



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

Inventaire des espèces de moustique de la région de
Oued el Alleug et évaluation de la sensibilité aux insecticides
de *Culex pipiens*.

Présenté par :

Date de soutenance : 06 /07/2022.

* DEKANE SARAH.

* SALHI AMIRA.

Devant les jurys :

- Mme TAIL G.	Professeur/USDB1	Présidente.
- Mme BOULKOUR S.	MCB/USDB1	Examinatrice.
- Mme KARA.F /Z.	Professeur/USDB1	Promotrice.
- MAAICHIA B.	Doctorante/USDB1	Co-promotrice.

Promotion : 2021-2022

Remerciement

Un grand merci à Dieu pour nous avoir donné tant la patience pour pouvoir continuer malgré les
Obstacles et les embuches.

Nous remercions notre encadreur **Mme KARA F/Z** pour avoir encadré et dirigé ce travail
avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses précieux conseils, la confiance qu'elle
nous a accordé et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce travail,

Nous remercions **Mme TAIL G**, pour l'honneur qu'elle nous a fait en
Acceptant de présider le jury de ce mémoire.

Nous remercions également **Mme BOULKOUR S**, d'avoir accepté d'examiner notre travail.

A tous nos enseignants qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en signe d'un profond
Respect et d'un profond amour.

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à notre Co-promotrice **Mlle MAAICHIA B** pour son aide,
son soutien et sa patience pendant ce période.

Nous tenons à remercier nos familles pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Un grand merci particulier à nos collègues et nos amies pour les moments sympathiques que
nous avons passé ensemble, nous les remercions pour leur confiance, leur disponibilité et leur
fidélité. Finalement, nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous
ont aidé et soutenu de près ou de loin pour que ce

Projet soit possible

Dédicace

*Je remercie Dieu le tout puissant qui m'a donné la santé,
La volonté, et l'aide dans les moments difficiles afin de mener ce travail.*

A toutes les personnes qui m'encouragent toujours :

À mes très chers parents

La source de mes joies et secret de ma force.

*Aucun mot, aucune dédicace ne peut exprimer mon respect, mon
Attachement, mon amour éternel et ma considération pour tout le
Sacrifice que vous avez consenti pour mon instruction.*

*Vous serez toujours le modèle : mon père (**Mohamed**) dans ta détermination,*

Ta force et ton honnêteté.

*Ma mère (**Hassiba**) dans ta bonté, ta patience et ton dévouement pour*

Nous.

Merci pour vos sacrifices, qui ont œuvré pour ma réussite.

*À mes chères sœurs : **Nesrine, Nardjesse, Yasmine.***

*À mon cher frère: **Abdeljalil.***

*À mon fiancé **Badr Eddine** qui m'a beaucoup encouragé tout au long de ce*

Travail. Merci d'avoir montré beaucoup de patience avec moi durant les

Moments les plus stressants, merci pour ta fidélité.

*À mon binôme **Sarah** j'ai partagée avec elle les joies et les difficultés au*

Suivi de notre travail.

*À ma chère copine **Racha** et sa famille (**Amira, sa Maman et Rahaf**).*

*À tous les membres de la famille **Salhi** et la famille **Sahir**.*

*À toute et mes amies : **Maroua, Farah, Naima, Zhor, Ikram, Aziza.***

AMIRA

Dédicace

Je remercie avant tous, Dieu « Allah » le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes les longues années d'études afin que nous puissions arriver là.

*À l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma voir réussir, à toi **Mon Père Mohamed**.*

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; **maman Fakhath** que j'adore.*

*À qui sont mon support dans la vie **ma sœur Sihame** qui ne cesse de m'encourager.*

*À mon oncle **Ibrahim** et ma tante **Mériem** , je vous souhaite une vie pleine de bonheur.*

*À mes sœurs : **Iness, Imane, Israa, et Ikram**.*

*À mes frères beaux : **Soufiane et Mohamed**.*

*À ma grande mère **Aïcha** et à tous les membres de la famille **Senni** et la famille **Dekane**.*

*À mon binôme **Amira** aux bons moments que nous avons passé ensemble.*

*À toutes mes amis et surtout les plus proches : **Alaa, Zineb, Manel, Hadil, Youssra, Batoul, Nihad, et Yasmine**.*

***Enfin**, je dédie ce travail à tous mes collègues et mes amis de la promotion de parasitologie **2021-2022**.*

SARAH

Résumé :

Les nuisances causées par les moustiques nécessitent de lutter contre leur prolifération. Actuellement la méthode la plus utilisée qui s'avère la plus efficace c'est la lutte chimique, il convient donc d'étudier l'efficacité d'un insecticide chimique d'une part et d'évaluer son impact sur la physiologie de l'insecte d'autre part. Afin de connaître les espèces de moustique les plus répandus dans la région de Oued el Alleug, nous avons réalisé un inventaire durant la période allant de la mi-mars jusqu'au 20 juin 2022. L'inventaire a permis de capturer 564 larves de moustiques dans six stations différentes. Sur les cinq espèces identifiées, nous notons la dominance de *Culex pipiens* par rapport aux autres espèces inventoriées (*Culex hortensis*, *Culex antennatus*, *Culiseta longiareolata*, *Aedes geniculatus*).

Nous avons aussi réalisé des essais de traitement par l'organophosphoré Chlorpyrifos avec six doses : D1=0.00125mg/l, D2=0.0025mg/l, D3=0.005mg/l, D4=0.0125mg/l, D5=0.025mg/l, D6=0.0625mg/l, sur les larves de *Culex pipiens* de 3^{ème} et 4^{ème} stades larvaires, les mortalités ont été estimés après 24h et 48h de traitement.

D'après nos résultats nous avons constaté que la mortalité des larves évolue avec l'augmentation des doses appliquées et la durée de traitement.

Les résultats obtenus à partir de l'analyse des probits de mortalités corrigées en fonction des doses nous ont permis de calculer les DL50 et les DL90 et qui sont respectivement de (0.0042mg/l) et (0.035mg/l) après 24 h et après 48h sont: 0.0029mg/l et 0.028 mg/l respectivement.

Mots clés : *Culex pipiens*, Chlorpyrifose, inventaire, la lutte chimique, les doses létales, Oued el Alleug.

Abstract :

The nuisance caused by mosquitoes makes it necessary to fight against their proliferation. Currently the only most used method and proves to be the most use dis chemical control, it is therefore appropriate to study the effectiveness of one of these insecticides on the one hand and to evaluate its impact on the physiology of the insect on the other hand. In order to know the most common mosquito species, we carried out an inventory in the region of Oued el Alleug during the period from mid-March to 20 June 2022. The inventory captures 564 mosquito larvae at six research stations. Of the five species identified, we note the dominance of *Culex pipiens* compared to the other inventoried species (*Culex hortensis*, *Culex antennatus*, *Culiseta longiareolata*, *Aedes geniculatus*).

We also carried out treatment trials with the organophosphate chlorpyrifos with six doses: D1=0.00125mg/l, D2=0.0025mg/l, D3=0.005mg/l, D4=0.0125mg/l, D5=0.025mg/l, D6=0.0625mg/l, on *Culex pipiens* larvae of 3rd and 4th instar larvae, mortalities were estimated after 24 and 48 hours of treatment.

According to our results we found that the mortality of the larvae evolves with the increase in the doses applied and the duration of treatment.

The results obtained from the analysis of the probits of mortality corrected according to the dose enabled us to calculate the LD50 and the LD90 which are respectively (0.0042mg/l) and (0.035mg/l) after 24 hours, and after 48 hours are: 0.0029mg/ l and 0.028 mg/l respectively.

Keywords : *Culex pipiens*, Chlorpyrifos, inventory, chemical control, lethal doses, Oued el Alleug.

التلخيص :

الإزعاج الذي يسببه البعوض يجعل من الضروري محاربة انتشاره . الطريقة الوحيدة التي أثبتت فعاليتها حاليًا وأكثرها استخدامًا هي مكافحة الكيمائية ، لذلك من المناسب دراسة فعالية أحد هذه المبيدات من جهة وتقييم تأثيرها على فيزيولوجية الحشرة من جهة أخرى . من أجل معرفة أنواع البعوض الأكثر شيوعًا ، قمنا بإجراء جرد في منطقة وادي العلايق خلال الفترة الممتدة ما بين منتصف مارس إلى 22 جوان 2022. سجل الجرد 564 يرقة بعوض في ستة محطات بحثية . من بين الأنواع الخمسة التي تم تحديدها، تظهر هيمنة *Culex pipiens* مقارنة بالأنواع الأخرى التي تم جردها (*Culex hortensis* ، *Culex antennatus* ، *Culiseta longiareolata* ، *Aedes geniculatus*).

اهتمنا بإجراء تجارب معالجة مع Chlorpyrifos العضوي بستة جرعات $D1 = 0.00125$ ، $D2 = 0.0025$ ، $D3 = 0.005$ ، $D4 = 0.0125$ ، $D5 = 0.025$ ، $D6 = 0.0625$ mg/l ، على يرقات *Culex pipiens* ليرقات الطور الثالث و الرابع. أجريت معالجة اليرقات لمدة 24 و 48 ساعة.

وفقًا لنتائجنا وجدنا أن نسبة وفاة اليرقات تتزايد مع زيادة الجرعات المطبقة ومدة العلاج.

أتاحت النتائج التي تم الحصول عليها من تحليل احتمالات الوفيات المصححة وفقًا للجرعات سمحت لنا بحساب

$DL50$ (0.0042) مجم / لتر (و $DL90$ (0.035) مجم / لتر بعد 24 ساعة و بعد 48 ساعة هي : 0.0029 مجم / لتر و 0.028 مجم / لتر لـ $LD50$ و $LD90$ على التوالي.

الكلمات المفتاحية : Chlorpyrifos, *Culex pipiens*, المكافحة الكيميائية, الجرد, الجرعات المميتة, وادي العلايق.

Liste des Figures

N°	Les Figures	Pages
01	Les œufs de <i>Culex pipiens</i>	4
02	Larve de <i>Culex pipiens</i>	5
03	Extrémité antérieure et postérieure de la larve du <i>Culex pipiens</i>	6
04	Morphologie générale d'une nymphe de <i>Culex pipiens</i>	7
05	Adulte de <i>Culex pipiens</i>	7
06	Morphologie schématique de la tête de <i>Culex pipiens</i>	8
07	Tête de <i>Culex pipiens</i>	9
08	Morphologie schématique et emplacement des soies du thorax en vue latérale	9
09	Morphologie de l'abdomen de <i>Culex pipiens</i>	10
10	Cycle de développement de <i>Culex pipiens</i>	12
11	Distribution du <i>Culex pipiens</i> dans le monde	13
12	Femelle de <i>Culex pipiens</i> gorgée de sang	14
13	Situation géographique de la région d'étude	19
14	Probabilité de précipitation quotidienne à Oued el Alleug	21
15	Vitesse moyenne du vent à Oued el Alleug	22
16	Gîte 1 de Ben Salah	24
17	Gîte 2 de cité communale	24
18	Gîte 3 de Ben Nehal	24
19	Gîte 4 de Beni Tamou	24
20	Gîte 5 d'Oued el Alleug	25
21	Gîte 6 de cité Gracia	25
22	Bouteille contenant l'eau de gîte	26
23	Elevage des larves de 1 ère et 2 eme stades larvaire de <i>Culex pipiens</i>	27
24	Conservation des larves de stade 04 dans l'alcool 70°	27
25	Les étapes d'éclaircissements	28
26	Montage des larves	28
27	Technique d'identification des Culicidae	29
28	Les principales espèces de moustiques inventoriées dans les différents gites d'échantillonnage.	33
29	Présentation graphique de l'abondance relative des espèces inventoriées dans la région d'étude	34
30	Critères d'identification de Culex (A- la longueur de l'antenne, B- structure hypostomale.)	35
31	Critères d'identification de Culex (A- Ornementation du siphon avec peigne basale et plusieurs touffes de soies ventrales, B- l'orifice respiratoire s'ouvre à l'extrémité d'un tube cylindrique)	36
32	<i>Culex pipiens</i> (A- l'insertion de la soie antennaire 3-A dans ce cas la soie antennaire se situe à proximité 4-A, B- notre espèce possède 8 dents ou plus de part et autre de la dent médiane)	37
33	<i>Culex pipiens</i> (A- la soie caudale 1-X qui possède 1 Branche, B- la soie 1a-S du siphon possède de 2 à 5 Branche, C- forme de siphon à bords droits, D- Orientation de la dent distale du peigne siphonal est de 3 à 5 denticules basaux)	38
34	Ornementation du tégument de l'antenne est lisse	40
35	<i>Culiseta longiareolata</i> A- Taille et forme du siphon est courte et trapu, B- Extension du peigne du siphon dépasse la moitié du siphon	41
36	La position de la soie antennaire 1-A est sur la moitié apicale avec une ou deux branches	42
37	La disposition des dents formant le peigne du segment VIII est sur une ligne	43
38	représentation graphique de pourcentage de mortalité corrigé suivant les concentrations de Chlorpyrifos durant les différentes périodes (24h et 48 h)	45

39	Régression linéaire des probits de taux de mortalité en fonction des logs de doses de Chlorpyriphos après 24 h	47
40	Régression linéaire des probits de taux de mortalité en fonction des logs de doses de Chlorpyriphos après 48 h	48

Liste des Tableaux :

N°	Les Tableaux	Pages
01	Principales maladies transmises par les Culicidae.	15
02	Température moyenne maximale et minimale à Oued el Alleug.	20
03	Résultats d'identification des espèces collectés dans les six gîtes.	32
04	L'abondance relative de chaque espèce.	33
05	Estimation des constances d'occurrences des différentes espèces rencontrées dans Les six stations de la région d'Oued el Alleug.	34
06	Taux de mortalité corrigé (MC) des larves traitées au Chlorpyriphos.	45
07	Les logarithmes- décimaux des doses et les probits des taux de mortalité corrigée des individus traités.	47

Liste des abréviations :

Ae : Aedes

Cs : Culiseta

Cx : Culex

DL50 : Dose létale qui tue 50% de la population

DL90 : Dose létale qui tue 90% de la population

KOH : Hydroxyde de potassium

OMS : Organisation mondiale de la santé

WHO : World Health Organisation

Le Sommaire

Titre	Pages
Introduction	1
Chapitre I : Généralité sur les Culicidae	3
I.1. Position systématique	3
I.2. La famille des Culicidae	3
I.3. Présentation de <i>Culex pipiens</i>	4
I.3.1.les principaux caractères morphologiques.....	4
I.3.2. le cycle de développement.....	10
I.4. Répartition géographique de <i>Culex pipiens</i>	13
I.4.1. Répartition de <i>Culex pipiens</i> dans le monde.....	13
I.4.2. Répartition de <i>Culex pipiens</i> en Algérie.....	13
I.5. Comportement trophique	14
I.6. Les maladies vasculaires transmises par les moustiques	15
I.7. La lutte anti-vectorielle	16
I.7.1. la lutte anti-larvaire	16
I.7.2. la lutte anti-adulte	16
I.8. Les différentes méthodes de lutte	17
I.8.1. Lutte biologique.....	17
I.8.2. Lutte physique.....	17
I.8.3. Lutte génétique	17
I.8.4. Lutte chimique.....	17
Chapitre II : Présentation de la région d'étude	19
II.1. Situation géographique	19
I.2. Les caractéristiques du climat de la zone d'étude	19
II.2.1. Température	19
I.2.2. Précipitation.....	20
II.2.3. Vent.....	21
Chapitre III : Matériel & Méthodes	23
III.1. Objectif de recherche	23
III.2. Matériel Utilisé	23
III.2.1. Matériels biologiques	23
III.2.2. Matériel non biologique.....	23
III.3. Présentation des gites d'échantillonnages	24

III.4. Période d'échantillonnage	25
III.5. Sur terrain	25
III.5.1. Méthode d'échantillonnage des culicidae.....	25
III.6. Au laboratoire	26
III.6.1. Elevage des larves.....	26
III.6.2. Méthode d'identification des culicidae	28
III.6.2.1. Montage des lames	28
III.6.2.2. Identification de larve	29
III.7. Teste de sensibilité	29
III.8. Analyse statistiques	30
III.8.1. Méthode d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition	30
III.8.2. Méthodes d'exploitation des résultats du test insecticide	31
III.8.3. Évaluation de l'efficacité des produits testés	31
Chapitre IV : Résultats et Discussion	32
IV.1. Résultats	32
IV.1.1. Inventaire et identification des différentes espèces de moustique récoltées.....	32
IV.1.2. Indices écologiques de composition.....	33
IV.2. Position systématique des espèces identifiées	35
IV.2.1. Identification des larves de <i>Culex pipiens</i>	35
IV.3. Tests de sensibilité	43
IV.3.1. Estimation du taux de mortalité corrigé (MC) des larves traitées aux Chlorpyriphos.....	44
IV.3.2. Calcul des doses létales de l'organophosphoré (Chlorpyriphos)	46
IV.3.2.1. Evaluation des DL50 et DL90 de Chlorpyriphos sur les larves de 4 ^{ème} stade du <i>Culex pipiens</i>	46
IV.4 Discussion	49
Conclusion	51
Références bibliographiques	53

Introduction

Introduction

Les moustiques sont des insectes de l'ordre des diptères. Une cinquantaine d'espèces est répertoriée en climat tempéré, la famille des Culicidae est la plus importante, elle comprend trois genres principaux : les Anophèles, les Aedes et les Culex (**Feuillet et al., 2006**), dont certaines espèces transmettent des agents pathogènes pour l'homme. La place importante qu'occupent ces espèces dans la faune terrestre et aquatique d'une part, et la lutte contre les maladies transmises par leurs piqûres d'autre part, font de ces arthropodes un matériel d'étude important pour les biologistes, les épidémiologistes, médecins, et entomologistes (**Trari et al., 2002**) selon (**O.M.S., 2016**).

Les maladies transmises par les moustiques provoquent plus d'un million de décès chaque année, en effet les maladies vectorielles sont responsables de plus de 17 % des maladies infectieuses.

Culex pipiens est une espèce de moustique qui peut transmettre plusieurs maladies. Il est le principal vecteur du virus West en Roumanie (**Savage et al., 1999**) et le vecteur de l'encéphalite de Saint-Louis aux États-Unis (**Palmisano et al., 2005**), en Bulgarie et en République tchèque (**Hubalek et Halouzka, 1999**). Le Maroc a été touché en 1996 et en 2003 (**El Harrack et al., 1997**).

