



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 بوعرييرج

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 :

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

Présenté par :

CHENOUF Wissem

NACEF Imene

Devant le Jury :

Président :	MERZOUKI Youcef	MCB	Université de B.B.A.
Encadrant :	AMARA KORBA Raouf	MCB	Université de B.B.A.
Examineur :	ALIAT Toufik	MCA	Université de B.B.A.

Soutenu le 06/10/2021

Année Universitaire 2020/2021

Pour citer ce document

Chenouf W. et Nacef I. (2021). Caractérisation des habitats larvaires des moustiques (*Diptera ; Culicidae*) dans la région de Bordj Bou Arreridj. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arréridj. Algérie.

Remerciements

Avant tout, Louange à ALLAH le tout puissant de nous avoir données le courage, la santé, la patience, et surtout la volonté pour réaliser ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercions les membres du jury à savoir :

Monsieur AMARA KORBA Raouf, Maître de Conférences - B - à l'université de Bordj Bou Arreridj, pour nous avoir proposé ce sujet, orienter, et pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Monsieur MERZOUKI Youcef, Maître de Conférences - B - à l'université de Bordj Bou Arreridj, de nous avoir honorées en acceptant de présider le jury et d'évaluer ce travail.

Monsieur ALIAT Toufik, maitre de conférences A à l'université de bordj Bou Arreridj, qui a généreusement accepté de donner son avis sur le travail conduit.

Nous tenons aussi à exprimer nous sincères remerciements à tous les professeurs qui nous ont enseignées et qui nous ont soutenues dans la poursuite de nos études.

Afin de n'oublier personne, nous vifs remerciements s'adressent à tous qui nous aidées à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

Ce mémoire est dédié :

A mes chers parents qui m'ont toujours poussée et motivée dans mes études que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A mes sœurs Rayane et Douâa, mon frère Abed El-Nour pour leur amour et leur soutien.

A toute ma famille, source d'espoir et de motivation, et surtout ma chère tante Amel et mon oncle Abd-El-Ali pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire merci d'être toujours là pour moi.

A la mémoire de Mon grand-père Abed El-Hamid et ma chère tante Hadda, je vous aime, et qu'ALLAH vous accueille dans son vaste paradis.

A tous mes amis de promotion de 2^{ème} année Master "Biodiversité et Environnement" et toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

Finalement merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit possible.

CHENOUF Wisseme

Dédicace

Tout D'abord, je remercie ALLAH de m`avoir donnée la force de réaliser modestement ce travail.

Je dédie ce travail à mes chers Maman et Papa qui m'ont aidé et soutenu avec plein d'amour au long de ma scolarité, le respect manifesté quand je t'ai vu est infini, je vous aime.

A Ma Sœur Nessrine.

Merci par ce que tu es ma sœur, tu es toujours présente durant les moments difficiles pour m'encourager avec un esprit doux et une humeur très forte, je vous aime infiniment reste toujours comme sa avec t'en caractère spécial.

A mon frère Zakaria et mes sœurs Manel, Assoula, Rimesse je vous souhaite une bonne santé et le succès dans votre vie.

A mon Mari

Sachant que mon amour pour toi est fort. Merci pour ta positivité, ton amour, tes conseils et ta présence avec moi. J'espère que notre lien continuera à se renforcer au long de temps.

A toute ma famille, mon amour pour vous est très fort.

NACEF Imene

Résumé

Les Culicidés jouent un rôle important dans la transmission de maladies humaines et animales. Dans le but de déterminer les caractéristiques (biotiques/abiotiques) des habitats larvaires qui affectent leur présence et abondance pour chaque espèce, nous avons effectué une série de récoltes le mois de juin 2021 dans 5 stations dans le sud de la région de Bordj Bou Arreridj. Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode dipping. Nos résultats ont permis d'identifier 3 espèces à savoir : *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*, et *Culex theileri* ainsi que les caractéristiques de leur habitats larvaires dans les 5 stations prospectées.

Mots clés : Culicidés ; maladies ; habitats larvaires ; Bordj Bou Arreridj ; dipping ; *Culiseta* ; *Culex*

Abstract:

Culicidae play an important role in the transmission of disease pathogens that affect human and animals. In order to determine the characteristics (abiotic/biotic) of the larval habitats which influence they presence and abundance for each species, we have carried out, on June 2021, a series of larvae collections in Bordj Bou Arreridj region using Dipping method. Our results point out to the existence of 3 species to know: *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens*, culex theileri in the 5 prospected stations.

Key Words: Culicidae; pathogenic diseases; larval habitats; Bordj Bou Arreridj; dipping; *Culiseta*; *Culex*

الملخص:

يلعب البعوض دورا هاما في نقل الامراض التي تصيب الانسان والحيوان من اجل تحديد الخصائص الحيوية واللاحيوية التي تؤثر على مواطن تواجد البيرقات ووفرتها، قمنا بخرجات ميدانية لخمسة مواقع بولاية برج بوعريريج في شهر جوان 2021 جمعنا فيها عينات باستعمال طريقة الغمس (Dipping). افضت الدراسة التي قمنا بها الى تحديد ثلاث انواع من البعوض (*Culex pipiens*, *Culex theileri*, *Culiseta longiareolata*)

الكلمات المفتاحية: البعوض، مواطن البيرقات، نواقل الامراض، طريقة الغمس، برج بوعريريج

Liste des figures

Figure 1. Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Conception : Amara Korba, 2019/QGIS®).	4
Figure 2. Diagramme ombrothermique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (1991-2020) (Source des données : Station météorologique de BBA et Infoclimat.fr).	5
Figure 3. Systématique générale des Culicidae d'Algérie (à partir d'Amara Korba, 2016).	7
Figure 4. Quelques photos d'œufs de moustiques : a - genre <i>Anopheles</i> , b – genre <i>Aedes</i> , c - genre <i>Culex</i> d- moustique femelle du genre <i>Culex</i> lors de la ponte (Sources : Sciencephoto.com, Lawestvector.org, Pinxo.com, Escccap.fr respectivement)	8
Figure 5. Quelques photos de larves de Culicidae : a – genre <i>Aedes</i> , b – genre <i>Culex</i> , c – genre <i>Anopheles</i> (Source : istockphoto.com, cdc.gov, aquaticinsect.net respectivement)	9
Figure 6. Aspect générale de la nymphe des Culicidae (Source : alamyimages.fr).	10
Figure 7. Aspect générale d'un Culicinae adulte (Source : Wikipédia.org).....	12
Figure 8. Cycle de développement des Culicidae (Source : fr.wikipedia.org).....	14
Figure 9. Localisation des sites d'étude (Conception : Amara Korba, 2021/QGIS®).	17
Figure 10. Technique de Dipping (Cliché Chenouf et Nacef, 2021).....	17

Liste des tableaux

Tableau 1. Les données climatiques mensuelles (Température et pluviométrie) de 1991 jusqu'à 2020 (Source : Station météorologique de BBA et Infoclimat.fr).	5
Tableau 2. Position systématique des Culicidae (Amara Korba, 2016).....	6
Tableau 3. Position géographique (GPS) des sites et des stations d'étude	16
Tableau 4. Utilisation des terres.	18
Tableau 5. Les types de gîtes.....	18
Tableau 6. Variables d'entrée utilisées pour l'analyse des préférences d'habitats larvaires (à partir de Mereta et <i>al.</i> , 2013).....	19
Tableau 7. Liste des espèces de Culicidae identifiées dans les cinq (5) stations prospectées.	24
Tableau 8. Les caractères biotiques et abiotiques des stations prospectées	25

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
2. Matériel & méthodes	3
2.1. Présentation de la région d'étude	4
2.1.1. Les Données climatiques de la région d'étude.....	4
2.2. Présentation du modèle biologique.....	6
2.2.1. Taxonomie et classification.....	6
2.2.2. Morphologie des Culicidae	7
2.2.3. Cycle de développement	11
2.2.4. Moyens de lutte contre les moustiques	14
2.3. Partie expérimentale	16
2.3.1. Sur le terrain.....	16
2.3.2. En Laboratoire.....	20
2.4. Traitement et analyse des résultats	22
3. Résultats et Discussion	23
Conclusion.....	28
Références Bibliographiques.....	30
Annexes	I

Introduction

Introduction

Les Diptera sont l'un des ordres d'insectes les plus importants et le plus diversifiés, à la fois en raison de leur morphologie, de leur écologie et de leur importance en entomologie médicale et vétérinaire (Duvallet et al., 2017). Parmi les diptères, la famille des Culicidae ; désigne l'ensemble des moustiques, avec plus de 3500 espèces et 113 genres décrits dans le monde (Harbach, 2018). Ces insectes sont présents dans pratiquement toutes les régions de tous les continents du monde, à l'exception de l'Antarctique (Foster et Walker, 2019).

Le cycle de vie des moustiques comprend quatre stades séparés et distincts (œuf, larve, nymphe et adulte). Les trois premiers stades sont aquatiques, alors que le stade adulte est aérien à sexe différenciés (Boyer, 2006 ; Duvallet et al., 2017). Seules les femelles adultes sont hémato-phages (doivent ingérer des repas sanguins) et responsables de la transmission d'agents infectieux à l'homme et aux animaux : filaires, protozoaires, bactéries et virus (Fontenille et al., 2017). En raison de leurs préférences trophiques et de leur capacité à transmettre des agents infectieux, ils causent des maladies mortelles, notamment le paludisme, la fièvre jaune, la dengue et la filariose lymphatique, le virus West Nile, le virus de la Fièvre de la Vallée du Rift (Becker et al., 2010).

Mis à part leur rôle de vecteurs d'agents pathogènes, les moustiques représentent un maillon essentiel dans le fonctionnement d'un écosystème aquatique. Ainsi, par leur présence massive, ils représentent une biomasse importante dont se nourrissent de nombreux organismes (batraciens, poissons...) (Boyer, 2006). En outre, par leur régime alimentaire, les larves participent au processus de destruction de la matière organique (Boyer, 2006).

Les mesures de lutte antivectorielle ciblant les moustiques adultes ont permis de réduire considérablement l'impact de certaines maladies provoquées par ces derniers, néanmoins, elles sont insuffisantes pour arrêter la transmission de la maladie, en particulier pour les moustiques piqueurs des zones urbaines tels que *Aedes sp.* (WHO, 1995).

Une autre stratégie efficace consiste à cibler les stades aquatiques. La gestion des gîtes larvaires (GGL) peut être réalisée en drainant les sites de reproduction ou en utilisant des larvicides chimiques ou biologiques (Fillinger et Lindsay, 2011)

La GGL a la capacité de réduire les densités de moustiques vecteurs intérieurs et extérieurs ayant des activités de piqûre circadiennes distinctes (Fillinger et al., 2002). En identifiant les

caractéristiques des habitats larvaires et la diversité des espèces de moustiques, la perspective et la possibilité de maladies transmises par les moustiques dans une zone géographique pourrait être déterminée avec une plus grande précision et par conséquent, la gestion intégrée des vecteurs peut être mise en œuvre avec succès (Mojtaba *et al.*, 2020).

C'est dans ce contexte que s'inscrit le travail de ce mémoire. En effet, nous intéressons à la caractérisation des habitats larvaires des moustiques (Culicidae) en vue de mettre en œuvre des programmes de lutte anti vectorielle. Ainsi, les objectifs de cette étude étaient :

- Etudier la distribution des espèces de moustiques dans la région de Bordj Bou Arreridj.
- Déterminer les caractéristiques des habitats larvaires des espèces de moustiques.
- Identifier les facteurs biotiques et abiotiques les plus importants qui affectent la présence et l'abondances des larves de moustiques.

Le document est organisé comme suit :

Tout d'abord, nous présentons le modèle biologique des culicidés. Puis, nous décrivons l'étendue de notre étude et citons le matériel et les méthodes adoptés sur le terrain et en laboratoire dans la partie matériels et méthodes. Ensuite les résultats issus de notre exploration des cinq stations de la région de Bordj Bou Arreridj nous les discutons par rapport à d'autres travaux. Nous tirons enfin une conclusion et énumérons quelques perspectives pour le travail.

Matériel & Méthodes

2. Matériel & méthodes

2.1. Présentation de la région d'étude

Géographiquement, la wilaya de Bordj Bou Arréridj est comprise entre les parallèles 35° et 37° de latitude nord, et entre les méridiens de longitude 4° et 5° de Greenwich. La ville de Bordj Bou Arréridj est située au point géographique 36° de latitude nord et $4^{\circ}30'$ de longitude Est, et elle s'étend sur une superficie de 392252 ha au Nord-est de l'Algérie. Elle est entourée par les wilayas suivantes (Figure 01) :

- Du Nord, la wilaya de Béjaia.
- De l'Est, la wilaya de Sétif.
- De l'Ouest, la wilaya de Bouira.
- Du Sud, la wilaya de M'Sila.

