



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

Projet de recherche

Caractérisation des habitats des moustiques (*Diptera*,
Culicidae) dans la région de Bordj Bou Arreridj

Présentée par :

KHALFAOUI Laarem

BELHADDAD Khawla

Membre du Jury :

Président :	MERZOUKI Youcef	MCB	Université de B.B.A.
Encadrant :	AMARA KORBA Raouf	MCB	Université de B.B.A.
Examineur :	BOULAOUED Belkacem A.	MAB	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2019/2020

Pour citer ce document

Khalfaoui L. Belhaddad K. (2020). Caractérisation des habitats des moustiques (Diptera, Culcidae) dans la région de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arréridj. Algérie.

Remerciements

Nous remercions tout d'abord « Dieu » le tout puissant de nous avoir donné du courage, la santé, la patience, et la volonté de mener à bien ce modeste travail.

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

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

Il s'agit de :

Monsieur « MERZOUKI Youcef » maitre de conférences B à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, de l'Université de Bordj Bou Arreridj d'avoir accepté de nos faire l'honneur de présider le jury.

Monsieur « BOULLAOUED BELKACEM Aïmen » maitre-assistant B à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, de l'université de Bordj Bou Arreridj d'avoir accepté de juger notre modeste travail.

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

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À ceux qui ont attendu avec impatience les fruits de leurs bonnes éducations, leurs efforts, leurs sacrifices et leurs encouragements durant toutes mes études... A mes perles du cœur, à mes très chers parents Chaque ligne, chaque mot et chaque lettre vous exprime la reconnaissance, le respect, l'estime et le merci d'être mes parents que dieu le tout puissant, les protège et les gardes.

*À mes frères : **ABDESSATAR ; ABDENOOR KHALIL ; ISLEM ; ABDELBASSET ET MOUHAMED** pour son soutien moral, son encouragement, que dieu vous procure santé et bonheur durant toute votre vie.*

À mes grands-parents maternels, que Dieu vous accorde la santé, la longue vie et la prospérité.

*À mes meilleurs amies, mes amour, mes confidentes, mes amies depuis l'enfance celles qui m'a toujours encouragées et qui m'encourage toujours, celles grâce à qui je me sens heureux et comblé, celles qui fait mon bonheur tout simplement, **RAYANE & LAMIS**, que dieu les garde pour moi à tout jamais.*

*À mes très chères amies : **MERIEM, RAZIKA & INES**, je vous souhaite tous un avenir plein de succès.*

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce travail.

Dédicace

*Ma Chère Mère Ghania A mon Père Nacereddine
Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines
m'ont permis de vivre ce jour. A mon Frères Oussama
Salah mahdi Bilal et mes sœurs Nawal Amal. Je leur
souhaite le bonheur, et toute
La réussite dans la vie*

Khawla

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Table des matières	
Liste des figures et des tableaux	
Introduction	1
2. Présentation du modèle biologique	4
2.1. Position systématique.....	4
2.2. Classification phylogénétique	6
2.3. Morphologie générale des culicidae	6
2.4. Cycle de developpement	9
2.5. Hôte et préférence trophique.....	11
2.6. Rôle écologique	11
2.7. Rôle pathogène des Culicidae	11
2.8. Les Pathogènes transmis a l’homme par les culicidae.....	12
2.9. Les méthodes de lutte contre les Culicidae	13
3. Choix de la région d’étude	16
4. La démarche expérimentale.....	16
4.1. Sur le terrain	16
4.1.1. Prospection des gites.....	16
4.1.2. Le prélèvement.....	17
4.1.3. Caractérisation des gites	18
4.1.4. Mesures <i>in situ</i>	18
4.2. En laboratoire	19
4.3. Méthodes d’exploitation des résultats	20
5. Matériels, produits et budget.....	21
6. Composition de l’équipe et laboratoire d’accueil.....	23
7. Calendrier de travail	24
Conclusion.....	26
Références bibliographiques	27
Annexes.....	i

Liste des figures et des tableaux

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Systématique générale des Culicidae présents en Algérie	5
02	l'arbre phylogénétique de la famille des culicidae	6
03	Les œufs des trois genres des Culicidés	7
04	morphologie schématique d'une larve du culicidae	7
05	Aspect général d'une nymphe de Culicidé.....	8
06	Morphologie générale d'un adulte de Culicinae (<i>Culex pipiens</i>)	9
07	Schéma du cycle de vie des culicidae	10
08	Emergence d'un adulte femelle à partir d'une nymphe de <i>Culex pipiens s. l.</i>	10

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Position systématique des Culicidae	5
02	Quelques affections vectorielles transmises à l'homme par les Culicidae	12
03	Récapitulatif des sites d'études.....	17
04	Les produits consommables a achetés pour le projet.....	21
05	Matériel de laboratoire nécessaire pour la réalisation du projet.....	22
06	Les membres de l'équipe de recherche.....	23
07	Le planning du projet.....	24

Introduction

Certains groupes d'insectes peuvent transmettre à l'homme plusieurs agents infectieux, dont un bon nombre peut se révéler pathogènes. Les Culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations ces derniers ont le premier rôle dans la transmission des maladies à transmission vectorielle comme (Dengue, Zika, Fièvre à Virus west Nile et le paludisme en particulier) qui représentent, aujourd'hui, les problèmes de santé les plus graves dans le monde (OMS, 1999), avec des retombées énormes sur l'économie de nombreux pays et principalement les pays tropicaux (Hassaine, 2002). Ces maladies transmises par les moustiques, infectant chacune plus de 700 millions de personnes dans le monde chaque année, entraînent jusqu'à deux millions de décès par an (Fradin, 1998). L'une de ces maladies, le paludisme, est transmise entre humains par des moustiques femelles adultes du genre Anophèle. Le paludisme est endémique dans les régions tropicales et subtropicales où il cause plus de 300 millions de maladies et au moins un million de décès chaque année (WHO, 2004).

En Algérie il y a quelques alertes a été lancée par les responsables de la santé comme le signalement en 2016 de la présence du moustique tigre dans plusieurs quartiers de la capitale, le comité national des arboviroses s'est mis en état d'alerte pour suivre l'évolution de la situation (Benhissen et al, 2018).

Les moustiques immatures peuvent se développer dans un large éventail d'habitats aquatiques ou de lieux de reproduction où les moustiques femelles pondent des œufs, les larves se développent et se pupifient, et des adultes émergent (Clements, 1992). La grande diversité des habitats immatures forme un gradient allant de petits et très éphémères (par exemple les trous d'arbres, les bassins rocheux et les récipients artificiels) aux grands et permanents (par exemple les plans d'eau saline ou douce naturels et artificiels) (Juliano, 2009). Ces derniers types d'habitats larvaires couramment distribués dans les environnements urbains, ruraux et naturels peuvent inclure des drains, des canaux, des fossés, des empreintes d'animaux, des puits peu profonds, des mares, des étangs de rétention, des marécages, des marais, des bords de cours d'eau et de lacs et des champs irrigués (Laird, 1988). Après la ponte des femelles, la présence et l'abondance des stades immatures sont contrôlées par les caractéristiques environnementales et physico-chimiques de l'habitat (par exemple la disponibilité des ressources alimentaires, des micro-organismes, le pH, la température...), ainsi que par l'occurrence d'interactions d'espèces comme intra ou inter-concurrence, prédation et mutualisme spécifiques (Juliano, 2009 ; Yee et al, 2010). De plus, les processus

écosystémiques opérant à différents niveaux d'organisation et à des échelles temporelle et spatiale régulent les modèles de productivité des habitats larvaires de moustiques dans un contexte paysager plus large (Cardo et al, 2013 ; Rejmánková et al, 2013). Des études antérieures évaluant les habitats naturels et artificiels élucident les relations entre les occurrences d'espèces et les caractéristiques des habitats larvaires, identifient certaines variables environnementales et climatiques qui servent de moteurs de l'abondance des larves vectorielles, identifient les zones avec des habitats appropriés et évaluent le risque de transmission de maladies (Yee et al, 2010 ; Cardo et al, 2013 ; Grech et al, 2013 ; Estallo et al, 2018). Toutes ces informations sont potentiellement utiles pour améliorer les stratégies de lutte actuelles et devraient donc contribuer à des prédictions plus précises de la réponse des moustiques à un environnement changeant (Rejmánková et al, 2013).

La lutte contre les moustiques potentiellement vecteurs de ces maladies et leurs larves constitue l'un des principaux moyens d'éviter la transmission des virus. Des campagnes de démoustication régulières sont menées contre ces insectes à la fois pour la réduction des nuisances au niveau des centres urbains et ruraux. L'efficacité de telles luttes, qu'elles soient chimiques ou biologiques, est tributaire de la connaissance de l'écologie de ces insectes (Lounaci et al, 2014).

Au cours des trois dernières décennies, les études bioécologiques concernant les Culicidés du Maghreb et plus particulièrement de l'Algérie, ont été délaissées; les seuls travaux réalisés sur ces sujets sont des études écologiques disparates, les plus souvent non publiées. La bioécologie des moustiques sur le littoral algérois a fait l'objet de peu de travaux. Dans le Nord de l'Algérie (Berchi, 2000) et (Boudemagh et al, 2013) ont penché sur l'inventaire et l'étude de la bioécologie des Culicidae à l'est, à Alger et Tizi-Ouzou on note les travaux de (Lounaci, 2003) et à l'Ouest les travaux (Hassaine, 2002) à Tlemcen. Quelques d'inventaires ont été entrepris dans les zones arides du sud algérien (Sahara) comme les travaux de (merabti et Ouakid, 2010), de (Benhissen et al, 2014) et de (Benhissen, 2016) dans la région de Biskra. Malheureusement la faune Culicidienne est encore mal connue dans la région de Bordj Bou Arreridj ce qui nous pousse à effectuer une étude préliminaire sur la systématique et la caractérisation des habitats de la faune Culicidienne qui existe dans notre région.