En Algérie, le virus West-Nile a provoqué une épidémie importante dans la région de Timiouna en 1994, des cas isolés d'encéphalite chez l'homme avec des cas mortels (**Guenno et al., Zientera et al., 2001**).

La lutte contre les moustiques a toujours été une préoccupation majeure pour se protéger contre l'agression de ces insectes hématophages. C'est un outil essentiel de la prévention contre les maladies à vecteurs et de contrôle des insectes nuisibles (**Guillet et al., 1997**).

Depuis plusieurs années, les méthodes de lutte pratiquées de manière sporadique, se font par la pulvérisation des produits chimiques (**Berchi et al., 2007**). Cependant, l'utilisation massive de ces produits n'allait pas tarder à connaître plusieurs difficultés. Les phénomènes de résistance, le déséquilibre des écosystèmes, le manque de spécificité des insecticides, les non biodégradables, sont les plus fréquents. En effet, ils peuvent être néfastes à la vie aquatique et peuvent être à l'origine de divers problèmes environnementaux.

Pour éviter ces problèmes, les recherches sont orientées vers la découverte de nouveaux composants (**Karch, 1987**). Les extraits aqueux, les poudres et les huiles essentielles des plantes contiennent des molécules ayant des propriétés insecticides (**Fournier, 2003**).

Introduction

Ces dangers ont conduit à rechercher de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits plus efficaces et moins dangereux pour l'environnement, pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au maximum le milieu naturel, (O.M.S., 1975).

Dans cette optique, l'objectif de notre travail vise dans un premier temps à établir un inventaire des espèces de moustiques de la région de Oued el Alleug , en seconde lieu nous allons réaliser des tests de sensibilité des larves de l'espèces très commune est abondante dans la ville , qui est le *Culex pipiens* , en utilisant un produit chimique (Chlorpyriphos).

Pour ce faire, notre travail sera divisé en quatre chapitres.

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur les Culicidae et comprend la systématique et les caractères morphologiques et éthologiques, les maladies à transmission vectorielle qui touche et les différentes méthodes de lutte contre les nuisances de ces insectes.

Le deuxième chapitre porte sur la présentation de la région d'étude en présentant leurs caractères biotiques et abiotiques.

Le troisième chapitre présente la méthodologie adoptée sur le terrain et au laboratoire.

Le quatrième chapitre regroupe les résultats obtenus accompagnés d'une discussion.

Notre manuscrit est ponctué d'une conclusion générale et de perspectives envisageables.

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

I .1. La position systématique :

Les Culicidae ou moustiques font partie de l'ordre des Diptères et de la sous-ordre des Nématocères. Selon **Seguy (1951)**, Les moustiques se distinguent des autres Nématocères piqueurs par leur trompe longue et la présence d'écailles sur les nervures alaires.

D'après **Kettle, 1990 in Berchi, 2000**. En Algérie seules les deux sous-familles Culicinae et Anophelinae sont représentées répendant à la systématique suivante :

Régne : Animal

Sous- Régne : Métazoaires

Embranchement : Arthropodes

Sous- Embranchement : Antennates

Classe : Insectes

Sous-classe : Ptérygotes

Ordre : Diptère Linné, 1758

Sous-ordre : Nématocères Latreille, 1825

Infra-ordre : Culicomorpha Wood et Borkent, 1989

Super- famille : Culicoidae Wood et Borkent, 1989

Famille : Culicidae Latreille

Sous-famille : Anophelinae
Anophèles Meigen, 1818

Sous-famille : Culicinae
Culex Linné, 1758
Aedes Meigen, 1818
Culiseta Neveu Lemaire, 1902
Orthopodomyia Theobald, 1904
Uranotaenia Lunchn Arribalzaga, 1904

I .2. La famille des Culicidae :

Cette famille est divisée en trois sous familles ; les Toxorhynchitinae, les Anophelinae et les Culicinae, et comprend environ 3000 espèces réparties dans le monde entier (**Knighot et Stone, 1977**). Ce sont des vrais moustiques. Ils ont un corps mince, des pattes longues et fines, les ailes et le corps couverts d'écailles ou de poils. Contrairement aux diptères

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

Brachycères, les antennes de Culicidae sont longues et fines et dépourvues d'arista (**Dajoz, 2007**).

La famille des Culicidae à une distribution cosmopolite et comprend 768 espèces réparties en 26 sous-genres. Le sous-groupe de pipiens comprend quatre espèces : *Cx.australicus*, *Cx. globocoxitus*, et *Cx. quinquefasciatus* (**Harbach, 2012**).

En Algérie, il existe environ 48 espèces recensées appartenant au genre Anopheles, Aedes, Culex et Coquillettidea (**Brunhes et al. 2000**). La famille des Culicidae se divise en deux sous familles : les Anophelinae, les Culicinae de laquelle dérive trois genres : Anopheles, Culex et Aedes.

Les femelles moustiques de la famille des Culicidae sont vecteurs de pathologie avec un impact et un risque sanitaire et économique négatif et considérable (**Elouard, 1981**).

I.3. Présentation de *Culex pipiens* :

I .3.1 Les principaux caractères morphologiques :

I .3.1.1. Les œufs :

Les œufs peuvent être pondus groupés en nacelles (souvent de l'ordre de 100 œufs à 400 œufs dans chaque nacelle) ils sont généralement fusiformes et mesure environ 0,5 mm (**Aissaoui, 2008**). (**Figure 1**).

L'œuf qui mesure 0.5mm comprend de l'intérieure vers l'extérieure : l'embryon, la membrane vitelline Pellucide, un endo-chorion épais et un exo-chorion plus ou moins pigmenté et ornementé. (**Rodhain et Perez, 1985**).

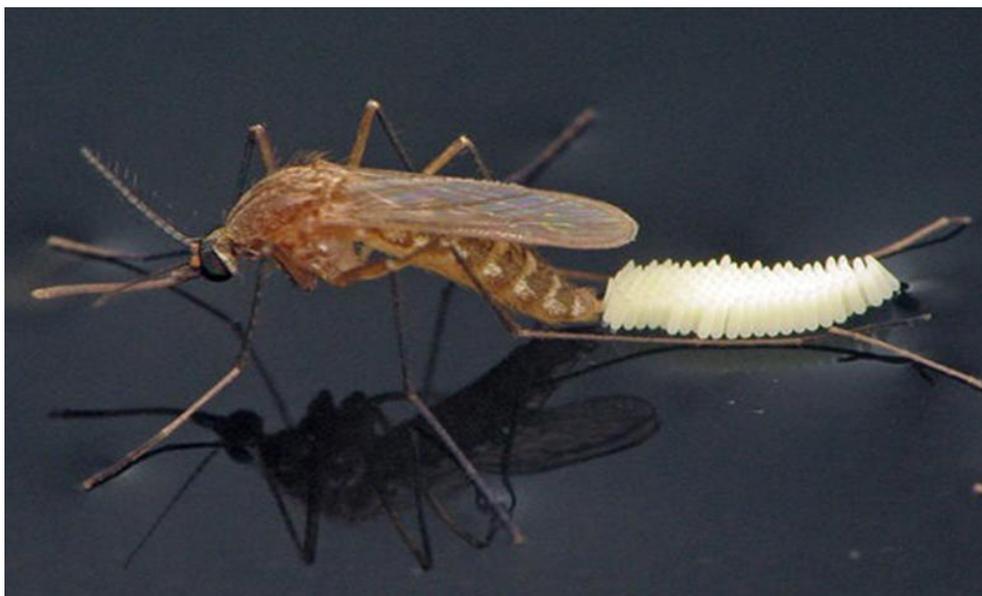


Figure 1 : les œufs de *Culex pipiens* (**Anonyme. 2013**)

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

I .3.1.2. Les larves :

Avec un aspect vermiforme, le corps des larves se divise en trois segments : tête, thorax, et dépourvu d'appendices locomoteurs et un abdomen souple. Leur taille varie de 2 à 12 mm en moyenne en fonction des stades (**Bouderhem, 2015**). (**Figure 02**)

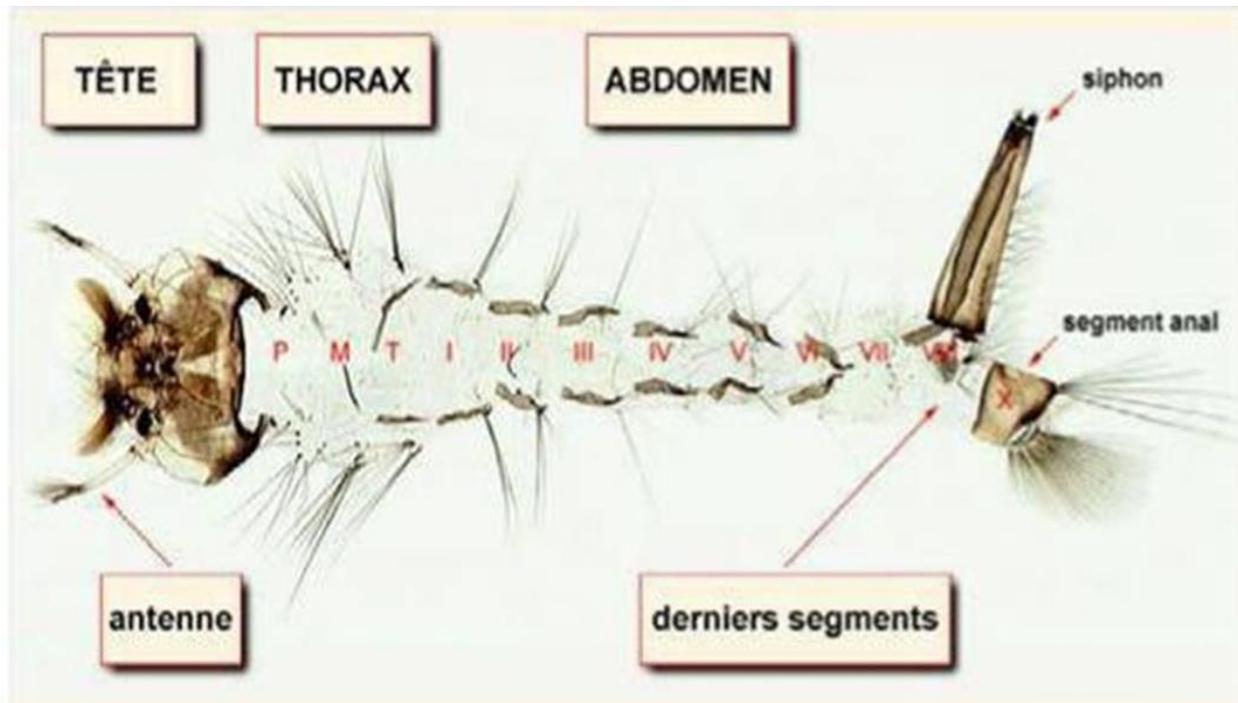


Figure 2 : Larve de *Culex pipiens* (**Brunches et al. 1999**).

La tête :

La tête porte des brosses buccales et ces pièces buccales sont de type broyeur. Latéralement, on distingue deux tâches oculaires ainsi que les deux antennes. Représenté par une masse indivise de forme légèrement globuleuse, large aplatie dorso-ventralement. (**Aouati, 2016**).

Le thorax :

Représenté par une masse indivise de forme légèrement globuleuse, large aplatie dorsoventralement, sur laquelle s'insèrent des paires de soies longues ou courtes, plus au moins ramifiées, surtout utilisée pour la détermination systématique des larves d'anophèles. Le thorax est formé de trois segments soudés (Prothorax, mésothorax et métathorax), dont la distinction se fait à l'aide de la chétotaxie. (**Becker, 2003**).

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

L'abdomen :

L'abdomen de la larve de moustique possède de 10 segments : huit segments bien apparents, le neuvième peu apparent, soudé au huitième et un dixième segment qui forme le segment anal (Aouati, 2016), (Figure 03).

L'extrémité caudale de larve munie d'un siphon, ou tube respiratoire (dans le prolongement de l'abdomen), long et étroit affleurant à la surface de l'eau. Ce tube est muni de 5 clapets qui s'ouvrent sur deux orifices où l'air pénètre à l'intérieur quand la larve monte à la surface de l'eau et se rabattent quand elle gagne les profondeurs. La rapidité du développement des larves dépend de la quantité de nourriture contenue dans l'eau du gîte (Bouderhem, 2015).



Figure 3: Extrémité antérieure et postérieure de la larve du *Culex pipiens* (Blaise, 2011)

I .3.1.3 Les nymphes :

La nymphe ou puppe est en forme de virgule, mobile, présente un céphalothorax fortement renflé avec deux trompettes respiratoires. L'extrémité abdominale est aplatie porte deux nageoires sur le VIIIème segment (Boulkenafet, 2006). Au niveau du céphalothorax se distinguent les ébauches de divers organes : yeux, proboscis, pattes, ailes.

La nymphe, également aquatique, éphémère (de 1 à 5 jours), ne se nourrit pas. Il s'agit d'un stade de transition au métabolisme extrêmement actif, au cours duquel l'insecte subit de profondes transformations morphologiques et physiologiques préparant le stade adulte (Peterson, 1980), (Figure 04).

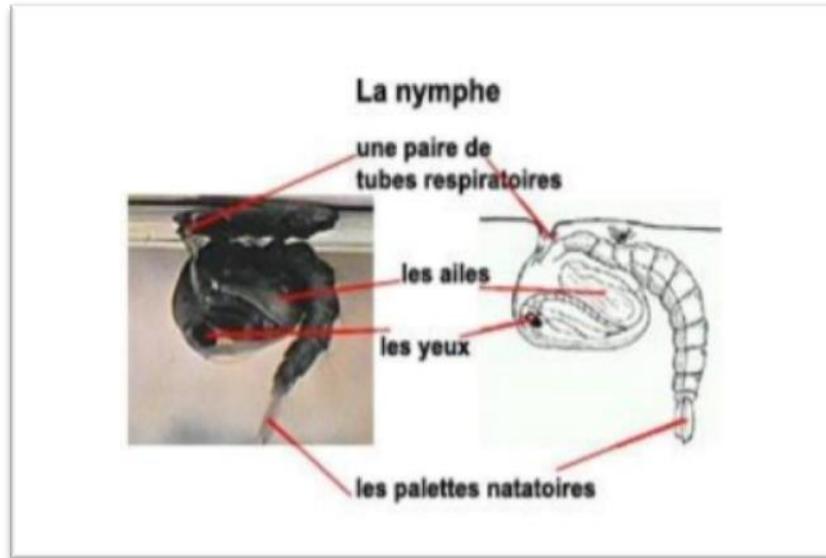


Figure 4 : Morphologie générale d'une nymphe de *Culex pipiens* (Anonyme, 2010)

I .3.1.4. les adultes :

La nymphe commence sa mutation en s'immobilisant à la surface de l'eau. Une déchirure ouvre sa face dorsale et l'adulte se dégage lentement. L'adulte qui vient d'émerger est plutôt mou ; en général, avant de s'envoler, il reste à la surface jusqu'à ce que ses ailes et son corps sèchent et durcissent. Les mâles émergent souvent avant les femelles, car il leur faut davantage de temps pour développer leurs glandes sexuelles. L'adulte pourra enfin voler de ses propres ailes, et son corps est rigide grâce à la membrane chitineuse mince. Il mesure 3 à 6 mm de long et il est composé de trois parties la tête, le thorax et l'abdomen bien différencié (Boulkenafet, 2006) (Figure 05).



Figure 5 : Adulte de *Culex pipiens* (Alamyimages.fr.2019).

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

Tête :

Sa tête est sombre, couverte d'écailles fourchues dressées et sombres entre lesquelles sont situées des écailles blanches et des poils bruns. Sur les joues se trouvent des écailles plus courtes formant une tache blanche (Andreo, 2003). Les antennes sont de calibre uniforme, très spumeuses et à 15 articles chez le mâle, peu spumeuses et à 14 articles chez la femelle, dont les soies sont plus courtes. Les mâles ont à la base de l'antenne un deuxième article dilaté comprenant des organes sensoriels disposés radialement : organe de Johnston, siège de l'audition (Geogi's, 1990). Les femelles possèdent des pièces buccales de type piqueur-suceur qui font saillie devant la tête, et sont composées de 7 articles : acérée en biseau, la trompe comprend, entre autres, les six pièces vulnérantes (labium-épipharynx, hypopharynx, 2 mandibules, 2 mâchoires). Le tout est protégé par une enveloppe souple : le labium. Les mandibules et les maxilles, en forme de piquet, sont bien adaptées à la fonction de piqueur. Le labre pointu et l'hypopharynx pénètrent également dans la plaie. Le labre est creusé en gouttière, et avec l'hypopharynx, forme le canal alimentaire par lequel le sang est aspiré. Chez le mâle, les maxilles et mandibules sont réduits. Enfin, à la base de chaque mâchoire se trouve un palpe maxillaire à 4-5 articles, plus long que la trompe chez les mâles (Chadwick, 1997 ; Hugnet et al., 1999 ; Andreo, 2003), (Figure 06, 07).

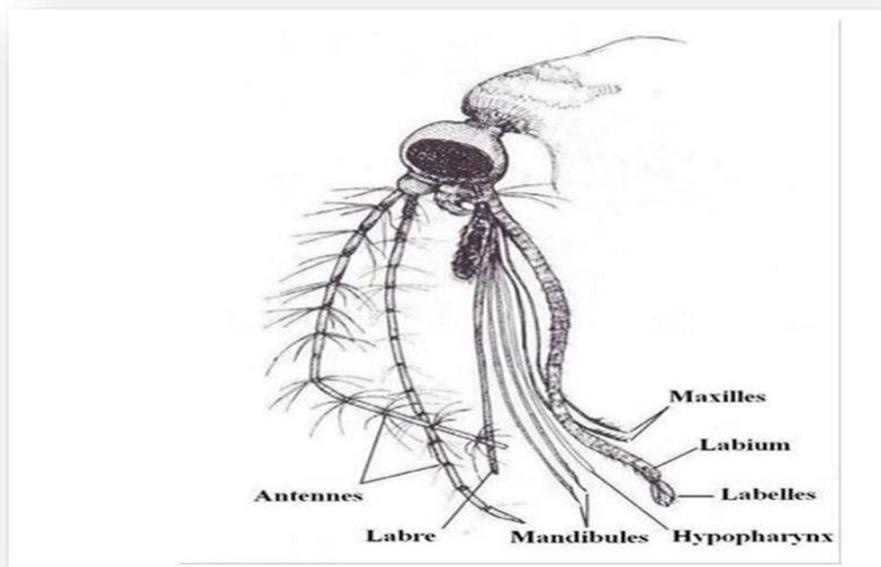


Figure 06 : Morphologie schématique de la tête de *Culex pipiens* (Resseguier, 2011).

