

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

## Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine SNV Filière  
Sciences Biologiques

Option : Parasitologie

Thème

Contribution à l'étude de la biodiversité de la faune Culicidienne  
de la région de Blida. Test biolarvicide à base de l'huile  
essentielle de Girofle.

Présenté par :

\*Haroun Houssam eddine

\*Berkane Nihad

\*Benyamina Rayane

Date de soutenance :

Le 12 septembre 2022

Devant les jurys :

Mr ALLAOUI.

MCB/USDB1

Président

Mme SAIGHI H.

MAA/USDB1

Examinatrice

Mme TAIL G.

PR/USDB1

Promotrice

Mme LOUZABI N

Doctorante/USDB1

Co-promotrice

Promotion : 2021-2022

## Remerciements

Nous remercions **Mr ALLAOUI** d'avoir accepté de présider nos jurys. Et **Mme SAIGHI H** d'avoir examinée ce travail.

Nous remercions notre promotrice **Mme TAIL.G** Pour sa patience, sa disponibilité et ses judicieux conseils.

Nous remercions notre Co promotrice **Mme LOUZABI. N** Doctorante de l'université Saad Dahleb Blida 1 Pour sa patience, sa disponibilité et ses judicieux conseils

Nous adressons nos remerciements aussi à tous nos professeurs qui nous ont enseignés et soutenir par leur compétences et leur expériences dans la poursuite de notre études.

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes précieux parents pour leurs soutiens leurs confiance, amour et bénédiction qui ont survenus à tous mes besoins afin que je puisse d'étudier dans des bonnes conditions je vous aime, que dieu vous bénisse et vous accorde longue vie pleine de satisfactions, la santé, et le bonheur.

A l'amour de ma vie, mon futur mari, mon bras droit, qui m'a soutenu tout le temps pour atteindre ce succès **Mohamed Riadh** et sa maman **I**.

A mon frère **Mohamed Riadh** et ma sœur **Marwa**.

A ma chère tante **Nabila**, je la remercie pour tous ses efforts, son soutien et son amour pour moi.

A mon cher oncle **Ismail**, sa femme **Siham** et leur enfants, et mon oncle **Rafik**.

A toutes ma famille **BENYAMINA** et **BOURAHLA**, mes chères grands Parents (ma hada. ma kheira. Pasido), Mes tantes F.S.D.C.Y, mes oncles, mes cousines et Mes cousins, veuillez trouver dans ce travail l'expression de mes respects les plus Profonds.

A mes meilleurs amies **Romi** et **Rania**.

A mon adorable chat **Bishate** que j'aime trop.

*Rayane*

## **Dédicace**

Je dédie ce mémoire avec grand amour, Sincérité & fierté :

A mes chers parents, sources de tendresse, de noblesse & d'affection. **Ms Berkane Abd El Kader & Mme Ben Aziba Ilhem**

A mes frères & mes sœurs, en témoignage de la fraternité,

Avec mes souhaits de bonheur de santé & de succès.

Et à tous les membres de Ma famille.

A mes camarades de master II promo 2022 de l'option Parasitologie.

A tous mes professeurs que ce soit du Primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

à tout qui compulse ce modeste travail

***NIHAD***

## Dédicace

Je dédie cet humble travail

A mes chers parents, **Harun Koueider** et **Khelifi Amina** pour leur soutien, leur confiance et leur amour tout au long de mes études.

A mon frère et ma soeur

A tous Ma famille.

A tous mes professeurs que ce soit du Primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

*Houssam eddine*

## Résumé :

Notre étude s'est étalée sur la période de mai – juin 2022, et a porté dans un premier temps sur l'étude de la biodiversité des *Culicidae* dans la région de Blida. Et dans un second temps sur un essai de lutte biolarvicide à base de l'huile essentielle de Girofle.

Parmi les 25 gîtes prospectés, sept (07) se sont révélés positifs alors que 18 gîtes étaient négatifs.

L'identification des espèces de culicidae a été faite par en se basant sur le logiciel d'identification (Les culicidae de l'Afrique Méditerranéenne).

Durant notre travail, nous avons capturé en total 677 larves (319 en mai et 358 en juin 22).répartie en 3 espèces de moustiques appartenant à la sous famille des *Culicinae*, il s'agit en l'occurrence de *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* et *Culex antennatus*, avec des abondances relative différentes : *Culiseta longiareolata* 51.47% et *Culex pipiens* 45.73% *Culex antennatus* 2,8%.

Les résultats de l'application in vitro de l'huile essentielle de Girofle sur les larves du stade 4 de *Culex pipiens* a permis d'enregistrer des taux de mortalité importante égale à 90% après 2h à la dose de 0,07g/ml et 80% pour la dose 0,06 g/ml et 70% pour la dose 0,055% . Les doses létales tuant 50% et 90% des sujets traités s'évaluent à 0,046 g/ml 0,070 g/ml respectivement.

Les résultats montrent une activité larvicide avec une relation dose - réponse.

**Mots clés :** moustiques, biodiversité, Culicinae, l'huile essentielle de Girofle, DL50 et DL90.

## ملخص

تم نشر دراستنا على مدار الفترة من مايو إلى يونيو 2022، وركزت في البداية على دراسة التنوع البيولوجي *Culicidae* في منطقة البلدية. ثم على تجربة مكافحة مبيدات حيوية على أساس زيت القرنفل العطري.

ومن بين الـ 25 ودائع المتوقعة، تبين أن سبعة (07) كانت إيجابية بينما كان 18 إيداعًا سلبيًا.

تم التعرف على أنواع *culicidae* باستخدام برنامج تحديد الهوية ( Les culicidae de l'Afrique ) (Méditerranéenne).

خلال عملنا، التقطنا ما مجموعه 677 يرقة (319 في مايو و358 في 22 يونيو). مقسمة إلى 3 أنواع من البعوض الذي ينتمي إلى فصيلة *Culicinae*، وهي *Culiseta longiareolata*، و *Culex pipiens et Culex antennatus*، مع وفرة نسبية مختلفة: 51,47% و *Culiseta longiareolata* و 45,73% و *Culex pipiens* و 2,8% و *Culex antennatus*.

أتاحت نتائج التطبيق المختبري للزيت العطري للقرنفل على يرقات المرحلة 4 من *Culex pipiens* تسجيل معدلات وفيات كبيرة تساوي 90% بعد ساعتين بجرعة 0.07 g/ml و 80% للجرعة 0.06g/ml و 70% للجرعة 0.055%. الجرعات المميتة التي تقتل 50% و 90% من الأشخاص المعالجين تم تقييمها عند 0.046 g/ml و 0.070 g/ml على التوالي.

تظهر النتائج نشاط مبيد لليرقات مع علاقة بين الجرعة والاستجابة.

الكلمات الرئيسية: البعوض، التنوع البيولوجي، *Culicinae*، زيت القرنفل الأساسي، DL50 و DL90.

## Abstract

Our study was spread over the period from May to June 2022, and initially focused on the study of the biodiversity of culicidae in the Blida region, And then on a biolarvicide control trial based on Clove essential oil.

Among the 25 deposits prospected, seven (07) turned out to be positive while 18 deposits were negative.

The identification of *culicidae* species was made by using the identification software (Les culicidae de l'Afrique Méditerranéenne).

During our work, we captured 677 larvae (319 in May and 358 in June 22). Divided into 3 species of mosquitoes belonging to the *Culicinae* subfamily, these are *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* and *Culex antennatus*, with different relative abundances: *Culex pipiens* 45,73 % *Culiseta longiareolata* 51,47%, and *Culex antennatus* 2,8%.

The results of the in vitro application of Clove essential oil on stage 4 larvae of *Culex pipiens* made it possible to record significant mortality rates equal to 90% after 2 hours at a dose of 0,07g/ml and 80% for the 0,06/ml dose and 70% for the 0,055% dose. The lethal doses killing 50% and 90% of the subjects treated are evaluated at 0.046 g/ml and 0,070 g/ml respectively.

The results show larvicidal activity with a dose-response relationship.

Keywords: mosquitoes, biodiversity , *Culicinae*, Clove essential oil, DL50 and DL90.



## Liste des Figures :

Figure 1 : Critères de distinctions des Anophelinae et Culicinae (Delaunay, 2001) .....	5
Figure 2 : Morphologie de la larve de moustique (Berchi, 2000) .....	7
Figure 3 : Photographie d'une Nymphe (Vacus, 2012) .....	7
Figure 4 : Morphologie générale des Culicidae adultes (Lane et Crosskey, 1993) .....	9
Figure 5 : schéma représentant le cycle de développement des moustiques (Valdelfener et Al ; 2017) .....	10
Figure 6 : Carte de la situation géographique de la wilaya de Blida (GOOGLE EARTH, 2022).....	17
Figure 7 : Histogramme des précipitations mensuelles et annuelles de la région de Blida (2010/ 2020) .....	18
Figure 8 : Histogramme représente la vitesse du vent à Blida.....	20
Figure 9 : courbe représentant l'humidité de la région de Blida.....	20
Figure 10 : photo originale de gîte 1 situé dans la Station 1 (Cité des Oliviers) (Mai 2022).....	21
Figure 11 : photo de gîte n° 2, Station 2 (Soumâa) (original, Mai 2022).....	21
Figure 12 : photo de gîte n° 3, Station 3 (original, Mai 2022). .....	22
Figure 13 : photo de gîte n°7, Station 3 (original, Juin 2022).....	22
Figure 14 : photo de gîte n° 4, Station 4 (Bouinan) (original, Mai 2022) .....	23
Figure 15 : photo de gîte n° 5, Station 5(El Affroun) (original, Juin 2022) .....	23
Figure 16 : photo de gîte n° 6, Station 6 (Beni Tamou) (original, Juin 2022) .....	24
Figure 17 : photo de deux gîtes naturels. ....	24
Figure 18 : photo originale d'une mare (Gîte naturel) .....	25
Figure 19 : pièges pondoires (Gîte artificiel).....	25
Figure 20 : photo du prélèvement des larves par une louche (original, Mai 2022).....	27
Figure 21 : la collecte des larves dans des bouteilles en plastique (original, Mai 2022).....	27
Figure 22 : photo originale des bouteilles de deux gîtes différents transportés au laboratoire (original, Mai 2022).....	28
Figure 23 : Pièges pondoires dans différents milieux ombrés (original, Mai 2022).....	28
Figure 24 : photo représentant le tri des larves au laboratoire (original, Mai 2022) .....	29
Figure 25 : photo de quelques boîtes des larves (L4) conservés dans l'alcool 70° (original, Mai 2022).....	29
Figure 26 : l'élevage des larves L1, L2, et L3 (original, Mai 2022).....	30

Figure 27 : Des photos représentant les étapes de l'éclaircissement des larves (original 2022). .....	31
Figure 28 : photo représentant des lames préparées pour l'identification (original, 2022).....	31
Figure 29 : photo du profil de logiciel (Brunes et al, 1999).....	32
Figure 30 : photo représentant les différentes caractéristiques données par logiciel d'identification (Brunes et al, 1999).....	32
Figure 31 : le Girofle avec la fleur jaune (originale, 2022). ....	33
Figure 32 : la préparation de la solution mère au laboratoire (originale, Juin 2022).....	33
Figure 33 : Protocole de l'essai de lutte par l'huile essentielle de Girofle (originale, 2022).....	34
Figure 34 : représentation graphique des gîtes trouvés en fonction de la moyenne de température et des précipitations mensuelles de l'année 2022.....	37
Figure 35 : l'antenne longue L= la longueur de la tête (photo originale G× 40) .....	38
Figure 36 : Les épines du segment 8 en absence de plaque sont en désordre (photo originale G× 400) .....	38
Figure 37 : Siphon avec peigne basal et plusieurs touffes de soies ventrales (Brunes et al, 1999). .....	39
Figure 38 : Insertion de la soie antennaire 3-A à proximité de 4-A (photo originale G×100).....	39
Figure 39 : 10 dents de part et autre de la médian (photo originale G× 100).....	39
Figure 40 : Forme générale du Siphon : à bords droits (photo originale G× 100) .....	40
Figure 41 : 2 branches de la soie abdominale 7- I soie 7 du segment I (Brunes et al, 1999).....	40
Figure 42 : 2 branches de la soie abdominale 6- VI (Brunes et al, 1999). ....	40
Figure 43 : 1 branche de la soie caudal 1-X soies caudal de segment X (Brunes et al, 1999).....	41
Figure 44 : 2 branches de la soie prothoracique 4-P (Brunes et al, 1999). ....	41
Figure 45 : 3 paires en position latérale de Soie 1a-S (Brunes et al, 1999). ....	41
Figure 46 : Forme de l'épine préclypéale 1-Cmince et effilée a l'apex (photo originale G×400) .....	42
Figure 47 : 1 branches de la soie abdominale 6- VI (Brunes et al, 1999). ....	42
Figure 48 : antenne courte L < la longueur de la tête (photo originale G× 40) .....	43
Figure 49 : antenne lisse (photo originale G× 100) .....	43
Figure 50 : Siphon avec peine et 1 touffe basale (photo originale G× 100) .....	43
Figure 51 : Taille et forme du siphon : court et trapue (photo originale G× 40).....	44
Figure 52 : Fréquence d'occurrence des espèces des moustiques récoltées (Mai, 2022) .....	45

Figure 53 : Abondance relative des espèces des moustiques récoltées (Mai ,2022) .....	46
Figure 54 : Fréquence d'occurrence des espèces des moustiques récoltées le mois du Juin.....	47
Figure 55 : Abondance relative des espèces des moustiques récoltées le mois de Juin.....	48
Figure 56 : histogramme de la mortalité corrigée.....	50
Figure 57 : Régression linéaire de la mortalité en fonction des concentrations d'huile essentielle de Girofle.....	51

## Liste des Tableaux :

Tableau 1 : Les précipitations mensuelles moyennes à Blida 2022 (Climat, météo par mois, température moyenne pour Blida (Algérie) – WeatherSpark).....	18
Tableau 2: les températures moyennes mensuelles de Juillet 2021 à juin 2022 (Blida). (historique-meteo.net 2022).....	19
Tableau 3: Moyennes météo par mois à Blida en 2022 (Climat, météo par mois, température moyenne pour Blida (Algérie) – WeatherSpark.....	19
Tableau 4: les gîtes prospectés dans la région de Blida.....	26
Tableau 5: représente les gîtes négatifs ET la présence des espèces identifiées dans les gîtes positifs.....	36
Tableau 6: Effectif (Ni) et pourcentage (ni %) des Culicinae récoltées le mois Mai.....	44
Tableau 7: Abondance relative (A) et Fréquence d'occurrence (F) des espèces des moustiques récoltées le mois de Mai.....	45
Tableau 8: Effectif et pourcentage des espèces de moustiques récoltées (Juin, 2022).....	46
Tableau 9: Abondance relative (A) et Fréquence d'occurrence (F) des espèces de moustiques récoltées le mois du Juin.....	47
Tableau 10: la mortalité observée.....	50
Tableau 11: Résultats de DL50 et DL 90.....	51

## Listes d'abréviation

OMS : Organisation mondiale de la Santé

1a-S : soies ventrales

1j-S : soies latérales

2\_ S : épines subapicales

Dd : dent distal

d-VIII : dents du segment VIII

1-X : soie caudale du segment X

L1 : premier stade larvaire

L2 : deuxième stade larvaire

L3 : troisième stade larvaire

L4 : quatrième stade larvaire

KOH : Hydroxyde de potassium

L : longue

3-A : soies subapicales externe

4-A : soies apical

Soie 7- I : soie 7 du segment I

Soie abdominale 6- VI : soie 6 du segment VI

Soie 4-P : soie prothoracique latérale

1-C : épine clypéale

## Liste des Annexes

Annexe 1 : liste des matériels non biologique.....	60
--	----

# Sommaire

Introduction : .....	1
Chapitre I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1. Généralité sur les moustiques.....	3
1.1-Systématique.....	3
1.2 – Distribution géographique.....	3
1.2.1- Répartition mondiale : .....	3
1.2.2- Répartition en Algérie.....	4
1.3- Description Morphologique .....	4
1.3.1-L'œuf .....	4
1.3.2-La larve .....	6
1.3.3-La nymphe .....	7
1.3.4-L'adulte.....	8
1.4-Cycle biologique .....	9
1.4.1-Nutrition.....	9
1.4.2-Accouplement .....	9
1.4.3-Oviposition.....	9
1.4.4- La phase aquatique.....	10
1.4.5-La phase aérienne.....	11
2. Nuisance .....	11
2.1- Pathogénicité.....	11
2.2-Compétence vectorielle.....	11
3-Spécificités et particularités .....	13
3.1-Activité Biologique : .....	13
3.2-Gîtes de reproductions .....	13
4-La lutte contre les moustiques .....	13
4.1- Lutte chimique .....	14
4.2-Lutte physique.....	14
4.3-Lutte radiobiologie.....	14
4.4-lutte Biologique.....	14
Les champignons.....	15
4.5-Lutte par l'utilisation d'extrait des plantes : huiles essentielles .....	15
4.5.1-Huiles essentielles.....	15

4.5.2-Définition de giroflier : .....	16
4.5.3-Composition chimique de l'huile essentielle de Giroflier .....	16
Chapitre II : MATERIEL ET METHODES .....	17
1- Objectif d'étude .....	17
2- Description de la région d'étude .....	17
2.1-Localisation La wilaya de Blida .....	17
2.2 – Facteurs écologiques .....	18
2.2.1 Pluviométrie (2010-2020) : .....	18
2.2.2-Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de la région de Blida en 2021 –2022 : .....	19
2.2.3 -Vitesse des vents : .....	19
2.2.4-L'humidité : .....	20
2.3- Caractéristiques des gîtes .....	20
3- Matériels .....	26
3.1- Matériels non biologique (annexe) .....	26
3.2- Matériels biologique .....	26
4- Méthodes d'études .....	26
4.1 Sur terrain .....	26
4.1.1 La Recherche des gîtes potentiels : .....	26
4.1.2 Échantillonnages : .....	27
4.1.3 Installation des pièges pondoires : .....	28
4.2-Au laboratoire .....	29
4.2.1 Tri des larves .....	29
4.2.2 Éclaircissements et montage des larves : .....	30
4.2.3 Identification des larves : .....	32
5-Essai de lutte biolarvicide .....	32
5.1-L'application de l'huile de Girofle : .....	33
5.2-Choix des doses et traitement biocide : .....	34
6. Les indices écologiques : .....	35
Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION .....	36
1- Inventaire des Culicidae dans les sept stations d'étude : .....	36
2- Gîtes prospectés : .....	36
3. Interprétation des résultats des espèces inventoriées par les indices écologiques .....	38
3.1-Inventaire de moustiques pendant mois de Mai : .....	38
3.1.1 Critères d'identifications : .....	38



3.1.2-Espèce identifiée .....	44
3.1.3-Indices écologique de composition :.....	44
3.2-Inventaire des moustiques collectés le Mois de Juin :.....	46
3.2.1-Espèces identifiées .....	46
3.2.2-Indices écologiques de composition :.....	47
4- Résultats de tests biolarvicide :.....	49
4.1-Interprétation des résultats :.....	50
4.2-Résultats d'évolution de DL50 et DL 90 .....	51
Conclusion.....	53
Références .....	54
Annexe .....	60



## **Introduction :**

L'histoire de l'homme et du moustique est une très vieille guerre, les factions rivales des deux côtés se poursuivent et se battent jusqu'à la mort. Les insectes représentent 75 % des millions d'espèces qui composent les arthropodes, une importante branche d'invertébrés. La distribution des moustiques est cosmopolite, c'est une grande famille d'environ 3200 espèces (Deing, 1995).