Dans ce contexte, les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Etablir une base de données sur les espèces des moustiques existantes dans la région.

- Définir le milieu d'installation et de prolifération et comprendre l'écologie des larves de la communauté des moustiques avec une proposition des méthodes de lutte.
- Développer des modèles basés sur les données utilisant des modèles linéaires généralisés afin d'évaluer la relation entre les facteurs environnementaux abiotiques et biotiques et l'occurrence et l'abondance des larves de moustiques, Cela pourrait aider les décideurs à identifier les habitats prioritaires à cibler pour le contrôle des larves de moustiques.

2. Présentation du modèle biologique

2.1. Position Systématique :

Les moustiques sont des antennates appartenant à la classe des Insectes holométaboles (corps segmenté en trois parties) de l'embranchement des arthropodes (pattes articulées), dans le règne animal. Ils forment le sous-ordre des Nématocères (avec antennes rondes et longues) dans l'ordre des Diptères (avec deux ailes), Avec les pièces buccales de type piqueur suceur (Rodhain et Perez, 1985).

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

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous-embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Sous-classe	Pterygota
Ordre	Diptera
Sous-ordre	Nematocera
Infra-ordre	Culicomorpha
Super-famille	Culicoidea
Famille	Culicidae

La famille des culicidae comprend 3559 espèces décrites et distribuées au sein de deux sous-familles, les anophelinae et les culicinae (Harbach, 2018 in (<http://www.mosquitocatalog.org>)).

Les espèces Culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de **56 espèces** appartenant principalement aux deux sous familles : **Anophelinae** et **Culicinae** sont représentés avec sept genres. Les Taxorhynchitinae ne sont pas représentés.

La sous famille des Anophelinae qui comprend un seul genre : Anophèles (15 espèces).

La sous famille du Culicinae comprend six genres : Culex (16 espèces), Aedes (16 espèces), Culiseta (6 espèces), Coquillettia (2 espèces), Uranotaenia (2 espèces), Orthopomyia (une seule espèce). (Amara Korba, 2016).

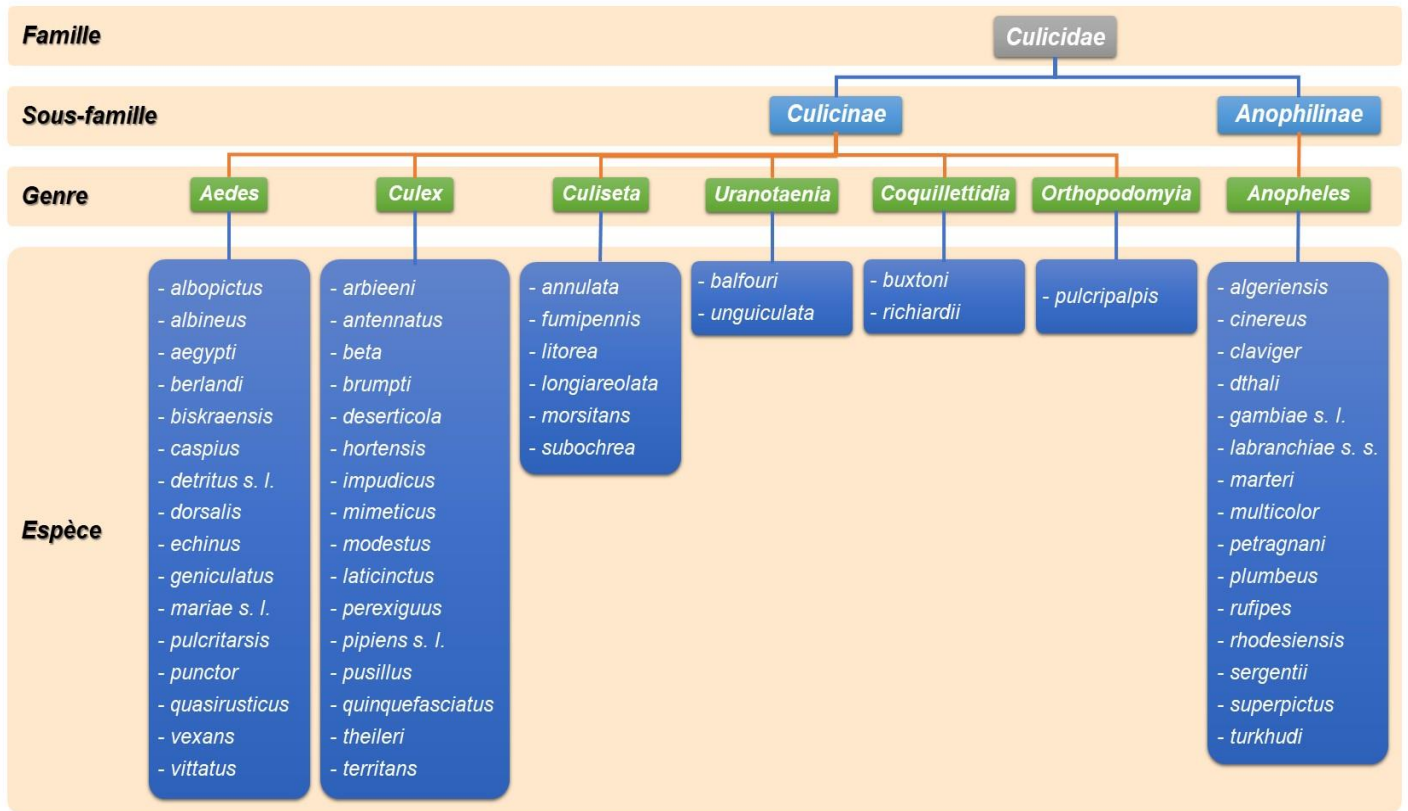


Figure 01 : Systématique générale des Culicidae présents en Algérie (d'après Amara Korba, 2016).

2.2. Classification phylogénétique

La famille des culicidés est monophylétique, mais les relations plus profondes sont en grande partie non résolues. La sous-famille des Anophelinae est une lignée monophylétique basale pour tous les autres Culicidae, et le genre *Chagasia* est une lignée monophylétique basale pour les autres Anophelinae. La sous-famille des Culicinae n'est pas manifestement monophylétique par rapport au genre *Toxorhynchites*. Les tribus Aedini, Culicini et Sabethini sont monophylétiques, mais la monophylie des autres tribus n'a pas été testée et leurs relations phylétiques sont incertaines. (Harbach et Kitching (1998) et Harbach (2007).

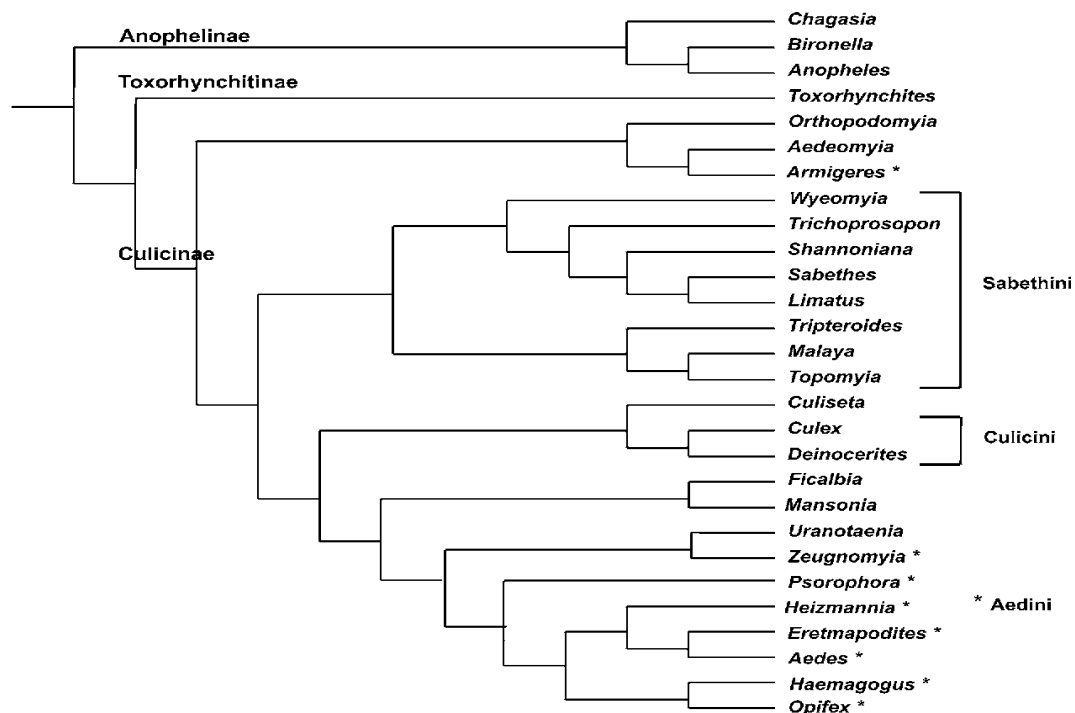


Figure 02 : l'arbre phylogénétique de la famille des culicidae (Harbach, 2007)

2.3. Morphologie générale des culicidae

❖ Les œufs

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur; l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endos-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé, il est de 0.5 mm de taille (Rodhain & Perez, 1985). Au moment de la ponte il est blanchâtre et prend rapidement, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque; une couleur marron ou noire (Séguy, 1949). Les œufs d'*Anopheles* sont pondus isolément à la

surface de l'eau. Leur forme est plus ou moins ovoïde et pourvue latéralement de flotteurs leur permettant de conserver une position horizontale. Les œufs d'*Aedes* sont allongés, rétrécis et montrent un réseau de fines dépressions. Ils flottent horizontalement à la surface de l'eau. Les œufs de *Culex* groupés en nacelle sont cylindro-coniques et se tiennent verticalement (Pressat, 1905 in Lounaci, 2003).