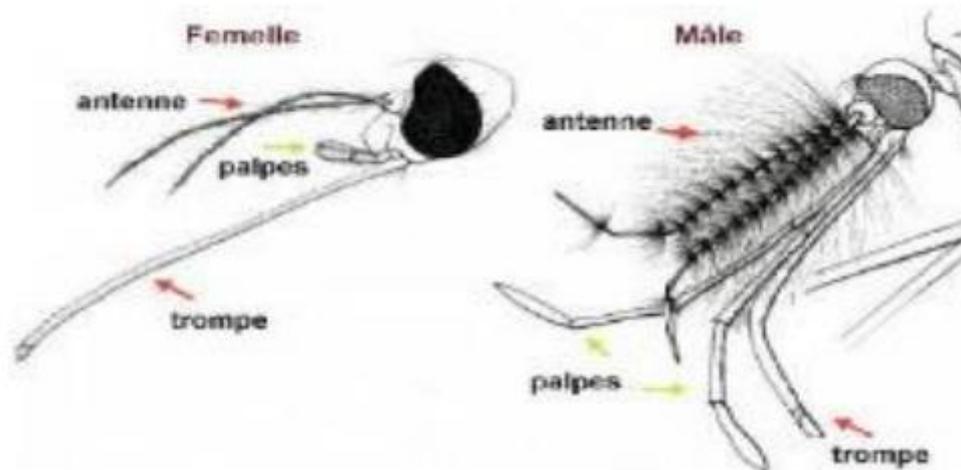
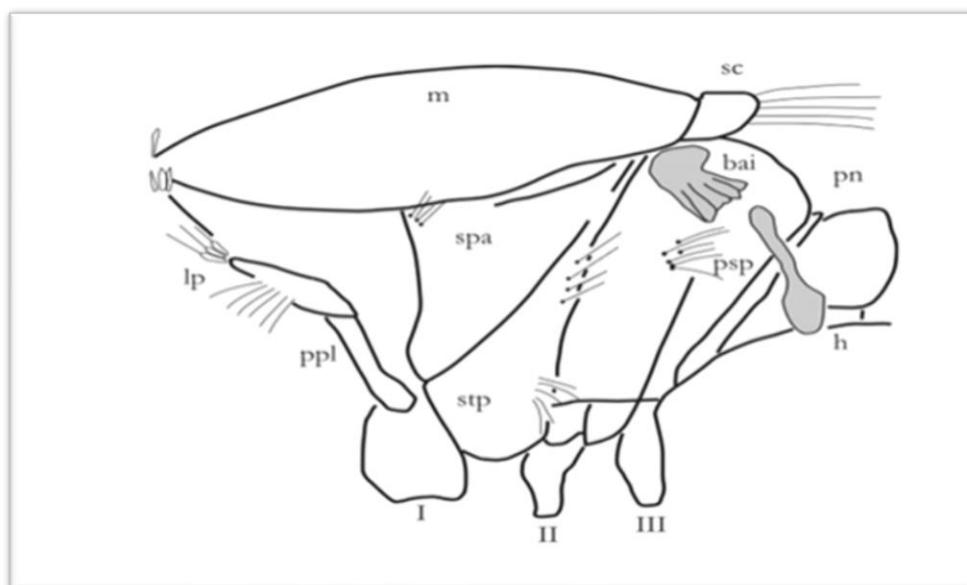


Figure 07 : Tête de *Culex pipiens* (mâle et femelle) (health.gov.on.ca).

Thorax :

Composé de trois segments soudés (le prothorax, le mésothorax et le métathorax), il porte les ailes et les pattes. Le thorax est brun recouvert d'écaillés fauves foncées avec quelques écaillés claires sur les côtés. Les pattes grêles sont brunes et non annelées, le fémur est noir au-dessus et blanc au-dessous, et on peut distinguer une tache blanche au niveau du genou. Elles sont formées de 5 pièces en tout, et le tarse, à 5 articles, porte 2 griffes. Les ailes sont non tachées. Comme le corps et les pattes, les ailes sont recouvertes d'écaillés fixées sur les nervures et sur le bord postérieur. Au repos, elles sont repliées sur l'abdomen. En arrière des ailes se trouvent les balanciers, qui sont de petits organes sensoriels oscillatoires servant au contrôle du vol (**Bussieras et Chermette, 1991 ; Cachereul, 1997**), (**Figure 08**).



Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

Figure 08 : Morphologie schématique et emplacement des soies du thorax en vue latérale (Gillies et De Meillon, 1968).

m = mésonotum ou scutum ; **sc.** = scutellum ; **lp** = lobe pronotal ; **spa** = spiracle antérieur ; **h** = haltères ou balanciers ; **stp** = sternopleure ; **psp** = spiracle postérieur ; **pn** = post-notum ; **Ppl** = propleure ; **bai** = base des ailes ; **I, II et III** = base des pattes.

Abdomen :

Grêle et allongé, il est composé de 9 segments terminés par 2 cerques, appendices courts protégeant l'anus et l'orifice génital. Il est recouvert d'écailles claires, brunes et blanches avec de longs poils sur la face dorsale. Une ligne longitudinale sombre ainsi que quelques taches sombres sur les cotés ornent la face ventrale. Chez les mâles, l'abdomen se termine en une armature génitale servant à maintenir la femelle durant l'accouplement. Chez les femelles, on trouve un oviscapte qui intervient lors de la **ponte** (Neveu-lemaire, 1952 ; Bussieras et Chermette, 1991 ; Cachereul, 1997), (Figure 09).

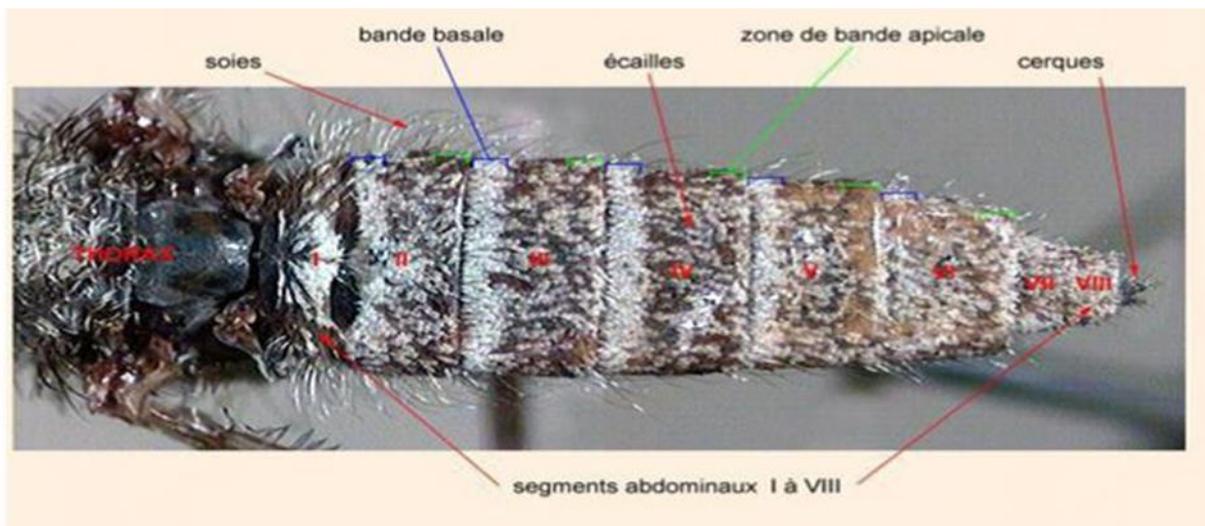


Figure 9 : Morphologie de l'abdomen de *Culex pipiens* (Schaffner et al. 2001).

I.3.2. Cycle de développement :

Le cycle de développement des moustiques dure environ 12 à 20 jours) (Belhattabt. Aet Tektaki .2016) et comprend quatre stades: l'œuf, la larve, la nymphe (pupe) et l'adulte (Tahraoui, 2012). On dit donc des moustiques qu'ils sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles) car le passage de l'état adulte se fait par un état intermédiaire nymphal (Adisso et Alia, 2005). Le cycle biologique du moustique se divise en deux phases :

- . Une phase aquatique pré-imaginale regroupe œuf, larve, nymphe.

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

. Une phase aérienne qui concerne l'adulte ailé ou imago.

I.3.2.1. Phase aérienne :

L'accouplement des moustiques a lieu en vol ou dans la végétation et ont une distance de vol de un à deux km. Grâce aux longs poils dressés sur leurs antennes, les mâles peuvent percevoir le bourdonnement produit par le battement rapide des ailes des femelles, qui s'approchent des essaims lors du vol nuptial (**Darriet, 1998**). A ce moment, le mâle fécond la femelle qui garde la semence du mâle dans leur spermathèque, une petite poche située dans l'abdomen (**Guillaumot, 2006**). Après la fécondation, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel, elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs. Ce repas sanguin prélevé sur un vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (**Maurille, 2005**).

Les mâles ne vivent généralement que quelques jours, puisant dans le nectar des fleurs, les sucres qui leur fournissent de l'énergie (**Ayitchedji, 1990**).

Dès que la femelle est gravide, elle se met en quête d'un gîte de ponte adéquat pour le développement de ses larves. La ponte a lieu généralement au crépuscule. Le gîte larvaire est une eau stagnante ou à faible courant, douce ou salée (**Ayitchedji, 1990**). Selon (**Belhattab. A et Tektaki .A. 2016**) il existe trois conditions nécessaires, pour la reproduction et le développement du moustiques d'Afrique du sud, se sont : le sang, l'eau et une température d'au moins 18 °C.

I.3.2.2. Phase aquatique :

Quelques jours après la fécondation, suivant les espèces, les œufs de diverses formes (fusiformes, allongés, renflés dans leur milieu et parfois munis de minuscules flotteurs latéraux) sont pondus par la femelle dans différents milieux. La ponte est souvent de l'ordre de 100 à 400 œufs et le stade ovulaire dure deux à trois jours dans les conditions de : température du milieu, pH de l'eau, nature et abondance de la végétation aquatique de même que la faune associée. La taille de l'œuf après la ponte est d'environ 0,5 mm.

A maturité, les œufs s'éclosent et donnent des larves de stade 1 de 1 à 2 mm de taille qui, jusqu'au stade 4 se nourrissent de matières organiques, de microorganismes et même des proies vivantes (pour les espèces carnassières). Malgré leur évolution aquatique, les larves de moustiques ont une respiration aérienne qui se fait à l'aide de stigmates respiratoires ou d'un siphon. La larve du quatrième stade est bien visible à l'œil nu par sa taille. Elle a une tête, qui porte latéralement les taches oculaires et les deux antennes. Viennent ensuite le thorax et l'abdomen (**Alaoui Boukhris, 2009**).

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

Au bout de six à dix jours et plus, selon la température de l'eau et la disponibilité en nourriture, la quatrième mue donne naissance à une nymphe : c'est la nymphose (**Guillaumot, 2006**). Généralement sous forme de virgule ou d'un point d'interrogation, la nymphe, mobile, ne se nourrit pas durant tout le stade nymphal (phase de métamorphose) qui dure un à cinq jours. Elle remonte de temps à autre à la surface de l'eau pour respirer et plonge vers le fond, dès qu'elle est dérangée.

A la fin de ce stade, la nymphe s'étire, son tégument se fend dorsalement et, très lentement, le moustique adulte (imago) s'extirpe de l'exuvie : c'est l'émergence, qui dure environ quinze minutes au cours desquelles l'insecte se trouve exposé sans défense face à de nombreux prédateurs de surface (**Rodhain et Perez, 1985**).

Le cycle de développement du moustique est schématiquement représenté par la (**Figure 10**).

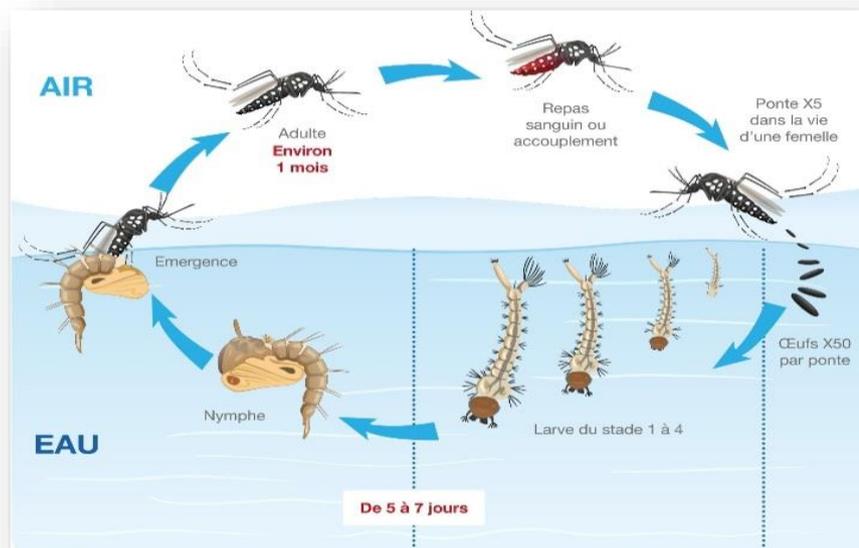


Figure 10 : Cycle de développement de *Culex pipiens* (Source de photos www.mouskit.org).

I .4. Répartition géographique de *Culex pipiens* :

I .4.1. Répartition de *Culex pipiens* dans le monde :

Parmi les espèces du genre *Culex*, *Culex pipiens* est le moustique le plus fréquent dans le monde (**Figure 11**), c'est un moustique ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

: il se développer aussi dans les milieux urbains que ruraux, dans les eaux pollués que propres (Faraj et al.,2006).

En effet, *Culex pipiens* est présent en Europe, au Nord et au sud de l'Afrique, en Asie non tropicale et en région tempérées du Nord et du Sud (Harbach et al., 1985 ; Vinogradova, 2000 ; Vinogradova, 2003). *Culex pipiens* existe uniquement sous sa forme molestus au Japon, en Corée du Sud et en Australie (Vinogradova, 2000).

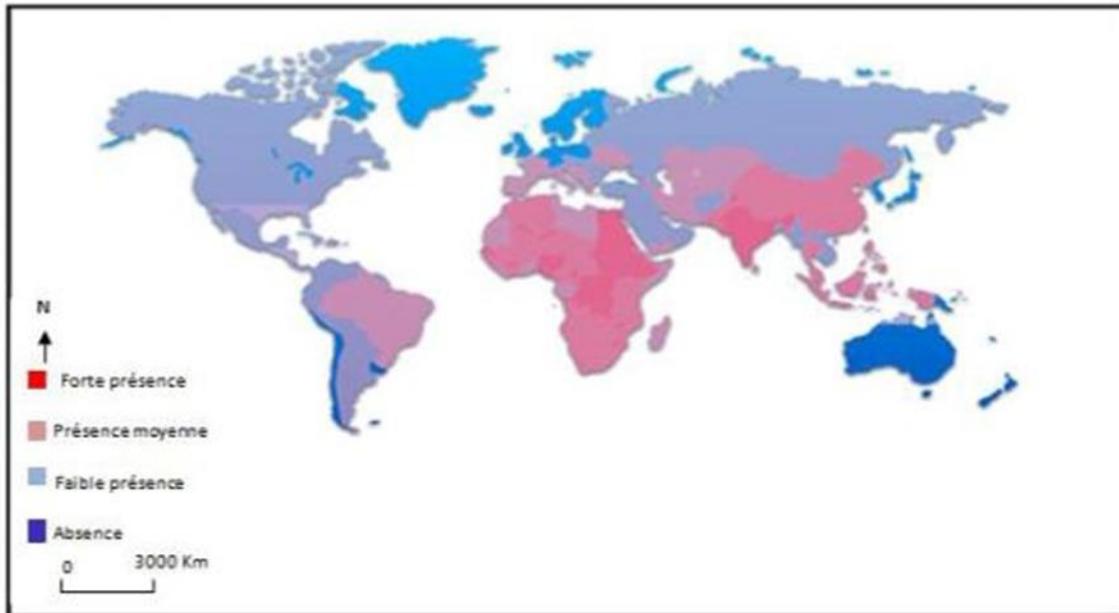


Figure 11 : Distribution du *Culex pipiens* dans le monde (Senevet et al. ,1959).

I .4.2.Répartition de *Culex pipiens* en Algérie :

les Culicidés constituent les insectes piqueurs les plus nuisibles aux populations en Algérie (Lounaci ,2003), *Culex pipiens* est le moustique qui présente le plus d'intérêt à cause de son abondance et sa nuisance dans les zones urbaines, son développement dans certaines régions ,est continu pendant toute l'année.il existe de nombreux travaux qui montrent l'abondance de *Culex pipiens* dans tout le pays ,dans le constantinois (Berchi, 2000), à Tlemcen (Hassaine, 2002), dans l'algérois de Tizi Ouzou (Lounaci, 2003).

I .5. Comportement trophique :

Les adultes mâles et femelles se nourrissent de jus sucrés, de nectars et d'autres sécrétions, végétales. Pourtant, une fois fécondées, les femelles partent en quête d'un repas sanguin duquel elles retirent les protéines et leurs acides aminés, nécessaires pour la maturation des œufs (**Figure 12**). Ce repas sanguin prélevé sur vertébré (mammifère, amphibien, oiseau), est ensuite digéré dans un endroit abrité (**Guillaumot, 2006**).

Les adultes présentent des préférences trophiques diverses vis-à-vis de leurs hôtes et de l'environnement. Ainsi, il y a des espèces zoophiles (piquent les animaux), anthropophiles (piquent l'homme), zoo-anthropophiles (piquent les animaux et l'homme), exophiles (piquent à l'extérieur) ou endophiles (piquent à l'intérieur des maisons) (**Himmi, 2007**).

Les larves du moustique sont très mobiles, lorsqu'elles se sentent menacées ou Pour la recherche de la nourriture, elles plongent en profondeur. Elles sont détritiphages et se nourrissent près de la surface de l'eau. (**Mouchet et Carneval, 1991**). Leur nourriture est constituée dans la nature de débris organique et de microorganismes contenus dans l'eau (**Bregueset, 1979**).