Les moustiques sont installés depuis leur apparition il y a 245 millions d'années sur tous les environnements, de l'équateur au cercle polaire, ils sont capables de bouger en vol, leur forte capacité de reproduction et leur extraordinaire capacité d'adaptation leur permettent de vivre dans la plupart des environnements naturels ou artificiels. L'espèce humaine a multipliée et installée n'importe où sur la planète donc à droite elle va de plus en plus loin. Aujourd'hui, sauf pour la terre brûlée glaciaire, glaciaire arctique et antarctique, océan, les droits de l'homme se sont imposés à l'échelle mondiale de manière durable. Entre hommes et moustiques s'affrontent chaque jour, le temps était chargé des renforts et les deux camps se défendaient avec leurs propres armes. (Darriet, 2014).

Les moustiques jouent un rôle extrêmement important dans la santé humaine (ou animale) suite aux piqûres douloureuses qu'ils produisent, Aussi, les moustiques constituent le principal groupe de vecteurs d'agents pathogènes pouvant être transmis à l'homme. Parmi les moustiques, l'*Anophèle* femelle est responsable de la transmission de l'agent pathogène du paludisme, entre 1 et 2 millions de personnes meurent chaque année (OMS, 2015).

L'une des premières raisons de la mortalité humaine, de nombreuses maladies virales (arboviroses) comme la dengue, qui sont sans doute les plus répandues, avec 5 à 100 millions de cas recensés chaque année, dont des centaines de milliers de cas particulièrement mortels de dengue hémorragique (Gubler, 2002). Fièvre jaune, fièvre de la vallée du rift, fièvre du Nil occidental Virus, le chikunguy, diverses encéphalites virales et la filariose, entraînant titre l'un des principaux thèmes de recherche en entomologie médicale et environnemental. (Becker et Al ; 2010).

Les scientifiques ont pu découvrir la transmission des maladies par les moustiques lorsqu'ils ont isolé sur ces vecteurs les agents pathogènes pour l'homme. Ainsi, depuis des milliers d'années, la société humaine, urbaine et la campagne, sans le savoir, a été impitoyablement attaqué par les moustiques. Le rôle de ces insectes est la transmission des maladies. En 1878, le médecin l'un des fondateurs de la médecine tropicale, le britannique (Patrick Manson). Les insectes sont d'abord liés à la propagation des agents pathogènes. Afin d'éviter la transmission des virus ou parasites par les moustiques, il est nécessaire d'agir sur ces vecteurs potentiels et leur larves. Pour ce la plusieurs programmes de luttés chimique, physique et biologique sont établis. L'utilisation des plantes aromatiques par l'homme est une pratique ancienne (Majinda et Al ; 2001).

Aujourd'hui, la plupart des habitants utilisent un très grand nombre de plantes, considérant que leurs propriétés aromatiques, comme source d'arôme ou comme remède la

médecine traditionnelle. Un grand nombre de travaux ont été réalisés sur la faune culicidienne en Algérie dans plusieurs régions. Parmi les pays méditerranéens, l'Algérie est très connue par sa position géographique particulière avec végétation très large notamment les plantes aromatiques. C'est dans ce contexte l'initiation d'une étude de biodiversité des culicidae avec un essai de lutte à base de plante dans la région de Blida est nécessaire.

Pour cela nous avons prospecté plusieurs gîtes potentiels des moustiques présents dans cette région, notre travail s'articule en trois chapitres :

Le premier chapitre parle généralement sur les moustiques

Le deuxième chapitre : Matériel et méthodes : là on s'est basé sur le matériel utilisés avec méthodes d'étude sur terrain et aussi au laboratoire.

Le troisième chapitre : Résultats et Discussions qui contiennent les résultats trouvés de la faune culicidienne dans cette région, et la discussion de ces résultats menée avec des travaux antérieurs. Finalement, une conclusion avec perspectives.

# Synthèse Bibliographique

## Chapitre I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### 1. Généralité sur les moustiques

#### 1.1-Systématique

Les moustiques appartiennent à l'Embranchement des arthropodes et à la Classe des insectes, ce sont des diptères nématocères de la Famille des *Culicidae* (Duvall et Chabasse, 2020). Cette famille regroupe deux sous-familles responsables de la transmission vectorielle, sont les *Anophelinae* et les *Culicinae*, la sous famille de *Toxorhynchitinae* n'a pas un rôle médicale car les femelle et les male de cette sous famille ne sont pas hématophage (Henrique, 2004).

Règne : Animal

Embranchement : Arthropode

Classe : Insectes

Sous classe : Pterygote

Ordre : Diptères

Sous\_ ordre : Nématocère

Famille : *Culicidae*

Sous famille : *Anophelinae* / *Culicinae*

Les *Anophelinae* regroupent un seul genre : *Anophèles*

Les *Culicinae* regroupent 3 genres sont : *Aedes*, *Culex* et *Culiseta* et *Monsomia*

#### 1.2 – Distribution géographique

##### 1.2.1- Répartition mondiale :

Les moustiques sont présents dans le monde entier en termes de répartition géographique, y compris les espèces *Culex* contrairement aux *Culex quinquefasciatus*, les *pipiens* sont les plus répandus au monde, elle n'est répandue que dans les régions tropicales et subtropicales (Andreadis, 2012).

Alors en plus des zones suivantes, les moustiques *anophèles* se trouvent également presque dans le monde entier Polaire (nord du Canada, Alaska, nord de la Sibérie, Groenland, Islande, Antarctique), îles du Pacifique central ou occidental (Nouvelle-Calédonie) (Carnevale et Al ; 2009), bien que le genre *Aedes* a été signalé sur le continent asiatique au début du siècle dernier, suivi d'Expansion soudaine en Europe en 1980 et plus récemment en Afrique et dans les Amériques affectées (Takken et Al ; 2007).

# Synthèse Bibliographique

## 1.2.2- Répartition en Algérie

Les moustiques sont les insectes piqueurs les plus nuisibles depuis deux décennies, la faune culicidienne d'Algérie est un grand nombre de travaux présentant un intérêt particulier pour la systématique, Lutte biochimique, morphométrique, chimique et biologique dans différentes régions.

En Algérie, *Culex pipiens* (Linné, 1758), et *Culiseta longiareolata* (Macquart 1838) sont considérés parmi les espèces les plus abondantes (Aissaoui et Boudjalid, 2014). L'inventaire et l'étude de la bioécologie des Culicidae à l'Est d'Alger et Tizi Ouzou (Berchi, 2000).

À l'ouest, les travaux réalisés par Hassain (2002) sur la région de Tlemcen, on note aussi d'autres travaux établis à l'Est algérien par Lounaci (2003), sur le littoral algérois, quelques travaux établis sur la bioécologie d'*Anopheles labranchiae* par Senervet et Andralli, (1960) ; Lounaci et Doumandji, (2010) ; Lounaci, (2008).

## 1.3- Description Morphologique

La durée de vie du moustique est divisée en deux stades de développement, les adultes et les œufs qui présentent un stade aérien, les larves et les nymphes forment un stade aquatique.

### 1.3.1-L'œuf

Blanchâtre lors de la ponte, les œufs prennent vite, par oxydation de certains composants chimiques de la thèque, de couleur marron ou noire, selon (Danis et Mouchet, 1991) les œufs des moustiques sont de petites tailles d'environ 1mm de long. Ils ont une forme elliptique, ovoïde avec une coquille dure et lisse. Ils peuvent ou non porter des expansions latérales ou apicales sous forme de flotteurs.

La variation de forme, de taille et de couleur sont des critères utilisés dans la systématique pour identifier de certaines espèces d'anophèles.

### - Critères de distinctions entre *Anophelinae* et *Culicinae*

#### *Anophelinae*

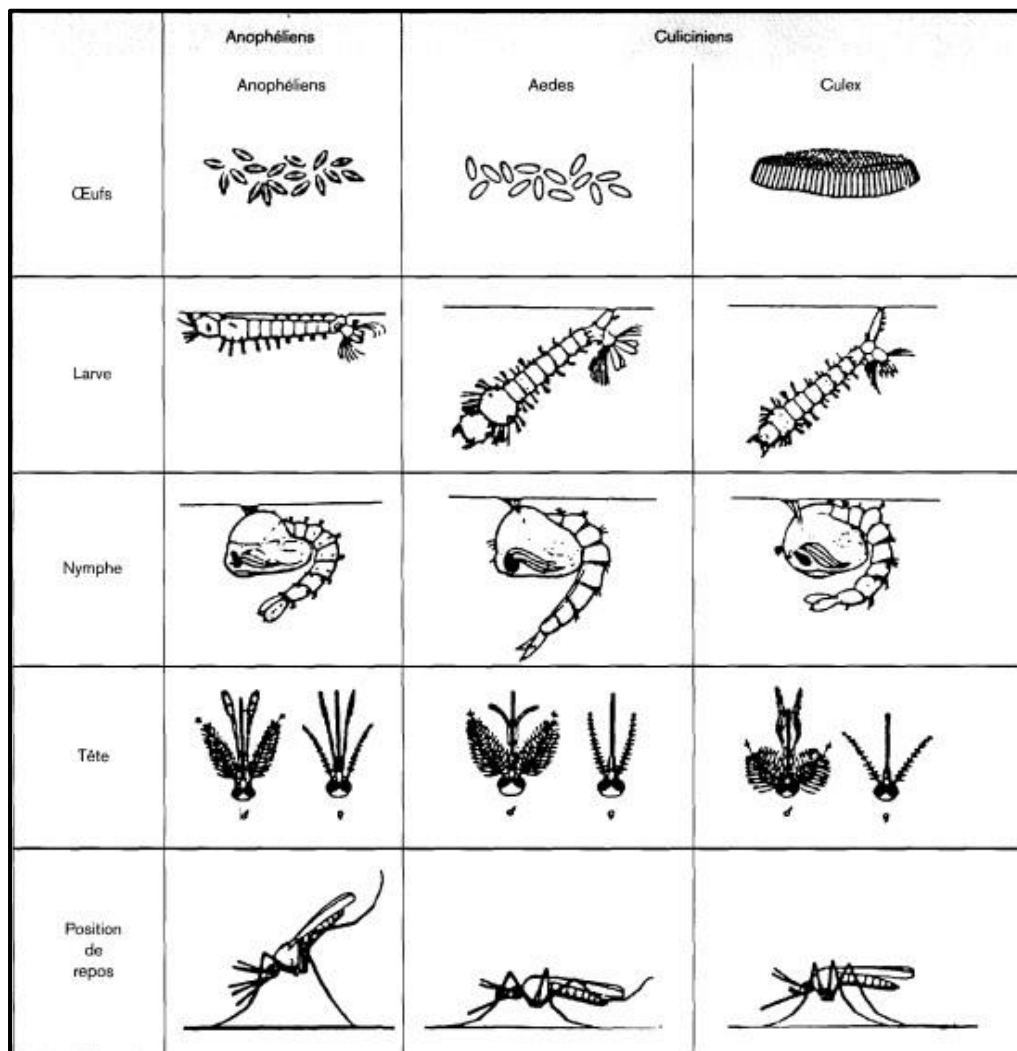
- ✦ Les œufs Portent des flotteurs et flottent séparément
- ✦ Absence de siphon respiratoire (respirent par des spiracles dorsaux)
- ✦ La nymphe en virgule nettement plus petite que celle des culicinae
- ✦ Palpe maxillaires long que la trompe
- ✦ Taches caractéristiques brunes foncées sur les bords antérieurs des ailes
- ✦ Position oblique par rapport au support au repos
- ✦ Antennes des males sont majestueuses et plumeuses
- ✦ Antennes des femelles sont plus discrètes que celle des culicinae

# Synthèse Bibliographique

## *Culicinae*

### *Aedes et culex*

- ✦ Œufs pondus isolément pour *Aedes*, et en radeaux pour *Culex*.
- ✦ Présence de siphon respiratoire
- ✦ La nymphe en virgule nettement plus petite que celle des anophèles.
- ✦ Palpe maxillaires très réduits.
- ✦ Ailes gris bruns sans taches.
- ✦ Position inclinée par rapport au support au repos.
- ✦ Antennes des mâles et femelles s'incurvent en rejoignant les palpes (Oms, 2003). (voir Figure 4).



**Figure 1 :** Critères de distinctions des *Anophelinae* et *Culicinae* (Delaunay, 2001)

# **Synthèse Bibliographique**

## **1.3.2-La larve**

La tête, thorax et l'abdomen des larves sont bien différenciés, toutes ces régions disposent de structures qui sont utiles à l'identification, l'étude taxonomique étant menée de façon plus fiable avec des larves matures (quatrième stade).

La présence de brosses buccales bien développées, fusion et l'élargissement des segments thoraciques, qui sont plus larges que l'abdomen et la tête, et un siphon tubulaire sur le segment abdominal VIII (sauf chez les anophèles) permet de distinguer les larves de moustiques de tous les autres diptères (Jeane *Al* ; 2018).

### **- La tête**

Partie du corps fortement chitinisée allongée légèrement, et plus ou moins aplatie dors ventralement.

Elle comprend trois plaques chitinisées :

- Une plaque médiodorsale (fronto-clypéus), losange, portant dans le stade I, sortie céphalique de l'éclosion.
- deux plaques latérales (plaques épicroâniennes), symétriques portant les yeux et les antennes. Ces sclérites ont des soies d'une grande importance taxonomique.

Le labre porte une paire d'organes particuliers, les brosses buccales, composées de longues soies courbées, ayant un rôle préhensile (Himmi, 2007).

### **- Le thorax**

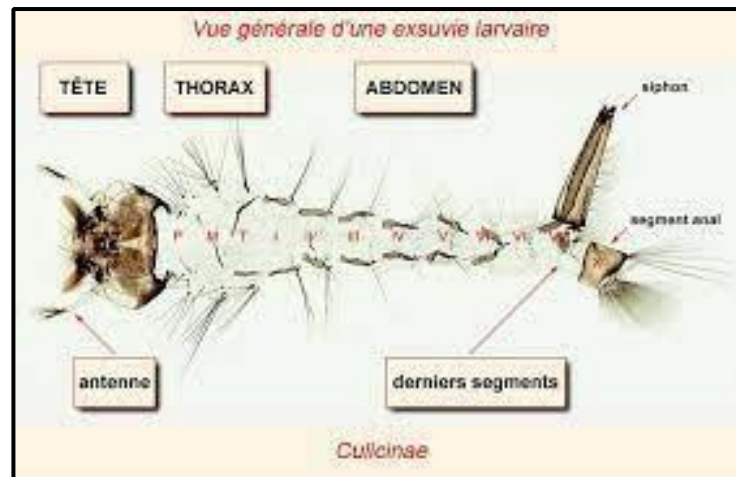
Le thorax apparaît comme une région unique indivise du corps ; toutefois, les régions se référant aux pro-, méso- et métathorax, peuvent être distinguées par le groupe setal (trois setals distinctes) présent sur chaque segment (Jeane et *Al* ; 2018).

### **- L'abdomen**

- L'abdomen contient dix segments, les sept premiers des neuf segments abdominaux faciles à voir sont un peu similaires et non modifiés, les trois derniers segments sont modifiés pour la respiration et la nage (Jeane et *Al* ; 2018).



## Synthèse Bibliographique



**Figure 2** : Morphologie de la larve de moustique (Berchi, 2000)

### 1.3.3-La nymphe

Les nymphes de culicidae ont la forme d'une virgule, sont suspendues juste sous la surface de l'eau et nagent activement si elles sont perturbées. Ce n'est pas facile à reconnaître les pupes des *Aedes* de celle des *Culex* et de celles des *Anophelinae* sur terrain (Anonyme, 2003). La nymphe se compose de trois parties (Hassaine, 2002).

- Les nageoires ou palettes natatoires, très aplaties, de forme ovale généralement, mais parfois asymétrique.
- Les segments abdominaux qui sont neufs en nombre, toutefois, la poche génitale, visible à la nageoire constituerait le dixième segment ; 1a-S soies ventrales 1j-S soies latérales et soies dorsales, 2-S épine subapical dd dent distal d-VIII dents du segment VIII 1-X soie caudale du segment X.
- Le céphalothorax est composé de tubercules métathoraciques, des trompettes respiratoires et des soies céphaliques.



**Figure 3** : Photographie d'une Nymphe (Vacus, 2012)

# **Synthèse Bibliographique**

## **1.3.4-L'adulte**

### **- La tête**

La tête porte le regard toujours nu, des antennes composé de 15 segments portant des spirales de soies plus longues et plus grandes chez le mâle que chez la femelle, les palpes maxillaires sont presque toujours longs chez le mâle et finalement la proboscis consiste en un labium dans une gouttière très allongée contenant six stylets résultant de la transformation du labrum, de l'hypo-pharynx, des mandibules et des maxilles. Cette trompe permet à la femelle de piquer et d'aspirer le sang. Le mâle ne pique pas alors le stylet est réduit. L'immensité de la tête est composée d'écailles et de soies. (Rickenbach, 1981).

### **- Le thorax**

Il se compose de trois segments soudés : le prothorax, le mésothorax et le métathorax.

Toutefois, en conteneur dans les formes primitives, le mésothorax de diptères donc aussi celui des moustiques, prend une extension considérable en raison du grand développement des muscles alaires attachés à ce segment, ainsi que la paire de jambes du milieu, le prothorax est réduit et porte seulement la paire antérieure de jambes, le métathorax porte la paire postérieure de jambes et les balanciers. (Haltères) (Vacus, 2012), les ailes sont ornées de minuscules écailles qui soulignent les nervures (Anonyme, 2003).

### **- L'abdomen**

L'abdomen est maigre et allongé, composé de dix segments dont les neuvième et dixième formants les organes génitaux (ou hypopygium) assurent les fonctions sexuelles les tergites et les sternites abdominales sont ornés d'écailles constituant des caractères spécifiques, surtout chez la femelle (Himmi, 2007).

# Synthèse Bibliographique

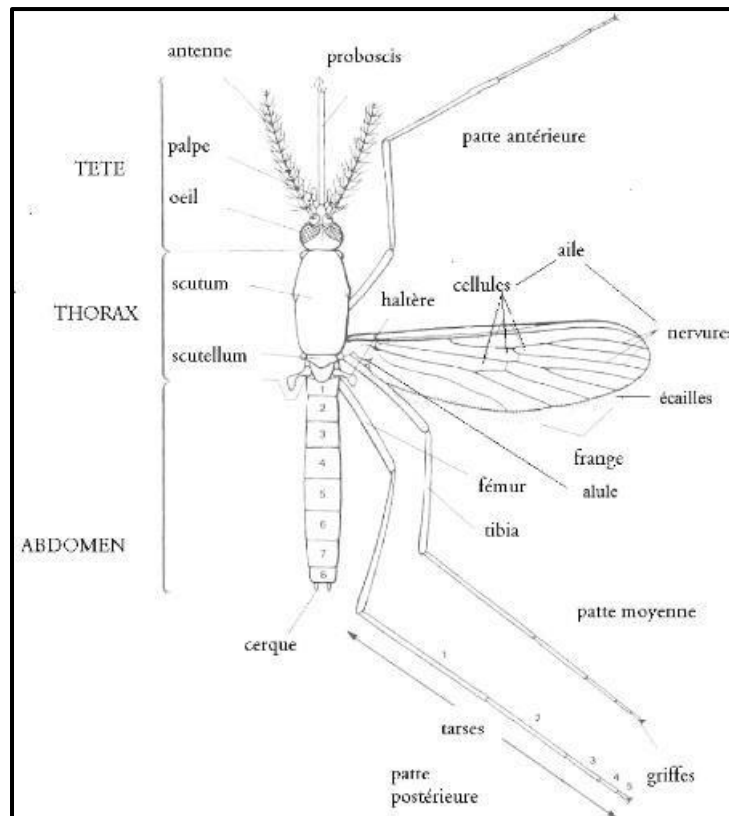


Figure 4 : Morphologie générale des *Culicidae* adultes (Lane et Crosskey, 1993)

## 1.4-Cycle biologique

### 1.4.1-Nutrition

Chez les moustiques, les femelles sucent le sang, le repas de sang qu'elle recueille est utilisé pour la maturation des œufs (Saadi et Zaamoune, 2021) tandis que les mâles se contentent de jus et de nectar de fleurs, de jus sucrés et de sécrétions végétales et les larves s'alimentent sur les débris organiques (Himmi, 2007).