Figure 03 : Les œufs des trois genres des Culicidés. (A) : *Anophèles*, (B) : *Aedes*, (C) : *Culex* (Berchi, 2000).

❖ La larve

Après sa sortie de l'œuf, la minuscule larve grandit en passant par quatre stades larvaires (dits L1 à L4).

Les larves sont aquatiques sa taille maximum, de 8 à 12 mm, elle devra muer 3 fois. et respire l'air atmosphérique en surface grâce à son stigmates respiratoires (Guillaumot, 2005). Les larves présentent 3 tagmes bien distincts : la tête, le thorax, l'abdomen (Claude, 2003).

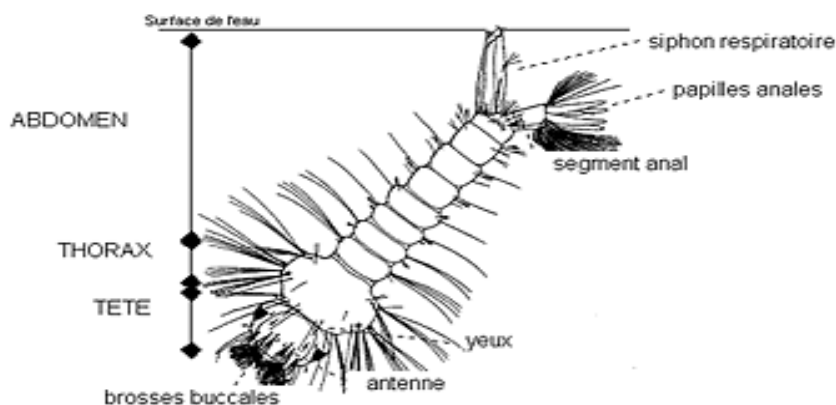


Figure 04 : morphologie schématique d'une larve du culicidae

❖ La nymphe

Elle est en forme de virgule ou de point d'interrogation (Rodhain et Perez, 1985), respire très fréquemment mais ne se nourrissant plus. Elle présente une zone céphalothorax antérieur, sans orifice buccale, avec 2 ocelles et sur la face dorsale, une paire de cornets ou trempettes respiratoires, qui abritent les troncs trachéens principaux et porte à leur extrémité les stigmates respiratoires, sont de morphologie variée selon les espèces :

- Longues et fines chez *Culex* et *Aedes*.
- Courtes et évasées chez les Anophèles.
- L'abdomen incurvé de 8 segments distincts, le 9 et le 10 sont très réduits, mais les 9 portes deux larges et plates expansions, les palettes natatoires utilisées pour les déplacements (Claude, 2003)

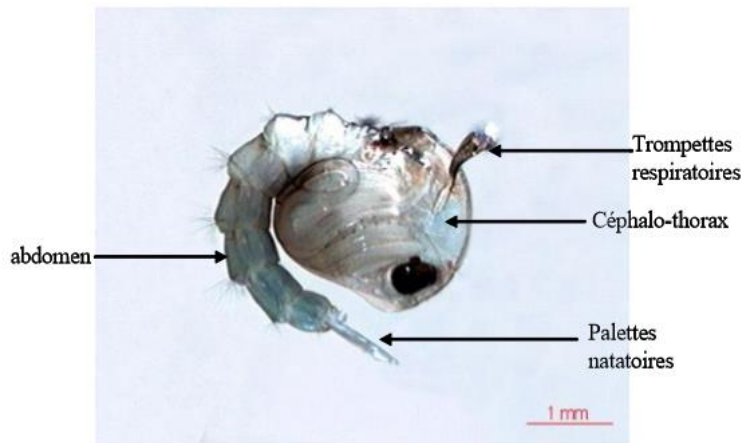


Figure 05: Aspect général d'une nymphe de Culicidé. (Berchi, 2000)

❖ Adulte

Le corps du moustique adulte est composé de trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Gueye, 2013). Les Culicidae possèdent une paire d'ailes et trois paires de pattes. La seconde paire d'ailes est remplacée par deux altères (balanciers). Les adultes mesurent, selon les espèces, de 5 à 20 mm. Le mâle, généralement plus petit que la femelle, est reconnaissable à ses antennes plumeuses qui lui donnent un aspect « moustachu » (Both, 1980 ; Wood, 1984)

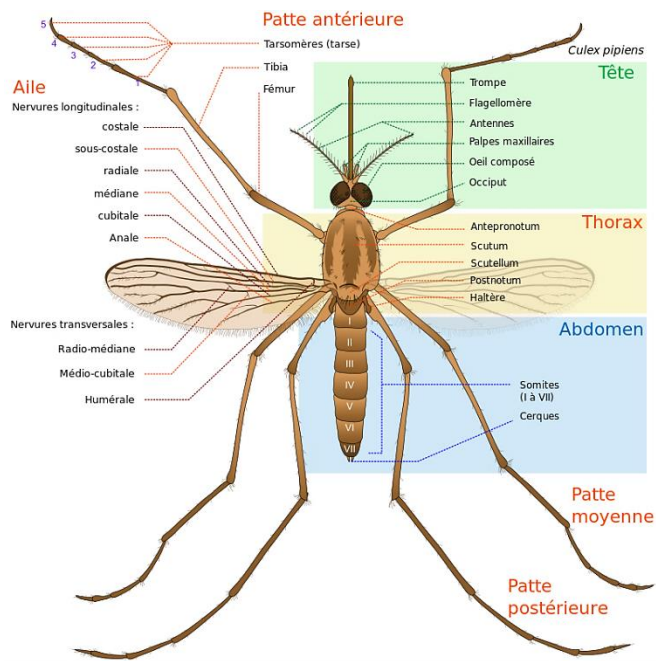


Figure 06 : Morphologie générale d'un adulte de Culicinae (*Culex pipiens*)

2.4. Cycle de vie et développement :

Les moustiques, comme tous les diptères, sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles), c'est-à-dire que la larve et l'adulte ont un aspect et un mode de vie très différents. Le cycle de vie des moustiques comprend quatre stades : œuf, larve, nymphe et adulte, cette métamorphose se déroule en deux phases ; Une Phase aquatique (pré-imaginale) : période de croissance par mues (œuf, larve et nymphe) et une Phase aérienne (imaginale) : période de reproduction sans croissance (adulte) (Guillaumot, 2013). La durée de vie de chaque stade est conditionnée par des paramètres environnementaux (Kye, 1999 ; Lyimo et al, 1991).

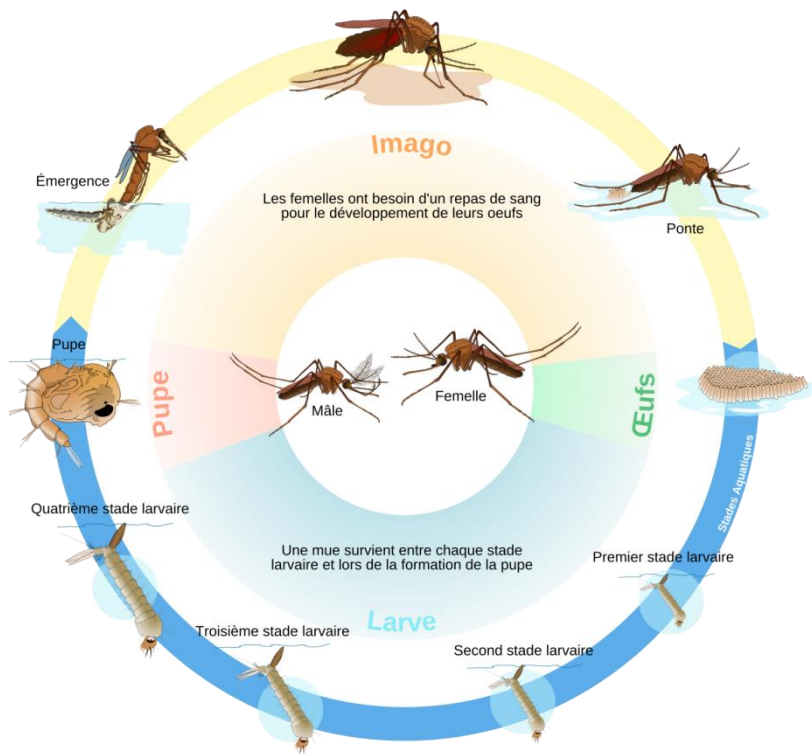


Figure 07 : Schéma du cycle de vie des culicidae

Le cycle s'effectue en plusieurs étapes allant de l'accouplement à l'émergence, passant par la ponte l'éclosion, le développement post embryonnaire et la nymphose



Figure 08: Emergence d'un adulte femelle à partir d'une nymphe de *Culex pipiens s. l.* (Photo par Amara Korba, 2012)

2.5. Hôte et préférence trophique :

Les adultes des deux sexes s'alimentent de jus sucrés provenant du nectar de végétaux, fruits murs etc. Les mâles de tous les Culicidés et les femelles de Toxorhynchites ne sont pas hématophages. Les moustiques hématophages, ils piquent pour prélever du sang et ainsi assurer la maturation de leurs œufs. Seules les femelles piquent. Certaines espèces sont anthropophiles (attirées par l'homme), d'autres sont plutôt mammophiles (attirées par les mammifères), d'autres encore sont ornithophiles (attirées par les oiseaux) ; alors que certains sont batracophiles ou herpétophiles (attirées par les batraciens et les reptiles) (Séguy, 1950). La plupart des moustiques sont très opportunistes et piquent sur des « hôtes disponibles » (Anonyme, 2013).