La nymphe ne se nourrit pas mais puise dans les réserves stockées. Elle reste généralement à la surface de l'eau mais plonge dès qu'elle est dérangée (**Toral y caro, 2005**).



Figure 12: Femelle de *Culex pipiens* gorgée de sang (**Falatico, 2011**).

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

I .6. Les maladies vasculaires transmises par les moustiques :

Tableau 1 : principales maladies transmises par les Culicidae (**Benedict et al., 2007 ; Medlock et al.,2012**).

Maladies	Vecteurs	Agent pathogènes	Réservoirs	Modes	Morbidités
La chikungunya	<i>Ae.aegypti</i> <i>Ae.albopictus</i>	Virus (Alphavirus)	Homme, Singe/ vecteur	Epidémique	Importante
La dengue	<i>Ae.aegypti</i> <i>Ae.albopictus</i>	Virus (Flavivirus)	Homme/ vecteurs	Epidémique	Importante
La fièvre jaune	<i>Aedes</i> , <i>Haemagogus</i>	Virus (Flavivirus)	Singes	Endémique	Importante
Le paludisme	<i>Anophèles</i>	<i>Plasmodium vivax</i> , <i>P.malariae</i> , <i>P.falciparium</i> , <i>P. ovale</i>	Homme	Endemo- épidémique	Importante
Le virus de Nil occidental	<i>Culex pipiens</i>	Virus (Flavivirus)	Oiseaux	Endémique	Importante
La fièvre de vallée de Rift	<i>Aedes</i> , <i>Culex</i> , <i>Anopheles</i>	Virus (phlebovirus)	Animaux, homme	Endémique	Importante

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

I .7. La lutte anti- vectorielle :

I .7.1. La lutte anti-larvaire :

La base de toute lutte anti-larvaire repose sur une gestion environnementale des populations larvaires (OMS, 1982) qui comprend la réduction ou l'élimination des gîtes larvaires potentiels (assèchement des marais...). Cette technique de gestion de base a prévalu jusqu'à l'avènement des méthodes de lutte chimique qui reposent sur l'utilisation d'insecticides et qui se sont avérées efficaces pour tuer les larves de moustiques (Bawin et al., 2015 ; Vincent et Chander, 2009).

I .7.2. La lutte anti-adulte :

- Réduire les densités de moustiques agressifs et la longévité des femelles. Sa mise en œuvre dépend de l'écologie de l'insecte et des modalités de transmission (saisonnalité).
- Les pulvérisations intra-domiciliaires d'insecticide à persistance d'effet
- Pulvérisations spatiales ULV en cas d'épidémie.
- Les moustiquaires imprégnées d'insecticides à longue durée d'action et les bâches plastiques imprégnées d'insecticides à longue durée de vie (Vincent et Chandre, 2009).

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

I .8. Les différentes méthodes de lutte :

I .8.1. La lutte biologique :

Elle consiste à introduire dans le biotope des moustiques, des organismes d'espèces différents qui sont leurs ennemis naturels, C'est le cas du poisson carnivore *Gambusia affinis* dont l'action est limitée aux eaux permanentes et de la bactérie, *Bacillus sphaericus* qui provoque une mortalité chez les larves de moustique des genres *Culex* et *Anophèles*, à degré moindre sur les *Aedes*. Les poissons herbivores (carpe) sont utilisés en Chine pour dévorer les herbes qui servent d'abris aux larves de moustiques (**Diakite, 2008**).

I .8.2. La lutte physique :

La base de toute lutte anti-vectorielle repose sur une gestion environnementale des populations de moustiques qui passe tant par une modification des habitats destinée à prévenir, limiter ou supprimer les gîtes larvaires potentiels (drainage de milieux humides, traitement des eaux usées, remblai) que par une adaptation du comportement humain en vue de réduire au mieux le contact hôte-vecteur (gestion des déchets, suppression ou bâchage de récipients d'eau potentiels) (**Bawin et al., 2014**).

I.8.3. lutte génétique :

Elle consiste à provoquer l'extinction d'une population naturelle d'insectes en y introduisant des individus de la même espèce préalablement rendus stériles par les rayons X ou par chimio-stérilisation. Cette technique a donné de bons résultats sur les insectes à faible densité de population et en milieu isolé. Sur les moustiques, ces techniques séduisantes au laboratoire n'ont donné jusqu'à présent que peu de résultats sur le terrain.

Le remplacement de souches locales de vecteurs par des souches inaptes à transmettre ou encore l'introduction de gènes délétères dans le patrimoine génétique des moustiques ont été aussi tentés ou envisagés (**Thierry, 2011**).

I .8.4 La lutte chimique :

La lutte chimique consiste à l'utilisation de produits chimiques de synthèse pour lutter contre les larves et les imagos de moustiques. Les composés utilisés au début contre ces organismes nuisibles étaient des pesticides de première génération relativement simple à base d'arsenic, de soufre, de chaux, de dérivés du pétrole, de substance à base de fluor ou extraite de plantes comme la nicotine. Ces pesticides se caractérisent par leur toxicité relativement élevée pour les organismes non visés et surtout leur rémanence ou encore leur lente décomposition dans l'environnement (**Philogene, 1991**).

Chapitre I : Généralité sur les Culicidae

Les moustiques sont généralement contrôlés par des insecticides conventionnels (organochlorés, carbamates, pyréthrinoïdes et organophosphorés), qui ont eu à long terme des effets secondaires sur l'environnement et les organismes.

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

II.1. Situation géographique

La région d'Oued el Alleug, site de notre étude, se situe en plein centre de la plaine de la Mitidja. Elle s'étend sur une surface de 5553 Ha. Elle est caractérisée par la platitude de son relief (45 à 50m d'altitude). Elle est limitée au Nord par Koléa et Chaïba, au Sud par Chiffa, à l'Est par Benkhelil et Beni-Tamou et à l'Ouest par Mouzaïa (**Figure 13**).



Figure13 : Situation géographique de la région d'étude (Mutin, 1977).

II.2. Les caractéristiques du climat de la zone d'étude

II.2.1. Température :

La température est un facteur fondamental dans la vie des insectes. Comme tous les invertébrés, les insectes sont des animaux ectothermes, c'est-à-dire que leur température corporelle dépend de la variation de la température extérieure par conséquent tous les aspects de leur biologie, comme la vitesse de développement, le rythme d'activité, la répartition géographique, sont gérés par la température (**Dajoz, 2010**).

À Oued el Alleug, les étés sont courts, très chaud, humide, sec et dégagé dans l'ensemble et les hivers sont longs, frisquet et partiellement nuageux. Au cours de l'année, la température varie généralement de 6 °C à 33 °C et est rarement inférieure à 1 °C ou supérieure à 37 °C (**fr.weatherspark.com**).

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

➤ Température moyenne à Oued el Alleug

La saison très chaude s'étale du juin à septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 30 °C. Le mois le plus chaud de l'année à Oued el Alleug est août, avec une température moyenne maximale de 33 °C et minimale de 21 °C.

La saison fraîche dure 4,0 mois, du novembre à mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 20 °C. Le mois le plus froid de l'année à Oued el Alleug est janvier, avec une température moyenne minimale de 6 °C et maximale de 16 °C (fr.weatherspark.com) (Tableau 2).

Tableau 2 : Température moyenne maximale et minimale à Oued el Alleug.

Moyenn e	Janv	Fév.	Mar s	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aou t	Sept	Oct.	Nov	Déc.
Haute	16° C	17° C	19° C	22° C	25° C	29° C	32° C	33° C	30° C	26° C	21° C	17° C
temps	11° C	11° C	13° C	16° C	19° C	23° C	26° C	27° C	24° C	20° C	15° C	12° C
Basse	6°C	6°C	8°C	10° C	13° C	17° C	20° C	21° C	18° C	15° C	10° C	7°C

II .2.2. Précipitation

Les précipitations représentent la quantité d'eau tombée. Ce sont des données climatiques très variables dans l'espace et dans le temps (**Guyote, 1997**). Ce facteur climatique joue un rôle très important par son action directe sur les êtres vivants et principalement les Culicidés qui passent une période de leur vie dans l'eau.

La saison connaissant le plus de précipitation dure 8,0 mois, du septembre à mai, avec une probabilité de précipitation quotidienne supérieure à 15 %. Le mois ayant le plus grand nombre de jours de précipitation à Oued el Alleug est novembre, avec une moyenne de 7,5 jours ayant au moins 1 millimètre de précipitation.

La saison la plus sèche dure 4,0 mois, du mai à septembre. Le mois ayant le moins de jours de précipitation à Oued el Alleug est juillet, avec une moyenne de 0,6 jour ayant au moins 1 millimètre de précipitation (fr.weatherspark.com), (**figure14**).

Chapitre II : Présentation de la région d'étude



Figure 14 : Probabilité de précipitation quotidienne à Oued el Alleug (fr.weartherspark.com).

II .2.3. Vent :

Le vol des insectes hématophages peut être considérablement réduit par le vent, mais les espèces qui habitent les bois et d'autres sites protégés seront moins touchés que ceux qui vivent dans les zones les plus exposées (Service, 1980).

Le vent observé à un emplacement donné dépend fortement de la topographie locale et d'autres facteurs.

La vitesse moyenne du vent à Oued el Alleug augmente durant l'automne, de 11,8 à 14,6 kilomètres par heure au cours de la saison (fr.weartherspark.com).

La période la plus calme de l'année dure 6,0 mois, du mois d'avril à octobre. Le mois le plus calme de l'année à Oued el Alleug est août, avec une vitesse horaire moyenne du vent de 11,6 kilomètres par heure (figure 15).

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

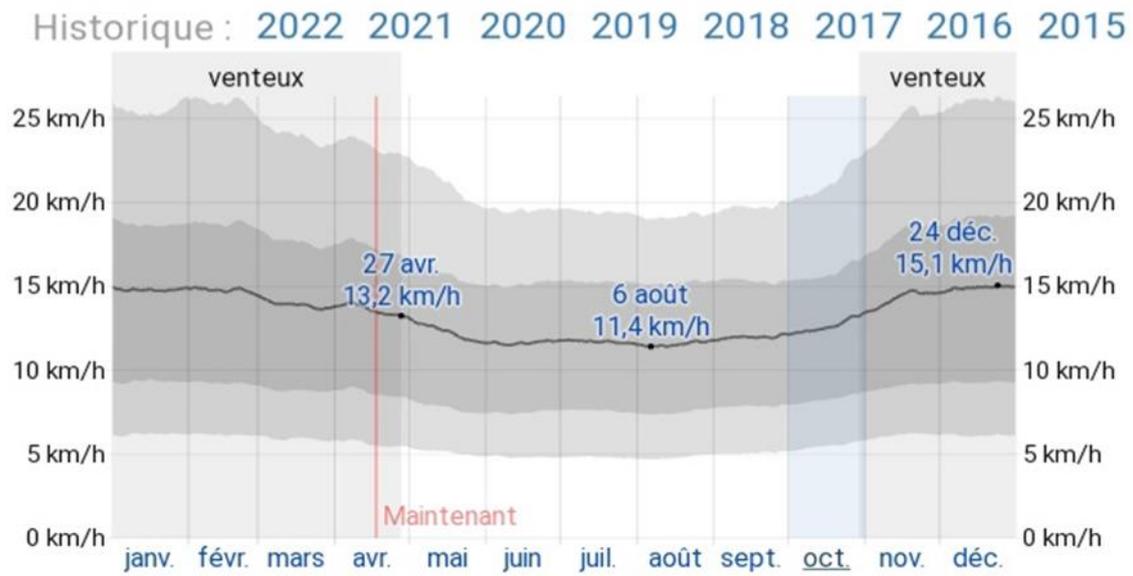


Figure 15: Vitesse moyenne du vent à Oued el Alleug (fr.weartherspark.com).

Chapitre III : Matériel et Méthode

III.1. Objectif de recherche

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer et de comparer les activités larvicides d'un insecticide chimique, sur les formes larvaires de *Culex pipiens*.

III.2. Matériel utilisé

III.2.1 Matériels biologiques

III.2.1.1. Matériel entomologique

Les larves ont été récoltées dans plusieurs régions à savoir (Oued el Alleug, Cité Gracia, Ben Nehal, Beni Tamou, Ben Salah, Cité Communale).

III.2.2. Matériel non biologique

III.2.2.1. Matériel chimique

Nous avons utilisé comme produit chimique le Chlorpyrifos qui est un insecticide de la famille des Organophosphorés.

III.2.2.2. Matériel de récolte des espèces de Culicidae

- . Une louche métallique
- . Bouteilles en plastique d'un litre et demi
- . Des étiquettes
- . Marqueur
- . Entonnoir
- . Des gants
- . Des tubes
- . Alcool 70°

III.2.2.3. Matériel de traitement des *Culex pipiens* au laboratoire

- . Gobelets en plastique
- . Tulle
- . Des étiquettes
- . Marqueur
- . Pipettes pasteur
- . Flacons
- . Ethanol absolu
- . Alcool 70°
- . KOH à 10%
- . Eau distillé

III.3. Présentation des gîtes d'échantillonnages

Les populations de larves de Culicidae ont été récoltés dans différents gîtes afin d'avoir une vision sur la faune Culicidienne dans nos régions d'études (figures 20, 21, 22, 23, 24, 25).



Figure 16: Gîte1 de Ben Salah (Photo originale).



Figure 17: Gîte 2 de cité Communale (Photo originale).



Figure 18: Gîte 3 de Ben Nehal (Photo originale).



Figure 19: Gîte 4 de Beni Tamou (Photo originale).



Figure 20: Gîte 5 d'Oued el Alleug (Photo originale).



Figure 21: Gîte 6 de cité Gracia (Photo originale).

III.4. Période d'échantillonnage

Notre période d'échantillonnage c'est étalée de mi-mars jusqu'au juin 2022 au total de 21 sorties.

III.5. Sur terrain

III.5.1. Méthode d'échantillonnage des Culicidae

L'échantillonnage des espèces consiste à prélever à l'aide d'une louche les larves des culicidés qui se trouvent dans les gîtes, en utilisant la méthode de coup de louche «**Dipping**» (**Rioux et al., 1965**).

Cette méthode, simple a priori, consiste à plonger une louche de 500 millilitres ou 01 litre dans l'eau des gîtes larvaires.

Placez délicatement la louche dans l'eau à un angle de 45° jusqu'à ce que la louche soit juste sous la surface, en prenant soin de ne pas déranger les larves et de ne pas les laisser disparaître au fond (**Bouabida et al., 2012**).

Les larves collectées sont mises dans des bouteilles de 1.5L sur lesquelles on note le nom de gîte et la date de prélèvement (**figure 22**), et sont emmenées au laboratoire de parasitologie de SNV (Faculté sciences de la nature et de la vie) pour l'identification.



Figure 22: Bouteille contenant l'eau de gîte (photo originale).

III.6. Aux laboratoires

III.6.1. Elevage des larves

Les larves du premier, second et troisième stade capturées ont été élevées au laboratoire, dans des conditions ambiantes, par une méthode similaire à celle citée par **Rehimi** et **Soltani (1999)**. Cette méthode consiste à mettre les larves dans des récipients en plastique, contenant de l'eau de robinet. Une nourriture composée d'un mélange de biscuit et de levure a été donnée aux larves chaque trois jour (**Figure 23**). Le changement de l'eau a permis d'éviter la mort des individus suite à la décomposition de la nourriture dans l'eau.



Figure 23 : Elevage des larves de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} stades larvaire de *Culex pipiens* (Photo originale).

Les Larves du quatrième stade sont utilisées pour l'identification des espèces : elles sont placées dans des tubes en plastique contenant de l'alcool 70° (Figure 24).



Figure 24 : Conservation des larves de stade 04 dans l'alcool 70° (photo originale).

III.6.2. Méthode d'identification des Culicidae

III.6.2.1. Montage des larves

Ce montage a pour but de permettre une meilleure observation du spécimen sous microscope optique.

Les larves de 4^{ème} stade ont été utilisées pour l'identification des espèces par leur Chétotaxie. Elles ont été éclaircies et montées par une méthode similaire à celle de **Matile (1993)**. Elle consiste à mettre les larves dans une solution chaude de KOH à 10% pendant dix minutes, puis les rincer trois fois avec de l'eau distillée (trois minutes chacune) pour les débarrasser du KOH, et une minute dans l'éthanol absolu. Les larves ont été conservées dans des flacons remplis avec l'alcool à 70° (**Figure 25**).

Le montage a été réalisé sous une loupe binoculaire de marque Optika. Une goutte de Glycérine a été mise pour fixer les larves entre lame et lamelle.

Chaque lame porte une étiquette qui inclut le nom, le lieu du gîte et la date de la collecte (**Figure 26**).



Figure 25: Les étapes d'éclaircissements
(Photo originale).



Figure 26: Montage des larves
(Photo originale).

III.6.2.2. Identification des larves

Pour l'identification des larves du *Culex* nous avons utilisés des larves de 4^{ème} stade vu leurs facilité de manipulation et Chétotaxie (Bouabida, et al., 2012). Nous avons utilisé les clés dichotomiques de Himmi (2007). La confirmation a été faite par le logiciel d'identification des culicidae de l'Afrique méditerranéenne réalisée par (Brhunes et al., 1999), (Figure 27) les critères utilisés sont des critères morphologiques basés sur : l'insertion des soies et leurs nombres, la forme du siphon, etc.