Les femelles aussi utilisent le nectar des plantes comme source pour ses besoins énergétiques pour voler, elles piquent le sang ou introduisent-elles des allergènes contenus dans la salive, on dit qu'ils sont solitaires car lorsqu'elles piquent, elles ne font que sucer du sang (Bouchet *et Al* ; 1999).

### 1.4.2-Accouplement

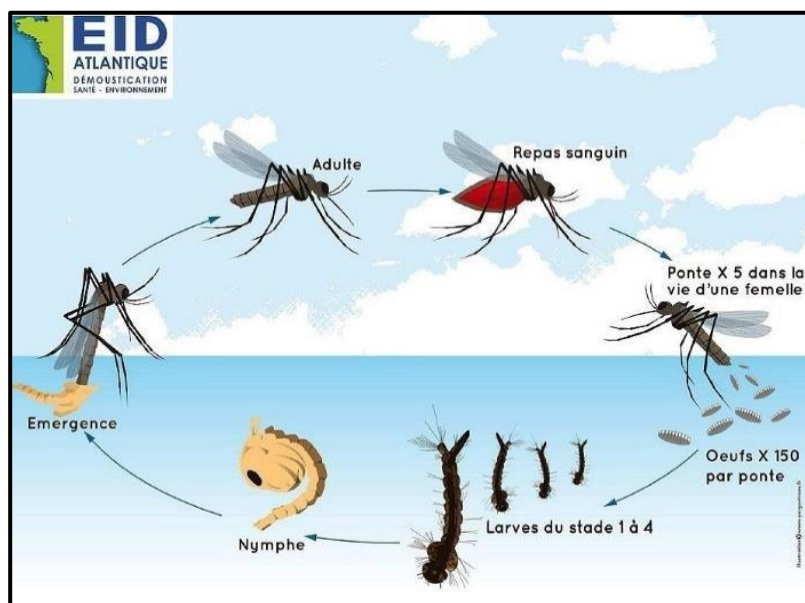
Les sujets s'accouplent d'abord en vol puis sur le sol. Les femelles ont la particularité de maintenir en vie les gamètes mâles jusqu'à leur mort. En raison de cette caractéristique, les femelles ne s'accouplent qu'une seule fois et le repas de sang fournit des nutriments essentiels à chaque maturation ovarienne. (Darriet, 1998).

### 1.4.3-Oviposition

Après avoir sucer le sang, la femelle atterrit dans un endroit abrité pour digérer la nourriture, au bout de quelques jours, selon les espèces, elle pondra ses œufs dans divers

## Synthèse Bibliographique

milieux aquatiques ou sol humide. « Pour les arbres d'espèces dendritiques ». Selon les espèces, 50 à 500 peuvent être placés en quelques heures ou quelques jours (Rioux, 1958).



**Figure 5** : schéma représentant le cycle de développement des moustiques (Valdelfener et Al ; 2017)

Les moustiques (diptère : *culicidae*) ce sont des insectes à métamorphose complète (Delaunay, 2001).

Le cycle de développement des moustiques est divisé en deux phases : phase aquatique et aérienne.

### **1.4.4- La phase aquatique**

Elle commence par le stade œuf, les 4 stades larvaires avec nymphose. Le stade œuf (ou stade ovulaire) est représenté par le développement embryonnaire à l'intérieur de l'œuf (Becker et Al ; 2010), La durée entre la ponte et l'éclosion est un (1) à trois (3) jours tout dépend de la température et le PH de l'eau (Rodhain et Al ; 1985). Les œufs d'espèces *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* ont la capacité de résistance à la dessiccation pendant plusieurs mois (Obholz et Al ; 2022 ; Hawley et Al ; 1988).

L'éclosion des œufs permet la libération des larves de stade I qui vont subir quatre mue avant de se transformer en nymphe (Delaunay, 2001), la durée de stade larvaire est entre 6 à 10 jours et parfois pendant un mois ou plus selon l'espèce et la disponibilité de la nourriture et la température de l'eau (Guillaumot, 2006).

La nymphe est mobile et ne se nourrit pas et devient moins active que les larves. La nymphose (stade larvaire) dure 24h à 72h selon la température et l'espèce (Pihan, 1986 et Rodhain, 1985).

# **Synthèse Bibliographique**

## **1.4.5-La phase aérienne**

Pour les adultes cette phase commence par l'émergence des *culicinae* se fait à la surface de l'eau et dure environ 15 minute, l'adulte casse la tête de la nymphe et émerge (*clements, 1999*).

L'appareil génital du male mature après un jour après émergence et l'appareil génital de la femelle mature après 1 à 2 jours après émergence (*Becker et Al ; 2010*), après la prise de repas de sang les femelles cherchent un site de pose pour digérer le sang et après 2 a 4 jours les femelles pondent les œufs sur le surface de différents endroits aquatiques (*clements, 1999*). Les males de moustique vivent 15 jours et les femelles vivent quelques semaines à plusieurs mois.

## **2. Nuisance**

### **2.1- Pathogénicité**

Elle cause une réaction inflammatoire caractérisée par une rougeur circulaire de la taille d'une pièce d'euro. La piqûre peut aussi apparaître comme un bouton plus léger que la peau, circulaire et la zone autour est rouge. C'est dur, chaud et douloureux. La piqûre entraîne des démangeaisons plus ou moins graves qui durent plusieurs jours.

Les zones de peau nue sont les plus exposées aux piqûres de moustiques, on pense aux jambes et aux bras en premier. Mais ces insectes peuvent aussi attaquer à travers les vêtements, toutes les parties du corps sont donc susceptibles d'être piquées.

Les moustiques prolifèrent dans les zones chaudes et humides, ainsi il y a plus de moustiques en été et dans les secteurs où il y a des points d'eau.

Le grattage du bouton peut entraîner une surinfection de la lésion, particulièrement chez les enfants (*Annabelle, 2020*), l'intermédiaire des fines pièces buccales que les moustiques femelles possèdent, perforent les capillaires veineux dont ils aspirent le sang et ce faisant injectent des allergènes contenus dans leur salive. (*Hutt, 2006*)

### **2.2-Compétence vectorielle**

Les moustiques vecteurs peuvent transmettre une variété d'agents pathogènes, y compris les arbovirus, les protozoaires et des filaires, qui provoquent des maladies infectieuses préoccupantes pour la santé publique (*Becker et Al ; 2010*). Dans une moindre mesure, ils peuvent également transmettre des bactéries (*Dieme et Al ; 2015*). Les moustiques médicalement importants appartiennent à la famille des Culicidae, qui sont largement distribués dans le monde. Cette grande famille comprend actuellement des milliers d'espèces de moustiques efficaces.

La composition en espèces de *Culicidae* dans les différents sites d'étude montre en premier lieu que chaque milieu présente une particularité faunistique. En effet, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* se développent dans tous types de gîtes qu'ils soient artificiels ou naturels. Leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable. (*Camevale et Al ; 2009*).

## Synthèse Bibliographique

### - Les maladies d'origine parasitaire

#### • Le paludisme

La malaria est une maladie parasitaire qui présente un grand problème de santé publique (Samanidou *et Al* ; 1993).

Les Anophèles sont les seuls vecteurs du plasmodium, il y a 422 espèces d'*Anophèles* dans le monde, dont lesquelles 68 ont été associées à la transmission des quatre formes de malaria humaine (Mouhamadou, 2002). Sur le continent africain, le paludisme tue plus d'un million de personnes par an, la plupart étant de jeunes enfants. La plupart des cas de mortalité surviennent en Afrique sub-saharienne, où le paludisme est responsable de la 20 % de la mortalité juvéno-infantile totale.

Dans le Nord du Maghreb, les deux principaux vecteurs sont *Anophèles labranchiae* et *Anophèles sergentisergentitandis* que plus au sud, *Anophèles gambiae*, récemment installé serait l'agent de transmission, les récentes épidémies signalées à la frontière algéro-malienne et l'introduction d'*Anophèles gambiae* sur le territoire algérien mettent en évidence la vulnérabilité du sud du pays à la malaria, accentuée susceptible par des changements environnementaux locaux (Hammadi *et Al* ; 2009).

### - Les maladies d'origine virale

Les *Culicidae* peuvent également transmettre des maladies virales, liées à la transmission d'arboviroses pathogènes dont les plus sévères correspondent à la dengue et plus récemment à la fièvre du Chikungunya.

#### • La fièvre du West Nile

Le virus du Nil occidental (en anglais : West Nile virus) appartient à la famille des flaviviridae et au genre Flavivirus (qui inclut aussi le virus de la fièvre jaune, le virus de la dengue, le virus de l'encéphalite de Saint Louis et le virus de l'encéphalite japonaise), il se produit dans les zones tropicales et tempérées, le virus est transmis par *Culex*, les principaux vecteurs du virus du Nil occidental, au moment où ils piquent et contaminent les oiseaux.

Ces dernières années la pathogénicité du virus s'est modifiée avec l'apparition de nombreux troubles nerveux centraux et de décès observés principalement chez aînés en Algérie et en Roumanie mais également chez les oiseaux sauvages dans régions où le virus émerge (Zeller, 1999).

#### • La dengue

La dengue est une maladie humaine, d'origine virale, elle est en général bénigne mais sa forme hémorragique pour laquelle il n'y a pas de médicament ou de vaccin peut être mortelle (Schaffner *et Al* ; 2004), transmissible par l'espèce *Aedes aegypti*, c'est une maladie de la saison pluvieuse lorsque les moustiques abondent.

#### • Chikungunya

La Chikungunya est une maladie virale qui cause une forte fièvre soudaine et des douleurs sévères dans les articulations des membres, le virus de cette maladie se transmet d'homme à homme surtout à travers les femelles du genre *Aedes* notamment *Aedes aegypti*,

## **Synthèse Bibliographique**

*Aedes polynesiensis* et *Aedes albopictus* qui vient de s'implanter en Italie et dans le Sud de la France (Brunhes *et Al* ; 2000).

### **3-Spécificités et particularités**

#### **3.1-Activité Biologique :**

Le rythme de la lumière joue un rôle très important dans le comportement et la physiologie des culicidae en effet, chaque espèce à un rythme endogène d'activité et de repos qui peut varier d'une région à l'autre et au sein d'une même espèce entre mâles et femelles. Il existe deux types de rythmes d'éclairage :

- Les rythmes nyctéméraux : c'est-à-dire les activités de l'espèce pendant la journée, qui correspondent à l'alternance d'activité et de repos sur une période de 24 heures.
- Rythmes saisonniers : caractérisés par la diapause dans les régions arctiques et de nord tempérés Dans les endroits où la photopériode et les variations thermiques sont évidentes tout au long de l'année, les *culicidae* en saison froide suspendent leur activité au stade œuf, larve ou adulte (Sinigre, 1974), plus au sud, l'activité se poursuit tout au long de l'année, directement dépendante des aléas climatiques locales les températures froides en hiver déclenchent souvent des pauses de repos.

#### **3.2-Gîtes de reproductions**

Les anophèles se trouvent souvent dans des habitats associés à l'activité humaine. Les stades immatures se développent dans des eaux douces ensoleillées sans végétation élevée et se développent dans des eaux temporaires telles que des flaques et des étangs. (Tandina *et Al* ; 2018)

Les femelles d'*Aedes* pondent leurs œufs dans des trous d'arbres et des conteneurs artificiels tels que des pneus, des pots de fleurs, des citernes et des conteneurs abandonnés, les femelles pondeuses sont attirées par des conteneurs, des seaux, des sacs en plastique, des pneus usagés et des bateaux de pêche pour pondre leurs œufs. Fait intéressant, tous ces habitats sont créés par les humains et les flaques d'eau secondaires au bord de la route (Hamon *et Al* ; 1961).

Femelles *Culex* pondent leurs œufs sur des plans d'eau permanents ou temporaires, leurs habitats larvaires sont des étangs, des sols inondés, cultures irriguées, berges de rivières et trous d'arbres, des larves ont été signalées dans plusieurs types d'habitats, y compris les eaux claires, saumâtres, les eaux polluées par la matière organique et les déchets humains, fossés, égouts, latrines et conteneurs artificiels (Duvallet *et Al* ; 2017).

### **4-La lutte contre les moustiques**

La lutte contre les moustiques est la seule méthode pour prévenir et se protéger contre les maladies transmises par les différentes espèces de culicidae.

La lutte contre les moustiques vecteurs des maladies repose sur différents moyens :



# **Synthèse Bibliographique**

## **4.1- Lutte chimique**

La lutte chimique se fait généralement avec l'utilisation des insecticides de différentes familles comme les organophosphorés et carbamate et les pyrethroïde de synthèse et les organochlorés (Goislard, 2012), d'après OMS 2012 ces produits sont recommandés pour la pulvérisation intra domiciliaires.

Les insecticides sont caractérisés par une forte toxicité et long temps pour décomposition dans l'environnement et par le phénomène de rémanence (Philogene, 1991), cette lutte est délicate car les épandages doivent être entrepris avec une grande rigueur, en déterminant soigneusement : la dose, la formulation, la périodicité et la durée, en plus du problème de toxicité et de leur action sur l'environnement, les principales difficultés rencontrées dans la lutte chimique est celui de la résistance.

## **4.2-Lutte physique**

Par éliminer l'air de reproduction potentielle (drainage de l'habitat) zones humides, traitement des eaux usées, remblayage). En adaptant le comportement humain minimisé le contact hôte-vecteur mise au rebut, enlèvement ou couverture réservoir potentiel. (Becker *et Al* ; 2010), des moyens physiques et mécaniques tels que diffusion d'huile à la surface de l'eau, et même capture à grande échelle d'adultes à proximité appartement. (Bawin *et Al* ; 2015)

## **4.3-Lutte radiobiologie (La lutte autocide)**

La lutte autocide consiste à introduire des individus stériles dont les accouplements ne permettront pas de descendance dans la population ciblée. Cette méthode spécifique à l'espèce de moustique repose sur l'élevage intensif, la stérilisation des mâles (n'effectuant pas de repas de sang), et le relargage de ceux-ci dans l'environnement. Elle n'a cependant permis d'obtenir des résultats qu'en milieu insulaire (isolé) du fait du peu de compétitivité des mâles stériles et de l'immigration de nouvelles souches de moustiques depuis des zones non traitées. De plus, un grand nombre d'individus doit être relâché pour que cette technique soit efficace, ce qui la rend coûteuse et peu abordable. (Bawin *et Al* ; 2015)

## **4.4-lutte Biologique**

La lutte biologique se fait par utilisation des prédateurs ou par utilisation des Bactérie ou des Virus ou Champignon ou par les dérivés toxiques des agents pathogène et des parasites et l'utilisation des extraits des plantes. (Thiery *et Al* ; 1996 et Bawin *et Al* ; 2014).

### **Les bactéries**

Les bactéries *Bacillus thuringiensis var. israelensis* et *Bacillus sphaericus* se sont les plus utilise contre les larves des moustiques, ce sont des bactéries aérobies Gram positives dans les conditions défavorable elle se transforme en endospores cette transformation synthétiser un produit cristallin toxique pour les larves de moustique (Bawin *et Al* ; 2014). Les cristaux synthétisés réagissent sur les cellules de l'intestin moyen (Meunier *et Al* ; 2020).

### **Les poissons larvivores**



## **Synthèse Bibliographique**

*Gambusia affinis* et *Poecilia reticulata* et *Oreochromis mossambicus* des prédateurs des larves des moustiques et pour cela elles sont utilisées dans les programmes de lutte anti-vectorielle contre les moustiques (Schleier *et Al* ; 2008)

### **Les virus**

Les virus de la denonnucléose du moustique leur site d'infection primaire est les papilles anales des larves ensuite les corps gras puis la plupart des autres tissus notamment l'hypoderme, le système nerveux et les muscles (Becnel et White, 2007).

### **Les champignons**

Les champignons sont régulièrement associés aux insectes, et certains causent de graves maladies chez leurs hôtes pourtant très peu ont été utilisés comme agents de contrôle. Il existe deux ordres principaux de champignons entomo-pathogène : les Entomophthorales (Zygomycètes) et les Hypocreales (Ascomycètes) (Goettel, 1992).

L'unité infectieuse des champignons entomogènes est la conidie, qui peut pénétrer la cuticule de l'insecte à partir d'une combinaison de pression mécanique par le tube germinatif et dégradation enzymatique de la cuticule. (Robert *et Al* ; 1993). Le champignon se propage à travers l'hémocèle, et l'insecte meurt normalement 3 à 14 jours après l'application des spores. Les toxines produites par ces champignons jouent également un rôle dans leur pathogénicité. (Robert *et Al* ; 1993)

### **4.5-Lutte par l'utilisation d'extrait des plantes : huiles essentielles**

Les extraits des plantes sont des composés synthétisés par le métabolisme secondaire de la plante. Elles sont divisées en 4 groupes selon origines biosynthétiques (Sauvion *et Al* ; 2013) :

- Les composés phénoliques sont des molécules aromatiques. On peut nommer dans cette famille les tanins, les coumarines, la lignine ou encore les flavonoïdes.
- Les alcaloïdes sont les principaux composants du métabolisme secondaire, comme La morphine, La codéine, La quinine, La scopolamine, L'atropine et la nicotine.
- Les terpènes c'est la plus grande catégorie de métabolites secondaires. Elle contient. Les hormones végétales, les pigments, les stérols, les hétérosides.
- glucidique .dans la plante les glycosides est stockée en forme inactive

#### **4.5.1-Huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont des produits complexes odorants, composent avec des molécules de petites tailles volatiles généralement les terpènes, les terpenoïdes et les composés aromatiques. On obtient les huiles essentielles à partir d'une matière végétale connue soit par la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage (Kurihara, 2022).

Les huiles essentielles peuvent être présentes dans différents organes végétaux : Feuilles, fleurs, écorces, bois, racines des rhizomes, fruits et graines.

Les huiles essentielles sont connues comme des naturels insecticides peuvent être utilisés dans les programmes de lutte anti vectorielle (El Akhal *et Al* ; 2014).

