poissons ou autres larvivores
- Ensoleillement : milieu exposé au soleil ou ombragé.
- Présence de stades pré-imaginaux : Présence de larves ou nymphes par observation directe.
- Photos : chaque gîte a été pris en photo,

Les données le concernant chaque gîte ont été reportées dans une fiche technique (voir Annexes).

#### **1.3.2. La pêche larvaire (Récoltes des stades pré-imaginaux)**

Il existe plusieurs méthodes d'échantillonnage des larves, chacune dépendant de la nature et du type du gîte. Pour échantillonnée les larves on doit s'approcher lentement du gîte, car toute perturbation est susceptible de faire plonger les larves et les nymphes au fond du gîte et de les rendre inaccessibles. On doit se positionner face au soleil, de sorte que notre ombre ne balaie pas la surface du gîte. Si les larves et les nymphes plongent au fond du gîte, il est nécessaire de rester immobile jusqu'à ce qu'elles remontent à la surface.

## Récolte à la louche (dipping)

Pour la récolte des larves nous avons adoptes la technique de la louche (dipping en Anglais). Cette méthode est normalement utilisée pour collecter des échantillons dans des plans d'eau relativement étendus tels que les marécages, les fossés et les rivières Figure 11.



**Figure 11.** Technique du dipping (Photo par Diffel & Chellakh, 2019).

- Elle consiste à abaisser la louche doucement suivant un angle d'environ  $45^\circ$  pour minimiser la perturbation, puis soit ratisser la surface de l'eau ou alors abaisser suffisamment la louche pour que l'eau et les larves y pénètrent. Il faut veiller à ne pas éclabousser quand on sort la louche.
- Verser le contenu de la louche dans des bacs en plastique en prenant soin de prélever assez d'eau du gîte pour permettre l'élevage temporaire des premiers stades larvaires.
- Attendre quelques minutes, le temps que les larves remontent à la surface, et refaire le prélèvement ;
- Les bacs doivent être marquées (nom ou code du gîte), elles ne doivent pas être remplies entièrement, il faut laisser assez d'air aux larves pour respirer. Ne pas fermer hermétiquement si c'est possible.

Une fois prélevé, les échantillons sont mis dans des récipients en plastique munis d'un couvercle. Pendant toute la phase de collecte, les récipients ne sont pas fermés hermétiquement et sont installés à l'ombre, afin de limiter la mortalité des larves jusqu'à ce qu'ils soient tous prélevés et ramenés au laboratoire figure 12.



**Figure 12.** Bacs en plastique contenant l'eau de de gîtes larvaires (Photo par Diffel & Chellakh, 2019).

## **2.4. Méthodes de laboratoire adoptées**

Les étapes utilisées au laboratoire sont comme suite :

- Tri des stades pré-imaginaux
- Mise en élevage des stades pré-imaginaux
- La récupération et le montage des adultes émergés.
- L'identification au laboratoire des espèces recueillies sur le terrain.

### **2.4.1. Tri des larves**

Le tri des larves a été fait dans un plateau rectangulaire en plastique blanc, à l'aide d'une pipette. Les larves ont été triées selon :

- Leur sous-famille : les larves d'Anophelinae peuvent être aisément distinguées, à l'œil nu, de celles de Culicinae par l'absence de siphon respiratoire.
- Leur stade de développement : les larves ont été triées selon leur stade de développement

- Les larves des stades I, II et III ont été mis dans des bocaux en plastique (portant le code du gîte et recouverts de tulle moustiquaire contenant l'eau de leur gîte pour un élevage temporaire, jusqu'à ce qu'ils atteignent le stade IV. Il n'était pas nécessaire de les nourrir. Il est préférable d'avoir une importante quantité d'eau du gîte pour qu'il y ait assez de nutriments pour l'élevage temporaire.
- Les larves de stade IV sont utilisées pour l'identification de l'espèce. Elles ont été tuées et conservées dans des tubes d'alcool à 85°.
- Les nymphes récoltées ont été mises dans des tube à essai contenant de l'eau distillé en attendant l'émergence de l'adulte.

#### **2.4.2. Méthode d'élevage**

Les larves recueille sur le terrain sont mises en élevage dans des bacs en plastiques, et couverte avec un tulle moustiquaire.

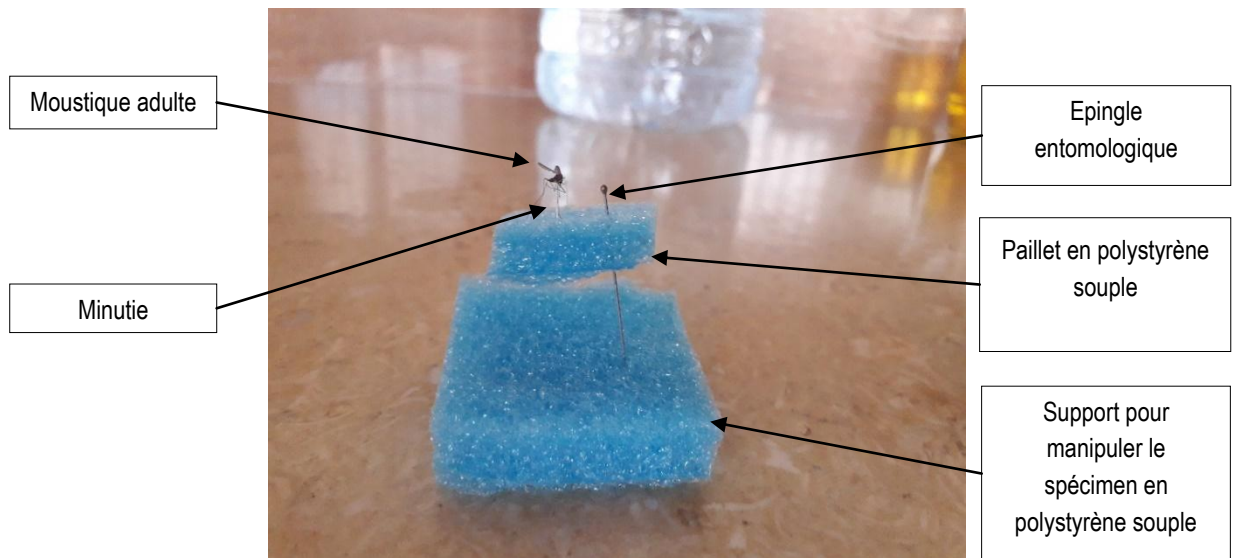
On laisse la moitié des larves poursuivre leur développement qui passe par quatre stades successifs. Seules les larves du quatrième stade sont récupérées et prises en considération pour des montages entre lame et lamelle. On laisse la deuxième moitié des larves poursuivre leur développement jusqu'à l'émergence des adultes, et un contrôle de leur émergence était effectué quotidiennement afin de récupérer les adultes en état sec et d'éviter qu'ils tombent dans l'eau. Les adultes sont prélevés à l'aide d'un aspirateur a bouche, puis sont tués par le froid (15 min au congélateur).