2.6. Rôle écologique :

Les Culicidés ont un rôle dans les écosystèmes car ce sont les plus importants vecteurs d'agents pathogènes. Ils sont présents dans toutes les surfaces émergées (à l'exception de l'Antarctique). Les adultes mâles se nourrissent de nectar de fleurs, ils participent donc à la pollinisation au même titre que les autres diptères.

Les moustiques sont essentiels à la biodiversité spécifiques et fonctionnelles des zones humides (ruisseau, marécages ou encore saisons des pluies dans les pays tropicaux). Ils ont une importance pour les biologistes car ils leur servent de bio-indicateurs. Les Culicidés (larves et adultes) sont une source de nourriture pour de nombreux prédateurs (insectes, lézards, batraciens, oiseaux...), transférant de l'eau à la terre quantités de biomasse. 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. Elles participent donc à la bio épuration des eaux marécageuses. Le rôle des moustiques a toujours été ignoré alors qu'ils ont un rôle important au sein de la biodiversité. Malgré la mauvaise image que les moustiques ont, il faut apprendre à vivre avec car ils ont un impact plus positif que négatif. (Fang 2010).

2.7. Rôle pathogène des Culicidés :

La faune Culicidienne, par sa large distribution et ses fortes abondances est responsable de la nuisance (piques douloureuses et gênantes) et de la transmission des maladies parasitaires comme le paludisme (OMS, 1993). Ces caractéristiques donnent à cette faune une importance et un intérêt sanitaire de premier plan (Louah et al. 1995).

Selon Da Cunha Ramos et Brunhes (2004), les moustiques sont les principaux vecteurs de pathogènes. Par exemple, parmi les 200 virus connus transmis par les arthropodes, plus de 80% le sont par les moustiques. La plupart des maladies transmises à l'homme par les moustiques, le sont par des espèces anthropophiles ou opportunistes appartenant généralement aux genres *Aedes*, *Culex* ou *Anopheles*.

2.8. Les Pathogènes transmis à l'homme par les culicidae :

Les maladies à transmission vectorielle sont des maladies pour lesquelles l'agent pathogène (qui peut être un virus, un parasite ou une bactérie) est transmis d'un individu infecté à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode (vecteur) (moustique ou bien d'autre arthropode) hématophage (Barré-Cardi, 2014).

Les modalités de transmission des maladies humaines chez les culicidés sont par une piqûre infectieuse, cas des anophèles qui sont les vecteurs exclusifs de *Plasmodium* de mammifères, parasite responsable du paludisme (Robert, 2012).

Les principales maladies transmises à l'homme par les différents genres des culicidae sont résumées dans ce tableau :

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

Maladies	Agent infectieux	Vecteurs	Symptômes	Répartition
Le paludisme	Un protozoaire du genre <i>Plasmodium</i> OMS(2019).	moustique du genre <i>Anophèles</i> . (Institut Pasteur, (2013)	Fièvre, céphalées, courbatures intenses, troubles digestifs, hépatosplénomégalie (Pino et al, 2019)	Afrique subsaharienne, l'Asie du Sud-Est, de la Méditerranée orientale, du Pacifique occidental et des Amériques (OMS, 2019).
Le chikungunya	Le virus est un arbovirus (Alpha virus de la famille des <i>Togaviridae</i>) (Gäuzere, et al, 2016).	Moustique <i>Aedes aegypti</i> et <i>Aedes albopictus</i> . (Chomposri, Jakkrawarn, et al 2016)	Fièvre, maux de tête, éruption cutanée, vomissements et douleurs articulaires. (Kajeguka, Debora C., et al. 2016).	Asie du Sud et du Sud-Est, dans le nord de l'Italie dans le sud-est et le sud de la France Amérique du Sud et Amérique centrale. (Nsoesie, E et al, 2016).
Le virus de la fièvre de la vallée du Rift (FVR)	Le virus appartient au genre <i>Phlébovirus</i> dans la famille des <i>Bunyaviridae</i> (De Araujo Batista ,2015).	Moustiques des genres <i>Aedes</i> et <i>Culex</i> (Pépin, M. 2011).	un syndrome fébrile sans grande gravité, douleurs cervicales, dans des rares cas hépatite, encéphalite, rétinite, fièvre	Dans les pays d'Afrique subsaharienne et à Madagascar En Arabie Saoudite, Yémen (CDC, 2016)

			hémorragique. (Pépin, M. 2011).	
La dengue	Le virus de la dengue appartient à la famille Flaviviridae, genre Flavivirus, quatre sérotypes sérologiquement liées mais antigéniquement distincts existent : (DENV-1, DENV-2, DENV-3 et DENV-4) (Grange et al, 2014).	<i>Moustique Aedes aegypti et Aedes albopictus</i> , vecteur secondaire de la dengue (daudé et al.2015)	une infection virale aiguë caractérisée par une fièvre (DF) qui peut progresser vers une dengue hémorragique (DHF) et précèdent très souvent l'apparition du syndrome de choc (DSS). (daudé et al.2015)	Dans L'Afrique, Asie, l'Amérique du sud (OMS, 2015).
Le zika	Le virus appartient à la famille Flaviviridae, genre Flavivirus (Musso et Gubler, 2016)	Moustique <i>Aedes aegypti</i> et <i>Aedes albopictus</i> (Petersen et al, 2016)	la fièvre, des éruptions cutanées, de la conjonctivite, des douleurs musculaires et articulaires, un état de malaise et des céphalées. (OMS, 2018).	Égypte, Afrique de l'Est, Nigéria, Inde, Thaïlande, Vietnam, Philippines, Polynésie française Îles du Pacifique, Malaisie orientale, Cambodge, Amérique du sud (Petersen et al, 2016).
Filariose lymphatique (La filaire de Bancroft)	parasites du genre filaire que sont <i>Wuchereria bancrofti</i> , <i>Brugia malayi</i> ou <i>Brugia timori</i> . (Woehl, B et al, 2020).	des moustiques vecteurs des genres <i>Culex</i> , <i>Aedes</i> , <i>Anopheles</i> et <i>Mansonia</i> (Hamadé, A, et al, 2019).	un éléphantiasis de la jambe ou du bras, des organes génitaux (hydrocèle), de la vulve et des seins. Des altérations infracliniques, notamment rénales, Des poussées inflammatoires avec surinfection (Gillet, J. et al, 2010).	Régions tropicales et subtropicales (Afrique, Asie, Amérique du Sud, Pacifique (Hamadé, A., et al. 2019)
la fièvre jaune	le virus de la fièvre jaune est le prototype du genre flavivirus dans la famille des Flaviviridae (Marianneau et al, 2010).	moustiques des genres <i>Aedes</i> et <i>Haemagogus</i> . (OMS, 2019).	une maladie fébrile aiguë, caractérisée par une hépatonéphrite, des hémorragies et un choc hypotensif (Marianneau et al, 2010).	Les régions tropicales d'Afrique, d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud. (OMS, 2019).

2.9. Méthodes de lutte contre les culicidae :

Il existe de nombreuses méthodes de lutte, dont le choix sera guidé en fonction de critères liés à l'efficacité recherchée sur les composantes de la capacité vectorielle, à la biologie des vecteurs et à leur comportement, au contexte épidémiologique (transmission saisonnière, prolongée ou situation épidémique) et aux ressources humaines et financières disponibles. (Bouyer et al, 2017).

La lutte anti vectorielle :

La lutte anti vectorielle comprend la lutte et la protection contre les arthropodes hématophages, vecteurs d'agents pathogènes à l'homme et aux vertébrés, et leur surveillance. Elle inclut la lutte contre les insectes nuisant quand ces derniers sont des vecteurs potentiels ou lorsque la nuisance devient un problème de santé publique ou vétérinaire (Fontenille et al, 2009). L'objectif général de la lutte anti vectorielle est la réduction de la mortalité ou de la morbidité des maladies à transmission vectorielle (Bouyer et al, 2017).

Lutte physique :

La lutte physique inclut : L'élimination des gîtes larvaires ; La modification des habitats favorables aux adultes, peuvent être définitives, comme l'assèchement des zones humides par drainage ou comblement, la rénovation des fossés ou canaux en béton pour éviter la stagnation des eaux ; La destruction des hôtes préférentiels, la mise en place d'une protection physique empêchant le contact hôtes-vecteurs et l'utilisation de pièges. (Bouyer et al, 2017).

Lutte chimique :

Les opérations de démoustication visent essentiellement l'imago, les produits utilisés le plus couramment sont les organochlorés, les organophosphorés, les carbanates, les pyréthriinoïdes, le chlorpyrifos, le fénitrothion, le fenthion, l'iodofenphos, le naled, le pyrimiphos-méthyl...