## **Synthèse Bibliographique**

### **4.5.2-Définition de giroflier :**

Le Giroflier est un arbre tropical appartenant à la famille des Myrtacées, originaire d'Indonésie, du sud des Philippines et des Moluques, d'Afrique et d'Amérique du Sud, principalement dans les pays tropicaux. C'est un arbre ligneux de 6 à 12 m de haut et qui peut vivre jusqu'à 150 ans. C'est un arbre à feuillage persistant, de forme pyramidale ou conique, au tronc incliné. Aujourd'hui, il ressemble souvent à un arbuste car il est régulièrement taillé pour faciliter la cueillette. (Penot et Al ; 2014)

### **4.5.3-Composition chimique de l'huile essentielle de Giroflier**

La composition biochimique peut varier selon les conditions de production et la qualité de l'huile. On peut cependant se baser sur cette composition pour apprécier la qualité de l'huile : Composés Principaux : Phénols 70 à 85% (Eugenol) Autres Composés : Esters 15 à 20% (Syringyl Benzoate), Sesquiterpènes 5 à 15% (Caryophyllène)), traces : monoterpènes, monoterpènes, oxydes, cétones, sesquiterpènes et aldéhydes. (Anonyme, 2017).

# Matériel et Méthodes

## Chapitre II : MATERIEL ET METHODES

### 1- Objectif d'étude

Notre étude s'est étalée sur une période de trois mois, allant du mois d'Avril au mois de juin 2022 au niveau de laboratoire zoologie faculté d'agronomie à l'université Saad Dahleb Blida, et a été réalisé afin de répondre aux objectifs suivants :

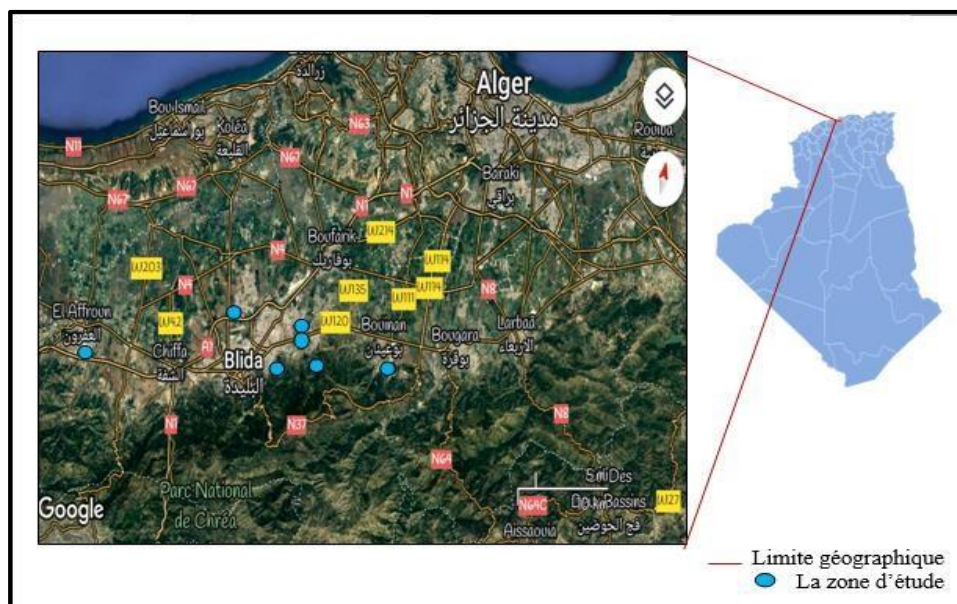
- Localiser les gîtes larvaires potentiels des moustiques dans différents stations d'étude sur la région de Blida et confirmer les gîtes positifs ainsi que leurs caractéristiques.
- Réaliser un inventaire des *Culicidae* et par la suite identifier les larves récoltées afin de connaître la distribution des espèces de la faune culicidienne dans la région de Blida
- Effectuer un essai de lutte biologique à base de l'huile essentielle de Girofle sur les larves de stade L4 de *Culex pipiens* ainsi que leurs sensibilités.

### 2- Description de la région d'étude

#### 2.1-Localisation La wilaya de Blida

La wilaya de Blida se situe au centre du nord algérien ; à 50 km au sud - ouest de la capitale Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 1478,62 km<sup>2</sup>, dans la zone géographique du Tell central, elle est délimitée :

- au nord, par les wilayas d'Alger et de Tipaza
- à l'est, par les wilayas de Boumerdès et de Bouira
- au sud, par Médéa et de AïnDefla



**Figure 6 :** Carte de la situation géographique de la wilaya de Blida (GOOGLE EARTH, 2022).

# Matériel et Méthode

## 2.2 – Facteurs écologiques

### 2.2.1 Pluviométrie (2010-2020) :

#### Pluviométrie mensuelle moyenne à Blida

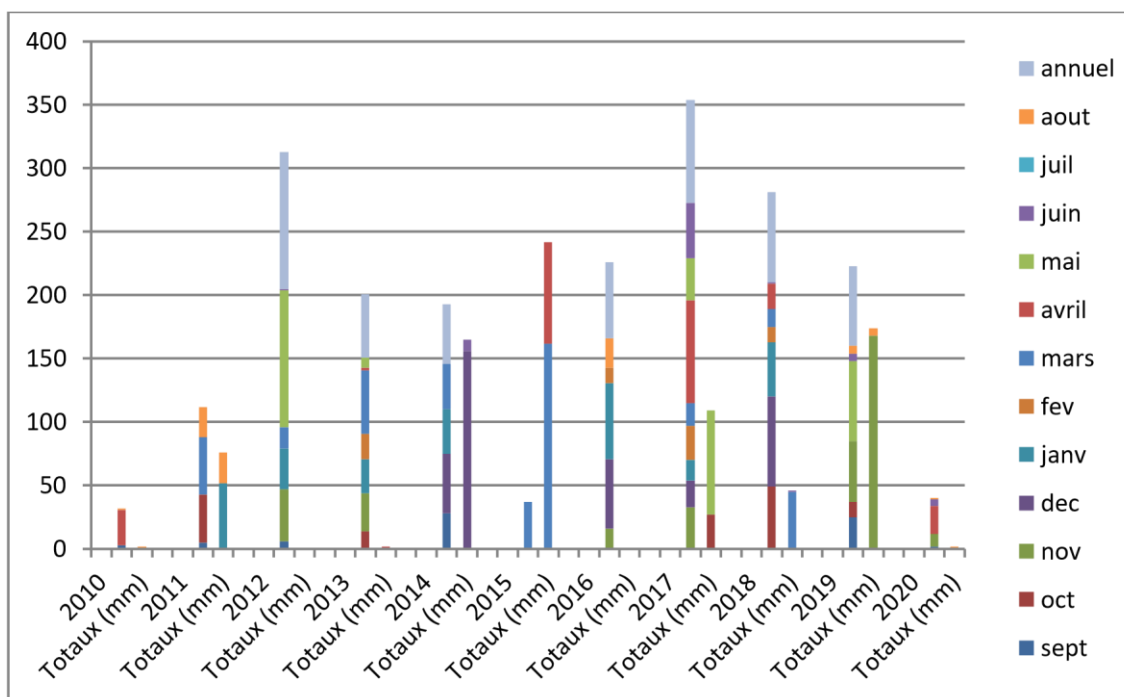
D'après le tableau 1, la période la plus pluvieuse s'étale de Novembre à Février 22 avec un maximum de pluie au mois de Décembre 22, et une période moins pluvieuse qui coïncide avec la saison chaude au mois de Juin 22 jusqu'à Octobre 22 avec un minimum en Juillet 22.

**Tableau 1** : Les précipitations mensuelles moyennes à Blida 2022 (Climat, météo par mois, température moyenne pour Blida (Algérie) – WeatherSpark)

	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Pluie	54,5mm	54,8mm	44,5mm	41,9mm	34,0mm	10,2mm	2,5mm	6,9mm	22,3mm	36,5mm	54,7mm	58,9mm

#### Pluviométrie (2010/2020) :

Les précipitations recueillies s'étalent sur une période de 10 ans (2010 – 2020), enregistrées sur la base des données aux stations BLIDA, selon Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) ([Climat, météo par mois, température moyenne pour Blida \(Algérie\) – WeatherSpark](#)), les données recueillies



**Figure 7** : Histogramme des précipitations mensuelles et annuelles de la région de Blida (2010/2020)

## Matériel et Méthodes

### 2.2.2-Températures mensuelles maximale (M) et minimale (m) de la région de Blida en 2021 –2022 :

Les données enregistrées durant le mois de Juillet 2021 à juin 2022 (tableau 2)

**Tableau 2** : les températures moyennes mensuelles de Juillet 2021 à juin 2022 (Blida).  
(historique-meteo.net 2022)

Mois	Juil.	Aout	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Jun
Tmax(c°)	36°	36°	34°	26°	17°	17°	16°	18°	18°	20°	29°	35°
Tmin(c°)	27°	26°	22°	16°	12°	11°	8°	9°	10°	11°	17°	21°
Tmoy(c°)	31°	31°	28°	21°	14°	14°	12°	13°	14°	15°	23°	28°

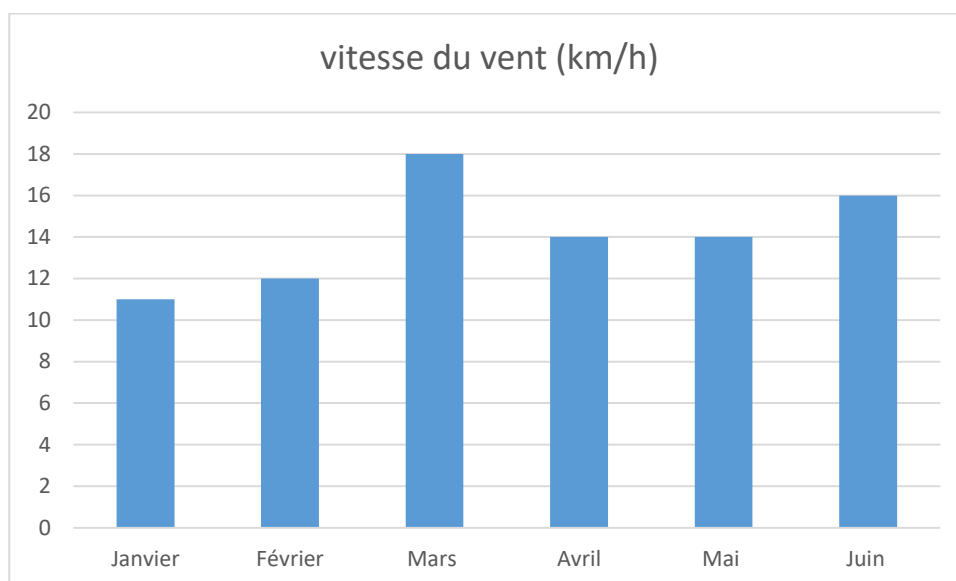
**Tableau 3** : Moyennes météo par mois à Blida en 2022 ([Climat, météo par mois, température moyenne pour Blida \(Algérie\) - WeatherSpark](#))

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Jun
Température moyenne	12°	13°	14°	15°	23°	28°
Température maximale	16°	18°	18°	20°	29°	35°
Température minimale	8°	9°	10°	11°	17°	21°
Vitesse du vent	11km/h	12km/h	18km/h	14km/h	14km/h	16km/h
Précipitations moyennes/jour	1mm	1mm	1mm	2mm	1mm	1mm
Précipitations totales sur le mois	6mm	7mm	27mm	52mm	6mm	1mm
Humidité	63%	71%	74%	78%	62%	54%

### 2.2.3 -Vitesse des vents :

La vitesse du vent reste faible dans la région de Blida, le tableau indique que le mois qui reçoit les vents les plus forts est le mois de mars 2022 avec 18km/h tandis que le mois de janvier a reçu en moyenne que 11km/h.

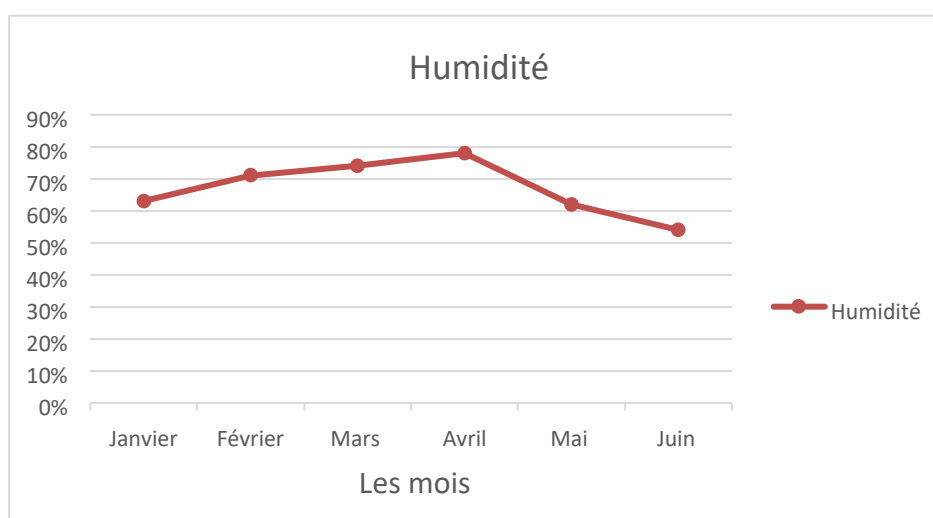
## Matériel et Méthode



**Figure 8 :** Histogramme représente la vitesse du vent à Blida

### 2.2.4-L'humidité :

L'humidité relative la plus basse dans l'année 2022 dans la région de Blida est en Mai 62%, le mois où le taux d'humidité le plus élevé est Avril 78%.



**Figure 9 :** courbe représentant l'humidité de la région de Blida

## 2.3- Caractéristiques des gîtes

- **Station 1 : Cité des Oliviers**

Cette station se situe au centre de la région de Blida, c'est une région habitée, représenté par des pièges artificiels non pollués (bidon).

## Matériel et Méthodes

### Gîte 1



**Figure 10 :** photo originale de gîte 1 situé dans la Station 1 (Cité des Oliviers) (Mai 2022)

- **Station 2 : Soumâa**

Située à 7.9 km de la station 1, c'est une commune de la wilaya de Blida, le gîte est un piège artificiel légèrement pollué (bidon abandonné).

### Gîte2



**Figure 11 :** photo de gîte n° 2, Station 2 (Soumâa) (original, Mai 2022).

- **Station 3 : Ouled Yaïch**

Cette station constituée de deux gîtes situées à l'université de Blida 1 (Saad Dahlab), composée de gîtes permanents riches en végétation (fontaine).



## Matériel et Méthode

### Gîte 3



**Figure 12** : photo de gîte n° 3, Station 3 (original, Mai 2022).

### Gîte 7



**Figure 13** : photo de gîte n°7, Station 3 (original, Juin 2022).

- **Station 4 : Bouinan**

Situé dans une montagne entre la commune de Hammam Melouane et Bouinan, contient un gîte naturel temporaire provenant des eaux de pluies, riche en végétation, légèrement pollué (flac d'eau).



## Matériel et Méthodes

### Gîte 4



**Figure 14** : photo de gîte n° 4, Station 4 (Bouinan) (original, Mai 2022)

- **Station 5 : El Affroun**

Cette station se situe dans la commune d'El Affroun (Gare d'El Affroun), contient un gîte permanent très pollué (fontaine).

### Gîte 5



**Figure 15** : photo de gîte n° 5, Station 5(El Affroun) (original, Juin 2022)

## Matériel et Méthode

- **Station 6 : Beni Tamou**

Située à 9,2 km de Blida centre, c'est un gîte permanent pollué (piscine dans une villa).  
**Gîte 6**



**Figure 16** : photo de gîte n° 6, Station 6 (Beni Tamou) (original, Juin 2022)

### **Autres gîtes**

#### **Station Bouinan :**



**Figure 17** : photo de deux gîtes naturels.

## Matériel et Méthodes

**Station Bougara :**



**Figure 18 :** photo originale d'une mare (Gîte naturel)

**Station Soumâa :**



**Figure 19 :** pièges pondoires (Gîte artificiel)



# Matériel et Méthode

## 3- Matériels

### 3.1- Matériels non biologique (annexe)

Tout le matériel non biologique utilisé sur terrain et au laboratoire est présenté dans le tableau de l'annexe I.

### 3.2- Matériels biologique

Pour réaliser notre étude, nous avons utilisé deux types de matériels biologiques :

Matériel animal :

Représenté par les larves des moustiques collectés spécialement celles du stade L4.

Matériel végétal :

Le Giroflier a servi à l'obtention d'huile essentielle de Girofle par le spécialiste d'extractions de l'université

## 4- Méthodes d'études

### 4.1 Sur terrain

La programmation des sorties sur terrain est une étape primordiale pour Notre travail. Les méthodes d'échantillonnages adoptées sont celles décrites par Coffinet *et Al* ; (2009).

#### 4.1.1 La Recherche des gîtes potentiels :

Nous avons recherché les gîtes potentiels suite à la présence des différentes collections d'eaux naturelles ou artificielles qui favorisent la ponte et puis le développement larvaires des moustiques.

Toutes les caractéristiques des gîtes prospectés sont notés dans un bloc note comme la localisation, la végétation, avec la prise en photo de chaque gîte (positif ou négatif).

**Tableau 4** : les gîtes prospectés dans la région de Blida

Les gîtes	Lieu de gîte	Date	Température
Gîte 1	Cité les Oliviers	05 Mai 2022	17°
		1 Juin 2022	27 °
Gîte 2	Soumâa	13 Mai 2022	26°
		3 Juin 2022	28 °
Gîte 3	OuledYaïch	20 Mai 2022	36°
		23 Juin 2022	31 °
Gîte 4	Bouinan	26 Mai 2022	23°
		10 Juin 2022	29 °
Gîte 5	El Affroun	05 Juin 2022	29°
Gîte 6	Beni Tamou	07 Juin 2022	28°
Gîte 7	OuledYaïch	14 Juin 2022	39°

## Matériel et Méthodes

### 4.1.2 Échantillonnages :

Nous avons utilisé la technique de coup de louche ou «Depping», qui consiste à abaisser la louche doucement suivant un angle de 45° pour minimiser la perturbation de la faune en adoptant certains gestes à savoir :

-Il faut d'abord se mettre en face du soleil pour ne pas créer un ombre qui va faire fuir les larves au fond du gîte.

- Le mouvement du prélèvement ne doit pas être brusque.

-il faut attendre quelques minutes entre les différents prélèvements pour que les larves remontent à la surface d'eau et refaire le prélèvement.

-verser le contenu de la louche dans des bouteilles en plastique à l'aide d'un entonnoir puis les fermer avec filets blancs.

- Les bouteilles sont marquées par le nom du gîte et pas remplies entièrement pour laisser assez d'air pour la respiration des larves.



**Figure 20** : photo du prélèvement des larves par une louche (original, Mai 2022).

### Remarque :

Les bouteilles qui ne sont pas fermés par Filet, sont percées sur les côtés de leur partie supérieure pour aération.



**Figure 21** : la collecte des larves dans des bouteilles en plastique (original, Mai 2022).

## Matériel et Méthode



**Figure 22** : photo originale des bouteilles de deux gîtes différents transportés au laboratoire (original, Mai 2022).

### **4.1.3 Installation des pièges pondoirs :**

Les pièges pondoirs sont préparés en utilisant des bacs en plastique et des seaux noirs contenant de l'eau de gîtes, ils sont placés dans des endroits ombrés et cela pour attirer les moustiques femelles pour pondre.