#### **2.4.3. Montage des adultes**

La technique de montage la plus adaptée pour les adultes de moustiques est la méthode de la double épingle figure13. Elle se fait selon le protocole suivant :

- Le moustique est posé sur le dos et est maintenu dans cette position.
- On prend une épingle entomologique fine, et on l'enfonce lentement entre les pattes médianes jusqu'à ce que la pointe ressorte de deux millimètres par la face dorsale, puis elle est piquée et enfoncée sur la paillette jusqu'à la hauteur désirée.
- Les pattes sont allongées avec soin et les ailes redressées pour dégager l'extrémité de l'abdomen. Tous ses organes offrent des caractères utiles pour l'identification (Séguy, 1951).

- Passer une épingle entomologique à travers l'étiquette et la planter dans une plaque de polystyrène.
- Les moustiques ainsi préparés seront observés sous la loupe binoculaire avec un grossissement (x2) ou (x4).



**Figure 13.** La technique de la double épingle

L'identification se fait à l'aide d'une clé d'identification sous forme de logiciel informatique : (Mosquito Key Tool ver 1.2 de Gunay et al. 2017).

# *Résultats & Discussion*

## 2. Résultats & Discussion

### 2.1. Inventaire des moustiques dans la région de BBA

Durant une période de 6 mois, on a récolté un total de 753 individus dans quatre sites dans la région de Bordj Bou Arreridj. 4 espèces appartenant à deux sous-familles : *Anophelinae* et *Culicinae*. La sous-famille des *Culicinae* prend une part importante dans le présent inventaire. Elle est représentée par 3 espèces réparties entre 2 genres, celui des *Culex* avec 2 espèces *Cx. pipiens* sensu lato, *Cx. theileri*. Le genre *Culiseta* comprend une espèce ; *Cs. longiareolata*. Quant à la sous-famille des *Anophelinae*, elle n'est représentée que par 1 seul genre et une seule espèce, il s'agit d'*An. labranchiae*. Les espèces recensées sont citées dans le tableau 5.

**Tableau 5.** Liste des espèces de Culicidae inventoriées au cours de cette étude

Espèces / Gîte larvaires	<i>Cx. pipiens</i>		<i>Cx. theileri</i>		<i>Cs. longiareolata</i>		<i>An. Labranchiae</i>	
	<i>ni</i>	<i>Fi (%)</i>	<i>ni</i>	<i>Fi (%)</i>	<i>ni</i>	<i>Fi (%)</i>	<i>ni</i>	<i>Fi (%)</i>
EHB_01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	46	6,64
EHOL_01	50	7,22	70	10,10	0	0,00	0	0,00
EHOS_01	0	0,00	112	16,16	0	0,00	0	0,00
EHP_01	0	0,00	93	13,42	0	0,00	0	0,00
UNIV_01	0	0,00	0	0,00	220	31,75	0	0,00
UNIV_02	0	0,00	0	0,00	69	9,96	0	0,00
TEM_01	0	0,00	33	4,76	0	0,00	0	0,00
Total	50	7,22	308	44,44	289	41,70	46	6,64

La faiblesse des effectifs peut être due à de multiples causes, dont les plus courantes sont : la qualité de l'eau, l'amointrissement des pontes (conséquence d'une diminution du nombre des émergences de femelle), la faible quantité de matières nutritives disponible (l'insuffisance quantitative ou qualitative de l'alimentation, prédation). Mais aussi l'assèchement des gîtes larvaires correspondants aux saisons sèches, le lessivage des gîtes par les précipitations, le ralentissement du développement larvaire consécutif à la baisse de température et à la mortalité par des prédateurs invertébrés ou vertébrés (Berchi, 2000).

Et par comparaison avec les résultats de l'étude précédente (Belarbi et Siouda, 2018) sur 11 gîtes fonctionnels au niveau de la wilaya de BBA au cours une période de 4 mois (de mars

à juin). Ils ont rencontré, par ordre d'effectifs *Culiseta longiareolata* (841), *Anopheles algeriensis* (83), *Culex pipiens* (62), *Culex hortensis* (46).

Les résultats d'une étude sur la faune Culicidienne de la région de l'Ouest de la ville d'Annaba au cours une période de 12 mois dans deux sites (rural, urbain), ils ont rencontré 12 espèces : *Ochlerotatus atropalpus*, *Aedes aegypti*, *Culex pipiens*, *Culex torrentium*, *Culex laticinctus*, *Orthopodomyia pulcripalpis*, *Uranotaenia unguiculata*. *Culiseta glaphyroptera*, *Anopheles plumbeus*, *Anopheles maculipennis*, *Anopheles claviger* et *Anopheles sergentii*.