▪ Les régulateurs de croissance :

Sont des analogues d'hormones d'insectes. Les juvénoïdes perturbent le développement larvaire et empêchent la transformation en nymphe ou en adulte. Les ecdysoïdes inhibent la synthèse de la chitine au moment de la mue. Certains régulateurs de croissance peuvent également agir comme chimio-stérilisants des femelles adultes chez les moustiques (Ohashi et al, 2012).

▪ Insecticides d'origine bactérienne :

Certaines bactéries du genre *Bacillus* présentent la particularité de former au moment de leur sporulation un cristal protéique toxique pour les insectes, par exemple *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti) et *Bacillus sphaericus* (Bs). Le cristal de Bti est constitué de quatre toxines majeures, Cry4A, Cry4B, Cry11A et Cyt1Aa (Regis et al, 2001), avec des modes d'action différents codés par des gènes différents. Le cristal de Bs ne comporte qu'une seule toxine

binaire, composée de 2 polypeptides. Ce sont des larvicides qui doivent être ingérés par les larves pour être actifs. (Bouyer et al, 2017).

Lutte biologique :

La lutte biologique est définie comme l'utilisation de prédateurs, parasites ou pathogènes. Ennemis naturels :

- **Par les poissons larvivores :** l'utilisation de prédateurs de larves de moustiques représentés par les poissons culiciphages (Fécherolle, 2008).
- **Par les champignons :** *Beauveria bassiana* et *Metarhizium anisopliae* sont les principales espèces utilisées. L'infection des moustiques adultes par les spores de ces champignons entraîne leur mort en 11-14 jours, ce qui dans le cas des anophèles réduit potentiellement de 80 fois leur capacité à transmettre *Plasmodium* sp. (Blanford et al, 2005).
- **Moustiques prédateurs:** les larves du genre *Toxorhynchites* se nourrissent des larves d'autres moustiques.
- **Le lâcher de mâles stériles :** est une stratégie autocide de la lutte biologique et constitue la technique de l'insecte stérile (TIS). elle est exemptée des procédures sur les organismes génétiquement modifiés en Europe (EFSA Panel on Genetically Modified Organisms [GMO], 2013). En effet, elle consiste en l'irradiation de mâles élevés en masse, qui sont ensuite lâchés, préférentiellement par voie aérienne, pour aller s'accoupler avec les femelles sauvages (Dyck et al, 2005).

La TIS est également en cours de développement contre les moustiques, à la fois contre les *Aedes* vecteurs des virus de la dengue et du chikungunya (Oliva et al, 2012) et contre les anophèles (Munhenga et al, 2011).

Lutte génétique :

Il est possible de remplacer la TIS par l'utilisation de souches transgéniques portant des gènes létaux (Alphey, 2014). Plusieurs systèmes génétiques ont été proposés, avec des potentiels de diffusion dans la population cible très variables. On peut citer par ordre croissant de potentiel invasif, et sans être exhaustif : le double RIDL (release of insects carrying a dominant lethal genetic system), entraînant la mort des descendants mâles et femelles, équivalant de la TIS mais avec une seule mutation.

Exposé du programme (population étudiée, échantillonnage, démarche expérimentale)

3. Choix de la région d'étude

La région 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 s'étend sur une superficie de 3921 km². Géographiquement, elle est située au point géographique 36° de latitude Nord et 4°30' de longitude Est. L'altitude de la wilaya varie entre le point culminant dans la commune de Taglait, au Sud de la wilaya, à 1885 m et le point le plus bas sur l'Oued Bousselem à l'Est, soit 302 m. Le climat est de type méditerranéen, la région appartient à l'étage bioclimatique semi-aride aux hivers rigoureux et aux étés secs et chauds caractérisé par une pluviométrie comprise entre 300 et 600 mm (A.N.D.I, 2013), et par une température (moyenne annuelle : 1990 à 2018) élevée qui atteint 15,74°C avec de fortes variations saisonnières (27,58°C en juillet et 6,18°C en janvier).

4. La démarche expérimentale

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 et de caractériser ces gîtes (partie faite sur le terrain).
- L'identification des spécimens récoltés. L'analyse chimique de l'eau et les caractéristiques du sol des gîtes (partie faite en laboratoire). (Protocole expérimental en annexes).

4.1. Sur le terrain

4.1.1. Prospection des gîtes

Les prospections consistent à rechercher systématiquement tous les gîtes larvaires potentiels de moustiques, à les identifier et à effectuer des prélèvements de larves dans les gîtes positifs. Ainsi, à chaque passage dans une station, les collections d'eau susceptibles d'héberger des stades pré-imaginaux de moustiques seront prospectées (Coffinet et al., 2009). La prospection des gîtes comprend d'abord l'observation directe de la présence ou non de larves de moustiques. Les différents sites à prospecté sont présenté dans le tableau 1.

Tableau (3). Récapitulatif des sites d'études

Sites	Stations	Coordonnées géographiques	
		Latitude	Longitude
Bordj Bou Arreridj	La zone industrielle	36°3'22.1791"N	4°44'46.9777"E
	Boumergued	36°3'38.1284"N	4°47'17.3954"E
	Ain Sbika	36°6'52.6781"N	4°49'39.4785"E
El Hammadia	Oued Lakhder	35°56'44.7762"N	4°48'51.8939"E
	Biyata	35°59'27.98955" N	4°46'44.67433"E
El Annasser	Université De BBA	36°2'48.3687"N	4°48'2.99376"E
	Oued El Faregh	36°2'54.6766"N	4°47'54.7768"E
	Gemour	36°2'11.7642"N	4°51'2.9983"E
Belimour	Oued Belimour	36°2'56''N	4°48'3 "E
Ras El Oued	Kerbet Ben Saadoun	35°56'16.9470"N	5°4'0.1906"E
	Douar Bouguebis	35°59'25.4168"N	5°1'4.7462"E
Ain Taghrout	Barrage Ain Zada	36°10'26.5034"N	5°9'0.4862"E
El Achir	Oued Lachbour	36°4'44.8353"N	4°40'11.1878"E
Zemoura	Oued Chertiouah	36° 16' 22.8678"N	4° 45' 19.8894"E
	Ouled Chaouech	36°14' 21.102"N	4° 49' 39.6084"E
Medjana	Barrage Medjana	36°6'19.0494"N	4°41'7.7750"E
	Oued Ouerdig	36° 8' 8.8146"N	4° 41' 6.936"E
El Rabta	Legradj	35° 56' 8.2962"N	4° 45' 46.6992"E
Hasnaoua	Oued El Melah	36° 10' 12.7338"N	4° 51' 23.5614"E

4.1.2. Le prélèvement

L'échantillonnage sera conduit En cas de présence de stades immatures des moustiques, des prélèvements des larves et des nymphes étaient effectués par la méthode dipping (Coffinet et al. 2009) et au moyen d'une louche de 1L. Cette méthode à consister à réaliser une dizaine de plongées de louche à plusieurs endroits du point de récolte afin de maximiser les captures. Ainsi, les stades pré-imaginaux des moustiques capturés étaient transférés dans des plateaux à l'aide des pipettes de transfert puis transportés dans des glacières au laboratoire pour le montage. Les prélèvements de larves seront régulièrement effectués à un intervalle de 3 à 4 semaines durant une année.

Les stades pré-imaginaux des Culicidés sont mis dans des bocaux sur lesquels on note la date, l'heure de prélèvement et le nom de la station.

4.1.3. Caractérisation des gîtes

Divers paramètres des gîtes larvaires de moustiques seront relevés *in situ* tels que la température de l'eau (T°C), l'oxygène dissous (O₂ mg/l), la salinité (S ‰), la conductivité électrique (Cd ms/cm), le pH, et la profondeur de l'eau (cm) à l'aide d'un appareil multi paramètre portatif et du mètre. Les informations suivantes ont été prises dans une fiche technique : les coordonnées géographiques le type de collection d'eau, l'origine de l'eau, le type de substrat (argile, limon, gravier, sable), la couverture végétale émergente, submergée et de la canopée (pourcentage / proportion de la végétation recouvrant la surface de l'habitat larvaire), la présence de prédateurs, concurrents et la densité larvaire par stades (Mahgoub et al. 2017), (estimation de densité larvaire en annexes), la taille et la profondeur du gîte, la température et le pH de l'eau du gîte (Fiche technique en annexes).

Analyse physico-chimique de l'eau

L'analyse sera effectuée en échantillonnant l'eau de chaque site. L'échantillon d'eau sera stocké dans une glacière et transporté au Laboratoire de l'université. Les échantillons seront ensuite analysés pour la concentration totale en solides dissous (TDS), l'alcalinité, la dureté, le chlorure et la concentration d'orthophosphate et de nitrate selon des méthodes standard.

Les paramètres chimiques de l'eau sont mesurés au laboratoire après prélèvement d'échantillon dans chaque site. (Certains paramètres peuvent être mesuré directement sur terrain et d'autres en laboratoire).

4.1.4. Mesures *in situ*

La température, le pH, la conductivité, l'alcalinité et l'oxygène dissous doivent être mesurés *in situ*. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions de milieu et susceptible de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur site. L'idéal est d'effectuer les mesures en continu (sauf l'alcalinité qui se mesure par titration).

Température :

La température agit en particulier sur la durée de développement des stades larvaire, elle doit être mesurée *in situ* à l'aide d'un thermomètre.

Conductivité électrique

La conductivité électrique représente la résistance qu'oppose l'eau au passage d'un courant électrique. Elle est exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$. C'est un paramètre d'appréciation des concentrations globales des matières en solution (éléments ionisés dissous) dans l'eau. La conductivité augmente lorsque la température s'accroît, elle est mesurée par un conductivimètre.