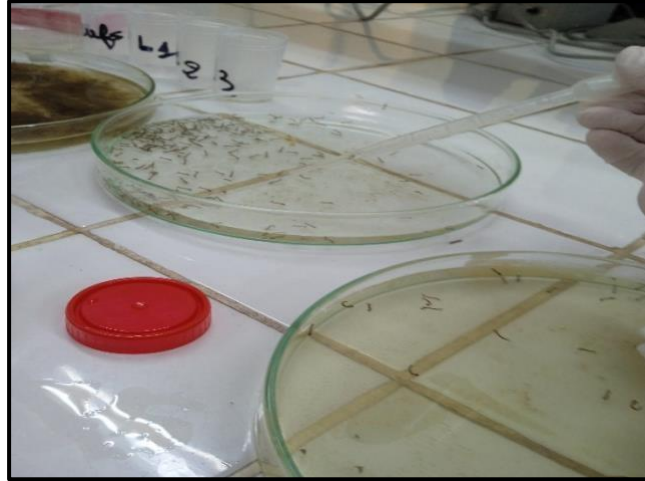
**Figure 23** : Pièges pondoirs dans différents milieux ombrés (original, Mai 2022)

# Matériel et Méthodes

## 4.2-Au laboratoire

### 4.2.1Tri des larves

Le tri a été fait dans des boîtes de pétri en verre à l'aide d'une pipette. (Fig. 24)



**Figure 24 :** photo représentant le tri des larves au laboratoire (original, Mai 2022).

Les larves des différents stades (L1, L2, L3 et L4), sont mises par la suite dans des boîtes de conservations.

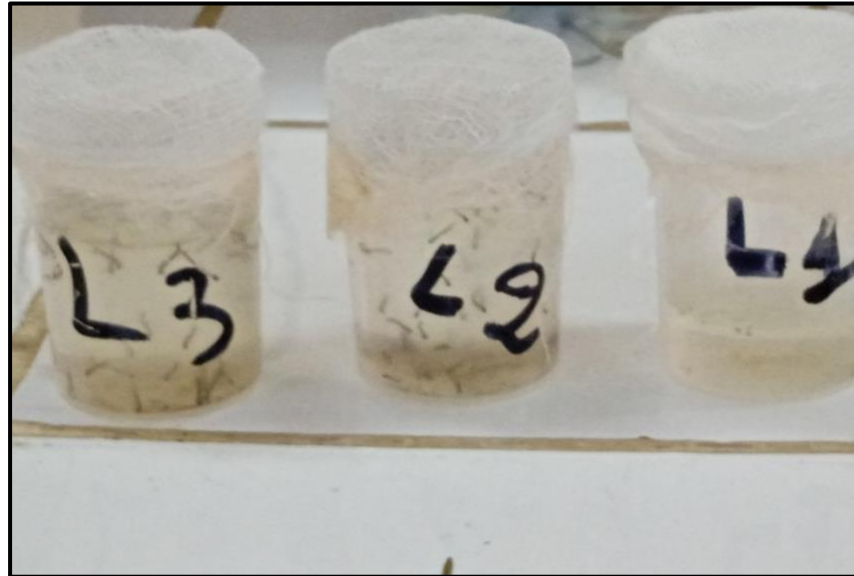
Les larves de stade L4 ont été conservées dans de l'alcool 70° (fig. 25).



**Figure 25 :** photo de quelques boîtes des larves (L4) conservés dans l'alcool 70° (original, Mai 2022).

L'élevage des L1, L2, L3 ainsi que les œufs a été effectué dans des boîtes contenant de l'eau de gîtes riche en matière organique et recouvertes s par filets blancs pour permettre la respiration des larves.

## Matériel et Méthode



**Figure 26** : l'élevage des larves L1, L2, et L3 (original, Mai 2022).

### 4.2.2 Éclaircissements et montage des larves :

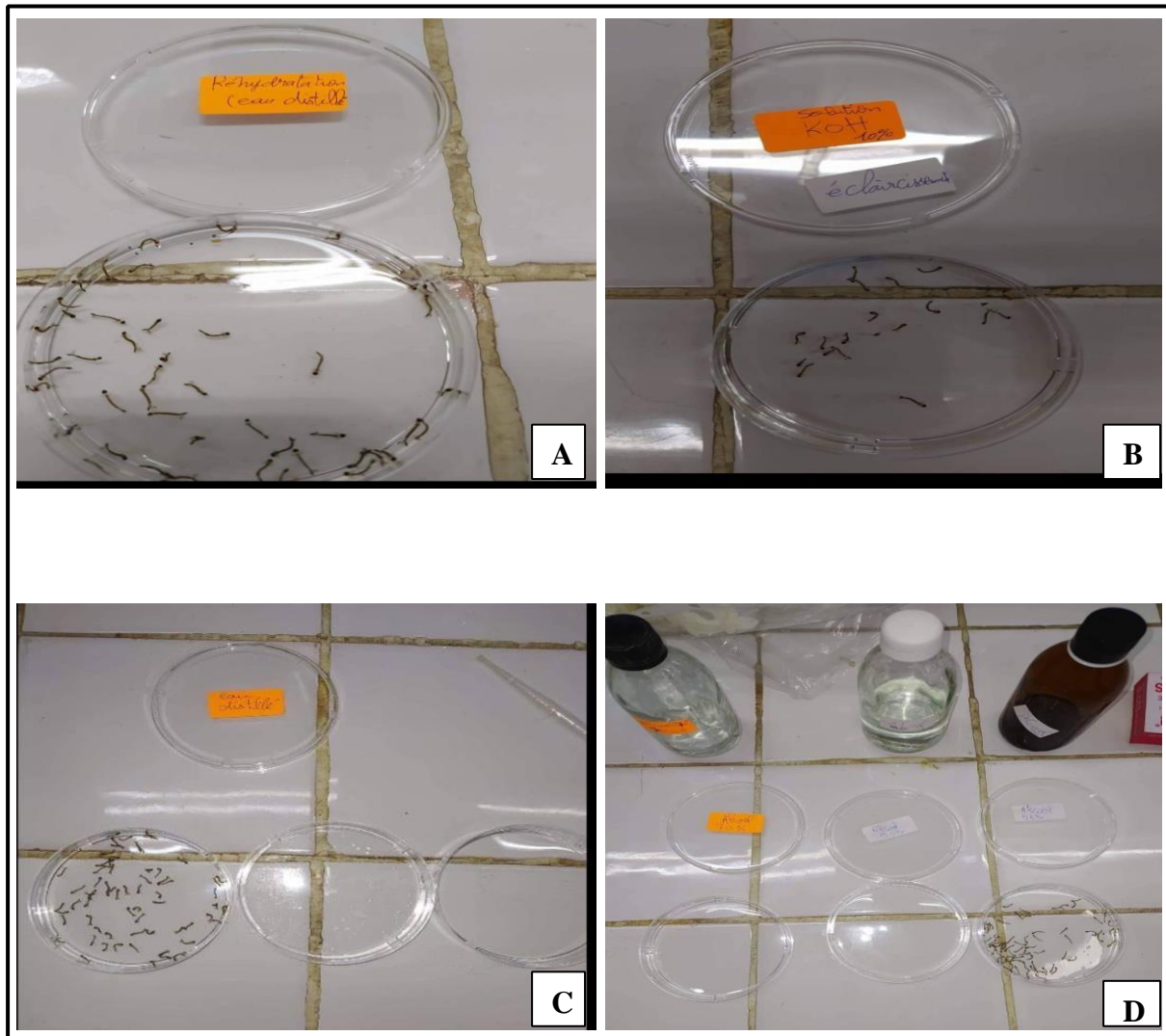
Nous avons utilisés les larves du 4ème stade pour l'identification à cause de leur facilité de manipulation et leur chétotaxie aussi (Bouabida *et Al* ; 2012). On a suivi les étapes décrites par (Messai *et Al* ; 2012) pour l'éclaircissement et le montage.

Ces étapes sont les suivants :

- **Réhydratation** des larves conservées dans l'alcool dans un bain d'eau distillée pendant quelques minutes (fig. 27 A).
- **Eclaircissement** des larves dans une solution de potasse (KOH) à 10% pendant environ 10 minutes (fig. 27 B).
- **Rinçage** des larves à l'eau distillée (3 bains de 2 à 5 minutes) (fig. 27 C).
- **Déshydratation** des larves par passage dans l'alcool à concentrations croissantes (70°, 90° et 100°) pendant 15 minutes pour éliminer l'eau contenue dans l'échantillon (fig. 27 D).
- **Montage** entre lame et lamelle dans une goutte de baume de canada ou liquide de Faure, en sectionnant à l'aide d'une fine aiguille la larve au niveau du 7<sup>ème</sup> segment abdominal en deux parties, la partie antérieure est montée face dorsale et la partie postérieure est montée latéralement. Les lames sont posées sur une surface plate puis d'examinées au microscope photonique (fig. 28).



## Matériel et Méthodes



**Figure 27 :** Des photos représentant les étapes de l'éclaircissement des larves (original 2022).



**Figure 28 :** photo représentant des lames préparées pour l'identification (original, 2022).

## Matériel et Méthode

### 4.2.3 Identification des larves :

Les lames préparées ont été examinées sous microscope photonique (G x40 et G x100). La détermination des larves a été faite à l'aide de logiciel d'identification «**Les culicidae de l'Afrique Méditerranéenne**» : un programme d'identification et de l'enseignement, en suivant des caractéristiques morphologiques correspondantes à tous les parties du corps de la larve (tête, Thorax, abdomen), ce logiciel a été créé par L'IRD de Montpellier en collaboration avec l'Institut pasteur de Tunis (*Brunes et Al ; 1999*).



Figure 29 : photo du profil de logiciel (*Brunes et al, 1999*).

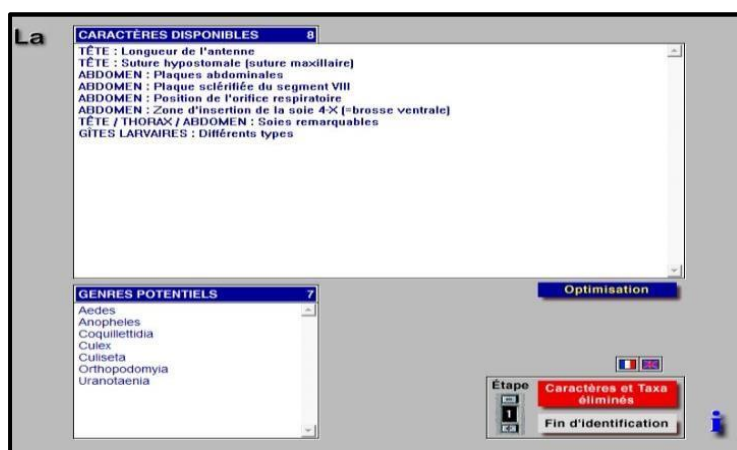


Figure 30 : photo représentant les différentes caractéristiques données par logiciel d'identification (*Brunes et al, 1999*).

## 5-Essai de lutte biolarvicide

Notre essai a été fait à base de l'huile essentielle de Girofle. Pour cela, l'huile essentielle, nous a été aimablement fournie par un spécialiste des extractions des huiles essentielles Girofle,

**Remarque :** il était nécessaire de chercher le Girofle de bonne qualité et cela est indiqué par la couleur jaune de la fleur du Girofle pour que l'extraction soit parfaite (fig. 31).

## Matériel et Méthodes



**Figure 31** : le Girofle avec la fleur jaune (originale, 2022).

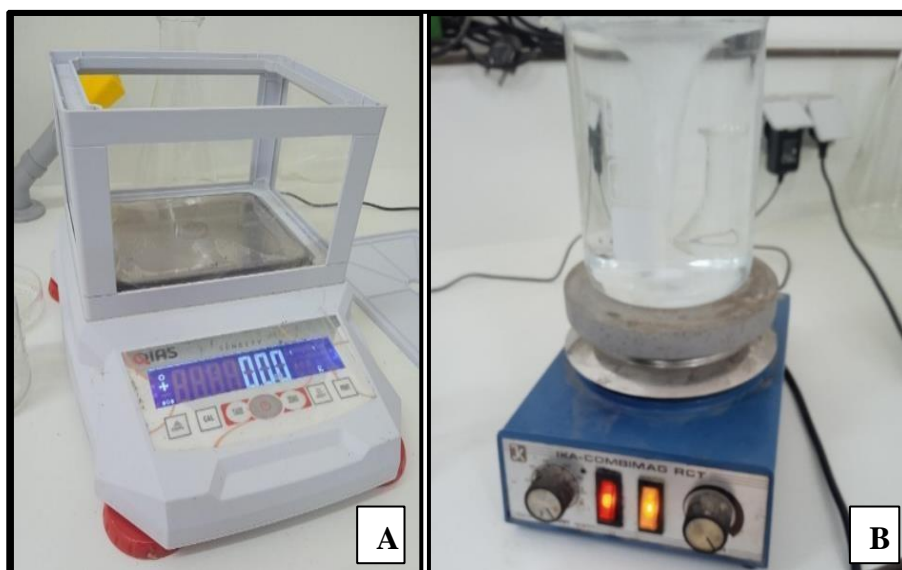
### **5.1-L'application de l'huile de Girofle :**

L'application de l'huile a été faite sur les larves de 4ème stade de *Culex pipiens*.

#### **•préparation du solvant :**

Voici les étapes suivis par ordre (Chiara, 2022) :

- Peser à l'aide d'une balance précision 0,05g de tween (fig. 32 A).
- Ajouter une petite quantité de l'eau distillée et déposer le bécher sur un agitateur pour quelques minutes, puis continuer avec l'eau distillée jusqu'à le trait de 500ml et laisser encore une fois sur agitateur pendant 3 à 5min (fig. 32 B).



**Figure 32** : la préparation de la solution mère au laboratoire (originale, Juin 2022).

## Matériel et Méthode

### 5.2-Choix des doses et traitement biocide :

Pour cette étape nous avons effectué plusieurs essais afin de chercher la dose minimale d'inhibition. Le test a été réalisé en utilisant de trois doses d'huile essentielle :

-D1 : 0,05g/ml

-D2 : 0,06g /ml

-D3 : 0,07g /ml

Les doses que nous avons utilisées sont obtenues en diluant les quantités suivantes : 0,15g/ml, 0,18g/ml et 0,21g/ml et lorsque nous avons constaté leur efficacité, nous les avons diluées en ajoutant 200 ml de solution mère et nous avons recalculé les nouvelles doses à l'aide de l'équation suivante :

$$C1*V1=C2*V2$$

$$C2= (C1*V1)/V2$$

Avec

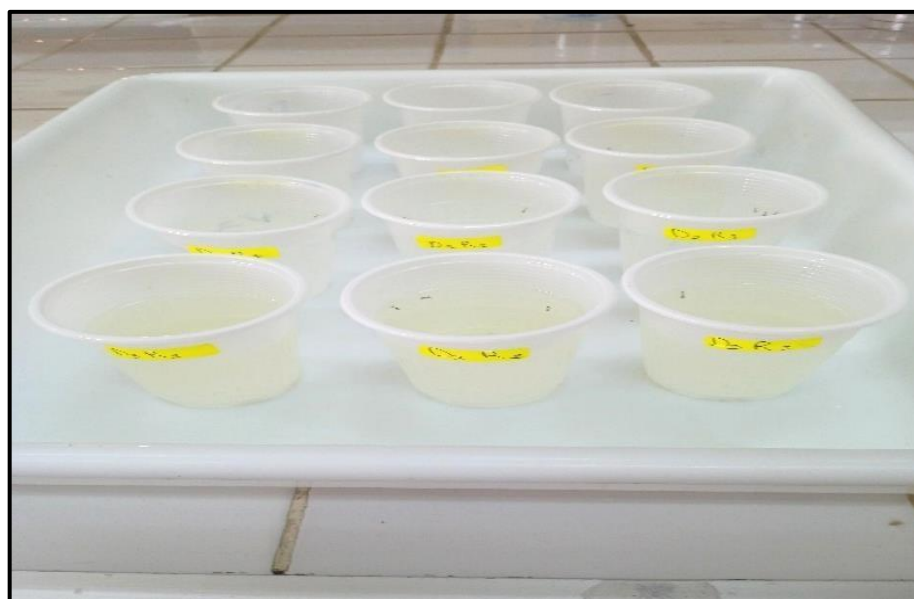
C2= la concentration que nous recherchons

C1= c'est les doses que nous avons utilisée pour la première fois (0,15g/ml et 0,18g/ml et 0,21g/ml)

V1=100ml (Le volume de solution que nous avons préparé pour traiter les premières doses)

V2=V1+200ml=300ml

Pour chaque dose, 10 larves du dernier du 4<sup>ème</sup> stade et 100 ml de dose préparé ont été mises dans chaque gobelet en plastique avec trois répétitions pour chacune. Parallèlement, la solution des gobelets contenant la solution mère sont utilisés comme témoin (fig. 33).



**Figure 33** : Protocole de l'essai de lutte par l'huile essentielle de Girofle (originale, 2022).

## Matériel et Méthodes

### 6. Les indices écologiques :

#### Les analyses utilisées pour la biodiversité sur les moustiques :

-Les indices de composition définis par Dajoz (1971) et Ramade (1984) ont servi à l'analyse des résultats de la biodiversité.

$$A = ni. 100 / N$$

$$F = Pi. 100 / P$$

**L'abondance relative (A)** est le nombre d'individus d'une espèce (**ni**) en relation avec le nombre total d'individus récoltés, toutes espèces confondues (**N**).

**La fréquence d'occurrence (F)** correspond au nombre d'échantillons (**Pi**) contenant les espèces étudiées en fonction du nombre total d'échantillons prélevés (**P**).

Cet indice donne des renseignements sur la catégorie d'espèces :

- **F > 50%** : l'espèce est dite « Constante » ;
- **25% ≤ F ≤ 50%** : l'espèce est dite « Accessoire » ;
- **F < 25 %**: l'espèce est dite « Accidentelle ».

#### Les analyses utilisées pour la lutte :

-La mortalité observée a été corrigée en utilisant la formule d'ABBOT (1925)

% de mortalité observé = Nombre de morts / Nombre total d'individus x 100

% de mortalité corrigé = (M2- M1) / (100 - M1) x 100

M1 : mortalité dans les lots témoins.

M2 : mortalité dans les lots traités.

Le test est annulé si la mortalité du témoin dépasse 20 %.

#### Evaluation de DL50 et DL 90

Pour la détermination des doses létales qui tue 50 % et 90% (DL50 et DL 90), les résultats des mortalités enregistrées par les différentes concentrations d'huile essentielle de Girofle sont analysés par logiciel SPSS version 23 par la méthode des probités modèle logit.



# Résultats et Discussion

## Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION

### 1- Inventaire des Culicidae dans les sept stations d'étude :

Les résultats de l'inventaire des Culicidae durant la période mai et juin 22 a révélé la présence de trois espèces appartenant à deux genres sont : *Culex et culiseta*.

La station d'Ouled yaïch est la plus riche en terme avec 123 individus, .Elle est suivi par la station d'El Affroun avec 68 individus.

Le genre *Culex* est représenté par deux espèces, il s'agit de *Culex pipiens et Culex antennatus*. Le genre *culiseta* est représenté quant à lui par une seule espèce, *Culiseta longiareolata*.

Nous avons trouvés une seule espèce commune entre toutes les stations d'étude à savoir *Culiseta longiareolata*.

Les trois espèces inventoriées ont été préalablement signalés dans plusieurs travaux en Algérie.