Les méthodes que nous avons employées peuvent donner des résultats sensiblement différents, en fonction de l'opérateur, de la technique utilisée, de la nature du gîte, du moment de prélèvement, du lieu de prélèvement, et de l'accessibilité de ce dernier.

En ce qui concerne les 25 gîtes trouvés entre Novembre 2018 à Juin 2019 se sont révélés être négatifs. Cela serait dû à la durée de la saison froide. Le mois de Mai était froid et a connu de fortes précipitations. La température n'a pas beaucoup augmenté au mois de Juin. Malgré la présence de nombreuses collections d'eau, on suppose que la température n'était pas très favorable au développement larvaire. La présence de prédateurs (tortues, grenouilles) a aussi été notée dans ces mares.



## 2.2. Répartition des espèces inventoriées dans chaque site

La prospection effectuée pour l'étude de la faune culicidienne de la région de Bordj Bou Arréridj, nous a permis de visiter différents types de milieux (naturels et artificiels) renfermant divers types d'habitats pouvant accueillir des larves de moustiques tableau 6. Sur les 25 gîtes rencontrés, 7 sont de type positif et 18 sont de type négatif.

**Tableau 6.** Répartition des espèces des Culicidae inventoriées dans les neuf sites.

Sites	Stations	Code gîte	Présence / Absence						Nombre d'individus	Espèce
			Nov.	Fév.	Mar.	Avril	Mai	Juin		
Taglait	El Mou	TEM_01	A	A	A	A	A	P	33	<i>Culex theileri</i>
Ghilassa	Bouskrin	GB_02	A	A	A	A	A	A	0	/
Bordj Ghedir	Ain Jemba	BGAJ_01	A	A	A	A	A	A	0	/
		BGAJ_02	A	A	A	A	A	A	0	/
	Thewari	BGT_01	A	A	A	A	A	A	0	/
	Zemala	BGZM_01	A	A	A	A	A	A	0	/
		BGZM_02	A	A	A	A	A	A	0	/
		BGZM_03	A	A	A	A	A	A	0	/
		BGZM_04	A	A	A	A	A	A	0	/
		BGZM_05	A	A	A	A	A	A	0	/
	Ouled Silini 1	BGOS_01	A	A	A	A	A	A	0	/
	Ouled Silini 2	BGOS_02	A	A	A	A	A	A	0	/
Zedayar	BGZ_01	A	A	A	A	A	A	0	/	
Lebdayrat	BGL_01	A	A	A	A	A	A	0	/	
Kota	Oued Kota 1	OK_01	A	A	A	A	A	A	0	/
	Oued Kota 2	OK_02	A	A	A	A	A	A	0	/
Belimour	Oued Belimour	BOB_01	A	A	A	A	A	A	0	/
Ras El Oued	Mézaïta	REOM_01	A	A	A	A	A	A	0	/
Bordj Bou Arreridj	Oued Bourda	BBAOB_01	A	A	A	A	A	A	0	/
El Hammadia	Pépinière	EHP_01	A	A	A	A	P	P	93	<i>Culex theileri</i>
	Oued Soulit	EHOS_01	A	A	A	A	A	P	112	<i>Culex theileri</i>
	Oued Lakhder	EHOL_01	A	A	A	A	A	P	120	<i>Culex (theileri) pipens</i>
	Biyata	EHB_01	A	A	A	A	A	P	46	<i>Anopheles labranchiae</i>
El Annasser	Univ. BBA 1	UNIV_01	A	A	A	A	A	P	69	<i>Culiseta longiareolata</i>
	Univ. BBA 2	UNIV_02	A	A	A	A	A	P	220	<i>Culiseta longiareolata</i>

### **Station 01 : El Hamadia**

El Hamadia est une commune située au sud de la wilaya de Bordj-Bou-Argeridj. Notre étude a été effectuée dans quatre gîtes (EHP\_01, EHOS\_01, EHOL\_01, EHB\_01)

- **EHP\_01** : Ce gîte est un cour d'eau naturel, ensoleillé, d'eau claire, stagnante et présentant une végétation dressée. Ce gîte comprend l'espèce *Culex theileri* (Planche 2-a).
- **EHOL\_01** : C'est un cour d'eau naturel, polluée de mauvaise odeur, stagnante et présentant une végétation moyennement dense. Ce gîte est caractérisé par deux espèces : *Culex pipens* et *Culex theileri* (Planche 2-c).
- **EHOS\_01** : Le présent gîte est un cour d'eau naturel polluée avec une végétation flottante, moyennement dense. L'espèce *Culex theileri* occupe ce gîte.
- **EHB\_01** : ce gîte de prélèvement est un marre pollué et stagnante dans une zone considérée comme urbain avec une végétation flottante et dressée. Ce gîte comprend l'espèce *Anopheles labranchiae* (Planche 2-g)

### **Station 02 : El Annasser**

El Annasser est une commune située à 3 km au sud-est du chef-lieu de la wilaya de Bordj Bou Argeridj. Notre étude a été effectuée dans deux gîtes. (UNV\_01, UNV\_02)

- **UNV\_01** : le prélèvement des échantillons est effectué dans une fontaine artificielle d'eau claire, stagnante et temporaire. Ce gîte contient seulement l'espèce *Culiseta longiareolata*. (Planche 2-f).
- **UNV\_02** : le présent gîte est une fontaine artificielle d'eau polluée, stagnante et temporaire. Entouré par une végétation un peu dense. Ce gîte comprend aussi l'espèce *Culiseta longiareolata*.

### **Station 03 : Taglait**

Taglait est une commune de la wilaya de bordj Bou Argeridj. L'étude a été réalisé dans un seul gîte (TEM\_01)

- **TEM\_01** : ce gîte est un marre naturel caractérisé par l'eau teinté stagnante et temporaire avec une végétation très dense et dressée. L'espèce présente dans ce gîte est *Culex theileri* (Planche 2-b).