PH (Potentiel Hydrogène)

Il présente la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14 étant le PH de neutralité. Le pH doit être mesuré le plus souvent et de préférence in situ, à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie.

Salinité

La salinité mesure la concentration d'une eau en sels dissous (chlorure de sodium, chlorure de magnésium, sulfate de magnésium, etc.) au travers de la conductivité électrique de cette eau, elle s'exprime sans unité.

L'oxygène dissous

Est un paramètre non négligeable pour la survie des espèces, les processus biochimiques avec la dégradation de la matière organique, la respiration cellulaire...L'oxygène dissous doit être mesuré sur terrain car les concentrations présentent de grandes variations en des temps très courts si l'échantillon n'a pas été convenablement conservé. Cette étude est réalisée par la méthode de dilution Afnor (NF EN 1899-1).

Les sels nutritifs : ions nitrite, nitrate, ammonium et phosphate, seront analysés au laboratoire.

Toutes ces mesures sont prises sous les nappes de la jacinthe d'eau. Comme les nutriments nécessitent des traitements chimiques (dosages), ils ont été conservés dans des bouteilles maintenues au froid ($4\text{ }^{\circ}\text{C}$) pour les analyses au laboratoire. La méthode par spectrophotométrie a été pour ce faire utilisée.

4.2. En laboratoire

Les différentes larves récoltées seront ensuite triées et dénombrées par sous-famille (Anophelinae ou Culicinae). Ces larves et nymphes ont été élevées jusqu'à l'obtention des moustiques adultes. Ils ont été identifiés morphologiquement au niveau du genre (Anopheles,

Culex, Aedes) sous une loupe binoculaire (Akono et al. 2017), à l'aide de la clé de détermination et le logiciel de détermination des Culicidae: (Mosquito Key Tool ver 1.2 de Gunay et al. 2017). qui permettent l'identification en se basant sur un ensemble de critères et de descripteurs microscopiques très précis.

4.3. Méthodes d'exploitation des résultats

L'ensemble des mesures physico-chimiques, effectuées dans le milieu aquatique, doit pouvoir conduire à une appréciation globale de la qualité de l'eau des gîtes. Pour cette approche, les valeurs enregistrées mensuellement sont retenues. Les facteurs abiotiques de ces biotopes seront étudiés globalement par une analyse en composante principale, ACP, afin d'établir une typologie de ces gîtes. Le choix de cette analyse se justifie par le fait que les variables étudiées sont quantitatives (Bouroch et Saporta, 1994). À partir de cette ACP, l'ajout des densités pré-imaginale des larves récoltées en tant que des variables supplémentaires permettra d'étudier les relations entre ces espèces et les facteurs abiotiques. Les traitements statistiques seront avec le programme Statistica, version 12.

Pour examiner l'effet simultané de tous les paramètres physico-chimiques sur la densité de l'espèce, nous utiliseront une régression linéaire multiple qui permet d'estimer l'effet de chaque facteur sur la densité lorsque les autres sont présents. Les variables explicatives ou indépendantes sont les paramètres abiotiques (X) et la variable expliquée dépendante (Y) est l'abondance des larves des moustiques. On peut alors observer l'effet de chaque paramètre sur les espèces et voir comment réagit l'espèce vis-à-vis de tous les paramètres retenus.

5. Matériels, produits et budget

Le budget total pour effectuer ce projet est estimé à 166450 DA, pour plus de détails voir les tableaux ci-dessous :

Tableau (4). Les produits consommables a achetés pour le projet

Consommables			
Désignation	Quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)
Boite de pétrie en polystyrène	100	120	12000
Frais de Transport (location de véhicule)	14	3500	49000
Lame porte objet (lot de 100)	5	1000	5000
Lamelles couvre-objet (lot de 100)	10	600	6000
Lot de 500 aiguilles entomologiques	2	2400	4800
Minuties inox –12mm, diamètre 0,1mm	2	200	4000
Alcool éthylique absolu 99.9% (5L)	1	6000	6000
Tulle moustiquaire (Rouleau 30 mètre)	1	3000	3000
Pipette en plastique (lot de 50)	2	800	1600
Acétate flacon de 1 litre	2	2400	4800
Étiquettes en papier	2	200	400
Baume du Canada - 15 ml	2	1800	3600
Potasse Caustique Ecailles (KOH) 100g	10	400	4000
Xylène (500ml)	1	6000	6000
Eau distillée (10l)	2	600	1200
Total (DA)			111400

Tableau(5). Matériel de laboratoire nécessaire pour la réalisation du projet

matériel de laboratoire				
Désignation	Quantité	Prix unitaire (DA)	Total (DA)	Disponibilité
Aspirateur à bouche entomologique	2	2400	4800	Non
Bac blanc en plastique	20	300	6000	Non
Perche graduée	2	1200	2400	Non
Perche télescopique	3	800	2400	Non
Filet entomologique	2	1200	2400	Non
Passoire en plastique	3	50	150	Non
Louche en alu. (Capacité 1 litre)	3	350	1050	Non
Appareil GPS	1	/	/	Oui
Appareil photo	1	/	/	Oui
Ordinateur	1	/	/	Oui
Logiciel	1	12000	12000	Oui
Mètre ruban (5m)	1	450	450	Non
Trousse entomologique	2	10000	20000	Oui
Appareil multi-paramètres (PCE-PHD1)	1	/	/	Oui
Microscope	2	/	/	Oui
Caméra pour microscope	1	/	/	Oui
Loupe binoculaire	2	/	/	Oui
Glacières	2	1700	3400	/
Plaque chauffante	1	/	/	Oui
Balance électronique	1	/	/	Oui
Total (DA)			55050	

*Disponibilité au niveau du laboratoire pédagogique de l'université

6. Composition de l'équipe et laboratoire d'accueil

L'étude que nous proposons nécessite un chef de projet et une équipe pluridisciplinaire incluant spécialistes en écologie, entomologie, biodiversité, biostatistiques.

1- Membres d'équipe de projet :

Tableau(6). Membres de l'équipe de recherche

Nom	Prénom	Grade	Affiliation	Spécialité
AMARA KORBA	Raouf	MCB	Université de B.B.A.	Ecologie et biodiversité
BENSOUILAH	Taqiyeddine	MCB	Université de B.B.A.	Ecologie et biodiversité
MERZOUKI	Youcef	MCB	Université de B.B.A.	Protection des végétaux
BOULAOUED	Belkacem A.	MAB	Université de B.B.A.	Zoologie et Ecologie
KHALFAOUI	Laarem	E. G.	Université de B.B.A.	Ecologie et biodiversité
BELHADAD	Khaoula	E. G.	Université de B.B.A.	Ecologie et biodiversité

*(E. G.) Etudiant en graduation

2- Chef de projet :

AMARA KORBA Raouf

Vice doyen chargé des études et des questions liées aux étudiants

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers

Université Mohamed el Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arreridj

E-mail : raouf.amarakorba@univ-bba.dz

La présente étude sera accueillie par le laboratoire pédagogique de zoologie de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers, université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arreridj.

7. Calendrier de travail

Ce projet se réalisera sur une période d'une année.

Les prélèvements de larves seront régulièrement effectués à un intervalle de 3 à 4 semaines durant une année.

Tableau(7). Le planning du projet

Activités	Période de réalisation du projet en mois												
	2020			2021									
	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Choix du sujet													
Elaborer un plan													
Recherche bibliographique													
Mise au point du protocole													
Préparation du matériels													
Partie expérimentale													
Rédaction du rapport													
Soutenance													

Durant ans la période d'inactivité des moustiques :

Octobre : Choisir un sujet pour notre mémoire il est extrêmement important de choisir un sujet de mémoire pertinent, faisable et qui nous intéresse.

Novembre : Préparation du plan de travail et la construction de la problématique.

Décembre : La recherche théorique a commencé : collecte d'informations et de données sur le sujet de mémoire.

Janvier : développer un protocole expérimental (choix des sites, la standardisation des méthodes d'échantillonnage...).

Février : préparation de la démarche expérimentale :

Les ressources matérielles : matériels disponibles en laboratoire (produits, appareils, etc.) et de les préparer.

Durant la période de l'activité des moustiques :

Mars : commencer l'échantillonnage et la caractérisation des gîtes larvaires, mise en élevage des stades pré-imaginaux, le montage des larves, des adultes et l'identification des espèces recueillies sur le terrain.

Mi-septembre : analyse et traitement des données, rédaction du rapport ou de l'article afférant.

Mi-octobre : vérifier le manuscrit, préparer les révisions, remise du mémoire (en version papier et électronique, format PDF ou Word).

Conclusion

Les moustiques constituent un problème majeur de santé, en tant que vecteur potentiel de la transmission de nombreux agents pathogènes capables d'affecter l'homme.

Acquérir des connaissances sur la biotypologie de ces moustiques est une étape essentielle dans toute stratégie de lutte.

Une lutte anti moustique efficace nécessite d'un part une parfaite connaissance des principales composantes abiotiques des gîtes, principalement les paramètres physico-chimiques qui jouent un rôle primordial dans la biologie et aussi dans la structure et la dynamique de biocénose, et d'autre part l'identification des espèces attirées par chaque type de gîte.

Les résultats de cette étude, la première du genre dans la région, permettent également : d'explorer la biodiversité des espèces de moustiques lors d'enquêtes.

La dynamique du peuplement culicidien, en relation avec la qualité physico-chimique des eaux et des saisons.