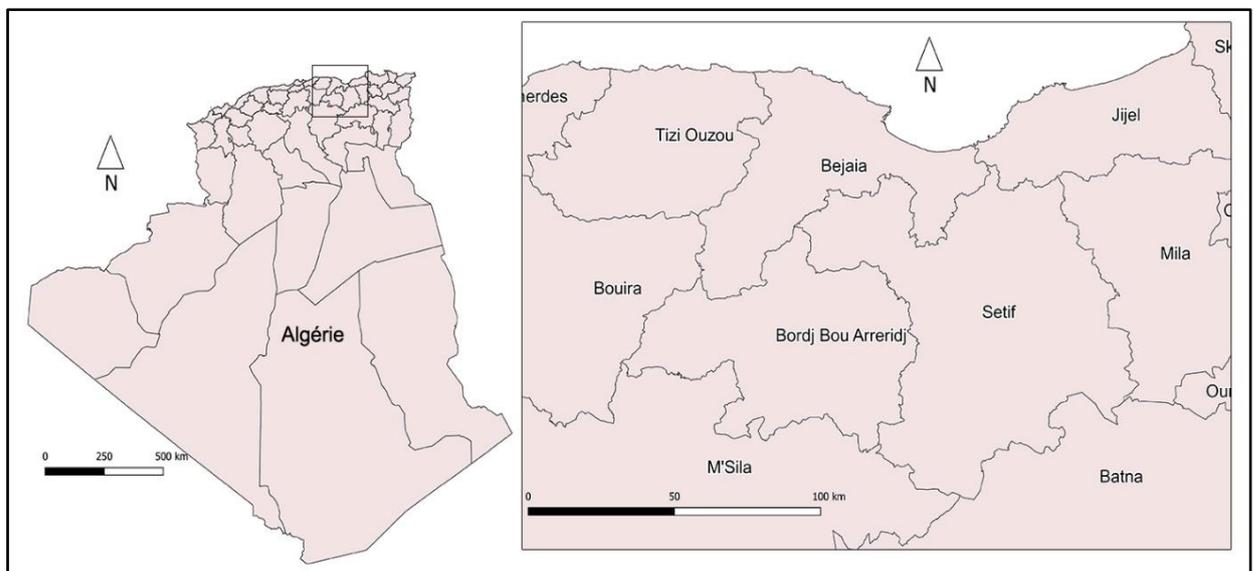


Figure 1. Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arréridj (Conception : Amara Korba, 2019/QGIS®).

2.1.1. Les Données climatiques de la région d'étude

Les données climatiques de la région de notre étude sont reportées dans le tableau (01).

Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région. Il met en évidence les thermiques et pluviométriques d'un site donné.

Tableau 1. Les données climatiques mensuelles (Température et pluviométrie) de 1991 jusqu'à 2020 (Source : Station météorologique de BBA et Infoclimat.fr).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tx (C°)	11,2	12,4	16,0	19,6	25,1	31,3	35,5	34,6	28,4	22,1	15,0	11,8
Tn (C°)	2,4	2,7	5,3	7,7	11,9	16,5	20,1	19,7	15,8	12,0	6,4	3,5
Tm (C°)	6,8	7,6	10,6	13,6	18,5	23,9	27,8	27,2	22,1	17,5	11,1	7,6
Préc. (mm)	34,1	26,3	35,7	41,6	40,9	33,2	11,4	16,0	50,2	36,4	32,4	34,4

Tx : Température moyenne maximale

Tn : Température minimale moyenne

Tm : Température moyenne

Préc : précipitation mensuelle

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) permettent de comparer l'évolution temporelle des valeurs de températures et des précipitations.

Bagnouls et Gaussen (1953) définissent le mois sec comme celui où le total mensuel de la précipitation exprimée en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimé en degré Celsius ($P \leq 2T$).

La construction du diagramme se fait en plaçant sur l'axe des abscisses les mois de l'année, et sur l'axe des ordonnées à double échelle, on porte sur le côté droit les précipitations, et sur la gauche la température.

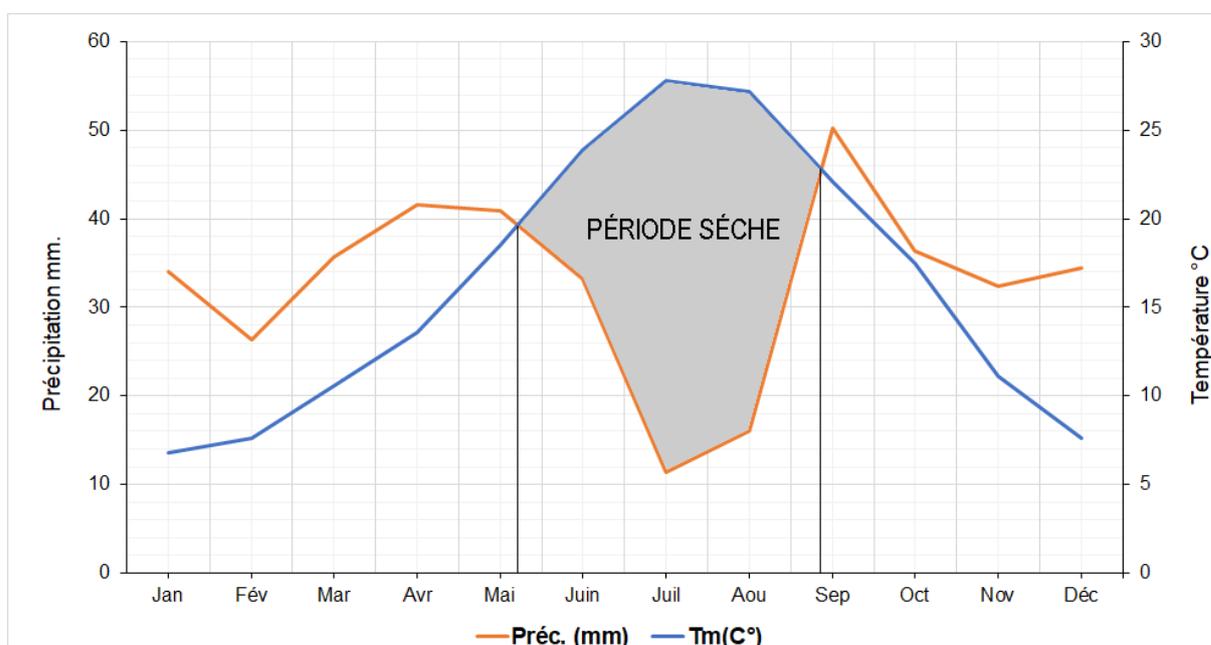


Figure 2. Diagramme ombrothermique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (1991-2020) (Source des données : Station météorologique de BBA et Infoclimat.fr).

Le diagramme Ombrothermique de la station de BBA (Figure 2) indique une période sèche de 04 mois qui s'étale du début du mois de Mai jusqu'à la fin Aout.

L'analyse des valeurs de la température moyenne de (1991-2020) (Tableau 1) montre qu'il existe une amplitude thermique de (21 C°) (la température maximale est de (27,8 C°) en Juillet et de (6,8 C°) en janvier.

D'après le tableau 01, on peut distinguer : le total de cumul-pluie de (1991-2020) de la région de Bordj-Bou-Arreridj est (392,6 mm). Le régime pluviométrique est de type (APHE), la quantité la plus faible de pluie a été enregistrée durant les mois Juillet avec (11,4 mm), par contre le mois le plus arrosé est le mois de Septembre avec (50,2 mm).

2.2. Présentation du modèle biologique

2.2.1. 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 2. Les adultes sont caractérisés par des antennes longues et fines a multiples articles, possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide, de type piqueur-suceur (Rodhain et Perez, 1985).

Tableau 2. 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

Les moustiques (Culicidae) comprennent 3559 espèces décrites et distribués au sein de deux sous-familles, *les Anophelinae et les Culicinae* (Harbach, 2018 in mosquitocatalog.org). Les espèces culicidiennes connues actuellement en Algérie, sont au nombre de **56** espèces

appartenant aux deux sous-familles (Figure 3) : *Anopheilinae* et *Culicinae* sont représentés avec 1 et 6 genres respectivement (Amara Korba, 2016).

La sous-famille des *Anopheilinae* qui comprend 1 genre : *Anophèles* (15 espèces).

La sous-famille des *Culicinae* comprend 6 genres : *Culex* (16 espèces), *Aedes* (16 espèces), *Culiseta* (6 espèces), *Coquilletidia* (2 espèces), *Uranotaenia* (2 espèces), *Oethopodomyia* (1 espèce) (Amara Korba, 2016).

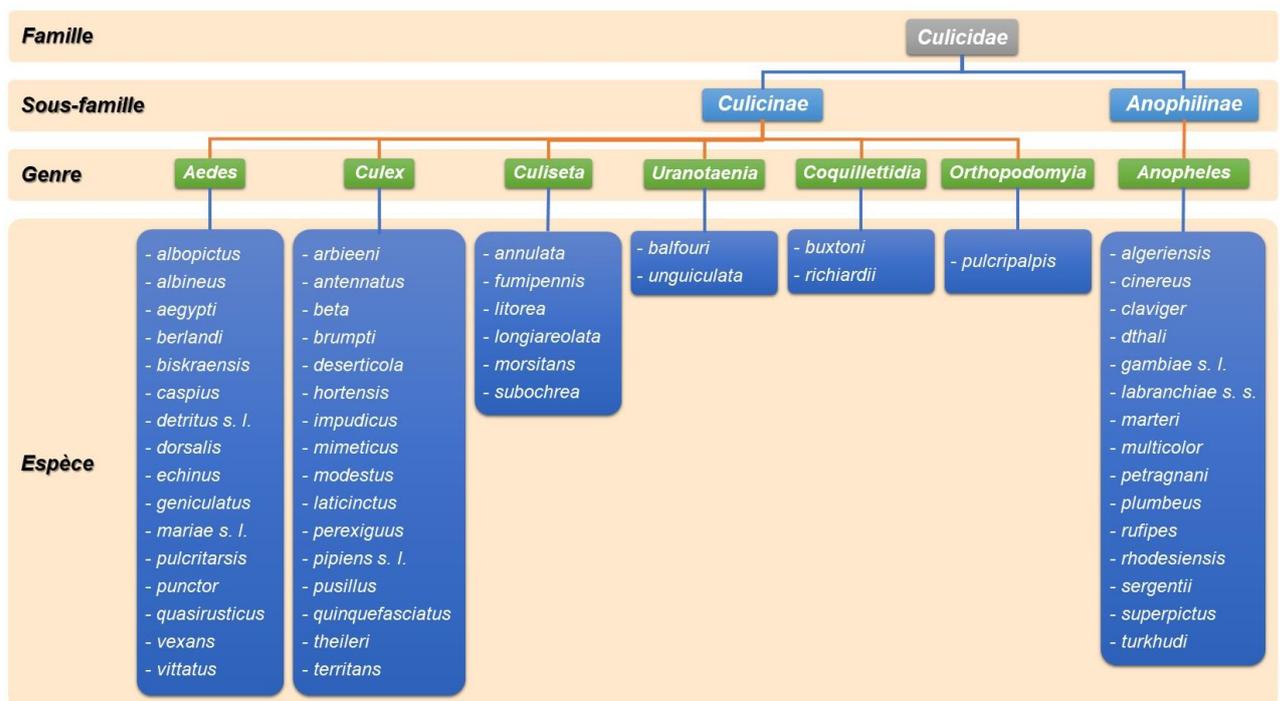


Figure 3. Systématique générale des Culicidae d'Algérie (à partir d'Amara Korba, 2016).

2.2.2. Morphologie des Culicidae

Morphologiquement les Culicidae sont caractérisés par des Antennes longues et fines à multiples articles, des ailes pourvues d'écailles, dont les femelles possèdent de longues pièces buccales en forme de trompe rigide vulnérantes de type piqueur-suceurs (Boyer, 2006). Les Culicidae, sont à métamorphose complète (Holométaboles) de sorte que les 3 stades de développement (larve, nymphe et adulte) ont des morphologies différentes, adaptées à leurs modes de vie : aquatique pour les stades pré-imaginaux, et aérien pour le stade imaginal (Carnevale et Robert, 2009).

La morphologie externe- en particulier la chétotaxie de chaque stade, permet la différenciation des espèces. Pour cela, il est important de décrire dans cette partie les différents

caractères morphologiques de l'adulte, et des stades pré-imaginaux dont la connaissance est indispensable en systématique (Boukraa, 2010).

Les œufs

L'œuf comprend de l'intérieur vers l'extérieur : l'embryon, la membrane vitelline pellucide, un endo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé (Tahraoui, 2012). Ils mesurent environ 1 mm de long, sont déposés à la surface de l'eau par les femelles (Arbaoui, 2017).

Les œufs d'*Anopheles* sont pondus isolément a la surface de l'eau, leur forme est plus ou moins ovoïde et pourvu latéralement de flotteurs leur permettent de conserver une position horizontale (Figure 4-a). Les œufs d'*Aedes* sont allongés, rétrécis et montrent un réseau de fines dépressions. Ils flottent horizontalement à la surface de l'eau (Figure 4-b). Les œufs de *Culex* groupés en nacelle sont cylindro-coniques et se tiennent verticalement (Figure 4-c et d) (Tahraoui, 2012).