**Planche 1.** (a) et (b) Belimour ; (c) et (d) Bordj Bou Arréridj (Photos par Chellakh & Diffel, 2019).



**Planche 2.** (a) : EHP\_01 / (b) : TEM\_01 / (c) : EHOL\_01 / (d) : OK\_01 / (e) : REOM\_01 / (f) : UNIV\_01 / (g) : EHB\_01  
(Photos par Chellakh & Diffel, 2019).

### 3.3. Description des espèces inventoriées

#### *Culex theileri*

Cette espèce présente 2 ou 3 générations annuelles. La densité de ses populations est très variable d'une zone à l'autre ; elle est très présente pendant les mois d'été et d'automne. Les larves de cette espèce peuvent se rencontrer dans un grand nombre de gîte dont l'eau est généralement douce mais peut être aussi légèrement salée ; cette eau peut propre ou polluée. Les gîtes présentent ou non une abondante végétation dressée : mares, marais, rivières, citernes, laques résiduelles, sources, canaux d'irrigation, rizières (Bruhnes et al. 1999).

Les femelles se nourrissent sur tous les mammifères ; elles piquent essentiellement en extérieur.

#### *Culex pipiens*

Le taxon est actuellement considéré comme une espèce plastique. Cette espèce multivoltine est très abondante pendant les mois d'été et d'automne. Les imagos femelles hivernent dans les caves, étables, grottes et autres abris naturels. L'espèce est vectrice des virus West Nile et Sindbis responsable de la polyarthrite épidémique (fièvre de la Ross-River) ; elle est réceptive au virus Tahyna responsable de l'encéphalite de Californie et à *Dirofilaria immitis* (Schaffner et al., 2001)

#### *Anopheles labranchiae*

*Anopheles labranchiae* sensu stricto est le seul représentant en Afrique méditerranéenne du complexe *Anophèles maculipennis* sensu lato (Laboudia et al. 2011) ; on peut le rencontrer depuis les zones côtières jusqu'à 1900 mètres d'altitude. Il atteint aussi les zones sahariennes. Les gîtes larvaires sont variés (mares, rivières, canaux, bassins, rizières, creux d'arbres, etc.), ils sont généralement ensoleillés, l'eau peut être douce ou légèrement saumâtre, mais toujours exposée au soleil.

#### *Culiseta longiareolata*

*Cs. longiareolata* est une espèce à large répartition qui 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 (Bruhnes et al. 1999).

Les œufs sont solidarisés au moment de la ponte, ils forment ainsi une nacelle. Les gîtes larvaires sont de types très variés (bassins, abreuvoirs, puits abandonnés, trous 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 rend bien compte de la vaste répartition et de l'abondance de l'espèce (Bruhnes et al. 1999).

Les larves sont carnivores et peuvent hiverner mais sans subir de vraie diapause. Au Maroc, elles sont présentes de l'automne au printemps et le développement larvaire dure entre 2 et 8 semaines selon la température (Bruhnes et al. 1999).

Les adultes sont présents toute l'année avec un maximum de densité au printemps et un autre en automne. Les femelles piquent les oiseaux ; elles pénètrent très rarement dans les maisons. L'espèce est multivoltine, sténogramme et autogène (Bruhnes et al. 1999).

### **3.4. Rôle vectorielle des espèces inventoriées**

Selon la zone géographique, les différents moustiques peuvent être vecteurs de maladies ou « simplement » nuisants.

L'espèce *Cx. pipiens* est un vecteur compétent pour plusieurs agents pathogènes affectant l'homme et/ou l'animal tel est le cas du virus West Nile, le virus de la fièvre de la vallée de Rift (Hoogstraal et al., 1979 ; Meegan et al., 1979 ; Amraoui et al., 2012) de filaires (Harb et al., 1993 ; Abdul-Hamid et al., 2009 ; Abdul-Hamid et al., 2011)

L'espèce *Anopheles labranchiae* a joué un rôle vectoriel important dans la transmission du paludisme en région méditerranéenne et notamment en Italie et en Algérie (Bruhnes et al., 1999).

L'espèce *Cx. theileri* est connue comme un excellent vecteur pour le virus de la fièvre de la vallée du Rift (VFVR) et de *dirofilaria canina* en Afrique du Nord et au Portugal (Becker et al., 2010).

L'espèce *Culiseta longiareolata* Ne pique pas l'homme et son rôle de vecteur de parasitoses humaines ne peut-être que des plus réduits (Bruhnes et al., 1999).

D'après les données actuelles, la variabilité interannuelle et inter décennale du climat pourrait avoir une influence directe sur l'épidémiologie des maladies à transmission

vectorielle. Ces données ont été évalué à l'échelle du continent afin de déterminer les conséquences possibles des changements climatiques prévus.

Une augmentation de la température de l'eau entrainerait une maturité plus rapide des larves de moustiques ce qui produirait une descendance plus nombreuse pendant la période de transmission (Githeko et al., 2001). En climat plus chaud, les moustiques femelles adultes digèrent plus rapidement le sang et s'alimentent plus fréquemment, ce qui augmente l'intensité de la transmission.

La relation climat-arbovirose n'est pas uniquement basée sur la variable température. La dynamique des populations de nombreux moustiques vecteurs de virus est aussi fortement liée au rythme et aux quantités des précipitations, celles-ci étant à l'origine de la mise en eau des gîtes larvaires (Mondet et al., 2005 ; Schaeffer, 2005). Contrairement au facteur thermique, le lien entre pluviométrie et arbovirose reste plus difficile à établir et plus complexe (McMichael et al., 2006). Les modifications du régime des pluies peuvent avoir des effets à court et long terme sur les habitats vectoriels. Une croissance des totaux précipités augmenterait le nombre et la qualité des gîtes larvaires ainsi que la densité de la végétation, avec une influence sur les gîtes de repos (Sabatier, 2007).