La répartition des gîtes larvaires des stations étudiées selon leurs caractéristiques physico-chimiques et à connaître Les facteurs abiotiques locaux, les plus influents sur le développement des larves de moustiques culicidés.

Selon les densités larvaires, connaître les affinités entre les espèces de moustiques et leurs milieux de développement préférés.

Les résultats de cette étude contribueront à l'apport d'informations pour la surveillance entomologique et pour mieux planifier et orienter les activités de la lutte antivectorielle qui pourront être ciblées, selon les espèces et la saison et selon les types de biotopes au niveau local et national.

Références bibliographiques

- **Agence Nationale de Développement de l'Investissement A.N.D.I (2013).** Wilaya de Bordj Bou Arreridj. 14 pages.
- **Alphay, L. (2014).** Genetic control of mosquitoes. *Annu. Rev. Entomol.*, 59 : 205-224.
- **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.
- **Anonyme. (2003)** Organisation mondiale de la santé Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 : 233226.
- **Barré-Cardi H. (2014).** Les Risques Sanitaires Liés Aux Moustiques En Corse. Collection Corse d'hier et de demain, Corse, 5 : 13-26.
- **Benhissen S., (2016).** Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région d'Ouled-Djellal (Biskra). Effet des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte. Thèse de Doctorat, Université d'Annaba, Algérie, 135p.
- **Benhissen, S. Habbachi W. Masna F., Mecheri H., Ouakid ML, Bairi A., (2014).** Inventaire des Culicidae des zones arides: cas des oasis d'Ouled-Djellal (Biskra; Algérie). *Journal ElWahat*, 7(2), 86-91.
- **Benhissen, S., Habbachi, W., Rebbas, K., & Masna, F. (2018).** Études entomologique et typologique des gîtes larvaires des moustiques (Diptera: Culicidae) dans la région de Bousaâda (Algérie) Entomological and typological studies of larval breeding sites of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Bousaâda area (Algeria). *Bulletin de La Société Royale Des Sciences de Liège*.
- **Berchi S, (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse Doc. Es. Science. Université. Constantine : 133p.
- **Blanford, S., Chan, B.H., Jenkins, N., Sim, D., Turner, R.J., Read, A.F., Thomas, M.B. (2005).** Fungal pathogen reduces potential for malaria transmission. *Science*, 308 (5728): 1638-1641.
- **Both M. (1980).** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie.

- **Boudemagh, N., Bendali-Saoudi, F., & Soltani, N. (2013).** Inventory of Culicidae (Diptera: Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of Biological Research*, 4(2), 94-99.
- **Bouroche J.M., Saporta G., (1994).** L'analyse des données. Ed. PUF, Paris, no 1854, 127p.
- **Bouyer, Jérémy ; Gentile, Ludovic de ; et Chandre, Fabrice. (2017)** .Chapitre 5. La lutte anti vectorielle In : Entomologie médicale et vétérinaire. Marseille p. 89-120
- **Cardo, M. V., Vezzani, D., & Carbajo, A. E. (2013).** The role of the landscape in structuring immature mosquito assemblages in wetlands. *Wetlands ecology and management*, 21(1), 55-70.
- **Chomposri, J., Thavara, U., Tawatsin, A., Boonserm, R., Phumee, A., Sangkitporn, S., & Siriyasatien, P. (2016).** Vertical transmission of Indian Ocean Lineage of chikungunya virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. *Parasites & Vectors*, 9(1), 227.
- **Claude M. (2003).** Parasitologie et mycologie médicale, éléments de morphologie et de biologie. Ed, Médicales internationales, 796p.
- **Clements, A. N. (1992).** The biology of mosquitoes: development, nutrition and reproduction (Vol. 1, pp. 333-335). London: Chapman & Hall.
- **Coffinet T., Rogier C. & Pages F., (2009).** Évaluation de l'agressivité des anophèles et du risque de transmission du paludisme: méthodes utilisées dans les armées françaises. *Med Trop.* 69: 109-122.
- **Da Cunha Ramos, H., & Brunhes, J. (2004).** *Insecta diptera culicidae uranotaenia* (Vol. 91). Editions Quae.
- **Daudé, É., Vaguet, A., & Paul, R. (2015).** La dengue, maladie complexe. *Natures Sciences Sociétés*, 23(4), 331-342.
- **De Araujo Paredes Batista, R. L. (2015).** Génétique de la résistance à la fièvre de la vallée du Rift: Rvfs2 confère une tolérance à l'hépatite (Doctoral dissertation, Paris 6).de Recherche Biosystématique, Ottawa (Ontario), 92 p.
- **Dyck, V.A., Hendrichs, J., Robinson, A.S. (2005).** Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management. Springer, Dordrecht, Netherlands, 787 p
- **Estallo, E. L., Sangermano, F., Grech, M., Ludueña-Almeida, F., Frías-Céspedes, M., Ainete, M., & Livdahl, T. (2018).** Modelling the distribution of the vector *Aedes*

- aegypti in a central Argentine city. *Medical and veterinary entomology*, 32(4), 451-461.
- **Fang, J. (2010).** Ecology: a world without mosquitoes. *Nature News*, 466(7305), 432-434.
 - **Fécherolle, J. (2008).** Évaluation de l'efficacité des actions de lutte anti-vectorielle en France : état des lieux et recommandations. Mémoire de l'école des hautes études en santé publique. 50p.
 - **Fradin, M. S. (1998).** Mosquitoes and mosquito repellents: a clinician's guide. *Annals of internal medicine*, 128(11), 931-940.
 - **Gaüzere, B. A., & Aubry, P. (2016).** Infection à virus Chikungunya. Cours de médecine tropicale en ligne: <http://medecinetropicale.free.fr/cours/chik.pdf>.
 - **Grange, L., Simon-Loriere, E., Sakuntabhai, A., Gresh, L., Paul, R., & Harris, E. (2014).** Epidemiological risk factors associated with high global frequency of inapparent dengue virus infections. *Frontiers in immunology*, 5, 280
 - **Grech, M., Sartor, P., Estallo, E., Ludueña-Almeida, F., & Almirón, W. (2013).** Characterisation of *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) larval habitats at ground level and temporal fluctuations of larval abundance in Córdoba, Argentina. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 108(6), 772-777.
 - **Guillaumot L. (2013).** Les Moustiques Et La Dengue. Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie <<http://www.institutpasteur.nc/les-moustiques-et-la-dengue/#generalites#>>, 10/03/2015.
 - **Guillet, P., Chandre, F., & Mouchet, J. (1997).** L'utilisation des insecticides en santé publique: état et perspectives. *Médecine et maladies infectieuses*, 27, 552-557.
 - **Hamadé, A., Bensalah, N., Woehl, B., Jambert, L., Bellity, A., Pianezze, M., & Buschenreider, N. (2019).** Filariose, Kaposi méditerranéen: Afrique, Asie, Pacifique, Bassin méditerranéen. *JMV-Journal de Médecine Vasculaire*, 44(2), 124-125.
 - **Harbach, R. E. (2007).** The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa*, 1668(1), 591-638.
 - **Harbach, R. E., & Kitching, I. J. (1998).** Phylogeny and classification of the Culicidae (Diptera). *Systematic Entomology*, 23(4), 327-370.
 - **Hassaine, K., (2002).** Les culicides (Diptera- Nematocera) de l'Afrique méditerranéenne. Bioécologie d'*Aedes caspius* et d'*Aedes detritus* des marais salés, d'*Aedes mariaae* des rock Pools littoraux et de *Culex pipiens* des zones urbaines de la région occidentale algérienne. Thèses Doc.d'état. Univ. Tlemcen: 203p

- **Institut Pasteur (2013)** paludisme. <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/paludisme>, consulté en janvier 2013.
- **Juliano, S. A. (2009)**. Species interactions among larval mosquitoes: context dependence across habitat gradients. *Annual review of entomology*, 54.
- **Kajeguka, D. C., Kaaya, R. D., Mwakalinga, S., Ndossi, R., Ndaro, A., Chilogola, J. O., & Alifrangis, M. (2016)**. Prevalence of dengue and chikungunya virus infections in north-eastern Tanzania: a cross sectional study among participants presenting with malaria-like symptoms. *BMC infectious diseases*, 16(1), 183.
- **Kye O.A., (1999)**. Influence de quelques paramètres ioniques (Na⁺, K⁺, Cl⁻, Mg⁺⁺), pH sur le développement préimaginal des Culicidae (Anophelinae, Culicinae) en lumière continue. Mémoire D.I.P.E.S II. ENS, U.Y.I. 36 p.
- **Laird, M. (1988)**. The natural history of larval mosquito habitats. Academic Press Ltd.
- **Louah, A. (1995)**. Ecologie des culiciades (diptera) et état du paludisme dans la péninsule de Tanger.
- **Lounaci, Z. (2003)**. Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole (Doctoral dissertation, Thèse de magister en sciences agronomiques, option entomologie appliquée. INA, El Harrach).
- **Lounaci, Z., Doumandji, S., Doumandji-Mitiche, B., & Berrouane, F. Z. (2014)**. Dipterans biodiversity of agricultural and medico veterinary interest in the marsh of Reghaia (Algeria). *International Journal of Zoology and Research (IJZR)*, 4(5), 71-82.
- **Lyimo E. O., Takken W., & J.C., Koella., (1991)**. Effect of rearing temperature and larval survival, age at pupation and adult size of *Anopheles gambiae*. *Entomol. Exp. App.*, 63 : 265- 671.
- **Mahgoub, M. M., Kweka, E. J., & Himeidan, Y. E. (2017)**. Characterisation of larval habitats, species composition and factors associated with the seasonal abundance of mosquito fauna in Gezira, Sudan. *Infectious diseases of poverty*, 6(1), 23.
- **Marianneau, P., Desprès, P., & Deubel, V. (2010)**. Connaissances récentes sur la pathogénie de la fièvre jaune et questions pour le futur. *Médecine et maladies infectieuses*, 54, 89-105.
- **Merabeti, B., & Ouakid, M. L. (2011)**. Contribution à l'étude des moustiques (Diptera: Culicidae) dans les oasis de la région de Biskra (nord-est d'Algérie). *Actes*

du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semi-arides. Ouargla, 4, 185-189.