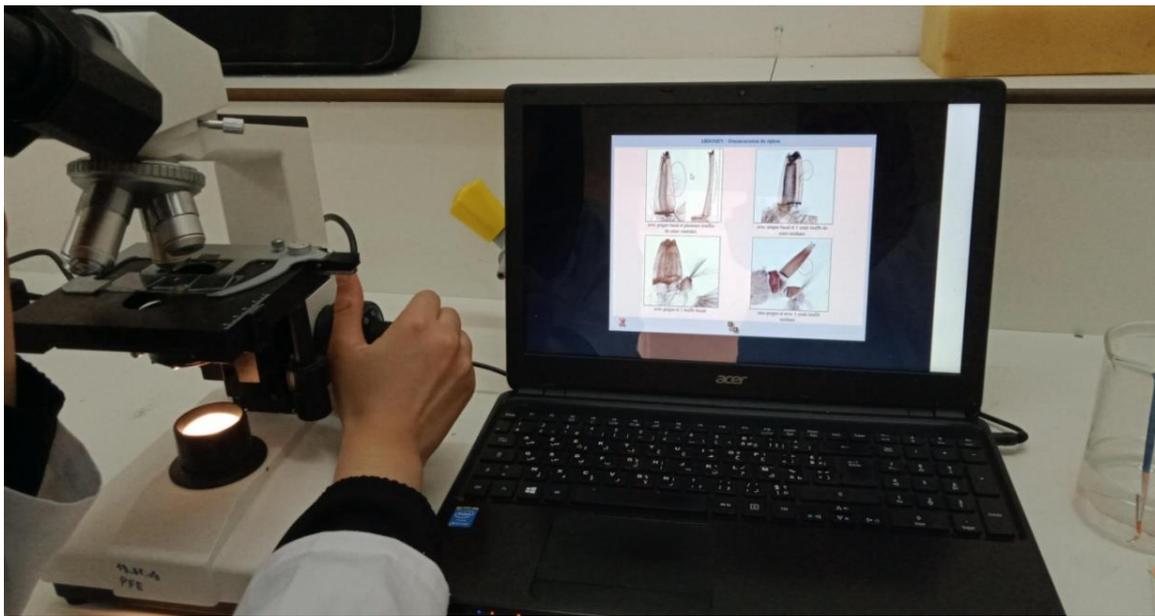


Figure 27: Technique d'identification des Culicidae (photo originale).

III.7. Test de sensibilité

Une solution mère de Chlorpyrifos (48 % EC, émulsion concentrée) est préparée en appliquant la formule $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$ pour calculer le volume ajouté, pour obtenir une solution mère à une concentration de 10 mg/L.

La sensibilité de *Cx. pipiens*, a été étudiée selon le protocole expérimental recommandé et normalisé par l'OMS (WHO, 2005).

La technique consiste à placer 100 ml d'eau distillée dans chaque gobelet. 15 larves de 3ème et de 4èmes stades nouvellement exuvies sont ajoutées dans chaque gobelet. Des micropipettes ont été utilisées pour ajouter différents volumes : 12,5, 25, 50, 125, 250, 625 μ l par gobelet selon le tableau mentionné par l'OMS (WHO, 2005) et la solution mélangée pour obtenir les différentes concentrations finales : 0,00125, 0,0025, 0,005, 0,0125, 0,025, 0,0625

mg/L respectivement (Avant d'ajouter les différents volumes pour voir les différentes concentrations, nous prélevons à l'aide d'une micropipette un volume d'eau égal à chaque volume ajouté de la solution mère pour maintenir le volume final de 100ml) avec deux répétitions pour chaque concentration, plus des témoins élevés dans 100ml d'eau distillé uniquement. La mortalité est enregistrée après 24 et 48 heures.

III.8. Analyse statistiques

III.8.1. Méthode d'exploitation des résultats par des indices écologiques de composition

III.8.1.1. Richesse totale (spécifique S)

La richesse totale « S » est l'ensemble des espèces que comporte un peuplement considéré ns un écosystème donnée (**Ramade, 1984**).

III.8.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative

La fréquence « F » est le pourcentage des individus d'une espèce N_i par rapport au nombre totale des individus N (**Dajoz, 1975**).

$$F = N_i \times 100 / N$$

N_i : nombre des individus de l'espèce prise en considération.

N : nombre total des individus de toutes les espèces.

III.8.1.3. Fréquences d'occurrence et de constances

La fréquence d'occurrence (F.O. %) est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de relevés contenant l'espèce prise en considération au nombre total de relevés (**Dajoz, 1982**).

Elle est calculée comme suite :

$$C = P_i \times 100 / N$$

P_i : nombre des individus de l'espèce prise en considération

- **Interprétation de « C » :**
- **$C = 100\%$** : l'espèce est omniprésente.
- **$75\% \leq C < 100\%$** : l'espèce est constante.
- **$50\% \leq C < 75\%$** : l'espèce est qualifiée de régulière.
- **$25\% \leq C \leq 50\%$** : l'espèce est accessoire.
- **$5\% \leq C < 25\%$** : l'espèce est accidentelle.
- **$C < 5\%$** : l'espèce est rare.

III.8.2. Méthodes d'exploitation des résultats du test insecticide

Après un temps de contact de 24 et 48 h, nous dénombrons les larves mortes.

Nous avons calculé le pourcentage de mortalité chez les témoins et les traités en utilisant la formule :

Mortalité observer = Nombre d'individus morts \times 100 / Nombre total des individus

Nous avons calculé après le pourcentage de mortalité corrigé selon la formule d'Abbott 1925 (Tapondjou et al., 2003).

$$MC = (M2-M1) \times 100 / 100-M1$$

M1 : Pourcentage de mortalité dans le témoin.

M2 : Pourcentage de mortalité dans le lot traité.

MC : Pourcentage de mortalité corrigé

- Le test est considéré valide si le pourcentage de mortalité chez les témoins est inférieur à 5% ou compris entre 5% et 20%.
- Si la mortalité chez les témoins excède 20%, le test est invalide et doit être recommencé.

III.8.3. Évaluation de l'efficacité des produits testés

Les DL50 et DL90 correspondant à 50 % et 90 % de mortalité des populations de culex ont été déterminées graphiquement, par la relation linéaire entre le logarithme décimal des concentrations d'insecticides et les pourcentages de mortalité convertis en valeurs de probits, à l'aide d'Excel.

- **Calcul des Doses létales (DL50, DL90)**

L'équation qui ne passe pas par 0 et qui reprend la courbe de gauss :

$$Y = ax+b$$

Y = taux de mortalité à 50% et 90%

a = la pente

x = la dose recherché à 50% et 90% de mortalité

b = valeur de l'axe des donnés

DL50 et DL90 = Antilog x

- **Calcul le taux de résistance**

La différenciation entre souches sensibles et résistantes est basée sur le taux de résistance. Ce dernier a été calculé en se référant à la DL 90 de la souche de référence de *Cx.pipiens* 0,00065 mg/l (Sinègre et al., 1976).

Chapitre IV : Résultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Résultats

IV.1.1. Inventaire et identification des différentes espèces de moustique récoltées

A partir des résultats obtenus, **564** individus de Culicidae ont été récoltés au niveau des différentes stations de la région de oued el alleug ; durant une période d'étude allant de mi-mars jusqu'au 20 juin 2022.

L'étude systématique des Culicidae récoltés dans les différents gîtes, a révélé la présence de 04 espèces appartenant à une sous-famille représentées en Algérie (Culicinae) et à trois genres : Culex, Culiseta et Aedes.

Tableau 03 : Résultats d'identification des espèces collectés dans les six gîtes

	<i>Cx.pipiens</i>	<i>Cx.hortensis</i>	<i>Cx.antennatus</i>	<i>Cs.longiareolota</i>	<i>Ae. geniculatus</i>
Gîte 1	91	08	00	00	00
Gîte 2	00	00	00	46	00
Gîte 3	00	00	00	52	00
Gîte 4	137	00	00	33	02
Gîte 5	113	06	01	00	00
Gîte 6	00	00	00	75	00
Totale	341	14	01	206	02

Interprétation :

Nous avons identifié la présence de 3 espèces du genre Culex ; *Culex pipiens*, *Culex hortensis*, *Culex antennatus*, 1 espèce du genre Culiseta : *Culiseta longiareolota*, et 1 espèce de genre Aedes *Aedes geniculatus*.

Le *Culiseta longiareolota* a été rencontré dans les quatre gîtes prospectés, suivi par *Culex pipiens* dans trois gîtes, *Culex hortensis* dans deux gîtes, *Culex antennates* dans un seul gîte, et l'*Aedes geniculatus* aussi dans un seul gîte.

Chapitre IV : Résultats et discussion

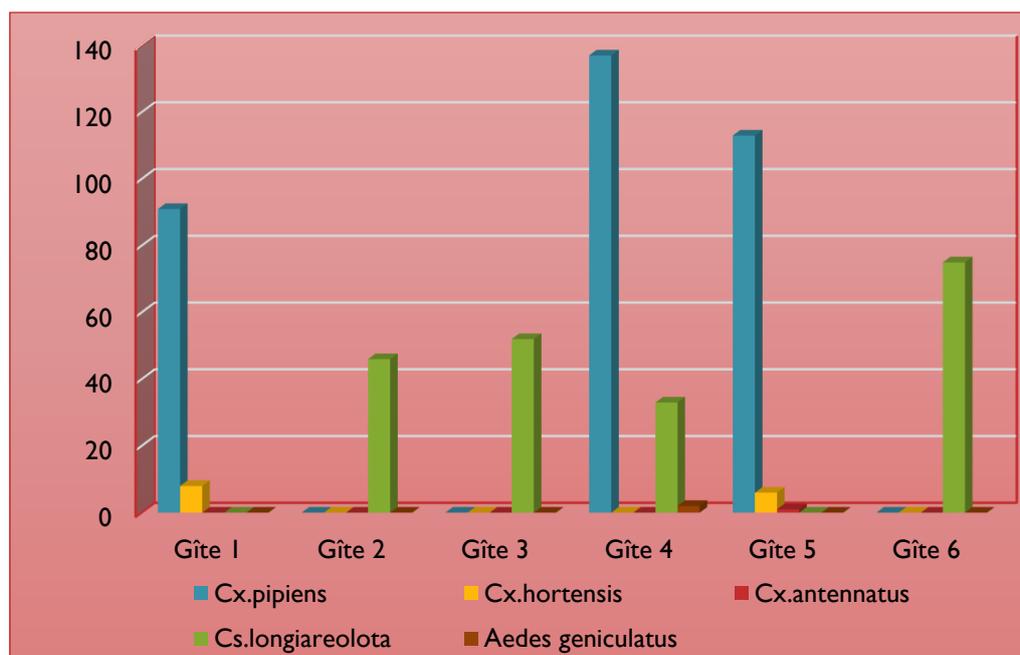


Figure 28: Les principales espèces de moustiques inventoriées dans les différents gîtes d'échantillonnage.

IV.1.2. Indices écologiques de composition

IV.1.2.1. Fréquence centésimale ou abondance relative

L'abondance relative nous permettra de distinguer les espèces dominantes dans les six stations de la région d'étude (**tableau 04**).

Tableau 04 : l'abondance relative de chaque espèce.

Espèces	<i>Cx.pipiens</i>	<i>Cx.hortensis</i>	<i>Cx.antennatus</i>	<i>Cs.longiareolata</i>	<i>Ae.geniculatus</i>
AR%	60.46%	2.48%	0.17%	36.52%	0.35%

➤ **Interprétation :**

Parmi les cinq espèces de culicidae recensées, l'espèce *Culex pipiens* s'est révélée la plus représentatives avec 341 Individus récoltés et une abondance de 60.46 %, suivie par *Culiseta longiareolata* avec 206 individus (36.52%). Ces espèces semblent les plus dominantes dans notre région d'étude. Cependant le *Culex hortensis* par 14 individus (2.48%), et l'*Aedes geniculatus* avec 2 individus (0.35%). Et le *Culex antennatus* avec 1 seul individu (0.17 %). (**Figure 29**).

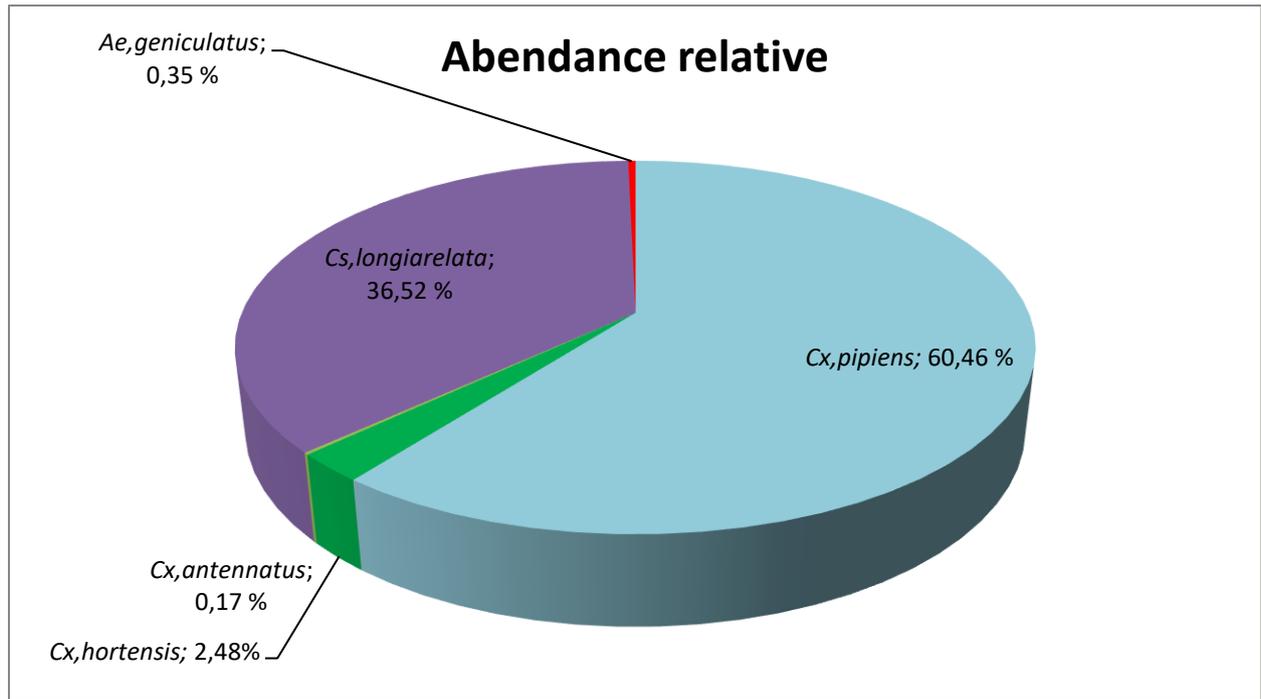


Figure 29 : Présentation graphique de l'abondance relative des espèces inventoriées dans la région d'étude.

IV.1.2.2. Fréquences d'occurrence et de constances

Afin d'évaluer la présence de chaque espèce dans les six stations d'études nous avons calculé l'indice d'occurrences dont les valeurs représentées dans le tableau (05).

Tableau 05 : Estimation des constances d'occurrences des différentes espèces rencontrées dans Les six stations de la région d'Oued el Alleug.

Espèces	Constance d'occurrence (C%)	Catégories
<i>Cx.pipiens</i>	71.42%	l'espèce est qualifiée de régulière.
<i>Cx.hortensis</i>	14.28%	l'espèce est accidentelle.
<i>Cx.antennatus</i>	4.76 %	l'espèce est rare.
<i>Ae. geniculatus</i>	4.76 %	l'espèce est rare.
<i>Cs.longiareolata</i>	47.61%	l'espèce est accessoire.

➤ Interprétation :

Cette étude nous a permis d'inventorier 05 espèces de Culicidae dans la région d'Oued el Alleug. L'espèce de *Culex pipiens* est l'espèce la mieux représentée et la plus fréquente dans cette région avec un taux de 71.42 % (espèce régulière). Suivi par *Culiseta longiareolata*

Chapitre IV : Résultats et discussion

avec un taux de 47.61% (espèce accessoire), puis le *Culex hortensis* représenté comme une espèce accidentelle. Alors que le *Culex antennatus* et l'*Aedes geniculatus* sont présents comme des espèces rare dans cette station d'étude.

IV.2. Position systématique des espèces identifiées

Famille : Culicidae

Sous famille : Culicinae

Genre : *Culex* Linné 1758

Espèces : *Culex pipiens* Linné 1758

Culex hortensis Ficalbi 1889

Culex antennatus Becker 1903

Genre : *Culiseta*

Espèce : *Culiseta longiareolata* Macquart 1838

Genre : *Aedes*

Espèce : *Aedes geniculatus*

IV.2.1. Identification des larves de *Culex pipiens*

Nous avons suivi un certain nombre de critères pour pouvoir identifier les larves.

IV.2.1.1. Identification du genre

Tête :

- ❖ Longueur de l'antenne est le premier critère d'identification du genre, les résultats obtenue sont les suivants : Antenne longue ($L=$ la longueur de la tête) (**Figure 30 /A**)
- ❖ Structure hypostomale (suture maxillaire) : Complete ou nettement marquée. (**Figure 30 /B**)



Figure 30 : Critères d'identification de *Culex* (A- la longueur de l'antenne, B- structure hypostomale.)
(Photos originaux).

Chapitre IV : Résultats et discussion

Abdomen :

- ❖ Position de l'orifice respiratoire (siphon) est l'un des critères les plus marqués pour l'identification du genre dans ce cas l'orifice respiratoire s'ouvre à l'extrémité d'un tube cylindrique. **(Figure 31 /A)**
- ❖ Ornementation du siphon avec peigne basale et plusieurs touffes de soies ventrales. **(Figure 31 /B)**

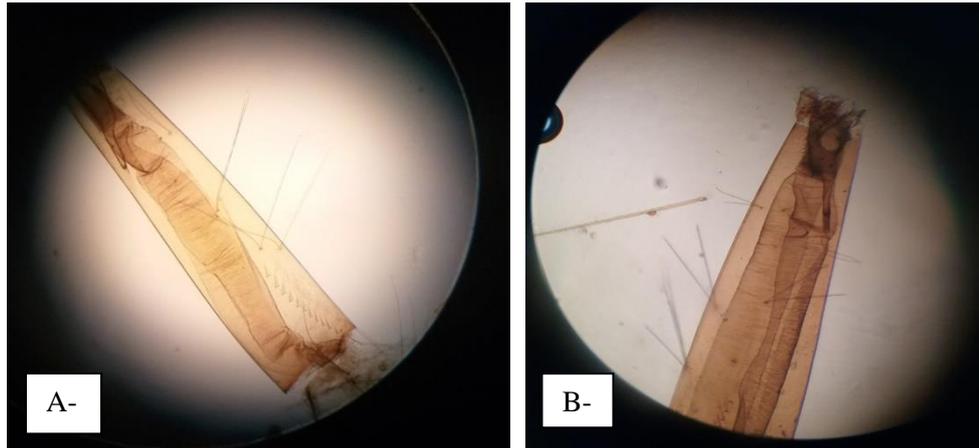


Figure 31 : Critères d'identification de *Culex* (**A-** Ornementation du siphon avec peigne basale et plusieurs touffes de soies ventrales, **B-** l'orifice respiratoire s'ouvre à l'extrémité d'un tube cylindrique) **(photos originaux)**.