# *Conclusion*

## Conclusion

Cette étude, qui est complémentaire à d'autres enquêtes entomologiques des moustiques effectuées en Algérie, a pour but d'enrichir nos connaissances sur de la distribution de la faune culicidienne à importance médicale en Algérie.

L'étude réalisée dans la région de Bordj Bou Arreridj nous a permis de préciser les différents types d'habitats qui peuvent accueillir le peuplement des moustiques.

L'inventaire a été effectué dans 9 sites différents. Les prospections menées sur terrain, ont permis d'inventorier 4 espèces : 4 espèces appartenant à deux sous-familles : Anophelinae et Culicinae. La sous-famille des Culicinae est représentée par 3 espèces réparties entre 2 genres, celui des *Culex* avec 2 espèces *Cx. pipiens* sensu lato, *Cx. theileri*. Le genre *Culiseta* comprend 1 espèce ; *Cs. longiareolata*. Quant à la sous-famille des Anophelinae, elle n'est représentée que par 1 seul genre et une seule espèce. Il s'agit d'*An. Labbranchiae*.

A propos du l'impact des Culicidae, de nombreuses études ont été effectuées et beaucoup de scientifiques sont convaincus que les moustiques sont des agents vecteurs des maladies infectieuses transmises aussi bien à l'homme qu'aux animaux.

L'évolution de la dynamique des vecteurs en relation avec l'environnement est un des aspects des recherches, en outre, il sera également nécessaire de travailler sur les stades larvaires, parce que les stades larvaires sont aquatiques et la lutte anti-culicidienne vise essentiellement les larves.

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), les maladies à transmission vectorielle sont responsables de plus de 17 % des maladies infectieuses et provoquent plus d'un million de décès chaque année dans le monde.

Les résultats obtenus sont utiles pour élaborer un programme de lutte, pour diriger les opérations et pour en évaluer l'efficacité.



*Références  
bibliographiques*

## Références bibliographiques

- **Abdul-Hamid, Y.M., Soliman, M.I. et Allam, K.M. (2009).** Spatial distribution and abundance of culicine mosquitoes in relation to the risk of filariasis transmission in El Sharqiya Governorate. Egypt, Medical Entomology and Parasitology. 39-48.
- **Abdul-Hamid, Y.M., Soliman, M.I. et Kenawy, M.A. (2011).** Mosquitoes (Diptera: Culicidae) in relation to the risk of disease transmission in El Ismailia Governorate, Egypt. Journal of the Egyptian Society of Parasitology, 41(2), 347.
- **Aissaoui, L. (2014).** Etude écophysiologique et systématique des Culicidae dans la région de Tébessa et lutte biologique. Thèse de doctorat en Biologie animale, Université d'Annaba.
- **Amara Korba, R. (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. Université Badji Mokhtar Annaba. 214p.
- **Amraoui, F. (2012).** Le moustique *Culex pipiens*, vecteur potentiel des virus West Nile et fièvre de la vallée du Rift dans la région du Maghreb. Thèse de doctorat. Université de Mohamed V-AGDAL, Faculté des Sciences, Rabat. N° d'ordre : 2589, 105p.
- **ANDI, (2014).** Wilaya de Bordj Bou Arréridj. 14 pages.
- **ANSES, (2011).** Rapport d'expertise collective : Recherche d'insecticides potentiellement utilisables en lutte anti-vectorielle. Novembre 2011.
- **Aranda, C., Eritja, R. et Roiz, D. (2006).** First record and establishment of the mosquito *Aedes albopictus* in Spain. Med Vet Entomol. 20(1) :150-2.
- **Barrett, A.D. et Higgs, S. (2007).** Yellow fever: a disease that has yet to be conquered. Annu Re Entomol 52, 209-229.
- **Beasley, D.W.C., McAuley, A.J. et Bente, D.A. (2015).** Yellow fever virus : Genetic and phenotypic diversity and implications for detection, prevention and therapy. Antiviral Res 115, 4870.
- **Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C. et Kaiser, A. (2010).** Mosquitoes and their control. Ed. Kluwer Academic, New York, second Edition, Springer.498 p.
- **Belarbi, M. et Siouda, N. (2018).** Enquête préliminaire sur la biodiversité des moustiques (Diptera : culicidae) dans la région de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA. Pages :81p
- **Bendali-Saoudi, F. (2006).** Etude bioécologique, Systématique et Biochimique des Culicidae (Diptera- Nematocera) de la région d'Annaba. Lutte Biologique anticulicidienne. Thèse de Doctorat d'Etat en Science Naturelle, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie Parasitica. 57(4) : 255-265
- **Berchi, S. (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse de Doctorat. Université de Constantine. Algérie,133p
- **Boubidi, S.C., Gassen, I., Khechache, Y., Lamali, K., Tchicha, B., Brengues, C., Menegon, M., Severini, C., Fontenille, D. et Harrat, Z. (2010).** *Plasmodium falciparum*