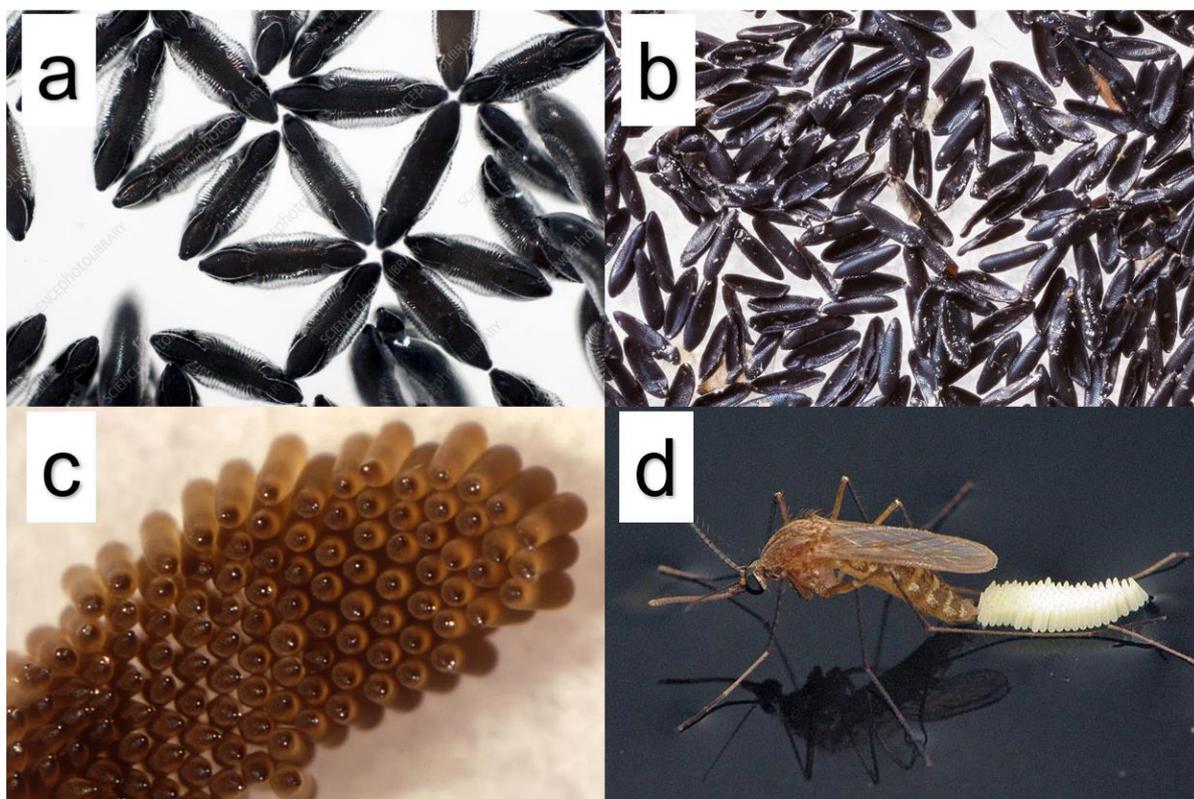


Figure 4. Quelques photos d'œufs de moustiques : a - genre *Anopheles*, b – genre *Aedes*, c - genre *Culex* d- moustique femelle du genre *Culex* lors de la ponte (Sources : Sciencephoto.com, Lawestvector.org, Pinxo.com, Escccap.fr respectivement)

Les larves

Ce stade est aquatique ([Figure 5](#)). Les larves de Culicidae se différencient des autres insectes aquatiques par l'absence de pattes. On distingue 4 stades larvaires notés L1, L2, L3, L4 ; dont les 3 premiers stades ne pas de caractères taxonomiques précis, seule la larve du 4^{ème} stade rend la dichotomie facile (Arbaoui, 2017). Elles sont composées d'une tête très dure (car très chitinisées), d'un thorax et d'un abdomen chitineuses, plus mous (Tahraoui, 2012).

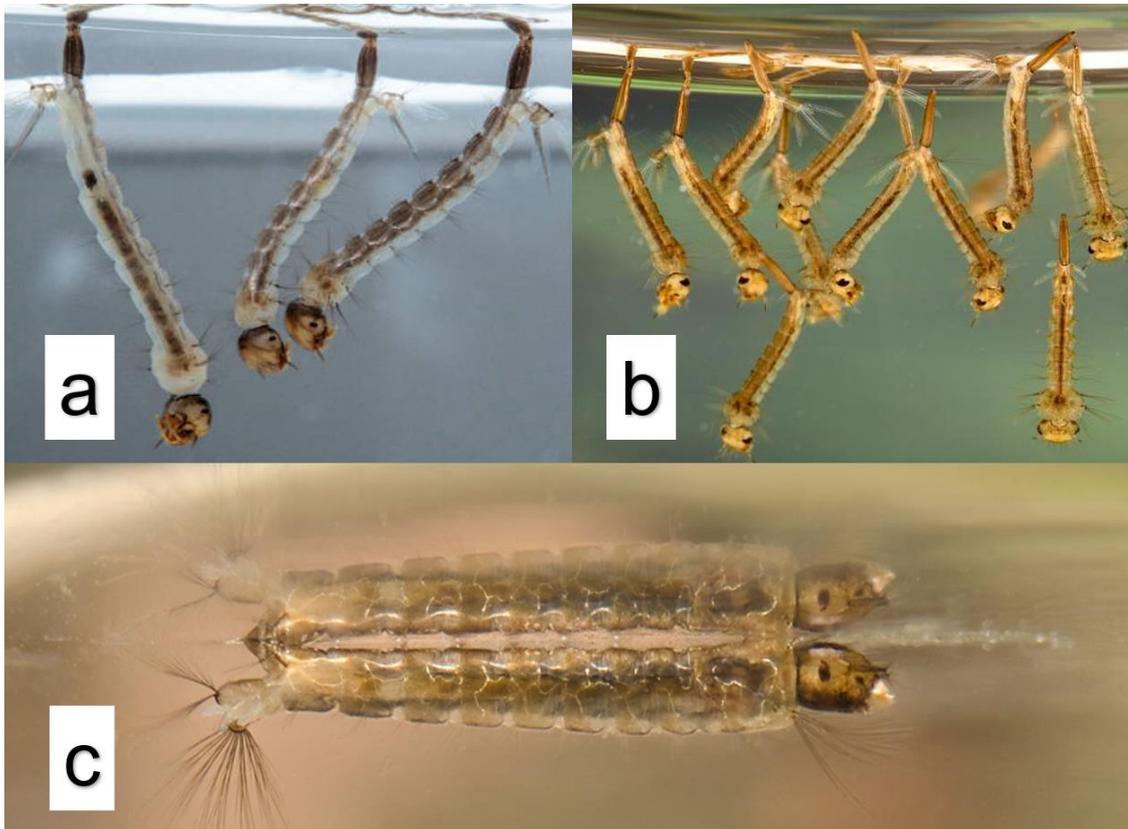


Figure 5. Quelques photos de larves de Culicidae : a – genre *Aedes*, b – genre *Culex*, c – genre *Anopheles* (Source : istockphoto.com, cdc.gov, aquaticinsect.net respectivement)

Les nymphes

C'est une puppe mobile en forme de virgule vivant dans l'eau mais ne se nourrissant pas ([Figure 6](#)). Le corps comprend 2 parties :

- La tête et le thorax sont regroupés en céphalothorax globuleux, surmontés de 2 trompettes respiratoires.
- L'abdomen, segmenté, possède à son extrémité postérieure 2 palettes natatoires conférants aux nymphes leur vivacité.

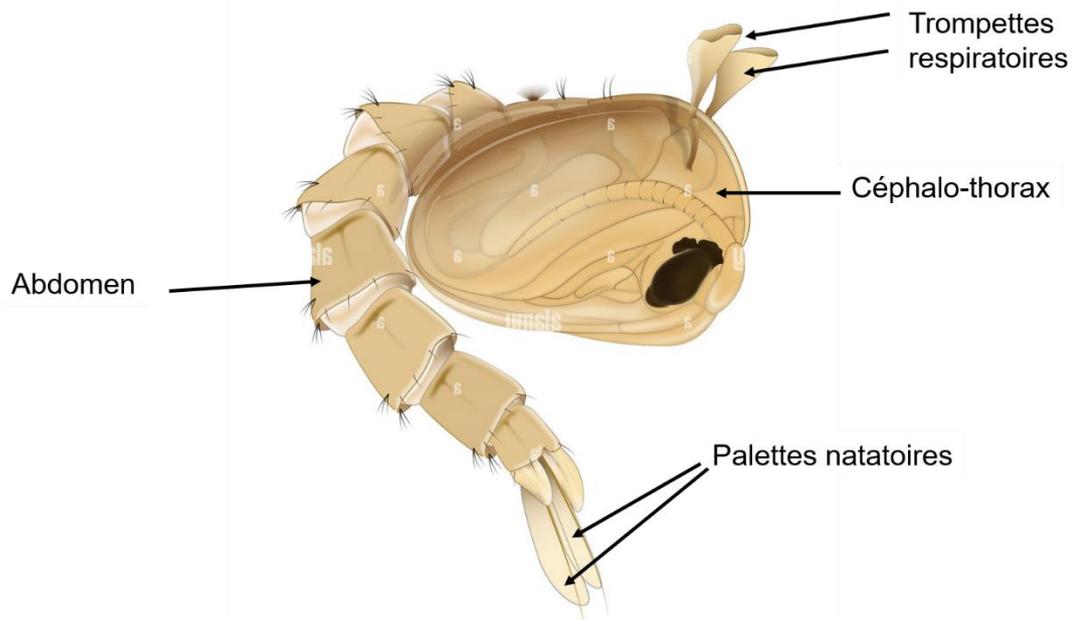


Figure 6. Aspect générale de la nymphe des Culicidae (Source : alamyimages.fr).

L'adulte

Le corps composé de 3 parties : la tête, le thorax et l'abdomen ([Figure 7](#)).

a) - La tête :

La tête est un des éléments permettant de différencier les mâles de femelles, ainsi que les genres et espèces (Arbaoui, 2017).

La tête globuleuse et bien dégagée du thorax est portée par un cou étroit. Les yeux : très grands, réniforme sont composés d'yeux élémentaires (ommatidies) juxtaposés et occupent la majeure partie de la tête (Tahraoui, 2012). Entre les yeux sinisèrent 2 antennes constituées de 15 articles chez les mâles, 16 chez les femelles. Chez les mâles, elles portent de longs et nombreux verticilles de soies (antennes plumeuses) (Arbaoui, 2017). Chez les femelles, les soies sont plus courtes et nettement moins nombreuses (antennes glabres).

En dessous des antennes et de part et d'autre du proboscis se situent 2 palpes maxillaires penta-articulés. Les palpes maxillaires sont longs dilatées ou non à leur extrémité, suivant le genre et le sexe. Les 6 pièces buccales, transformées en styles vulnérants, se disposent dans une gouttière formée par le labium pour constituer la trompe vulnérante. Le labium présente à son extrémité 2 languettes mobiles appelés labelles (Larbi-Cherif, 2015).

b) - Le thorax :

Sombre a noir, est la partie centrale du corps à laquelle sont attachés les ailes et les pattes, composé de 3 segments soudés (Larbi-Cherif, 2015). Le prothorax, le mésothorax et le métathorax, chaque segment porte une paire de pattes (Tahraoui, 2012).

- Le prothorax qui porte la première paire des pattes.
- Le mésothorax qui occupe plus de la moitié du thorax, il porte la deuxième paire de pattes et les deux ailes.
- Le métathorax qui correspondant à la partie postérieure du thorax et porte la troisième paire des pattes et les 2 balanciers.

Les ailes des culicidés, présentent des nervures costales bariolées, des écailles sombres et des écailles claires. Les nervures et les balanciers sont en rapport avec la puissance de vol du moustique.

Les pattes des culicidés sont constituées de 5 parties : la hanche ou coxa, le trochanter distinct, le fémur, le tibia, et un tarse subdivisé en 5 segments, dont la première est appelée protarse et le cinquième le distarse qui porte 2 griffes (Larbi-Cherif, 2015).

c) - L'abdomen :

Il possède 10 segments, mais seuls les 8 premières sont différenciées et visibles extérieurement. Chacun 2 présente une partie dorsale (tergite) et une partie ventrale (sternite), reliées par une membrane souple latérale (Arbaoui, 2017). Les 2 derniers segments étant modifiés pour les fonctions sexuelles. Les pièces du male (hypopygium ou genitalia), la coloration des écailles (écailles absentes chez les *Anophelinae*) et leur disposition, présentent un intérêt majeur dans la taxonomie des culicidés (Larbi-Cherif, 2015).

2.2.3. Cycle de développement

Le cycle des culicidés dure de 2 à 3 semaines si les conditions climatiques sont favorables ([Figure 8](#)), beaucoup plus longtemps si la température est basse grâce à l'existence de formes de résistance (œufs, larves, formes adultes quiescentes) (Auriane, 2010).