D'après les résultats d'identification du genre nous avons trouvé le genre

Culex

a. *Culex pipiens* :

Tête :

- ❖ Le premier critère d'identification de l'espèce est l'insertion de la soie antennaire 3-A dans ce cas la soie antennaire se situe à proximité 4-A. (**Figure 32 /A**)
- ❖ Le mentum forme avec une paire de mandibule armées de dents sur leur bord distal l'appareil masticateur le nombre de dents du mentum se différent d'une espèce a une autre et notre espèce possède 8 dents ou plus de part et autre de la dent médiane. (**Figure 32 /B**)

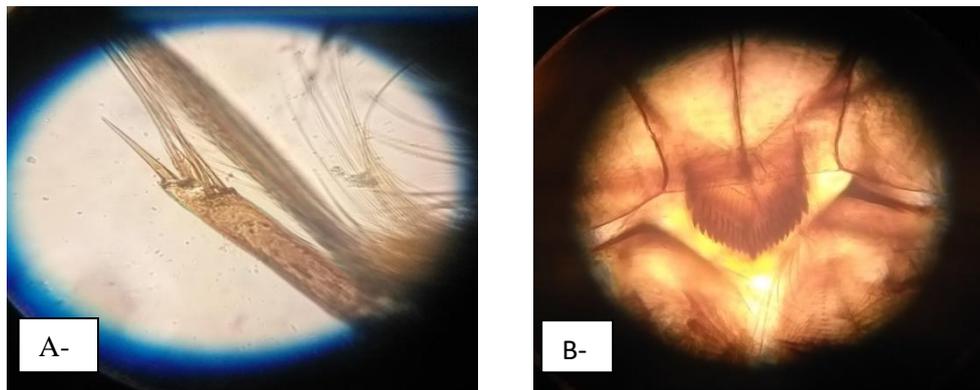


Figure 32 : *Culex pipiens* (A- l'insertion de la soie antennaire 3-A dans ce cas la soie antennaire se situe à proximité 4-A, B- notre espèce possède 8 dents ou plus de part et autre de la dent médiane) (**photos originaux**).

Abdomen :

- ❖ Et enfin le dernier critère qui nous a permis d'identifier notre espèce est Nombre de branches de la soie caudale 1-X qui possède 1 Branche. (**Figure 33/A**)
- ❖ Disposition des soies 1-S du siphon des soies ventrales et latérales. (**Figure 33 /B**)
- ❖ Nombre de branches de la soie 1a-S du siphon possède de 2 à 5 Branche. (**Figure 33 /B**)
- ❖ Concernant la forme du siphon il existe plusieurs formes : à bords droits, à bords convexes, à bords concaves ou a bords arqués dans notre cas notre espèce avait un siphon a bords droits. (**Figure 33 /C**)
- ❖ Orientation de la dent distale du peigne siphonal est de 3 à 5 denticules basaux. (**Figure 33 /D**)

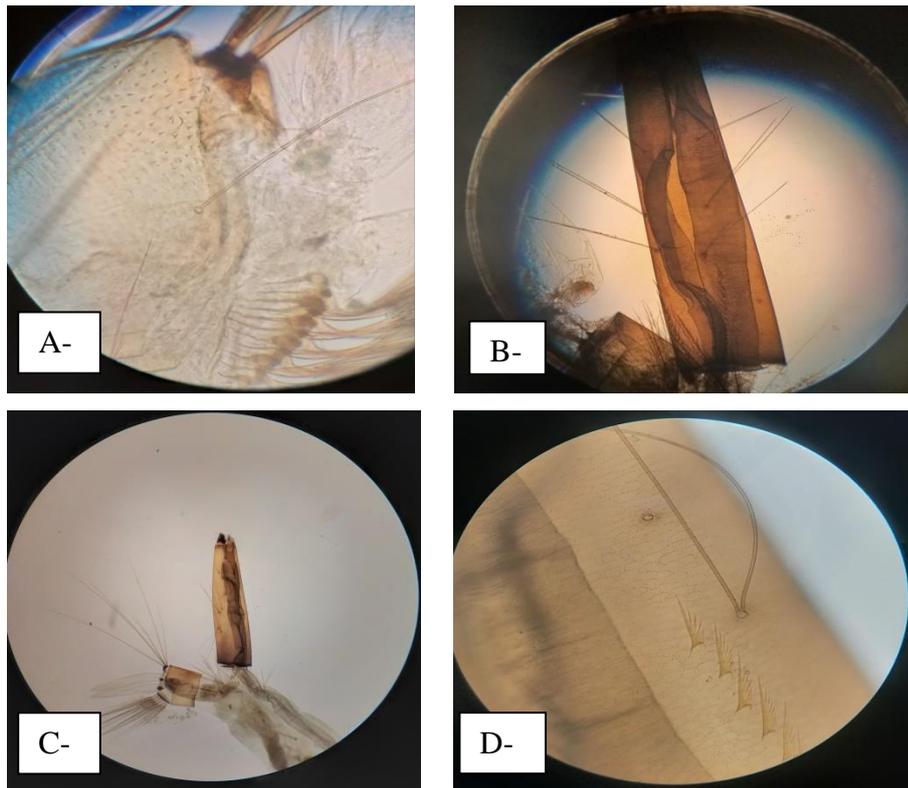


Figure 33 : *Culex pipiens* (A- la soie caudale 1-X qui possède 1 Branche, B- la soie 1a-S du siphon possède de 2 à 5 Branche, C- forme de siphon à bords droits, D- Orientation de la dent distale du peigne siphonal est de 3 à 5 denticules basaux) (**Photos originaux**).

Chapitre IV : Résultats et discussion

Le *Culex pipiens* est particulièrement proche de *Culex quinquefasciatus* il s'en distingue par ses soies 1a-S du siphon formées de 2 à 5 branche. Ces critères nous ont permis de conclure que cette espèce s'agit de *Culex pipiens*.

Culex pipiens

b. *Culex hortensis*

Tête :

- ❖ Insertion de la soie antennaire 3-A est a proximité de 4-A.
- ❖ Nombre de dents du mentum sont moins de 8 de part est autre de la dent médiane.
- ❖ Nombre de branche de la soie 6-C possède 2 branches.

Abdomen :

- ❖ Disposition des écailles du 8^{ème} segment dont désordre.
- ❖ Forme des écailles du 8^{ème} segment sont toutes sans épine médiane.
- ❖ Forme générale du siphon est à bord droits.
- ❖ Disposition des soies 1-S du siphon sont ventrales et latérales.
- ❖ Nombre de soies latérale 3 soies ou plus.
- ❖ Ornementation de la dent distale du peigne siphonal sont de l'ordre de 3a5 denticules basaux.

Cx.hortensis est morphologiquement très proche de *Cx.desrticola* dont il se distingue par son siphon plus longue et mince.

Culex hortensis

c. *Culex antennaus* :

Tête :

- ❖ Insertion de la soie antennaire 3-A est a proximité de 4-A.
- ❖ Nombre de branches de la soie 5-C possède 2 branches.

Abdomen :

- ❖ Disposition des écailles du 8^{ème} segment sont désordre.
- ❖ Forme des écailles du 8^{ème} segment sont toutes sans épine médiane.
- ❖ Disposition de la soie 1-S du siphon : des soies ventrales et latérales.
- ❖ Nombre de soies latérales 1-S du siphon 3 soies et plus.
- ❖ Position de la soie 1a-S par rapport à la dent distale du peigne du siphon au-delà.
- ❖ Nombre de branches de la soie caudale 1-X 2 branches.

Chapitre IV : Résultats et discussion

Cx. antennatus est proche de *Cx tritaeniorhynchus* et de *Cx perexiguus* dont il se distingue par ses soies 1-C longues et effilées et par la présence de 3 paires de soies 1-S en position latérale.

Culex antennatus

IV.2.1.2. Identification du genre *Culiseta*

Tête :

- ❖ Longueur de l'antenne est le premier critère d'identification du genre, les résultats obtenus sont les suivants : Antenne longue, moyenne ou courte.
- ❖ Structure hypostomale (suture maxillaire) : Complete ou nettement marquée.

Abdomen :

- ❖ Position de l'orifice respiratoire (siphon) est l'un des critères les plus marqués pour l'identification du genre dans ce cas l'orifice respiratoire s'ouvre à l'extrémité d'un tube cylindrique.
- ❖ Ornementation du siphon avec peigne basale et 1 touffe basale.

D'après les résultats d'identification du genre nous avons trouvé le genre

Culiseta

a. *Culiseta longiareolata*

Tête :

- ❖ Ornementation du tégument de l'antenne est lisse.

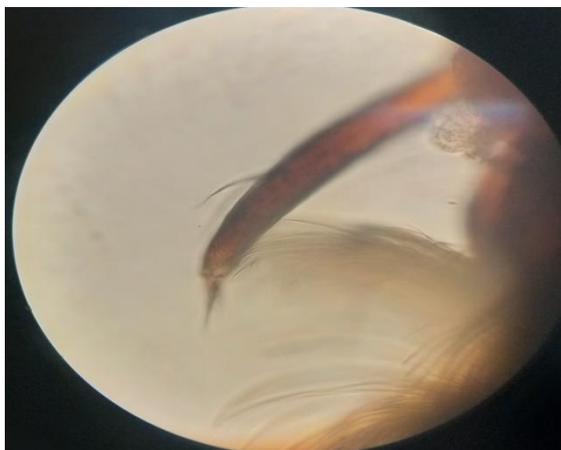


Figure 34 : Ornementation du tégument de l'antenne est lisse (photo original).

Chapitre IV : Résultats et discussion

Abdomen :

- ❖ Taille et forme du siphon est courte et trapu. (**Figure 35 /B**)
- ❖ Extension du peigne du siphon dépasse la moitié du siphon. (**Figure 35 /A**)

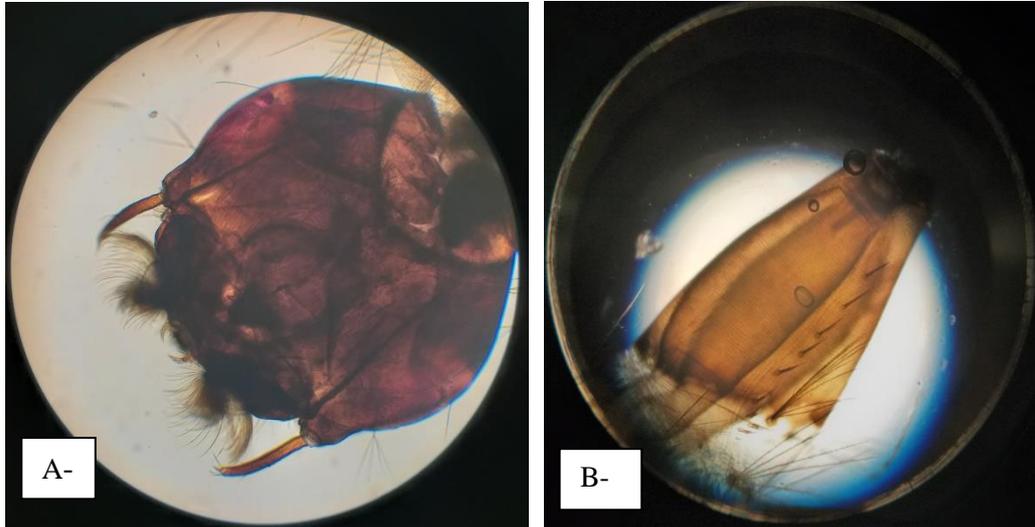


Figure 35 : *Culiseta longiareolata* **A-** Taille et forme du siphon est courte et trapu, **B-** Extension du peigne du siphon dépasse la moitié du siphon (**photos originaux**).

L'identification de cette espèce ne présente pas de difficultés ; ses antennes non spéculées et son siphon court presque conique, sont des caractères très originaux.

Culiseta longiareolata

IV.2.1.3. Identification du genre de l'Aedes

Tête :

- ❖ Longueur de l'antenne est le premier critère d'identification du genre, les résultats obtenue sont les suivants : Antenne courte, moyenne, longue.
- ❖ Structure hypostomale (suture maxillaire) : Complete ou nettement marquée.

Abdomen :

- ❖ Position de l'orifice respiratoire (siphon) est l'un des critères les plus marqué pour l'identification du genre dans ce cas l'orifice respiratoire s'ouvre à l'extrémité d'un tube cylindrique.
- ❖ Ornementation du siphon avec peigne basale et 1 seul touffe de soies médiane.

Chapitre IV : Résultats et discussion

D'après les résultats d'identification du genre nous avons trouvé le genre :

Aedes

a.Aedes geniculatus :

Tête :

- ❖ L'ornementation du tégument de l'antenne est lisse ou très faiblement spiculé.
- ❖ La position de la soie antennaire 1-A est sur la moitié apicale avec une ou deux branches. (**Figure 36**)

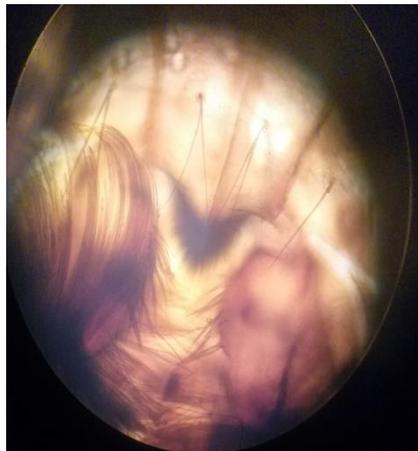


Figure 36 : La position de la soie antennaire 1-A est sur la moitié apicale avec une ou deux branches (**photo originale**).

Chapitre IV : Résultats et discussion

Abdomen :

- ❖ Aspect des soies autres que les soies 6- I à 6-VII épaisses, rigides, formées de moins de 6 branches.
- ❖ La disposition des dents formant le peigne du segment VIII est sur une ligne. (**Figure 37**)
- ❖ L'aspect des dents du peigne du siphon est en forme d'épines.
- ❖ La taille et la forme des papilles anales est égales ou supérieure à la longueur de la selle.
- ❖ La présence de spicules au bord apicodistal du segment X.

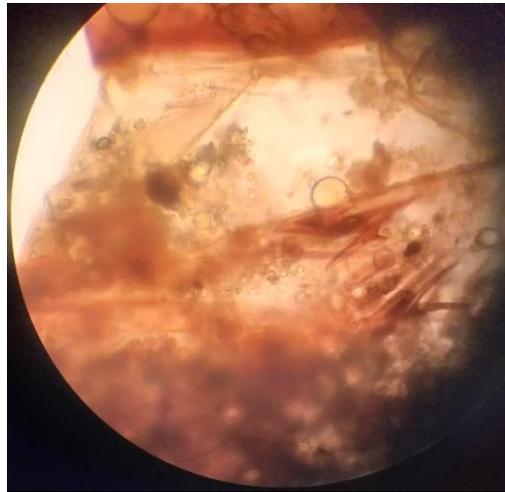


Figure 37 : La disposition des dents formant le peigne du segment VIII est sur une ligne
(photo originale).

Aedes geniculatus

IV.3. Tests de sensibilité

Les essais toxicologiques ont permis de déterminer l'efficacité de l'organophosphoré évaluée à partir de la mortalité de la population, à différentes périodes 24 et 48 heures après traitement. La toxicité est appliquée sur les larves de *Culex pipiens* du quatrième stade nouvellement exuvies, avec différentes concentrations de l'organophosphoré.

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV .3.1.Estimation du taux de mortalité corrigé (MC) des larves traitées aux Chlorpyriphos

Tableau 06: Taux de mortalité corrigé (MC) des larves aux Chlorpyriphos.

Doses appliquées	Taux de mortalité corrigée (%)	
	Après 24 h	Après 48 h
Dose 01 (0,00125 mg/l)	R1 :40	R1 :40
	R2 :20	R2 :42.85
	M : 30	M : 41.42
Dose 02 (0,0025 mg/l)	R1 :40	R1 :60
	R2 :33.33	R2 :42.85
	M : 36.66	M : 51.42
Dose 03 (0,005 mg/l)	R1 :53.33	R1 :40
	R2 :40	R2 :50
	M : 46.66	M : 45
Dose 04 (0,0125 mg/l)	R1 :53.33	R1 :86.66
	R2 :73.33	R2 :71.42
	M : 63.33	M : 79.04
Dose 05 (0,025 mg/l)	R1 :73.33	R1 :93.33
	R2 :86.66	R2 :71.42
	M : 79.99	M : 82.37
Dose 06 (0,0625 mg/l)	R1 :100	R1 :100
	R2 :100	R2 :100
	M : 100	M : 100
Témoin	R1 :0	R1 :6.66
	R2 :0	R2 :0
	M : 0	M : 3.33

R1 et R2 : Répétition

M : Moyenne

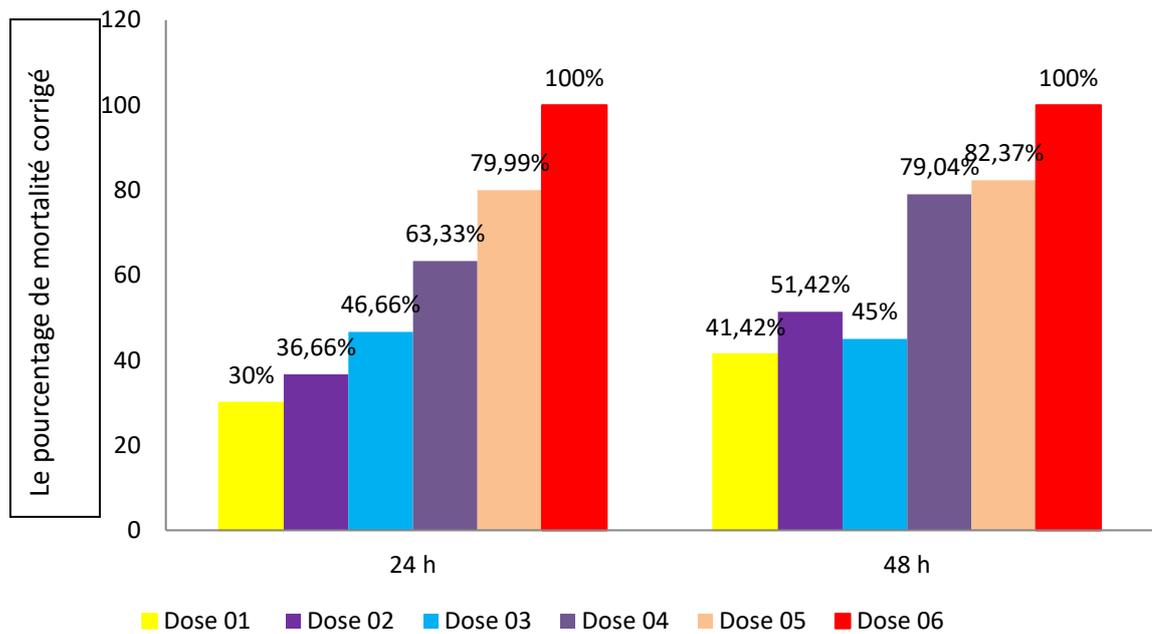


Figure 38 : Représentation graphique de pourcentage de mortalité corrigé suivant les concentrations de Chlorpyriphos durant les différentes périodes (24h et 48 h).