- malaria, southern Algeria, 2007. *Emerg Infect Dis.* 2010 Feb;16(2):301-3. doi: 10.3201/eid1602.090914.
- **Brunhes, J., Rhaim, A., Geoffroy, B., Angel, G. et Hervy, J. P. (1999).** Les moustiques de l'Afrique méditerranéenne : logiciel d'identification et d'enseignement, IRD Edition.
  - **Carnevale, P. et Robert, V. (2009).** Les anophèles. Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. IRD Editions, Collection didactiques. 391p.
  - **Chancey, C., Grinev, A., Volkova, E. et Rios, M. (2015).** The global ecology and epidemiology of West Nile virus. *BioMed research international* 2015, 376230.
  - **Chhabra, M., Mittal, V., Bhattacharya, D., Rana, U.V.S. et Lal, S. (2008).** Chikungunya fever: a re-emerging viral infection. *Indian journal of medical microbiology*, 26(1), 5.
  - **Dajoz, R. (1975).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris. 434p.
  - **Dajoz, R. (1982).** Précis d'écologie. Ed. Bordas. Paris. 503p.
  - **Dajoz, R. (2006).** Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 631p
  - **Dalage, A., et Métaillé, G. (2000).** Dictionnaire de biogéographie végétale. Ed. CNRS., Paris, 579p.
  - **Donadieu, E., Bahuon, C., Lowenski, S., Zientara, S., Couplier, M. et Lecollinet, S. (2013).** Differential virulence and pathogenesis of West Nile viruses. *Viruses*, 5(11), 2856-2880.
  - **Dreux, P. (1980).** Précis d'écologie. Ed. Presse universitaire de France, paris p231.
  - **Duvallet, G., Fontenille, D. et Robert, V. (2017).** Entomologie médicale et vétérinaire. Editions Quae.
  - **Elmadmad, K., Guennouni, N., Musette, M.S., Kerdoun, A., Labdalaoui, H., Souaber, H., Chekir, H., Ben Jemiaa, M. et Boubakri, H. (2004).** Les migrants et leurs droits au Maghreb avec une référence spéciale à la Convention sur la protection des droits de tous les travailleurs migrants. Série UNESCO. SHS/2004/MC/4. 137p.
  - **Fontenille, D., Paupy, C. et Failloux, A.B. (2017).** Chapitre 11 : Les Culicinae (Diptera : Culicidae) in **Duvallet, G., Fontenille, D. et Robert, V. (2017).** Entomologie médicale et vétérinaire. Editions Quae.
  - **Githeko, A. K., Lindsay, S. W., Confalonieri, U. E. et Patz, J. A. (2001).** El cambio climático y las enfermedades transmitidas por vectores: un análisis regional. Gourmelon A., Ahtiainen J., (2007). Developing test guidelines on invertebrate development and reproduction for the assessment of chemicals, including potential endocrine active substances-The OECD perspective. *Ecotoxicology* 16:161-167.
  - **Gubler, D.J. (2002).** Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends Microbiol.* 2002 Feb; 10(2):100-3.
  - **Gunay, F., Picard, M. et Robert, V. (2018).** MosKeyTool an interactive identification key for mosquitoes of Euro-Mediterranean. Version 1.2. In English available at [www.medilabsecure.com/moskeytool](http://www.medilabsecure.com/moskeytool).
  - **Harb, M., Faris, R., Gad, A.M., Hafez, O.N., Ramzy, R. et Buck, A.A. (1993).** The resurgence of lymphatic filariasis in the Nile delta. *Bulletin of the World Health Organization*, 71(1), 49.

- **Hoogstraal, H., Meegan, J.M., Khalil, G.M. et Adham, F.K. (1979).** The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-78. 2- Ecological and entomological studies. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene. 73(6) : 624-629.
- **Institut Pasteur, (2014)** Dengue. <http://www.pasteur.fr/fr/institut-pasteur/presse/fiches-info/dengue>, consulté le 10/11/14
- **Katz, T.M., Miller, J.H. et Hebert, A.A. (2008).** Insect repellents: historical perspectives and new developments. J Am Acad Dermatol. 58(5):865-71.
- **Laboudia, M., Faraja, C., Sadak, A., Harrat, Z., Boubidi, S. C., Harbach, R. E., El Aouada, R. et Lintond, Y. M., (2011),** DNA barcodes confirm the presence of a single member of the Anopheles maculipennis group in Morocco and Algeria : An. sicaulti is conspecific with An. labranchiae. Acta. Trop. 2011. 118(1) :6-13.
- **Marquardt, W. C. (2005).** Biology of Disease Vectors. Second Edition, Elsevier Academic Press. 816 p.
- **McMichael, A.J., Woodruff, R.E. et Hales, S. (2006),** Climate change and human health : present and future risks, Lancet, 367, pp. 859-869.
- Meegan J.M., (1979). Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-78. I. Description of the epizootic and virological studies. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 73, 618-623.
- **Monath, T.P. et Vasconcelos, P.F. (2015).** Yellow fever. J Clin Virol. 2015; 64: 160-73.
- **Mondet, B., Diaïté, A., Gueye Fal, A . et Chevalier, V. (2005),** Relations entre la pluviométrie et le risque de transmission virale par les moustiques : cas du virus de la Rift Valley Fever (RVF) dans le Ferlo (Sénégal), Environnement, Risques & Santé, 4, 2, pp. 125-129.
- **N'guessan, K., Kadja, B., Zirihi, G., Traoré, D. et Aké-Assi, L. (2009).** Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte d'Ivoire). Sciences & Nature, 6 (1) : 1-15.
- **OMS, (2015).** Dengue sévère. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/fr/>, consulté le 05/07/15
- **OMS, (2015),** Paludisme. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/fr/>, consulté le 05/07/15
- **OMS,(2012).**Thèmes de santé : Dengue. [En ligne], <http://www.who.int/topics/dengue/fr>.
- **OMS, (2015).** Rapport sur le paludisme dans le monde : résumé et points essentiels. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/fr/>
- **OMS, (2015).** Thèmes de santé : Filarioses lymphatiques. [En ligne], <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs102/fr/>
- **Paluch, G., Bartholomay, L. et Coats, J. (2010)** Mosquito repellents: a review of chemical structure diversity and olfaction. Pest Manag Sci. 66(9) :925-35. Parasitica. 57(4) : 255-265.
- **Ramade, F. (2003).** Eléments d'écologie- écologie fondamentale. Ed. Dunod, Paris,689 p.
- **Régnière, J. (2009).** Predicting insect continental distributions from species physiology. Unasylva. 60:37-42.
- **Rehman, JU., Ali, A. et Khan, IA. (2014)** Plant based products: use and development as repellents against mosquitoes: A review. Fitoterapia. 95 :65-74