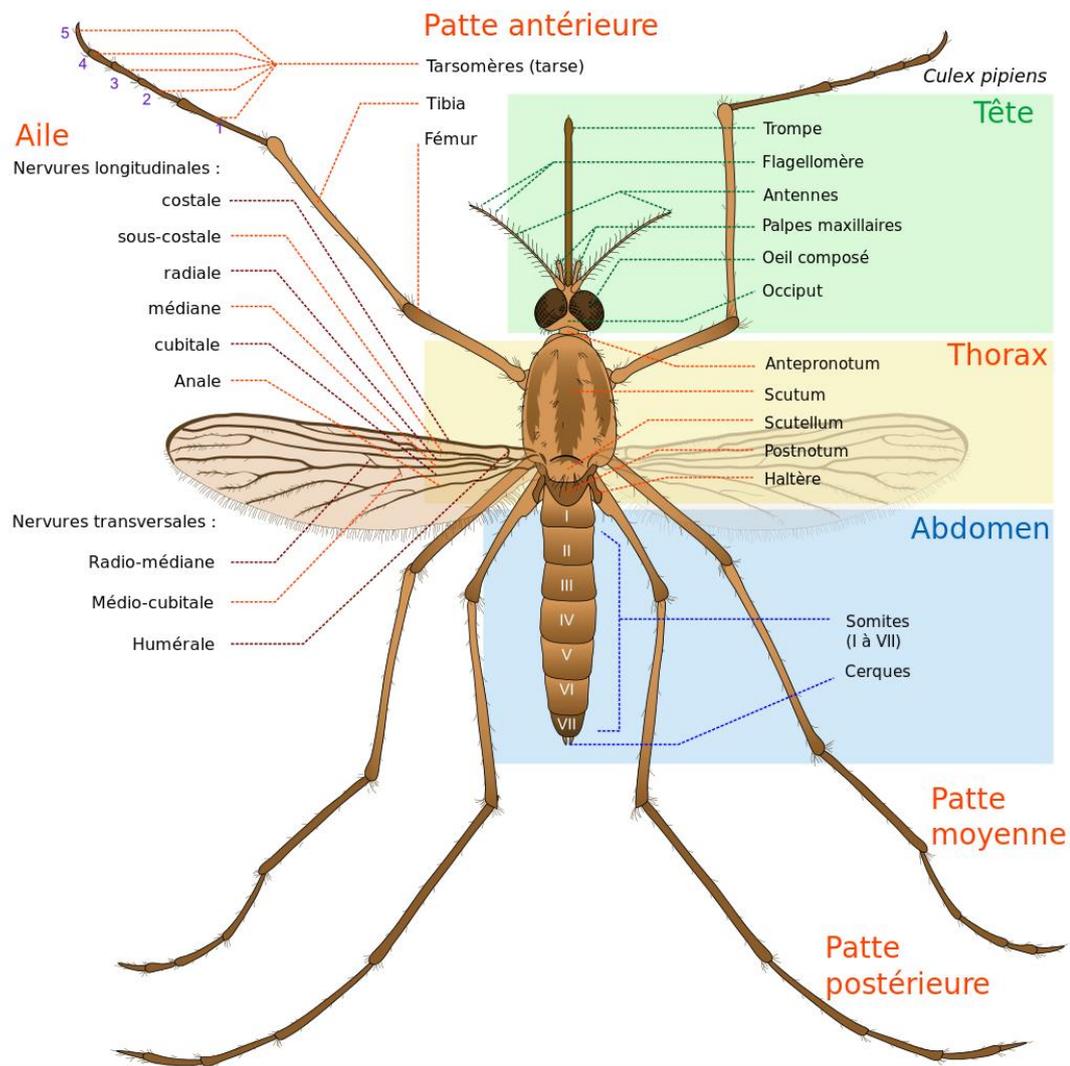


Figure 7. Aspect générale d'un Culicinae adulte (Source : Wikipédia.org).

Phase aérienne :

Les sujets des deux sexes s'accouplent en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de 1 à 2 km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial (Arbaoui, 2017).

A ce moment, le mâle féconde la femelle en lui laissant un stock de sa semence (Tahraoui, 2012). La femelle après l'accouplement stocke les spermatozoïdes dans la spermathèque (une petite poche située dans l'abdomen) (Bechini, 2017). Elle ne s'accouple donc qu'une seule fois (Tahraoui, 2012).

Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin. Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur

fournissent de l'énergie, seule la femelle absorbe du sang. Ce repas sanguin constitue la source de protéines nécessaire pour compléter la formation des œufs. (Arbaoui, 2017), ce repas sanguin prélève sur un vertébré, et ensuit digère dans un endroit abrité. Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (Tahraoui, 2012).

Phase aquatique :

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongées, renflées dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure 2 à 3 jours dans les conditions de : température de milieu, PH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée (Tahraoui, 2012).

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 (1 à 2 mm) qui, jusqu'au stade 4 (1,5 cm) se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve 4 est bien visible à l'œil nu par sa taille. Au bout de 6 à 10 jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe : c'est la nymphose (Tahraoui, 2012).

La nymphe des moustiques, même si elle est active, ne se nourrit pas. Elle respire l'air par trompette respiratoire. L'émergence de l'insecte adulte a lieu à la surface de l'eau. La nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique s'extirpe de l'exuvie ; l'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou ; en générale, avant de s'envoler il reste à la surface jusqu'à ses ailes et son corps sèchent et durcissent. Les males émergent souvent avant les femelles, car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles. Ils se rassemblent en essaims, souvent le soir, au-dessus des herbes hautes, des masses d'eau ou d'objets proéminents, ou encore dans des clairières (Larbi-Cherif, 2015).

Les femelles viennent les y rejoindre. Les couples se forment et quittent l'essaim pour coupler. En générale, la durée de vie des moustiques adultes varie d'une semaine à plus d'une

trentaine de jours. Certains individus ont vécu 2 mois en élevage. Les femelles vivent plus longtemps que les mâles, qui meurent peu après l'accouplement (Larbi-Cherif, 2015).

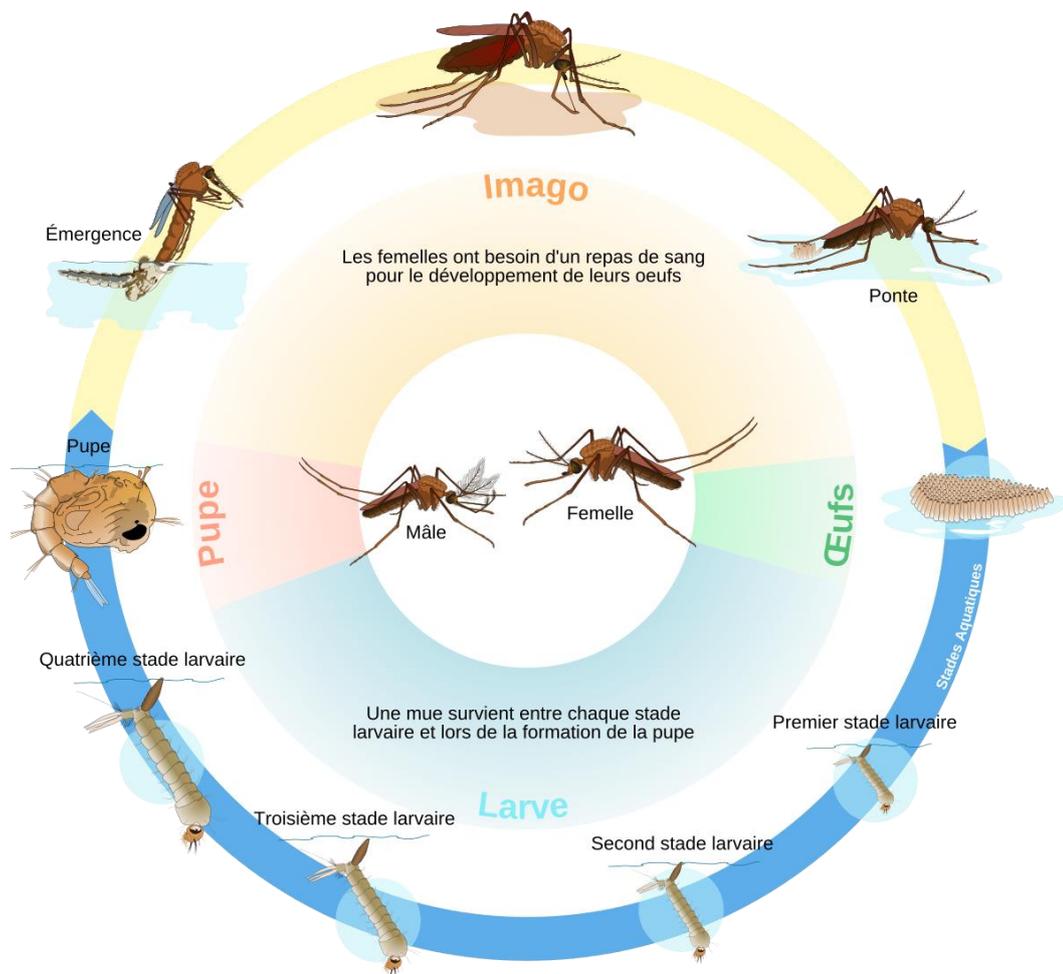


Figure 8. Cycle de développement des Culicidae (Source : fr.wikipedia.org)

2.2.4. Moyens de lutte contre les moustiques

Les culicidés peuvent inoculer pendant leurs repas sanguin la transmission d'agents pathogènes, qu'ils ils représentent de ce fait un véritable problème de santé publique. La lutte anti vectorielle s'appuie sur un nombre important de méthodes qui varient selon les espèces visées, les contextes épidémiologiques.

Les stratégies doivent compte du système vectoriel, de la durabilité des actions et des couts (Fontenille, 2008).

- **La lutte chimique** : par l'utilisation d'insecticides qu'est très connu dans la deuxième moitié du dernier siècle, le premier insecticide de synthèse qui fut utilisée durant cette période

appartient à la famille des Organochlorés << DichloroDiphenylTichloroethane>> connu sous l'appellation DDT décrit par Muller pour son efficacité insecticide.

- **La lutte biologique :** elle consiste à s'attaquer l'organisme vecteur sans endommager le biotope ou perturber les autres organismes qui y vivent. Elle est représentée par l'utilisation des microorganismes, champignons, poissons et même des extraits végétaux. Ces dernières induisent des effets toxiques contre différentes espèces de Diptères (Bendali, 1989 ; Lepage et al., 1992 ; Bendali et al., 2001 ; Saleh et al., 2003 ; Aouinty et al., 2006).

Deux grands types de lutttes biologiques ont été utilisés à l'encontre des moustiques :

La première est l'utilisation d'un poisson prédateur, la gambusie (*Gambusia holbrooki* ou *Gambusia affinis*), qui a souvent été utilisé mais avec plus ou moins de succès (Pates & Curtis, 2005).

La deuxième est par l'utilisation d'organismes microbiens telle que le *Bacillus sphaericus* (Bs) et le *Bacillus thuringiensis var israelensis* (Bti). Ces *Bacillus* sont considérés comme des agents de contrôle biologique efficace (Becker, 1988). Ils agissent sur les larves de moustiques, des simulidés et des diptères en générale et sont aujourd'hui utilisées dans un large panel de gîtes larvaires, du fait de leurs efficacités et leurs spécificités qui respectent largement la faune associée.

Autre par l'utilisation des plantes : ces extraits de plantes aqueux ou sous forme d'huiles essentielles contiennent des substances toxiques pouvant agir efficacement sur les moustiques. C'est des sources de molécules naturelles présentant un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites de plantes et du monde animal (Guarrera, 1999).

En Algérie (Alouani et al., 2009) ont réalisées des tests sur des larves et nymphes de *culex pipiens* avec des extraits d'*Azadirachta indica* 1980 dans les conditions de laboratoire. Ils rapportent une diminution remarquable de la fécondité des adultes, associée à une augmentation de la stérilité et une prolongation de la période larvaire.

2.3. Partie expérimentale

La réalisation de notre travail expérimental sur la caractérisation des habitats larvaires des moustiques dans la région de Bordj Bou Arréridj s'est déroulée en deux étapes complémentaires (voir annexe 9) :

- La première étape (*in situ*) : La recherche des stades pré-imaginaux de moustiques, leur prélèvement et leur collecte et la caractérisation de leurs habitats larvaires.
- La deuxième étape (*in vitro*) : Le tri des larves et nymphes, montage et identification des spécimens récoltés, l'analyse chimique de l'eau et l'analyse granulométrique des sols de chaque habitat larvaire.

2.3.1. Sur le terrain

2.3.1.1. Choix et prospection des sites d'étude

Nous avons sélectionné différents sites abritant potentiellement des gîtes larvaires de Culicidae dans différents types de milieux (Urbains, péri-urbain et ruraux) en se basant sur l'observation directe de la présence de larves de moustiques dans les gîtes potentiellement favorables pour leur reproduction, et aussi identifié les caractéristiques de chaque gîte (Tableau 3). La localisation géographique des sites est illustrée par la [figure 9](#) et quelques photos que nous avons prises de ces sites sont présentées en annexe 01.