Interprétation :

Période de 24h :

Après traitement des larves du 4^{ème} stade larvaire de *Culex pipiens* par Le Chlorpyriphos avec les différentes concentrations-test, les résultats obtenus montrent que le pourcentage de mortalité le plus élevé est représenté par la concentration la plus élevée, 0.0625mg/ml, est de l'ordre de 100% et les plus faibles taux de mortalité sont dévoilés par la concentration la plus faible 0.00125mg/ml et qui est de l'ordre de 30%.

Période de 48h :

Après traitement des larves du 4^{ème} stade larvaire de *Culex pipiens* par le Chlorpyriphos avec les différentes concentrations-test, les résultats obtenus montrent que le pourcentage de mortalité le plus élevé est représenté par la concentration la plus élevée, 0.0625 mg/ml, est de l'ordre de 100 % et les plus faibles taux de mortalité sont notés au sein de la concentration la plus faible 0.00125 mg/ml et qui sont de l'ordre de 41.42%.

Les résultats obtenus par l'utilisation du Chlorpyriphos ont montré que l'activité larvicide de ce produit est en relation directe avec le pourcentage de mortalité et les doses, plus la dose est élevée plus le taux de mortalité est important.

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.3.2. Calcule des doses létales de l'organophosphoré (Chlorpyriphos)

IV.3.2.1. Evaluation des DL50 et DL90 de Chlorpyriphos sur les larves de 4^{ème} stade du *Culex pipiens*

Les doses létales qui tuent 50% et 90% de la population d'un ravageur (DL50 et DL90) respectivement, sont estimées par établissement de la droite de régression des probits des taux de mortalités donnés par la table de **Finney (1952)** en fonction du logarithme des doses testées et qui répond de l'équation $y = ax + b$. Les logarithmes décimaux des doses et les probits des taux de mortalité calculé sont représentés dans **le tableau 07**.

Tableau 07: les logarithmes- décimaux des doses et les probits des taux de mortalité corrigée des individus traités

Log des doses	Après 24 h	Après 48 h
Log₁₀ D1= -2.90	4.48	4.75
Log₁₀ D2= -2.60	4.67	5.03
Log₁₀ D3= -2.30	4.92	4.87
Log₁₀ D4= -1.90	5.33	5.81
Log₁₀ D5= -1.60	5.84	5.92
Log₁₀ D6= -1.20	7.05	7.05

a-Détermination des doses létales :

Afin de déterminer la DL50, DL90 Nous avons tracé une courbe linéaire de régression qui passe par les points correspondant aux taux de mortalité cumulés aux 24h et 48h de traitement. (**Figures 39, 40**)

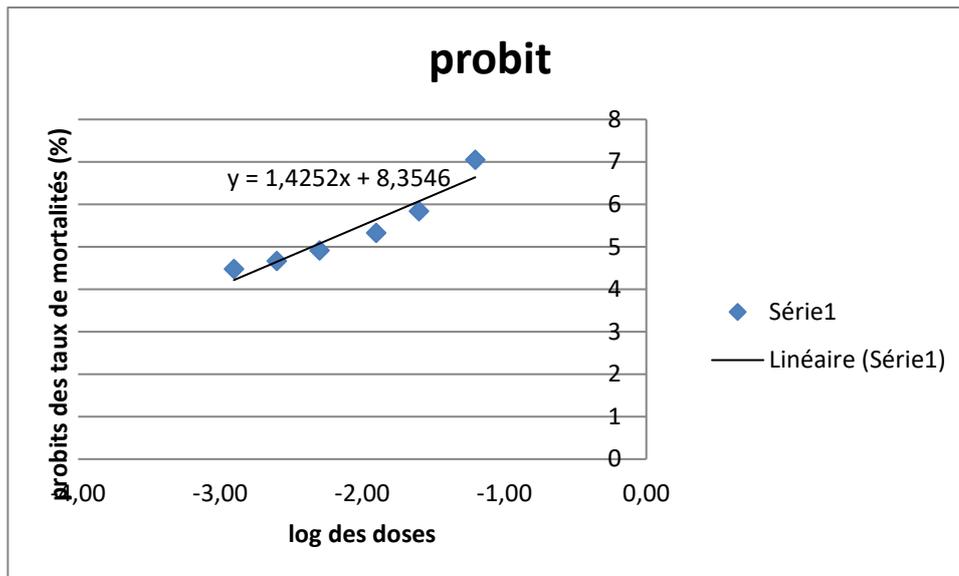


Figure 39 : Régression linéaire des probits de taux de mortalité en fonction des logs de doses de Chlorpyriphos après 24 h.

Les doses létales DL50 et DL90 ont été déterminés à partir de l'équation de régression linéaire $y=1.4252x + 8.3546$.

$Y = \text{probit}(50) = 5$; $Y = \text{probit}(90) = 6.28$.

$X =$ la dose létale

DL50 = 0.0042 mg/l. ; **DL90** = 0.035 mg/l.

- **Calcul de taux de résistance :**

Taux de résistance = DL90 corrigée / DL90 de base

Taux de résistance = $0.035 / 0.00065 = 53,84$

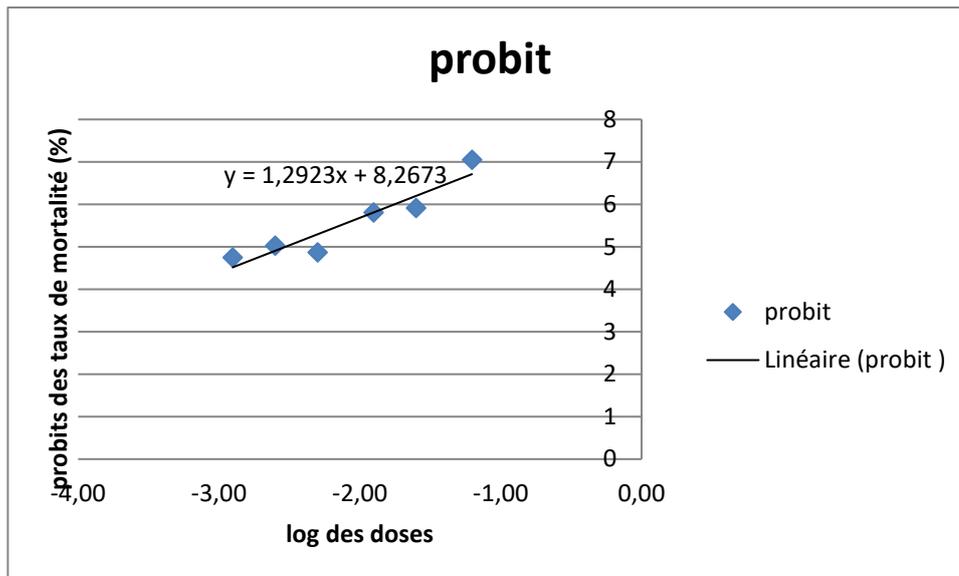


Figure 40 : Régression linéaire des probits de taux de mortalité en fonction des logs de doses de Chlorpyriphos après 48 h.

Les doses létales DL50 et DL90 ont été déterminés à partir de l'équation de régression linéaire $y=1.2923x + 8.2673$.

$Y= \text{probit}(50)= 5$; $Y= \text{probit} (90)= 6.28$.

X= la dose létale

DL50 = 0,0029 mg/l ; **DL90** = 0.028 mg/l.

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.4 Discussion

Les Culicidae sont conditionnés par la température et par la composition biologique ou chimique de l'eau (Aron et Grasse, 1966). Les composants physico-chimiques de l'eau peuvent jouer un rôle primordial non seulement dans la biologie d'une espèce, mais aussi dans la structure et la dynamique de la biocénose toute entière (Berchi, 2000).

L'espèce *Culex pipiens* est le moustique le plus abondant, le mieux représenté et le plus fréquemment récolté au niveau des différents gîtes prospectés. Ceci est du probablement à l'abondance alimentaire (Ressources trophiques et hydrologique) et aux conditions climatiques.

Le *Culex pipiens* est l'espèce la plus fréquente en Algérie et en Afrique du Nord. Les larves de cette espèce sont rencontrées dans les sites les plus divers comme, les sites permanents à eau douce pauvre et riche en végétation (Senevet et Andarelli, 1947), affirme l'existence de cette espèce dans les milieux urbains et suburbains de Constantine plus particulièrement dans les sites riches en matière organique. Il est de même pour (Karboua et Merniz, 1997), (Boudrihem, 2001), (Lounaci, 2003), (Hamaidia, 2004) et (Bebba, 2004) qui ont trouvés cette espèce dans des sites très divers.

Le *Culex pipiens* a été capturée dans treize gîtes larvaires : dix anthropiques et trois naturels, réparties sur sept communes : Tizi-Ouzou, Draa Ben Khedda, Beni Aissi, Ouaguenoun, Makouda, Tigzirt, Ait Yahia Moussa, et pendant toute l'année dans les gîtes permanents. C'est une espèce à forte aptitude écologique qui présente une dynamique saisonnière annuelle. Au Maroc, El Ouali Lalami et al., (2009) ont considéré cette espèce comme la plus fréquente au Maroc. Elle a été présente dans tous les gîtes durant toute l'année. Le *Culex pipiens* est l'espèce la plus présente aussi en Tunisie (Krida et al., 2010), et à l'Arabie Saoudite, dans la région d'Al Madinah Al Munawwarah (Alahmadi et al., 2020).

Le *Culex pipiens* est un vecteur majeur de filariose de Bancroft et des virus West Nile et la Valley du Rift en Egypte (Brunhes et al., 1999), et même du virus Usutu (Holicki et al., 2020). Dans la région du Maghreb, au cours de l'été 2010, *Cx. Pipiens* a été trouvée infectée par les virus West Nile et la Valley du Rift par Amraoui et al., (2012).

La deuxième espèce qui est caractérisé par une fréquence moyenne dans la région de Oued El Alleug : *Culiseta longiareolata*, est une espèce à large répartition dans la région méditerranéenne (Brunhes et al., 2001). Elle se rencontre dans les sites artificiels et naturels (Rioux, 1958). Durant nos prospections, nous l'avons trouvée dans les sites temporaires ou permanents. (Lounaci, 2003) a signalé son existence dans le site des marais de Reghaia, dans les sites de l'Institut agronomique d'El Harrach et au niveau de l'étable d'El -Alia. (Agoun

Chapitre IV : Résultats et discussion

,1996) et (Berchi ,2000) ont signalé la présence de cette espèce dans différents types de sites à Constantine. (Hamaidia ,2004) signale son existence dans des sites pollués, des sites permanents à eau stagnante riche ou pauvre en végétation et dans des sites temporaires à eau stagnante ou courante avec ou sans végétation, dans les régions de Tébessa et Souk- Ahras. Elle est considérée comme vecteur important de plusieurs maladies, telles que la Brucellose, la grippe aviaire, et l'Encéphalite du Nil Occidental (Brunhes et al., 1999). C'est un hôte intermédiaire de Plasmodium aviaire qui peut transmettre la fièvre de Malte (Hazratian et al., 2019). Elle peut aussi provoquer de la Tularémie et des maladies arboviroses (Soltanbeiglu et al., 2020).

D'après Brunhes et al., (1999), les larves de *Culex hortensis* sont trouvées dans les petites gîtes dépourvus de végétation.

L'*Aedes geniculatus* est une espèce reproduisant dans les trous d'arbres, elle se rencontre comme *Anopheles pumbeus* dans les régions boisées : Bassin Parisien, Calvados, Morbihan, Loire- Atlantique, Indre-et-Loire, Vienne, Creuse, Basses-Pyrénées, Haute-Garonne, Pyrénées- Orientales, littoral méditerranéen, Corse, Isère, Rhône, Haute-Saône et Alsace (Olivier 1791).

Le *Culex hortensis* et l'*Aedes geniculatus* ne jouent aucun rôle dans la transmission de parasitoses humaines (Brunhes et al., 1999).

Le *Culex antennatus* a été signalé en Algérie dans la région de Souk-Ahras et la région de Tébessa et au Maroc (Hassin, 2002 ; Hamaidia, 2004).

Les tests que nous avons effectués ont permis de déterminer l'efficacité du Chlorpyrifos contre différentes doses de larves du *Culex pipiens* de 3^{ème} et 4^{ème} stades larvaire. Nos résultats ont montré un effet significatif sur la mortalité larvaire.

La résistance des larves de *Culex pipiens* aux Chlorpyrifos a concordent avec celles rapportées au Maroc par Faraj (2002) et en Tunisie par Kooli et al., (1989) qui ont signalé qu'un taux de résistance important a été acquis chez les populations larvaires urbaines de *Culex pipiens*, après plusieurs traitements aux organophosphorés.

En effet, Sinègre et al., (1976) ont constaté l'apparition d'une résistance à d'autres organophosphorés chez le *Culex pipiens* traité au Chlorpyrifos.

Aussi Chavasse et Yap (1997) également pu confirmer, que l'utilisation prolongée d'un organophosphoré conduit toujours à l'apparition de résistances croisées aux autres organophosphorés.

Dès 1972, Sinègre et al., (1976) enregistraient une baisse de sensibilité au Chlorpyrifos dans les environs de Lunel (Hérault).

Conclusion

Conclusion :

Les moustiques sont des diptères qui posent un problème de santé humaine et animale. Leur rôle vecteur a été démontré depuis longtemps dans plusieurs régions du monde qui sont des affections parasitaires dont la localisation dépend de la distribution de ces insectes.

Compte tenu des risques sanitaires que constituent les moustiques, il est nécessaire de lutter contre leur prolifération. La méthode de lutte la plus utilisée en Algérie est bien évidemment la lutte chimique.

Les résultats de l'inventaire de la faune Culicidienne récoltée dans les six gîtes de la région de Oued El Alleug, et au bout de 21 sorties sur le terrain entre mi-mars et Juin 2022 est 564 individus, appartenant à la famille des Culicidae, à la sous famille des *Culicinae* et aux trois genres différents : *Culex*, *Culiseta* et *Aedes*. Le genre *Culex* est le plus représenté particulièrement avec l'espèce *Culex pipiens* 60.46% suivi par l'espèce *Culiseta longiareolata* avec 36.52%, *Culex hortensis* avec 2.48%, *Aedes geniculatus* avec 0.35% et enfin *Culex antennatus* avec 0.17%.

Une étude biotoxologique a été réalisée sur les larves de quatrièmes et troisièmes stade larvaire de l'espèce la plus répandus dans notre région (*Culex pipiens*), qui est traité par un insecticide organophosphoré (Chlorpyriphos).

Les résultats de mortalités corrigées ont permis d'établir la DL50 et la DL90, elle est traduite par des taux de mortalité faible, pour les deux premières doses d'insecticide (0.00125mg/l, 0.0025mg/l).et un taux de mortalité moyen pour les trois doses (0.005mg/l, 0.0125mg/l, 0.025mg/l) et une mortalité total (100%) A la grande dose de l'insecticide (0.0625mg/l).le produit montre qu'il y a une activité larvicide avec une relation dose- réponse.

Les résultats révèlent également que l'activité larvicide est progressive puisqu'il a été enregistré une augmentation de la mortalité au fur et à mesure qu'on augmente la dose d'insecticide et on avance dans le temps d'exposition ; ce qui montre que la mortalité est corrélée aux doses utilisées et est d'autant plus accrue que l'exposition des larves aux insecticides est prolongée dans le temps.

A travers notre travail nous avons constaté que pour atteindre des taux de mortalité importante qui dépasse les 50% et 90% il faudrait utiliser des doses supérieures à 0.0042mg/l et 0.035mg/l respectivement.

Ces résultats obtenues, nous permet de tirer comme conclusion, qu'il a eu une sensibilité considérables des larves de *Culex pipiens* par rapport au différent traitement.

Références

Référence :

A

Agoun M. (1996). Contribution à l'étude d'un inventaire systématique des moustiques (Culicidae -Diptera) de la région de Constantine et ses abords. Mém. Des, Université de Constantine : 26p.

Aissaoui, I. (2008). Etude systématique et lutte biologique avec Le *Bacillus thuringiensis* Vectobac (W. D. G.) contre les moustiques. (Mémoire de master, Université Chikh Alaarabi Tbessi,tTébessa. 8p.

Alahmadi S., Ibrahim R., Messali M. & Ali M. (2020). Effect of aminopyridinium-based ionic liquids against larvae of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae), *Journal of Taibah University for science*, 14(1), 863-872.

Alaoui Boukhris M. (2009). Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires, Thèse de Master Sciences et Techniques : CMBA Chimie des Molécules Bio Actives, Université Hassan IIMohammedia, Algérie. 55 - 75p.

Amraoui F., Krida G., Bouattour A., Rhim A., Daaboub J., Harrat Z., Boubidi S.C., Tijane M., Sarih M. & Failloux A.B. (2012). *Culex pipiens*, an experimental efficient vector of West Nile and Rift Valley fever viruses in the Maghreb region, *Plos One*, 7(5), 1-8.

Andreo V. (2003). L'effet anti-gorgement sur un chien d'un shampoing à 0,07% de Deltaméthrine sur un moustique du Complexe *Culex pipiens* >, Thèse de Médecine Vétérinaire, Université Toulouse 3 paul sabatier, Ecole nationale vétérinaire, Toulouse, 70.

Anonyme. (2010). <http://www.lachimie.fr/materiel/extraction.php>.

Aouati A. (2016). Etude de la toxicité de certaines plantes sur les larves de *Culex pipiens* (Diptera, Culicidae). Thèse de doctorat, Université des frères Mentouri, Constantine.

Ayitchedji A.M. (1990). *Anopheles melas* et de *Anopheles gambiae* s.s : Comportement des adultes vis-à-vis de la transmission du paludisme en zone côtière lagunaire, République du Bénin, Mémoire de fin de formation en TLM-DETS-CPUUNB, Cotonou. 76.