- **Reiter, P., Thomas, C.J., Atkinson, P.M., Hay, S.I., Randolph, S.E., Rogers, D.J., Shanks, G.D., Snow, R.W. et Spielman, A. (2004).** Global warming and malaria: a call for accuracy. *Lancet Infect Dis* 4 (6) : 323-4.
- Rodhain F., (2003). Emergences de maladies à transmission vectorielle *Epidémiol. et santé anim.* 2003, 43, 33-49).
- **Rogers, D.J. et Randolph, S.E. (2000)** The Global Spread of Malaria in a Future, Warmer World. *Science* 289. (5485): 1763-6.
- **Sabatier, P. (2007),** Changement climatique et maladies infectieuses outre-mer. In : Changements climatiques et risques sanitaires en France, Observatoire national des effets du réchauffement climatique (ONERC), Paris, pp. 73-87.
- **Schaeffer,B.,Mondet,B. et Touzeau,S.(2005),**Modélisation de la dynamique de moustiques en zone forestière - Application à *Aedes (Stegomyia) africanus* Theobald, 1910,vecteur de la fièvre jaune en Côte d'Ivoire. *Environnement, Risques & Santé*,4,2,pp. 1-14.
- **Segmane, (2015) in Amara korba,R. (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. Université Badji Mokhtar Annaba.76p
- **Semmler, M., Abdel-Ghaffar, F., Schmidt, J. et Mehlhorn, H. (2014)** Evaluation of biological and chemical insect repellents and their potential adverse effects. *Parasitol Res.* 113(1) :185-8.
- **Sinègre, G. (1974).** Contribution à l'étude physiologique d'*Ae. (Ochlerotatus) caspius* (Pallas, 1771) (Nematocera-Culicidae). Eclosion-Dormance-Développement-Fertilité. Thèse en vue du grade de docteur es-Sciences (Sciences Naturelles). Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
- **SMV et SFP, (2010).** Recommandations de bonne pratique – Texte court : « protection personnelle anti-vectorielle ou protection contre les insectes piqueurs et les tiques ».
- **Souza, R., Petrella, S., Coimbra, T., Maeda, A., Rocco, I., Bisordi, I. ... et Silva, F. (2011).** Salvador (YFV) from naturally infected *Haemagogus (Conopostegus) leucocelaenus* (Diptera, Culicidae) in Sao Paulo State, Brazil, 2009. *Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo*, 53(3), 133-9.
- **Thiberville, S.D., Boisson, V., Gaudart, J., Simon, F., Flahault, A. et de Lamballerie, X. (2013a).**Chikungunya fever: a clinical and virological investigation of outpatients on Reunion Island, South-West Indian Ocean. *PLoS Negl Trop Dis* 7, e2004.
- **Thiberville, S.D., Moyen, N., Dupuis-Maguiraga, L., Nougairede, A., Gould, E.A., Roques, P. et de Lamballerie, X. (2013b).** Chikungunya fever: epidemiology, clinical syndrome, pathogenesis and therapy. *Antiviral Res* 99, 345-370
- **Trari, B. (2017).** Les moustiques (Insectes, Diptères) du Maroc : atlas de répartition et études épidémiologiques. Thèse de Doctorat. Université de Rabat. Maroc. 356p
- **Wilson,E. O. (1988).** The current state of biological diversity. *Biodiversity*, 521(1), 3- 18.
- **Zirihi, G.N., Datté, J.Y., Kra-Adou, K.M. et Grellier, P. (2007).** Phytochemical and pharmacological studies of the alcoholic extract (MFA) of *Fagara macrophylla* (Oliv.) Engl. (Rutaceae) : the chemical structure of the active compound inducing antipaludic activity. *Journal of Chinese Clinical Medicine*, 2 (4) : 205-210.

# *Annexes*

## Annexes

### Fiche technique de récolte des larves

<b>Date</b>	<input type="text" value="...../...../....."/>	<b>Lieu</b>	<input type="text"/>	<b>Enquêteur &amp; GPS</b>	<input type="text"/>
<b>Numéro du point</b>	<input type="text"/>	<b>Identifiant du gîte</b>	<input type="text"/>		
<b>Coord. GPS</b>	<input type="text"/>	<b>Altitude</b>	<input type="text"/>		

<b>Récolte</b>	<b>Type de récolte</b>	<b>Technique de récolte</b>
	<input type="checkbox"/> Larves (L1 à L4) <input type="checkbox"/> Nymphes	<input type="checkbox"/> Louche <input type="checkbox"/> Epuisette <input type="checkbox"/> Autre :
<b>Nb de larves</b>	<b>Nymphe</b>	<b>Adultes</b>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<b>Oeufs</b>	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	

<b>Longueur du gîte</b> _____ cm	<b>Largeur du gîte</b> _____ cm	<b>Profondeur du gîte</b> _____ cm
----------------------------------	---------------------------------	------------------------------------