Une étude menée sur la région d'Alger durant une période de trente années de travail, a signalé l'existence de 27 espèces de Culicidae. Et 11 espèces de moustiques dans la région de Biskra appartenant au genre *Anophèles, Culex et Culiseta (Senervet et Al ; 2014)*

Aussi, *Bruncher et Al ; (2000)* à Constantine, *rapportent* que la faune culicidienne est riche de 48 espèces différentes.

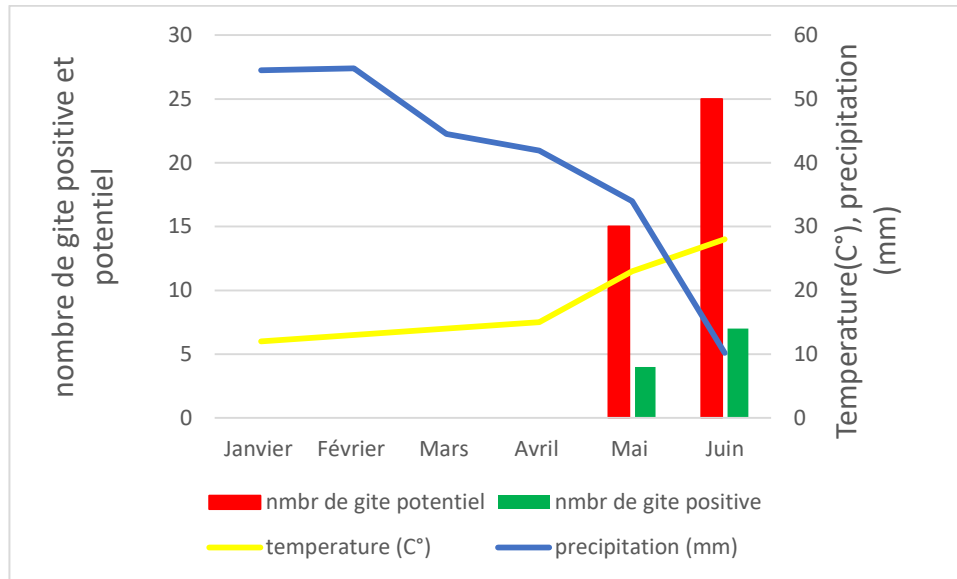
### 2- Gîtes prospectés :

**Tableau 5** : représente les gîtes négatifs et la présence des espèces identifiées dans les gîtes positifs

	Station City les Oliviers	Station Soumaa		Station Ouled Yaïch		Station Bouinan		Station El Affroun		Station Beni Tamou	Station Bougar
	Gite 1	Gite 2	Gites	Gite 3	Gite 7	Gite 4	Gites	Gite 5	Gites	Gite 6	Gites
<i>Culiseta longiareolata</i>	+	+	G-	+	+	+	G-	+	G-	+	G-
<i>Culex pipiens</i>	-	+		+	+	+		+		+	
<i>Culex antennatus</i>	-	+		+	-	-		-		-	

Présence : +      absence : -      G- : apparition de plusieurs gîte négative

## Résultats et Discussion



**Figure 34 :** représentation graphique des gîtes trouvés en fonction de la moyenne de température et des précipitations mensuelles de l'année 2022

### Discussion :

Parmi 25 gîtes prospectés, 18 gîtes étaient négatifs bien qu'ils possèdent toutes les caractéristiques favorisant l'apparition des larves de moustiques

La température et les précipitations ont un impact direct sur le cycle biologique des culicidae. Les femelles de moustiques digèrent plus rapidement leur repas sanguin lorsque la température est élevée.

Le mois d'Avril 22, 10 gîtes se sont révélés négatifs à cause de la saison froide où la température moyenne était 15°C avec forte précipitation.

D'après la figure 34, nous remarquons que le nombre de gîtes larvaires a augmenté en parallèle avec la diminution de précipitation et la température élevée durant la période Mai-Juin 22.

Selon Githeko en 2000, la température de l'eau avec la pérennité du gîte influence sur la durée du développement des stades pré imaginaires, quelques gîtes ont été vides le mois de juin avec la présence de quelques nymphes et des exuvies, il est suggéré qu'elles appartiennent aux nymphes de moustiques transformés en adultes.

La température a atteint environ 35°C (juin 22), ce qui signifie la disparition de plusieurs gîtes (collections d'eaux) qui se sont asséchées par effet de chaleur. Aussi il y avait d'autres gîtes exposés toute la journée au soleil et pas ombragés ce qui explique leur évaporation.

## Résultats et Discussion

### 3. Interprétation des résultats des espèces inventoriées par les indices écologiques

#### 3.1-Inventaire de moustiques pendant mois de Mai :

##### 3.1.1 Critères d'identifications :

Après éclaircissement et montage des larves entre lames et lamelles, nous avons suivi les critères morphologiques confirmés par logiciel d'identification. Les figures suivantes (de la figure 35 à la figure 51) résument les caractères des genres et des espèces identifiées.

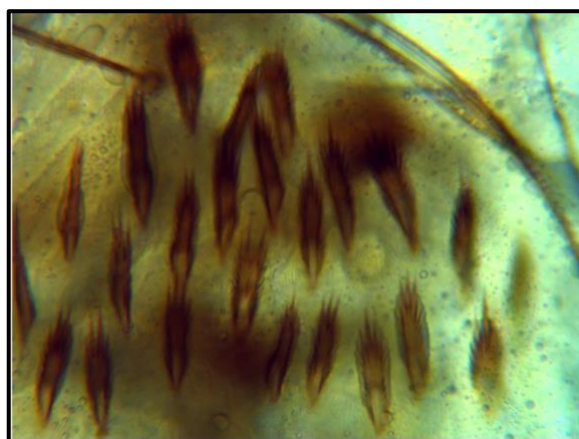
#### Genre *Culex*

#### Tête



**Figure 35 :** l'antenne longue L= la longueur de la tête (photo originale G× 40)

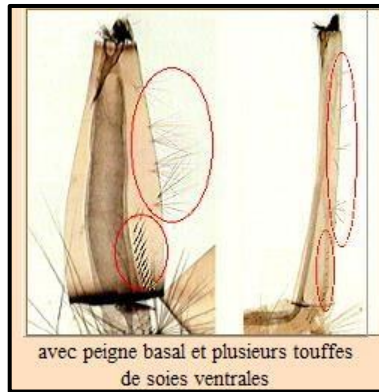
#### Abdomen



**Figure 36 :** Les épines du segment 8 en absence de plaque sont en désordre (photo originale G× 400)



## Résultats et Discussion



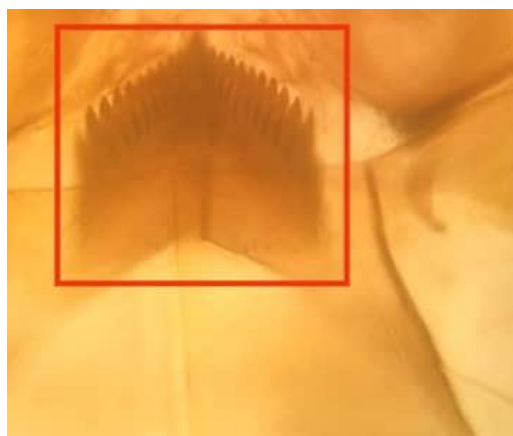
**Figure 37 :** Siphon avec peigne basal et plusieurs touffes de soies ventrales (*Brunes et al, 1999*).

*Culex pipiens*

**Tête**



**Figure 38 :** Insertion de la soie antennaire 3-A à proximité de 4-A (photo originale G× 100)



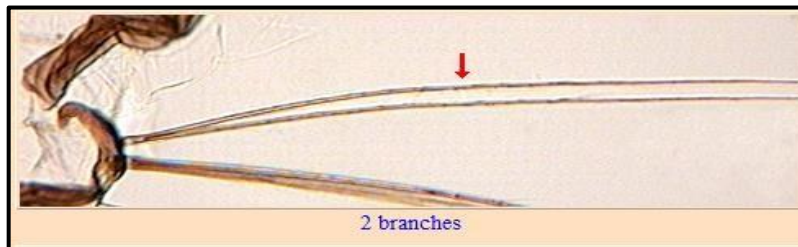
**Figure 39 :** 10 dents de part et autre de la médian (photo originale G× 100)

## Résultats et Discussion

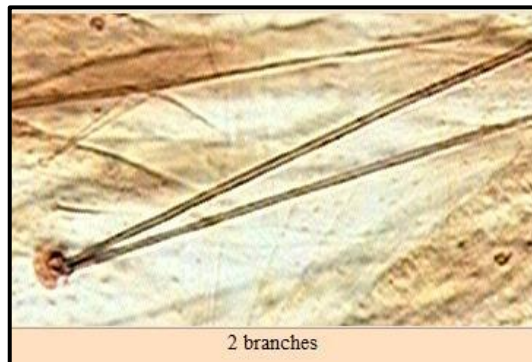
### Abdomen



**Figure 40** : Forme générale du Siphon : à bords droits (photo originale G× 100)

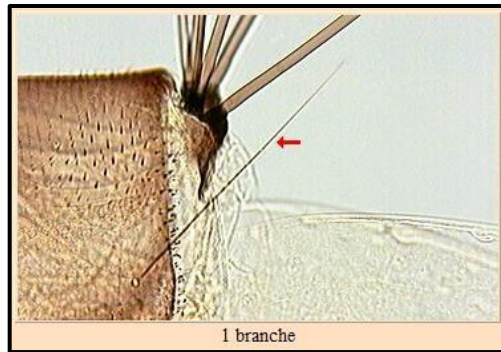


**Figure 41** : 2 branches de la soie abdominale 7- I soie 7 du segment I (*Brunes et al, 1999*).



**Figure 42** : 2 branches de la soie abdominale 6- VI (*Brunes et al, 1999*).

## Résultats et Discussion



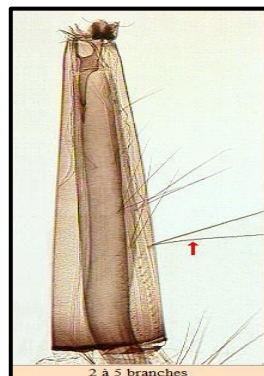
**Figure 43** : 1 branche de la soi caudal 1-X sois caudal de segment X (*Brunes et al, 1999*).

### Thorax



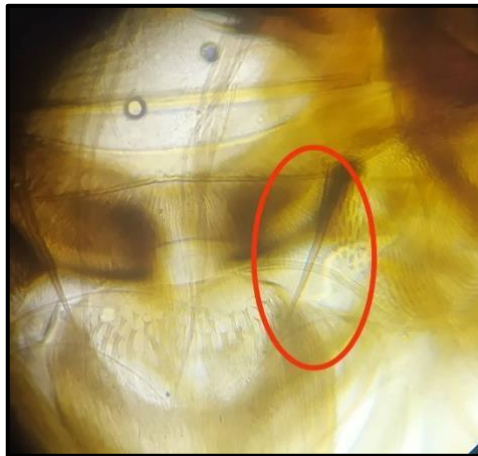
**Figure 44** : 2 branches de la soie prothoracique 4-P (*Brunes et al, 1999*).

### *Culex antennatus*

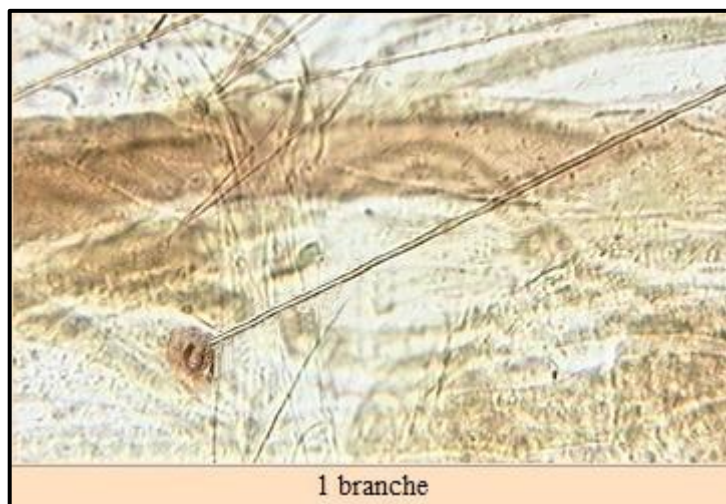


**Figure 45** :3 paires en position latérale de Soie 1a-S (*Brunes et al, 1999*).

## Résultats et Discussion



**Figure 46 :** Forme de l'épine préclypéale 1-Cmince et effilée a l'apex (photo originale G× 400)



**Figure 47 :** 1 branches de la soie abdominale 6- VI (*Brunes et al, 1999*).

## Résultats et Discussion

*Culiseta longiareolata*

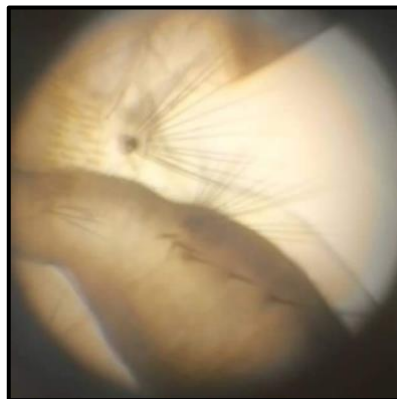


**Figure 48** : antenne courte  $L <$  la longueur de la tête (photo originale G× 40)



**Figure 49** : antenne lisse (photo originale G× 100)

**Abdomen**



**Figure 50** : Siphon avec peigne et 1 touffe basale (photo originale G× 100)

## Résultats et Discussion



**Figure 51 :** Taille et forme du siphon : court et trapue (photo originale G× 40)

### 3.1.2-Espèce identifiée

Durant le mois de mai, nous avons collecté 319 larves. Ces dernières appartiennent à la sous famille des *Culicinae* représentée par deux espèces : *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens*. Le nombre et pourcentage des espèces trouvées dans les gîtes prospectés sont représentés dans le tableau 6 :

**Tableau 6 :** Effectif (Ni) et pourcentage (ni%) des *Culicinae* récoltées le mois Mai

Espèce	GITE 1		GITE 2		GITE 3		GITE 4	
	Ni	ni(%)	Ni	ni(%)	Ni	ni(%)	Ni	ni(%)
<i>Culiseta longiareolata</i>	106	100	35	36,46	58	69,88	/	/
<i>Culex pipiens</i>	/	/	61	63,54	25	30,12	34	100
totale	106	100	96	100	83	100	34	100

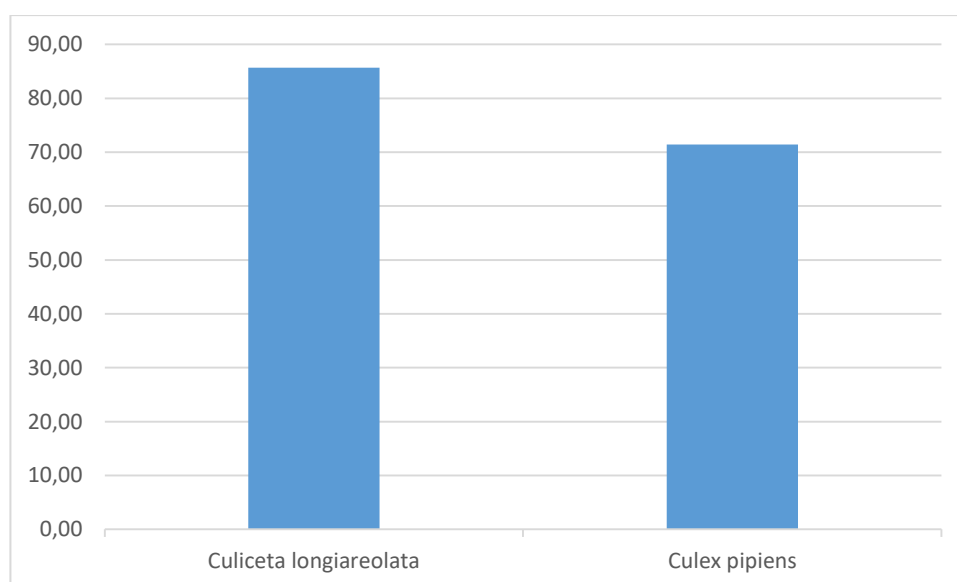
### 3.1.3-Indices écologique de composition :

Les résultats des espèces identifiées ont été exploités par des indices écologiques de composition. Les méthodes analytiques utilisées ont été traités par plusieurs chercheurs tels que Boulkenafet, 2006. Les calculs des indices sont indiqués dans le tableau suivant :

## Résultats et Discussion

**Tableau 7 :** Abondance relative (A) et Fréquence d'occurrence (F) des espèces des moustiques récoltées le mois de Mai

Espèce	GITE 1	GITE 2	GITE 3	GITE 4	Total	A (%)	Pi	F(%)	Catégorie
<i>Culiseta longiareolata</i>	106	35	58	0	199	62,38	6	85,71	Constante
<i>Culex pipiens</i>	0	61	25	34	120	37,62	5	71,43	Constante

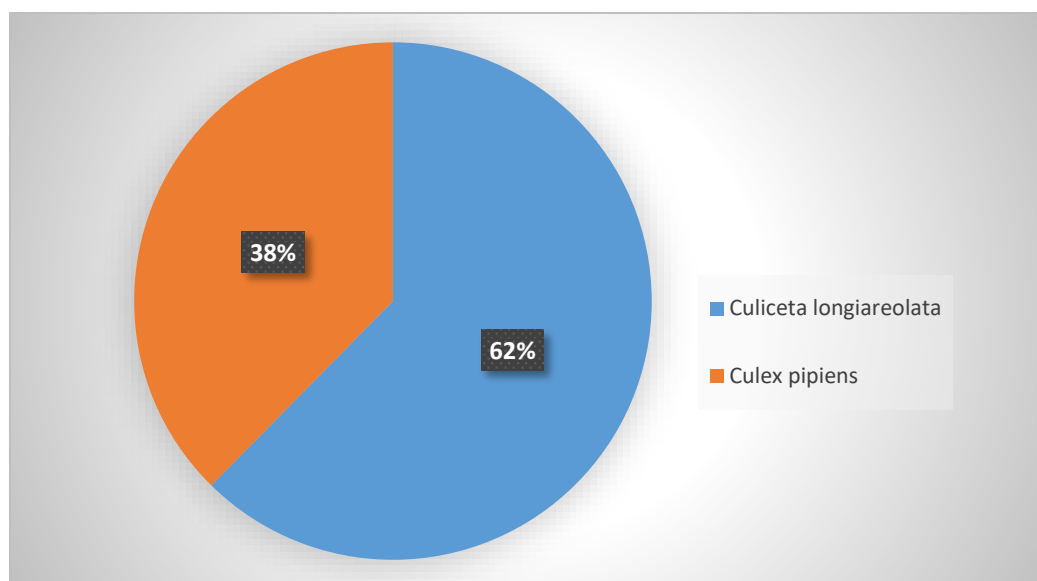


**Figure 52 :** Fréquence d'occurrence des espèces des moustiques récoltées (Mai, 2022)

A partir du tableau 7 et de la figure 52, nous remarquons que les deux espèces sont constantes. Les espèces identifiées sont trouvées dans la majorité des prélèvements effectués, l'espèce *Culiseta longiareolata* est la plus dominante comparativement au *Culex pipiens* avec une abondance de 62 % pour *Culiseta longiareolata* et 38 % pour *Culex pipiens*.