Références

B

- Bawin T., Seye F., Boukraa S., Zimmer JY., Delvigne F. et Francis F. (2014).** La lutte contre les moustiques (Diptera: Culicidae): diversité des approches et application du contrôle biologique, Entomological Society of Canada, 476-500.
- Bawin, T.Seye, F. Boukraa, S.Zimmer, J-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. 147: 476–500 (2015)
- Belhattab A et Tektaki A. (2016).** deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* et *Juniperus phoenicea*) sur les larves de *Culiseta longiareolata* dans la région de Laghouat. Diplôme de mastère .uni Laghouat .p21.26.30.40.46.51.
- Benedict Marck Q., Levine, R. S., Hawley, W. A et Lounibos, L. P (2007).** Spread of the tiger: Global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vectors Borne and Zoonotic Diseases*, 7(1), 76-85 P.
- Berchi. (2000).** Bioécologie de *Culex pipiens* L. (Diptera : Culicidae) dans la région de Constantine et perspectives de lutte. Thèse de doctorat en Sciences, option Entomologie. Université de Constantine, Algérie, 133 p.
- Berchi. (2000).** Résistance de certaines populations de *Culex pipiens pipiens* (L) au Malathion à Constantine (Algérie). (Diptéra, Culicidae). *Bull. Soc. Ent. France*. 105(2) :125-129.
- Blaise M. (2011).** <http://aramel.free.fr/INSECTES15-3.shtml>.
- Blondel, J. (1975).** Ecologie et gestion de l'espace naturel. L'apport du modèle oiseaux. *Journ Ces Ecologie-Développement*, 21.
- Bouabida H., Djebbar F. et Soltani N. (2012).** Etude systématique et écologique des moustiques (Diptera : Culicidae) dans la région de Tébessa (Algérie). *Faunistic Entomology*, 65 :99 -103.
- Bouderhem A. (2015).** Effet des huiles essentielles de la plante *Laurus nobilis* sur l'aspect Toxicologique et morphométrique des larves des moustiques (*Culex pipiens* et *Culiseta longiareolata* mémoire de Master, Université Echahid Hamma Lakhdar, El-Oued.
- Boudrihem R. (2001).** Contribution à l'étude d'un inventaire systématique des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans quelques gîtes situés dans la région de Touggourt. *Mém. De DES.Univ.Constantijne*,20p.
- Boulkenafet, F. (2006).** Contribution à l'étude de la biodiversité des Phlébotomes (Diptera : Psychodidae) et appréciation de la faune Culicidienne (Diptera : Culicidae) dans la région de Skikda>, thèse de Magister en entomologie, Université de 20 aout 1955 Skikda, Algérie, 191.

Références

Bregues J., Brunhes J., & Hervy J, P. (1979). La filariose de Bancroft en Afrique, à Madagascar et dans les îles voisines. Ed. et publ. Des pères jésuites le Caire. 85p

Brunhes J. (1999). Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes* (Ochlerotatus) *Bisckraensis* n. sp. D'Algérie (Diptera, Nematocera). Bulletin de la société entomologique de France, 104, 25-30.

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

Brunhes J., Hassaine K., Rhaima., & Hervy J. P. (2000). Les Culicidae de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Soc. Ent. Fr., 105(2) : 195-204p.

Brunhes, Hassain, Rhaima et Hervy. (2001). Les espèces de l'Afrique méditerranéenne : Espèces présentes et répartition (Diptera, Nematocera). Bull. Ent. France, extrait: 105(2) : 195-204.

Bussieras J., Chermette R. (1991). Parasitologie Vétérinaire, Entomologie, Service de Parasitologie, ENVA, 58-61.

C

Cachereul A. (1997). Les moustiques : cycle de développement, aspects anatomophysiologiques et régulation du cycle ovarien, Thèse de Médecine Vétérinaire Nantes, École nationale de vétérinaire d'Alfort, ENVMA, 140.

Chadwick A. J. (1997). Use of a 0, 25% fipronil pump spray formulation to treat canine cheyletiellosis, Journal of Small Animal Practice, 38: 261-262.

Chavasse DC, YapHH. (1997). Chemical methods for the control of vectors and pests of public health importance. WHO/CTD/ WHOPE/97.2

D

Dajoz R. (1975). Précis d'écologie. Ed., Dunod, Paris, 549p.

Dajoz R. (1982). précis d'écologie .Ed. gauthier-Vallars, Paris, 503p.

Dajoz R. (2007). Dictionnaire d'entomologie (ANATOMIE.SYSTEMATIQUE.BIOLOGIE) Edition TEC&DOC.Paris. PP348.

Dajozr. (2010). Dictionnaire Anatomie, systématique, biologie. Ed. Lavoisier, Paris, 336p.

Darriet F. (1998). La lutte contre les moustiques nuisant et vecteurs de maladies, Khartalaorstom, Paris, France. 91p.

Diakite B. (2008). La Susceptibilité des larves d'*Anopheles Gambiae* S.L. a des extraits de plantes Médicinales du Mali, Thèse doctorat en médecine, Université de Bamako,République du Mali.

Références

Références

E

El Ouali Lalami A., El-Akhal F., El Amri N., Maniar S., Faraj C. (2014). Etat de résistances du moustique *Culex pipiens* vis-à-vis du téméphos au centre du Maroc., Bull. Soc. Pathol. Exot. 107 194-198.

Elouard J.M. (1981). Diptères : caractères généraux, clés systématiques et familles peu importantes. (24) :554-567p.

F

Falatico P. (2011). <http://aramel.free.fr/INSECTES40bis-1.shtml>.

Faraj C, El Kohli M, El Rhazi M. (2002). Niveau actuel de la résistance du moustique *Culex pipiens* aux insecticides au Maroc. SciLett4 :4p.

Faraj C, Alaouie, Brengus C, Lyagoubi M. (2006). « The gonotrophic cycle of *Culex pipiens* (Diptera : Culicidae), West Nile virus potentiel Vector, in Morocco : evaluation of its duration in laboratory » Bull Soc Pathol Exot. 2006 May ;99(2), 119 :121.

Faurie C., FerraC., Medori P., Devauxj. (1980). Ecologie approche scientifique et pratique. Ed. Lavoisier, Paris, 407 p.

Feuillet C., Darsonval F., Lavaur H., Vinciane R., Bida E. (2006). Réactions allergiques aux piqûres de moustiques, quelle prévention?, pédiatrie au quotidien, archives de pédiatrie13, 93-99 p.

Finney,D.J. (1952). Probit Analysis.Cambridge, England, Cambridge University Press.

Fournier. (2003). Insecticides : In : chimie de pesticides .Ed. Des trois moutiers Vienne, 235-325.

G

Gillies M. T., De Meillon B. (1968).The Anophelinae of Africa south of the Sahara (Ethiopian Zoogeographical Region), Journal of Publications of the South African Institute for Medical Research, 54, 1-343.

Guillaumot, L. (2003). Les moustiques et la dengue. Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. Article, Site : Institut Pasteur, Date de consultation : octobre,2008, 16 p.

Guillaumot, L. (2006). Les moustiques et la dengue, Institut Pasteur de Nouvelle Calédonie. 15 p.

Guillet P, Chandre F, Mouchet J. (1997). L'utilisation des insecticides en santé publique : état et perspectives. Méd Mal infect 27(S5) :552-7.

Guyot, S., Cheynier, V., Doco, T., Fulcrand, H., LE Roux, E., Souquier, J. M., et Moutounet, M. (1997). ESI-MS analysis of polyphenolic oligomers and polymers : New methods for analysing old plant polyphenols. Analisis, 25(8), M32-M37.

Références

H

Hamaidia. (2004). Inventaire et biodiversité des Culicidae (Diptera, Nematocera) dans la région de Souk-Ahras et de Tebessa (Algérie). Mém. Mag. Université de Constantine.

Harrack ME., LE Guenno B. and LE Gounon B. (1997). Isolement du virus West Nile au Maroc. Virologie, 1,248-249.

Harbach R. (2012), Culex pipiens : Species complex- Taxonomic history and perspective. Journal of the American Mosquito Control Association.28 :10-23.

Harbach R.E., Dahl C., White G.B. (1985). *Culex (Culex) pipiens* Linnaeus (Diptera, Culicidae)-concepts, type designations, and description. Proc Entomol Soc Wash 87 : 1-24.

Hassine.K. (2002). Bioécologie et biotypologie des culicidae de l’Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérables (Ae. Capius, Ae détritius, Ae, mariae et C. Pipiens) d’ans la région occidentale algérienne. Thèse doctorat és sciences. Université de Tlemcen.

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 imagicides, in Eastern Azerbaijan, Iran, J Arthropod-Borne Dis, 13(4), 407-415.

Himmi O. (2007). Les diptères (Insectes, Diptères) du Maroc : systématiques, Ecologique et études d’épidémiologiques pilotes. These. Doc., Univ. Mohamed V, Rabat, 289p.ogiques.

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.

<https://Alamyimages.fr>.

<https://Fr.weatherspark.com>.

<https://www.gurumed.org>.

<https://www.health.gov.on.ca/french/pu> .

<https://www.mouskit.org> .

Hubalek Z. and Halouzka J. (1999). West Nile fever-are emerging mosquito-borne viral disease in Europe. Emerg Infect Dis. : 643-650.1999.

K

Karboua et Merniz. (1997). Contribution à l’impact de quelques paramètres physicochimiques des eaux, sur la prolifération des Culicidae (Diptera) en zone préurbaine (Wilaya de Constantine). Cas particulier *Culex pipiens* L. Mém d’Ing D’Etat en écologie.

Références

Karch S. (1987). Etudes au laboratoire et dans les conditions naturelles de l'activité larvicide de *Bacillus sphaericus*, Neide, 1904, pour la lutte contre les moustiques. Thèse Doctorat d'Etat, Paris, 215, 215 pp.

Kooli J, Rhaiem A. (1989). Sensibilité aux insecticides dans la région de Tunisie de 1984 à 1988. Arch Inst Pasteur Tunis 66(1-2) :61–71.

Knight, K. L., Stone, A. (1977). Catalog of the moustiques of the world (Diptera, Culicidae).

Krida G., Diancourt L., Bouattour A., Rhim A., Chermiti B. & Failloux A.B. (2010). Estimation du risque d'introduction du virus de la fièvre de la Vallée du Rift en Tunisie par le moustique *Culex pipiens*, Bull. Soc. Pathol. Exot, 1-10.

L

Lobo, J.M., Lumaret, J.P. & Jay Robert, P. (1997). Les atlas faunistiques comme outils . Ann Soc Entomol fr. (N.S) 1997, 33(2) :129-138.

Lounaci Z. (2003). Bio systématique et bio écologie des *Culicidae* (Diptera, Nematocera) en milieux rural et agricole. Thèse Mag. INA, El-harrach. 150p.

M

Matile L. (1993). Les diptères d'Europe occidentale, Vol 1, Société nouvelle des éditions Boubée : Paris, 439p.

Medlock J.M., Hansford K.M., Versteirt V., Cull B., Kampen H., Fontenille D., Hendrickx G., Zeller H., Van Bortel W., Schaffner F. (2015). An entomological review of invasive mosquitoes in Europe. Bull Entomol Res., 105 :637-663.

Mouchet J. et Carnevale, P. (1991). Les vecteurs et la transmission. In Paludisme. Ellipses. Paris, 240p.

Muriel, G. (2005). Évaluation in vitro de l'efficacité du fipronil sur *Culex pipiens* Thèse de doctorat, Ecole nationale de vétérinaire, Toulouse.

N

Neveu-Lemaire. (1952). Précis de Parasitologie vétérinaire, Maladies Parasitaires des animaux domestiques, Vigot frères, 3^o Edition, 491.

O

OMS. (1963). Résistance aux insecticides et lutte contre les vecteurs. Treizième rapport du comité OMS d'experts des insecticides. Série de rapports techniques, Genève, OMS 265, 242 p.

OMS. (1974). Manuelle pratique de lutte anti-larvaire : division du paludisme et autre maladie parasites, OMS, Genève. 7-17.

Références

OMS. (1982). Manual on environmental management for mosquito control with special emphasis on malaria vectors. World Health Organization Offset Publication, 66: 1–283.

OMS. (2016). Organisation mondiale de la santé, aide-mémoire, N387, maladies à transmissions Vectorielle.

P

Pavan M. (1986). Una revolutione. Cultural. Europea .La carte sugli invetebrate .Univ. Pavia 33 :1-15.

Peterson, E.L. (1980). Alimit cycle interprétation of a mosquito circadian oscillator, Journal of Theoretical Biology, 84 : 281-310.

R

Ramade F. (1984). Eléments d'écologie – fondamentale. Ed. McGraw-Hill, Paris, 397 p.

Ramade, F. (2007). Introduction à l'écotoxicologie : fondement et application. Ed.Tec et Doc, 618p.

Rehimi N., Soltani N. (1999). Laboratory evaluation of Alsystin, a chitin synthesis inhibitor, against *Culex pipiens pipiens* (Diptera: Culicidae): effects on development and cuticle secretion. J. Appl. Ent., Vol. 123, p. 437-441.

Resseguier, P. (2011). <Contribution à l'étude du repas sanguin de *Culex pipiens* >, Thèse de Doctorat vétérinaire, Université Paul – Sabatier de Toulouse, 80.

Rioux J-A. (1958). les Culicidae du "Midi " méditerranéen. Étude systématique et écologique, Ed. Paul le chevalier, Paris: 301p.

Rioux J.A., Juminer B. et Kchouk M. (1965). *Anopheles (A) plumbeus* stephens 1928, *Aedes(O) berlandi* Séguy 1921, *Aedes (F) geniculats* Olivier 1791, Culicidés nouveaux pour la Tunisie.Arch.Inst.Pasteur. Tunis. 41 : 5-22.

Rodhain F. et Perez C. (1985). Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, Ed. Maloine S. A, Paris, France. 458p.

S

Savage H.M., Ceianu C., Nicolescu G., Karabatsos N., Lanciotti R. (1999). Entomologic and avian investigations of an epidemic of West Nile fever in Romania in 1996, with serologic and molecular characterization of a virus isolate from mosquitoes. Am. J. Trop. Med. Hyg. (61) : 600-611.

Schaefer CH, Wilder WH. (1970). Association of insecticide structure and résistance in *Aedes nigromaculis*. Proc Pap Calif Mosq Control Assoc38 :54–5.

Références

- Schaffner E., Angel Guy., Geoffroy Bernard, Hervy Jean-Paul, Rhaïem A., Brunhes Jacques. (2001).** Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement Paris (FRA) ; Montpellier : IRD ; EID, 2001, 1 CD ROM (Didactiques). ISBN 2-7099-1485-9.
- Schaffner E., Guy A., Geoffroy B., Hervy J. P., Rhaïem A. et Brunhes J. (2001).** Les moustiques d'Europe : logiciel d'identification et d'enseignement, France : Montpellier, édition IRD, 16^{ème} édition.
- Seguy E. (1951).** Nouvelle Atlas d'entomologie des Diptères de France, Belgique et Suisse. Tomes 1 et 2 .Ed. N. Boubée, pp 19-83,67 et 84-109.
- Senevet et Andarelli . (1947).** Le genre *Culex* en Afrique du Nord. III. Les adultes. 36-70.
- Service, M.W. (1980).** « Effects of wind on the behaviour and distribution of mosquitoes and blacklieflies», *International Journal of Biometeorology*», (1980), 24 :347.
- Service, M.W. (1980).** « Effects of wind on the behaviour and distribution of mosquitoes and blacklieflies», *International Journal of Biometeorology*», (1980), 24 :347.
- Sinègre G., Jullien L., Crespo O. (1976).** Résistances de certaines populations de *Culex pipiens* (L.) au chlorpyrifos (Dursban) en Languedoc-Roussillon (France). Cahier O.R.S.T.O.M., Ser. Entomol. Méd. Et Parasitol., 14, 49-59.
- Sinegre G, Jullien JL, Gaven B. (1977).** Acquisition progressive de la résistance au chlorpyrifos chez les larves de *Culex pipiens* dans le midi de la France.*Parasitologia*19(1-2) :79-94.
- Soltanbeiglu S., Vahedi M., Mohammadi-Buvani M. & Chavshin A.R. (2020).** Molecular characterisation of Cytochrome oxidase I and internal transcribed Spacer 2 fragments of *Culiseta longiareolata*, *Turkey Parazitol Derg*, **44**(4), 191-196.
- T**
- Tahraoui C. (2012).** Abondance saisonnière des Culicidae dans l'écosystème humide du parc national d'El-Kala. Identification et lutte, Thèse de Magistère en Biologie Environnementale, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie. 19p.
- Tapondjou A,L : Tendonkeng F. (2009).** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera ; Bruchidae) *TROPICULTURA* , 27, 3, 137-143.
- Thierry Damien A.O. (2011).** Lutte bioécologique contre *Culex pipiens quinquefasciatus* en milieu urbain au Burkina Faso, Thèse de doctorat en Entomologie, Université de Ouagadougou p16.
- Toral y caro, M. (2005).** Evaluation de l'efficacité du fipronil sur *Culex pipiens* . Th. : Med.Vet. : Toulous, p : 14, 16,25.

Références

Trari B., Dakki Makki M., Himmi O., et ElAgban I. (2002). Les moustiques (Diptères Culicidae) du Maroc. Revue bibliographique (1916-2001) et inventaire des espèces. Bull Soc Pathol Exot, 95, 4, 329-334p.

V

Vincent R., et Chandre F. (2009). Pesticides et lutte anti vectorielle vecteurs du paludisme et des arboviroses. Caractérisation et contrôle des populations de vecteurs IRD Montpellier Maison de la chimie. Paris.42P.

Vinogradova E.B. (2000). Mosquitoes *Culex pipiens pipiens* : taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetics, applied importance and control. PenSoft, Sofia. 280 pp.

Vinogradova E.B. (2003). Ecophysiological and morphological variations in mosquitoes of the *Culex pipiens* complex (Diptera : Culicidae). Acta Soc Zool Bohem 67 : 41-50.

W

WHO. (2005). Guidelines for Laboratory and field Testing of Mosquito Larvicides, Ref WHO/CDS/WHOPES/GCPP/13 (41p).

Wilson O. (1988). Biodiversité .P.3-18. Washington D C Nayional Academy press. Parasitologie. Ornithlogia, Entomologia. Institue of ecology, Vilinus. ISSN 13926.