<b>Type de gîte</b>	
<input type="checkbox"/> <b>Artificiel</b>  <b>Stockage d'eau</b> <input type="checkbox"/> Jarre en terre cuite/béton <input type="checkbox"/> Bidon/citerne plastique <input type="checkbox"/> Fût métallique	<input type="checkbox"/> <b>Naturel</b>  <input type="checkbox"/> Ornière <input type="checkbox"/> Creux de rocher <input type="checkbox"/> Mare (marigot) <input type="checkbox"/> Carrière <input type="checkbox"/> Fosse/Egout <input type="checkbox"/> Canal d'irrigation <input type="checkbox"/> Cour d'eau <input type="checkbox"/> Autre ( _____ )
<input type="checkbox"/> Intérieur <input type="checkbox"/> Extérieur	<input type="checkbox"/> <b>Récipient</b> <input type="checkbox"/> Bidon <input type="checkbox"/> Boîte de conserve <input type="checkbox"/> Bouteille <input type="checkbox"/> Pneu <input type="checkbox"/> Abreuvoir
<b>Matériau du gîte</b>	<input type="checkbox"/> Minéral <input type="checkbox"/> Végétal <input type="checkbox"/> Métal <input type="checkbox"/> Plastique <input type="checkbox"/> Verre
<b>Ensoleillement</b>	<input type="checkbox"/> Toute la journée <input type="checkbox"/> Une partie de la journée <input type="checkbox"/> Jamais
<b>Qualité de l'eau</b>	<input type="checkbox"/> claire <input type="checkbox"/> teintée <input type="checkbox"/> turbide <input type="checkbox"/> polluée
<b>Type de résidus au fond de l'eau</b>	<input type="checkbox"/> rien <input type="checkbox"/> feuilles <input type="checkbox"/> terre <input type="checkbox"/> gravier <input type="checkbox"/> algues
<b>Nature de gîte</b>	<input type="checkbox"/> Permanent <input type="checkbox"/> temporaire
<b>Etat de l'eau</b>	<input type="checkbox"/> stagnante <input type="checkbox"/> courante

<b>Qualité physico-chimique de l'eau</b>			
<b>T°C. de l'eau</b>	<b>pH</b>	<b>Salinité/Condvte.</b>	<b>Oxygène</b>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

<b>Environnement</b>	<b>Végétation autour du gîte</b>	<b>Type de paysage</b>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; min-height: 100px;"> <b>Autres observations</b> </div>	<input type="checkbox"/> Peu dense <input type="checkbox"/> Moyennement dense <input type="checkbox"/> Très dense	<input type="checkbox"/> Forêt <input type="checkbox"/> Prairie / Savane <input type="checkbox"/> Verger / plantation <input type="checkbox"/> Rizières <input type="checkbox"/> Autres cultures
	<b>Dans le gîte</b>	<input type="checkbox"/> Urbain <input type="checkbox"/> Ferme <input type="checkbox"/> Agricole <input type="checkbox"/> Autres ( _____ )
	<input type="checkbox"/> Végétation flottante <input type="checkbox"/> Végétation dressée <input type="checkbox"/> Algues <input type="checkbox"/> Autres débris	

## Résumé

Les Culicidae sont des Diptères Nématocères qui transmettent diverses affections animales et humaines, notamment le Paludisme qui a été un fléau mondial et qui demeure encore préoccupant.

La prévention et la lutte contre ces vecteurs et les maladies qu'ils transmettent dépendent directement de la connaissance de leur biodiversité et de leurs gîtes producteurs.

De Novembre 2018 à Juin 2019, l'inventaire systématique des Culicidae récoltés à Bordj Bou Arréridj dans 25 gîtes prospectés a révélé, après identification, on a enregistré la présence de quatre espèces appartenant à la sous-famille des Culicinae et des Anophelinae.

Au cours de cette étude nous avons identifiée 4 espèces, à savoir : *Culex theileri*, *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* et *Anophèles labranchiae*.

Les paramètres physiques des gîtes, la profondeur, le volume d'eau, les dimensions des gîtes et l'éclairage restent des paramètres déterminant de la densité larvaire dans les différents biotopes.

**Mots clés :** Diptères ; Culicidae ; Gîte ; Bordj Bou Arréridj ; Anophelinae ; Paludisme

## Abstract

The Culicidae are Diptera Nematocera that transmit various animal and human diseases, including malaria, which was a global problem and that is still worrying.

The prevention and control of these vectors and the diseases they transmit depend directly on the knowledge of their biodiversity and their breeding grounds.

From November 2018 to June 2019, a systematic inventory of Culicidae in Bordj Bou Arréridj from different prospected larval habitats, revealed the presence of 4 species belonging to 2 subfamily: Culicinae and Anophelinae.

In this study we identify 4 species as : *Culex theileri*, *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* and *Anophèles labranchiae* with. The physical parameters of the habitats, A depth, the water volume, the size of deposits and illumination are the parameters determining the larval density in different habitats.

**Key words :** Diptera – Culicidae – Habitat – Bordj Bou Arréridj – Anophelinae – Malaria.

## المخلص

البعوضيات هم من ذوات الجناحين، طويل القرون، يلعب دوراً في نقل الأمراض البشرية والحيوانية المختلفة، الملاريا، على وجه الخصوص يعتبر افة عالمية لازلت قائمة في مختلف البلدان. التدخلات والمكافحة ضد هذه النواقل والامراض التي تنتقل مباشرة من خلال معرفة التنوع البيولوجي والمنطقة المنتجة. من أجل فهم أفضل للبنية في ولاية برج بوعريريج، لتحديد البيئات الحيوية الملائمة لكل نوع، تم إجراء هذه الدراسة من شهر نوفمبر 2018 إلى شهر جوان 2019 في خمسة وعشرين منطقة مختلفة. بعد التعرف على العينات سجلنا تواجد أربعة أنواع من فصيلة كيليسين وانوفيلين

خلال هذه الدراسة قد تم التعرف على 4 أنواع: كيليكس تيليري, كيليسيتا لونجياربولاتا, كيليكس بيبياينس, انوفال لابغونشيا

وتظل المعايير الفيزيائية للمنطقة، والعمق، وحجم المياه، وابعاد المنطقة، والإضاءة هي العوامل المحددة لكثافة اليرقات في البيئات الحيوية المختلفة.

**الكلمات المفتاحية:** ذوات الجناحين، البعوضيات، المنطقة، برج بوعريريج، الانوفيلين، الملاريا،