## Résultats et Discussion



**Figure 53 :** Abondance relative des espèces des moustiques récoltées (Mai, 2022)

### 3.2-Inventaire des moustiques collectés le Mois de Juin :

#### 3.2.1-Espèces identifiées

Pendant cette période, nous avons collectés 358 larves, appartenant à la sous famille des *Culicinae*. Trois espèces ont été identifiées : *Culiseta longiareolata*, *Culex pipiens* et *Culex antennatus*. Le nombre et pourcentage des espèces trouvées dans les gites sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 8 :** Effectif et pourcentage des espèces de moustiques récoltées (Juin, 2022).

Espèce	GITE 1		GITE 2		GITE 3		GITE 4		GITE 5		GITE 6		GITE 7	
	ni	ni (%)	ni	ni (%)	ni	ni (%)	ni	ni (%)	ni	ni (%)	ni	ni (%)	ni	ni (%)
<i>Culiseta longiareolata</i>	29	100	21	37,5	52	54,74	/	/	8	11,76	37	100	5	17,86
<i>Culex pipiens</i>	/	/	28	50	31	32,63	48	100	60	88,24	/	/	23	82,14
<i>Culex antennatus</i>	/	/	7	12,5	12	12,63	/	/	/	/	/	/	/	/
<b>Total</b>	29	100	56	100	95	100	48	100	68	100	34	100	28	100



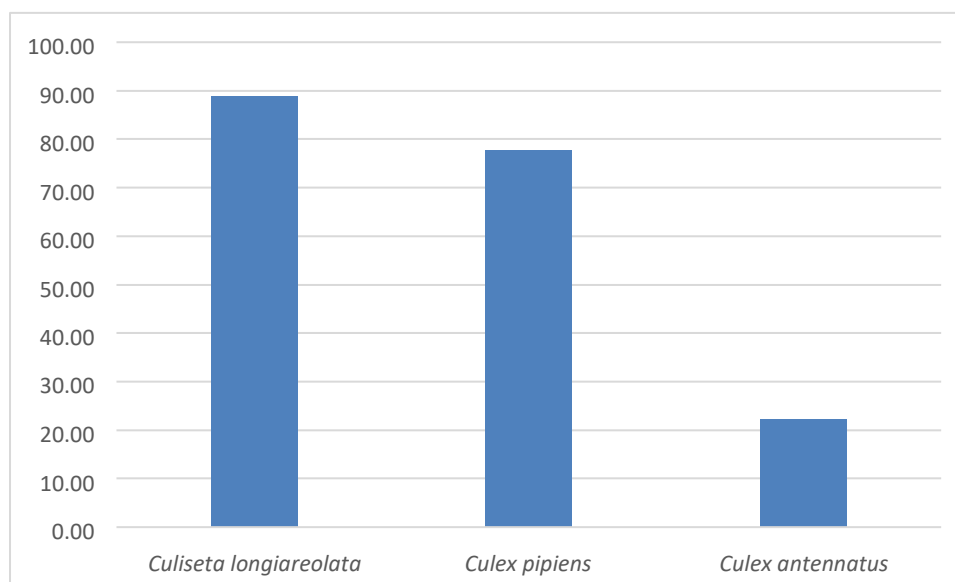
## Résultats et Discussion

### 3.2.2-Indices écologiques de composition :

Nous avons utilisé les mêmes indices pour exploiter les résultats du mois de Juin. . Les calculs des indices ont été présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 9 :** Abondance relative (A) et Fréquence d'occurrence (F) des espèces de moustiques récoltées le mois du Juin.

Espèce	gite							Total	A (%)	Pi	F(%)	Catégorie
	1	2	3	4	5	6	7					
<i>Culiseta longiareolata</i>	29	21	52	/	8	34	5	149	41,62	8	88,89	Constante
<i>Culex pipiens</i>	/	28	31	48	60	/	23	190	53,07	7	77,78	Constante
<i>Culex antennatus</i>	/	7	12	/	/	/	/	19	5,3	2	22,22	Accidentelle

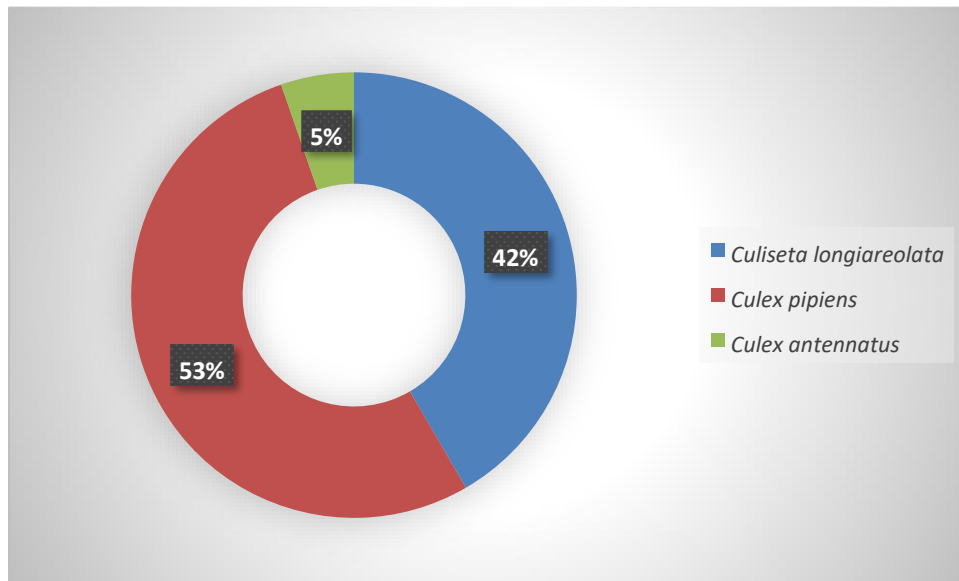


**Figure 54 :** Fréquence d'occurrence des espèces des moustiques récoltées le mois du Juin.

## Résultats et Discussion

A partir du tableau 9 et de la figure 54, nous remarquons que *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* sont des espèces constantes tandis que la fréquence d'occurrence de *Culiseta longiareolata* est plus élevée que celle de *Culex pipiens*. *Culex antennatus* est une espèce accidentelle avec une faible fréquence.

Nous constatons que l'espèce *Culex pipiens* est la plus dominante suivi par *Culiseta longiareolata* ensuite *Culex antennatus*, avec une abondance de 42 % pour *Culiseta longiareolata* et 53 % pour *Culex pipiens* et 5% pour *Culex antennatus*.



**Figure 55 :** Abondance relative des espèces des moustiques récoltées le mois de Juin

### **Discussion :**

Pendant notre période expérimentale, nous avons collectés en total 677 larves : 319 larves en mois de Mai et 358 larves en Juin représentées par 3 espèces avec des abondances relatives différentes

Durant le mois de Mai *Culiseta longiareolata* est l'espèce le plus abondant avec 62,38%, en deuxième position on trouve *Culex pipiens* avec 37,62 % et l'absence de *Culex antennatus*. En mois de Juin les espèces les plus abondantes sont respectivement *Culex pipiens* 53,07 % et *Culiseta longiareolata* 41,62% avec une très faible abondance marquées de 5,3 % pour *Culex antennatus*.

Les larves de *Culiseta longiareolata* et *Culex pipiens* sont présentes dans la majorité des prélèvements effectuées, leur fréquences d'occurrences pendant le mois de Mai est 85,71% pour *Culiseta longiareolata* et 71,43% pour *Culex pipiens* et pendant le mois de Juin 88,87% pour *Culiseta longiareolata* et 77,78% pour *Culex pipiens* et 22,22%. Pour *Culex antennatus*

Ces résultats s'expliquent par le nombre de vols effectués, l'échantillonnage, et les différentes conditions environnementales et climatiques, Par la capacité des espèces à coloniser différents gîtes. Santé de la femelle, abondance de nourriture, bonne éclosion des œufs.

## Résultats et Discussion

Les Culicidae sont adaptés à la température et à la composition biologique ou chimique de l'eau (Aron et Grasse, 1966.). Les composants physiques et chimiques de l'eau peuvent jouer un rôle essentiel non seulement dans la biologie de l'espèce mais aussi dans la structure et la dynamique de l'ensemble de la biogéocénose (Berchi, 2000). Les faibles effectifs peuvent être dus à de multiples causes, dont les plus courantes sont la qualité de l'eau et la faible reproduction (due au faible nombre de jeunes) (Berchi, 2000).

*Culiseta longiareolata* c'est une espèce très commune en Afrique méditerranéenne. Cette espèce est un vecteur important de plusieurs maladies, telles que la Brucellose, l'agrippe aviaire, et l'Encéphalite du Nil Occidental (Brunhes et Al ; 1999). C'est un hôte intermédiaire de Plasmodium aviaire (Hazratian et Al ; 2019). Et il peut aussi transmettre des arboviroses (Soltanbeiglu et Al ; 2020). En Algérie plusieurs auteurs ont indiqué la présence de cette espèce comme Messai et Al ; (2010) à Mila avec 15,06% abondance et 18,5% fréquence d'occurrence, Bouabida et al. (2012) à Tébessa avec 62,01% abondance et 43,52% fréquence d'occurrence, Hamaidia et Berchi (2018) à Souk-Ahras avec 18,03 % abondance et 21,63 % fréquence. Azazi et Tebbane (2019) à Blida où ils ont été trouvés à Bougara 3,37% abondance

*Culex pipiens* est l'espèce la plus abondante en Algérie et en Afrique du Nord (Boulkenafet, 2006). C'est un vecteur majeur de filariose de Bancroft et des virus West Nile et la Valley du Rift en Egypte (Brunhes et al, 1999). En Algérie plusieurs auteurs ont marqué la présence de *Culex pipiens* comme Messai et Al. (2010) à Mila avec 61,14% d'abondance et 29,92% comme fréquence d'occurrence, Hamaidia et Berchi (2018) à Souk-Ahras avec 21,20 % d'abondance et 21,05 % comme fréquence. Dans le sud algérien, *Culex pipiens* est signalée par Saliha et Al (2014) à Biskra 84,22% d'abondance et 100% de fréquence, et Merabeti et Ouakid (2010) dans la région de Biskra, Azazi et Tebbane (2019) à Blida où ils ont été trouvés à Bougara 92,63% abondance et à Larabaa 81,05% abondance.

*Culex antennatus* : cette espèce est considérée comme une espèce Accidentelle. Plusieurs auteurs ont indiqué la présence de *Culex antennatus* en Algérie comme Messai et Al. (2010) à Mila avec abondance 1,91% et 4,72% de fréquence d'occurrence, et Saliha et Al (2014) à Biskra 5,30 % abondance et 28,75% fréquence

### **4- Résultats de tests biolarvicide :**

Une série des tests avec l'huile essentielle de Girofle a été testée sur les larves du quatrième stade larvaire de *Culex pipiens*, nous avons ordonné les mortalités observées sur le tableau 10. La mortalité observée a été corrigée car nous avons observé une larve morte dans le lot témoin.

## Résultats et Discussion

**Tableau 10** : la mortalité observée

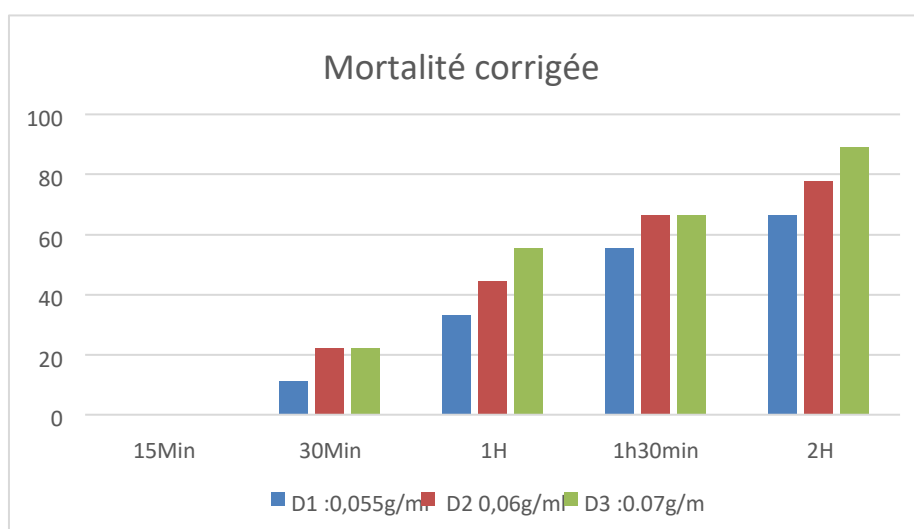
	15 min	30 min	1h	1h30min	2h
Témoin	0	0	0	10 %	10 %
D1 :0,055g/ml	0	20 %	40 %	60 %	70 %
D2 :0,06g/ml	10 %	30 %	50 %	70 %	80 %
D3 :0,07g/ml	10 %	30 %	60 %	70 %	90 %

### 4.1-Interprétation des résultats :

D'après les résultats mentionnés sur les figures et le tableau, nous constatons que les larves de stade 4 de *Culex pipiens* sont sensibles à l'huile essentielle de Girofle. La première dose est la moins efficace car les deux premières larves ont été tuées au bout d'une demi-heure, alors que la deuxième et la troisième doses tue trois larves au bout de 30 minutes. Après deux heures de traitement la première dose tue 70% des larves traitées et la deuxième dose tue 80% des larves traitées et la troisième dose, plus efficace tue 90% des larves.

Parallèlement, les témoins n'ayant subis aucun traitement et installés dans les mêmes conditions opératoires (eau distillée et à température ambiante) n'ont présenté aucune mortalité après 15 min, 30 min et 1 h mais. Une larve morte a été observée après 1 h et 30 min (10%)

Donc, les tests effectués sont acceptés (MC chez les témoins inférieurs à 10 %). De même d'après la (figure) et le tableau (5) nous avons estimé le taux de mortalité corrigé causé par le huile essentielle après 2 h à 90% ceci nous montre que l'huile de Girofle à un effet insecticides sur *Culex pipiens* (Linné, 1758)

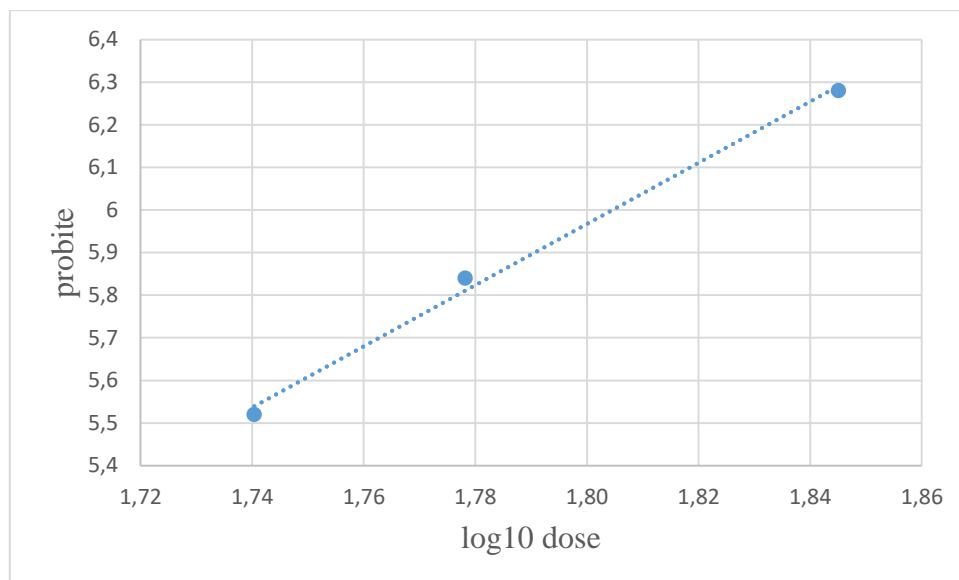


**Figure 56** : histogramme de la mortalité corrigée

## Résultats et Discussion

### 4.2-Résultats d'évolution de DL50 et DL 90

Le calcul de DL 50 et DL 90 d'huile essentielle de Girofle après 2 h de traitement sur les larves L4 des *Culex pipiens*. Les résultats obtenus sont rapportés respectivement dans la figure 57 et le tableau 11.



**Figure 57** : Régression linéaire de la mortalité en fonction des concentrations d'huile essentielle de Girofle

La droite de régression est de la forme :  $y = 7,1773x - 6,9521$  avec un coefficient de détermination

$R^2 = 0,9953$  et DL50 = 0,046 g/ml et DL90 = 0,070 g/ml.

**Tableau 11** : Résultats de DL50 et DL 90

DL	DL50	DL90
Dose	0,046g/ml	0,07g/ml

#### Discussion générale :

Pour pallier aux inconvénients des insecticides chimiques et leur impact nocif sur la santé et l'environnement, les chercheurs ont eu recours à des alternatives naturels remplissant le même rôle et présentant des avantages écologiques et économiques. Il s'agit principalement des extraits de plantes aromatiques et médicinales, qui ont depuis toujours occupé une place importante dans la vie des peuples. On considère que ces mécanismes sont uniques et que les bioinsecticides à base d'huiles essentielles peuvent être des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des ravageurs aux pesticides. Avec ces mécanismes d'action particuliers, ces bioinsecticides peuvent être utilisés seuls et à répétition sans potentiellement inciter le développement de la résistance chez les ravageurs. Ils peuvent également être utilisés en alternance avec les pesticides de synthèse afin de prolonger la durée

## Résultats et Discussion

de vie de ces derniers. La toxicité est évaluée à partir du taux de mortalité enregistré après traitement et qui dépend des doses administrées.

Notre étude a pour but de tester la toxicité des huiles essentielles extraites de Girofle l'égard des larves du quatrième stade de *Culex pipiens*, dont les résultats montrent une activité larvicide avec une relation dose - réponse.

D'après notre étude, nous avons constaté que nos résultats sont proches de ceux de Jang et al. (2002) où les huiles essentielles sont dotées d'un pouvoir de toxicité important vis à vis des insectes, ont prouvés dans leurs travaux que les huiles essentielles sont toxiques sur les larves et les adultes de coléoptères (François et Al ; 2009).

Roman (2009), dont les huiles essentielles obtenues à partir de *Thymus vulgaris* ont été testés pour la mortalité des larves de moustiques *Culex quinquefasciatus*.

Le mode d'action contre les insectes n'est pas encore bien élucidé. Par ailleurs, il a été signalé que les huiles essentielles inhibent l'activité de l'acétylcholinestérase chez les insectes (Ryan et Al ; 1988).

Jang et al. (2002) ont prouvés dans leurs travaux que les huiles essentielles sont toxiques sur les larves et les adultes de coléoptères (François et Al ; 2009).

Nous notons aussi que les résultats obtenus sur le traitement des larves avec l'huile essentielle extraite de girofle nous donnent dose létale DL50=0,046g/ml. Ces doses létales sont approximativement dans la même fourchette de valeur que celle trouvée par (Azazi A et Tebbane S, 2019) qui traitent les larves par huile essentielle extraite de *S.officinalis* est trouvée DL50=3,90g/ml.

## Conclusion

Notre étude comporte deux parties de recherche : la première partie concerne l'étude de la biodiversité de la faune Culicidienne dans plusieurs stations d'étude dans la région de Blida.

L'étude de la biodiversité dans les différents gîtes investigués, a révélé l'existence de trois espèces de moustiques appartenant à la sous famille des *culicinae*, et aux deux genres différents sont : *Culex et Culiceta* avec des abondances relative différentes d'une espèce à une autre telles que : *Culex pipiens* est l'espèce la plus abondante avec 45,73%, suivie par *Culiseta longiareolata* 51,47% et *Culex antennatus* 2, 80%.