Tableau 3. Position géographique (GPS) des sites et des stations d'étude

N°/Sites		Stations	Coordonnées géographiques	
01	Ouled Sidi Mansour	Kaf Laghrab	35°50' 12.01"N	4°52'2 .08"E
		Les marres	35°49' 46.46"N	4°52'21.44"E
		Oued Ouled Sidi Mansour	35°50' 37.65"N	4°51'8.21"E
02	Zmala (Ouled Hamdani)	Oued Silini	35°53' 33.27"N	4°56'41.14"E
03	Belimour	Oued Belimour	36°2' 56 "N	4° 48' 3 "E
04	El Hamadia	Oued Lakhder	35°56' 44.7762"N	4° 48' 51.8939"E
05	Ras El Oued	Kherbet Ben Saadoun	35°56' 16.9470"N	5° 4' 0 .1906"E
		Douar Bouguebis	35°59' 25.4168"N	5°1' 4 .7462"E
06	Ain Taghrout	Barrage Ain Zada	36°10' 26.5034"N	5° 9' 0 .4862"E
07	Medjana	Retenue Collinaire de Medjana	36°6' 11.18"N	4°41' 2.73"E
		Oued Ouridij	36°8' 8.8146"N	4° 41' 6.936"E
08	El Rabta	Oued Legradj	35°56 8.2962"N	4° 45' 46.6992"E

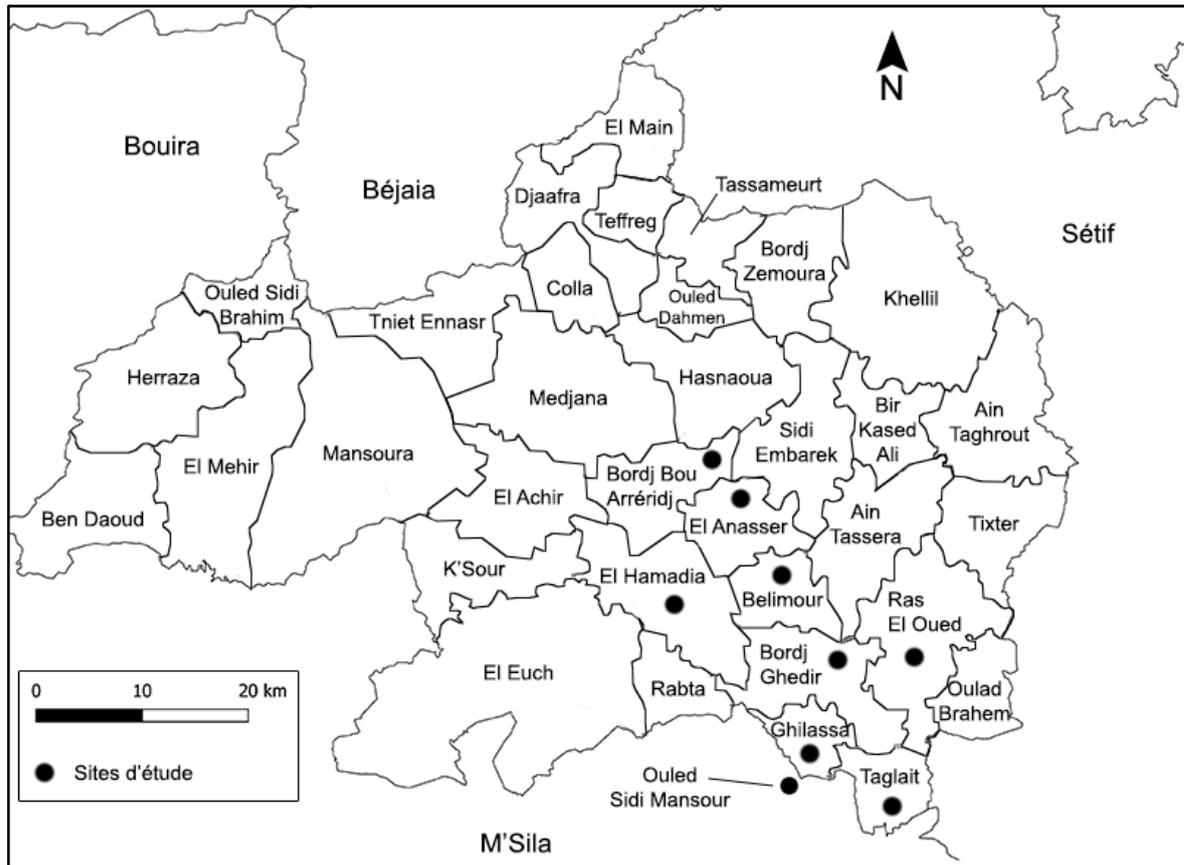


Figure 9. Localisation des sites d'étude (Conception : Amara Korba, 2021/QGIS®).

2.3.1.2. L'échantillonnage (Prélèvement des stades aquatiques des Culicidae)

La collection des moustiques était effectuée par des prélèvements des larves et nymphes provenant de chaque gîte, en utilisant la méthode Dipping (description en annexe 2), avec une louche en métal de 01 litre (Figure 10).



Figure 10. Technique de Dipping (Cliché Chenouf et Nacef, 2021).

Les collectes des larves et nymphes sont transférés dans des bouteilles en plastique marquées avec étiquettes (Nom du gîte, date et heure de prélèvement) et en laissant assez d'air pour leur respiration, et transportées au 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 à l'université de BBA.

Au niveau de chaque gîte plusieurs paramètres ont été notés et identifiés à l'aide d'une fiche technique tels que (Type de gîte, végétation utilisation des terres ...) (voir annexe 3 et 4).

2.3.1.3. Les caractères abiotiques/biotiques des gîtes larvaires

Pour identifier les variables associées à la productivité de chaque espèce, nous avons marqué pour chaque site les paramètres suivants montré dans les tableaux ci-dessus (04, 05 et 06).

Tableau 4. Utilisation des terres.

Code habitat	Type d'habitat	Nbr. Échantillons	Positive/négative
1	Urbain		
2	Semi-urbain		
3	Rural		
4	Agricole		
5	Agropastorale (élevage)		
6	Foret		
7	Sylvo-pastorale		

Tableau 5. Les types de gîtes

Code Gîte	Type
01	Marais
02	Réservoir
03	Fossé de ferme
04	Étang
05	Flaque
06	Creux de rocher
07	Piscine pluviale
08	Fosse
09	Impression de sabot
10	Canal d'irrigation
11	Conduite d'assainissement des eaux usées

Tableau 6. Variables d'entrée utilisées pour l'analyse des préférences d'habitats larvaires (à partir de Mereta et *al.*, 2013).

Variables	Unité	Moyenne	Écart-type	Intervalle
Altitude	Mètre au-dessus du niveau de la mer			
Surface	m ²			
Profondeur	M			
Couverture végétale autour du gîte	%			0–100
Type de végétation dans le gîte	(1) Végétation flottante ; (2) Végétation dressée ; (3) Algues ; (4) Autre débris.	N/A	N/A	N/A
Végétation flottante	(0) Très faible ; (1) faible ; (2) moyenne ; (3) Élevé ; (4) Très élevé			0 – 4
Végétation submergée	(0) Très faible ; (1) faible ; (2) moyenne ; (3) Élevé ; (4) Très élevé			0 – 4
Température de l'air	°C			
Température de l'eau	°C			
pH	-			
Oxygène dissous	mg/l			
Conductivité	µS/cm			
Nitrate	mg/l			
Etat de l'eau	(1) Temporaire ; (2) Permanent.	N/A	N/A	N/A
Qualité de l'eau	(0) Claire ; (1) teinté ; (2) turbide ; (3) trouble ; (4) polluée			0-4
Nature du gîte	(0) Artificielle (1) Naturelle	N/A	N/A	N/A
Habitat type	7 types (Voir tableau 5)	N/A	N/A	N/A
Utilisation des terres	9 types (Voir tableau 4)	N/A	N/A	N/A
Poisson	Absence (0), présence (1)	N/A	N/A	N/A
Prédateur invertébré	Abondance (nombre d'individus)			
Compétiteurs	Abondance (nombre d'individus)			
Type de résidus au fond du gîte	(1) Limon, sableux (2), gravier (3), substrat artificiel (4)	N/A	N/A	N/A
Ensoleillement	(1) Toute la journée ; (2) Une partie de la journée ; (3) Jamais	N/A	N/A	N/A

N/A : Non attribué

2.3.2. En Laboratoire

2.3.2.1. Mise en élevage des stades pré-imaginaux

L'élevage des stades pré-imaginaux se fait dans des bacs en plastique contenant de l'eau de leur gîte pour un élevage temporaire. On laisse la moitié des larves pour pouvoir suivre leur développement jusqu'à leur émergence (un contrôle quotidien pour récupérer les adultes à l'état sec). Les adultes sont prélevés à l'aide d'un aspirateur à bouche (Voir annexe 6) puis tués par le froid (15 min au congélateur).

2.3.2.2. Le tri des stades pré-imaginaux

Le tri des larves se fait dans un plateau rectangulaire en plastique blanc, à l'aide d'une pipette (Voir annexe 6). Les larves doivent être triées selon :

- Leur sous-famille : les larves d'*Anophilinae* peuvent être aisément distinguées, à l'œil nu, de celles de *Culicinae* par l'absence de siphon respiratoire (Benmenni et Haddad, 2018).
- Leurs stades de développement : les larves des stades 1, 2 et 3 sont maintenues en élevage dans des bocaux en plastique recouverts par un tulle moustiquaire, jusqu'à ce qu'ils atteignent le stade 4. Ces dernières seront utilisées pour l'identification morphologiques. Elles seront tuées et conservées dans des tubes d'alcool à 85° (Benmenni et Haddad, 2018).

2.3.2.3. Préparation et le montage des larves

- Mettre les larves dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) préparée à partir de 100 ml d'eau distillée et 20g de KOH pendant deux heures (Voir annexe 6). Ensuite, le KOH est remplacé par de l'eau distillée pendant 30 minutes.
- On aspire cette eau à l'aide d'une pipette et on verse la solution de Marc André préparée à partir de 30 ml d'eau distillée, de 30 ml d'acide acétique et de 30g d'hydrate de chloral, et on laisse pendant une heure.
- Le montage entre lame et lamelle passe par quelques gouttes de la Baume de Canada déposée sur la lame dont les larves seront posées sur la face ventrale sous loupe binoculaire. Les lames sont posées sur une surface plate pour séchage puis examinées au microscope.

2.3.2.4. Le montage d'un moustique adulte (la Méthode de double épingle) :

- Déposer une goutte de la colle sur une étiquette et placer le moustique sur sa face dorsale dans la goutte.
- À l'aide d'une fine épingle, séparer les ailes et les pattes.
- 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.

2.3.2.5. L'identification des espèces

a) - L'identification des moustiques adultes

Nécessite une observation sous la loupe binoculaire et l'utilisation du logiciel d'identification des Culicidés d'Afrique méditerranéenne (Brunhes et *al.*, 1999) en se basant sur un ensemble de structures microscopiques très précis qui sont :

- **La longueur de la palpe maxillaire et la trompe** : (inférieur ou supérieur).
- **Les antennes** : très plumeuse c.-à-d un mâle ou peu plumeuse c.-à-d. une femelle
- **Thorax** : la mise en point dans l'aire spiraculaire après on trouve des sois près spiraculaire ou poste spiraculaire (présence) et si on ne trouve pas des sois ça veut dire absence.
- **Les ailles** : la frange (présence ou absence) après la position de la nervure de la fourche MCU, CUA.
- **L'identification de la femelle repose sur la morphologie externe** : répartition et couleur des écailles, structures de l'aile et celle de l'extrémité postérieure abdominale permettant la distinction des genres et des espèces .
- **Chez les mâles, la morphologie générale et la chétotaxie de l'hypopygium (appareil génital)** sont nécessaires pour la détermination du genre et des espèces. Les larves du quatrième stade sont très utilisées dans ce domaine, vu la facilité de leur pêche et leur chétotaxie qui permet l'identification des espèces et des sous-espèces (Bendali-Saoudi, 1989 ; 2006) qui donne des caractéristiques biologiques et écologiques sur les différentes espèces.

b) - L'identification des larves de moustique

Sur la lame, on mentionne le genre et l'espèce, la date et la station de prélèvement, ils sont examinés au microscope optique avec les objectifs ($\times 10$) et ($\times 40$) et un oculaire de grossissement ($\times 10$), l'identification des larves se fait selon des critères morphologiques (point d'insertion des soies et leur nombre, forme du siphon.). Les adultes sont observés sous un loup binoculaire avec un grossissement ($\times 2$) ou ($\times 4$).

2.4. Traitement et analyse des résultats

Dans cette partie nous devions décrire les différentes méthodes de traitements des résultats attendus, malheureusement à cause de la crise sanitaire nous n'avons pas pu avoir assez de résultats pour pouvoir les traiter, ces méthodes seront présentées en **annexe 8**.

Résultats & Discussion

3. Résultats et Discussion

L'objectif de la présente étude était de déterminer les caractéristiques des habitats larvaires des espèces des moustiques, et d'identifier les facteurs biotiques et abiotiques les plus importants qui affectent en première position la présence et l'abondance des larves des moustiques dans la région de Bordj Bou Arreridj.

Nous avons été obligés de limiter certains points de notre protocole expérimental à cause des difficultés rencontrés durant cette année universitaire exceptionnelle (l'accès au laboratoire pédagogique été limité à cause de la grève des étudiants) en plus de circonstances liées à la crise sanitaire du COVID-19. Deux (02) sites parmi les sept (07) choisis pour cette étude ont pu être examinés ; à savoir Ouled Sidi Mansour et Zmala (Bordj El-Ghedir). De ce fait, nous allons vous présenter nos résultats préliminaires et les discuter par rapport à d'autres travaux de recherche en relation à notre sujet de mémoire.

Au niveau des sites Ouled Sidi Mansour et Zmala (Bordj El-Ghedir), 04 et 01 stations ont été prospectées respectivement, ce qui nous a permis d'identifier trois espèces à savoir : *Culex pipiens sesu lato (s.l.)*, *Culex theileri*, et *Culiseta longiareolata* appartenant à une seule sous-famille en l'occurrence *Culicinae* avec deux genres *Culex* et *Culiseta* (voir le tableau ci-dessous).