- **Munhenga, G., Brooke, B.D., Chirwa, T.F., Hunt, R.H., Coetzee, M., Govender, D., Koekemoer, L.L. (2011).** Evaluating the potential of the sterile insect technique for malaria control: relative fitness and mating compatibility between laboratory colonized and a wild population of *Anopheles arabiensis* from the Kruger National Park, South Africa. *Parasit. Vectors*, 4 : 208.
- **Musso, D., & Gubler, D. J. (2016).** Zika virus. *Clinical microbiology reviews*, 29(3), 487-524.
- **Nsoesie, E. O., Kraemer, M. U., Golding, N., Pigott, D. M., Brady, O. J., Moyes, C. L., ... & Hay, S. I. (2016).** Global distribution and environmental suitability for chikungunya virus, 1952 to 2015. *Eurosurveillance*, 21(20), 30234.
- **Ohashi, K., Nakada, K., Ishiwatari, T., Miyaguchi, J.I., Shono, Y., Lucas, J.R., Mito, N., (2012).** Efficacy of Pyriproxyfen-Treated Nets in Sterilizing and Shortening the Longevity of *Anopheles gambiae* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.*, 49 (5) : 1052-1058.
- **Oliva, C.F., Jacquet, M., Gilles, J., Lemperiere, G., Maquart, P.-O., Quilici, S., Schooneman, F., Vreysen, M.J.B., Boyer, S. (2012).** The sterile insect technique for controlling populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) on Reunion Island: mating vigour of sterilized males. *PLoS ONE*, 7 (11) : e49414.
- **OMS, (1999).** La lutte anti vectorielle, méthode à usage individuel et communautaire. (449p).
- **OMS, (2018).** Virus Zika <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/zika-virus> consulté le 20/07/2018.
- **OMS, (2019).** La Fièvre jaune <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/yellow-fever> consulté le 07/05/2019.
- **OMS, (2019).** Paludisme <https://www.who.int/publications/i/item/world-malaria-report-2019> consulté le 24/12/2019.
- **OMS, Organisation Mondiale de la Santé (2015)** Dengue et dengue sévère. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/fr/>, consulté le 05/07/15.
- **OMS. (1999).** La lutte anti vectorielle, méthode à usage individuel et communautaire (449p).
- **Pépin, M. (2011).** Fièvre de la vallée du Rift. *Médecine et maladies infectieuses*, 41(6), 322-329.

- **Petersen, L. R., Jamieson, D. J., Powers, A. M., & Honein, M. A. (2016).** Zika virus. *New England Journal of Medicine*, 374(16), 1552-1563.
- **Pino, P., Soldati-Favre, D., & Heussler, V. (2019).** Plasmespine IX et Plasmespine X: deux nouvelles cibles dans la lutte contre la malaria. In *Forum Médical Suisse* (Vol. 19, No. 1112, pp. 192-195). EMH Media.
- **Rejmánková E, Grieco J, Achee N, Roberts DR. (2013).** Ecology of larval habitats. In: Manguin S, editor. *Anopheles mosquitoes New insights into malaria vectors*. London: IntechOpen. P 397–446.
- **Robert, V. (2012).** Introduction aux arthropodes nuisants, aux vecteurs et aux maladies à transmission vectorielle. Ed, Institut de Recherche Pour Le Développement (IRD), 25-49p.
- **Rodhain F., Perez C. (1985)** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Ed. Maloine. Paris. Chapitre 5. p. 157-175.
- **Seguy E. (1950).** La biologie des diptères. *Encycl. Entomo.* XXVI. Ed. Paul Le chevalier, Paris.
- **Woehl, B., Krafft, A., Jambert, L., Tusch, J., Bensalah, N., Michel, P., ... & Hamadé, A. (2020).** Filariose lymphatique découverte par un tableau d'œdème de la cuisse, à propos d'un cas. *JMV-Journal de Médecine Vasculaire*, 45, S47.
- **Wood D.M(1984).** Clè des genres et des espèces de moustique du canada institu.
- **World Health Organization WHO (2004):** The global burden of diseaseupdate. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2004. ISBN 9789241563710.
- **Yee, D. A., Kneitel, J. M., & Juliano, S. A. (2010).** Environmental correlates of abundances of mosquito species and stages in discarded vehicle tires. *Journal of Medical Entomology*, 47(1), 53-62.

Annexes

Annexe 1. Fiche technique de récolte des stades aquatiques des Culicidae

Date	<input type="text" value="...../...../....."/>	Lieu	<input type="text"/>	Enquêteur & GPS	<input type="text"/>
Numéro du point	<input type="text"/>	Identifiant du gîte	<input type="text"/>		
Coord. GPS	<input type="text"/>		Altitude	<input type="text"/>	
Récolte					
		Type de récolte	Technique de récolte		
		<input type="checkbox"/> Larves (L1 à L4)	<input type="checkbox"/> Louche		
		<input type="checkbox"/> Nymphes	<input type="checkbox"/> Epuisette		
			<input type="checkbox"/> Autre :		
Nb de larves	<input type="text"/>	Nymphe	<input type="text"/>	Adultes	<input type="text"/>
				Oeufs	<input type="text"/>
Longueur du gîte _____ cm Largeur du gîte _____ cm Profondeur du gîte _____ cm					
Type de gîte					
<input type="checkbox"/> Artificiel		<input type="checkbox"/> Intérieur		<input type="checkbox"/> Naturel	
		<input type="checkbox"/> Extérieur			
Stockage d'eau		Récipient			
<input type="checkbox"/> Jarre en terre cuite/béton		<input type="checkbox"/> Bidon		<input type="checkbox"/> Ornière	
<input type="checkbox"/> Bidon/citerne plastique		<input type="checkbox"/> Boîte de conserve		<input type="checkbox"/> Creux de rocher	
<input type="checkbox"/> Fût métallique		<input type="checkbox"/> Bouteille		<input type="checkbox"/> Mare (marigot)	
		<input type="checkbox"/> Pneu		<input type="checkbox"/> Carrière	
		<input type="checkbox"/> Abreuvoir		<input type="checkbox"/> Fosse/Egout	
				<input type="checkbox"/> Canal d'irrigation	
				<input type="checkbox"/> Cour d'eau	
				<input type="checkbox"/> Autre (_____)	
Matériau du gîte <input type="checkbox"/> Minéral <input type="checkbox"/> Végétal <input type="checkbox"/> Métal <input type="checkbox"/> Plastique <input type="checkbox"/> Verre					
Ensoleillement <input type="checkbox"/> Toute la journée <input type="checkbox"/> Une partie de la journée <input type="checkbox"/> Jamais					
Qualité de l'eau <input type="checkbox"/> claire <input type="checkbox"/> teintée <input type="checkbox"/> turbide <input type="checkbox"/> polluée					
Type de résidus au fond de l'eau <input type="checkbox"/> rien <input type="checkbox"/> feuilles <input type="checkbox"/> terre <input type="checkbox"/> gravier <input type="checkbox"/> algues					
Nature de gîte <input type="checkbox"/> Permanent <input type="checkbox"/> temporaire					
Etat de l'eau <input type="checkbox"/> stagnante <input type="checkbox"/> courante					
Qualité physico-chimique de l'eau					
T°C. de l'eau <input type="text"/>		pH <input type="text"/>		Salinité/Condv. <input type="text"/>	
Oxygène <input type="text"/>					
Environnement					
<input type="text" value="Autres observations"/>		Végétation autour du gîte		Type de paysage	
		<input type="checkbox"/> Peu dense		<input type="checkbox"/> Forêt	
		<input type="checkbox"/> Moyennement dense		<input type="checkbox"/> Prairie / Savane	
		<input type="checkbox"/> Très dense		<input type="checkbox"/> Verger / plantation	
		Dans le gîte		<input type="checkbox"/> Rizières	
		<input type="checkbox"/> Végétation flottante		<input type="checkbox"/> Autres cultures	
<input type="checkbox"/> Végétation dressée		<input type="checkbox"/> Urbain			
<input type="checkbox"/> Algues		<input type="checkbox"/> Ferme			
<input type="checkbox"/> Autres débris		<input type="checkbox"/> Agricole			
		<input type="checkbox"/> Autres (_____)			

Annexe 2. Tableau de l'estimation de la densité larvaire

Classe	Nombre approximatif de stade pré-imaginaux / 1L
1	0
2	1-10
3	11-50
4	51-100
5	>100

Annexe 3. Tableau des mesures des paramètres physico-chimiques

Paramètres / Sites	S1	S2	S3	S4	S5	S6
T°C de l'eau						
Conductivité $\mu\text{s}/\text{cm}$						
Salinité						
PH						
Oxygène dissous						
Nitrate mg/l						
Nitrite mg/l						
Ammonium mg/l						
Phosphate mg/l						

Annexe 3. Le protocole expérimental