L'analyse de la composition en espèces de *Culicidae* dans les différents sites d'étude montre en premier lieu que chaque milieu présente une particularité faunistique. En effet, *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* se développent dans tous types de gîtes qu'ils soient artificiels ou naturels. Leur probabilité de rencontre est élevée et leur pouvoir de dispersion est considérable. Il existe des espèces communes pour la plupart des gîtes d'études, c'est le cas de *Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata*, par contre la troisième espèce *culex antennatus* se trouve dans certains gîtes.

La deuxième partie de notre travail, est consacrée à l'étude de l'effet larvicide à base de l'huile essentielle de Girofle sur une population de *Culex pipiens*. Les résultats obtenus montrent que l'huile essentielle utilisé est très efficace vis - à - vis les stades larvaires les plus avancés (L4). En effet, ce produit a provoqué la mortalité de 90 % des larves traitées au bout de 2 heures.

En perspective, nous proposons :

- Optimiser les méthodes des prélèvements pour améliorer les résultats.
- Mieux exploiter les huiles essentielles comme lutte contre les moustiques.
- Les résultats obtenus sont utiles pour élaborer un programme de lutte, pour diriger d'autres opérations et pour en évaluer l'efficacité.



## Référence

### Références

Abbott A., 1925- A Method for computing effectiveness an insecticide. J. Econ. Ent, 18,267p.

Aïssaoui L. et Boudjelida H., 2014- Larvicidal activity and influence of Bacillus Thuringiensis (Vectobac G), on longevity and fecundity of mosquito species. Euro. J. Exp. Bio., 4 (1), 104-109

Andreadis TG, 2012. The contribution of Culex pipiens complex mosquitoes to transmission And persistence of West Nile virus in North America. J Am Mosq Control Assoc ; 28p.

Anonyme, 2003 - Organisation mondiale de la santé Arch. Inst. Pasteur Algérie, 34 :223- 226.

Anonyme, 2017, huile du clou girofle Stéphanie Monatte Lassus, aromaturge Joëlle Le Guehenec, présidente de l'école française d'aromathérapie (EFAI).

Aron M. & Grasse P. (1966). Biologie animale. Ed. Masson et C, p. 1013-1023.

Azazi A et Tebbane S ; 2019 ; Inventaire des moustiques dans deux régions Larabaa et Bougara et essais de luttés par deux biocides ; mémoire de master ; Blida ; p40

Bawin F. Seye F, Boukraa S, Zimmer Z.Y, Delvigne F, Francis F, 2015, La lutte contre les moustiques (Diptera : Culicidae) : diversité des approches et application du contrôle biologique, Entomological Society of Canada ,2-6

Becke N, Petric D, Zgomba M, Boase C, Madon M, Dahl C, Kaiser A, 2010, Mosquitoes and Their Control, second edition

Becnel, J.J. ET White, S.E. 2007. Mosquito pathogenic viruses – the last 20 years. The American Mosquito Control Association, 23: 36–49.

Benhissen S., Habbachi W., Masna F., Mecheri H., Ouakid M L et Bairi A. ; Ouakid Mohamed Laid et Bairi Abdelmadjid, (2014), Inventaire Des Culicidae Des Zones Arides : Cas Des Oasis d'Ouled- Djellal (Biskra ; Algérie), Revue ElWahat pour les Recherches et les Etudes Vol.7n°2 : 79 – 84

Berchi S., 2000 – Bio écologie de Culex pipiens L. (Diptera, culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte. Thèse Doctorat Univ. Mentouri, Constantine, 133p

Bouabida H., Djebbar F. &Soltani N., 2012. Etude systématique et écologiques des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). Entomologie faunistique-Faunisticentomology, 65, 99-103.

Bouchet F. &Lavaud F., 1999 – Solenophagie et telmophagie : mécanisme des piqûres chez Agonisthalofenozideagainst Culex pipiens. Pestic. Biochem. Physiol. 83 : 115-123.

Boulkenafet, 2006, Contribution à l'étude Phlebotomes (Diptera : psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda.Memoir de Magister, Université de cinstantine, 190p

## Référence

Brunhes J, Hassain K, Rhaim A et Hervy J.P. (2000). Les espèces de l'Afrique Méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Ent. France, extrait : 105(2) : 195-204.

Brunhes J., Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. & Hervy J.P., 1999. Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne, Programme d'identification et d'enseignement, I.R.D. édition

Carnevale P, Vincent R, Sylvie M, Vincent C, Didier F, Claire G, Christophe R. 2009. Les anophèles, Biologie, transmission du Plasmodium et lutte antivectorielle. IRD édition. P22-46

Chiara F, 2022. <https://www.aroma-essentiel.fr/supports-et-accessoires/249-dispersant-diluer-huiles-essentielle-avec-eau.html>

Clements .A .N, 1999, The Biology of Mosquitoes: Sensory, Reception, and Behaviour, (CABI Publishing, Eastbourne

Coffinet T., Rogier C. et Pages F. (2009). Evaluation de l'agressivité des anophèles et Du risque de transmission du paludisme : méthodes utilisées dans les Armées Françaises. Médecine Tropicale, 69(2) : 109-122

Dajoz R. (1971). Précis d'écologie. Ed. Dunod, Paris, 434p.

Danis M., Mouchet J., 1991 -paludisme. Ed. Ellipses/UREF, Paris, 240p.

Darriet F (1998), La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies : L'évaluation de nouveaux insecticides utilisables contre les moustiques en Afrique Tropicale. KARTHALA Editions, 114 pages.

Darriet f, 2014. Des moustiques et des hommes : chronique d'une pullulation annoncée. Institut de recherche pour le développement.

Delaunay P, Fauran P, Marty, 2001, LES MOUSTIQUES D'INTIRIT MEDICAL, Revue Française des Laboratoires, decembre, N ° 338, 27

Dieme C, Bechah Y, Socolovschi C, Audoly G, Berenger JM, Faye O, et al. 2015, Potentiel de transmission de l'infection à *Rickettsia felis* par les moustiques *Anopheles gambiae*. *Proc Natl Acad Sci USA* ; 112

Dieng H., 1995 – Les moustiques et la transmission du paludisme en 1995 dans la zone de Nikhar (Sénégal). Mémoire de D.E.A de biologie animale, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 129 p.

Duvallet G, Chabasse D, 2020 Moustiques et pathogènes, Dossier scientifique REVUE FRANCOPHONE DES LABORATOIRES, N° 524 ,35

Duvallet G, Fontenille D, Robert V. Entomologie médicale et vétérinaire. Marseille : IRD ; 2017

EL-Akhal F, Guemmouh R, Greche H, El Ouali Lalami A, 2014. Valorisation en tant que bioinsecticide de deux huiles essentielles de Citrus sinensis et Citrus aurantium cultivées au centre du Maroc (Valorization as a bio-insecticide of essential oils of Citrus sinensis and Citrus aurantium cultivated in center of Morocco)

## Référence

- François T., Pillerre M.J.D., Modeste L.S., Edwige N.M., Guy B.T.F., Paul H H.A.Z, Chantal M. Activité larvicide sur Anophelesgambiae Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. Biotechnol., Agron. Soc. Environ. (2009). 13 (1) : 77-84p.
- Githeko A.K., Lindsay S.W., Confalonieri U.E. et Patz J.A. (2000). Changement Climatique et maladies à transmission vectorielles : Une analyse régionale. Bulletin of The World Health Organization, 78(9) : 1136-1147.
- Goettel, M.S. 1992. Des champignons comme agents de lutte biologique. In La lutte biologique contre les acridiens, sous la direction de C.J. Lomer et C. Prior p.122-131. Ibadan, Nigeria : CAB International/IITA.
- Goislard C, 2012, les repus isifsanti moustique a l'officine .Thèse de doctorat en pharmacie .université angers UFR science pharmaceutique en ingénieur de la sante ,16
- Gubler, D.J. (2002). Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, Social and economic problem in the 21st century. Trends Microbiol. 2002 Feb ; 10(2) :100-
- Guillaumot L, 2006, Les moustique et la dengue, Instirut Pasteur de Nouvelle Calédonie, 15
- Hamaidia H., &Berchi S., 2018. Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Souk-Ahras (Algérie). Entomologie faunistique-Faunisticentomology. 71. 1-8
- Hamamadi D., Boubidi S. C., Chaib S. E., Saber A., Khechache Y. (1) ; GASMI M, Harrat Z., 2009, Le paludisme au Sahara algérien. Bulletin de la société de pathologie exotique. Vol. 102, n o 3, pp. 185-192.
- Hamon J, Eyraud M, Diallo B, Dyemkouma A, Choumara HB, Sylla O. Les moustiques de la République du Mali (Diptera : Culicidae). Ann Soc Entomol Fr, 130:95–129.
- Harbach RE. Inventaire taxonomique des moustiques. 2013. [http://mosquito-taxonomic-inventory info/](http://mosquito-taxonomic-inventory.info/). Consulté le 15 mai 2018.
- Hassaine K., 2002 - Biogéographie et biotypologie des Culicidae (Diptera – Nematocera) de l’Afrique méditerranéenne. Bioécologie des espèces les plus vulnérantes (Aedes caspius, Aedes detritus, Aedes mariae et Culex pipiens) de la région occidentale algérienne. Thèse Doc .d’état.Univ.Tlemcen : 203p.
- Hawley, William A. 1988. The biology of *Aedes albopictus* .Journal of american Mosquito control Association. Supplément, 1,1-39
- Hazratian T., Paksa A., Sedaghat M.M., Vatandoost H., Moosa-Kazemi S.H., Sanei-Dehkordi A., Salim-Abadi Y., Pirmohammadi M., Yousefi S., Amin M. &Oshaghi M.A., 2019. Baseline susceptibility of *Culiseta longiareolata* (Diptera: Culicidae) to different insecticides, in Eastern Azerbaijan, Iran, J Arthropod-Borne Dis, 13(4), 407-415
- Henrique R, 2004, Les Toxorhynchites Theobald de Madagascar (Diptera : Culicidae) --ann Soc, Entomol.Fr.40 (3-4) ,243-257

## Référence

Himimi O., 2007, les diptères (Insectes, Diptères) du Maroc : systématiques, Ecologique et études d'épidémiologiques pilotes. Thes.Doc. Univ Mohamed V, Rabatt, 13-18p.

Holicki C.M., Scheuch D.E., Zeigler U., Lettow J., Kampen H., Werner D. & Groschup M.H., 2020. German *Culex pipiens* biotype *molestus* and *Culex torrentium* are vector-competent for Usutu virus, *Parasites vectors*, 13(625), 1-10.

Hutt N, 2006, Les allergies aux piqûres de moustiques Allergy to mosquito bitent, *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique* 46, 277-278

Jang Y. S., Kim M, Lee H. S. Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). *Agri. Chem. Biotech.* (2002). Vol.45 (3): 131-134p.

Jeane M, Ruth L, Neusa H., 2018 .Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates (Fourth Edition): Keys to Neotropical Hexapoda. 2019. 723p-745p.

Kurihara F, 2022, Dermatoses induites par les huiles essentielles ou végétales Essential oils and vegetable oils induced dermatitis, *Revue Française d'Allergologie*, Volume 62, Issue 3, 279-281

Lane R.P, Crossky R.W. 1993 - *Medical Insects and arachnids*. Chapman and Hall, London, 723 pp.

Lounaci Z., 2003. Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera : Nematocera) en Milieu rural et agricole. Thèse de magister en sciences agronomiques, option entomologie Appliquée. INA, El Harrach, 120p.

LOUNACI Z., 2008 - Biosystématique des Culicidae d'intérêt médical et vétérinaire dans le marais de Réghaia. Congrès international sur la biodiversité des insectes agricoles et forestiers. Institut National Agronomique d'El Harrach.

Lounaci Z et Doumandji S E. (2010). Biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) d'intérêt médical et vétérinaire du marais de Réghaia et Tizi Ouzou

Ludwig A., Bicout D., Chalvet-Monfray K. et Sabatier P. (2005). Modélisation de l'agressivité de *Culex modestus*, vecteur potentiel de West Nile en Camargue en Fonction des données météorologiques. *Environnement, Risque et Santé*, 4(2) : 109-113.

Meunier O, Foussadier R, 2020, Lutter contre l'implantation des moustiques en zone urbaine, *REVUE FRANCOPHONE DES LABORATOIRES* • N° 524 ,64-65P

Merabeti I. et Ouakid M.L., 2010. 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*, 185-189.

Messai N., Berchi S., Boulknaf F, Louadi K., 2010. Inventaire systématique et diversité biologique de Culicidae (Diptera : Nematocera) dans la région de Mila (Algérie). *Entomologie faunistique-Faunisticentomology*, 63(3), 203-206.

## Référence

Mouhamdou I. T., 2002, SIG et distribution spatiale des infrastructures hydrauliques dans la commune de Zè au Bénin. *Afrique Science : Revue internationale des Sciences et Technologie*, 10(2).

Obholz G, San Blas G, Fischer S, ADiaz A, 2020, Winter survival of *Aedes aegypti* (Diptera : Culicidae) eggs at its southern limit distribution. *Acta Tropica* Volume 231, 106471, 1

Organisation mondiale de la Santé. 1982. *Manual on environmental management for mosquito control with special emphasis on malaria vectors*. World Health Organization Offset Publication, 66: 1–283.

OMS, 2003. *Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs : Guide du stagiaire*. Provisoire, OMS, Genève. 102

OMS 2012, plan mondial pour la gestion de la résistance aux insecticides chez les vecteurs du paludisme, Ed, Organisation Mondiale de la Santé, France, 24

OMS, (2015). *Rapport sur le paludisme dans le monde : résumé et points essentiels*. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs094/fr/>

Penot E, Ranoarison K.M, Rakotondravelo J.C, Isabel M, 2014, Le giroflier à Madagascar : une « success story »... à l'avenir incertain, *Bois et Forêts des Tropiques*, p 35.

Philogène B J R, 1991, L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives. *La lutte antiacridienne*, ed, AUPEUREF, Paris, 269-278

Pihan J, 1986, *les insectes*, Paris, New York, Barcelona, Masson, 160

Ramade F. (1984). *Éléments d'écologie-Ecologie fondamentale*. Ed. Mc Graw-Hill, Paris, 397p.

Richenbach A., 1981. in JEAN RENE DURAND ; C. LEVEQU ; 1981, Ed : office de la recherche scientifique et technique Outre-mer, 44-45p

Rioux J. A., 1958 – Les culicides de « Midi méditerranéen », *enc. Ent.*, XXX, P. Le Chevalier, Paris : 1-303

Robert L. Starnes, Chi Li Liu, and Pamela G. Marrone, 1993, History, Use, and Future of Microbial Insecticides, *AMERICAN ENTOMOLOGIST*, P 83-91

Rodhain F et Perez C, 1985, *Precis d'entomologie médicale et vétérinaire*, Maloine éditeur, Paris, 458

Roman P., Larvicidal property of essential oils against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Ind. Crops. Prod.* (2009). 30(2): 311–315p.

Ryan M., Fand O, Byrnie. Plant–Insect co-evolution and inhibition of acétylcholinestérase. *J. Chem. Ecol.* (1988). Vol. 6: 1965.-1975p.

Samanidou-Voyadjoglou A, Arsie RF. Jr., 1993, an annotated checklist and bibliography of the mosquitoes of Greece. *Mosquito Systematics* 25, 177-185.

## Référence

Sauvion N, Calatayud P A, Thierry D, Marion-poll F, 2013, Interaction insectes-plantes ; IRD Edition ; France ; 218-22

Schaffner F., Fonseca D. M., Keyghobadi N., Malcolm C. A., Mehmet. C., Mogi M, Wilkerso R. C., 2004, emerging vectors in the *Culex pipiens* complex. *Science*, 303(5663), 1535-1538.

Schleier JJ, Sing SE Peterson Rkd, 2008, Regionalecologicalriskassessment for the introduction of *Gambusia affinis* (western mosquito fish) into Montana watersheds *Biol Invasions* 10:1277–1287

Segondy M, 2020, Infections virales transmises par les moustiques, REVUE FRANCOPHONE DES LABORATOIRES N° 524

Senevet G, Andarelli L., 1955 - À propos d'*Anopheles algeriensis*. *Arch. Inst. Pasteur, Algérie*, 33 : 269-272

SENEVET G., ANDERLLI L., 1956 – Les Anophèles de l’Afrique du Nord et du bassin Méditerranéen. *Encycl. Ent. Paris*, 33,280 p, 666fig.

Senevet G. et Anderlli L. (1960). Contribution à l’étude de la biologie des Moustiques en Algérie et dans le Sahara algérien. *Arch. Inst. Pasteur Algérie*, t. XXXVIII (2) : 305-326.

Soltanbeiglu S., Vahedi M., Mohammadi-Buvani M. &Chavshin A.R., 2020. Molecularcharacterisation of Cytochrome oxidase I and internaltranscribedSpacer 2 fragments of *Culiseta longiareolata*, *TurkeyParazitolDerg*, 44(4), 191-196.

Takken (W.), KNOLS (B. G. J.). 2007. Waiting for the tiger : establishment and spread of the *Aedes albopictus* mosquito in Europe : Emergingpests and vector-borne diseases in Europe, Ed. Par TAKKEN (W), KNOLS (B. G. J.), WageningenAcademic Publisher The Netherlands, p241

Tandina F, Doumbo O, Yaro A.S, Sékou F. 2018 Traoré, Philippe Parola Vincent Robert. Mosquitoes (Diptera : Culicidae) and mosquito-borne diseases in Mali, West Africa. *Parasites and Vectors* 11 :467

Thierry L, Back C, Barbazan P, Singre G, 1996, Applications de *Bacillus thuringiensis* et de *B. sphaericus* dans la dimoustication et la lutte contre les vecteurs de maladies tropicales, *Annales Institut Pasteur, Elsevier, Paris*, 7, 4,247-260

Vacus G., 2012- Mémoire pour l’obtention du diplôme de médecine agricole, thème : expansion géographique d’*Aedes albopictus*, *Inst. Nat., Médecine agricole, France*, 109p.

Valdelfener M, Bacot L, Barraud L, Marmonier F ; 2017 ; Les moustiques dans les ouvrages de gestion - alternative des eaux pluviales en ville ? | Retour sur l’Étude exploratoire OTHU 2016 | Exemple des bassins d’infiltration et rétention de la Métropole de Lyon, France, 4

Wilson, E. O. (1988). The current state of biologicaldiversity. *Biodiversity*, 521(1), 3- 18

Zeller H. G., 1999, West Nile : Une arbovirose migrante d'actualité *Médecine tropicale*. Vol. 59, no 4BIS, pp. 490-494.

## Annexe

Annexes :

Annexe I : liste des matériels non biologique

Produits	Matériels
l'eau distillée	Gants
alcool 70°, 90°, 96°	Une louche
KOH 10%	Boîtes de pétri
Baume de Canada	Lames
Xylène	Lamelles
Liquide de phore	Épingles
Tween 80%	Boîtes de conservation
Huile essentielle de Girofle	Pipettes
	Plateau en verre
	Portoir des lames
	Balance précision
	Agitateur
	Microscope photonique
	Gobelets étiquettes
	Marqueur
	Bloc-notes
	Stylo
	Filets blancs