Tableau 7. Liste des espèces de Culicidae identifiées dans les cinq (5) stations prospectées

Sous famille	Tribu	Genre	Espèce
Culicinae	Culicini	<i>Culex</i>	<i>pipiens s. l.</i>
			<i>theileri</i>
	Culisetini	<i>Culiseta</i>	<i>longiareolata</i>

Les différentes caractéristiques des stations explorées sont représentées dans le tableau 9.

Le genre *Culiseta* est représenté par l'espèce *Culiseta longiareolata* qui prédomine dans les stations 2 et 5. Viennent en deuxième et troisième positions *Culex pipiens* et *Culex theileri* qui prédominent dans la station 3. Ces espèces sont trouvées répandues dans tout le nord-africain, d'est en ouest du bassin méditerranéen (Hassaine, 2002).

Contrairement aux autres stations, nous n'avons trouvé aucune larve des culicidés dans le bassin artificiel (Station 4). Ce résultat négatif pourrait être dû à la fois à la non stagnation de

son eau (courant provoquée par le vent) et la présence des prédateurs tels que les Notonectes (l'abeille d'eau) et les Odonates (libellules).

Tableau 8. Les caractères biotiques et abiotiques des stations prospectées

Variables	S01	S02	S03	S04	S05
Type de gîte	Naturel	Naturel	Naturel	Artificiel	Naturel
Permanence d'eau	Permanent	Permanent	Ecoulement	Permanent	Ecoulement
Exposition au soleil	Pleine	Pleine	Partielle	Pleine	Pleine
Etat d'eau	Stagnante	Stagnante	Courant	Courant	Courant
Qualité d'eau	Turbide	Teintée	Claire	Claire	Teintée
Végétation dans le gîte	Algues	Submergée	Débris (feuilles)	Absence	Algues
Autres insectes aquatiques	+	+	+	+	+
Profondeur (cm)	26	150	7	159	12
Les culicidés	+	+	+	-	+

(+) : présence / (-) : absence / S : Station

S01 : Kaf Laghrab / S02 : Lac / S03 : Sidi Mansour / S04 : Bassin artificiel / S05 : Zmala (Ouled Hamdani)

Il est trouvé dans d'autres études que la profondeur présente un facteur très important dans la catégorie du gîte (Hassaine, 2002). Deux types étaient catégorisés à savoir :

- Gîte profond dont la profondeur est supérieure à 50 cm
- Gîte superficiel dont la profondeur est inférieure à 50 cm.

En adoptant cette répartition, nous pouvons considérer les stations 1, 3, et 5 comme des gîtes superficiels tandis que les stations (2) et (4) comme des gîtes profonds.

En général, la majorité des Culicidés fréquentent rarement des gîtes profonds, mais recherchent des plans d'eau où la température augmente rapidement, ce qui accélère la vitesse du développement larvaire. Les œufs éclosent d'autant plus vite qu'ils sont soumis à des températures plus élevées (Hassaine, 2002 ; Larbi Cherif, 2015). Or, nous avons pu les trouver dans la station 2. Ceci peut être dû à des facteurs autres que la température. Si nous le comparons à la station 4. Nous avons constaté que cette dernière est dépourvue de toute végétation. De ce

fait, nous pouvons conclure que la végétation joue un rôle essentiel au développement des moustiques.

Par ailleurs, l'eau de la station 2 est stagnante alors que celle de la station 4 est courante. Nous pouvons aussi déduire que la stagnation d'eau du gîte est un facteur favorisant à la présence de moustiques.

De nombreux travaux (Adham, 1979 ; Ichimori, 1981 ; Maire, 1983) portant sur des espèces différentes ont conclu que les eaux et les substrats foncés sont plus attirants que les eaux claires. Cependant, nous avons pu trouver des moustiques dans la station 3 où l'eau est plutôt claire. Ceci concorde avec d'autres résultats d'étude de Larbi Cherif (2015) et qui ont trouvé que *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* sont capables de peupler dans tous les types de l'aspect de l'eau.

Nos résultats montrent la présence de l'espèce *Culiseta longiareolata* dans des gîtes naturels et en abondance dans les stations 1, 2 et 5. Cette espèce présente une grande aptitude à coloniser des biotopes naturels ainsi que les gîtes artificiels différents par leurs caractéristiques physiques (Hassaine, 2002 ; Messai et al., 2011). Cependant, dans le cas de notre gîte artificiel, les moustiques sont quasiment absents.

L'espèce *Culex theileri* est multivoltine, sténogame et autogène. Cette espèce ne pique pas l'homme et son rôle de vecteur de parasitoses humaines ne peut être que des plus réduits (Shalaby, 1972, Khalil, 1980, Trari, 1991, Hassaine, 2002, Ruben et Ricardo, 2011). Par contre, *Culex pipiens* est le moustique le plus fréquent dans le monde. C'est un moustique ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes ; il se développe aussi bien dans les milieux urbains que ruraux, dans les eaux polluées que propres à haute température, ainsi colonise surtout les eaux douces riches en matières organiques d'origine végétale (Rioux Et Arnold, 1955 ; Khalil, 1980 ; Himmi, 1991 ; Trari, 1991 ; Hassaine, 2002 ; Faraj et al., 2006 ; Himmi, 2007 ; Messai et al., 2011 ; Amara Korba et al., 2016).

Culex pipiens s. l. a été recueilli dans presque tous les gîtes prospectés, cette espèce a une distribution très vaste (Amara Korba et al., 2016), *Culex theileri* apparaît comme très rare, elle n'a été retrouvée que dans un seul gîte. Comme dans le cas de notre étude (présent seulement dans la station 3).

D'après (Bouabida et al., 2012) *Culiseta longiareolata* est l'espèce la plus abondante dans presque tous les gîtes suivis de *Culex pipiens s. l.* dans la région de Tébessa. Ces derniers se

développent dans tous les types de gîtes (naturels et artificiels). Ce qui traduit l'affinité très marquée de ces espèces pour le milieu riche en végétation car la structure de la végétation assure un microclimat thermique et lumineux favorables.

L'espèce *Culex theileri* apparaissait comme très rare elle n'a été trouvée que dans un seul gîte. Selon l'étude de prospection faite dans la région de M'Sila par (Asloum et *al.*, 2021), il s'est avéré que *Culiseta longiareolata* soit l'espèce la plus abondante avec une fréquence de 75.47%. Cette dominance est due à la bio écologie et ses adaptations différentielles sur le niveau spatiotemporel. Elle est suivie de l'espèce *Culex pipiens s. l.* avec une fréquence 13.95% et les autres espèces étaient inférieure à 1% comme le cas du *Culex theileri*.

Culex pipiens s. l. est aussi répandu dans le monde. C'est une espèce omniprésente capable de s'adapter à différents biotopes, augmente en milieu urbain et rural, environnements tant pollués que propres, eau à haute température, et colonise principalement des eaux douces riches en bio matière d'origine végétale (Rioux et Arnold ,1955 ; Khalil, 1980 ; Himmi, 1991 ; Trari, 1991 ; Hassaine, 2002 ; Faraj et *al.*, ; 2006, Himmi, 2007 ; Messai et *al.*, 2011).

Les autres espèces comme *Culex theileri*, ont basse fréquence causée par la qualité d'eau, reproduction réduite, faible nutriments disponibles (quantité ou qualité), les lessivages des gîtes larvaires par précipitation, le ralentissement du développement des larves à cause de la baisse température et mortalité par des prédateurs invertébrés ou vertébrés (Berchi, 2000).

Conclusion

Conclusion

L'objectif de cette étude était d'améliorer et d'enrichir nos connaissances sur les moustiques d'une part, et de déterminer les caractéristiques de leurs gîtes larvaires d'autre part. Pour ce faire, nous avons effectué une série de récoltes en mois de Juin 2021 dans 5 stations dans la région bordj Bou Arreridj.

La prospection a révélé l'existence de 3 espèces de *Culicinae* appartenant à 2 genres (*Culex* et *Culiseta*) sachant que l'espèce *Culiseta longiareolata* prédomine dans les stations 1,2 et 5. Les 2 espèces (*Culex pipiens* et *Culex theileri*) sont présents dans la station 3.

Nos résultats préliminaires a permis également en :

- Une contribution à la connaissance de la biodiversité des culicidés de la région de bordj Bou Arreridj.
- Déterminer les différents types d'habitats larvaires les plus productifs et noter leurs caractéristiques.
- L'éclairement du gîte, le volume d'eau, la structure de la végétation sont des facteurs déterminants pour le développement des culicidés et assure un microclimat thermique et lumineux favorable.
- Savoir que les moustiques sont fortement affectés par les changements saisonniers et aussi par les caractères physico-chimiques de leurs habitats larvaires. Et que ces caractères jouent un rôle primordial dans la densité larvaire et la composition de l'espèce.

Nous n'avons pas atteint nos objectifs pour de nombreuses raisons qui nous ont conduit à limiter notre partie expérimentale : incapacité d'accès au laboratoire (Grève des étudiants) les circonstances liées à la crise sanitaire du COVID-19.

Cette étude mérite d'être approfondie par des nouvelles voies sur la caractérisation des habitats des moustiques, avec une surveillance périodique. Ça sera sans doute plus pertinente dans l'étude écologique de la répartition et la dynamique de moustiques.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Adham, F. K. 1979** - The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977–1978 2. Ecological and entomological studies. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 73(6), 624-629.
- Alouani, A., Rehim, N., & Soltani, N. (2009)**. Larvicidal activity of a neem tree extract (Azadirachtin) against mosquito larvae in the Republic of Algeria. Jordan Journal of Biological Sciences, 2(1), 15-22.
- 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.
- Amara Korba, R., Alayat, M. S., Bouiba, L., Boudrissa, A., Bouslama, Z., Boukraa, S., ... & Boubidi, S. C. (2016)**. Ecological differentiation of members of the *Culex pipiens* complex, potential vectors of West Nile virus and Rift Valley fever virus in Algeria. Parasites & Vectors, 9(455), 1-11.
- Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F., & Mahari, S. (2006)**. Evaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). BASE. 10 (2),67-71.
- Arbaoui, L., (2017)**. Biodiversité et typologie des gîtes larvaires des Diptères Culicidae de la région de Ain Fezza - Tlemcen (extrême ouest Algérienne) (mémoire). Université AboBeker Belkaid, Tlemcen, p53.
- Asloum, A. Y., Benhissen, S., Habbachi, W., Habbachi, S., Hedjouli, Z., Bouslama, Z., & Tahraoui, A. (2021)**. Preliminary Inventory and General Aspect of the Distribution of Culicidae Species in the Steppe Region (M'sila, Algeria). Journal of Bioresource Management, 8(3), 8.
- Auriane B. B., (2010)**. Manifestations Dermatologiques Associés Aux Diptères Chez Le Chien Et Le Chat. (Thèse de Doctorat). Ecole Nationale Vétérinaire D'Alfort, France, P185.
- Bechini L., (2017)**. Piqure de moustiques, un risque sanitaire à ne pas négliger. (these doctorat). universite Aix-marseille., marseille, p134.
- Becker N., (1998)**- the use of bacillus thuringiensis sub sp. Israelensis(BTI) against mosquitoes, with special emphasis of the ecological impact. Israel journal of Entomology, XXXII: 63-69.
- Becker, N., Petric, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C., & Kaiser, A. (2010)**. Mosquitoes and their control. Springer Science & Business Media.

- Bendali, Djebbar, Soltani, 2001.** Efficacité Comparée De Quelques Espèces De Poissons A L'égard De Diverse Stades De *Culex pipiens* L. Dans Des Conditions De Laboratoire. *Parasitica* 57(4), P.255-265.
- Bendali-Saoudi F. 1989.** Etude de *Culex pipiens pipiens* anautogène. Systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis israeliensis* serotype H14, *Bacillus sphaericus* 1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de Magister en Arthropodologie, Université d'Annaba, Algérie.
- Bendali-Saoudi F. 1989.** Etude de *Culex pipiens pipiens* anautogène. Systématique, biologie, lutte (*Bacillus thuringiensis israeliensis* serotype H14, *Bacillus sphaericus* 1953) et deux espèces d'hydracariens. Thèse de Magister en Arthropodologie, Université. D'Annaba.
- 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.
- Bendali-Saoudi F., Djebbar F. & Soltani N. 2001.** Efficacité comparée de quelques espèces de poissons à l'égard de divers stades de *Culex pipiens* L. dans des conditions de laboratoire. *Parasitica*, 57 (4) : 255- 265.
- Benmenni M, Haddad R (2018).** Contribution à l'étude des moustiques (Diptera.Culicidae) de la région de bordj Bou Arreridj : biodiversité, importance médico-vétérinaire et Perspective de lutte. Mémoire de Master, université Bordj Bou Arreridj.
- 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.
- Bouabida, H. Djebbar, F & Soltani, N (2012)** étude systématique et écologique des moustiques (Diptera :Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Entomologie Faunistique* 65,99-103.
- Boukraa S. (2010)** bio systématique des moustiques (Diptera : culicidae) dans et aux Alentours des fermes délavage en Belgique. Mémoire d'ingénieur. Orientation protection des végétaux. Université de liege. Belgique. 109p
- Boyer, S (2006)** résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides : Conséquences environnementales. Sciences du Vivant [q-bio]. Université Joseph-Fourier – Grenoble I.
- Boyer, S. (2006).** *Résistance métabolique des larves de moustiques aux insecticides : conséquences environnementales* (Doctoral dissertation, Université Joseph-Fourier-Grenoble I).
- Brunhes J., Abdl Rahim., Geoffroy B., Angel G. & Hervet J. P., (2000)** - Identification des culicidés d'Afrique méditerranéenne. CDROM I.R.D. Montpellier. France.

- Carnevale P. Robert V. (2009)** les anophèles. Biologie, taxonomie du plasmodium et lutte anti vectorielle. Edition IRD., Marseille, 389p.
- Dagnelie, P. (1999)** Statistique théorique et appliquée, Tome 2, Bruxelles, Université de Boeck et Larcier, 659p.
- Duvallet, G., Fontenille, D., & Robert, V. (2017).** Entomologie médicale et vétérinaire. Editions Quae.
- Faraj C., Elkohli M., Lyagoubi M., 2006 :** Cycle gon trophique du culex pipiens (Diptera ; Culicidae), vecteur potentiel de virus West Nil, au Maroc estimation de la durée en laboratoire. Entomo. Med .2846: 119-121.
- Fillinger, U., & Lindsay, S. W. (2011).** Larval source management for malaria control in Africa: myths and reality. Malaria journal, 10(1), 1-10.
- Fock, D. A, and D. D. chadae. 1997.** Pupal survey: An epidemiologically significant surveillance method for Aedes aegypti: An example using data from Trinidad.Am. J. trop.Med. Hyg. 56: 159-167.
- Fonteille D., 2008-** Moustiques vecteurs de lutte anti-vectorielle. Genetic heterogeneity of african malaria vectors, 1 : 1-33.
- Fontenille D. 2010.** Vecteurs d'arbovirus et indicateurs de lute (WN, RVF, YF, DEN, CHIK). IRD, UR 016. Caractérisation et contrôle des populations de vecteurs, Département Société set Santé, IRD, Montpellier.
- Fontenille, D., Paupy, C., & Failloux, A. B. (2017).** Culicinae (Diptera : Culicidae). Entomologie médicale et vétérinaire. Editions Quae.
- Foster, W. A., & Walker, E. D. (2019).** mosquitoes (Culicidae). In Medical and veterinary entomology (pp. 261-325). Academic press.
- Guarrera P. M., 1999-** J. Ethnopharmacology, 1 :68-183.
- Handacq N., 1995.** Les moustiques de la Tunisie. Contribution à l'étude bioécologique de deux espèces halophiles : Aedes detritus halodday (1833) et Aedes caspius Pallas (1771) da la région de Tunis, 85 p.
- Harbach R.E., 2007.** The Culicidae (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. Zootaxa 1668: 591–638.
- Harbach R.E., Rattanaarithikul R., Howard T.M., Linton Y. M. & Kitching I. J. 2007.** Systematic of a new genus and cavernicolous species of the mosquito tribe Aedini (Diptera: Culicidae) from Thailand. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 109, 469–488.

- Harbach, R. E. (2018).** Culicipedia: Species-group, genus-group and family-group names in Culicidae (Diptera). CABI.
- Hassaine, K., (2002).** Les culicidés (Diptera- Nématocéra) 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. Uni. Tlemcen : 203p
- Himmi O., 1991.-** Culicidae (Diptera) du maroc : Clé de détermination actualisée et étude de la dynamique et des cycles biologiques de quelques populations de la région de Rabat – Kénitra. Thèse 3ème Cycle. Université. Med V.Rabat : 185p.
- Houaoussa S., Arnaout H. (september 2020).** Importance des Arthropodes comme vecteurs de maladies émergentes, cas des Culicidae(Diptera,Nematocera), université de Guelma .Mémoire de Master.
- Ichimori, 1981.** Les moustiques du Québec (Diptera : Culicidae). Essai de synthèse écologique. Mémoires de la société entomologique de Québec. pp.107.
- Kadhem Z.A., Al-Sariy J.S., Ali S.M., 2014.** Seasonal distribution study of mosquito species (Culicidae: Diptera) in Al- Naamania salt Basin northwestern Al Kut city / Iraq. Wasit Journal for Science & Medicine, 7 (1) : 124-135.
- Karboua F., Merniz N., 1997.** Contribution à l'impact paramètres physico-chimiques des eaux, sur la prolifération des Culicidae (Diptera) en zone périurbaine wilaya de Constantine.(Cas particulier) de *Culex pipiens* L., Mém. Ing. D'Etat en Ecologie, Université. Constantine, Algérie, 72 p.
- Keshavarzi,D . Soltani Z, Ebrahimi M. Soltani A. Nutifafa G. Soltani F. farmarzi H. Amraee K. Hassanzadeh A (2017).** Mounthly prevalence and diversity of mosquitoes (Diptera:Culicidae) in Fars province, southern Iran. Asian Pacific Journal Tropical Diseases; 7(2): 112-120.
- KHALIL G.M., 1980.** - A preliminary survey of mosquitoes in Upper Egypt. The Journal of the Egyptian Public Health Association, 55 5/6 : 355-362.
- Larbi-Cherif, Y (2015)** diversité et caractérisation des habitats des Diptères (Diptera,Culicidae) de la région de Chetouane (Tlemcen). Mémoire de Master, Université Abou Beker Belkaid – Tlemcen.
- Lepage, Sardet, Gache, 1992.** Spatial Expression of the Hatching Enzyme Gene in The Sea Urchin Embryo, Dev Biol. 1992 Mar; 150(1):23-32.
- Louah A., 1995.** Ecologie des Culicidae (Diptera) et état du paludisme dans la péninsule de Tanger. Thèse Doc. D'état Es-sciences, Fac. Sciences de Tétouan. Université. Abdelmalek Essaadi, Maroc, 266 p.

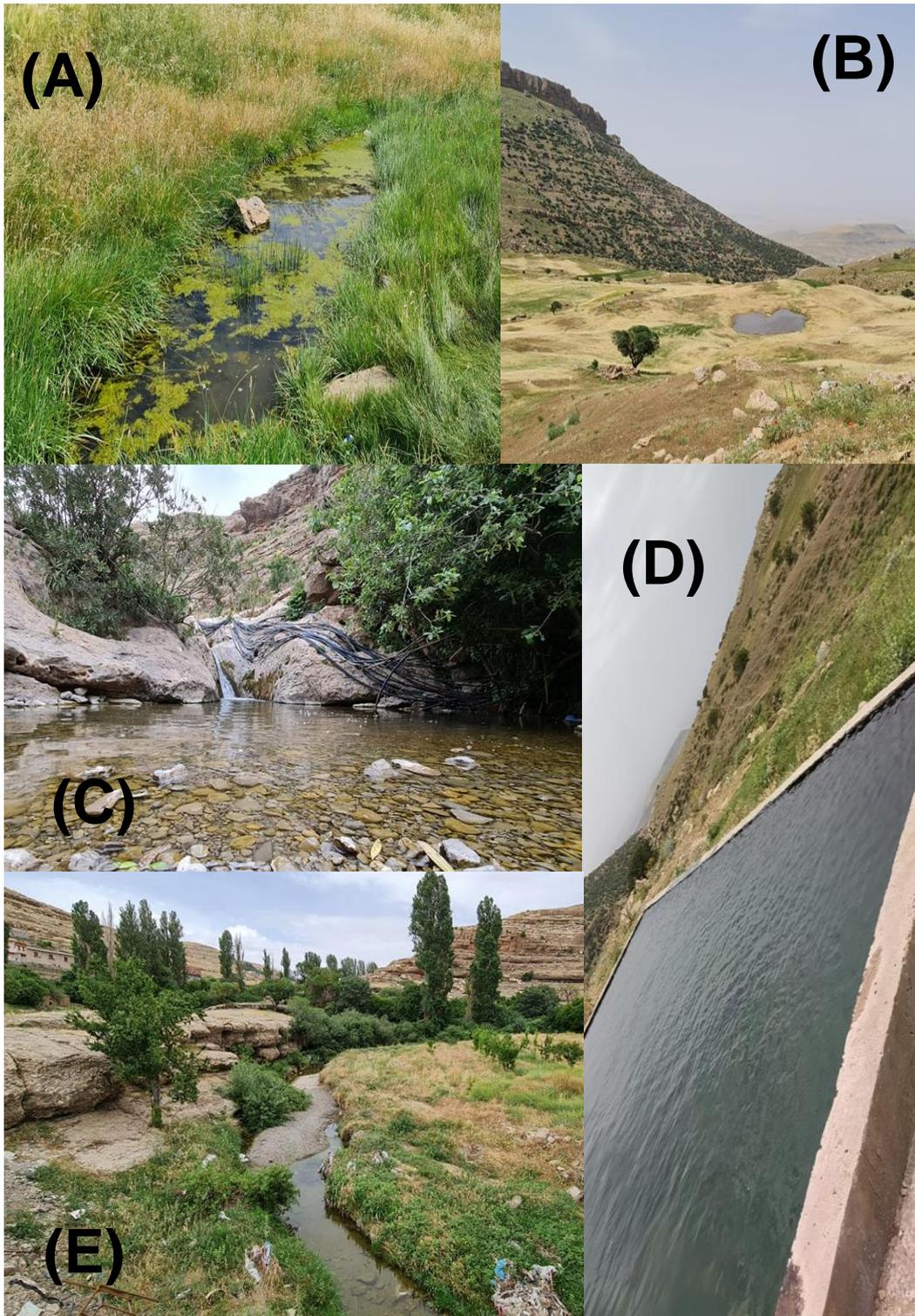
- Machault V, Gadiaga L, vignolles c, Jarjaval F, Bouzid S, Sokhna C, Lacaux J-P, Trape J-F, Rogiger C, Pages F (2009)** highly focused anophelinae breeding sites and malaria transmission in Dakar. *Malar J.* 8(138) : 1475-2875.
- Maire, A. 1983.** Sélectivité des femelles de moustiques (Culicidae) pour leurs sites d'oviposition: Etat de la question. *Revue canadienne de biologie expérimentale*, 42(2), 235-241.
- Marquardt W.C. 2005.** Biology of disease vectors, second edition. *Clin. Infect. Dis.*, 41 (11): 1692-1693.
- Mereta, S. T., Yewhalaw, D., Boets, P., Ahmed, A., Duchateau, L., Speybroeck, N., Vanwambeke, S. O., Legesse, W., De Meester, L., & Goethals, P. L. (2013).** Physico-chemical and biological characterization of anopheline mosquito larval habitats (Diptera: Culicidae): implications for malaria control. *Parasites & vectors*, 6(1), 320. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-320>
- Messai N., Berchi S., Boulknafed F. & Louadi K. 2011.** Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera: Nematocera) dans la région de, Mila (Algérie).
- Mestari N., 1997.** Les peuplements culicidiens de la ville de Mohammedia et des régions avoisinantes : caractérisation hydrologique et hydrochimie des principaux gîtes dynamiques spatio-temporelle. Thèse 3e cycle, option écologie animale. Université. Mohammed V, Rabat, 138 p.
- Metge G., 1986.** Étude des écosystèmes hydro morphes (Daya et Merja) de la Meseta occidentale marocaine : typologie et synthèse cartographique à objectif sanitaire appliquée aux populations d'*Anopheles labranchiae* (**Falleroni, 1926**), (Diptera, Culicidae, Anophelinae). (Thèse Doctorat. Es-Sciences., Université. De droit d'économie et des sciences d'Aix-Marseille, 280 p.
- Mojtaba A., Bojd A., Aghapour A. & Chavshin, A. (2020).** Larval habitats and species diversity of mosquitoes (Diptera:Culicidae) in West Azerbaijan province, North western Iran. *BMC Ecology*.
- Pates H. and Curtis C., (2005)** - Mosquito behavior and vector control. *Annual Review of Entomology* (50): 53-70.
- Pavan M, 1986** Una révolution. Cultural. Europea. La carte sugliinvertebrate. Université Pavia 33 :1-15.
- Rahola N. 2010.** Notions de morphologie et critères basiques de détermination de certains Culicidae au stade larvaire et imaginal. Caractérisation et contrôle des vecteurs. UR016 –CCPV.
- Ramdane M., 2017.** Contribution à l'étude des insectes (Diptères) d'intérêt médical dans la réserve de chasse de Zerralda. (Mémoire). Université de Blida1, blida, p104.

- Rhodain F. & Perez C. 1985.** Précis d'entomologie médicale et vétérinaire. Maloine. S A Editeur 27, Rue de l'école médecine 75006, Paris.
- Rioux J. A. & Arnold M., 1955 -** Les Culicidés de Camargue. Etude systématique et écologique. La terre et la vie : 244-286.
- Rioux J.A. 1958.** Les Culicidae du midi méditerranéen p. Le chevalier paris 303 P.
- Ruben B.M. and Ricardo J.P., (2011).** Classification of Spanish mosquitoes in functional groups. Journal of the American Mosquito Control Association. 27(1).
- Saleh, R. A., Agarwal, A., Nada, E. A., El-Tonsy, M. H., Sharma, R. K., Meyer, A., ... & Thomas Jr, A. J. (2003).** Negative effects of increased sperm DNA damage in relation to seminal oxidative stress in men with idiopathic and male factor infertility. Fertility and sterility, 79, 1597-1605.
- Schäfer, M., & Lundström J. O. (2001).** Comparison of mosquito (Diptera: Culicidae) fauna characteristics of forested wetlands in Sweden. Annals of the Entomological Society of America, 94(4), 576-582.
- Séguy E., 1923.** Remarques sur quelques moustiques (Maroc). Annales de la Société Entomologique de France : 205-208.
- Shalaby A.M., 1972-** Survey of the mosquito fauna of Fezzan southwestern Libya. Bull. Soc. Ent. Egypte, 34: 301-311.
- Tahraoui C., 2012.** Piqure De Moustiques, Un Risqué Sanitaire A Ne Pas Négliger. (These Doctorat). Universite D Aix- Marseille., Marseille.
- Theobald F.V. 1901-1910.** A monograph of the Culicidae of mosquito larvae; a morph metric analysis. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 71 : 373- 38. Torre- Bueno J. R.
- Trari. B. (1991).** Culicidé (Diptera) ; Catalogue raisonné des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gîtes du Gharb et de leurs communautés larvaires. Thèse 3ème Cycle. Université. Mohammed V, Rabat: 209P.
- Yong D.G., Arias J.R 1992,** the phlebotomine sandflies in the americans Health organization, Washington DC, 26p.

Annexes

Annexes

Annexe 1. Photos de 5 stations prospectées (Clichés Chenouf & Nacef, 2021).



(A): Kaf Laghrab; **(B):** Lac; **(C):** Oued Ouled Sidi Mansour; **(D) :** Bassin ; **(E) :** El Zemala
Oued Silini

Annexe 2. La méthode du "dipping"

Pour la récolte des larves nous avons adopté la méthode Dipping, nous avons réalisé 10 coups de louche en bordure et au milieu du gîte larvaire :

- Se mettre en face du soleil pour éviter de créer une ombre qui va faire fuir les larves au fond du gîte.
- Plonger la louche doucement, avec un angle de 45°. Le mouvement doit être fluide et surtout pas brusque
- Verser le contenu de la louche dans des bouteilles 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 de prélèvement
- Les bouteilles doivent être marquées (nom de la station. Date. Heure), 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.

Annexe 3. Fiche technique de récolte (Insectes aquatiques) – page 1

Date : / /	Site :	Station :	Num. du point :	Code gîte :
Nom et prénom de(s) l'enquêteur(s) :				

Coordonnées GPS	Latitude	Longitude	Altitude
	..... N°	..... E°	..... m

Type de récolte	Des œufs <input type="checkbox"/>	Larves <input type="checkbox"/>	Nymphes <input type="checkbox"/>	Techniques de récolte	Louche	Passoire
	Nombres d'ind.	Epuisette	Filet

Type de gîte				Nature du gîte				Etat de l'eau					
Intérieur		Extérieur		Permanente		Semi-permanente		Temporaire		Stagnant		Courant	

Artificiel													
Citerne en plastique		Bassin en béton		Fut métallique		Abreuvoir		Ornière					
Fontaine		Canal d'irrigation		Boîte de conserve		Pneu		Bidon					

Naturel													
Creux de roché		Cour d'eau		Autres (.....)									
Marre / marigot		Fausse d'égout											

Type de sol													
Limoneux		Sableux		Argileux		Humifère							

Qualité de l'eau													
Claire		Teintée		Turbide		Troubles		Polluée					

Type du résidu au fond de l'eau													
Rien		Terre		Gravier		Feuilles		Algues					
Substrat artificiel													

Paramètres physico-chimiques							
Largeur du gîte (cm)	.....	pH	.....	Conductivité	.....	Température de l'air C°	.....
Longueur du gîte (cm)	.....	Oxygène dissous	.....	Turbidité	.....	Température de l'air C° (min)	.....
Profondeur (cm)	.....	Température de l'eau C°	.....	Humidité atm. %	.....	Température de l'air C° (max)	.....

Couverture végétale autour du gîte : %

Végétation dans le gîte

Flottante		Dressée		Algues		Submergé	
-----------	--	---------	--	--------	--	----------	--

Végétation flottante

(0) Très faible		(1) Faible		(2) Moyenne		(3) Élevé		(4) Très élevé	
-----------------	--	------------	--	-------------	--	-----------	--	----------------	--

Végétation submergé

(0) Très faible		(1) Faible		(2) Moyenne		(3) Élevé		(4) Très élevé	
-----------------	--	------------	--	-------------	--	-----------	--	----------------	--

Annexe 3. Fiche technique de récolte (Insectes aquatiques) – page 2

Faune associier

Poisson		Amphibien		Crustacée	
---------	--	-----------	--	-----------	--

Autres insectes aquatiques

Coléoptères	
Autres Diptères (Chironomidae)	
Ephéméroptères	
Hétéroptères (punaises)	
Odonates	
Trichoptères	

Utilisation des terres

Code habitat	Type d'habitat	Nombre d'échantillons	Positive/négative
1	Urbain		
2	Semi-urbain		
3	Rural		
4	Agricole		
5	Agropastorale (élevage)		
6	Foret		
7	Sylvo-pastorale		

Estimation de la densité larvaire

Classe	Nombre approximatif de stade pré imaginaux /1L
0	0
1	1-10
2	11-50
3	51-100
4	100-200
5	200-500

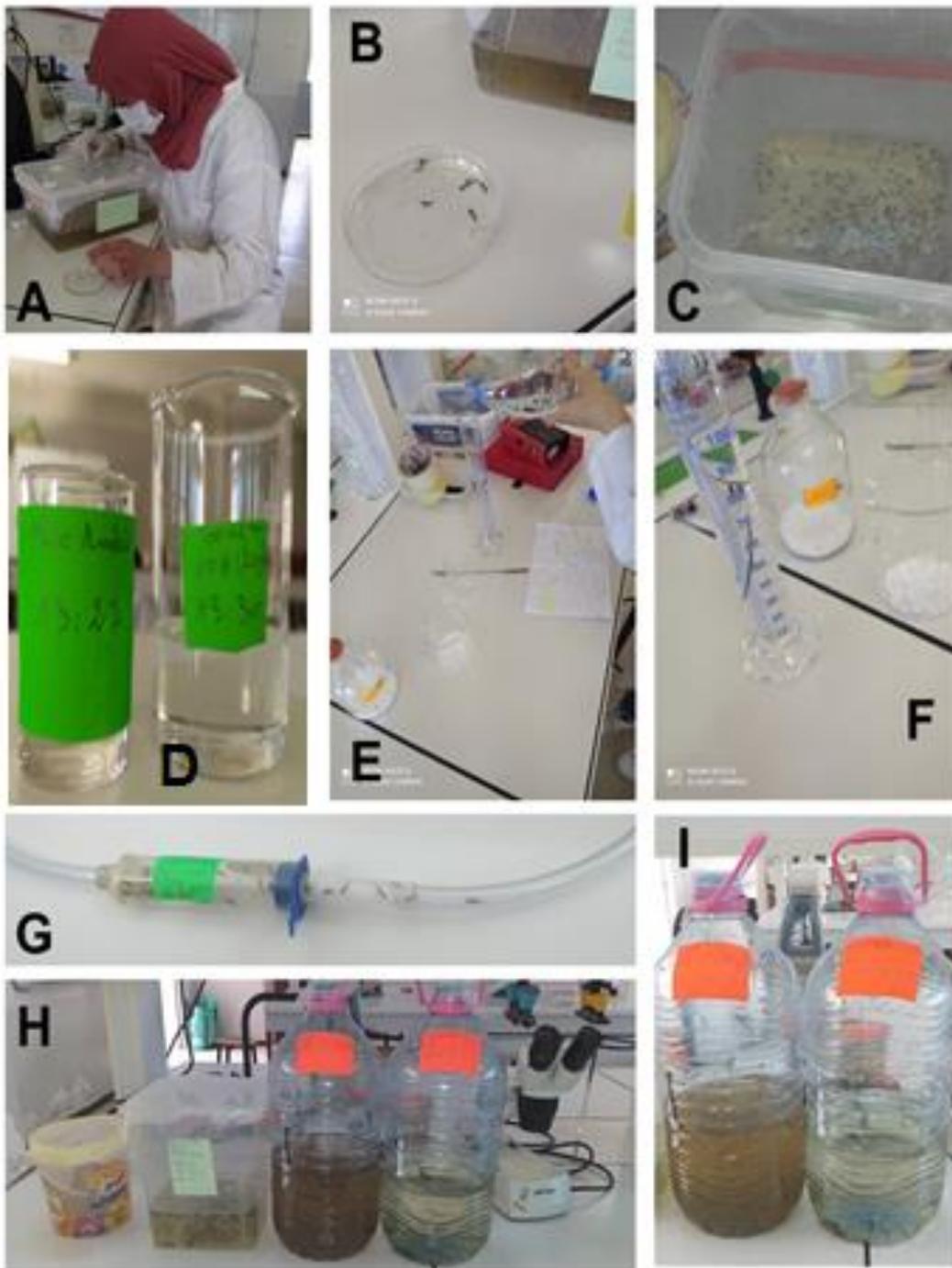
Type de gîte

Code gîte	Types
1	Marais
2	Réservoir
3	Fossé de ferme
4	Étang
5	Flaque
6	Creux de rocher
7	Piscine pluviale
8	Fosse
9	Impression de sabot
10	Canal d'irrigation
11	Conduite d'assainissement des eaux usées

Annexe 4. Tableau des mesures des paramètres physicochimiques

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 5. Méthodes utilisées en laboratoire



(A)(B)(C) : Le tri des stades pré-imaginaux

(D)(E)(F) : Préparation des solutions de Marc André et KOH (Cliché Chenouf & Nacef, 2021)

(G) : Aspirateur à bouche utilisé pour capturer les moustiques adultes (cliché Chenouf & Nacef, 2021)

(H)(I) : Bouteilles en plastique contenant l'eau de 4 gîtes larvaires (cliché Chenouf & Nacef, 2021).

Annexe 6. Traitement et analyse des données

Les paramètres à considérer pour l'évaluation de l'échantillonnage sont: la richesse spécifique, l'abondance relative, la fréquence d'occurrence, les indices de diversité de Shannon-Wiener et de Simpson, l'indice de dominance de Berger-Parker, l'équitabilité de Pielou, et la similitude de Jaccard ont été utilisées pour analyser les modèles de diversité et la répartition des espèces dans des habitats différentes, l'analyse de la variance ANOVA et l'analyse statistique multi variée (observations en groupes).

Indice Shannon Weiner: $H = -\sum P_i \log P_i$

- $(P_i = n_i / N)$ (Σ : la somme)
- n_i : nombre d'individu de chaque espèce dans l'échantillon.
- N : nombre total d'individu de toutes les espèces.
- H : indice Shannon-Weiner.

Indice Evenness de régularité:

$$J = H / H_{\max}$$

J : indice de régularité

H_{\max} : $\log s$ (s : nombre de l'espèce).

L'analyse de la variance : C'est un test d'analyse de la variance à un critère de classification modèle fixe, basé sur le test de FISHER. Il permet de calculer la probabilité de mettre en évidence les différences significatives (P : seuil de signification).

On compare la valeur de P avec $\alpha = 0.05$.

- Si $P > \alpha$ alors il n'existe pas de différences significatives entre les moyennes.
- Si $P \leq \alpha$ il existe des différences significatives entre les moyennes.
- Si $P \leq 0.01$ différences hautement significatives.
- Si $P \leq 0.001$ différences très hautement significatives. (Dagnelie, 1999).

L'analyse en composantes principales (A.C.P) : permet la description des données contenues dans un tableau individus- caractères numériques quantitatives. L'A.C. P est une analyse non symétrique par exemple : additionner deux paramètres physicochimiques et utilisé pour

condenser les variables (température, ph, niveau d'ombre, hauteur, profondeur, surface, volume,), en groupes de facteurs (SPSS version 18 ; IBM corporation, Armonk, NJ).

À partir de l'ACP, l'ajout des densités pré-imaginaires des larves récoltées avec des variables supplémentaires permettra d'étudier les relations entre ces espèces et les facteurs abiotiques afin d'établir une typologie de ces gîtes. Cette méthode accepte les nombres négatifs et tient compte des valeurs nulles. L'A.C. P s'applique aux tables de contingence, néglige les observations rares (Berchi, 2000).

L'analyse statique multi variée : Cette analyse permet la comparaison de l'ensemble des espèces par rapport aux différents paramètres des stations (caractéristiques des stations). Elle consiste à regrouper les moyennes (X) pour chaque station des différentes espèces sur une même colonne et de comparer ensuite les variantes deux à deux afin de déterminer les similitudes et les variations intra et entre les différentes stations.

Les traitements statistiques seront avec le programme Statistica, version 12.

L'abondance des nymphes : car la survie des nymphes est considérée comme une bonne estimation des adultes émergents (Fock et chadae, 1997) et nous voulions déterminer quels facteurs sont des prédicateurs d'un habitat convenable.

Une régression logistique : effectuée pour comparer la (présence /absence) d'espèces à toutes les variables (type de contenant, état d'eau, matériau, présence de feuilles, surface, température, ph, volume, profondeur, hauteur...) (SPSS version 18).

Les densités moyennes des espèces : comparées pour chaque type d'habitat (**Analyse de variance, SPSS version 18 ANOVA**).

Annexe 7. Le protocole expérimental

